

ペンダントが観察される。さらに、西～南西部の本岩は、東～南東部に比較して、細粒ながら斑状・完晶質で半深成相とも云うべき岩質を示している。

これらのことから、本岩体は東～南東側に緩傾斜で開き、西～南西部に急傾斜な根幹をもつ溶岩円頂丘と考えられる。そして金・銀鉱化帯はこの根幹部に位置している。

緻密質流紋岩(Trhy2-c) 中の裂か系

本岩中には大きな断層や破碎帯は認められない。しかし、一般的に非常に細かい割目の発達認められる。今次調査において、特に金・銀鉱化帯付近で測定されたこれら微細な割目(129点)をシュミット網に投影し(Fig.2-4-3)その方向および傾斜について検討を試みた。その結果、顕著にみられる方向性はつぎのようにまとめられる。

A 型 N75°E～N85°W, 75°S～90°及び80°N～90°

B 型 N65°W～N75°W, 90°, 65°～75°SW及び65°～75°NE

これらはいづれも、方向が同じで、傾斜方向が反対の一对のもので共役型節理の性格をもっている。金・銀鉱化帯においては、これらの節理等のうちB型の部分的発達が観察される。

2-4-5 鉱 床

本地区内には、緻密質流紋岩(Trhy2-c)中の金・銀鉱化帯(San Severiano 鉱山に代表される)と、緻密質流紋岩とEl Doctor 累層Kdf 部層との接触部に認められる螢石鉱化帯(Fluoruros de Hidalgo 鉱山)が知られているが、後者については昨年次までの調査の結果、今後調査を継続するに値する有望な鉱徴が認められず、今年次精密な調査は行われていない。しかし、金・銀鉱化帯については、昨年次の岩石試料による地化学探査の結果、緻密質流紋岩体分布域において、San Severiano 鉱山を含む3区域に有望な鉱徴が確認されたため、本年次の調査対象にとりあげられ、今回調査が実施された。今年次の調査は、(1)San Severiano 鉱山区域にみられる旧採掘・探鉱跡の観察と試料採取、(2)3区域の金・銀地化学異常帯を対象とし、50m方眼の試料採取による、同区域の金及び銀の平均品位の計算、からなり、同鉱化帯の今後の探鉱対象としての価値を、直接評価することを狙ったものである。これらの調査結果はつぎのとおりである。

San Severiano 鉱山の状況 (Table.2-4-2, Fig.2-4-4, PL.2-4-4 参照)

(1) 探鉱の歴史

本鉱山は、San Clemente 部落の約1km東方にあり、d 沢及びe 沢に挟まれた標高2560mの尾根を含み、南北幅約300mで東西に約500m延長する区域に散在する探鉱跡からなる。探鉱跡は、区域東側斜面に開かれた2ヶ所の露天採掘跡(各々約40m×30m)と、これより西側に点在する多くの小坑道と切り割りなどからなる。坑道は延長10～20m前後のものである。

これらの探鉱が行なわれた時期は明らかでない。しかし、1979年当時(初年次調査)約10

人の坑夫が手掘り採掘を行っていたが、再開して間もないということであった。又、付近の小沢に鉍石を磨鉍するために使用したとみられる石臼が幾つか放置されていることや、小規模ながら多くの探鉍跡がみられることから判断して、本地区における金鉍石の探鉍はかなり以前に始められ、断続しながら今日にいたったものとみられる。鉍区は、CRMの調査によれば1981年11月上旬に消滅するとのことである。

(2) 鉍床の形態及び金の産状

本地区の金鉍化作用は、緻密質流紋岩(Trhy2-c)を母岩とし、同岩中に部分的に発達する共役節理系や弱い粘土化帯などのほか新鮮な同岩中にも観察され、不規則網状～鉍染型鉍床の形態を示している。そして通常金鉍床とは異なり、珪化作用を含む顕著な熱水変質作用をとまなっていないのが、本鉍床の特徴である。したがって従来の探鉍採掘跡は、露天採掘跡については無差別に岩石を採掘したものであり、小坑道などでは割目や粘土化した部分を掘り進んだものである。このように、石英脈や珪化帯などのような、特定の探鉍あるいは採掘の対象がないため、金の産状を直接観察することは非常に難しい。しかし、野外で採掘跡付近の転鉍からルーペで観察可能な金粒をもった多くの試料と、化学分析試料の内、金粒を含む残試料末が得られ、これらの観察結果から、金鉍石の産状をつぎのように分けることができる。

(i) 赤鉄鉍皮膜型

微細な節理系割目あるいは網状割目に沿う、褐色～チョコレート色赤鉄鉍皮膜上に、不規則粒状～イモ状の金粒(0.05mm～0.2mm径)として産する。赤鉄鉍皮膜上には、石英微晶が観察されることもあり、又、多くの場合、金粒の表面には結晶面の発達は認められない。

(ii) 粘土-赤鉄鉍網状脈型

流紋岩の破碎部を貫く、緑灰色粘土(モンモリロン石及びカオリン)をとまなう赤鉄鉍網状脈において、粘土中にみられる金粒(0.05mm前後)。

これら(i)および(ii)型の金粒は、金色を呈し、明らかにルーペで識別可能である。又、これらは、San Severiano 鉍山A及びBピット付近に多く観察される。

このような金粒の組成は、EPMAの定量分析によると、原子比でAu 65%～67%, Ag 33%～35%であって、自然金に近いエレクトラムである(Fig. 2-4-5 参照)。

主として、このような形態あるいは産状を示す金の鉍化帯を探鉍あるいは採掘した、San Severiano 鉍山の露天採掘跡・小坑道及びピットなどの状況をTable 2-4-3, Fig. 2-4-4, PL. 2-4-4に示す。

これら探鉍跡は、大局的にみれば、A及びB露天掘跡を東端とし西北西方向に配列する傾向をもち、同方向性の節理が鉍化作用を規制したことを示している。

Table. 2-4-2 Chemical Analyses of Samples of the San Severiano Mineralized zone.

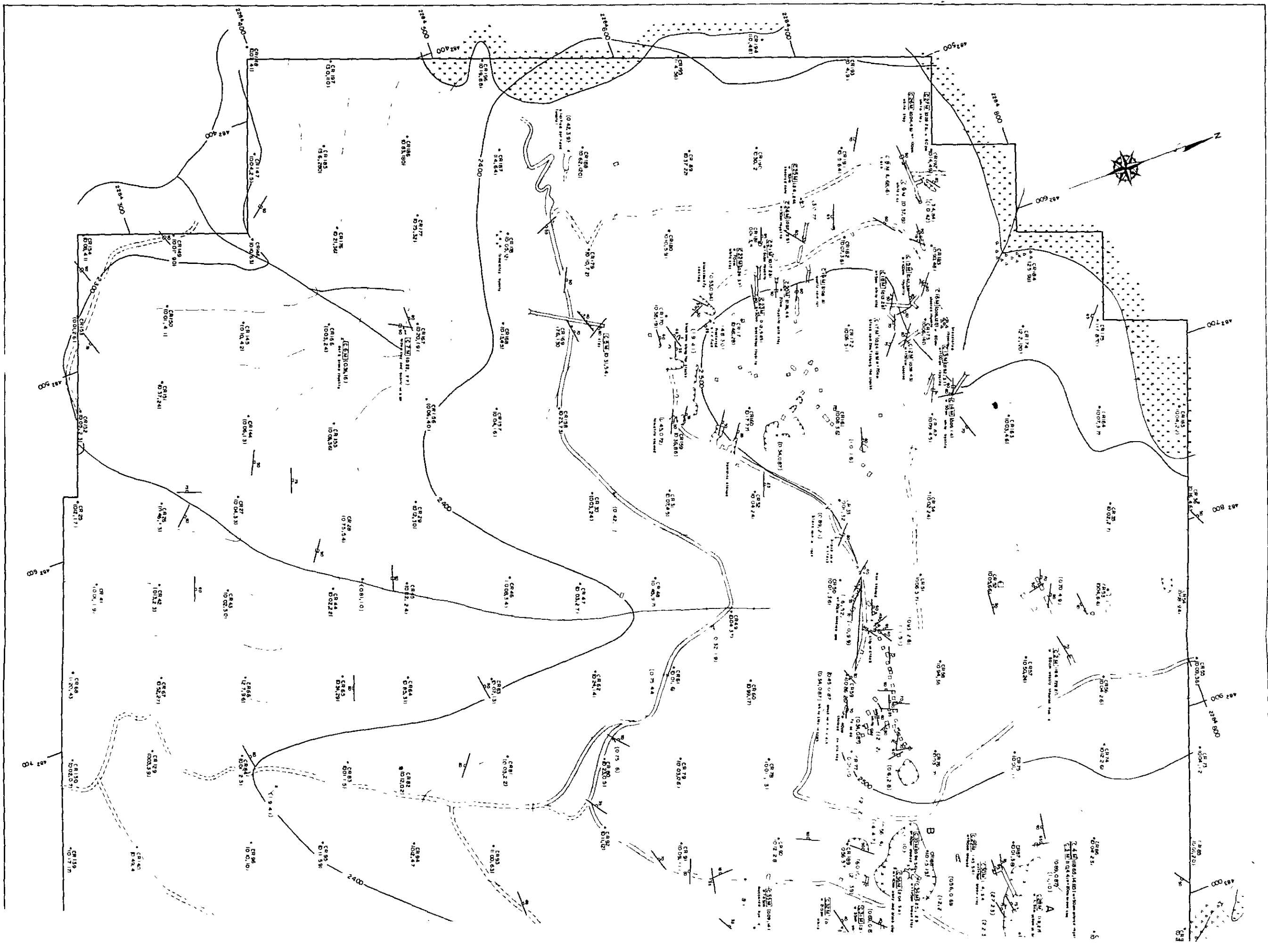
Sample №	Coordinates		Assay results		Sample №	Coordinates		Assay results	
	E	N	Au	Ag		E	N	Au	Ag
C 1M	482731	2283796	2.0	74	C19M	482539	2284665	0.08	1.8
C 2M	482850	2284734	18.6	728.2	C20M	482592	2284646	0.26	4.6
C 3M	482945	2284679	1.0	4.4	C21M	482579	2284650	0.17	2.8
C 4M	482945	2284679	18.6	14.85	C22M	482581	2284639	0.24	3.7
C 5M	482580	2284540	0.31	5.4	C23M	482594	2284633	0.12	5.85
C 6M	482535	2284392	0.36	1.6	C24M	482574	2284669	0.07	2.5
C 7M	482540	2284432	0.22	7.7	C25M	482554	2284675	2.6	2.4
C 8M	482554	2284739	0.68	16	C26M	482566	2284745	0.04	4.6
C 9M	482577	2284740	0.37	19	C27M	482565	2284747	0.28	2.6
C10M	483089	2284639	1.2	11	C28M	482976	2284655	1.8	2.7
C11M	484008	2283585	0.66	8.2	C29M	482950	2284656	1.45	5.4
C12M	482648	2284705	0.59	4.3	C30M	482951	2284652	1.4	3.4
C13M	482675	2284711	0.52	3.1	C31M	482933	2284578	2.4	3.3
C14M	482687	2284721	0.05	1.4	C32M	482926	2284566	0.11	1.0
C15M	482620	2284725	0.42	3.9	C33M	482910	2284526	0.09	1.4
C16M	482633	2284718	0.05	12	C34M	482941	2284609	2.5	2.5
C17M	482635	2284702	0.24	18.9	C35M	482934	2284605	0.94	5.4
C18M	482626	2284704	0.13	2.9	C36M	482933	2284602	2.04	3.4

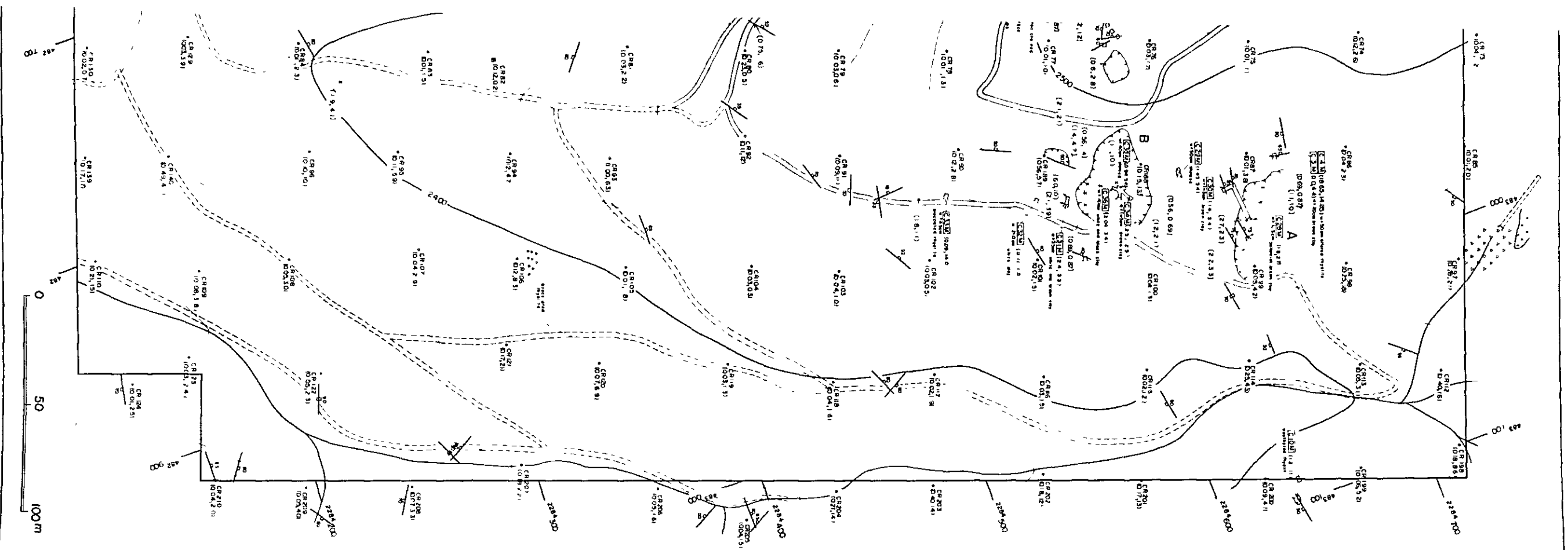
Table 2-4-3 Occurrences of the Open Pits, Tunnels, and Trenches in the San S

探採掘場所とその状況	試料採取場所	試料番号	採取幅 (cm)	分析品
				Au g/t
A 露天掘跡 場所：San Severiano 鉍化帯の北東端付近の山腹で、 東南東に流れる小沢の南側 採掘規模：東西約 60 m、南北約 25 m 露天掘跡にみられる坑道 水平坑道：掘跡のほぼ中央に位置し、S80°W方向に 17 m、さらに南方へ 7 m 掘進 掘下り坑道：水平坑道の東方約 10 m に位置し、S38° W 方向に約 2 m 掘進 掘 割 場所：露天掘跡の北西端から西方に約 10 m	A 露天掘跡	11 試料 の平均	—	284
	水平坑道	C30M	3	1.4
	掘下り坑道	C28M	5	1.8
	掘 割	C3M	20	1.0
		C4M	50	1865
B 露天掘跡 場所：A 露天掘跡の東端から道沿いに約 70 m 南西側 の山腹 採掘規模：東西約 40 m、南北約 35 m のやや歪んだ楕 円形の採掘跡 露天掘跡にみられる坑道 探採掘坑道：掘跡のほぼ中央に位置し、不規則に探 採掘 探鉍坑道 場所：露天掘跡の東端から道沿いに約 30 m 南西側に 位置し、N60°W の方向に掘進	B 露天掘跡	18 試料 の平均	—	136
	掘跡の中 にある探採掘 坑道	C34M	5	2.5
		C36M	40	2.04
	露天掘跡の 南側の探鉍 坑道	C31M	35	2.4
トレンチ：A 露天掘跡の北西端から西北西約 110 m の山 頂に近い東側斜面	トレンチ	C2M	50	18.6
小ピット：A 露天掘跡の東端から東南東約 100 m 付近	小ピット	C10M	100	1.2
トレンチ：B 露天掘跡の西端から N80°W の方向に 360 m 地点（水平距離）	トレンチ	C25M	50	2.6

Table 2-4-3 Occurrences of the Open Pits, Tunnels, and Trenches in the San Severiano Mining Area

探採掘場所とその状況	試料採取場所	試料番号	採取幅 (cm)	分析品位		産 状
				Au g/t	Ag g/t	
A 露天掘跡 場所：San Severiano 鉱化帯の北東端付近の山腹で、 東南東に流れる小沢の南側 採掘規模：東西約 60 m、南北約 25 m 露天掘跡にみられる坑道 水平坑道：掘跡のほぼ中央に位置し、S80°W方向に 17 m、さらに南方へ 7 m 掘進 掘下り坑道：水平坑道の東方約 10 m に位置し、S38° W 方向に約 2 m 掘進 掘 割 場所：露天掘跡の北西端から西方に約 10 m	A 露天掘跡	11 試料 の平均	—	2.84	3.71	当地区から採取した全試料（11 試料）の分析品位の算術平均
	水平坑道	C30M	3	1.4	3.4	坑道の引立から 1.5 m 手前にある N85°W, 85°NE の走向・傾斜を示す節理に沿った褐色粘土脈 （幅 1～3 cm）
	掘下り坑道	C28M	5	1.8	2.7	坑道に沿った N80°E, 73°NW の走向・傾斜を示す節理に沿った黄褐色～褐色の粘土脈（幅 1～5 cm）
	掘 割	C3M	20	1.0	4.9	N11°E, 65°NW の走向・傾斜を示す黄褐色の粘土帯
		C4M	50	18.65	14.85	C3M の粘土帯の西側に隣接する淡褐色の弱粘土化流紋岩
B 露天掘跡 場所：A 露天掘跡の東端から道沿いに約 70 m 南西側の山腹 採掘規模：東西約 40 m、南北約 35 m のやや歪んだ楕円形の採掘跡 露天掘跡にみられる坑道 探採掘坑道：掘跡のほぼ中央に位置し、不規則に探採掘 探鉱坑道 場所：露天掘跡の東端から道沿いに約 30 m 南西側に位置し、N60°W の方向に掘進	B 露天掘跡	18 試料 の平均	—	1.36	2.62	当地区から採取した全試料（18 試料）の分析品位の算術平均
	掘跡の中にある探採掘坑道	C34M	5	2.5	2.5	坑内北東端の N30°E, 30°NW の走向・傾斜を示す節理に沿った褐色粘土（幅 1～5 cm）
		C36M	40	2.04	3.4	坑内南西側の流紋岩中に発達した網状粘土脈
	露天掘跡の南側の探鉱坑道	C31M	35	2.4	3.3	坑口に N40°W, 85°NE の走向・傾斜を示す幅 1.2 m の破砕帯があり、このうち南側の白色と褐色の粘土を伴う破砕帯部
トレンチ：A 露天掘跡の北西端から西北西約 110 m の山頂に近い東側斜面	トレンチ	C2M	50	18.6	728.2	N80°E, 70°NW の走向・傾斜を示す節理が発達し、やや破砕された流紋岩
小ビット：A 露天掘跡の東端から東南東約 100 m 付近	小ビット	C10M	100	1.2	1.1	風化した淡褐色の流紋岩
トレンチ：B 露天掘跡の西端から N80°W の方向に 360 m 地点（水平距離）	トレンチ	C25M	50	2.6	2.4	石英細脈（1 mm 以下）を伴う白色流紋岩中の破砕帯





- LEGEND**
- Compact rhyolite
 - Diorite porphyry
 - Brecciated rhyolite
 - Oxidation zone
 - Fault
 - Joint
 - Adit
 - Open pit
 - Trench and pit
 - Geochemical rock sample
 - CR 25
 - CR 7M
 - (035, 3.5)
 - Analytical results of Au $\frac{9}{t}$, Ag $\frac{9}{t}$ (1982)
 - Analytical results of Au $\frac{9}{t}$, Ag $\frac{9}{t}$ (1981)

Fig.2-4-4 Geological Sketch of the San Severiano Mine, SAN CLEMENTE

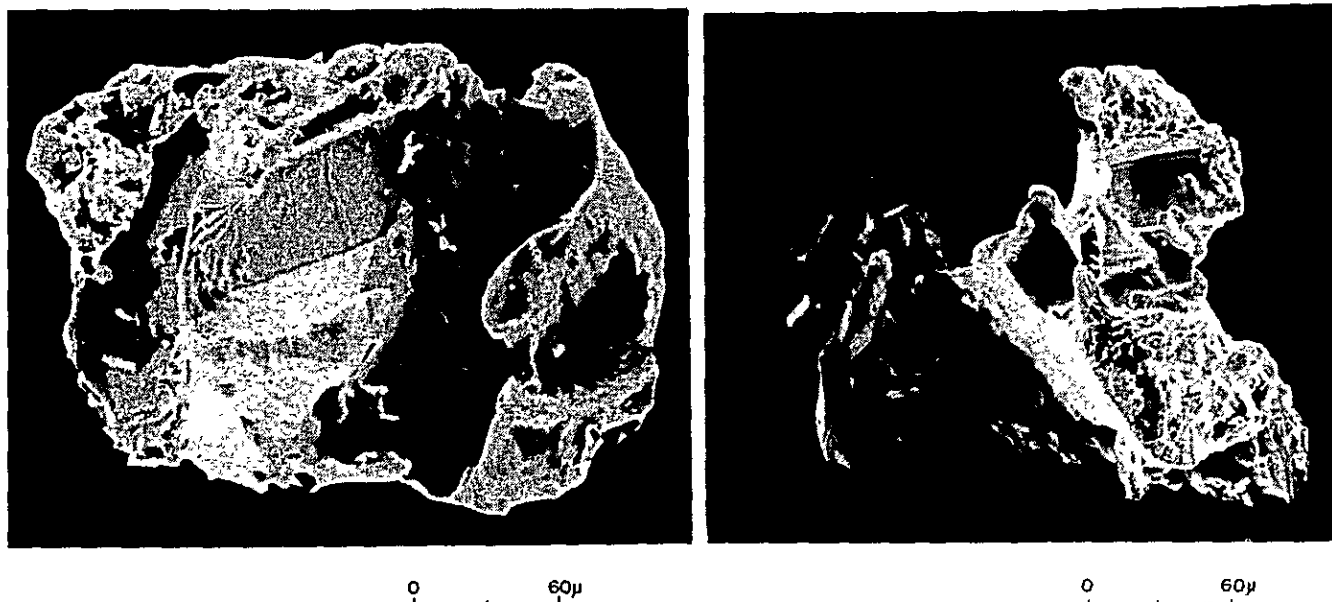


Fig. 2-4-5 Photomicrographs of Electrum Grains from the San Severiano Mine by Scanning Electron Microscope

(iii) 鉍 染 型

San Severiano 鉍山の約 500 m 西方で、緻密質流紋岩体の西端に相当する位置付近において今回新たに確認された金・銀鉍化帯は、本地区の中で最も高品位且つ大規模である。この区域においては、現地調査の際、顕著な節理系の発達や熱水変質作用あるいは旧探鉍跡などは観察されておらず、又、ルーベによってエレクトラムなども確認されていない。しかし、試料の化学分析の結果、高品位且つ大規模であることが判明したものである。そこで、金の産状を調査するために、同鉍化帯で最高品位を示した試料（ μ CR-175, Au 17 g/t, Ag 870g/t）の分析用試料粉末の残りを少量分取し、水篩を試みた。その結果、金属光沢をもち、暗銀灰色の、不規則粒状～イモ状の重鉍物粒子（0.05 mm～0.2 mm 径）を多数得ることができた。なお、水篩の際同時に沈澱した鉍物粒子は、この他には石英粒のみで、他の重鉍物は殆ど観察できなかった。

前述した(i)及び(ii)型の試料粉末を水篩すると、エレクトラムと一諸に多量の赤鉄鉍粒の沈澱がみられたのに、本試料末ではそれらの混入が認められなく、且つ、試料が比較的新鮮な流紋岩であることを考慮すれば、これら重鉍物粒子は流紋岩中に鉍染する産状を示すものと推定される。

重鉍物粒子の表面は、板状～葉片状組織が重複した複雑な外観を呈している (Fig. 2-

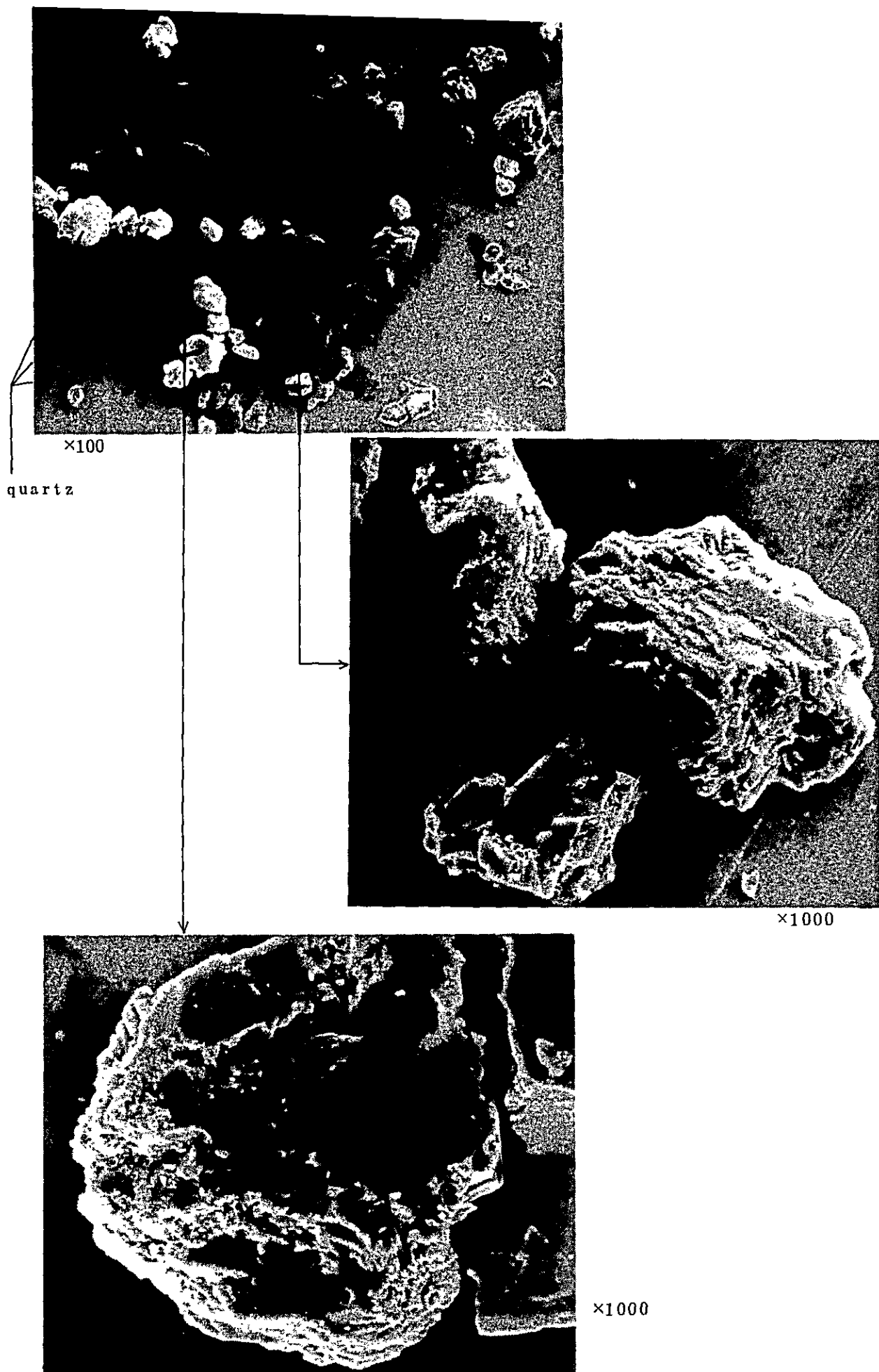


Fig. 2-4-6 Photomicrographs of Complex - sulfosalts Mineral Grains by Scanning Electron Microscope

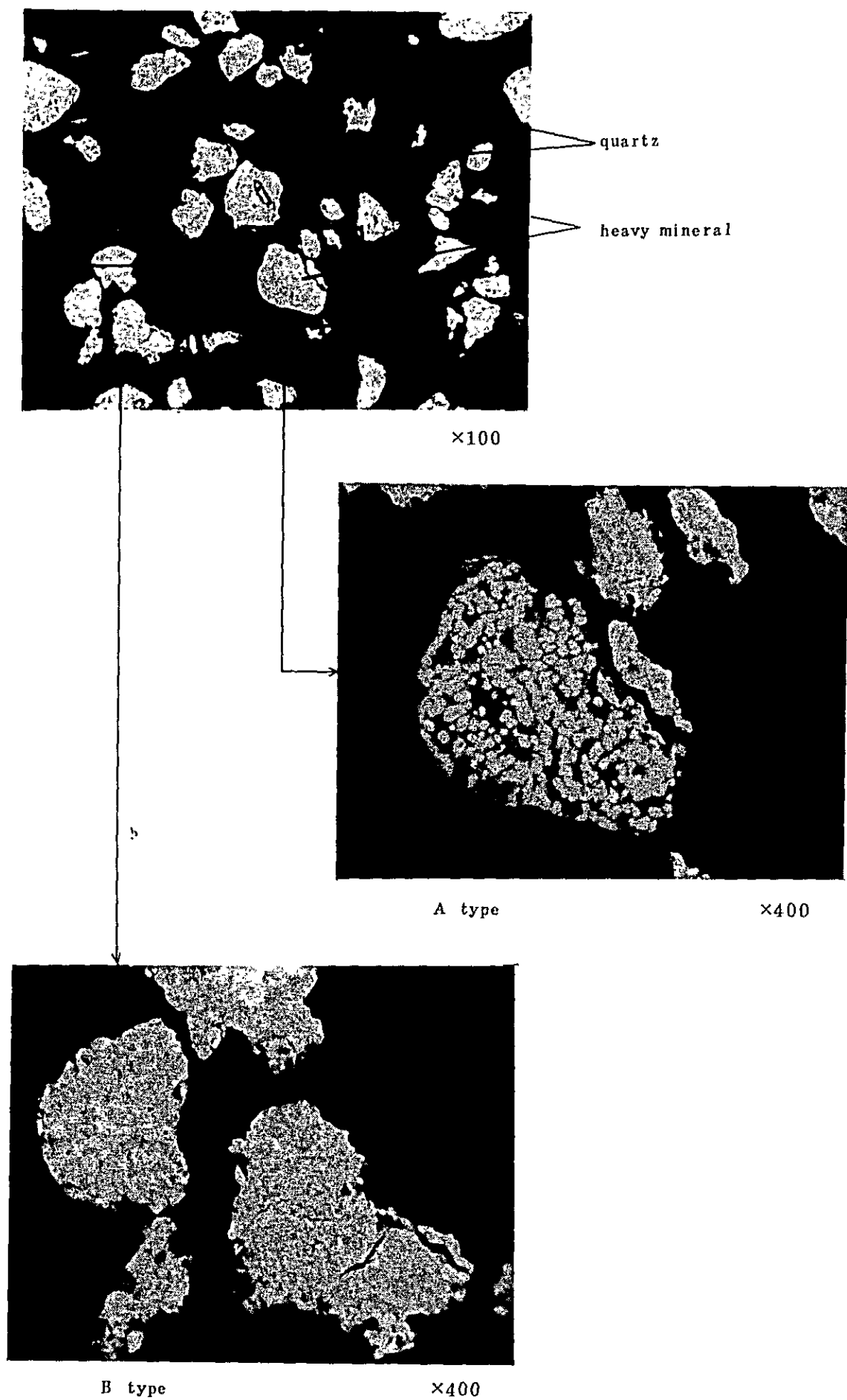


Fig. 2-4-7 Photomicrographs Showing textures of Complex-sulfosalts Minerals by Reflecting Microscope

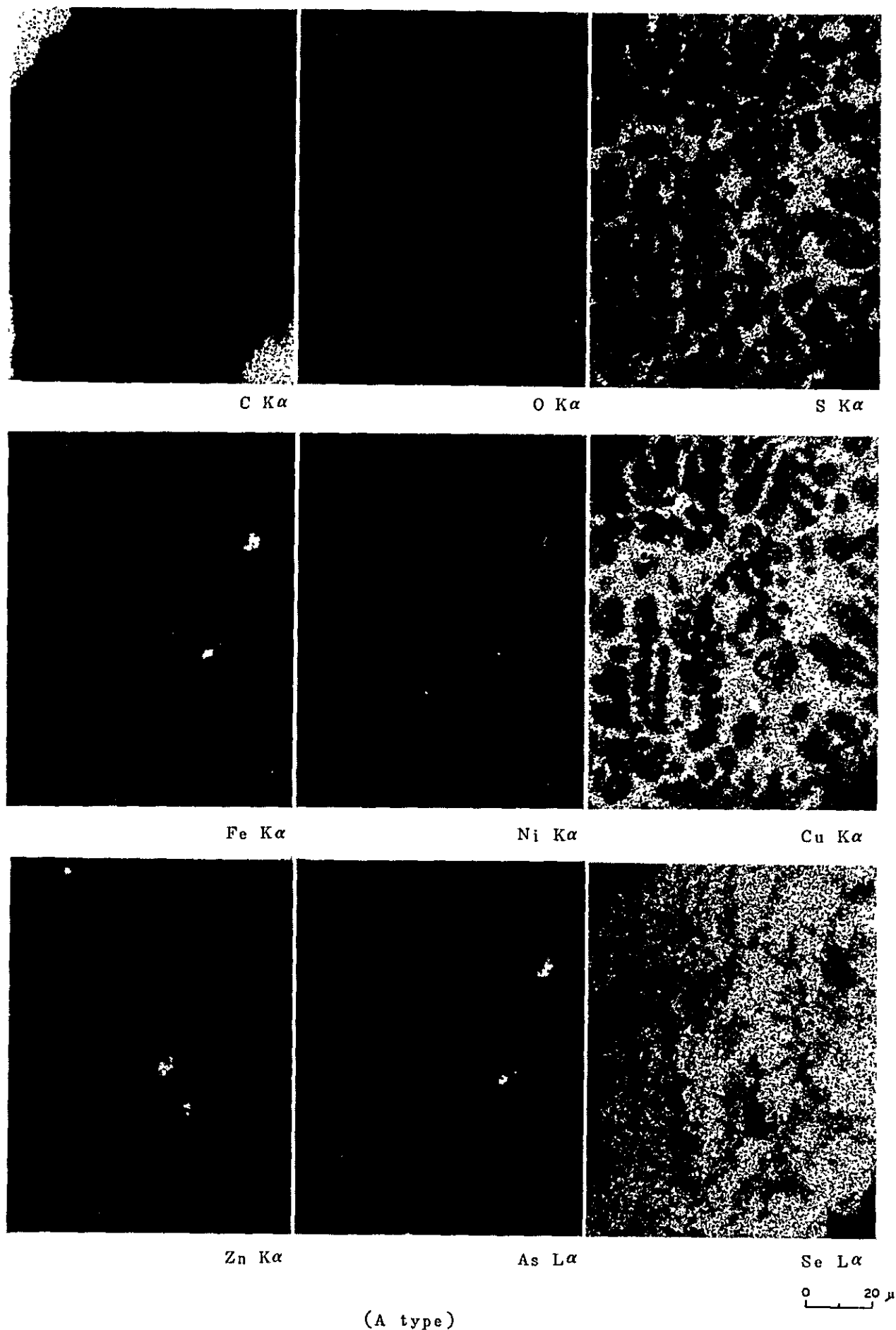
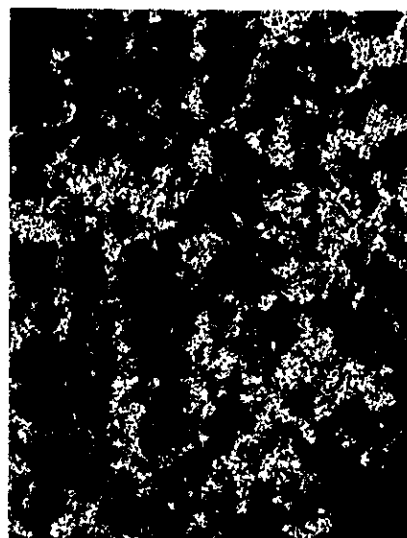
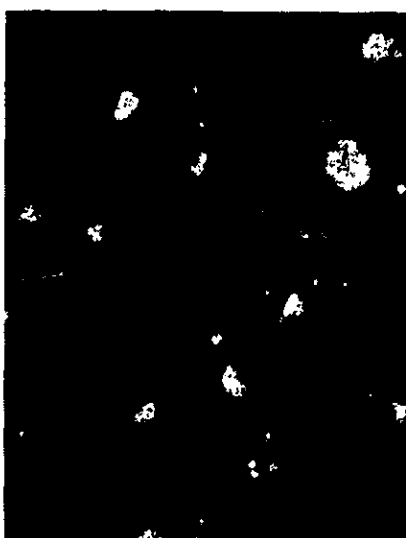


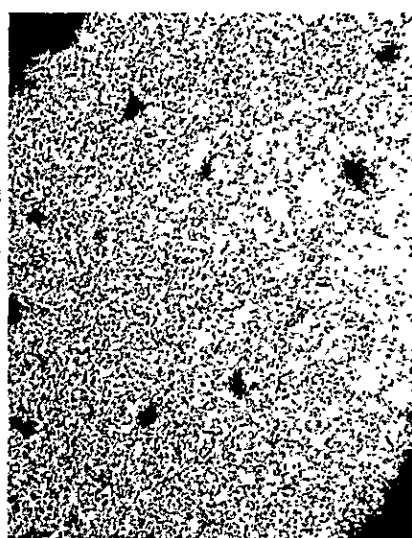
Fig. 2-4-8 Backscattered Electron Image and Characteristic X-ray Images of Complex-Sulfosalts Minerals



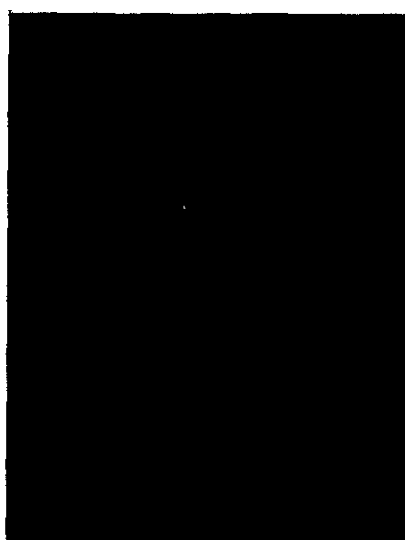
Ag L α



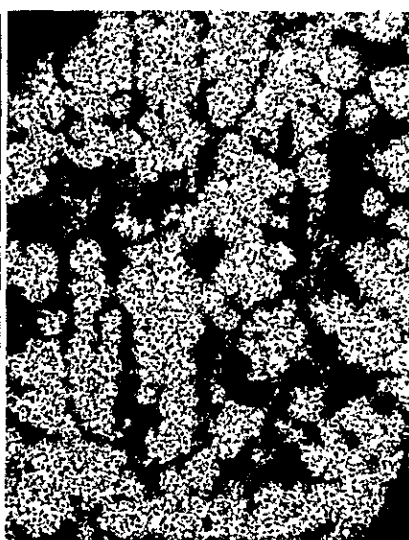
Sb L α



Te L α



Au M α



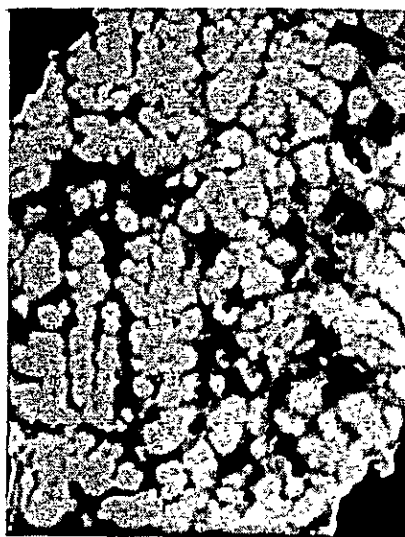
Pb M α



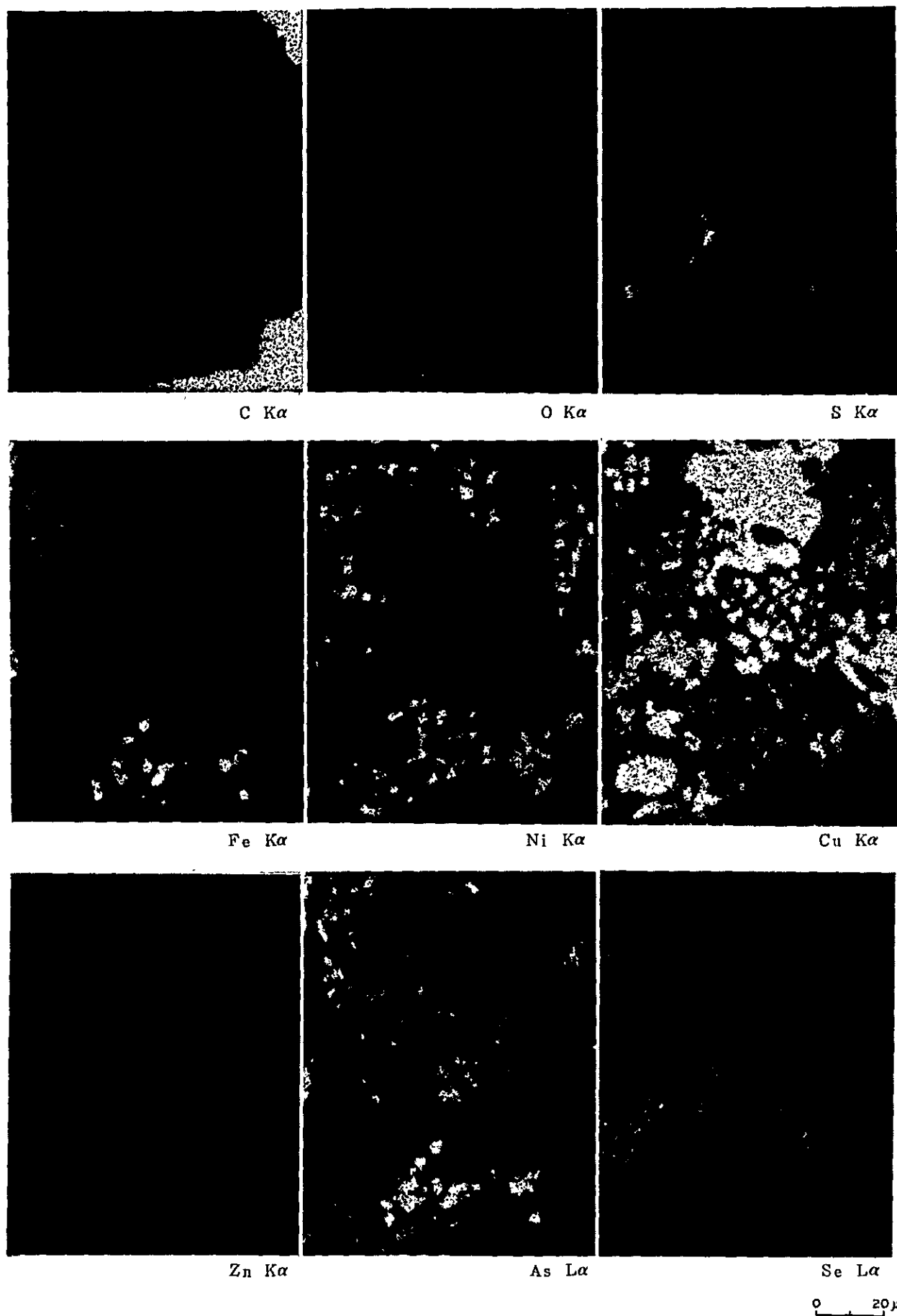
Bi M α

0 20 μ

(A type)

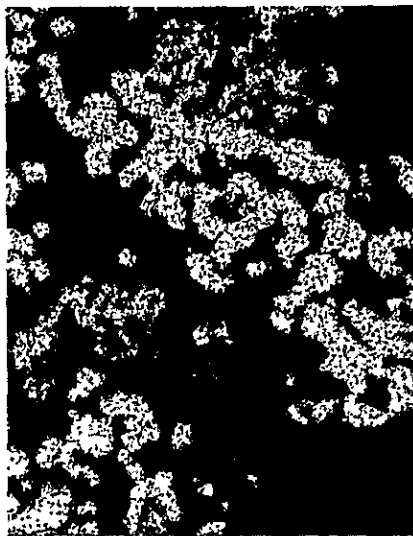


BEI



(B type)

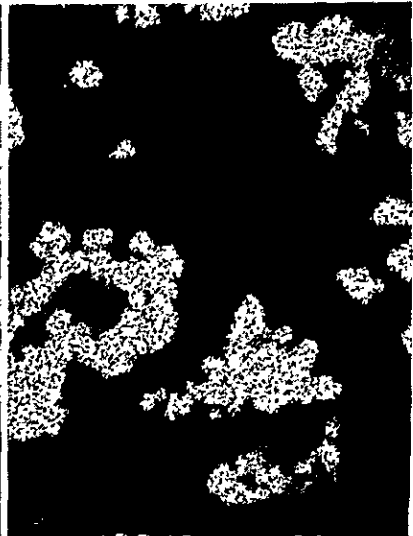
Fig. 2-4-8 (Continued)



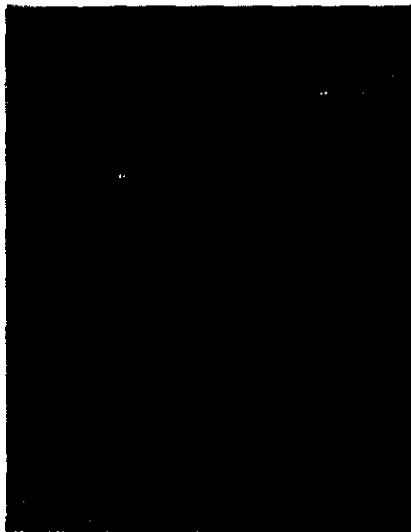
Ag L α



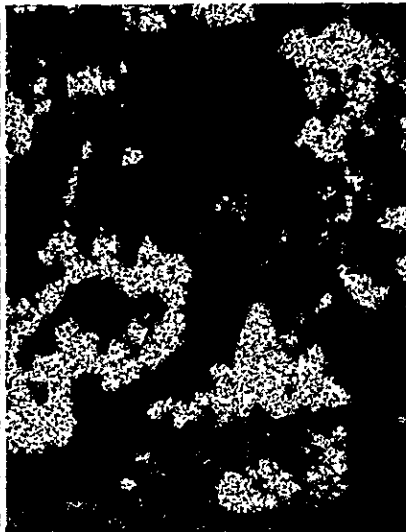
Sb L α



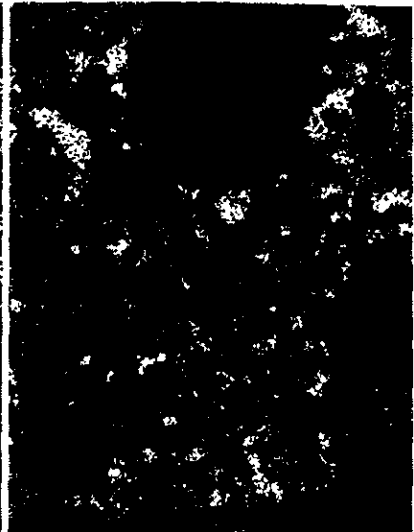
Te L α



Au M α



Pb M α



Bi M α

0 20 μ

(B type)



BEI

4-6 参照)。これらについて、研磨片を作成し、E P M A. によって組織及び成分についての検討を試みた結果はつぎのとおりである。

これら重鉱物の組織は、数種類の μ 単位の鉱物が、コロイド状に入り組んだ組織をもつ A-型と、明らかに離溶組織を示す B-型とに分けられる (Fig. 2-4-7 参照)。

それらの E P M A による定性分析の結果 (Table 2-4-4, Fig. 2-4-7, Fig. 2-4-8 参照)、これら重鉱物は、銀・銅・テルル・アンチモン・鉛などを主成分とし、ビスマス・セレン・砒素・ニッケル・鉄・硫黄などの副成分のほか金を含む、硫塩鉱物の複合体である。

一般に硫塩鉱物は、 $Am B_n X_p$ でしめされる一群の鉱物で、 $A=Ag, Cu, Pb$; $B=As, Sb, Bi$; $X=S$ であるが、このほかに Te 及び Au が加わり一層複雑な組成を示している。

Table 2-4-4 Qualitative Analysis of Complex Sulfosalts Mineral Grains by E P M A

	C	O	S	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se	Ag	Sb	Te	Pb	Bi	Au	Others
A type	△	△	○	△	△	◎	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	△	×	×
B type	△	△	△	△	○	◎	×	○	△	◎	◎	◎	◎	○	?	×
B type	△	△	△	?	○	◎	×	○	△	◎	◎	◎	◎	○	△	×

◎ : abundant ○ : common △ : rare × : not detected

? : difficult to identify beam spot size : approx. 80 $\mu m\phi$

2-4-6 探鉱対象3区域の金・銀平均品位

今次調査においては、昨年次の岩石試料による金・銀地化学探査 (任意間隔) によって得られた地化学異常帯を含む3区域を対象として、50m方眼間隔で岩石試料を採取し、それらの金・銀含有量を地化学探査の方式で統計的に処理し、有望鉱化帯の抽出を行った。

対象区域 (Fig. 2-4-1, PL 2-4-6)

調査区域は、San Severiano 鉱山を含む西部区域、西部区域の東南東方約 1500mの距離にある東部区域、及び西部区域の南南東方約 1,000m付近にある南部区域の3区域よりなる。

採取試料数は、西部区域から210試料、東部区域から34試料、南部区域から58試料の計302試料である。各区域共、50m方眼間隔で試料採取を行った。これら岩石試料は、日本において、200メッシュ以上に破碎・磨鉱され分析に供せられた。

データ処理 (Fig. 2-4-9 参照)

調査対象の3区域は近接して位置し、一つの流紋岩体中にあるため、3区域から採取された302試料から得られた金及び銀含有量それぞれを一つの統計的母集団として取扱い、累積頻度分布図によって階級分類を行った。又、金・銀それぞれの含有量の階級分類の他、金と銀含量の値についての階級分類も行なった。この際、鉱石としての経済価値を議論す

るために銀の価格が金の価格のほぼ $1/50$ であることを考慮し、合量の値は「Au含有量 + $\frac{1}{50}$ ・Ag含有量」として計算した。

これらの結果、対象区域が既に地化学異常帯であることから、金・銀共平均的に地球化学的に高い含有量を示し、通常の地化学探査試料からのデータを母集団とする累積頻度分布図にみられるような、対数正規分布の形はみられなかった。金については、低含有量側母集団をもたず、高含有量側に向かって漸次正に折れ曲る、複合母集団の形態を示した。銀についても、大局的には金と類似の挙動を示すが、やや規則的な傾向をもっている。

このような累積頻度分布図を用いて、下表に示す階級分類を行った。これらの値は、他地域における広域的な金および銀の地化学探査にすぐに適用できない程高い値であるが、既知地化学異常中の金・銀鉱化帯を直接抽出する目的には合致するものである。

Table 2-4-5 Statistical Classification for Au and Ag Contents of Rock Samples from the Geochemical Anomalous Zones in the SAN CLEMENTE Area

Au (ppm)	Ag (ppm)	$Au + \frac{1}{50} Ag$ (ppm)
AA 級 ≥ 2.09 (2.09) M+2 σ 値	AA 級 ≥ 120.0 (120.0) M+2 σ 値	AA 級 ≥ 4.47 (4.47) M+2 σ 値
$2.09 > A$ 級 ≥ 1.00 (1.00) 鉱石限界点	$120.0 > A$ 級 ≥ 50.0 (50.0) 折れ曲り点	$4.47 > A$ 級 ≥ 1.00 (1.00) 鉱石限界点
$1.00 > B$ 級 ≥ 0.36 (0.36) M+ σ 値	$50.0 > B$ 級 ≥ 15.5 (15.5) M+ σ 値	$1.00 > B$ 級 ≥ 0.63 (0.63) M+ σ 値
$0.36 > C$ 級 ≥ 0.07 (0.07) Mean 値	$15.5 > C$ 級 ≥ 3.2 (3.2) Mean 値	$0.63 > C$ 級 ≥ 0.14 (0.14) Mean 値

したがって、Au 及び「 $Au + 1/50 Ag$ 」値それぞれの階級分類については、通常のカテゴリのほか、1.00 ppm 値を、鉱石としての一つの目安を与える点として採用している。

金と銀の相関関係

本地区に産する金・銀鉱物は、(1)自然金に近い組成をもつエレクトラムと、(2)金を含む複硫塩鉱物であって、化学分析結果によれば、エレクトラムの金に対する銀含有倍率は2又は、それ以下であるが、複硫塩鉱物のそれは50前後であって両者の間に著しい差があることが判明している。しかし、Fig. 2-4-10にみられるように、全試料の分析値をプロットした相関図及び相関係数(0.745)は、両者の間に良好な正の相関があることを示している。

Fig. 2-4-9 Cumulative Frequency Distribution of Au, Ag and
Rock Samples from the SAN CLEMENTE Area

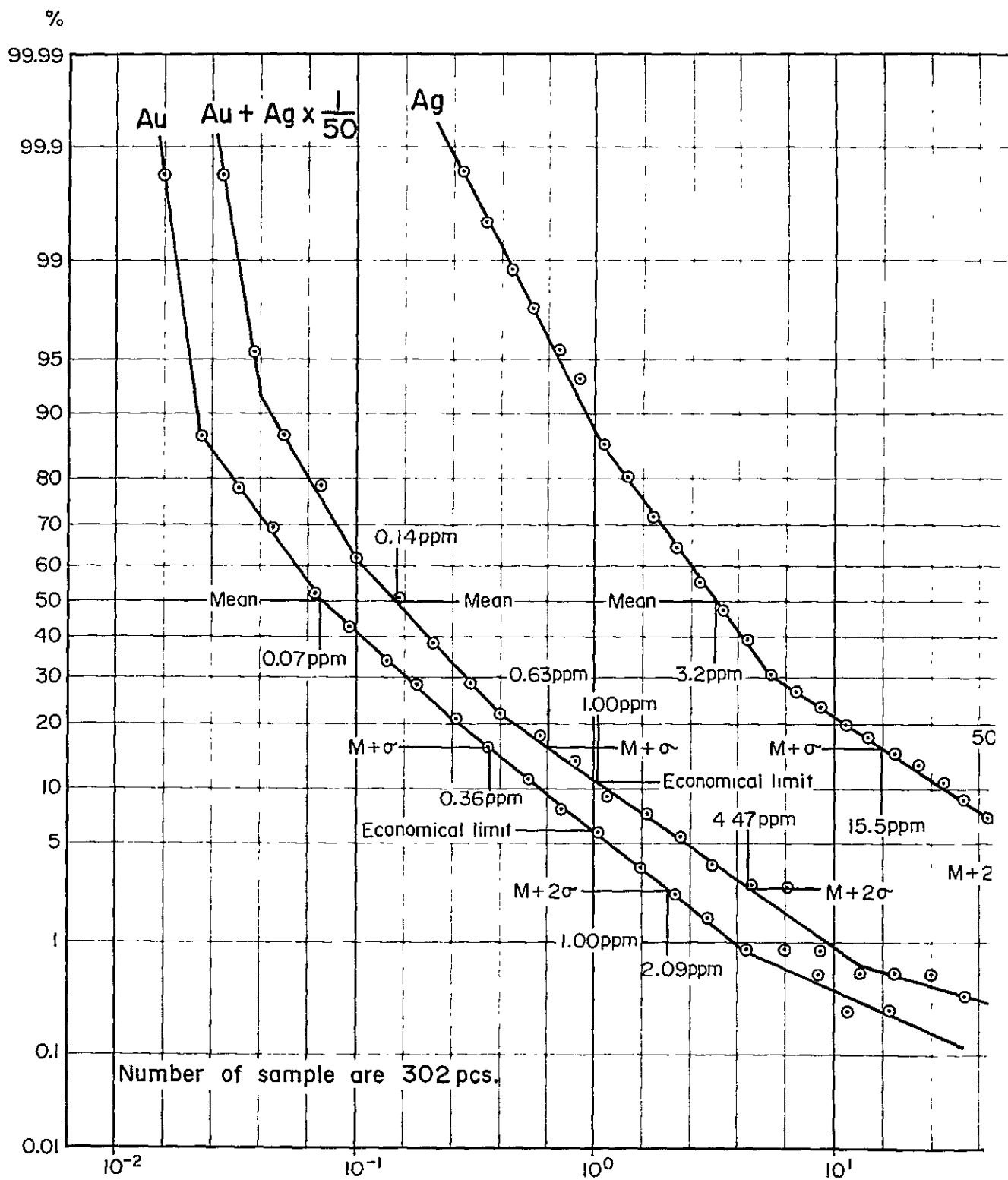
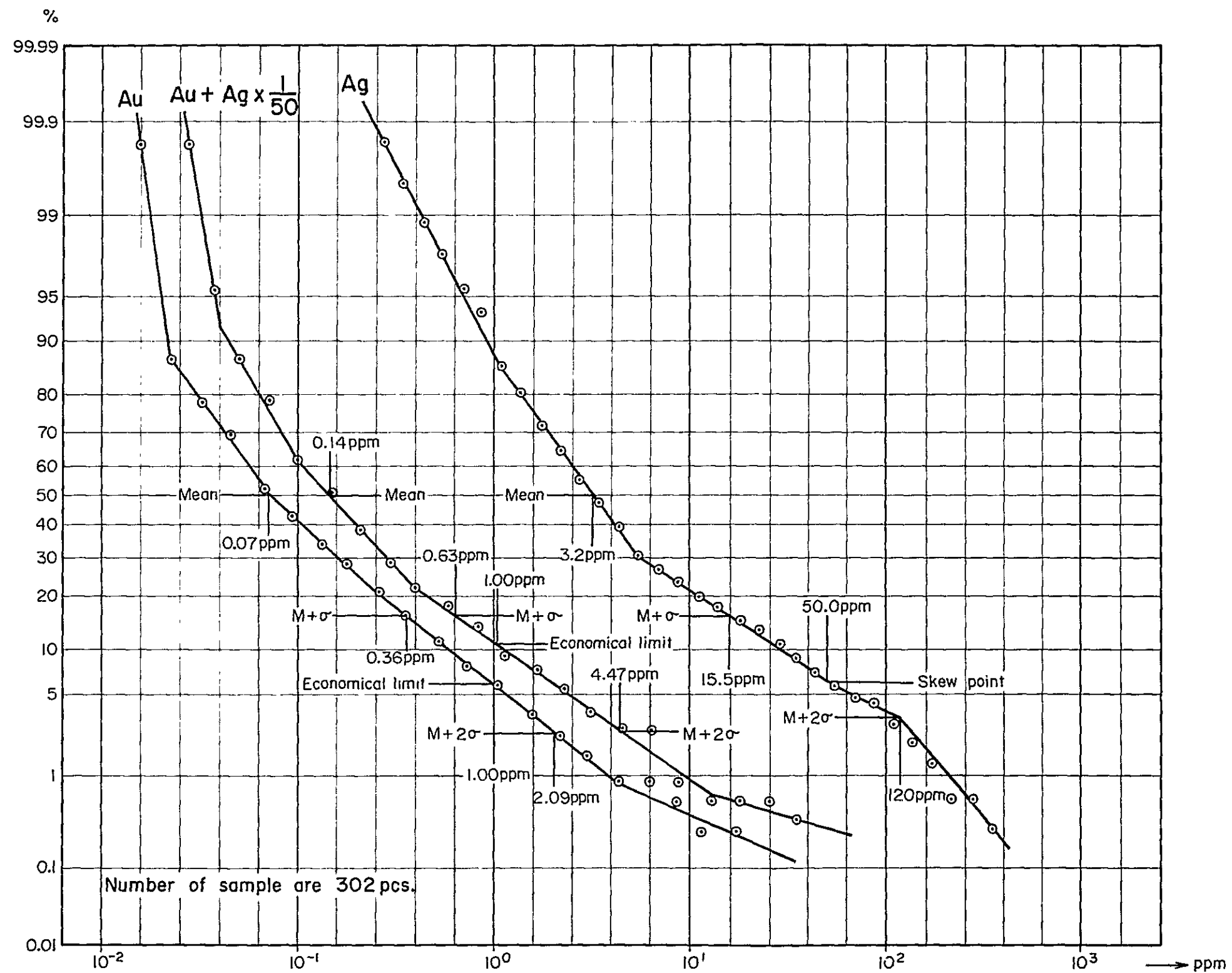


Fig. 2-4-9 Cumulative Frequency Distribution of Au, Ag and Au + Ag x 1/50 Contents of Rock Samples from the SAN CLEMENTE Area



•

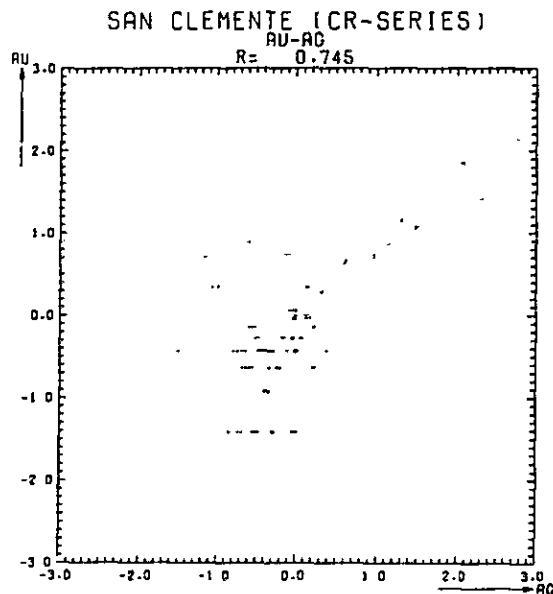


Fig. 2-4-10 Coefficient and Diagram of Correlation
for Au and Ag

このことから、本地区の鉍化帯に産する金・銀鉍物の主体は、大局的には、複硫塩鉍物であって、エレクトラムは副次的に産するものと考えられる。

鉍化帯の分布・規模・平均品位

3区域の地化学異常帯を対象とした今次調査の結果、東部及び南部区域には注目すべき鉍化帯は認められなかったが、西部区域において高品位且つ大規模な鉍化帯が抽出された。その状況はつぎのとおりである（Fig. 5-3 参照）。

鉍化帯は、西部区域北部の A 鉍化帯と南部の B 鉍化帯に大きく分けられる。

(1) A 鉍化帯の状況

A-1～A-6 までの 6ヶ所の金・銀濃集部を含み、平均幅 300m で東西方向に約 500m 延長し、約 150,000m² の面積を占める。これは、西側に集中分布する A-1, A-2 及び A-3 を含む西部鉍化帯と、東側に集中する A-4, A-5 及び A-6 からなる東部鉍化帯に分けられる。

A-1～A-6 それぞれの平均品位及び面積は次表のとおりである。

Table 2-4-6 Scale and Grade of the A-Mineralized Zone

	※番号	面積 (m^2)	分析試料数	平均品位 (g/t)			Ag/Au	備 考
				Au	Ag	Au+1/50Ag		
西部鉍化帯	A-1	100×150=15,000	5	4.53	255.0	9.63	56	50m方眼岩石試料
	A-2	255×100=25,500	11	1.40	87.0	31.3	62	"
	A-3	50×150=7,500	3	27.2	59.0	40.0	22	"
東部鉍化帯	A-4	50×200=10,000	4	0.82	25.75	1.34	31	"
	A-5	50×50=2,500	18	1.36	2.62	1.41	2	探掘ピットにおけるチャンネルサンプル
	A-6	25×75=1,875	11	2.84	3.71	2.92	1	"

注※ 各金・銀濃集部の範囲は、B級又はそれより高い値 ($Au+1/50 Ag \geq 0.63$) を示す点によって占められる部分とした。

なお、A-1、A-2及びA-3高品位部とその周辺の低品位部を包含する西部鉍化帯全体の面積は80,000 m^2 に達し、「 $Au+\frac{1}{50} Ag$ 」の平均品位は3.06g/tonである。

金に対する銀の倍率は、A-1からA-4までの部分が22~56を示すのに、A-5とA-6では1及び2であって、両者の間に顕著な差がみられる。この差は、鉍石鉍物の主体が、A-5とA-6においては自然金に近いエレクトラムであるが、A-1~A-4においては含金・銀テルル化複硫酸鉍物であって、両者の金に対する銀含有量の著しい差を直接示しているものと考えられる。

(2) B鉍化帯の状況

B-1及びB-2の2ヶ所の金・銀濃集部を含み、全体で、幅150mをもって北北東-南南西に300m延長する範囲を占める。しかし、A鉍化帯に比較して、規模・品位共、次表に示されているように、やや劣っている。

Table 2-4-7 Scale and Grade of the B-Mineralized Zone

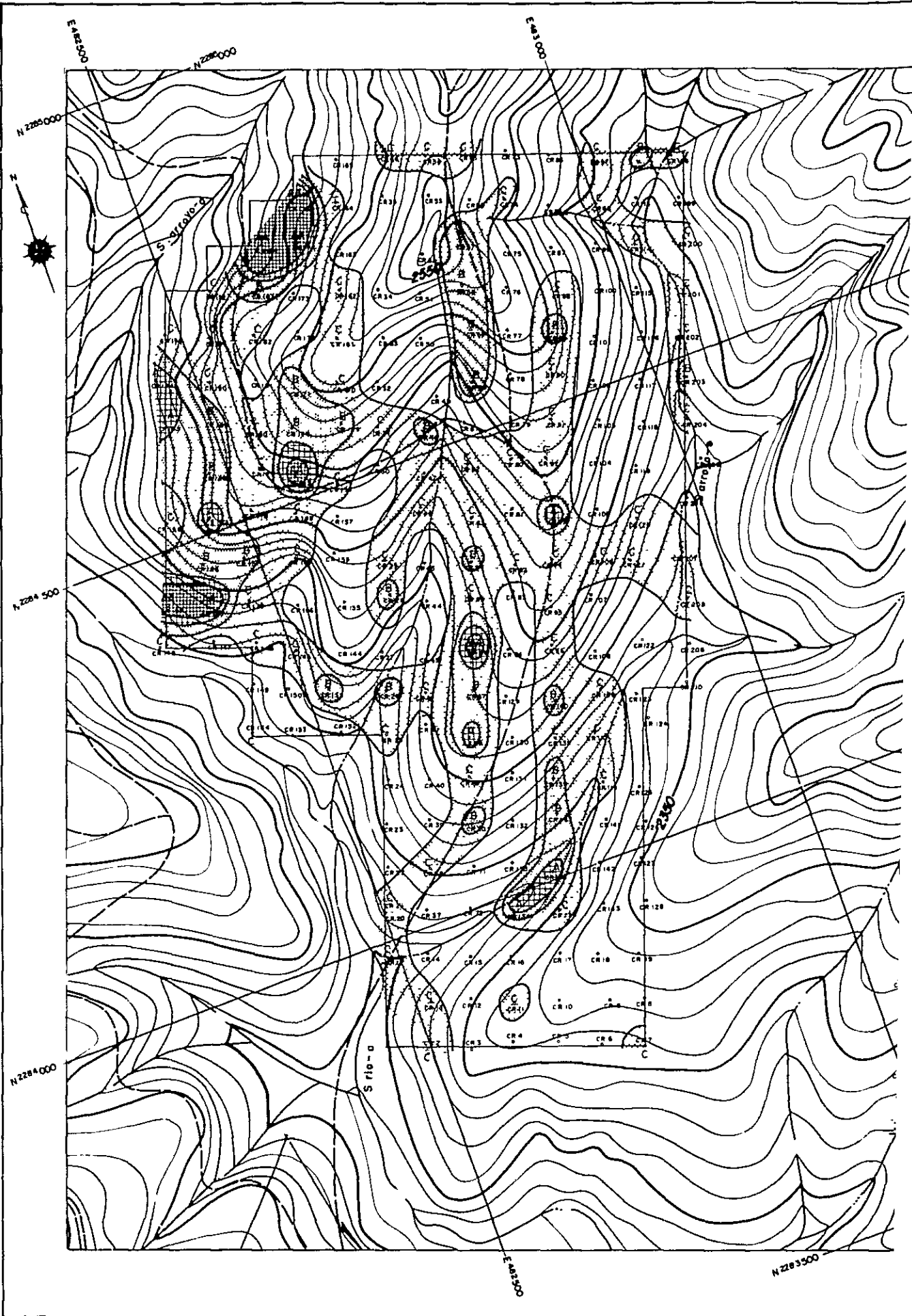
番 号	面 積 (m^2)	分析試料数	平均品位 (g/t)			Ag/Au	備 考
			Au	Ag	Au+1/50 Ag		
B-1	50×350=17,500	7	0.92	47.6	1.87	52	50m方眼岩石試料
B-2	50×200+50×50=12,500	5	0.79	69.0	2.17	87	"

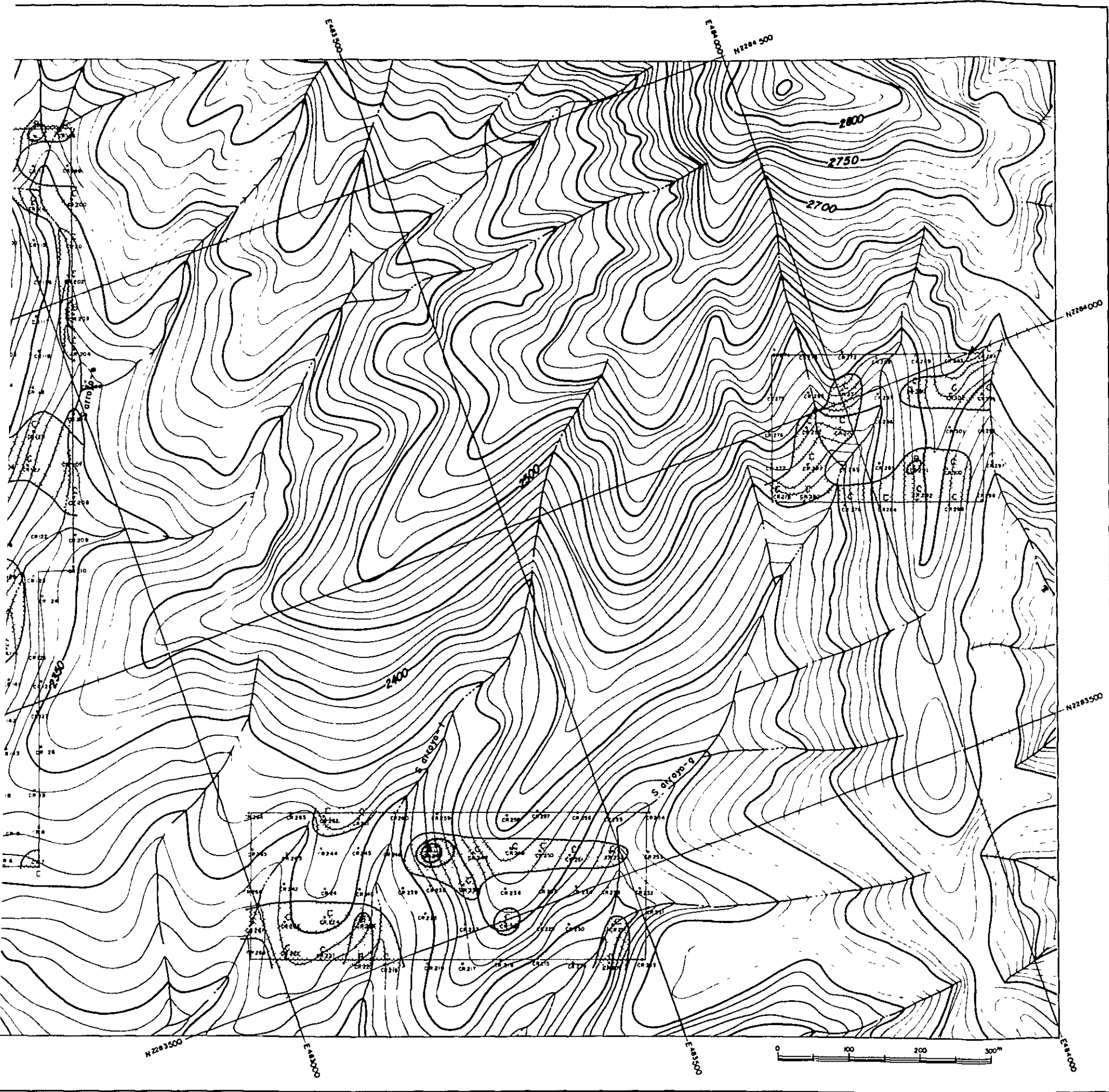
2-4-7 考察及び今後の探鉍

金・銀の地化学異常帯のなかから、次期探鉍対象としての、有望鉍化帯を抽出する目的で今年次の調査を実施した。その結果、San Severiano鉍山を含み、西北西に延長するA鉍化帯とその南側にB鉍化帯が確認された。両鉍化帯を比較すると、規模及び品位の点か

ら、A 鉍化帯が、より優勢であると結論づけられる。さらに、A 鉍化帯は、西部と東部に分けられるが、特に注目されるのは西部であって、その平均品位は金・銀含量で、金品位に換算して、ほぼ 0.1oz/t に達している。しかし、この平均品位は、今年次の 50m 方眼間隔の点試料採取の結果得られたものであって、鉍化帯の連続試料によるものではない。したがって、本鉍化帯の経済的有望性を議論するためには、今後つぎの探鉍が必要と考えられる（Fig. 5-3 参照）

1. 鉍化帯の地表部における金・銀品位の分布と平均品位をより正確に把握する。このために、剝土及びトレンチによって鉍化帯の連続露頭を確認し、連続したチャンネルサンプリングを行う。
2. 深部の鉍況を調べるためのボーリング探査

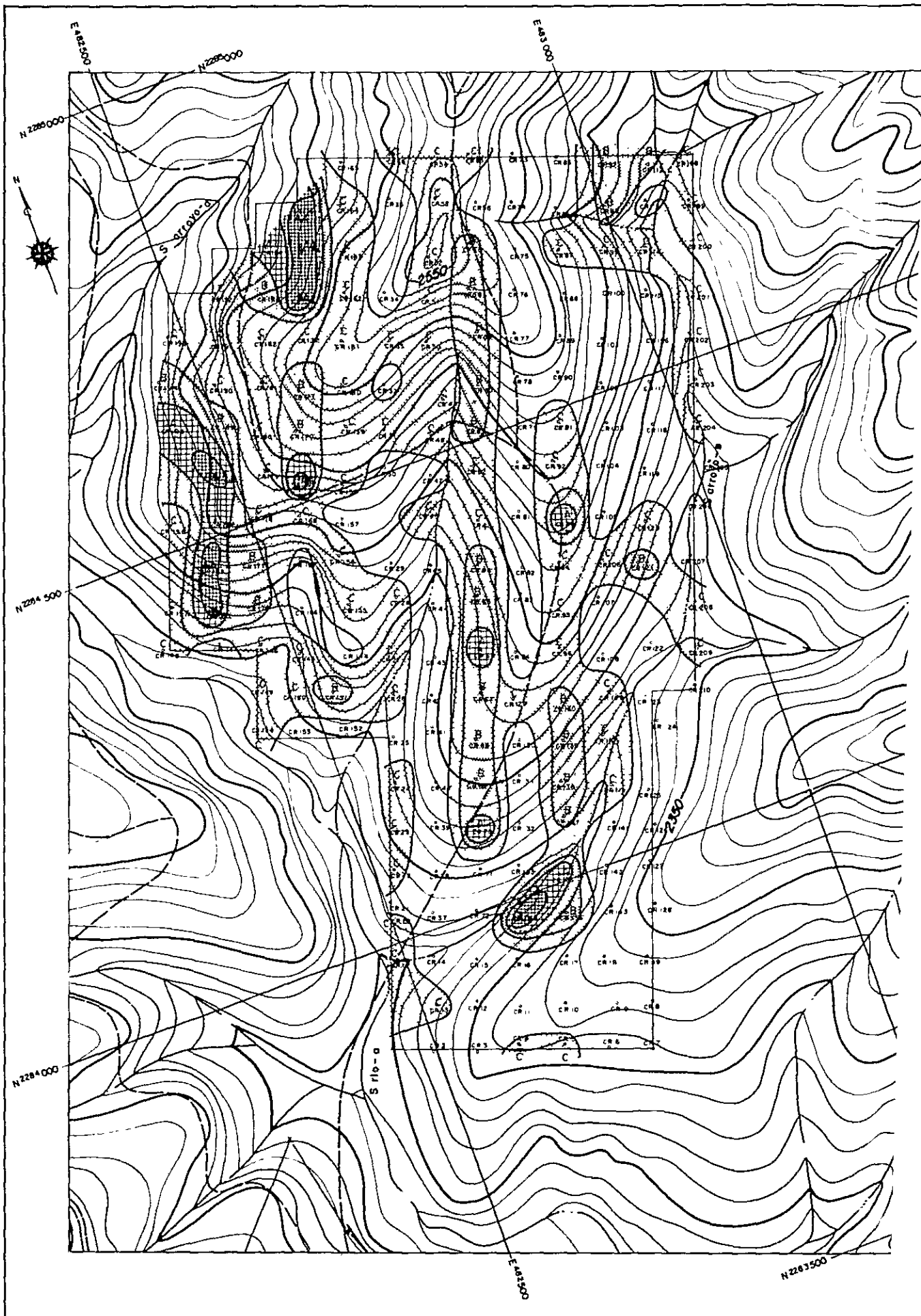


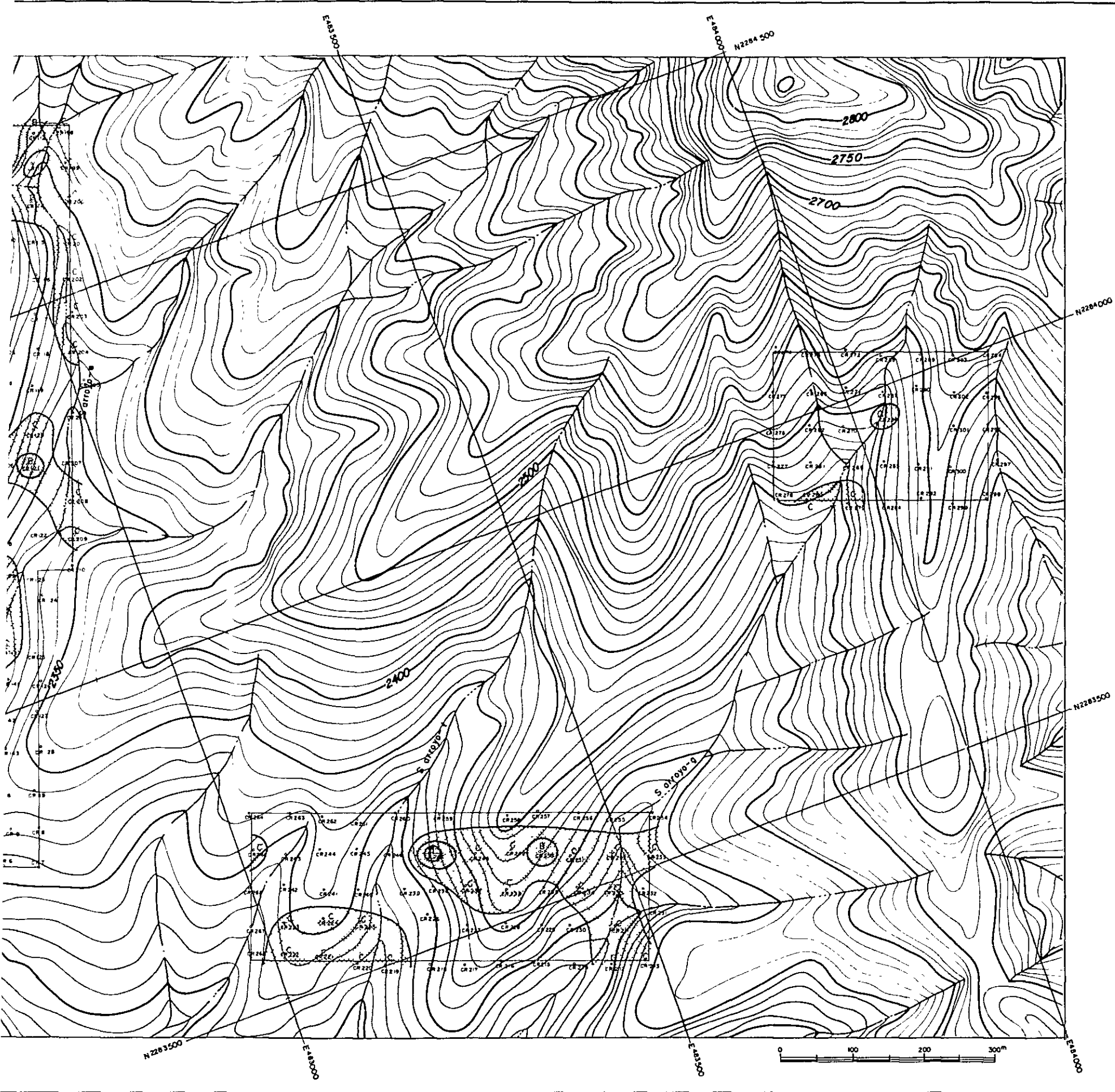


LEGEND

Symbol	Class of anomaly	Au contents (in ppm)
	AA	$Au \geq 2.09$
	A	$2.09 > Au \geq 1.00$
	B	$1.00 > Au \geq 0.36$
	C	$0.36 > Au \geq 0.07$

Fig.2-4-II Geochemical Au Anomalies of the SAN CLEMENTE Area

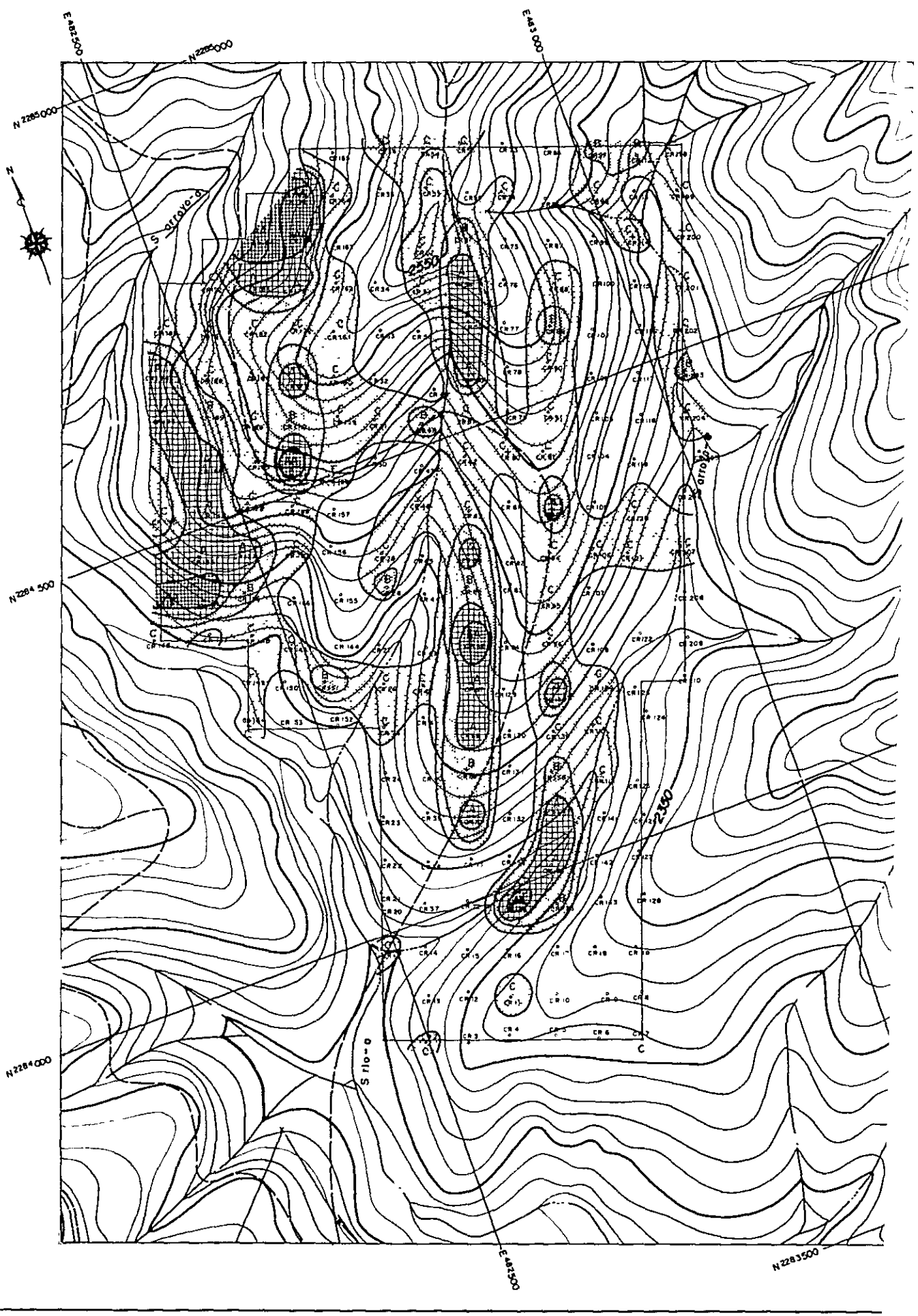


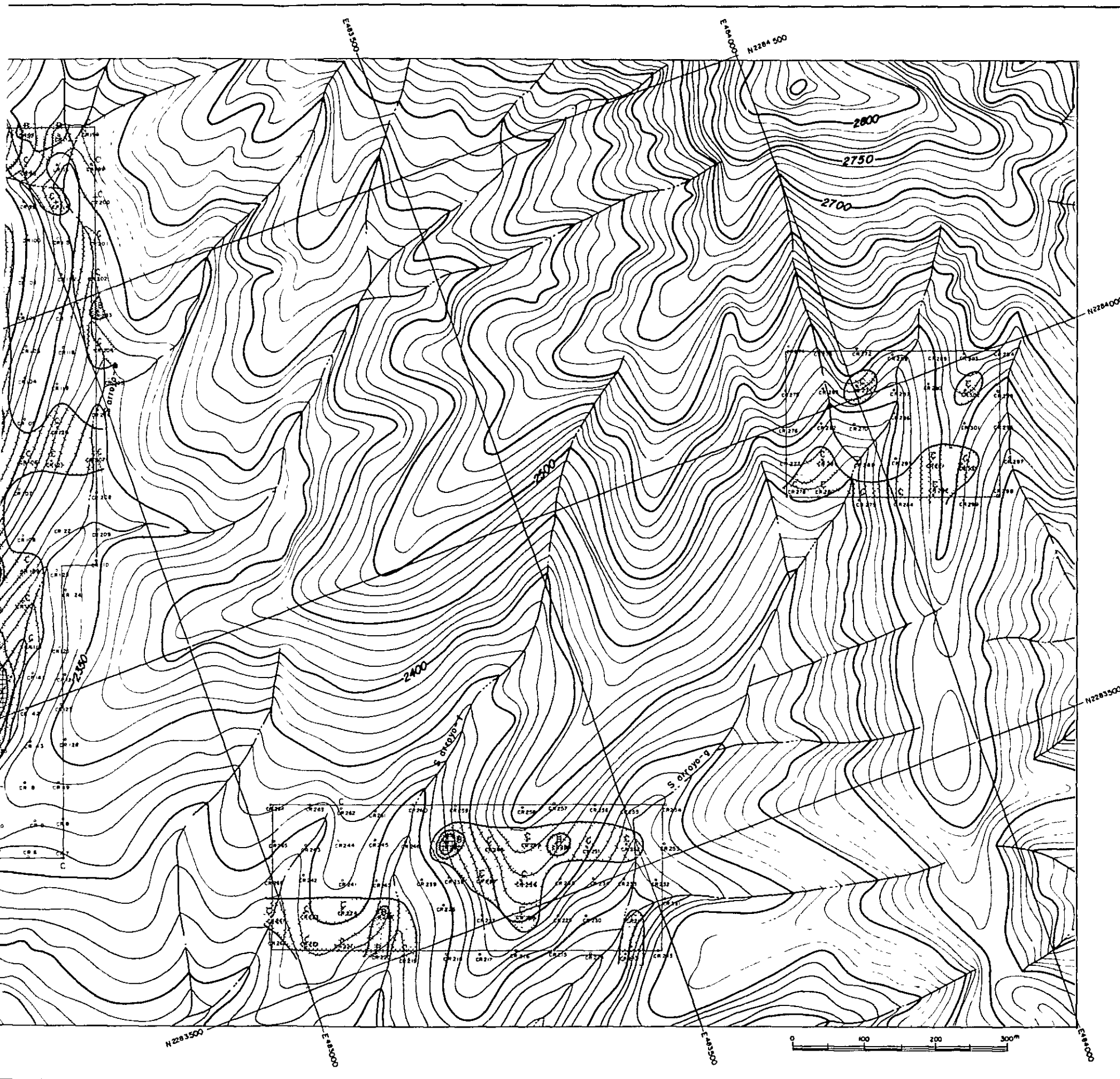


LEGEND

Symbol	Class of anomaly	Contents (in ppm)
	AA	$Ag \geq 1200$
	A	$1200 > Ag \geq 500$
	B	$500 > Ag \geq 155$
	C	$155 > Ag \geq 32$

Fig.2-4-12 Geochemical Ag Anomalies of the SAN CLEMENTE Area





LEGEND

Symbol	Class of anomaly	Au + 1/50 Ag Contents (in ppm)
	AA	AA ≥ 4 47
	A	4 47 > A ≥ 1 00
	B	1 00 > B ≥ 0 63
	C	0 63 > C ≥ 0 14

Fig.2-4-13 Geochemical 「Au + 1/50 Ag」 Anomalies of the SAN CLEMENTE Area

第 3 章 地化学探查

第3章 地 化 学 探 査

3-1 調査概要

本年次の地化学探査は、SAN CLEMENTE地区においては地質調査と、EL TEJOCOTE 及び PROVIDENCIA 両地区においては地質調査のほか物理探査に、それぞれ平行して実施された。

SAN CLEMENTE 地区においては、第2年次調査で捕捉された流紋岩体中の金・銀・鉛化帯を対象として、同鉱化帯の地表における鉱況をさらに明確にし、あわせて今後の探鉱価値を評価することを目的として実施された。したがって、地化学異常を検出することを目的とする通常の地化学探査とは異なり、鉱化帯中の金・銀含有量の分布を調査したものである。この結果は第2章4節5項で既に説明した。ここでは、残りの2地区の調査結果を説明する。

EL TEJOCOTE 及び PROVIDENCIA 両地区においては、本年次同時に実施されたI P 法電気探査の測線（200m間隔）に沿って約100m間隔で、土壌試料を採取した。昨年次の地化学探査結果及び探鉱対象鉱化帯の鉱石を考慮して指示元素は銀・銅・鉛の3元素とした。採取試料数は下表のとおりである。

Table 3-1 Number of Geochemical Samples from the EL TEJOCOTE and the PROVIDENCIA Areas

Area	Interval of Sampling		Total length (km)	Number of Samples
	line (m)	point (m)		
EL TEJOCOTE	200	±100	15	213
PROVIDENCIA	200	±100	15	230

3-2 試料採取

試料採取はI P 測線上で、ほぼ100m毎に採取点を選定しながら行なわれた。両地区共石灰岩の卓越分布する地質のため、土壌柱状の発達が悪い。殆どの地点でB層準の土壌は観察されず、代わりに、カリチュ（二次的石灰質沈澱固結物）と暗灰色の有機質土壌に酸化鉄の汚染したものが採取された。

3-3 分析方法

採取試料は、Ixmiquilpan CRM 事務所に併置されている分析所において化学分析に供された。

その分析方法はつぎのとおりである。

(1)試料調整……恒温器内で定時間乾燥後、縮分・磨鉱され分析試料とした。

(2)分析方法……試料 2.0 gram を秤量し、パイレックスビーカーに投入、 HNO_3 conc 20ml
及び H_2SO_4 conc 2ml を加え、適当量の純水を添加し、加熱板上で、硫酸白
煙が発生するまで砂浴加熱分解・放冷する。その後 1N NH_4OH 50 ml により
希釈し、濾過して得た溶液を原子吸光法により定量した。

(3)チェック分析……合計 443 試料から任意に 80 試料を選出し、分析値の誤差及び再現
性のチェックのために再分析を行った。その結果は、若干の例外を除き、
当初の分析値は再分析値に対し良好な対応性をもつことが確認された。

3-4 データ処理

両地区共、限られた小範囲を調査対象としており、そこから得られる土壌試料中の各元
素含有量を構成員とする統計的母集団は、それぞれの地区の地質・地化学的諸条件を反映
した性格を示すはずである。したがって、ここでは両者をそれぞれ単独母集団として取扱
い、母集団別指示元素含有量累積頻度分布図を作成し、Lepeltier(1969)の方法により後
背値・異常値の検討を行った (Fig. 3-2, 3-3)。両地区共、各元素別累積頻度分
布図上で、対数正規分布を示す低含有量側母集団中の M 値を出発点として高含有量側に向
って、明確な折れ曲りを示す場合は折れ曲り点の示す値、 $M + \sigma$ 値および $M + 2\sigma$ 値を適宜使
用し、異常値の階級分けを行った。

この階級分類及び異常値は、地区毎、元素別につきのようにまとめられる。

Table 3-2 Statistical Classification of Geochemical
Elements of the EL TEJOCOTE Area

Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
A 級異常値 ≥ 8.3 …… (8.3) ……折れ曲り点	A 級異常値 ≥ 240 …… (240) …… $M + 2\sigma$ 値	A 級異常値 ≥ 1230 …… (1230) …… $M + 2\sigma$ 値
$8.3 > \text{B 級異常値} \geq 3.3$ …… (3.3) ……折れ曲り点	$240 > \text{B 級異常値} \geq 69$ …… (69) ……折れ曲り点	$1230 > \text{B 級異常値} \geq 385$ …… (385) ……折れ曲り点
$3.3 > \text{高後背値} \geq 2.4$ …… (2.4) …… M 値	$69 > \text{高後背値} \geq 44$ …… (44) …… M 値	$385 > \text{高後背値} \geq 214$ …… (214) …… M 値

(1)M 値……累積頻度分布の 50% の点の示す値で、母集団の幾何平均値にほぼ相当する。

(2) $M + \sigma$ 値……累積頻度分布の 16% の点の示す値。

(3) $M + 2\sigma$ 値……累積頻度分布の 2.5% の点の示す値。

Fig. 3-1 Cumulative Frequency Distribution of Ag
Soil Samples from the EL TEJOCOTE /

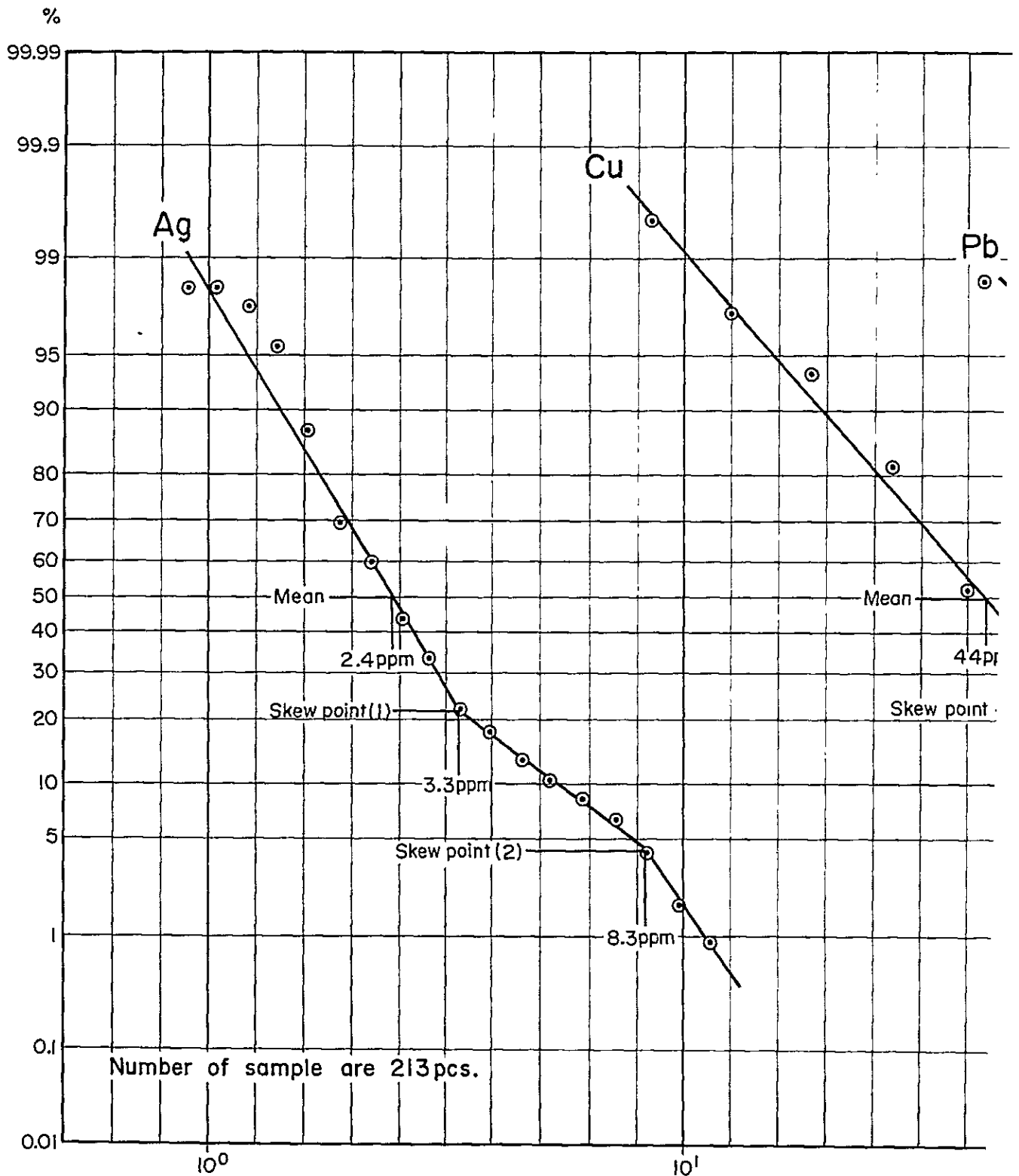


Fig. 3-1 Cumulative Frequency Distribution of Ag, Cu and Pb Contents of Soil Samples from the EL TEJOCOTE Area

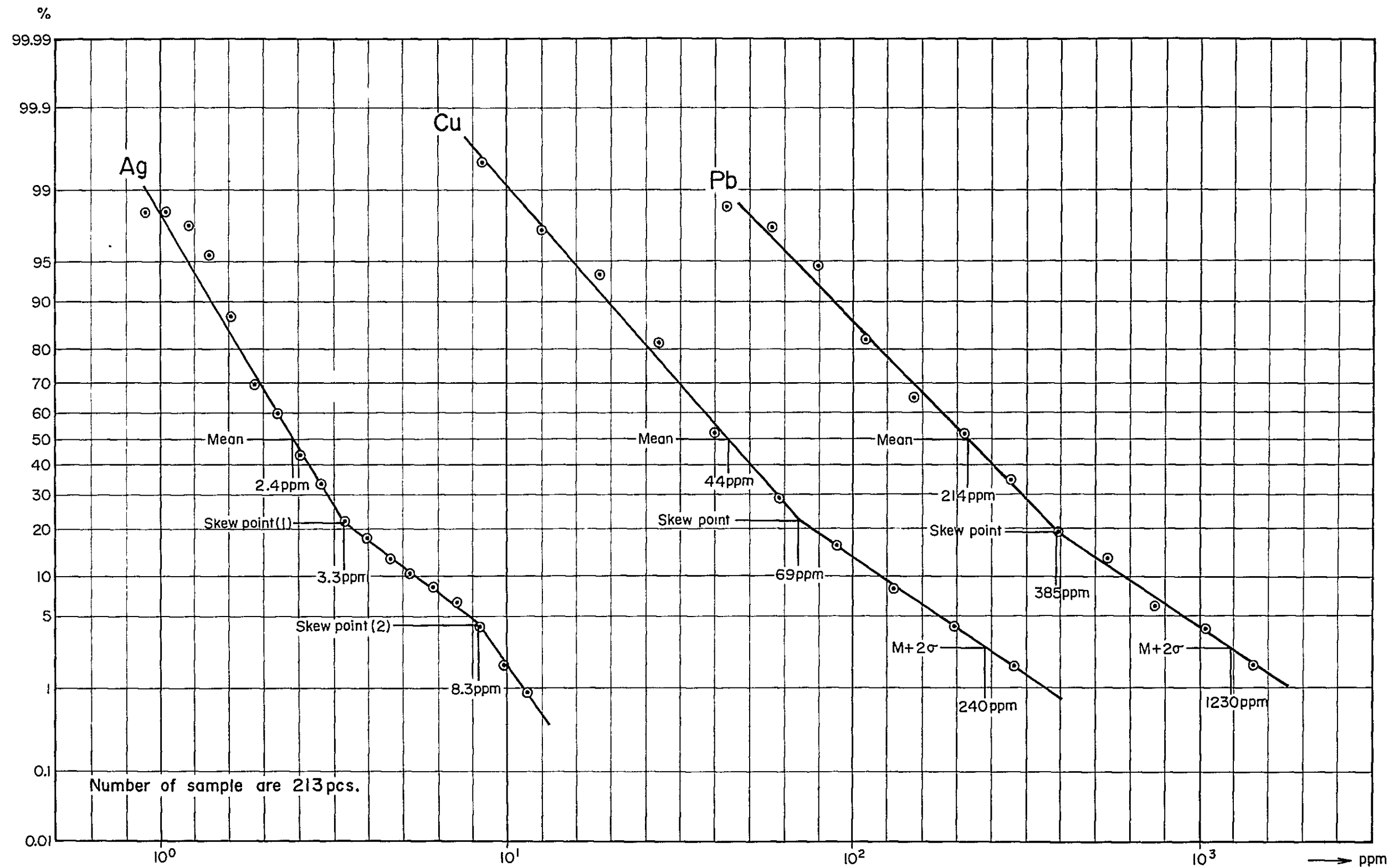


Fig. 3-2

Cumulative Frequency Distribution
Soil Samples from the PROVII

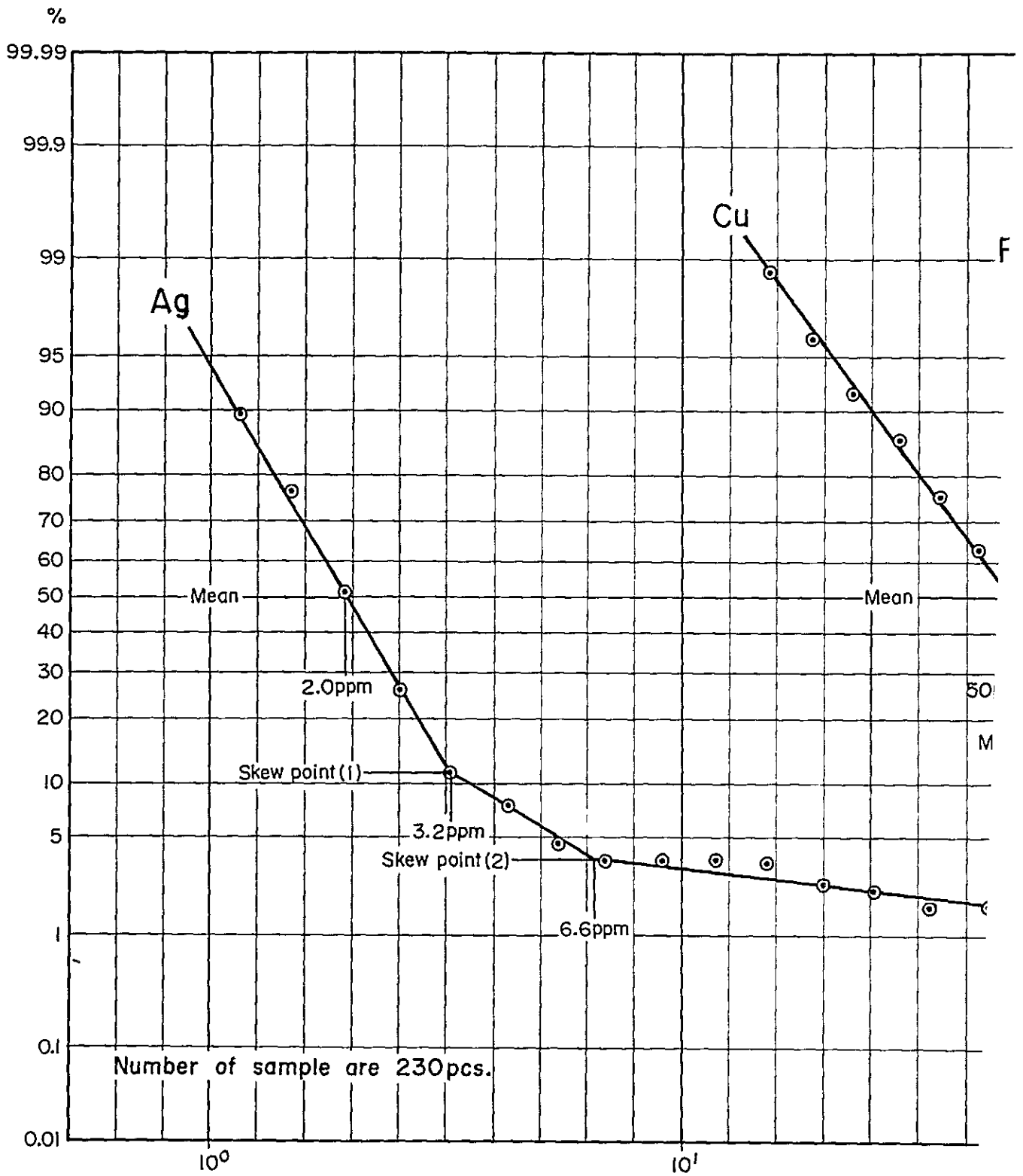


Fig. 3-2 Cumulative Frequency Distribution of Ag, Cu and Pb Contents of Soil Samples from the PROVIDENCIA Area

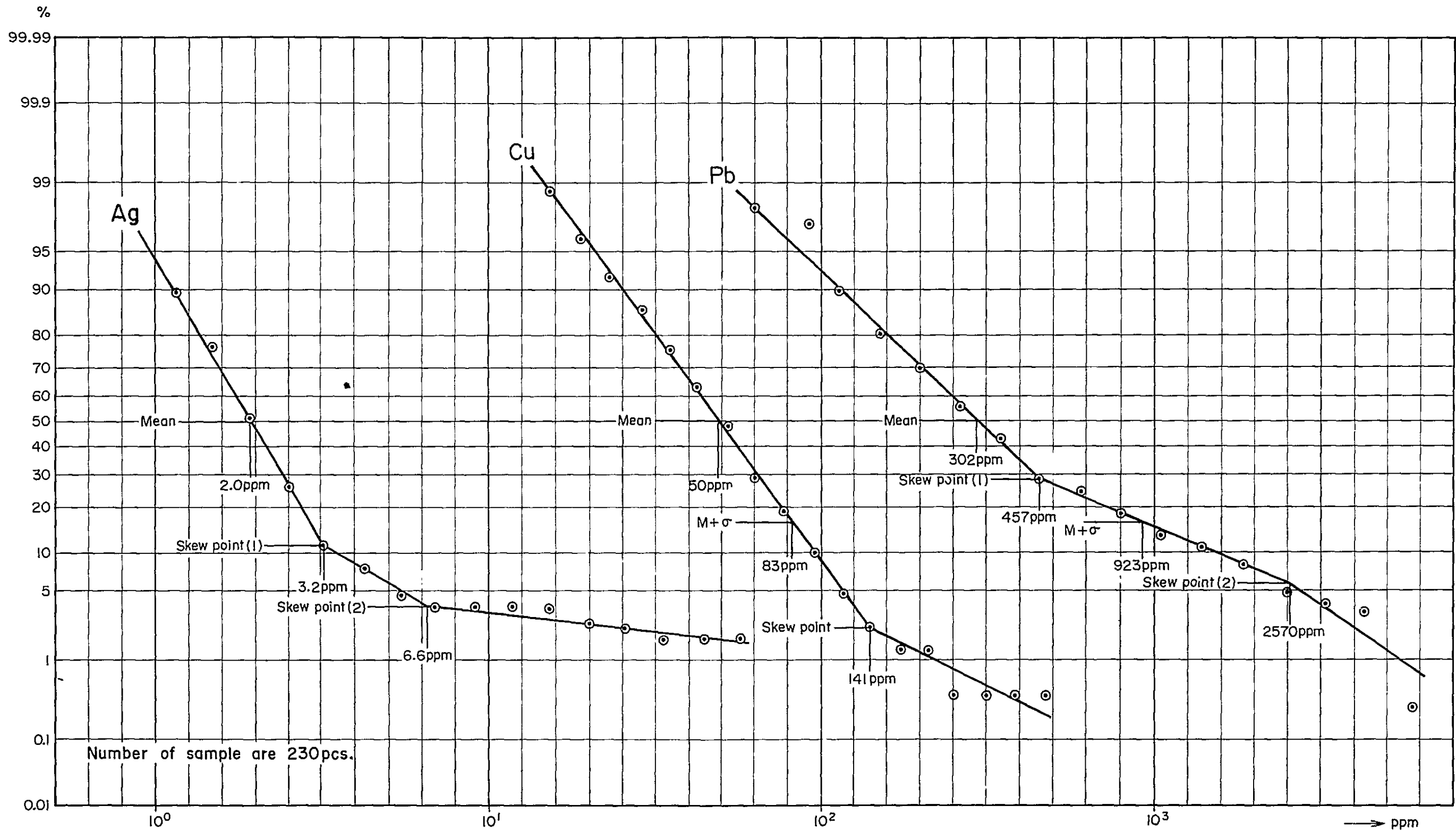


Table 3-3 Statistical Classification of Geochemical Elements of the PROVIDENCIA Area

Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
A 級異常値 ≥ 6.6 (6.6) 折れ曲り点	A 級異常値 ≥ 141 (141) 折れ曲り点	AA 級異常値 ≥ 2570 (2570) 折れ曲り点
$6.6 > B$ 級異常値 ≥ 3.2	$141 > B$ 級異常値 ≥ 83 (83) $M + \sigma$ 値	$2570 > A$ 級異常値 ≥ 923 (923) $M + \sigma$ 値
..... (3.2) 折れ曲り点		$923 > B$ 級異常値 ≥ 457 (457) 折れ曲り点
$3.2 > C$ 級異常値 ≥ 2.0 (2.0) M 値	$83 > C$ 級異常値 ≥ 50 (50) M 値	$457 > C$ 級異常値 ≥ 302 (302) M 値

これらの階級分類に用いられた値について両地区を比較すると、後述するように、各地区に現われた地化学異常帯の性質を反映していることが理解される。鉛を例にとれば、PROVIDENCIA 地区には、大規模且つ高品位の異常帯があるため、母集団全体の平均値を高めているが、EL TEJOCOTE 地区では異常帯の規模及び品位もそれには及ばない。しかし、銅を例にとれば、これとは反対である。いずれにしろ、今次地化学探査の主題は、限られた小範囲を対象として、鉱化帯を直接検出することにあつたのでこのような母集団毎の若干の差異を生じたものである。

この階級分類によって、地区毎・元素別に異常値分布図を作成した (PL. 3-2, 3-4, 3-5, 3-6 参照)。

各地区毎に、元素別地化学異常値が数個以上濃集する部分を地化学異常帯として区分し、各元素間の相関関係、地化学異常帯と地質・鉱化作用の関係などについて検討を試みた。それらの結果はつぎのようにまとめられる。

3-5 EL TEJOCOTE 地区の地化学異常帯

(1) 元素間の相関関係 (Fig. 3-3 参照)。

Fig. 3-3 に示されているように、Pb-Ag の相関係数は 0.803 と最も高く、逆に Cu-Pb では負の相関が認められる。この関係は後述するように、鉛異常帯と銅異常帯が相互に無関係に独立して分布することを裏付けている。すなわち、鉛及び銀の異常帯は重複してほぼ同じ区域に分布するが、銅異常帯は単独で孤立している。

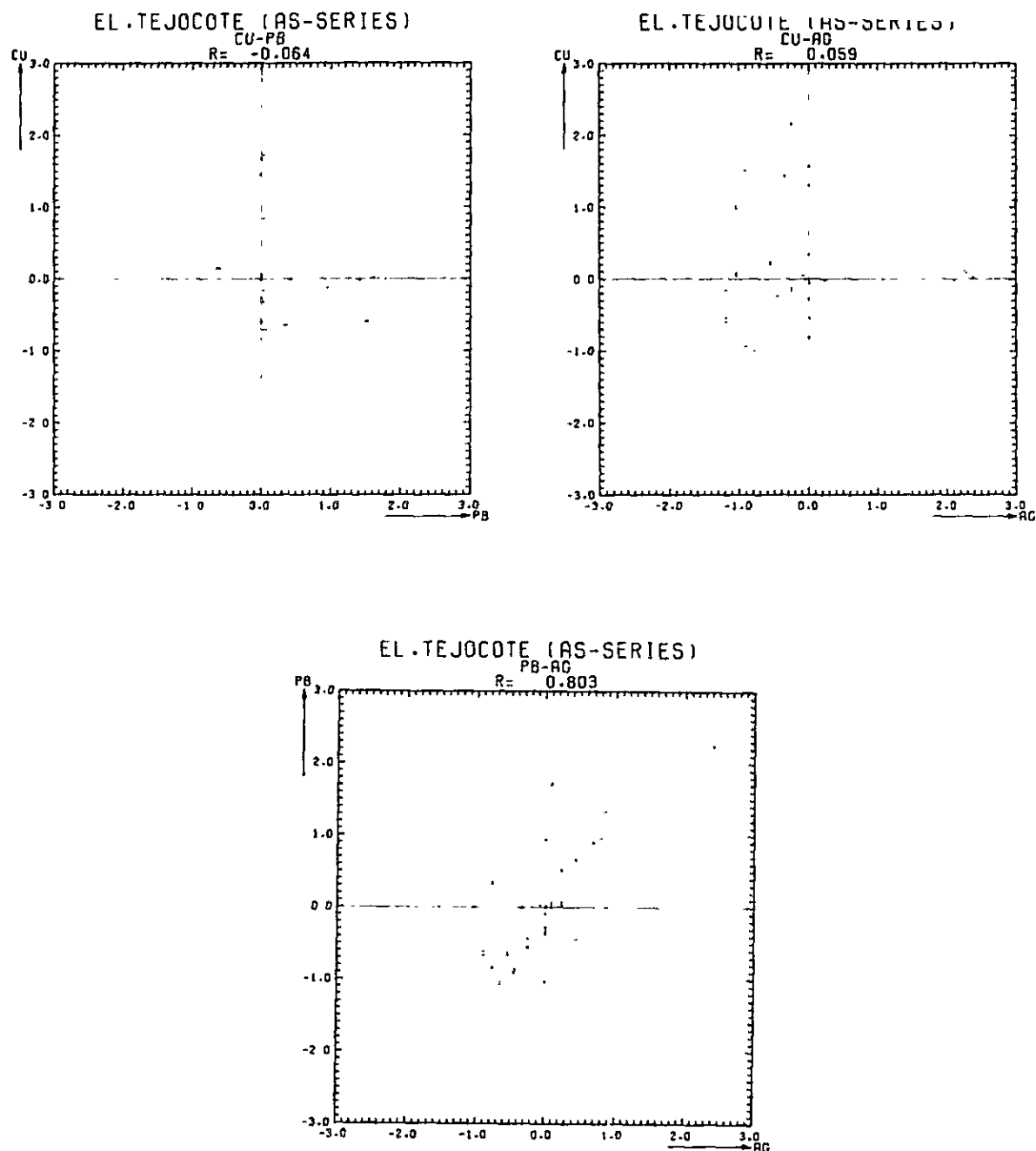


Fig. 3-3 Correlation Diagrams and Coefficients among Geochemical Cu, Pb and Ag Elements of the EL TEJOCOTE Area

(2) 分布 (PL. 3-2 参照)

鉛及び銀異常帯は、調査地中央部から北東部にかけて大規模に連続する。そして、これらの異常帯は北東部に向かって、高後背値から漸次 B 級～A 級のより高い異常値を含むように変化する。北東部において、幾つかの A 級異常値を含む B 級異常帯の占める範囲は $800\text{ m} \times 1000\text{ m}$ に達している。地形的には、調査地中央～南部の山稜 (Mesa de la Cebada を含む) の北東側斜面に相当する位置に分布している。

一方、銅異常帯は調査地南半部に分布する。この銅異常帯は、地区中央部に C 級異常値のハローをもつものの、その主体は地区南半部に分布する多くの B 級異常値と地区南端部の幾つかの A 級異常値によって構成される。その広がり東西約 2000 m × 南北数 100 m に

及ぶ。地形的には、調査地南部 Mesa de la Cebada から Co. de la Cebada 及びその南側斜面に相当する位置に分布している。

(3) 地化学異常帯と地質及び鉱化作用との関係

銅異常帯の分布する地区南半部の地質は、Mesa de la Cebada から Co. de la Cebada にかけて、比較的平坦な卓状地形をもって分布する El Doctor 累層の厚層理～塊状石灰岩 Kdl 部層と、地区南端部を東北東に流下する Arroyo El Molinito 川流域において石灰岩類中に貫入する閃緑岩類 (Tidi) よりなる。

貫入岩類と石灰岩類との接触部には、スカルン帯の断続的且つ不規則な発達が認められ、磁鉄鉱を主とし黄銅鉱などをともなう鉱化作用も観察されている。そして銅異常帯の分布は、貫入岩体と石灰岩類の接触部の延長方向に一致し、しかも、接触部付近で、より高い A 級異常値が散在する傾向を示している。

このように、本地区における銅の地化学異常は石灰岩類 (Kdl) と貫入岩類 (Tidi) の接触部に観察される高温交代型鉄・銅鉱化作用を示徴しているものと考えられる。しかし、銅含有量 240 ppm またはそれ以上の値を示す A 級異常値は 3 点のみで、その最高値は 394 ppm であって、非常に高い値とは云い難い。

一方、鉛・銀異常帯の分布する、地区北東部は緩傾斜の石灰岩類 (Kdl 部層) で占められ、貫入岩類は観察されていない。この他、顕著な熱水変質作用や石灰岩の再結晶化作用なども認められない。

このような区域に地化学異常をもたらした原因はつぎのように考えられる。今次調査において、貫入岩類と石灰岩類の接触部のスカルン帯中に胚胎する鉄・銅鉱床の外側周辺の石灰岩中に熱水鉱脈型～マント型形態を示す鉛・亜鉛・銀の鉱化作用が幾つか観察されており、これらの鉱化作用は顕著な熱水変質作用や石灰岩の再結晶化作用をとまなっていない。又、鉱体は褐鉄鉱・ジャロサイトなど二次鉱物で構成されている。本区域が、このような貫入岩体の周辺区域に該当することと、この異常帯が調査地区外北東方に、より優勢に延長する傾向を示し、その 1 km 先には Plomosas 部落周辺の鉛・亜鉛鉱化帯が存在していることを考慮に入れると、この異常帯を構成する A 級異常値 (Pb 0.15%±) 6 点の他、多数の B 級異常値の分布は、付近に含銀・鉛鉱化帯が存在することを示徴していると考えられる。

3-6 PROVIDENCIA 地区の地化学異常帯

(1) 元素間の相関関係 (Fig. 3-4)

Pb-Ag 及び Cu-Ag の相関関数は、それぞれ 0.560 及び 0.578 でほぼ同程度の相関を示すが、Cu-Pb では 0.378 で、前 2 者に比較してややばらつきをみせる。実際に各元素それぞれの異常帯の分布を比較すると、AA 級～B 級異常値の分布についてはよい一致を示すが、C 級ではやや不一致な分布が観察される。又、最も大規模且つ高品位な異常は鉛成分によっ

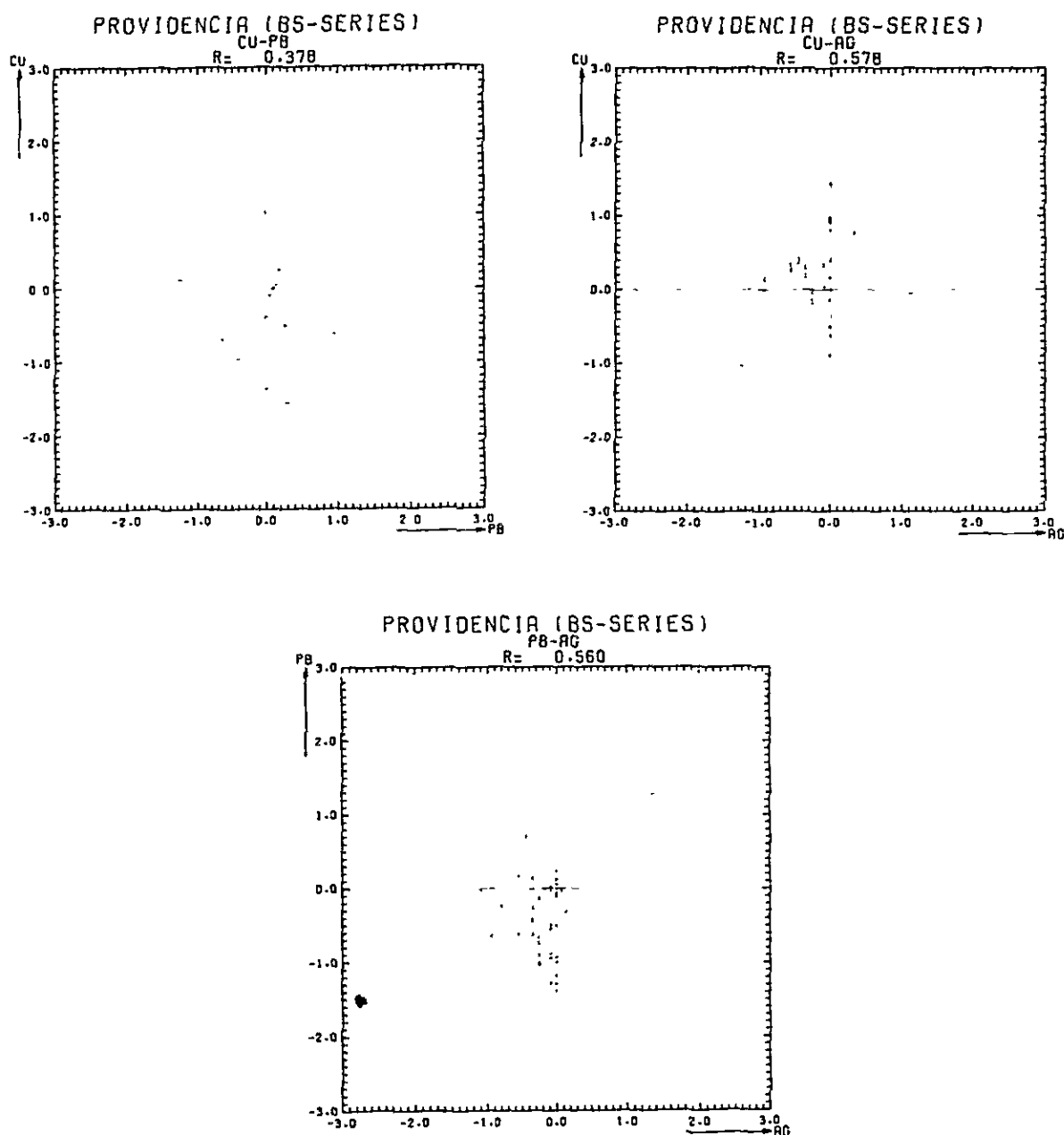


Fig. 3-4 Correlation Diagrams and Coefficients among Geochemical Cu, Pb and Ag Elements of the PROVIDENCIA Area

て表現され、銀と銅がこれに次いでいる。しかし、今次調査の鉱石分析値をみると亜鉛の高品位鉱が目立っており、このことから、指示元素として亜鉛成分が採用されていたら鉛成分と同規模の異常が現われたものと推定される。

(2) 分布 (PL. 3-4, 3-5, 3-6, 3-7 参照)

南北の方向に連続する大規模な異常が測線 α 20を中心として3成分重複して現われている。このほかには、小規模な、B級異常値を含むC級異常帯が、元素によって若干位置を異にしながら、散点しているに過ぎない。

測線 α 20付近を中心をもって分布する大規模異常帯は、各元素毎につきのような構成内容をもっている。

(鉛成分)

測線 6L 18 から 6L 24 にかけて、AA 級 9 点、A 級 12 点の異常値が集中分布している。AA 級異常値の半数の 5 点が Pb 1.4%~9.8% の値をもち、残りは 0.3%~0.4% の値を示している。このように鉍石に準ずる程度の高品位を示すのは、後述するように、一部に旧探鉍・採掘跡の研の影響があるためと考えられる。しかし、B 級以上の異常値を包含する異常帯は、幅約 400 m で南北方向に 1000 m 延長する大規模なものであって、本地区の鉍化帯の特徴をよく反映している。なお、AA 級異常帯は南北の方向性をもち、2 帯に分かれている。

(銀成分)

鉛成分に比較すると、A 級異常値の分布は小規模である。しかし、B 級及び C 級異常値を含めると、小規模ながら鉛異常帯の分布によく一致する。A 級異常値は測線 6L 20 上に 5 点集中するほかは、測線 6L 16, L 18, L 22, L 24 上に一点ずつ散点しているに過ぎない。しかしこれらは、L. 16 上の 1 点を除き、大規模異常帯に包含されるものである。L. 20 上の点は Ag. 16.2 ppm ~ 107.3 ppm の値をもち、かなり高品位である。

(銅成分)

A 級異常値は測線 L. 20 上に 2 点 (193 及び 496 ppm), L. 24 上に 1 点 (183 ppm) の計 3 点のみで、前 2 者に比較して非常に小規模である。又 B 級異常値もこれと同様の傾向を示す。したがって、A 級及び B 級異常値は、小規模ながら鉛及び銀成分とよく一致してあらわれていると云える。しかし、銅成分の B 級及び A 級異常値の下限値は、それぞれ、83 ppm 及び 141 ppm であって、鉛及び銀が鉍石に準ずる程度の含有量を示すことに比較すると、銅成分の異常の程度は劣るものと考えられる。

(3) 地化学異常帯と地質及び鉍化作用との関係

測線 6L. 20 の東部を中心にふくらみ、且つ、南北に細長く延長する地化学異常帯が分布する付近の地質は、黒色フリント及び暗灰色泥質石灰岩の薄層をリズムックに挟む中層理石灰岩からなる。それらの一般走向・傾斜は N 35°~40°W, 50°~60°SW であるが多くの小褶曲構造も観察される。そして本区域には、Providencia, San Juan, San Juana 及び Mojonera Huilco 10 に代表される、多くの探鉍・採掘跡が散在している。鉍石は殆どすべてが酸化され、二次鉍物に変質しており、褐鉄鉍・赤鉄鉍・ジャロサイトを主体とする。室内試験結果によれば、これらは鉛及び亜鉛の炭酸塩鉍物と銀鉍物の微粒を含む。鉍体の形状は、不規則鉍脈~マント~塊状型を示している。

このように、本地区における地化学異常帯はこれら鉍化帯を反映したのと考えられる。

3-7 総 括

本年次の土壤試料による地化学探査は、EL TEJOCOTE 及び PROVIDENCIA 両地区において、具体的に鉍化帯を捕捉する目的で行なわれた。その結果はつぎのようにまとめられる。

(1) 指示元素及び異常値の決定

両地区内に観察される鉍化作用を考慮し、銀・銅・鉛 3 元素を指示元素とし、後背値および異常値は累積頻度分布図を使用する図法解析によって決めた。

その結果、各元素は既知鉍化帯の主要金属成分を敏感に反映した地化学的挙動を示し、指示元素としては十分に適格であった。両地区共、特に鉛成分が平均的に高い含有量を示し、銀・銅がこれについだ。EL TEJOCOTE 地区においては、鉛・銀と銅が別々の挙動を示すが、PROVIDENCIA 地区においては、3 者共同様の挙動を示す。このことは各成分の鉍化作用の時期の相違あるいは累帯配列の様式が地区別に異なっていることを示唆しているものと考えられる。

累積頻度分布図による解析の結果は、対数正規分布を示す低含有量側母集団とそれから高含有量側に偏倚する母集団の存在が明らかにされ、異常値の区分を明確に行なうことができた。

(2) 地区別地化学異常値の比較 (ppm 単位)

EL TEJOCOTE地区	PROVIDENCIA地区
(Ag) A 級異常値 ≥ 8.3 $8.3 > B$ 級異常値 ≥ 3.3 $3.3 > C$ 級異常値 ≥ 2.4	A 級異常値 ≥ 6.6 $6.6 > B$ 級異常値 ≥ 3.2 $3.2 > C$ 級異常値 ≥ 2.0
(Cu) A 級異常値 ≥ 240 $240 > B$ 級異常値 ≥ 69 $69 > C$ 級異常値 ≥ 44	A 級異常値 ≥ 141 $141 > B$ 級異常値 ≥ 83 $83 > C$ 級異常値 ≥ 50
(Pb) A 級異常値 ≥ 1230 $1230 > B$ 級異常値 ≥ 385 $385 > C$ 級異常値 ≥ 214	AA 級異常値 ≥ 2570 $2570 > A$ 級異常値 ≥ 923 $923 > B$ 級異常値 ≥ 457 $457 > C$ 級異常値 ≥ 302

地区別の統計的母集団を対象にして、地化学異常値の階級分類を行った結果は上記のとおりであって、これらの値は、それぞれの地区の鉍化作用の特徴をつぎのように反映していることが明らかになった。

i) 銀

両地区共、階級分類の値はほぼ類似している。しかし EL TEJOCOTE 地区においては、A 級異常値をもつ試料は 4 個で、その値は 8.3 ppm から 13.9 ppm の間に入るが、PROVIDENCIA 地区においては、A 級異常値の試料は 9 個で、その値は 16.9 ppm から 107.3 ppm の値をもち、PROVIDENCIA 地区の異常の程度が、より高いことを示している。

ii) 銅

EL TEJOCOTE 地区の A 級異常値の下限は 240 ppm であって、PROVIDENCIA 地区のそれに比較して、2 倍近く高い値を示している。このことは、EL TEJOCOTE 地区にみられる高温交代型銅鉱化作用の影響を明らかに示しており、反面、PROVIDENCIA 地区には注目すべき銅鉱化作用が認められないことを裏付けている。

iii) 鉛

A, B 及び C 級異常値の階級分類は、若干の相違はあるものの、ほぼ類似の数値が使用されている。しかし、PROVIDENCIA 地区には AA 級の階級値があることが大きな相違点である。PROVIDENCIA 地区の AA 級に分類された試料数は 10 個あり、それらの値は 2806 ppm から 98,000 ppm の間に入る。そして 10 個のうち、6 個が 10,000 ppm 以上の値を示している。このほか、A 級異常値をもつ試料は 19 個あり、両者あわせて全体のほぼ 10% に相当する。一方、EL TEJOCOTE 地区の A 級異常値をもつ試料は 4 個に過ぎず、それらの値も 1,250 ppm から 1,776 ppm の間に含まれるので、両地区の間には鉛の鉱化作用に関して大きな差があることが理解される。

以上の結果にもとづき、EL TEJOCOTE 及び PROVIDENCIA 両地区にあらわれた地化学異常帯を比較すれば、PROVIDENCIA 地区の地化学異常帯が規模、内容共優勢であり、且つ、地表で観察される鉱化作用も優勢であると結論づけられ、深部鉱況確認のために今後の探鉱が望まれる。

第 4 章 物理探査 (IP法電気探査)

第4章 物理探査（IP法電気探査）

4-1 調査概要

第3年次の物理探査として、EL TEJOCOTE地区及び PROVIDENCIA地区において、地下構造、鉍化変質帯、鉍床等についての物理的情報を得る目的で、両地区において、各15 km（合計30 km）のIP法電気探査を実施した。

両地区において測定されたIP異常帯は、銅・鉛・銀の鉍化帯に起因するとみられるが、IP異常値としてはそれほど大きなものではない。

4-2 調査要項

4-2-1 調査地区及び測線配置

調査地区は Fig. 4-1 (LOCATION MAP OF IP SURVEY AREAS)に示す EL TEJOCOTE地区および PROVIDENCIA地区で、調査測線及び測点は Fig. 4-2 (Location Map of IP Survey Lines and Points, EL TEJOCOTE Area) 及び Fig. 4-3 (Location Map of IP Survey Lines and Points, PROVIDENCIA Area) に示すとおりである。

4-2-2 調査数量

	EL TEJOCOTE地区	PROVIDENCIA地区
調査面積	2.7 km ²	2.7 km ²
測線数	10本	10本
測線長	1.5 km	1.5 km
測線延長	15 km	15 km
測線間隔	200 m	200 m
測点間隔	100 m	100 m
電極配置	ポール・ダイポール	ポール・ダイポール
探査深度	300 m	300 m
測線方向	N ~ S	N55° E

4-2-3 測定機器

送信機

型 式： IPC-7/15 kW

製作所： SCINTREX 社 (CANADA)

出力電圧： 0~5000 V, DC

出力電流： 0~20 A, DC

受信機

型 式： IPR-8

製 作 所： SCINTREX 社 (CANADA)

最大感度レンジ： 0.3 mV

分極率測定範囲： 0~100 milli-seconds

発電機

型 式： MG 15 kW-AC

製 作 所： VOLKS WAGAN 社 (WEST GERMANY)

出 力： 15 kW, 400Hz, 300V

4-2-4 測線設定

測量はトランシット及び巻尺を用いて実施した。測点は水平距離 100 m 毎に設け、各測点には杭を打ち番号を付した。

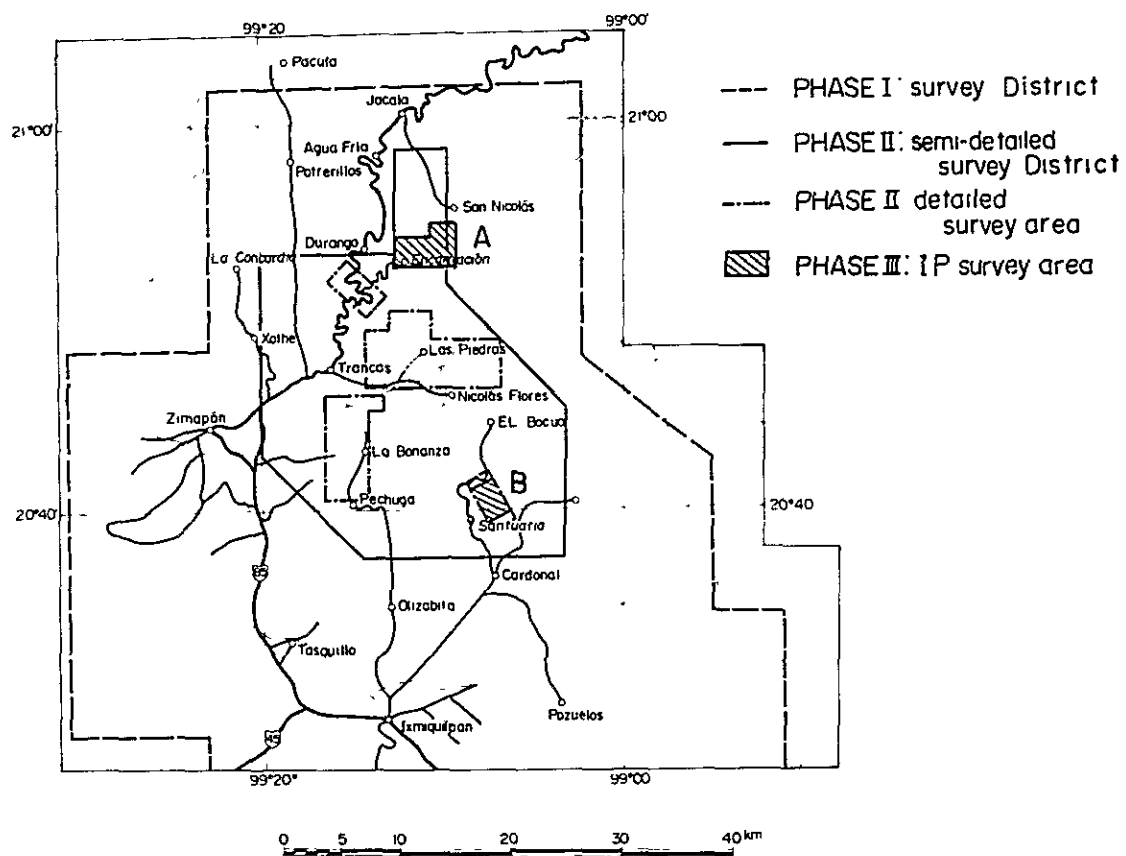


Fig.4-1 Location Map of IP Survey Areas
(A: EL TEJOCOTE Area, B: PROVIDENCIA Area)

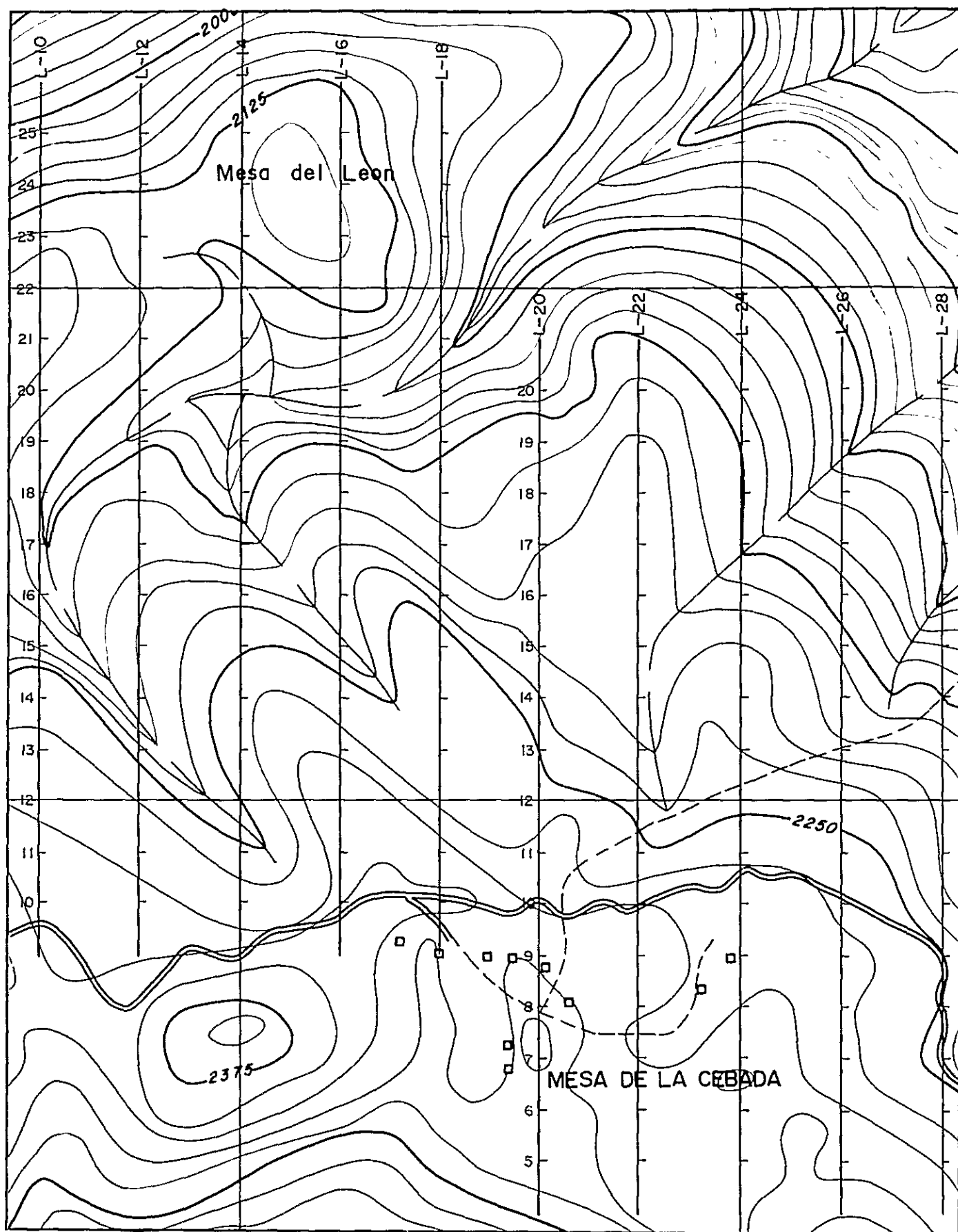


Fig. 4-2 Location Map of IP Survey Lines and Points
of El TEJOCOTE Area (S=1:10,000)

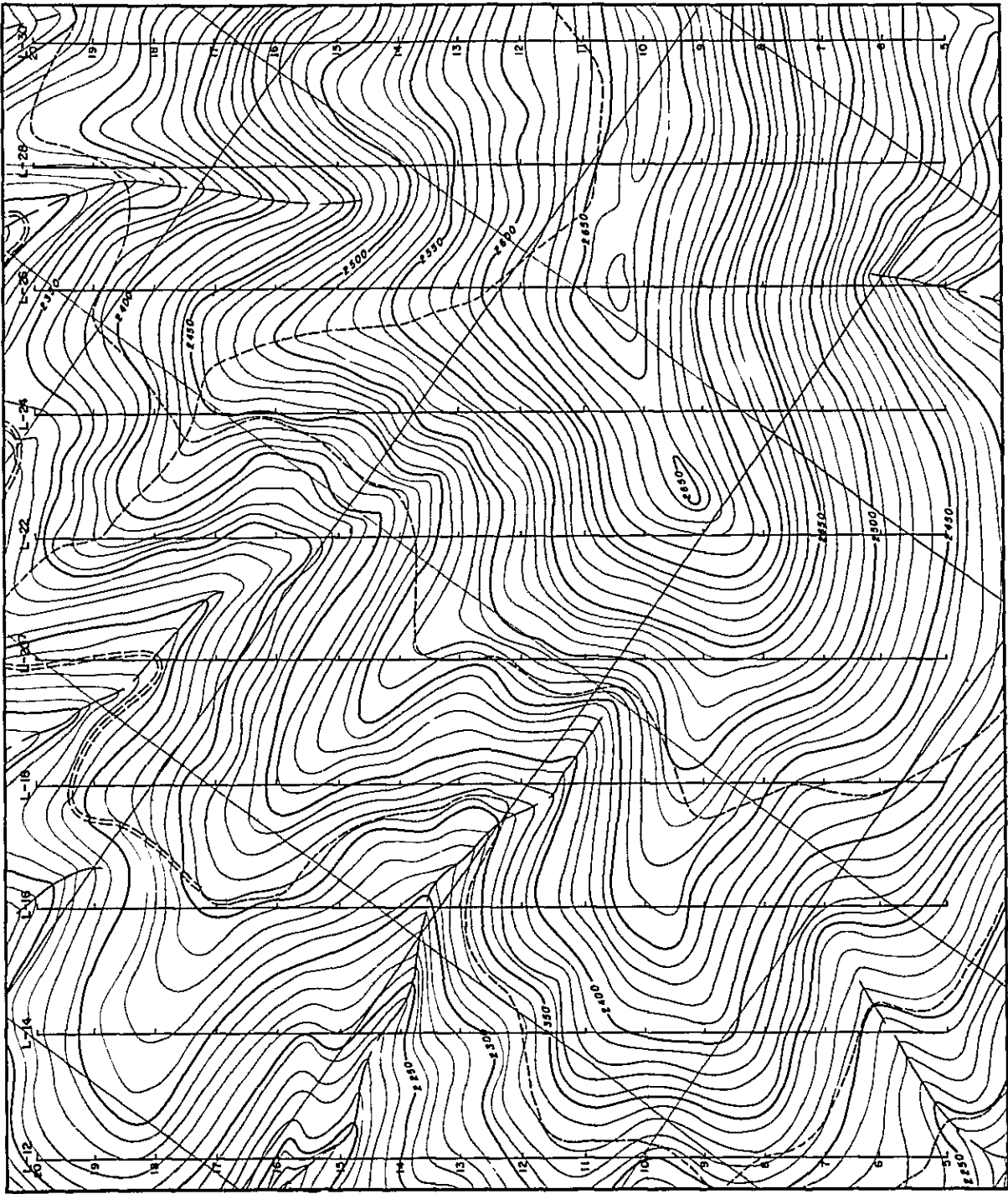


Fig. 4-3 Location Map of IP Survey Lines and Points
of PROVIDENCIA Area (S=1:10,000)

4-3 測定方法

本 IP 法電気探査は時間領域強制分極法 (Time Domain Induced Polarization Method) により実施された。

岩石中の金属鉱床や鉱化帯など、電子伝導鉱物が存在する場所に直流電流を断続的に流すと、岩石と電子伝導鉱物の境界面に充電、放電現象が発生する。時間領域強制分極法では、分極率 (Chargeability) と呼ばれるこの放電々圧が測定される。

流電々流と測定電圧の波形は Fig. 4-4 に示すとおりであるが、今回の測定では流電々流切断後 0.13 秒から 0.52 秒間隔で図に示されているような M_{31} , M_{32} , M_{33} の 3 ケの過渡電圧の積分値が測定されたが、この積分値が分極率と呼ばれるもので、単位は milli-seconds である。

分極率測定 of 電極配置は Fig. 4-5 に示したような Pole-Dipole 法によった。

この電極配置では、無限遠点に接地された電流電極 C_2 ともうひとつの電流電極 C_1 との間に Fig. 4-4 に示すような 2 秒通電、2 秒切断のパルス電流をくり返し通電し、通電時の電位差 V_p 及び電流切断後の分極率 M が電位電極 P_1, P_2 で測定される。又、ひとつの測点に対して 100 m, 200 m, 300 m の 3 種の電極間隔 (a) で測定を行ない、測点 (P_1) の直下の 100 m, 200 m, 300 m の地点の測定値を得た。

通常 $C_1 C_2$ 間の距離は、 $C_1 C_2 > 5a$ であれば十分であるが、今回の電極配置では $5a = 1500$ m であるので、 $C_1 C_2 \approx 2000$ m にとった。

本測定では、分極率 M 、電位差 V_p のほかに流電々流 I も測定されるが、 V_p と I の測定値から次の式によって見掛比抵抗 ρ_a を算出した。

$$\rho_a = 4\pi a \frac{V_p}{I}$$

ここで a は電極間隔である。又、 M と ρ_a の値から、次式で表わされる見掛金属ファクタ - (Apparent Metal Factor = AMF) を算出した。

$$AMF = \frac{M}{\rho_a} \times 1000$$

AMF は電導性の良い媒質のもつ IP 効果を強調したい場合に用いられる。

以下に使用する IP 異常という言葉は上述の「分極率」の異常と同じ意味である。

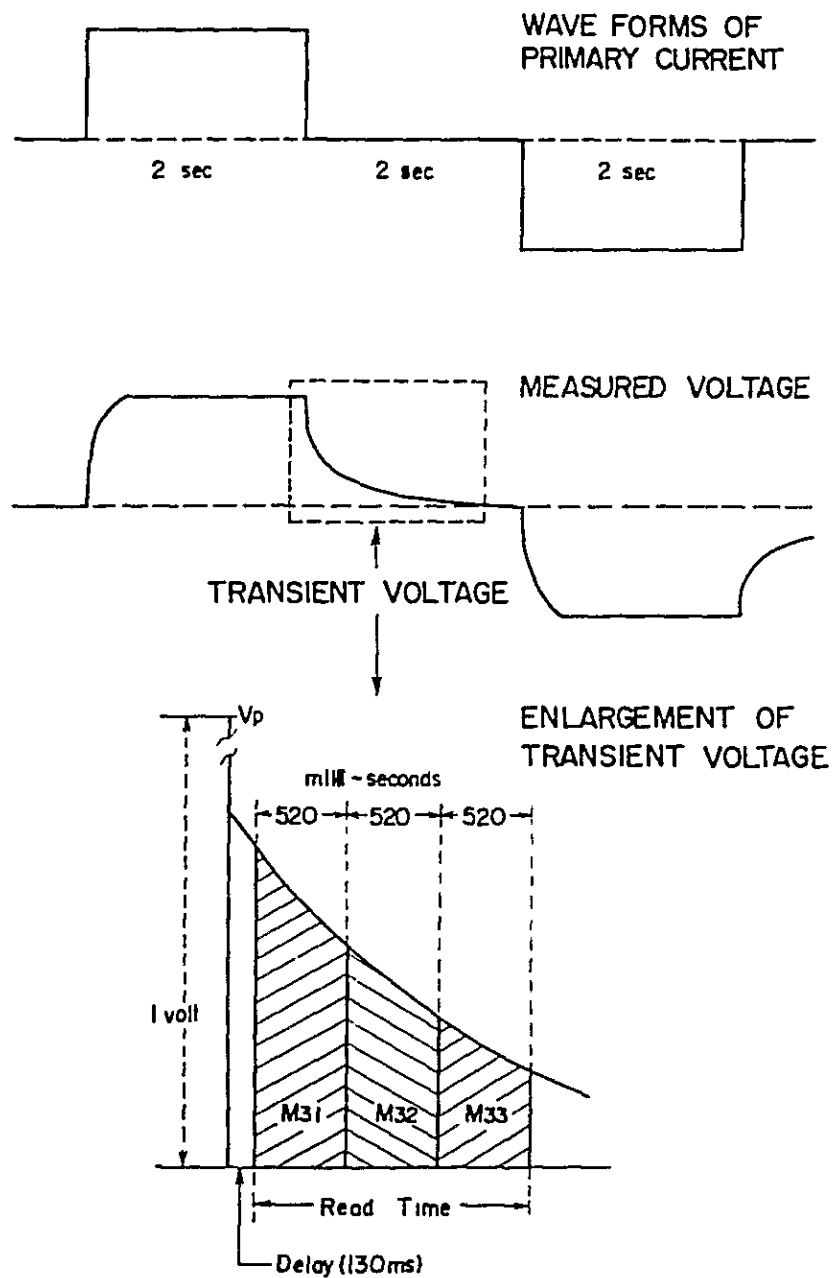


Fig. 4-4 Wave Forms of Primary Current and Measured Voltage

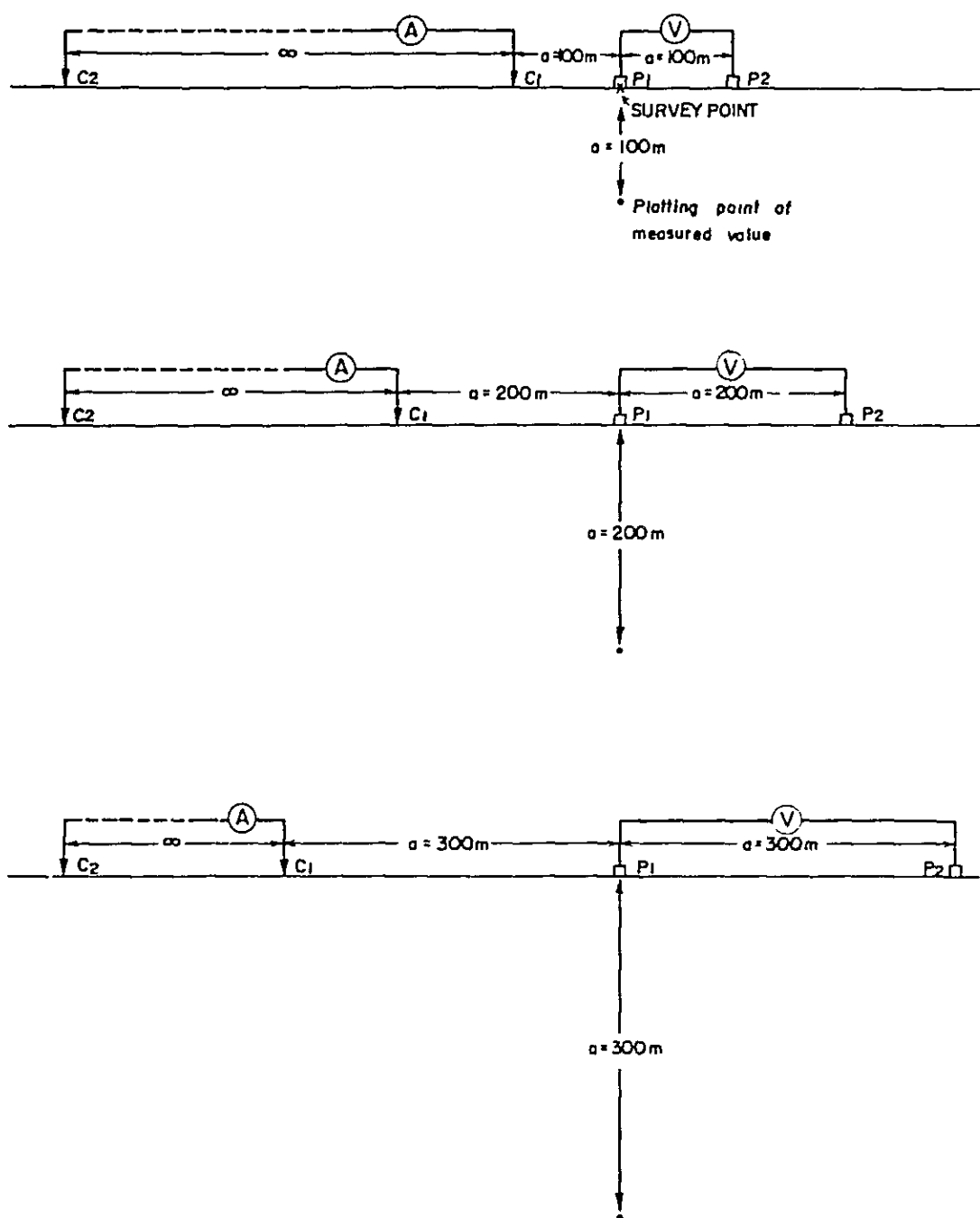


Fig.4-5 Electrode Configuration of Pole - Dipole Array

4-4 測定結果の解析

4-4-1 EL TEJOCOTE 地区

測定結果と計算結果は PL. 4-1 (MAPS OF IP SURVEY, EL TEJOCOTE AREA), Fig. 4-7~4-11 (IP Profile), Fig. 4-12~4-16 (ρa profile), Fig. 4-17~4-21 (AMF profile) に示した。

4-4-1-1 分極率平面図の解析

分極率平面図 (PL. 4-1, M-1, M-2, M-3) をみると、本調査地区で測定された分極率は最小 0.67, 最大 4.13 milli-sec, (以下 milli-sec を略す) で分極率の値としては非常に小さな値である。又、各深度 ($a=100, 200, 300m$) における分極率の平均値、最小値および最大値は

	$a=100m$	$a=200m$	$a=300m$
最小値~最大値	0.87~3.67	0.67~3.63	0.78~3.83
平均値	2.21	2.22	2.29
異常帯	≥ 2.50	≥ 2.50	≥ 2.60

となり、深度を増すにつれて分極率が大きくなっている。ここでは、平均値の 1 割増以上の値を分極率異常とみなすことにすれば、 $a=100, a=200m$ では $M \geq 2.5$ (M は分極率), $a=300m$ では $M \geq 2.6$ の値が分極率異常となる。これより小さい値はこの地域のバックグラウンド値とみなすことにする。又、 $M=2.5$ のコンターの中の測定点の数が 2 以下を小、3~5 を中、6 以上を大として異常の規模を分類した。ただし、 $a=300m$ の異常の中で、 $a=100, 200m$ の異常と密接な関係をもつものについては、 $M < 2.6$ の値のものも異常とみなした。

各異常帯には A ($a=100$), B ($a=100$), ……のように記号をつけた。

(1) $a=100m$ 分極率平面図 (PL. 4-1, M-1 参照)

- A ($a=100$) : 2.60~2.87, 中。
B ($a=100$) : 2.53, 小, 1 点による異常。
C ($a=100$) : 2.67, 小, "
D-1 ($a=100$): 2.5 ~2.67, 中
D-2 ($a=100$): 2.87, 小, 1 点による異常。
E-1 ($a=100$): 2.70, 小, "
E-2 ($a=100$): 2.63, 小, "
F ($a=100$) : 2.57, 小, "
G ($a=100$) : 2.50~3.00, 中。
H ($a=100$) : 2.57~3.53, 中。

I (a=100) : 2.50~2.67, 大。

J (a=100) : 2.57~3.13, 中。

K (a=100) : 2.60~3.67, 大。a=300mで最大の異常値をもつ。さらに南へつ
なかる大きな異常である。

L (a=100) : 2.50~3.07, 中。

M (a=100) : 2.73, 小, 1点による異常。

N (a=100) : 2.63~2.83, 中。

O (a=100) : 2.67, 小。

a=200, 300mではM, N, O異常に対応する異常は観測されていない。

(2) a=200m分極率平面図 (PL. 4-1, M-2 参照)

A (a=200) : 2.93, 小, 1点による異常。

B (a=200) : 2.50~3.10, 中。

C (a=200) : 2.57, 小, 1点による異常。

D (a=200) : 3.07, 小。 " この異常はa=100mにおいては2
個の異常D-1, D-2であるが、a=200mでは1個の独立した
異常として観測された。

E-1 (a=200) : 2.5 ~3.63, 大。a=200mで最大の異常値をもつ。

E-2 (a=200) : 2.73, 小。1点による異常。

F (a=200) : 2.53~3.17, 中。

G (a=200) : 2.60~3.00, 大。

H-1 (a=200) : 3.33, 小。1点による異常

H-2 (a=200) : 2.69, 小 "

H-1, H-2はa=100, 300mでは1個の独立異常Hとなっている。

I (a=200) : 2.60~2.90, 中。

J (a=200) : 2.50~3.00, 中。

K (a=200) : 2.60~2.87, 大。さらに南に広がると考えられる。

P (a=200) : 2.63, 小。1点による異常で、a=100, 300mでは、この異常は観
測されていない。

(3) a=300m分極率平面図 (PL. 4-1, M-3 参照)

A-1 (a=300) : 2.57, 小。1点による異常。

A-2 (a=300) : 2.90, 小。 "

これらの異常は、a=100, 200mでは1個の独立した異常Aであるが、a=300mで
は2ヶの異常に分れて観測された。

B-1($a=300$): 2.53, 小。1点による異常。

B-2($a=300$): 2.60, 小。"

これらの異常も、 $a=100, 200m$ では1ヶの独立した異常Bである。

C($a=300$) : 2.60~3.00, 中。この異常はさらに北に広がる可能性が強い。

D($a=300$) : 2.50~2.83, 中。

E($a=300$) : 2.50~3.00, 大。

F($a=300$) : 2.63~3.17, 大。この異常は、さらに東に広がる可能性が強い。

G($a=300$) : 2.57~3.00, 中。

H($a=300$) : 2.87, 小。1点による異常。

I($a=300$) : 2.70~3.83, 大。 $a=300m$ の異常の中で最も強い分極率をもつ。

J-1($a=300$): 2.60~3.00, 中。

J-2($a=300$): 2.70~3.00, 中。J-1, J-2は $a=100, 200m$ では1個の独立異常Jである。

K($a=300$) : 3.00~3.23, 大。この異常は、さらに南へ広がる可能性が強い。

L($a=300$) : 2.60~2.87, 中。

上述のように、ある深度では1個の独立した異常であるものが、他の深度では2ヶの分離した異常になっているもの、ある深度にのみ認められる異常、全ての深度に認められる異常など複雑な分布状態をなしている。これらをまとめて次の一覧表にまとめた。

Table 4-1 Measured Chargeability Anomaly (EL TEJOCOTE Area)

a Name of Anomaly	100m			200m			300m		
	Magnitude	Average	Max. Value	Magnitude	Average	Max. Value	Magnitude	Average	Max. Value
A-1	A, ○	2.75	2.87	A, o	2.93*	2.93*	o	2.57*	2.57*
A-2							o	2.90*	2.90*
B-1	B, o	2.53*	2.53*	B, ⊙	2.82	3.10	o	2.53*	2.53*
B-2							o	2.60*	2.60*
C	o	2.67*	2.67*	o	2.57*	2.57*	○	2.74	3.00
D-1	○	2.61	2.67	D, o	3.07*	3.07*	D, ○	2.72	2.83
D-2	o	2.87*	2.87*						
E-1	o	2.70*	2.70*	⊙	2.86	3.63	E, ⊙	2.75	3.00
E-2	o	2.63*	2.63*	o	2.73*	2.73*			
F	o	2.70	2.87	○	2.90	3.17	⊙	2.80	3.17
G	○	2.74	3.00	⊙	2.72	3.00	○	2.69	3.00
H-1	H, ○	2.89	3.53	o	3.33*	3.33*	H, o	2.87*	2.87*
H-2				o	2.50	2.69			
I	⊙	2.62	2.67	○	2.74	2.90	⊙	3.12	3.83
J-1	J, ○	2.76	3.13	J, ○	2.69	3.00	○	2.77	3.00
J-2							○	2.90	3.00
K	⊙	2.88	3.67	⊙	2.76	2.87	⊙	3.15	3.23
L	○	2.79	3.07	⊙	2.73	3.07	○	2.76	2.86
M	o	2.73*	2.73*	—	—	—	—	—	—
N	○	2.71	2.83	—	—	—	—	—	—
O	o	2.67*	2.67*	—	—	—	—	—	—
P	—	—	—	o	2.63*	2.63*	—	—	—
Q	—	—	—	o	3.33*	3.33*	—	—	—
R	—	—	—	o	3.57*	3.57*	—	—	—

Magnitude: ⊙ = grand, ○ = medium, o = small. *: Anomaly by one survey point. Average: Average value in anomalous zone. unit: milli-sec.

4-4-1-2 見掛比抵抗平面図の解析

見掛比抵抗平面図 (PL. 4-1, M-4, M-5, M-6) を見ると、本調査地域の見掛比抵抗 ρ_a は最小 174, 最大 3716, 全測定値の平均値は 653 $\Omega\text{-m}$ (以下 $\Omega\text{-m}$ は略す) で、石灰岩分布地帯の比抵抗値としてはやや低い値である。各深度の最小値, 最大値, 平均値は次のとおりである。

	$a=100m$	$a=200m$	$a=300m$
最小値～最大値	184～3716	174～3255	176～2601
平均値	646	658	655

これらの平均値から、本地域の地表から 300 m までは、見掛比抵抗に関しては、おおまかに言って一様な構造をなしていると考えられる。

又、 $a=200, 300m$ の図 (M-5, M-6) においては、低比抵抗ゾーンと谷の分布が極めてよく一致している。これらの低比抵抗ゾーンは地下水の分布に一致するものと考えられる。

見掛比抵抗 ρ_a と分極率 M の関係を検討するために、4-4-1-1 で述べた各深度の分極率異常帯を見掛比抵抗平面図に書き写し、これらの異常帯の中での ρ_a 平均値を求め、次の一覧表に表わした。

この表の $\bar{M}'$, $\bar{\rho}_a'$ は各異常の 3 つの深度の $\bar{M}$, $\bar{\rho}_a$ の平均値であるが、IP 異常帯の立体的性質を検討するためには、 $\bar{M}'$ と $\bar{\rho}_a'$ の関係をみることも有効な手段である。これらの関係を Fig. 4-6 に表わした。この図から次のことがいえる。

- 1) 異常帯を ρ_a のちがいでによって I, II, III の 3 つのグループに分けることができる。
- 2) M' に関しては 3 つのグループ間で、明瞭なちがいはないが、 $\bar{\rho}_a'$ には明瞭な差が認められる。グループ内の ρ_a 平均値は I, II, III の順序で、(1442, 837, 556) $\Omega\text{-m}$ であり、I が II, III に比べて極めて大きい。これら ρ_a のちがいは地質のちがいを表わすものと考えられる。
- 3) 地質図 (PL. 2-2-1) によれば、I に属する A の北方と、K の南方に深成岩の分布がみられるが、A と K はこれらの深成岩に関係をもつ異常と考えられる。また、H も K と同様に考えることができる。
- 4) II と III の ρ_a については、II のそれは全測定値平均より約 200 $\Omega\text{-m}$ 大きく、III のそれは全平均値より約 100 $\Omega\text{-m}$ 小さい。これらの差は、特に有意な差とは考えられないが、全平均値と比較して、II, III に属する異常は石灰岩中の IP 効果を持つ媒質に起因する異常と考えられる。

Table 4-2 Average of Chargeability and Apparent Resistivity in Anomalous Zones of Chargeability (EL TEJOCOTE Area)

a Name of Anomaly	100m			200m			300m			100~300m	
	Magnitude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	Magnitude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	Magnitude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a'$
A-1	A,○	2.75	710	A,○	293*	1908*	○	257*	740*	A, 279	1331
A-2							○	290*	1964*		
B-1	B,○	2.53	419	B,⊙	282	949	○	253*	1377*	B, 269	843
B-2							○	260*	625*		
C	○	2.63*	660*	○	257*	318*	○	2.74	675	266	551
D-1	○	2.61	796	D,○	3.07*	543*	D,○	2.72	713	D, 282	796
D-2	○	2.87*	1131*								
E-1	○	2.70*	1100*	⊙	2.86	576	E,⊙	2.75	409	E, 273	791
E-2	○	2.63*	1355*	○	2.73*	514*					
F	○	2.70	375	○	2.90	468	⊙	2.80	667	2.80	503
G	○	2.74	705	⊙	2.72	741	○	2.69	633	2.72	693
H-1	H,○	2.89	1682	○	3.33*	3255*	H,○	2.87*	672*	H, 295	1526
H-2				○	2.69	494					
I	⊙	2.62	672	○	2.72	524	⊙	3.12	546	2.83	581
J-1	J,○	2.76	911	J,○	2.69	893	○	2.77	773	J, 278	916
J-2							○	2.90	1085		
K	⊙	2.88	1628	⊙	2.76	1559	⊙	3.15	1223	2.93	1470
L	○	2.79	576	⊙	2.73	329	○	2.76	453	2.76	453
M	○	2.73	431	-	-	-	-	-	-	-	-
N	○	2.71	881	-	-	-	-	-	-	-	-
O	○	2.67	612	-	-	-	-	-	-	-	-
P	-	-	-	○	2.63*	240*	-	-	-	-	-
Q	-	-	-	○	3.33*	452*	-	-	-	-	-
R	-	-	-	○	3.57*	243*	-	-	-	-	-
Magnitude: ⊙= grand, ○=medium, ○=small.							Average of all anomalous values			2.78	871
*: Anomaly by one survey point. $\bar{M}$: Average of chargeability							Average of all measured values			2.24	653
$\bar{\rho}_a$: Average of apparent resistivity											

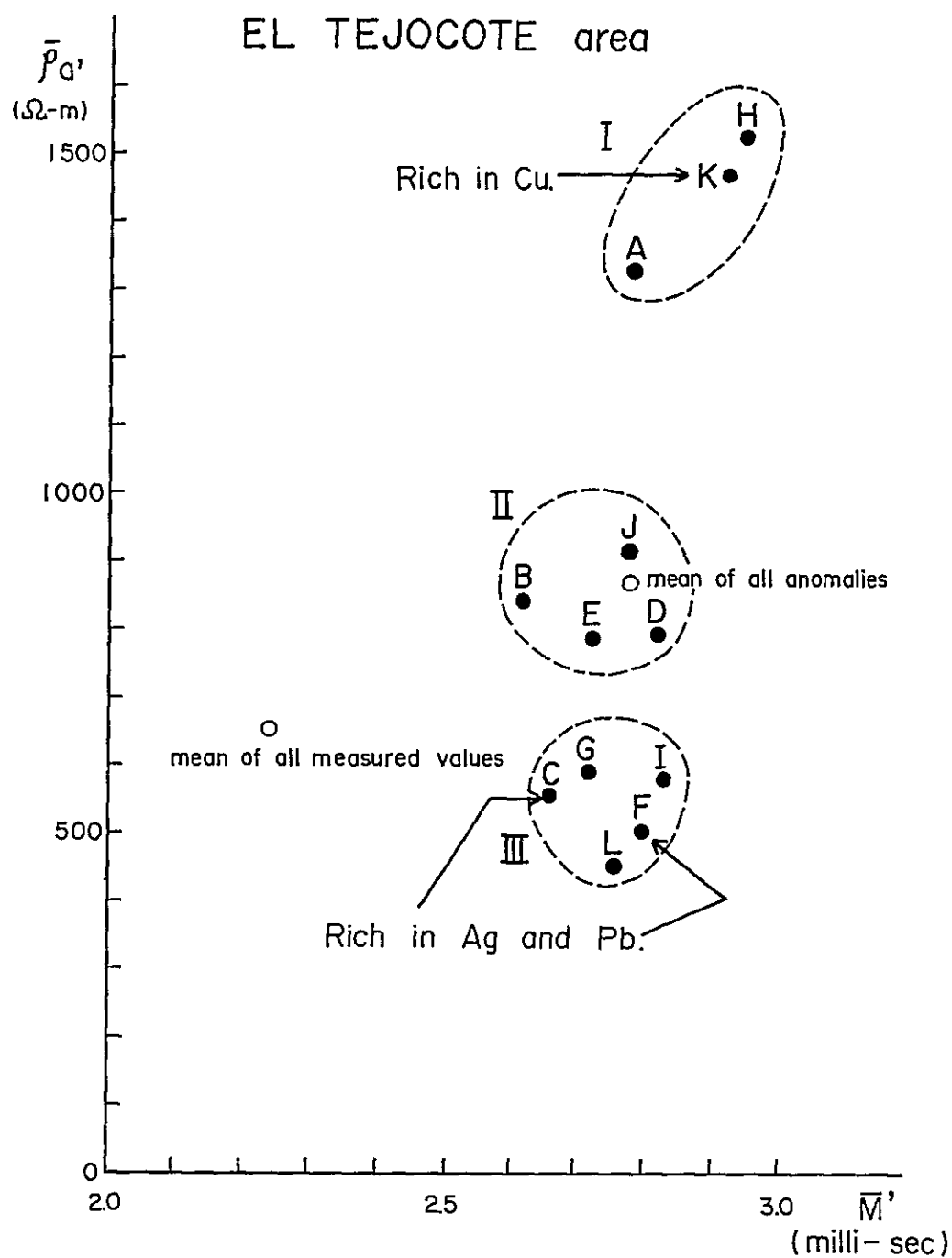


Fig. 4-6 Relation of chargeability and apparent resistivity inside the IP anomalous zone.

4-4-1-3 見掛金属ファクター平面図の解析

見掛金属ファクターは4-3で述べたように次式で定義される。

$$AMF = \frac{M}{\rho_a} \times 1000 \quad (\text{milli-sec}/\Omega\text{-m})$$

本地域では ρ_a の変化幅に比べてMのそれは非常に小さいので、Mを一定とみなすことができる。したがって、 ρ_a の大きいところではAMFは小さくなる。逆にMの変化が大きく、 ρ_a のそれが小さいところではAMFが大きくなり、AMF平面図はM平面図のパターンに類似してくる。

本地域ではPL. 4-1のM-7, M-8, M-9にみられるごとく図M-4, 5, 6の ρ_a の大きいところでAMFが小さく、 ρ_a が小さいところでAMFが大きくなっている。したがって、AMF平面図は ρ_a 平面図(M-4, M-5, M-6)のHをL, LをHと書きかえたコンターパターンに極めて類似しているが、IP平面図(M-1, M-2, M-3)のパターンとは明瞭な相関は認められない。

4-4-1-4 測線断面図の解析

各測線ごとの分極率(Fig. 4-7~11)、見掛比抵抗(Fig. 4-12~16)、見掛金属ファクター(Fig. 4-17~21)断面の解析結果は平面図の解析結果と重複することが多いので、まとめて一覧表に示す。

Table 4-3 Result of Profile Analysis (EL 7

Line	Anomaly name in Mmap (survey point)	M(milli-sec)	ρ_a anomaly
L-10	L(10,11,12)	2.50 ~ 4.10	Low ρ_a deep below sp 10 and 11.
	M(19)	2.50 ~ 2.73	High ρ_a near surface at sp 14,15
	N(14,15,16)	2.50 ~ 2.83	Low ρ_a deep below sp 18 and 19.
L-12	L(10,11,12)	2.50 ~ 2.69	High ρ_a near surface at sp 13 and
	P(15)	2.50 ~ 2.63	Low ρ_a below sp 15,19 and 20.
L-14	A(25)	2.50 ~ 2.77	High ρ_a below sp 16,17 and 18.
	D(15)	2.50 ~ 2.70	Low ρ_a below sp 21,22 and 23.
	L(11)	2.50 ~ 2.80	
L-16	A(24,25)	2.50 ~ 2.93	High ρ_a near surface at sp 13,14
	D(15,16)	2.50 ~ 3.17	High ρ_a deep below sp 16 and 17.
	L(11)	2.50 ~ 2.87	High ρ_a below sp 24 and 25
L-18	A(24)	2.50 ~ 2.90	High ρ_a with V figured from near
	B(18,19,20)	2.50 ~ 3.10	12 $\rightarrow$ deep below sp 14 $\rightarrow$ near sur
	D(16,17)	2.50 ~ 2.67	High ρ_a below sp 19 and 20. Low ρ
	O(11)	2.50 ~ 2.67	and 22.
L-20	B(18,19)	2.50 ~ 3.07	Low ρ_a with vertical shape below
	E(15,16)	2.50 ~ 3.63	High ρ_a from near surface of sp
	G(10,11)	2.50 ~ 3.00	low of sp 9. High ρ_a near surface
	I(7,8,9)	2.50 ~ 3.83	deep below sp 20. Low ρ_a at deep
	R(5)	2.50 ~ 3.57	and 18.
L-22	C(20)	2.50	Low ρ_a at sp 5 ~ 8. High ρ_a at sp
	E(13,14,15,16)	2.60 ~ 3.00	at sp 14 ~ 17. High ρ_a at sp 19 ~
	G(11,12,13)	2.50 ~ 2.93	low ρ_a anomalies are distributed
	I(5,6,7,8,9)	2.80 ~ 3.67	
L-24	C(18,19,20)	2.50 ~ 3.33	High and low ρ_a anomalies are d
	E(15)	2.50 ~ 2.73	istributed with complicated shape
	G(11,12)	2.50 ~ 3.00	
	I(9,10)	2.60 ~ 2.73	
	K(5,6,7)	2.70 ~ 3.23	
L-26	C(20)	2.50 ~ 3.00	Remarkably high ρ_a below sp 5,6
	F(17)	2.50 ~ 2.63	Anomaly pattern is relatively si
	H(14,15)	2.50 ~ 2.87	
	J(11)	2.50 ~ 2.70	
	K(5,6,7,8)	2.70 ~ 3.17	
L-28	F(15,16,17,18,19,20)	2.70 ~ 3.17	Low ρ_a anomalies are distinguis
	H(12,13,14)	2.50 ~ 3.53	
	J(9,10,11)	2.60 ~ 3.13	
	K(5,6,7,8)	2.70 ~ 3.00	

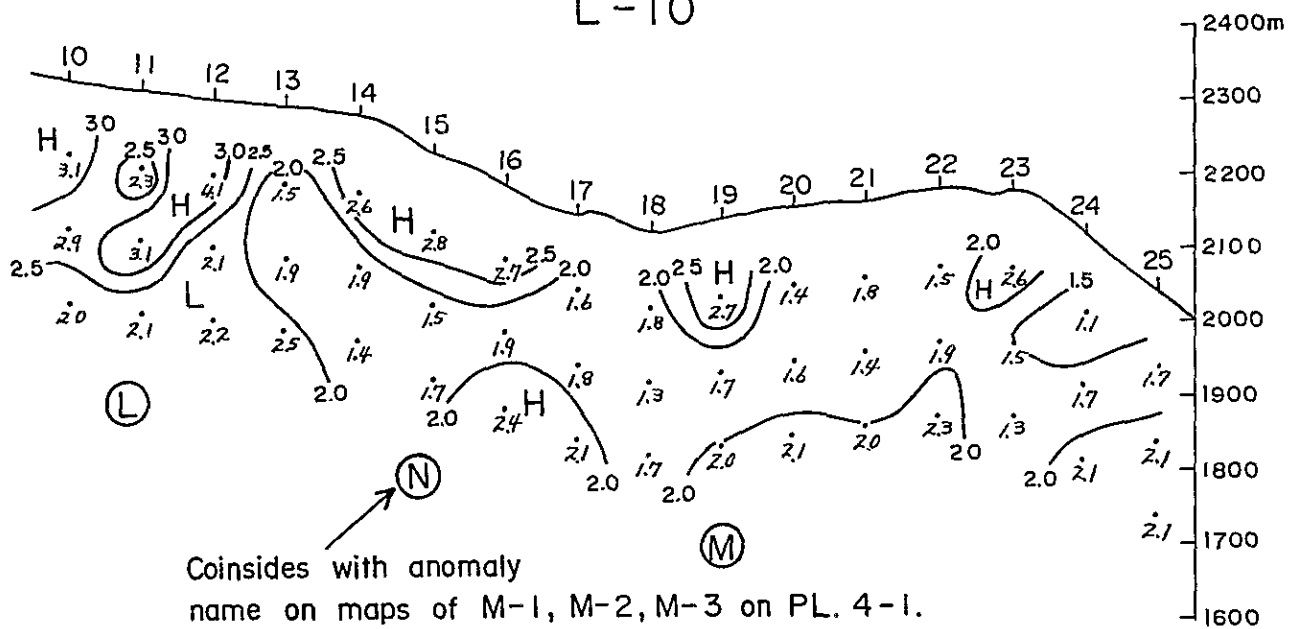
Table 4-3 Result of Profile Analysis (EL TEJOCOTE Area)

sp:survey point

Line	Anomaly name in Mmap (survey point)	M(milli-sec)	ρ_a anomaly	AMF anomaly	Remarks
L-10	L(10,11,12) M(19) N(14,15,16)	2.50 ~ 4.10 2.50 ~ 2.73 2.50 ~ 2.83	Low ρ_a deep below sp 10 and 11. High ρ_a near surface at sp 14,15,16, Low ρ_a deep below sp 18 and 19.	AMF anomalous pattern is similar to the ρ_a anomalous pattern when H(L) of ρ_a profile is replaced to L(H) of AMF profile.	IP anomalies are distributed at near ground surface.
L-12	L(10,11,12) P(15)	2.50 ~ 2.69 2.50 ~ 2.63	High ρ_a near surface at sp 13 and 14. Low ρ_a below sp 15,19 and 20.	Same as above.	IP anomaly L is remarkable a little.
L-14	A(25) D(15) L(11)	2.50 ~ 2.77 2.50 ~ 2.70 2.50 ~ 2.80	High ρ_a below sp 16,17 and 18. Low ρ_a below sp 21,22 and 23.	Same as above.	Magnitude of IP anomaly is very small.
L-16	A(24,25) D(15,16) L(11)	2.50 ~ 2.93 2.50 ~ 3.17 2.50 ~ 2.87	High ρ_a near surface at sp 13,14. High ρ_a deep below sp 16 and 17. High ρ_a below sp 24 and 25	Same as above.	Three IP anomalies are distr- ibuted from near ground surf- ace to the deep parts.
L-18	A(24) B(18,19,20) D(16,17) O(11)	2.50 ~ 2.90 2.50 ~ 3.10 2.50 ~ 2.67 2.50 ~ 2.67	High ρ_a with V figured from near surface of sp 12 $\rightarrow$ deep below sp 14 $\rightarrow$ near surface of sp 17. High ρ_a below sp 19 and 20. Low ρ_a below sp 21 and 22.	Same as above.	Anomalies A and B are from near surface to the deep par- ts. D and O are near surface anom- alies.
L-20	B(18,19) E(15,16) G(10,11) I(7,8,9) R(5)	2.50 ~ 3.07 2.50 ~ 3.63 2.50 ~ 3.00 2.50 ~ 3.83 2.50 ~ 3.57	Low ρ_a with vertical shape below sp 6 and 12. High ρ_a from near surface of sp 11 to deep be- low of sp 9. High ρ_a near surface of sp 11 to deep below sp 20. Low ρ_a at deep below sp 16,17 and 18.	Same as above.	Many anomalies are distribut- ed in this line. E,G and I a- nomalies are from near sarface to the deep parts. B and R are near surface anomalies.
L-22	C(20) E(13,14,15,16) G(11,12,13) I(5,6,7,8,9)	2.50 2.60 ~ 3.00 2.50 ~ 2.93 2.80 ~ 3.67	Low ρ_a at sp 5 ~ 8. High ρ_a at sp 9 ~ 12. Low ρ_a at sp 14 ~ 17. High ρ_a at sp 19 ~ 20. High and low ρ_a anomalies are distributed reciprocally.	Same as above.	Background value below sp 5 ~ 12 is relatively high. All anomalies are from near gro- und surface to the deep parts.
L-24	C(18,19,20) E(15) G(11,12) I(9,10) K(5,6,7)	2.50 ~ 3.33 2.50 ~ 2.73 2.50 ~ 3.00 2.60 ~ 2.73 2.70 ~ 3.23	High and low ρ_a anomalies are distributed rec- iprocally with complicated shape.	Same as above.	C,G,I and K anomalies are di- stributed to the deep part, but E is near surface anomal- y.
L-26	C(20) F(17) H(14,15) J(11) K(5,6,7,8)	2.50 ~ 3.00 2.50 ~ 2.63 2.50 ~ 2.87 2.50 ~ 2.70 2.70 ~ 3.17	Remarkably high ρ_a below sp 5,6 and 10. Anomaly pattern is relatively simple.	Same as above.	All IP anomalies are distrib- uted to the deep parts. Many anomalies are seen in this line.
L-28	F(15,16,17,18,19,20) H(12,13,14) J(9,10,11) K(5,6,7,8)	2.70 ~ 3.17 2.50 ~ 3.53 2.60 ~ 3.13 2.70 ~ 3.00	Low ρ_a anomalies are distinguished.	Same as above.	Many anomalies are seen in this line. H is small anomaly and all others are to the de- ep parts.

EL TEJOCOTE

L-10



L-12

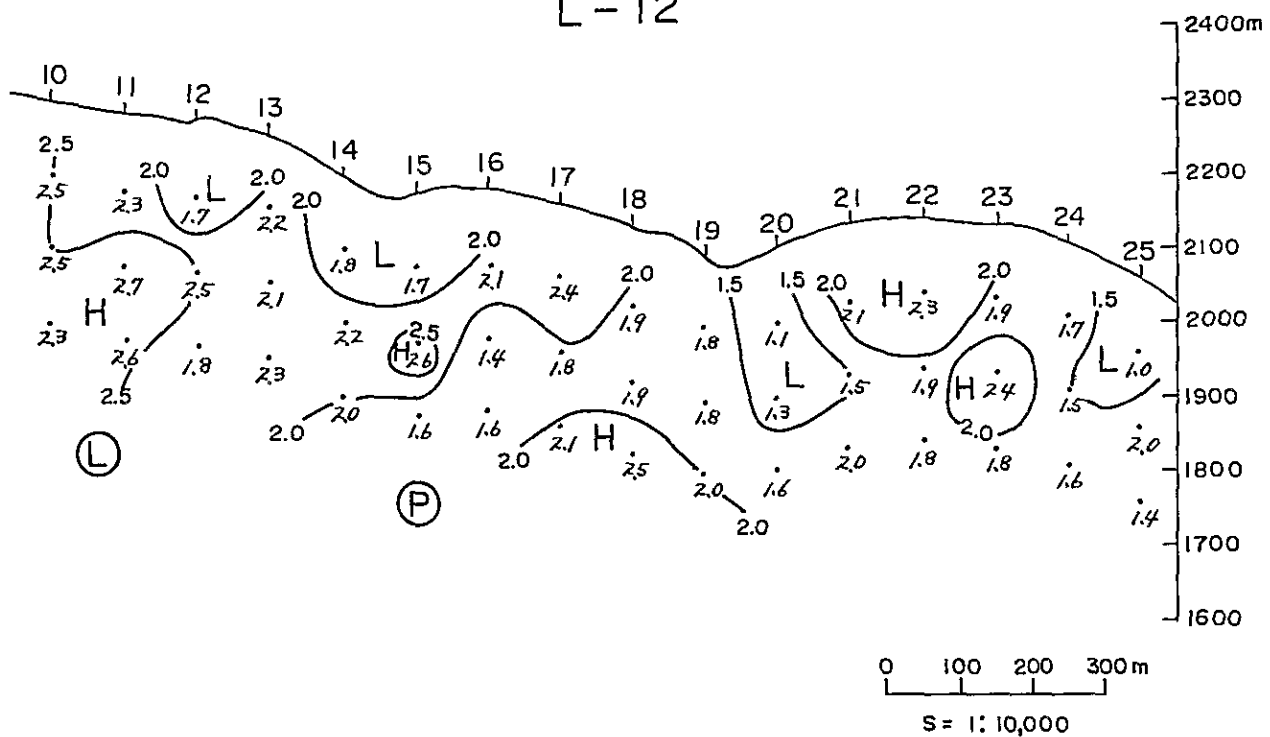
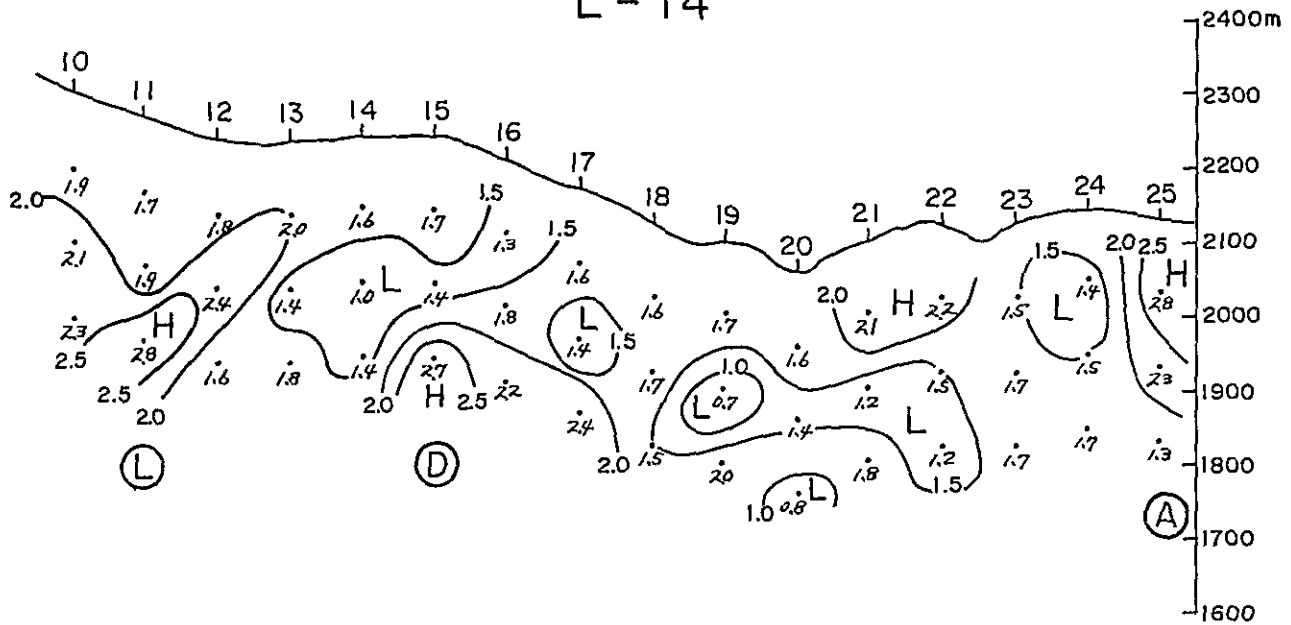


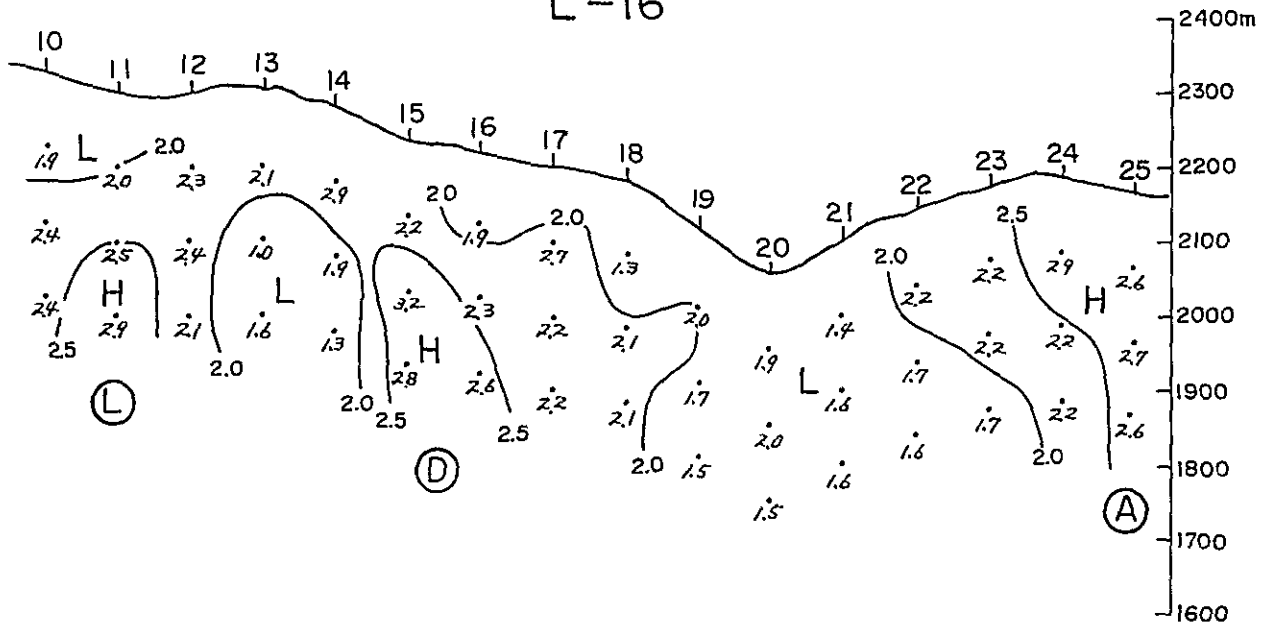
Fig. 4-7 IP profile
(Chargeability)

EL TEJOCOTE

L-14



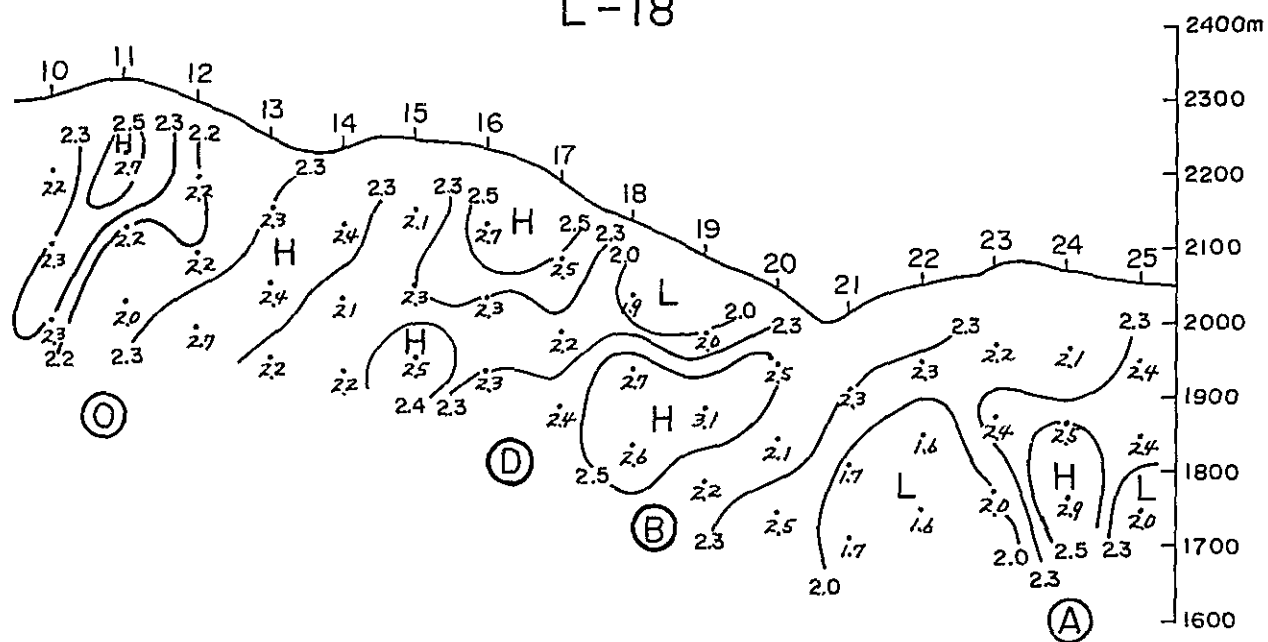
L-16



0 100 200 300m
S = 1:10,000

Fig. 4 - 8 I P profile

L-18



L - 20

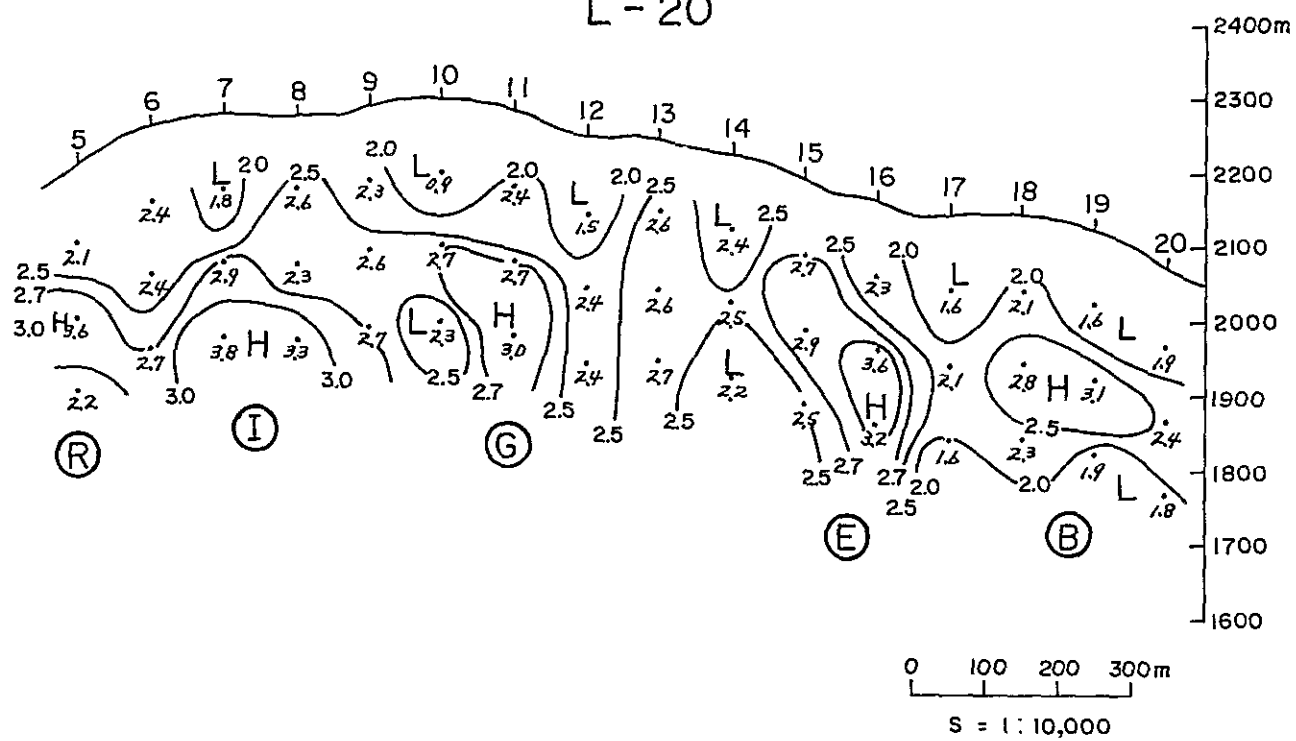
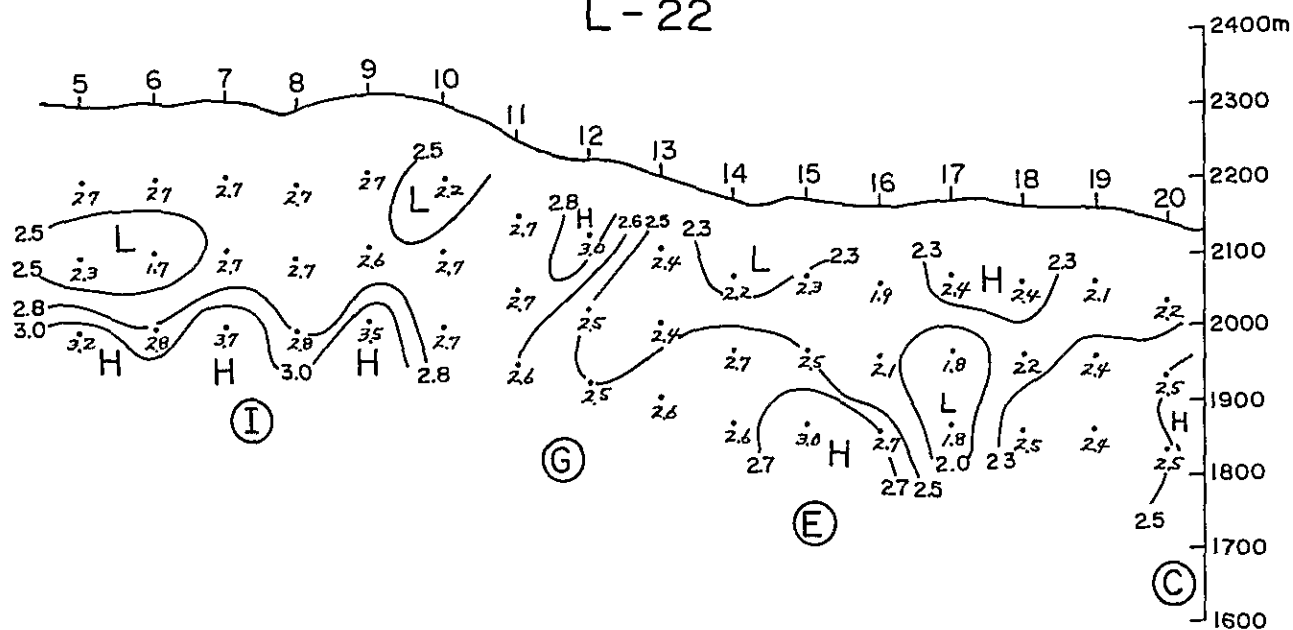


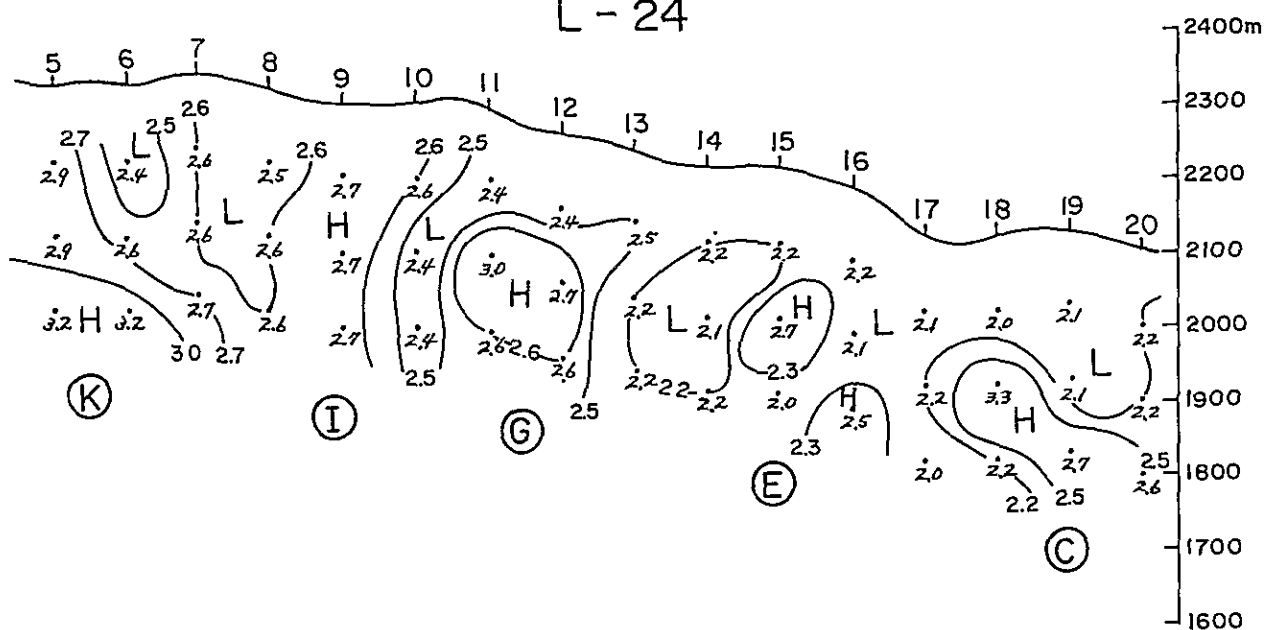
Fig. 4-9 I P profile

EL TEJOCOTE

L-22



L - 24

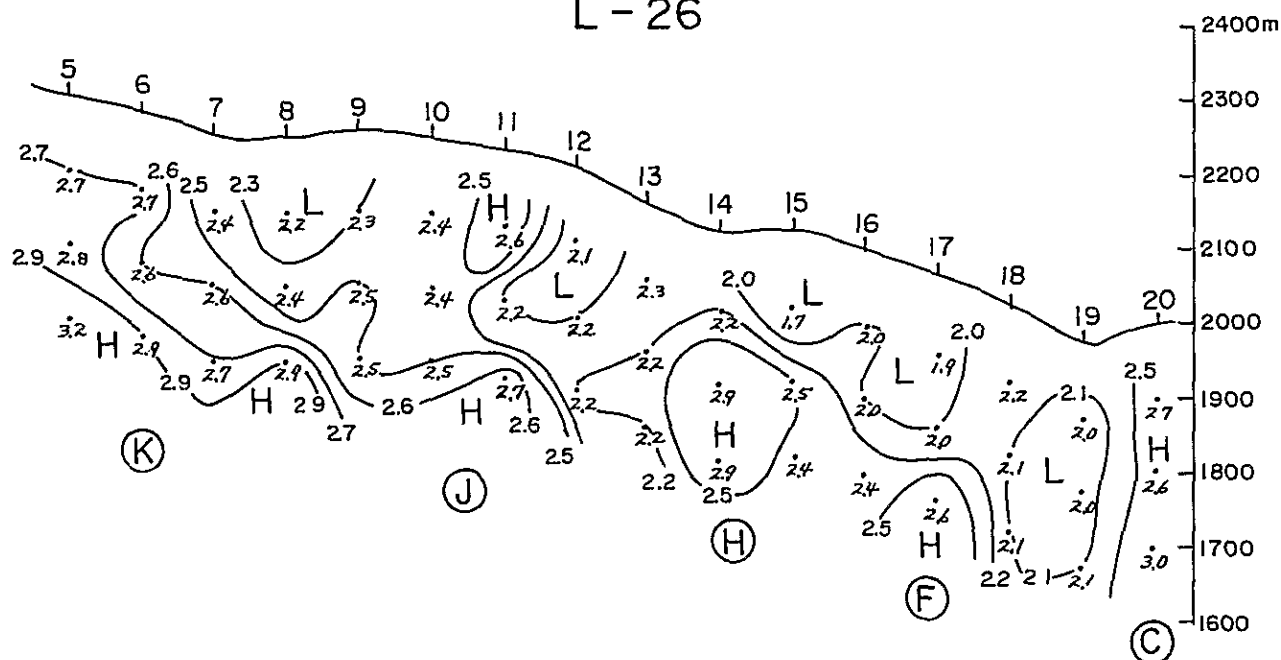


$S = 1 : 10,000$

Fig. 4-10 I P profile

EL TEJOCOTE

L - 26



L-28

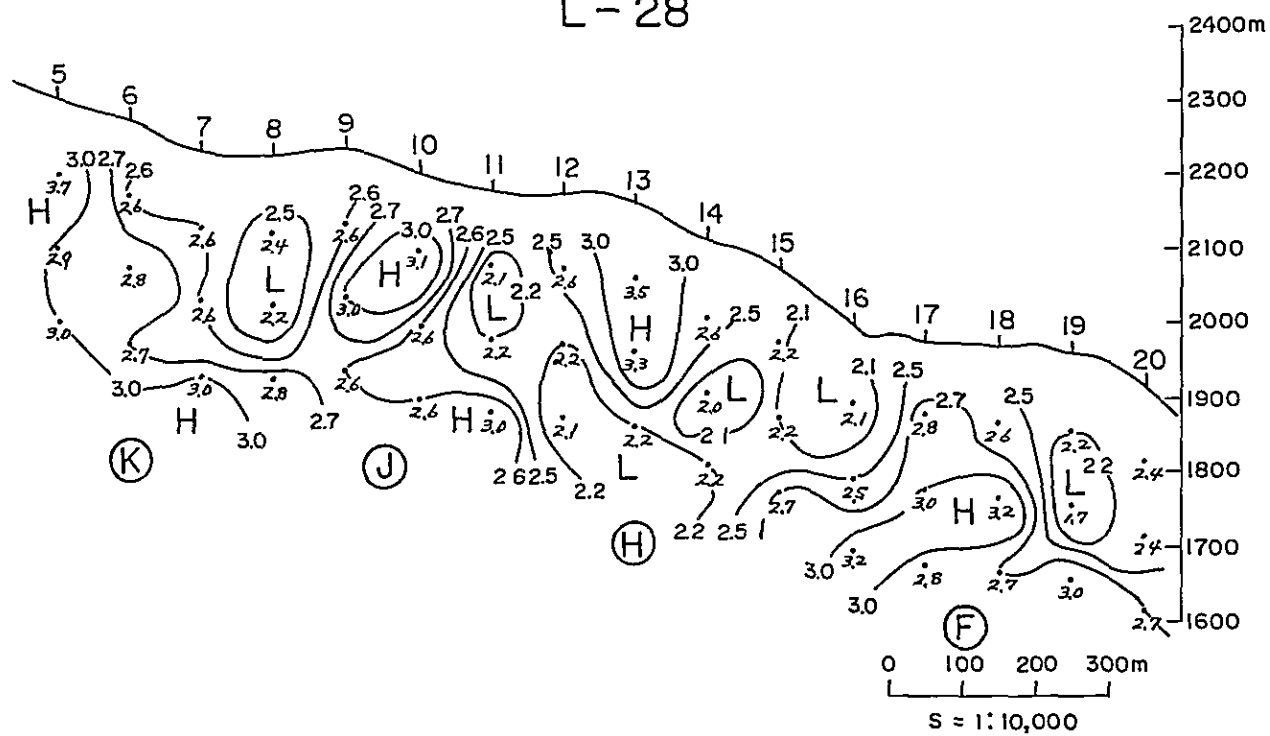
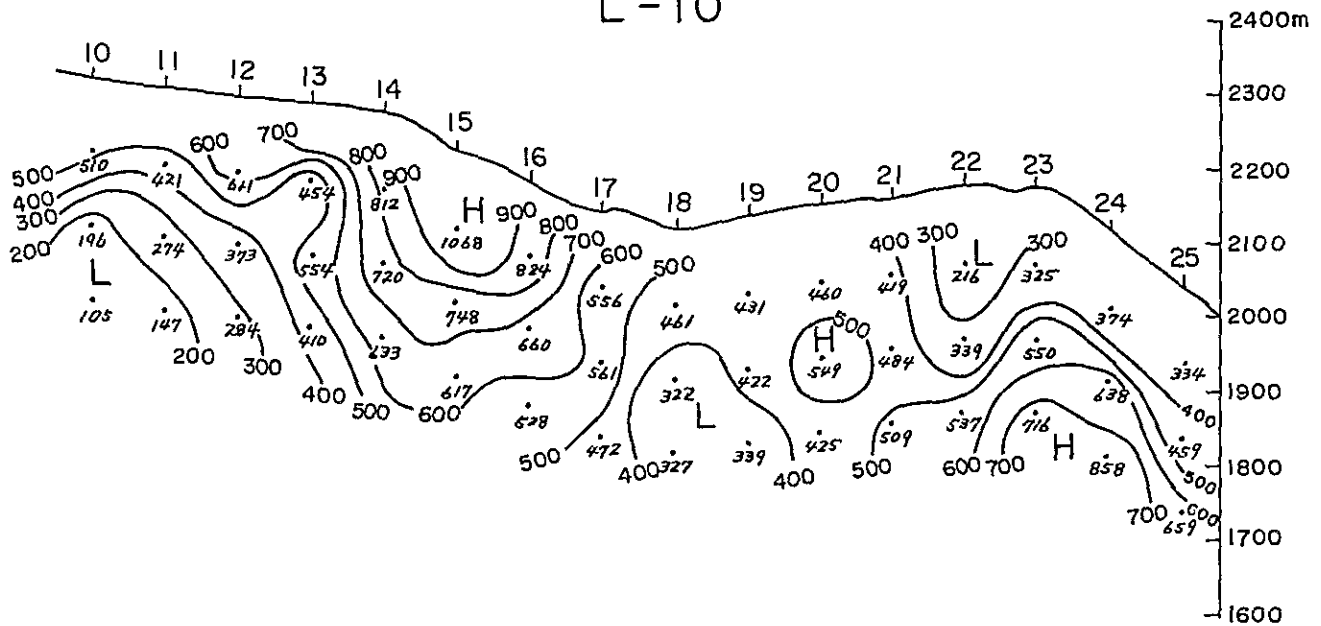


Fig. 4-11 IP profile

L-10



L-12

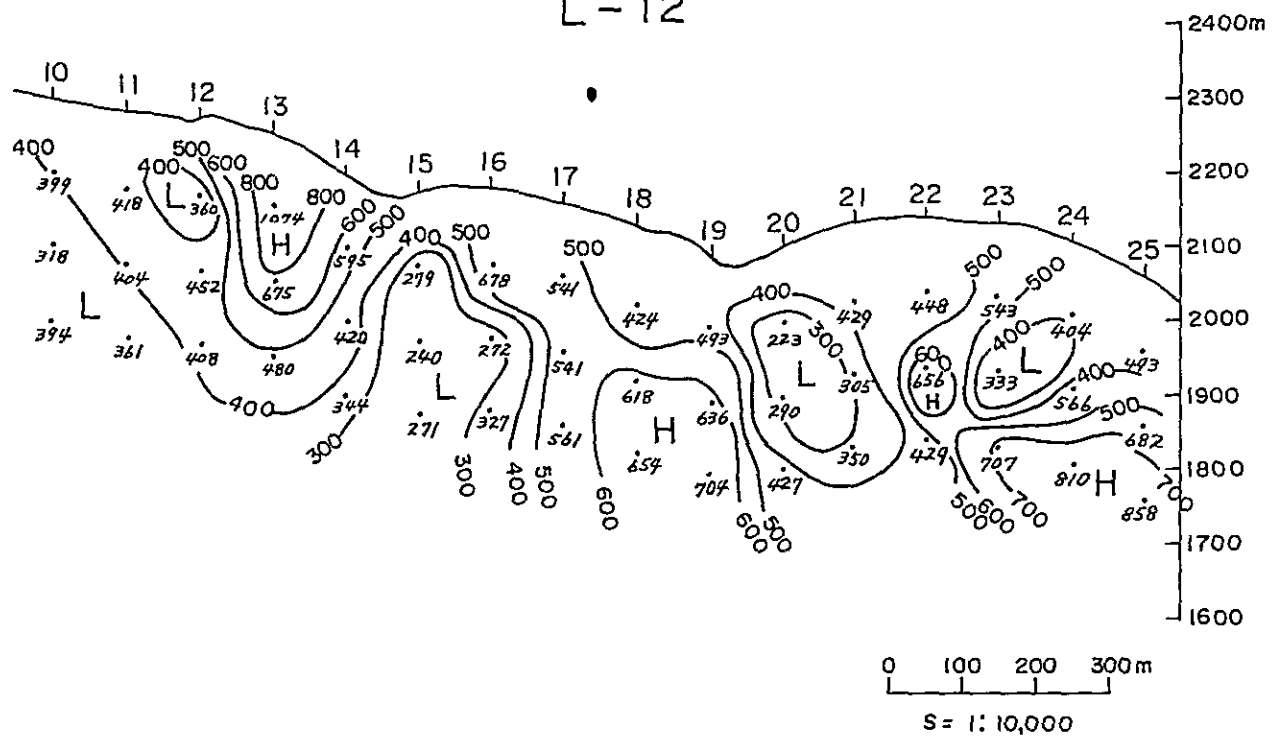
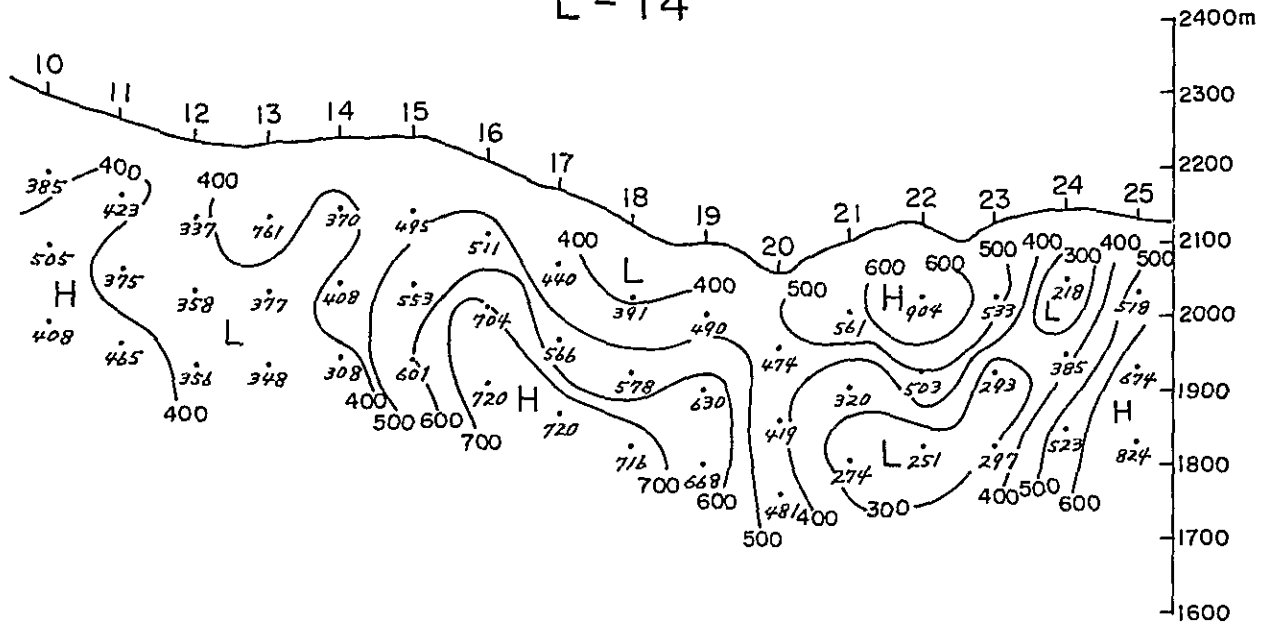


Fig. 4-12 ρ_a profile
(Apparent Resistivity)

EL TEJOCOTE

L-14



L-16

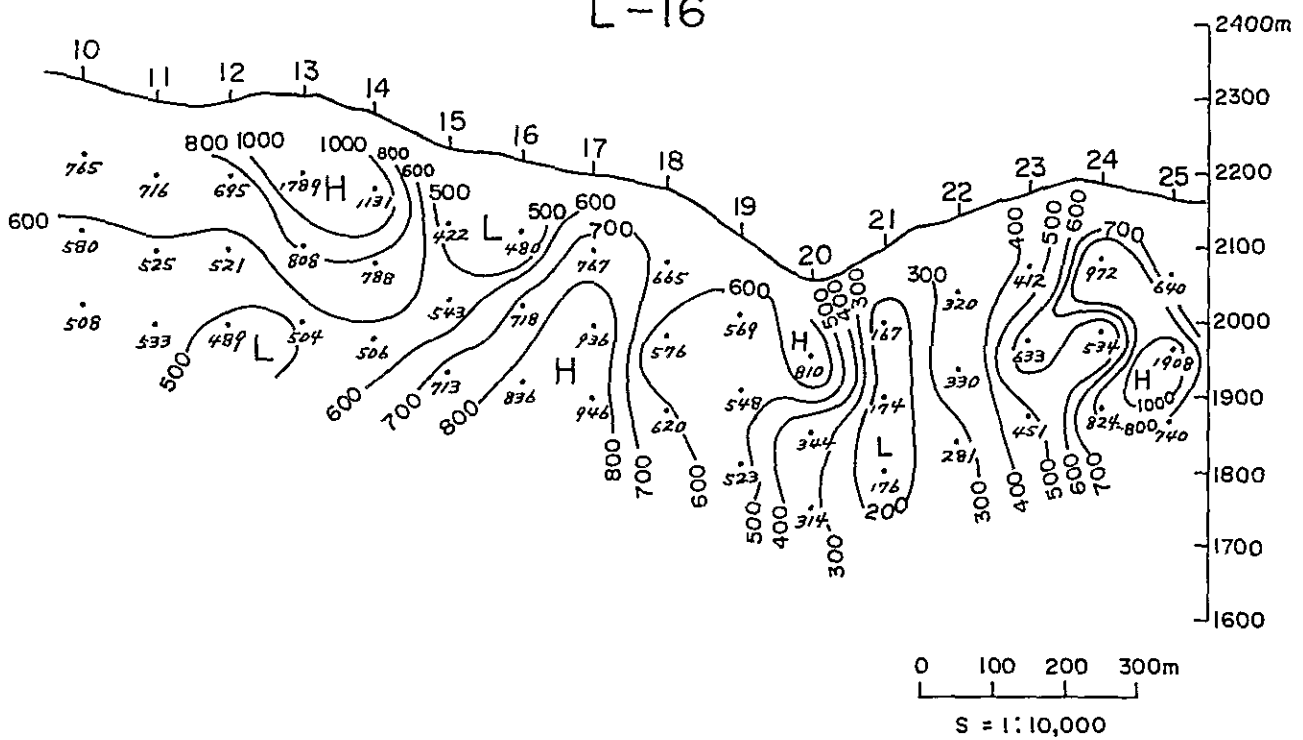
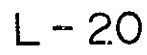


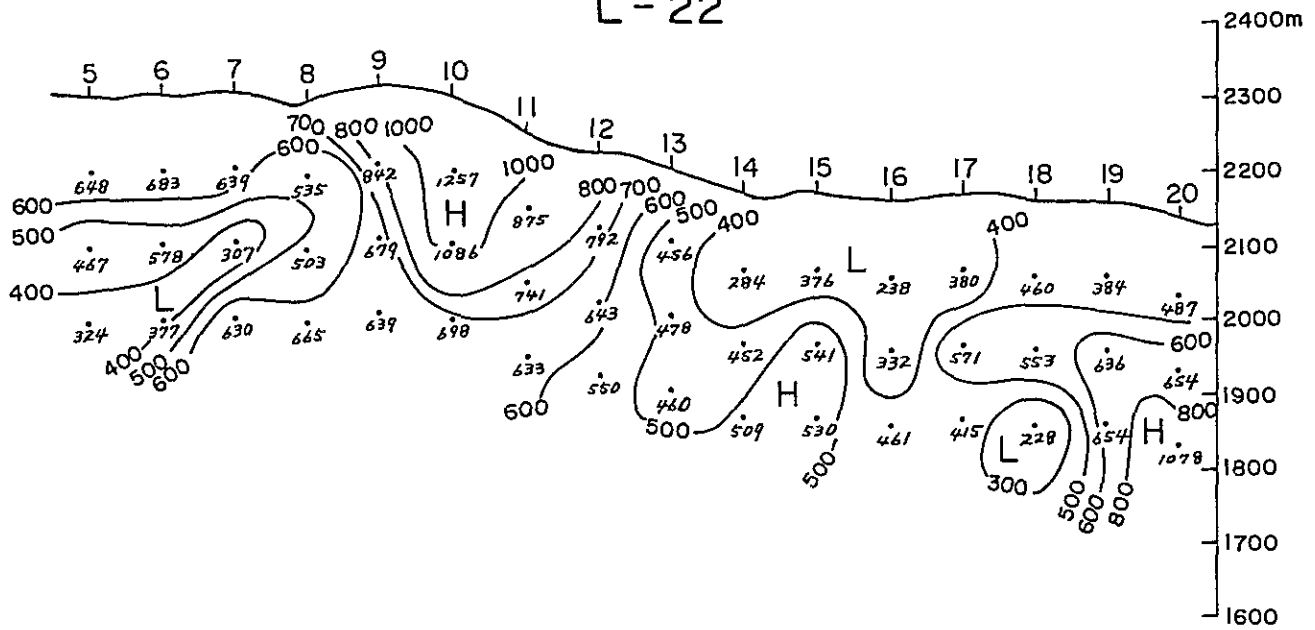
Fig. 4 - 13 P_a profile

L-18



EL TEJOCOTE

L - 22



L - 24

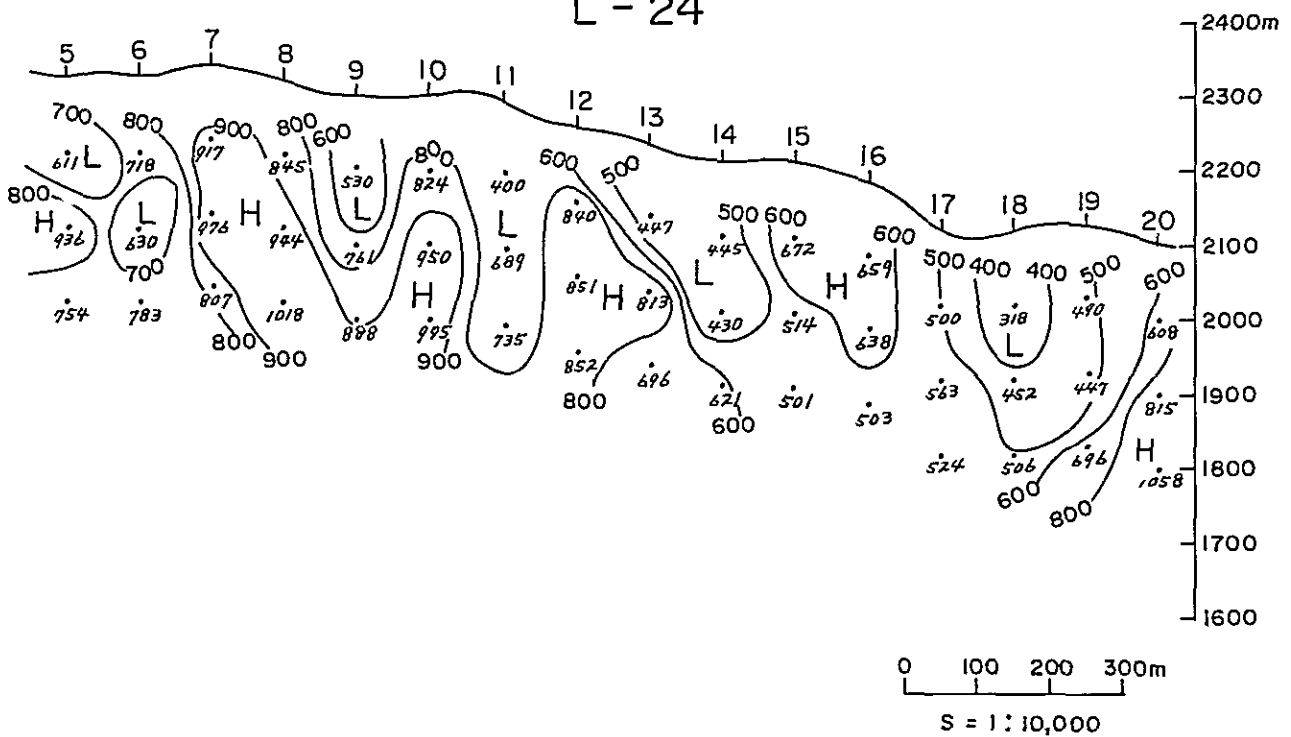
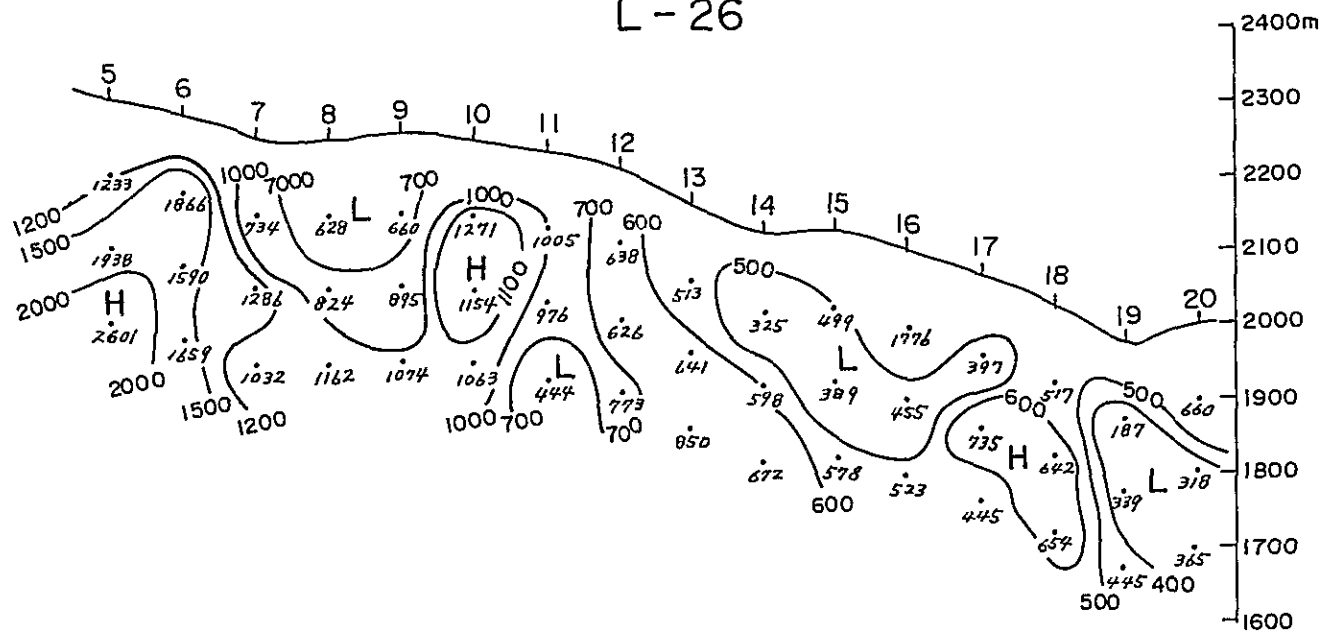


Fig. 4-15 ρ_a profile

EL TEJOCOTE

L-26



L-28

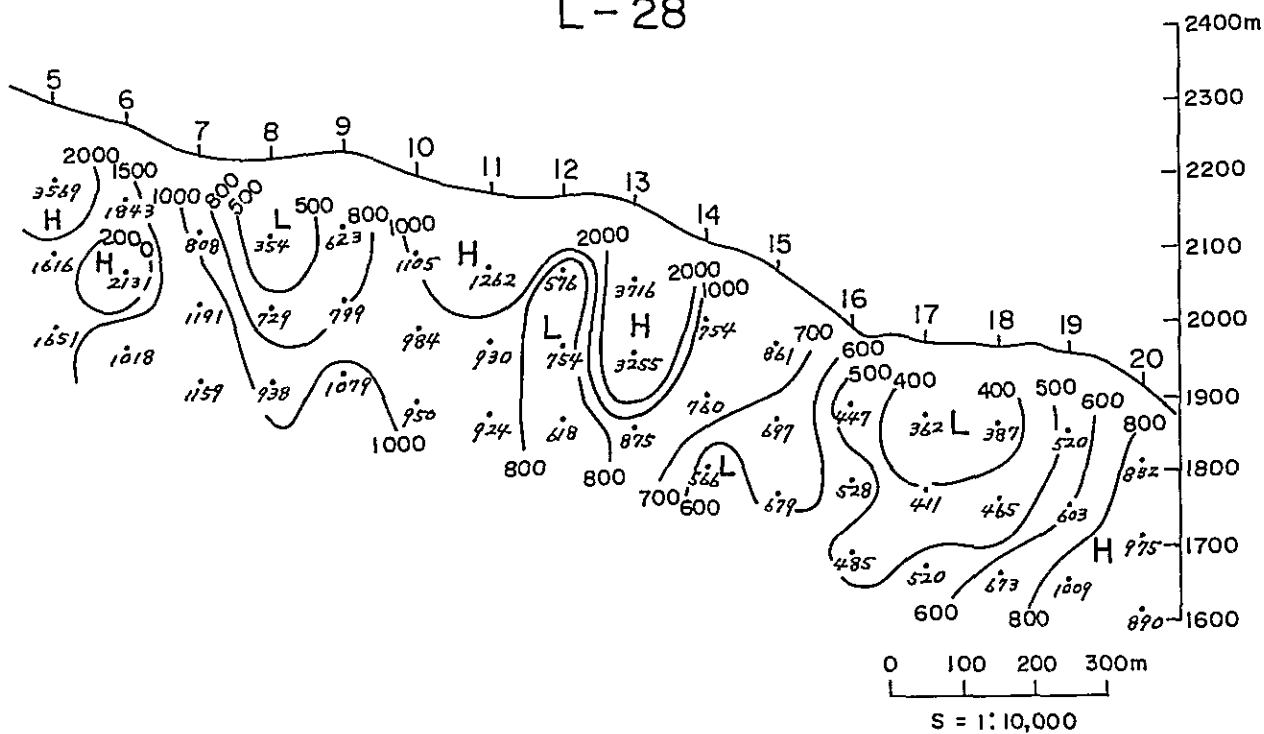


Fig. 4-16 P_a profile

EL TEJOCOTE

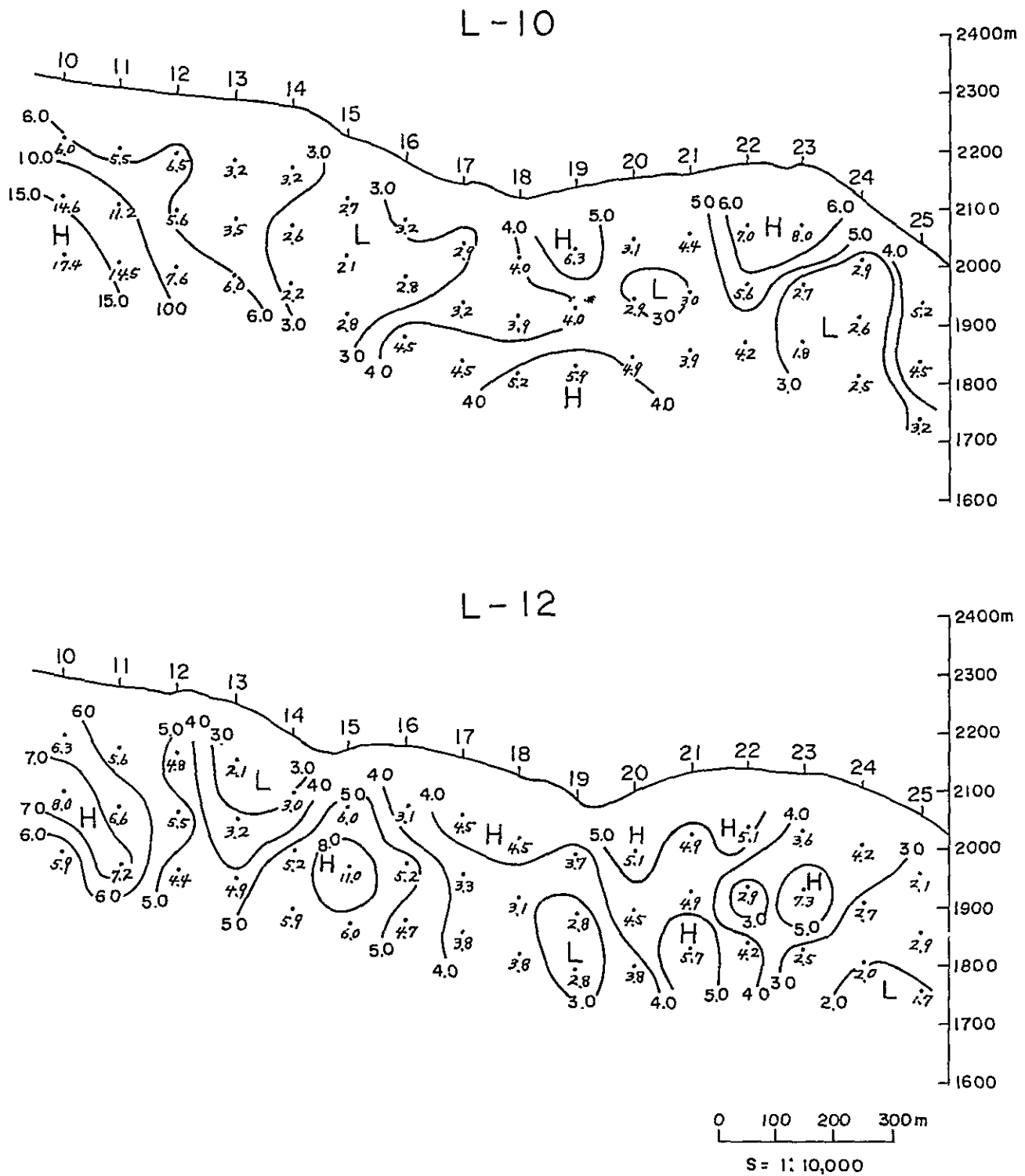
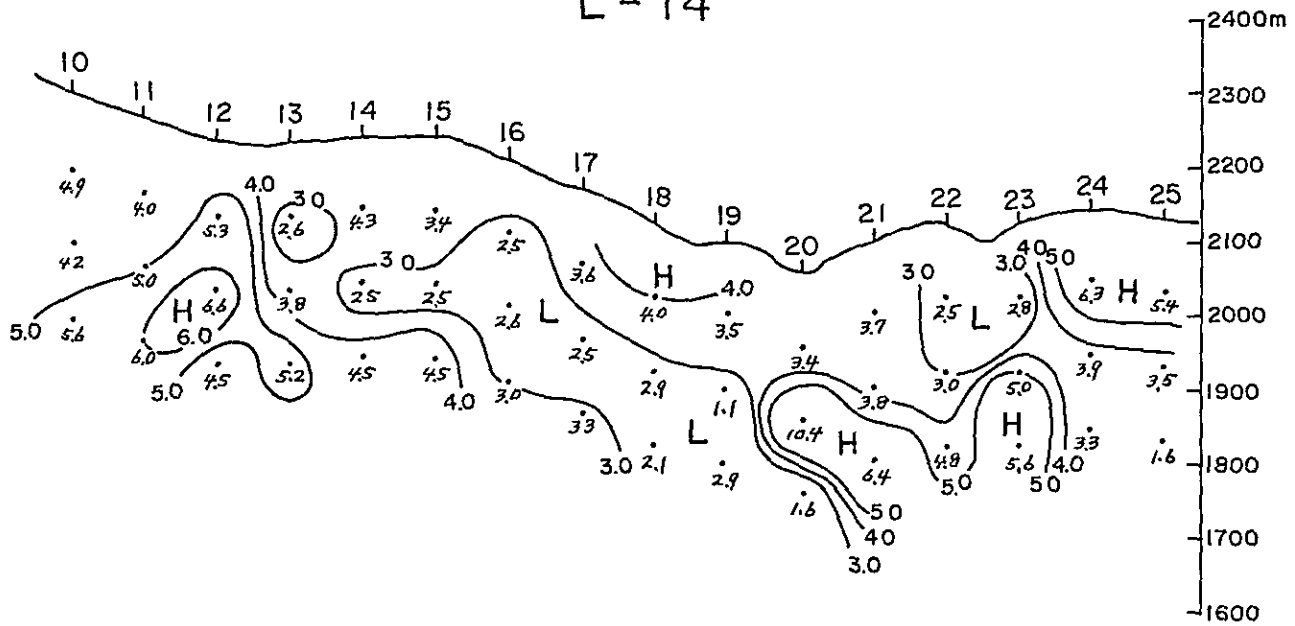


Fig. 4-17 AMF profile
(Apparent Metal Factor)

EL TEJOCOTE

L-14



L-16

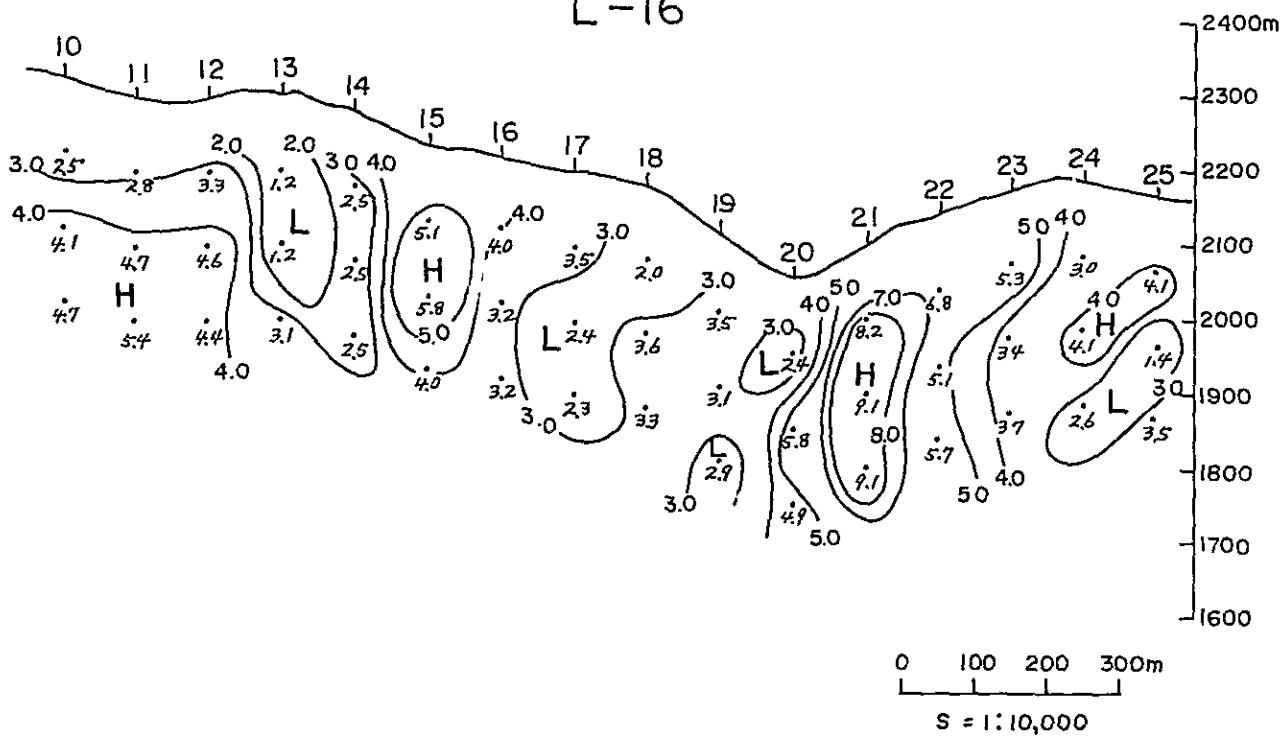
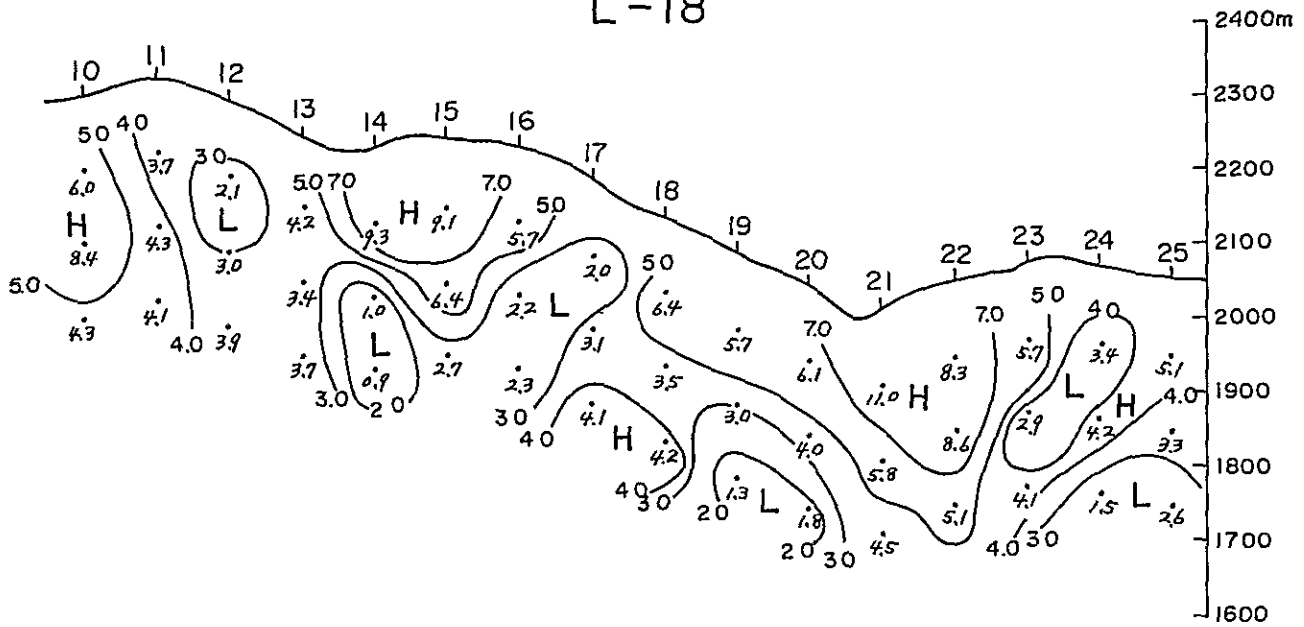


Fig. 4-18 AMF profile

EL TEJOCOTE

L-18



L-20

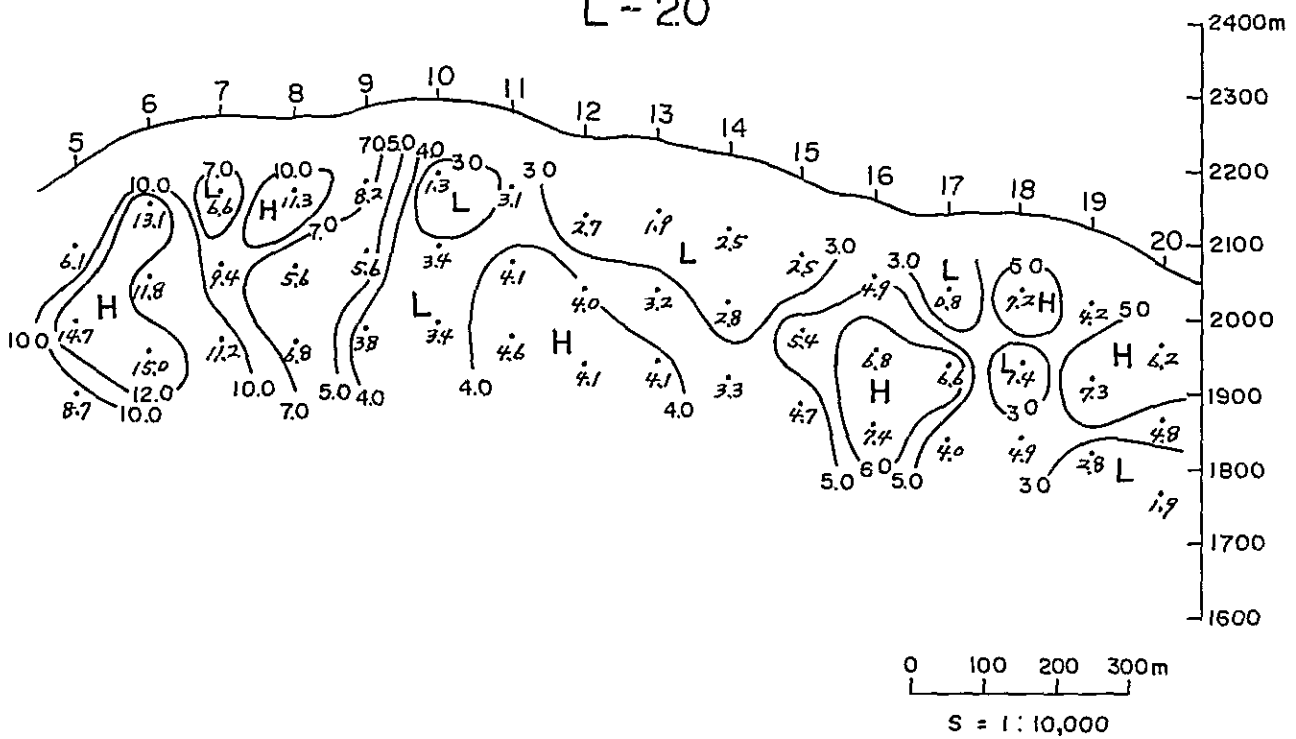
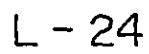


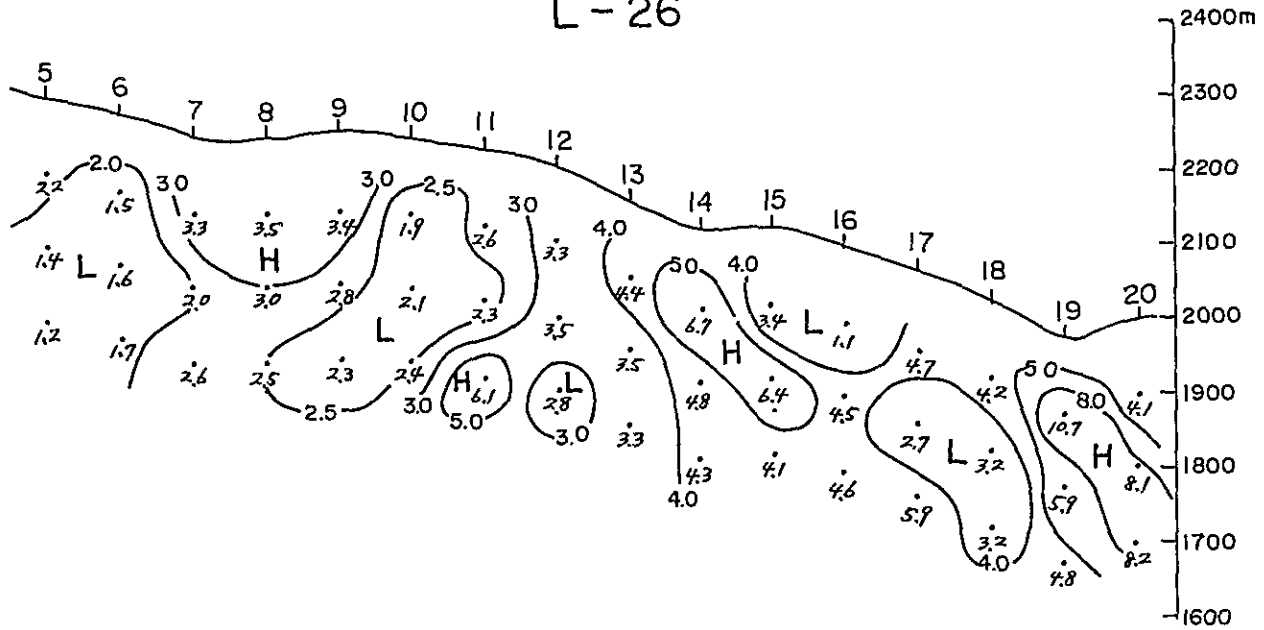
Fig. 4-19 AMF profile

L - 22



EL TEJOCOTE

L-26



L-28

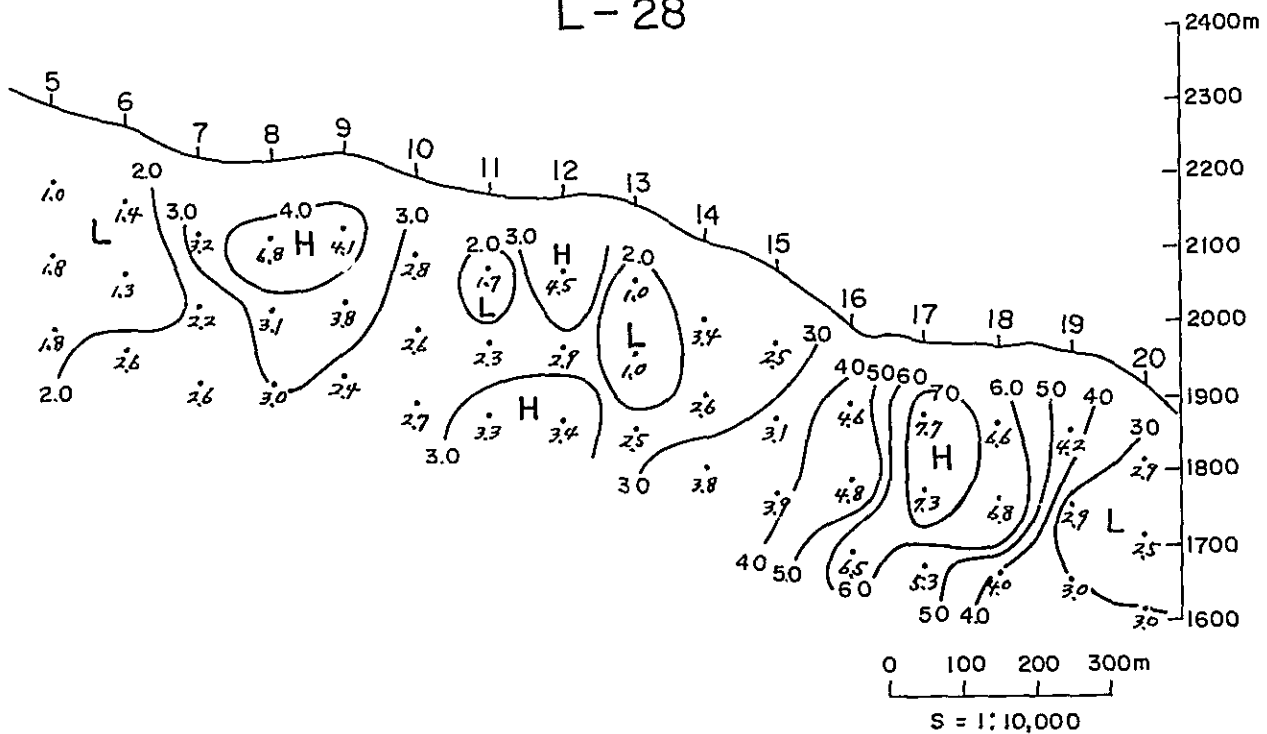


Fig. 4-21 AMF profile

4-4-1-5 地化学異常帯との比較

分極率異常帯のあるものは、地化学探査による銅、銀、鉛の異常帯によく一致している。それは以下のとおりである。

銅異常帯 - K 異常帯。分極率、比抵抗ともに大きい。

銀異常帯 }
鉛異常帯 } - C, F 異常帯。分極率は高、比抵抗は小。

K 異常帯は Fig. 4-6 に示したグループ I に、C, F 異常帯は III に属している。II に属する異常帯には上記金属の顕著な異常は認められない。したがって、大局的にみれば、本地域の IP 異常帯のうち、

(1) (高 IP, 高比抵抗) 異常は銅に関係があり、

(2) (高 IP, 低比抵抗) 異常は銀、鉛に関係があるものと

いえよう。ただし、高比抵抗あるいは低比抵抗はその値から、鉱床の比抵抗ではなく、母岩の比抵抗と考えられる。

4-4-2 PROVIDENCIA 地区

測定結果と計算結果は PL. 4-2 (MAPS OF IP SURVEY, PROVIDENCIA AREA), Fig. 4-23~4-27 (IP profile), Fig. 4-28~4-32 (ρ_a profile), Fig. 4-33~4-37 (AMF profile) に示した。

4-4-2-1 分極率平面図の解析

分極率平面図 (PL. 4-2, M-1, M-2, M-3) を見ると、本調査地区で測定された分極率は最小 1.77, 最大 9.00 で、EL TEJOCOTE 地区に比べると最小、最大値ともに 2 倍強の値をもつが、分極率の値としては小さな値である。各深度の最小値、最大値、平均値は以下のとおりである。

	a=100m	a=200m	a=300m
最小値~最大値	1.90~6.43	2.00~7.67	1.77~9.00
平均値	3.19	3.38	4.42
異常帯	≥ 3.50	≥ 3.70	≥ 4.80

となり、深度を増すにつれて分極率が大きくなっている。これは深度とともに媒質のもつ IP 効果が増大していることを表わしている。ここでは平均値の 1 割増以上の値を分極率異常とみなすことにすれば、a=100m では $M \geq 3.50$, a=200m では $M \geq 3.70$, a=300m では $M \geq 4.80$ の値が分極率異常となる。しかしながら、a=300m では M がこれらの値より小さいものでも、周囲の値や各深度の値を考慮して $M \geq 4.50$ を異常帯とみなした。

上記の値より小さい値はバックグラウンドとみなした。各異常帯には A ($a=100$), B ($a=100$), ……のように記号を付した。

本地域では、地域の北東部と南西部にほぼ全測線にまたがる NW-SE 方向の帯状の異常がみられる。この方向は本地域の地質構造の方向に一致している。これらの 2 つの帯状の異常の間の、地域のほぼ中央部に顕著な異常があり、これら 3 つの異常が本地域の IP 構造を特徴づけている。

(1) $a=100m$ 分極率平面図 (PL. 4-2, M-1 参照)

A-1 ($a=100$): 3.50~5.83, 大。帯状。

A-2 ($a=100$): 3.50~5.83, 小。

B ($a=100$): 3.50~4.23, 大。

C ($a=100$): 3.50~6.43, 大, 帯状, $a=300m$ で最も強い異常である。

D ($a=100$): 3.50~4.00, 小, 1 点による異常である。

E-1 ($a=100$): 3.50~3.87, 中,

E-2 ($a=100$): 3.50~4.00, 小, 1 点による異常である。

E-3 ($a=100$): 3.50~4.23, 小, "

F ($a=100$): 3.50~3.67, 小, "

G ($a=100$): 3.50~3.60, 小, "

(2) $a=200m$ 分極率平面図 (PL. 4-2, M-2 参照)

A-1 ($a=200$): 3.70~7.67, 大, 帯状, $a=200m$ で最も強い異常である。

A-2 ($a=200$): 3.70~4.07, 小。

B ($a=200$): 3.70~4.67, 大。

C ($a=200$): 3.70~6.17, 大, 帯状。

D ($a=200$): 3.70~3.90, 小, 1 点による異常である。

E ($a=200$): 3.50~3.57, 小, " , この異常から $a=100m$ の

E-1, E-2, E-3 が派生したものと考えられる。 $a=100m$ の F, G

に対応するものはこの深度では観測されていない。

(3) $a=300m$ 分極率平面図 (PL. 4-2, M-3 参照)

A-1 ($a=300$): 4.50~9.00, 大, 帯状, $a=300m$ で最も強い異常である。

A-2 ($a=300$): 4.50~6.33, 大。

B ($a=300$): 4.30~4.73, 中。

C ($a=300$): 4.50~7.37, 大, 帯状。

E ($a=300$): 4.50~4.67, 小。

H ($a=300$): 4.50~5.23, 小。

$a=100, a=200m$ の D, F, G に相当するものはこの深度では観測されていない。これらをまとめて次の一覧表に示す。

Table 4-4 Measured Chargeability Anomaly (PROVIDENCIA Area)

a Name of Anom	100m			200m			300m		
	Magnitude	Average	Max. Value	Magnitude	Average	Max. Value	Magnitude	Average	Max. Value
A-1	◎	4.69	5.83	◎	5.68	7.67	◎	6.86	9.00
A-2	○	5.83*	5.83*	○	4.00	4.07	◎	5.40	6.33
B	◎	3.86	4.23	◎	4.13	4.67	○	4.57	4.73
C	◎	4.35	6.43	◎	4.80	6.17	◎	5.65	7.37
D	○	4.00*	4.00*	○	3.90*	3.90*	—	—	—
E-1	○	3.77	6.17	E, ○	3.57*	3.57*	E, ○	4.59	4.67
E-2	○	4.00*	4.00*						
E-3	○	4.23*	4.23*						
F	○	3.67*	3.67*	—	—	—	—	—	—
G	○	3.60*	3.60*	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	○	5.23*	5.23*

Magnitude: ◎=grand, ○=medium, 〇=small. *: Anomaly by one survey point. Average: Average value in anomalous zone. unit: milli-sec

これらの異常のうち、A (A-1, A-2) 異常帯はシルト岩、砂岩及び泥灰岩を挟む頁岩の分布地域に一致し、C 異常帯は頁岩、砂岩、泥灰岩の分布に一致している。

A, C 両異常帯に挟まれた中央部の低分極率地域は塊状石灰岩の分布帯に一致し、この中の B 異常帯は地表に採掘跡がある、なんらかの鉱床に関係するものと考えられる。

4-4-2-2 見掛比抵抗平面図の解析

見掛比抵抗平面図 (PL. 4-2, M-4, M-5, M-6) を見ると、本調査地域の見掛比抵抗 ρ_a は最小 171, 最大 3,392, 全測定値の平均値は 950 $\Omega\cdot m$ である。各深度の最小値, 最大値, 平均値は次のとおりである。

	a=100m	a=200m	a=300m
最小値~最大値	171~2,941	205~2,807	307~3,392
平均値	850	950	1050

これをみると、深度が 100m 増すごとに平均比抵抗が 100 $\Omega\cdot m$ ずつ増加している。この増加は、大きな増加とはいえないが、深度の増加とともに岩相が少しずつ変化していることを示すものと考えられる。

見掛比抵抗 ρ_a と分極率 M の関係を検討するために、4-4-2-1 で述べた各深度の分極率

異常帯を見掛比抵抗平面図に書き写し、これらの異常帯の中での ρ_a 平均値を求め、次の一覧表に表わした。

Table 4-5 Average of Chargeability and Apparent Resistivity in Anomalous Zones of Chargeability (PROVIDENCIA Area)

a Name of Anom	100m			200m			300m			100~300m	
	Magni tude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	Magni tude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	Magni tude	$\bar{M}$	$\bar{\rho}_a$	$\bar{M}'$	$\bar{\rho}_a'$
A-1	◎	4.69	360	◎	5.68	568	◎	6.86	743	} A, 5.41	535
A-2	○	5.83*	483*	○	4.00	357	◎	5.40	701		
B	◎	3.86	1427	◎	4.13	1340	○	4.57	1618	419	1462
C	◎	4.35	732	◎	4.80	866	◎	5.65	768	4.93	789
D	○	4.00*	623*	○	3.90*	1157*	-	-	-	-	-
E-1	○	3.77	809	} E,○	3.57*	2801	} E,○	4.59	2333	} E, 4.05	2277
E-2	○	4.00*	1709								
E-3	○	4.23*	2576*								
F	○	3.67*	841*	-	-	-	-	-	-	-	-
G	○	3.60*	539	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	○	5.23*	300*	-	-
Magnitude: ◎ = grand, ○ = medium, ○ = small. *: Anomaly by one survey point. $\bar{M}$: Average of chargeability, $\bar{\rho}_a$: Average of apparent resistivity.							Average of all anomalous values			465	1266
							Average of all measured values			3.66	951

この表の $\bar{M}'$, $\bar{\rho}_a'$ は各異常の3つの深度の $\bar{M}$, $\bar{\rho}_a$ の平均値で、これらの値はIP異常帯の立体的性質を検討するのに有効と考えられる。そのために、これらの関係を Fig. 4-22 に表わした。

地質図によれば B と E 異常帯は塊状石灰岩の中にあり、A と C は頁岩、シルト岩、砂岩、泥灰岩の中にある。塊状石灰岩は一般に ρ_a が高く、頁岩～泥灰岩の ρ_a は低い。又、頁岩、泥灰岩などは石灰岩よりはるかに大きなIP効果をもつが、Fig. 4-22 はこれらのことを明瞭に表わしている。

分極率平面図と見掛比抵抗平面図を比較すれば、A-1, A-2は ρ_a の低いゾーンに、Bは高いゾーンにほぼ一致しているが、Cは全体として ρ_a は低い、 ρ_a のパターンとMのパターンには明瞭な類似性は認められない。

4-4-2-3 見掛金属ファクター平面図の解析

本地域では、EL TEJOCOTE 地区と同様、 ρ_a の変化幅に比べて M のそれは非常に小さいので、 M を一定とみなすことができる。したがって ρ_a の大きい（小さい）ところでは M は小さく（大きく）なる。

見掛金属ファクター平面図 PL. 4-2 の $M-7$, $M-8$, $M-9$ と ρ_a 平面図 $M-4$, $M-5$, $M-6$ を比べると、 ρ_a の大きい（小さい）ところで AMF が小さく（大きく）なっている。したがって、AMF 平面は ρ_a 平面図の H を L , L を H と書き変えたコンターパターンに極めて類似しているが、IP 平面図のパターンとは明瞭な相関は認められない。

4-4-2-4 測線断面図の解析

各測線ごとの分極率 (Fig. 4-23~27), 見掛比抵抗 (Fig. 4-28~32), 見掛金属ファクター (Fig. 4-33~37) 断面の解析結果は、次の一覧表に示す。

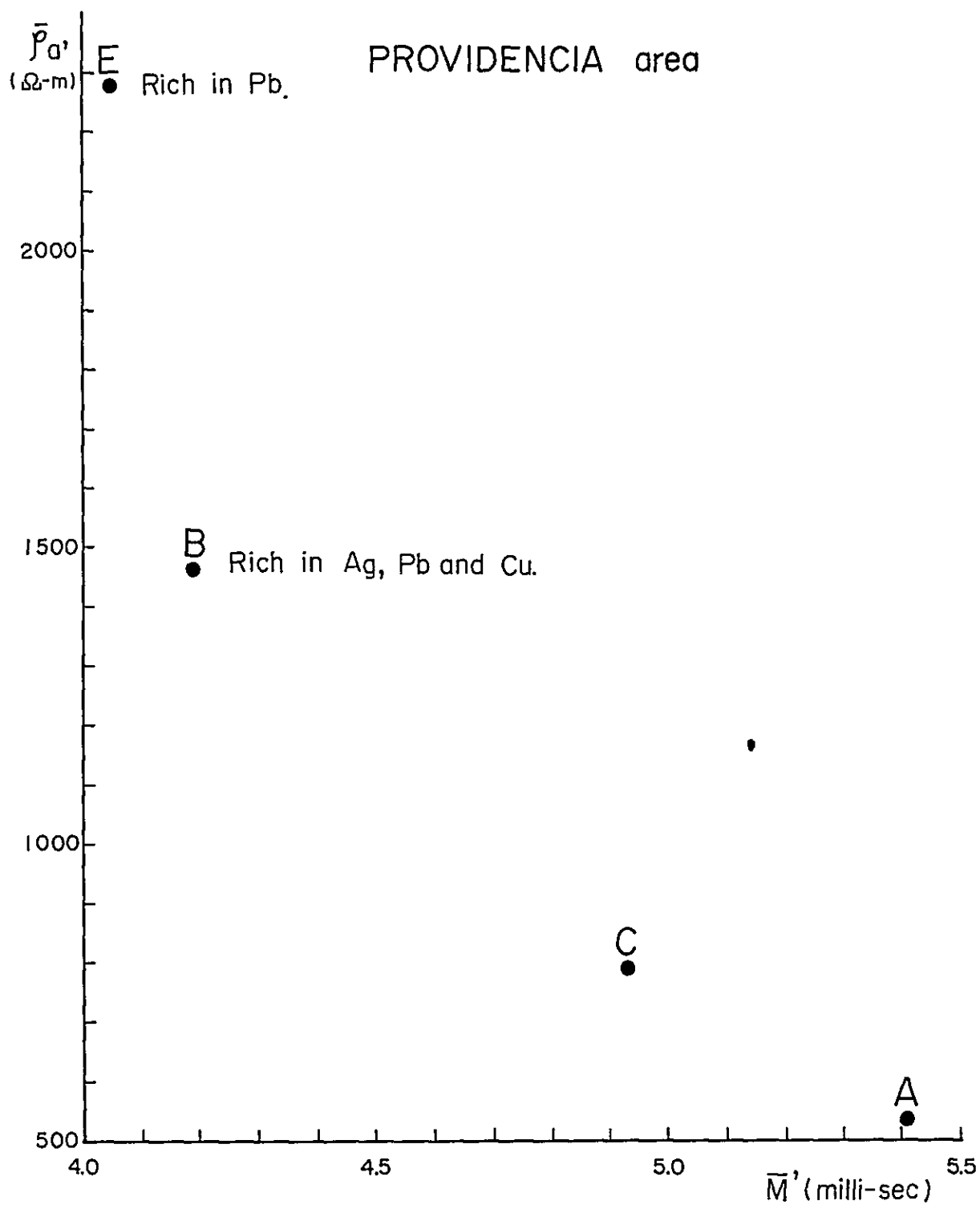
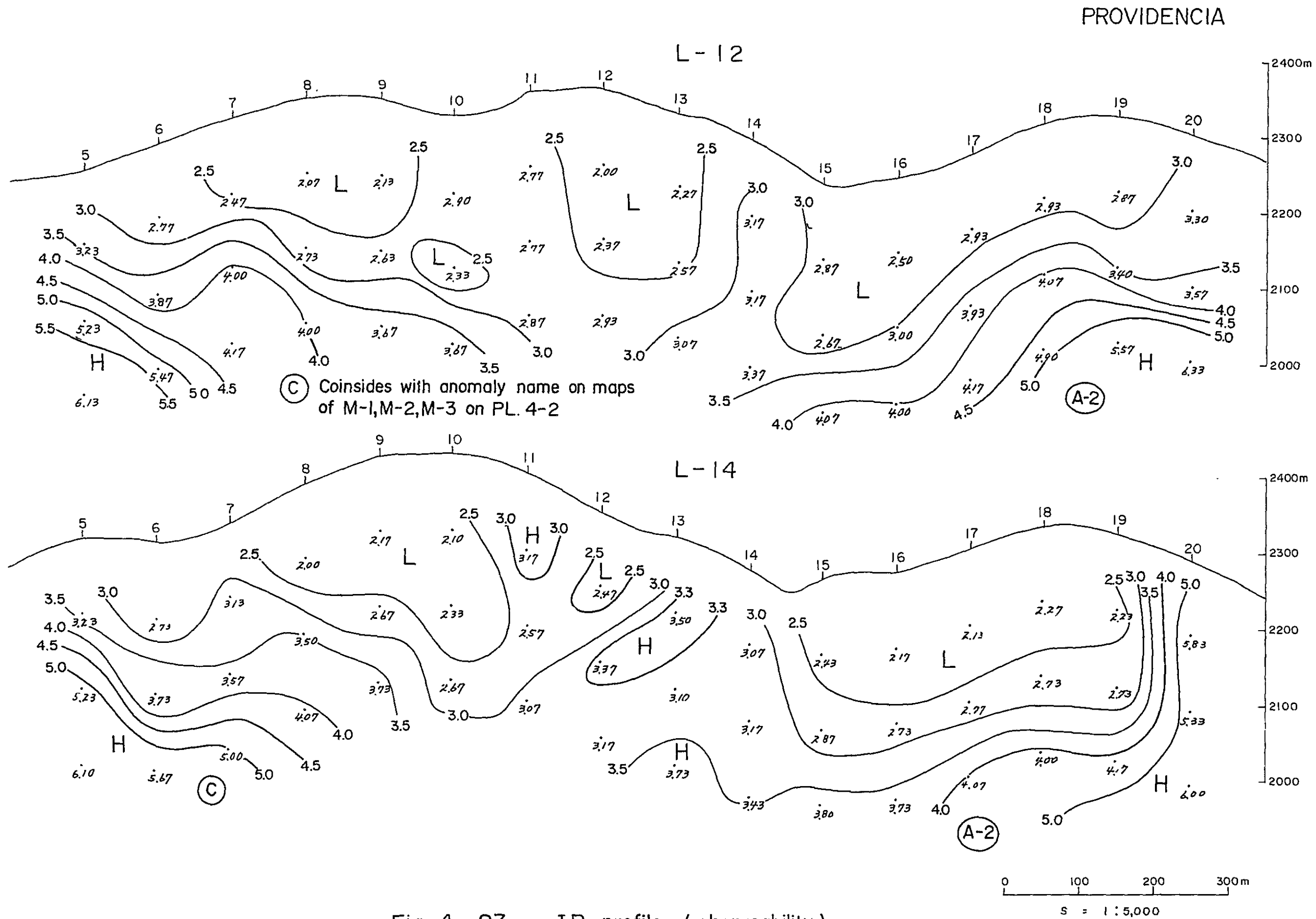
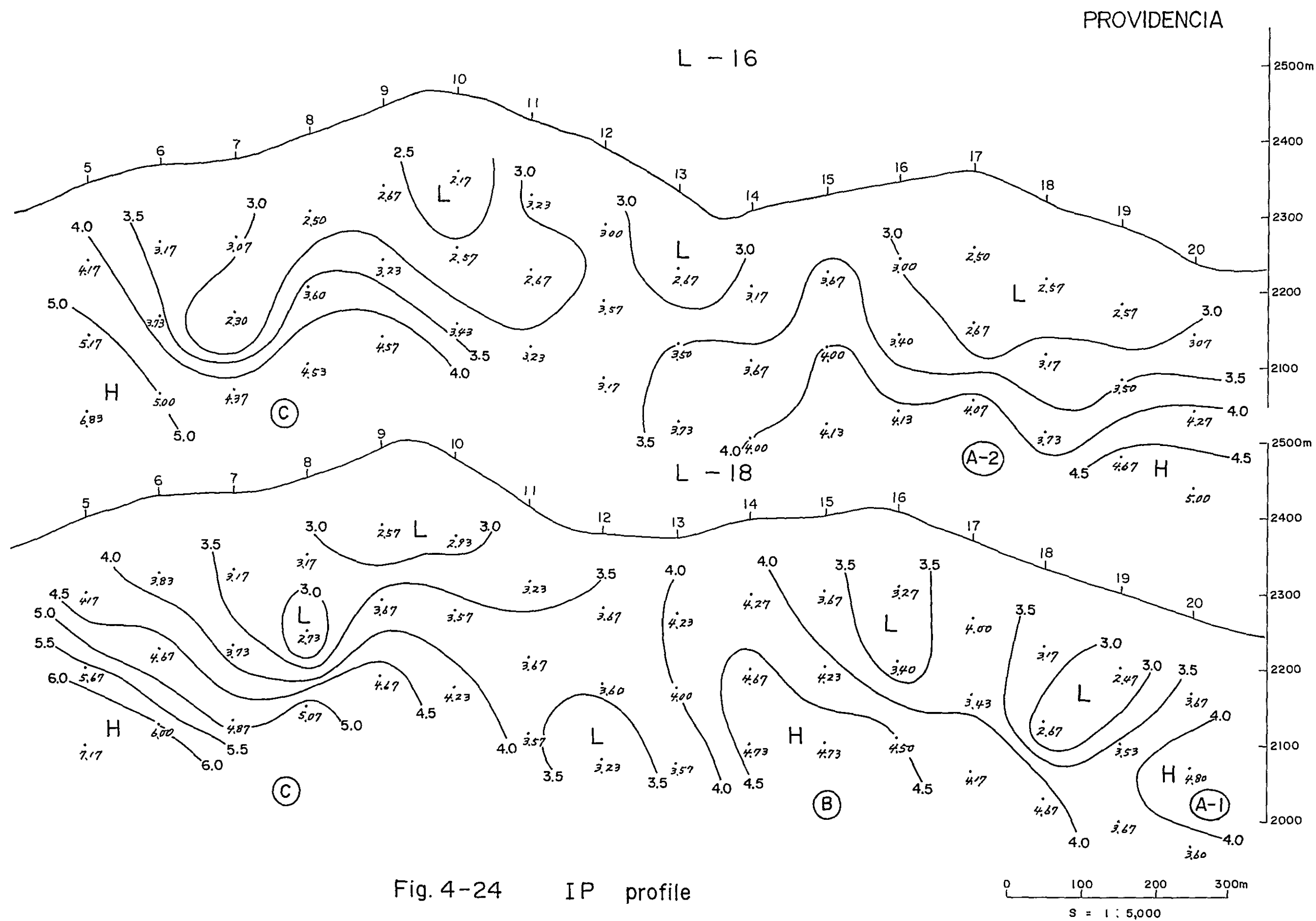


Fig. 4 - 22 Relation of chargeability and apparent resistivity inside the IP anomalous zone.

Table 4-6 Result of Profile Analysis (PROVIDENCIA Area)

Line	Anomaly name in M map (survey point)	M(milli-sec)	ρ_a anomaly	AMF anomaly	Remarks
L-12	A-2(15~20) C (5~10)	3.50 ~ 6.33 3.50 ~ 6.13	Remarkable high ρ_a below sp 13 and 14.	High AMF from deep below sp 5 to 7 and from sp 17 to 20.	High IP anomalies are distributed at both ends of this line.
L-14	A-2(15~20) C (5~ 8)	3.50 ~ 6.00 3.50 ~ 6.10	Remarkable high ρ_a below sp 9 and 12~14.	High AMF deep below sp 5~9 and below sp 20. AMF pattern below sp 12~14 and 9 is similar to that of ρ_a .	Same as above.
L-16	A-2(13~20) C (5~10)	3.50 ~ 5.00 3.50 ~ 6.83	High ρ_a from near surface of sp 12,13 and 15 to the deep of sp 17.	High AMF deep below sp 5~9 and below sp 20.	High IP anomalies are seen in the deep part of this line.
L-18	A-1(20) B (13~18) C (5~10)	4.00 ~ 4.80 4.00 ~ 4.73 4.00 ~ 7.17	Remarkable high ρ_a directly below sp 14.	High AMF deep below sp 7~9.	High IP anomalies at both ends and central part of this line are very remarkable.
L-20	A-1(17~20) B (12~15) C (5~ 9)	4.50 ~ 8.00 4.00 ~ 4.50 3.50 ~ 7.37	Specially high ρ_a below sp 13~15.	High AMF deep below sp 5~8 and below sp 19 and 20.	Same as above.
L-22	A-1(16~20) B (13~14) C (5~ 8)	4.00 ~ 8.17 3.50 ~ 4.00 3.50 ~ 6.67	High ρ_a from near surface of sp 7 to deep part of sp 9, deep below sp 11~14 and directly below sp 19.	High AMF deep below sp 5~7, near surface of sp 14~16 and directly below sp 20.	Same as above.
L-24	A-1(17~20) E, E-2(15) F (12~13) C (5~ 8)	4.00 ~ 9.00 3.50 ~ 4.50 3.50 ~ 3.67 3.50 ~ 7.17	Extremely high ρ_a deep below sp 14~16.	High AMF deep below sp 5~9 and directly below sp 19 and 20.	Three IP anomalies are seen in the central part of this line.
L-26	A-1(18~20) C (5~ 9) E (15~16)	4.00 ~ 8.17 3.50 ~ 7.17 4.00 ~ 4.67	Extremely high ρ_a in the near surface of sp 12 and directly below sp 15.	High AMF below sp 5~10 and sp 20.	High IP anomalies are distributed at both ends and central part in this line.
L-28	A-1(17~20) E-1(17) E-3(14~15) C (5~ 8)	4.00 ~ 7.93 3.50 ~ 3.80 3.50 ~ 4.23 3.50 ~ 6.43	Very high ρ_a deep below sp 11~13 and directly below sp 15.	High AMF directly below sp 19 and 20.	IP anomalies at both ends of this line are remarkable.
L-30	A-1(16~20) C (5~ 9)	3.50 ~ 8.17 3.50 ~ 6.00	Remarkable ρ_a deep below sp 11,12 and sp 14~16.	High AMF deep below sp 6,7 and below sp 18~20.	Same as above.





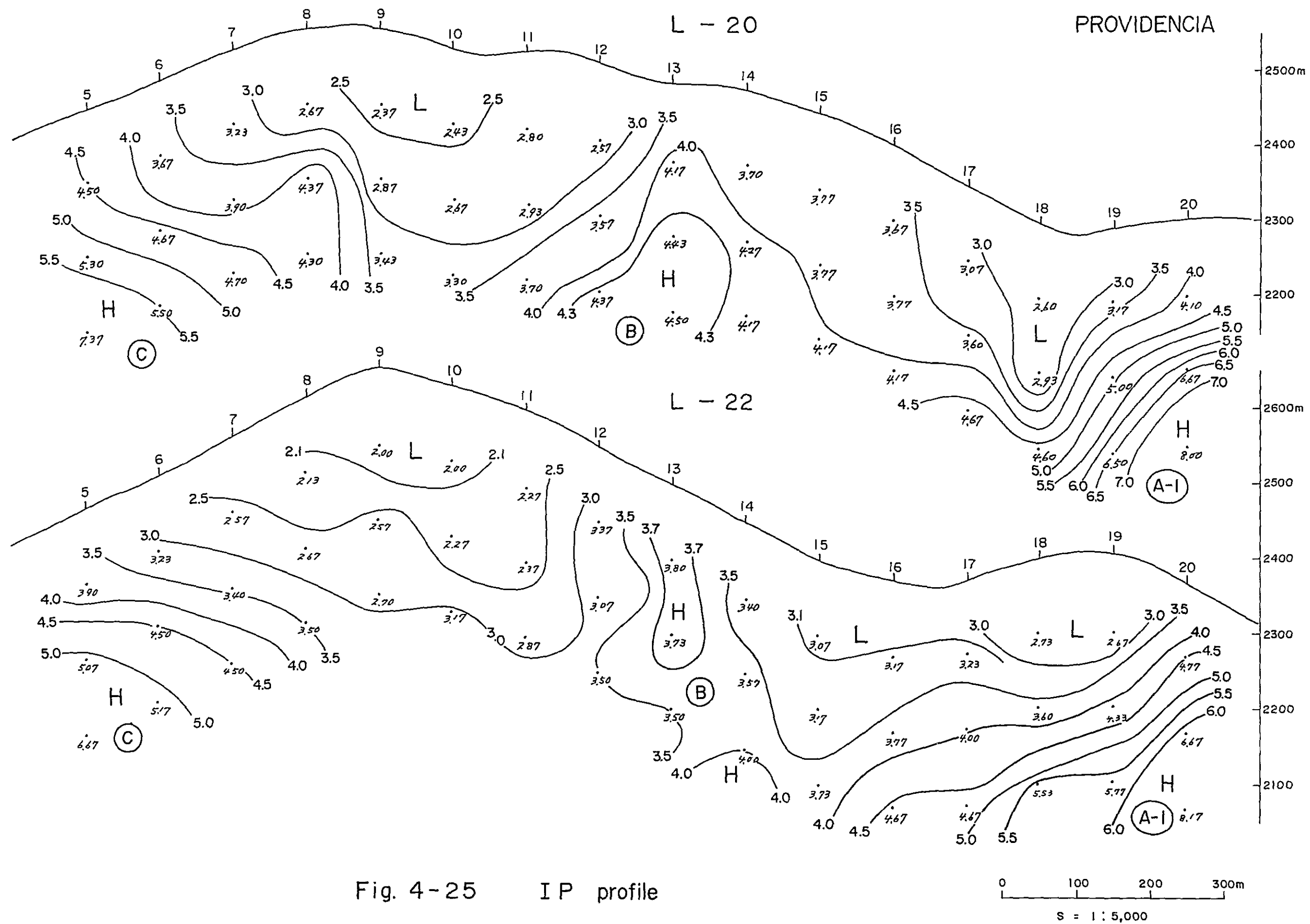


Fig. 4-25 IP profile

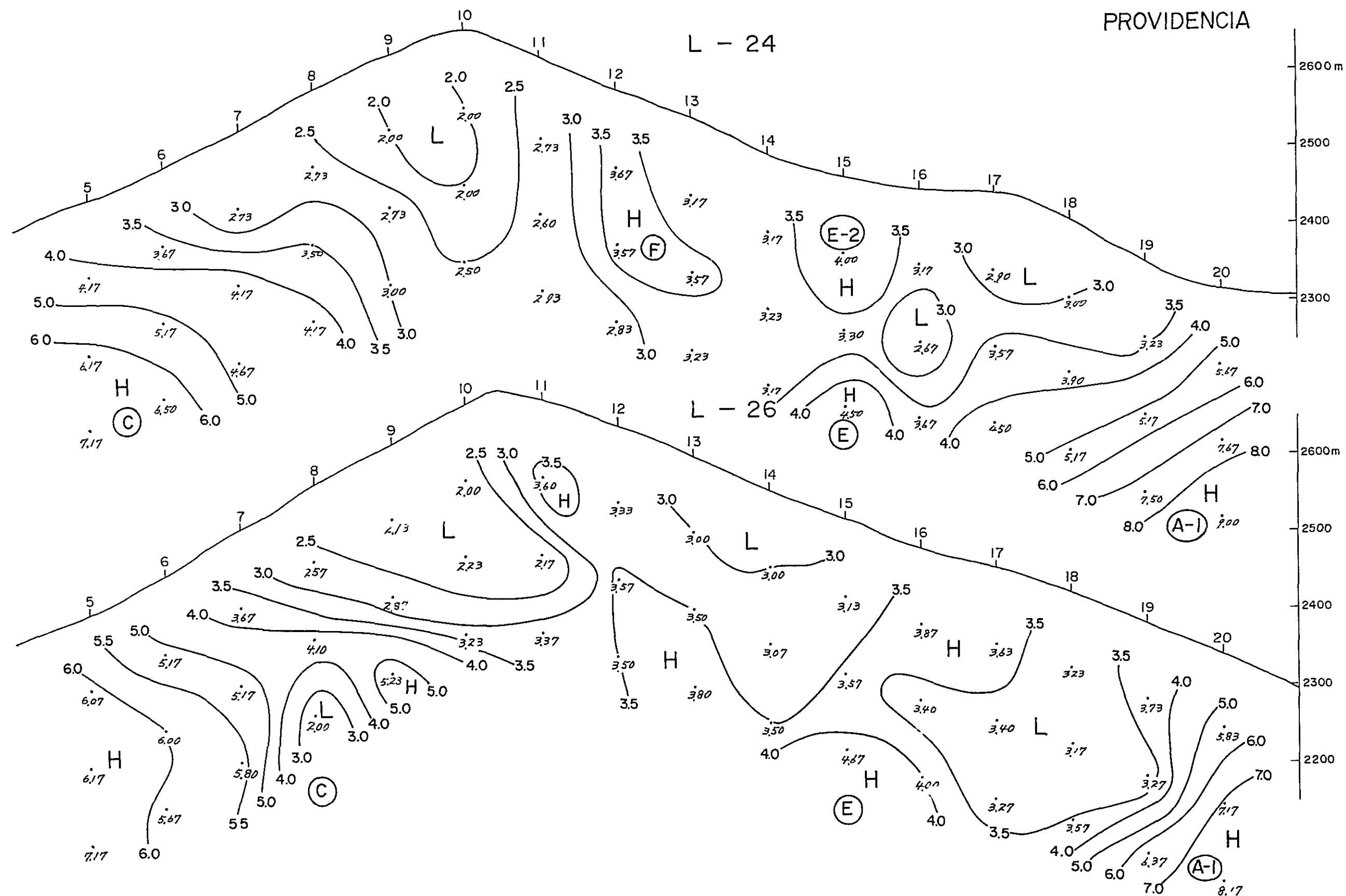


Fig. 4-26 IP profile

0 100 200 300m
S = 1 : 5,000

PROVIDENCIA

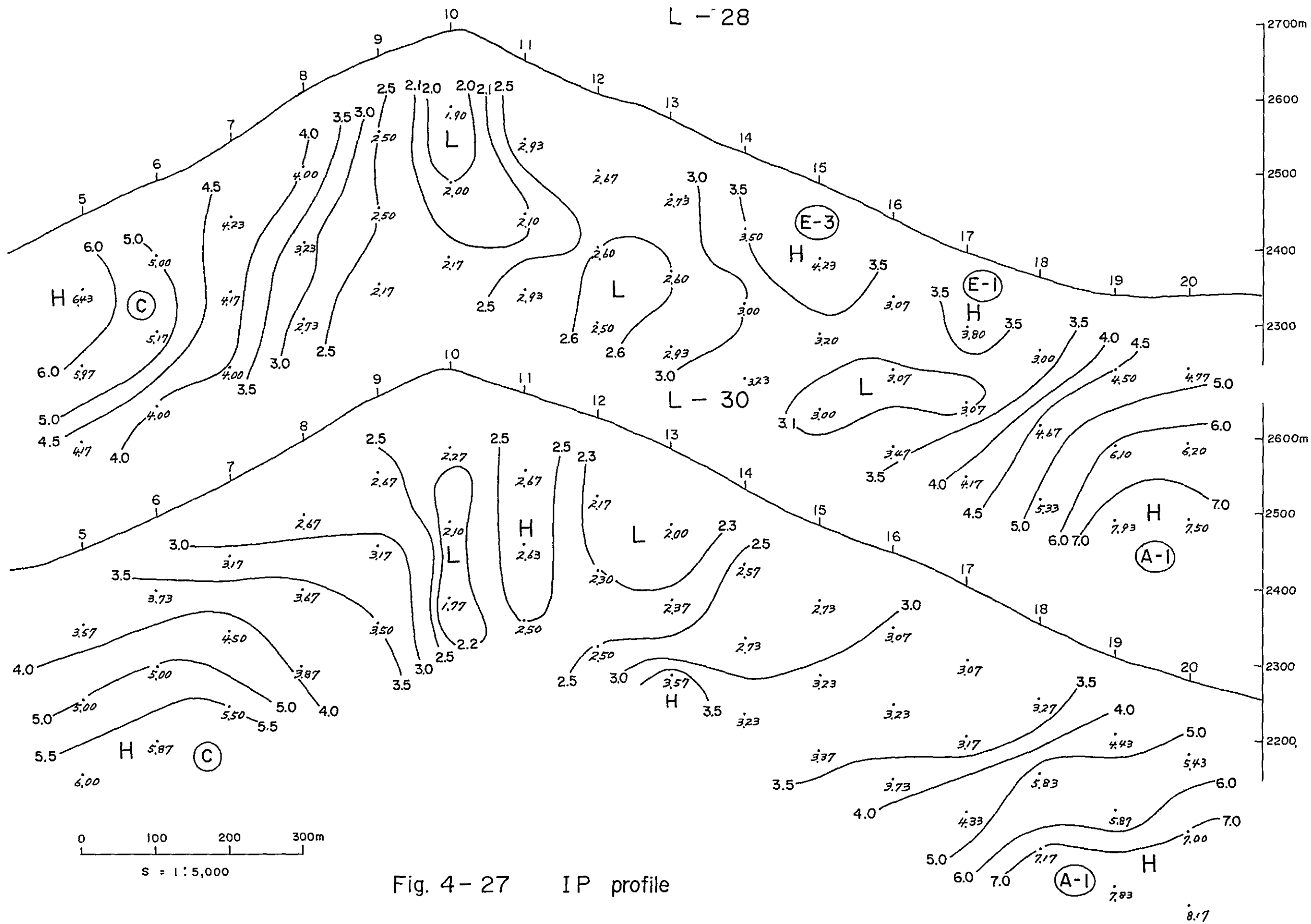


Fig. 4-27 IP profile

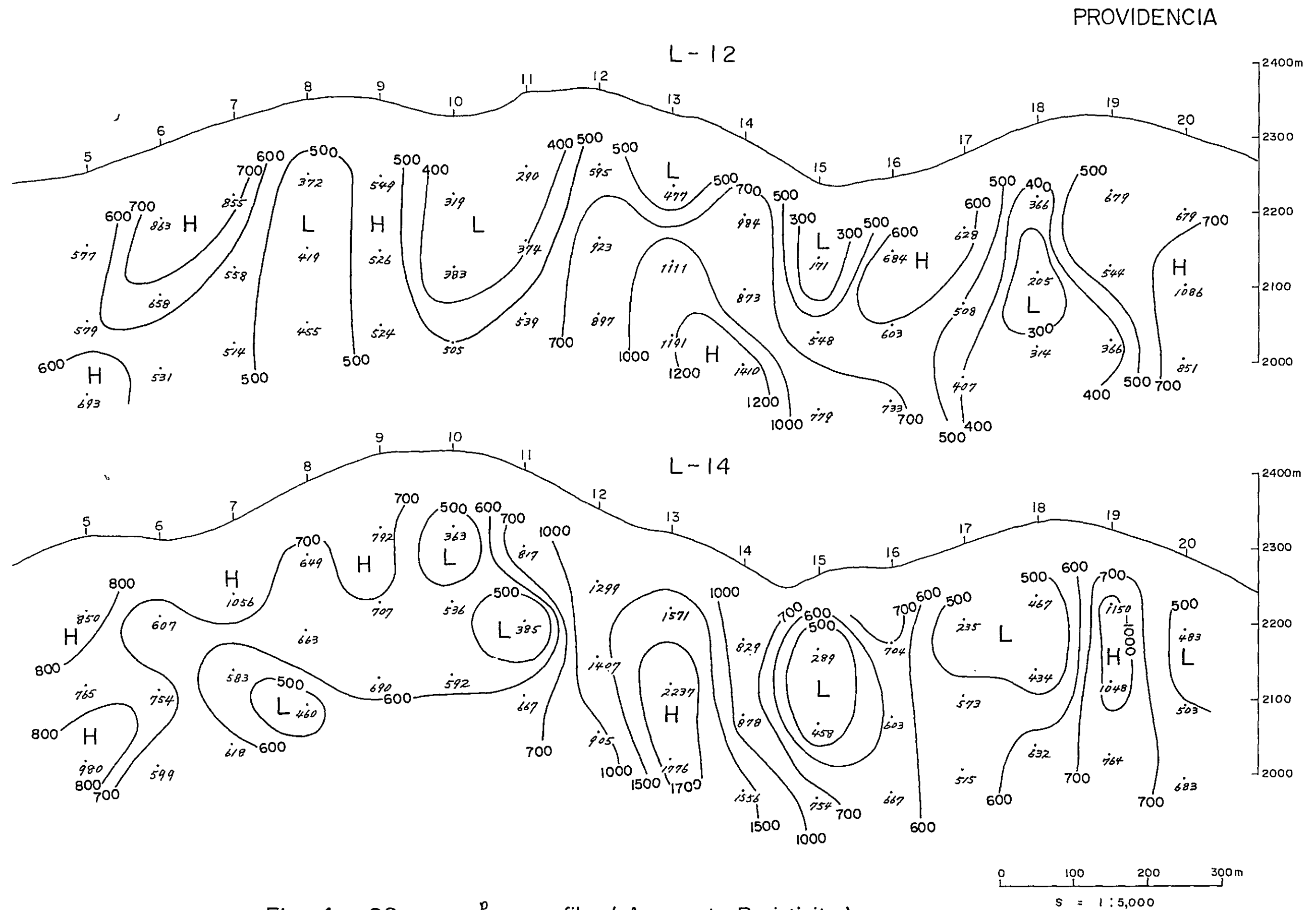
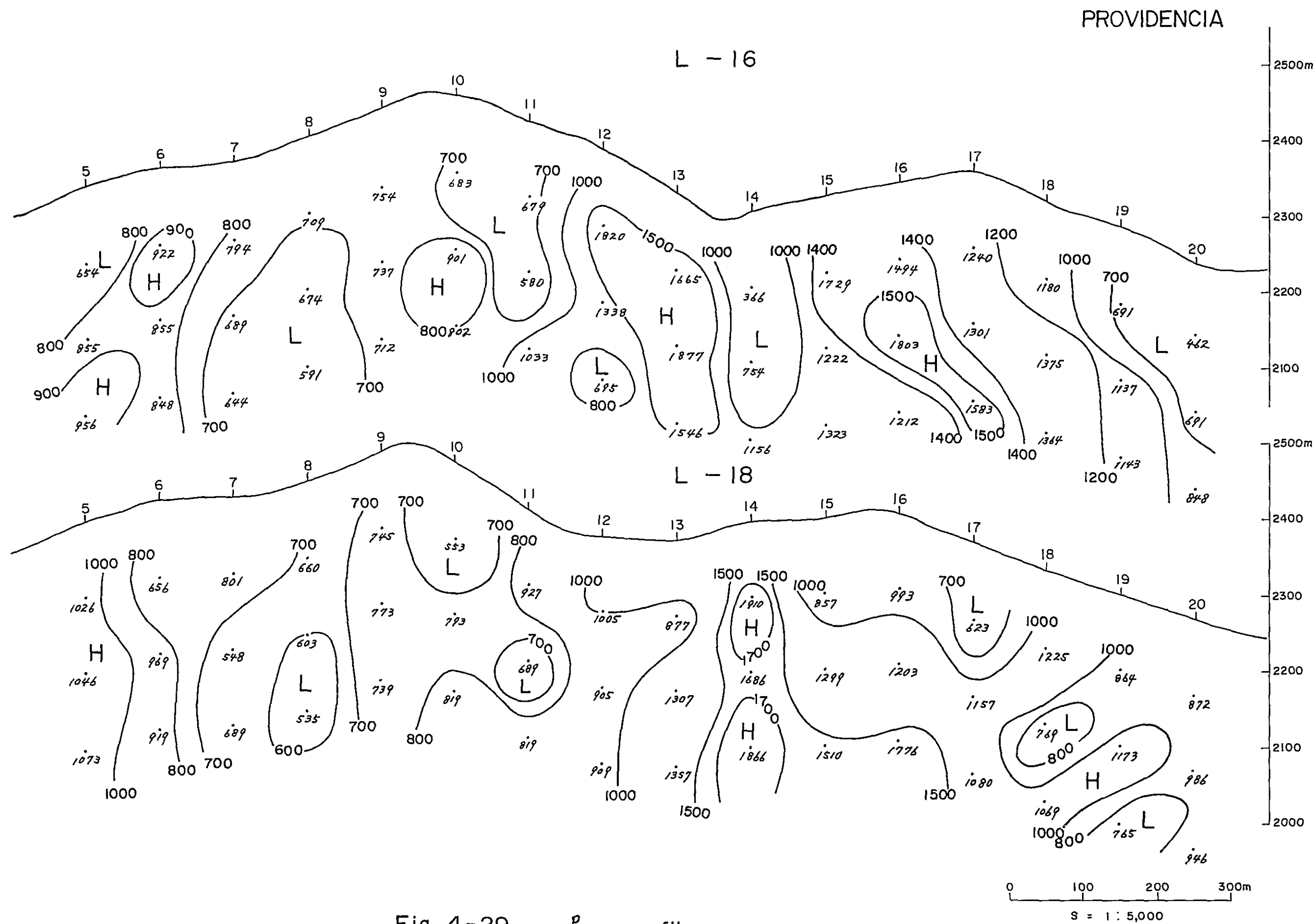


Fig. 4 - 28 ρ_a profile (Apparent Resistivity)



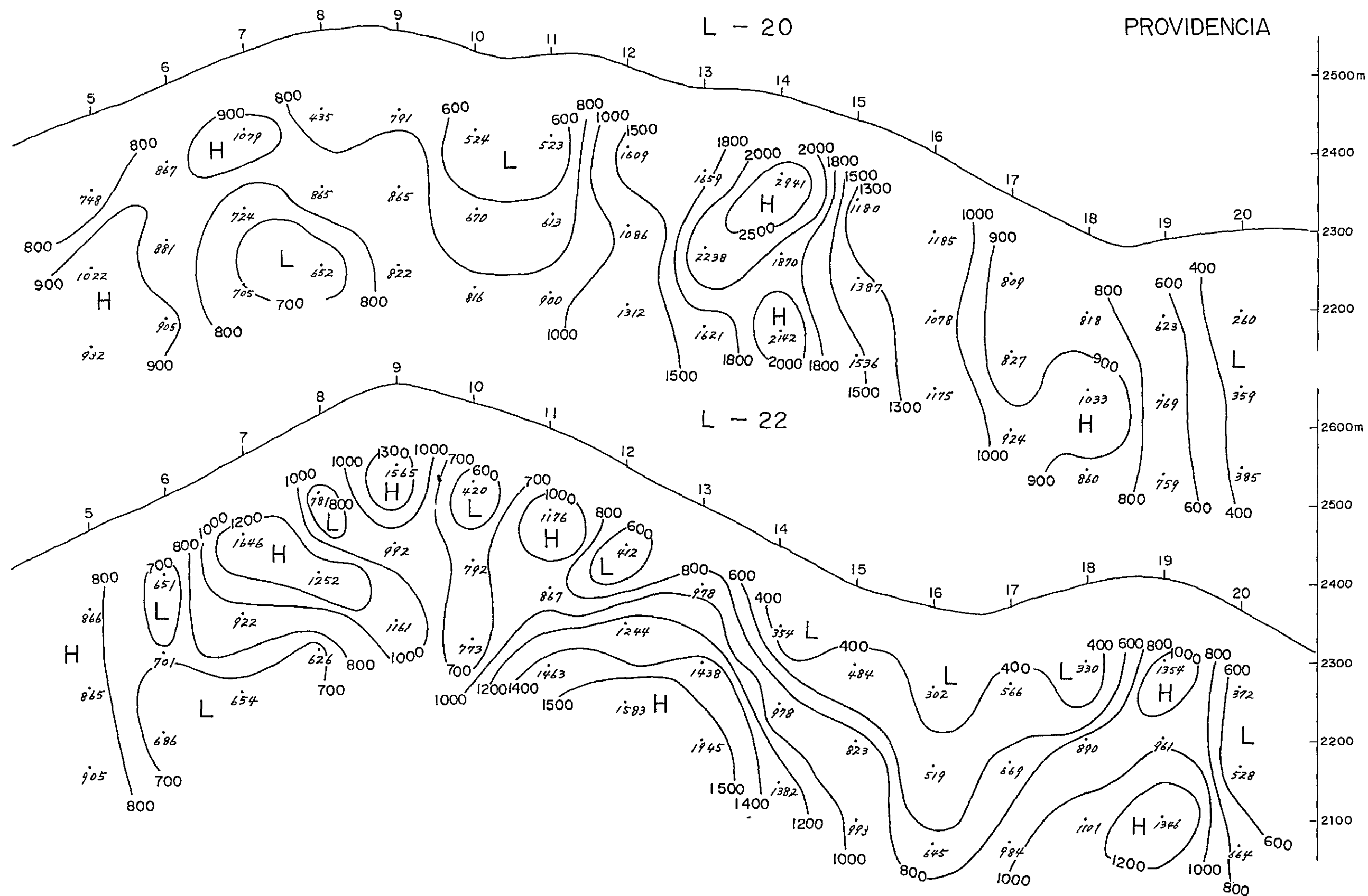


Fig. 4-30 p_a profile

0 100 200 300m
S = 1 : 5,000

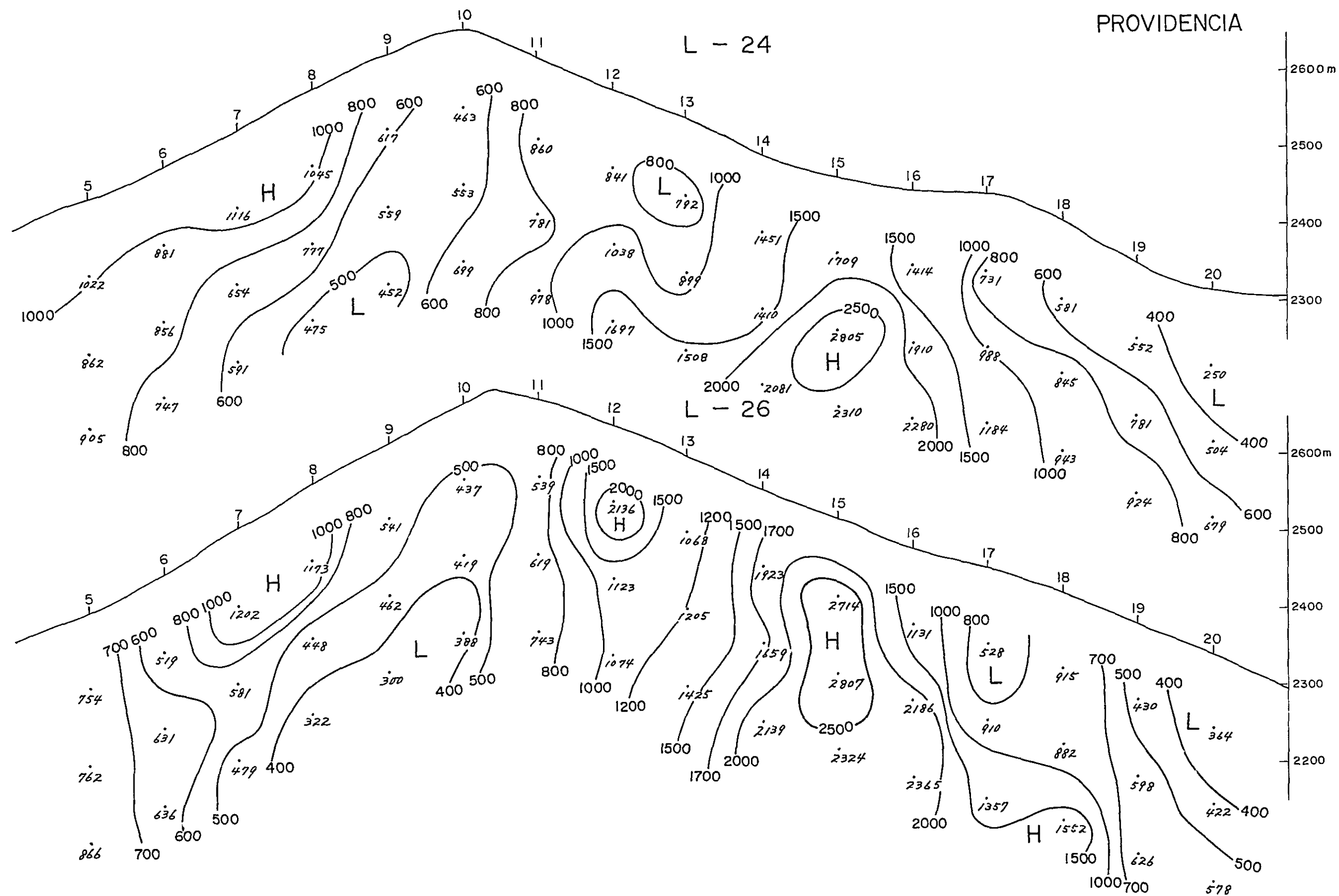
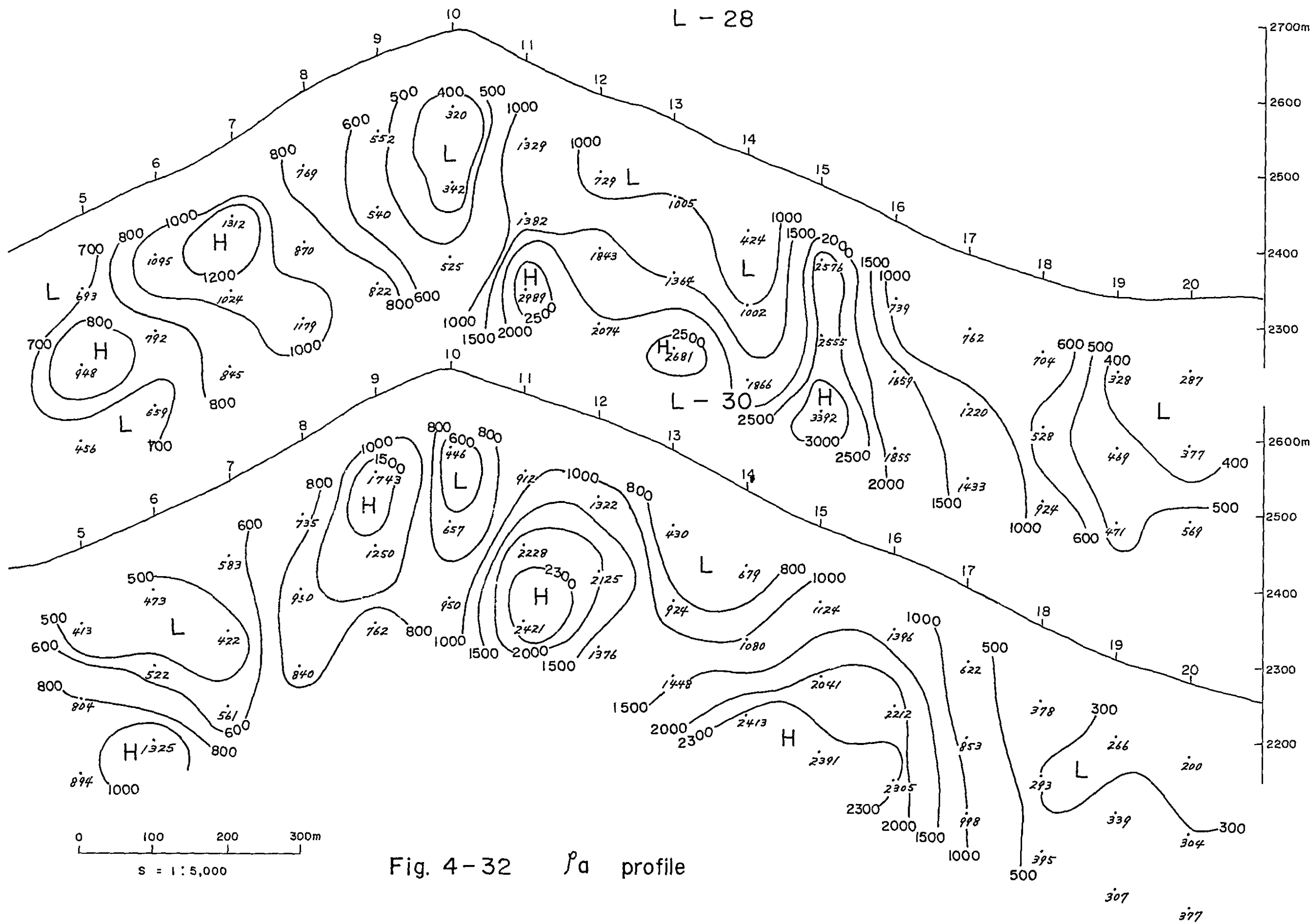


Fig. 4-31 p_a profile

0 100 200 300m
S = 1 : 5,000

PROVIDENCIA



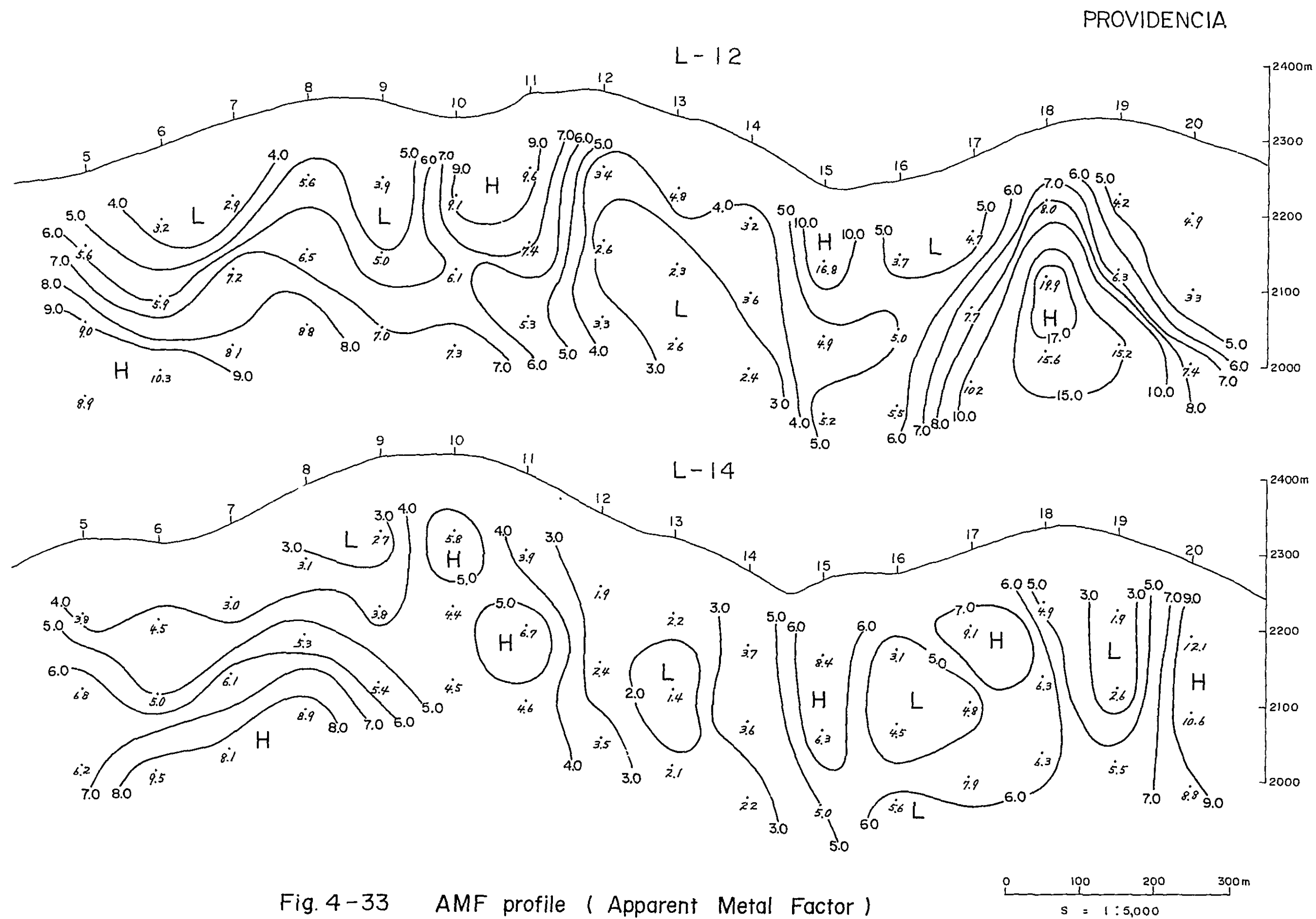
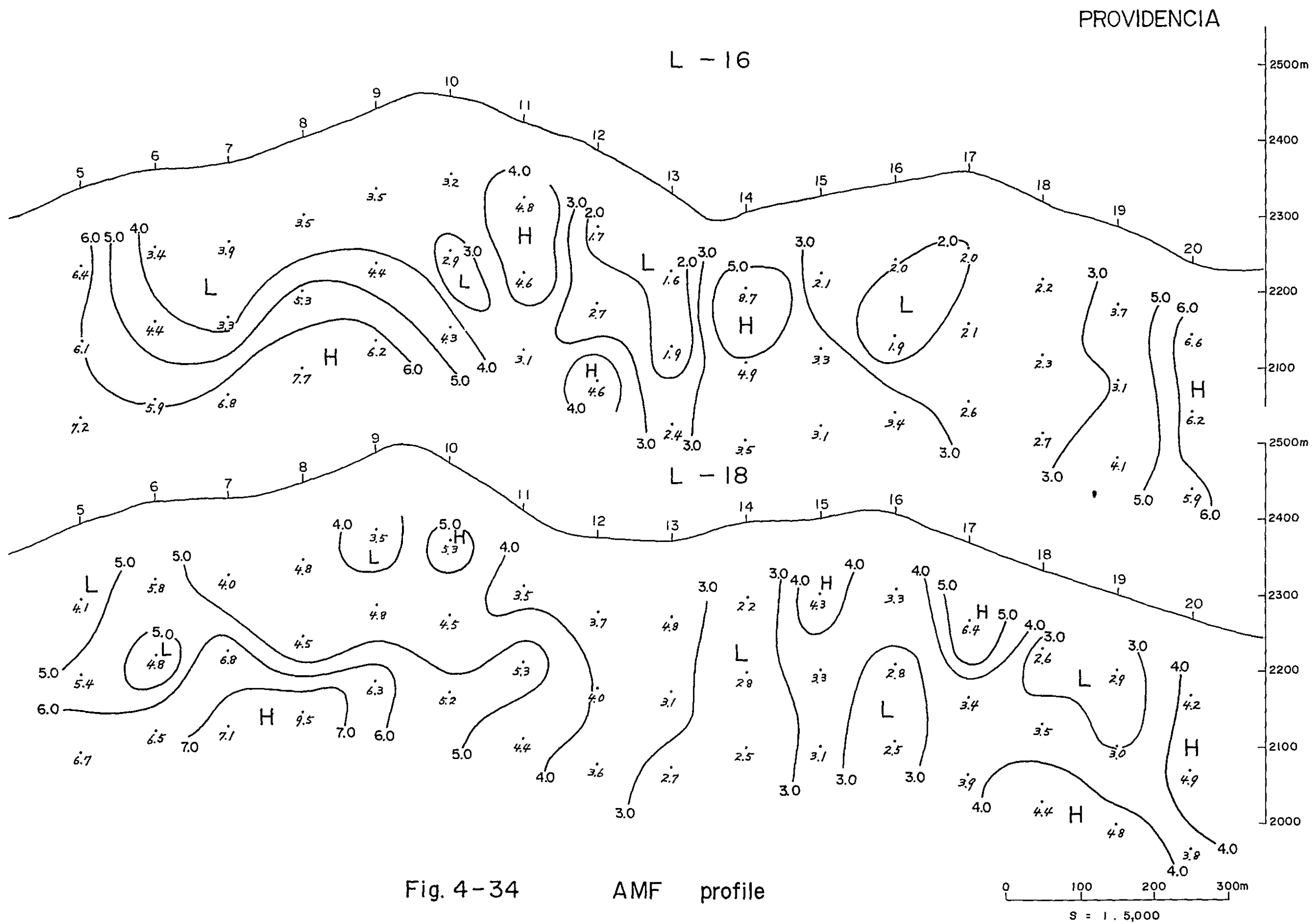


Fig. 4-33 AMF profile (Apparent Metal Factor)



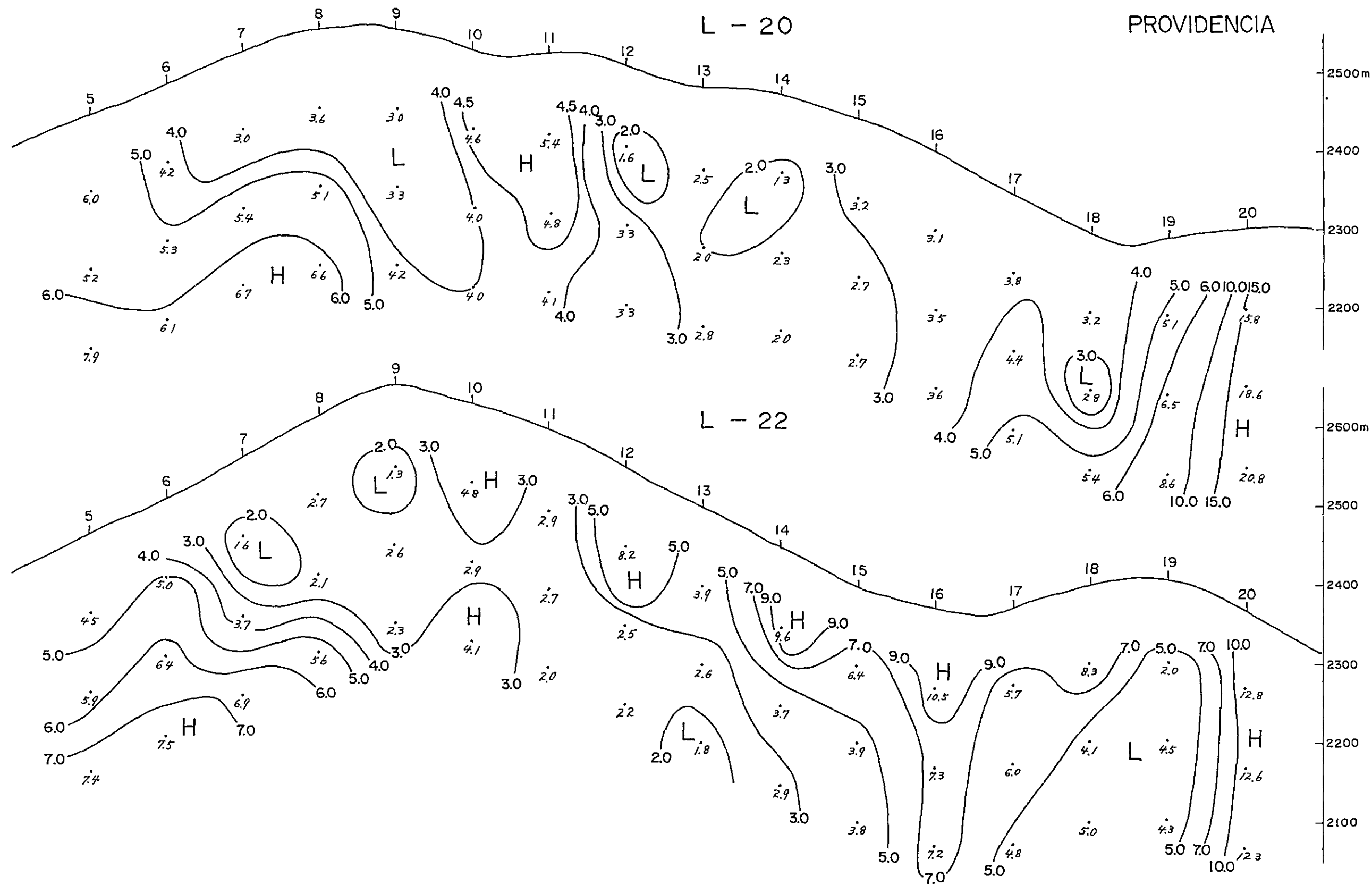
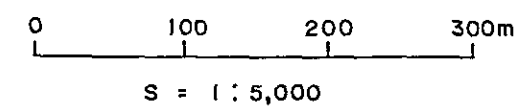


Fig. 4-35 AMF profile



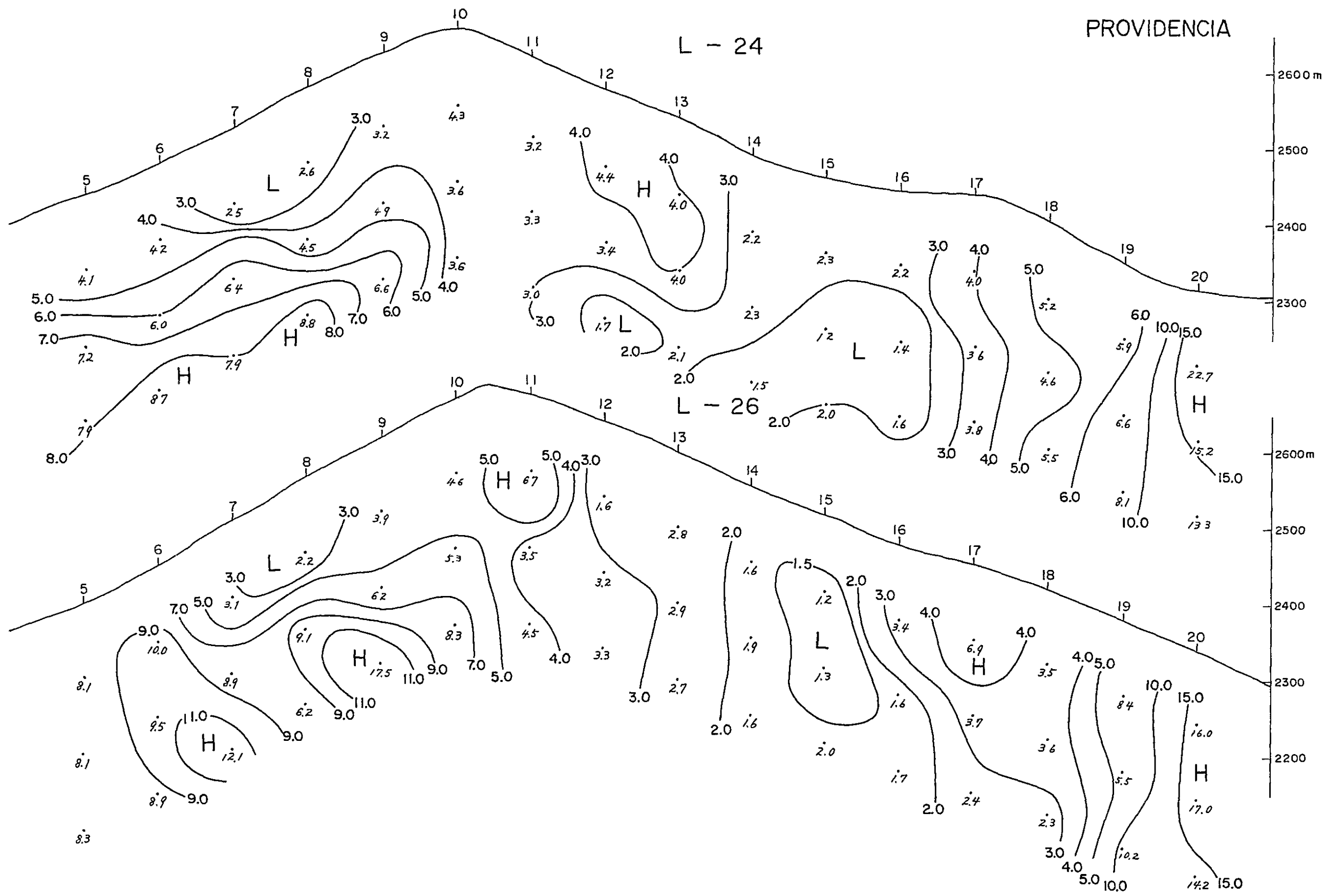


Fig. 4-36 AMF profile

PROVIDENCIA

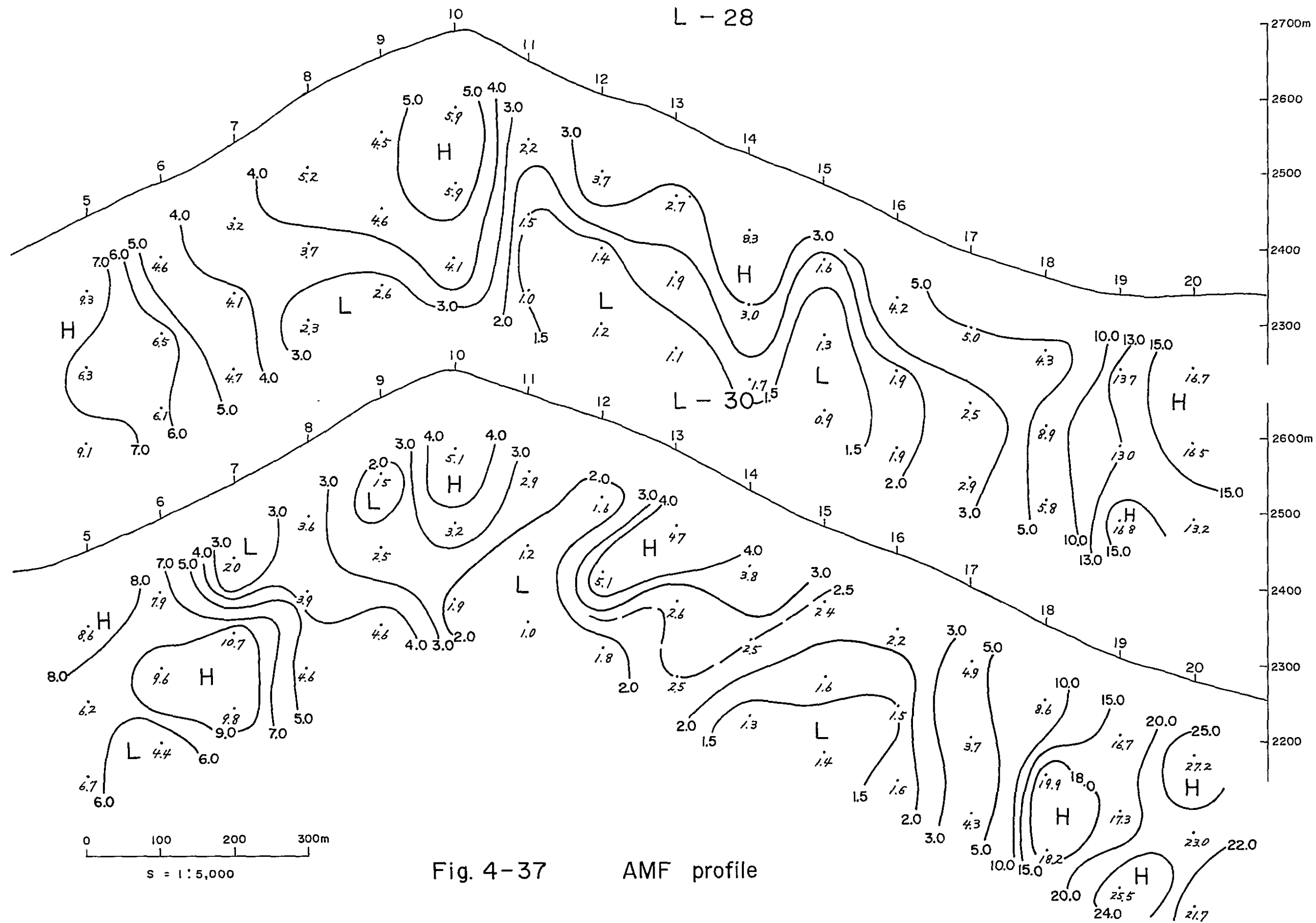


Fig. 4-37

AMF profile

