

Table II-7-4 Calculation of Revenue and Expenditure (Sum of 10 years)

Article	10,000 t/day treatment			9,000 t/day Treatment	8,000 t/day Treatment		
	First year ~ 7th year Total	8th year ~ 10th year Total	Sum Total				
Production	Mining (per day)	Mine	0.41% 3,500t	0.22% 2,000t	0.38% 3,050t	0.41% 2,500t	
		Desmonte	0.27 6,500	0.27 8,000	0.27 6,950	0.27 5,500	
		Total	0.32 10,000	0.26 10,000	0.302 10,000	0.309 8,000	
	Concentration	High Grade Conc.	Dry Conc.	50.0 73,900t	45.05 24,930t	48.76 98,830t	50.0 82,830t
			Tin Metal Recov.	55%	45%	53%	41,415
			Total	0.32 21,000	0.26 9,000	0.302 30,000	0.309 27,000
Concentration	Low Grade Conc.	Dry Conc.	4.10 81,900t	4.40 41,850t	4.2 123,750t	4.1 91,830t	
		Tin Metal Recov.	5%	7.9%	5.7%	3,765	
		Total	50.0 73,900t	45.05 24,930t	48.76 98,830t	50.0 82,830t	

(In 1000 U.S.\$)

Quotation Sum of Value	6 \$/lb 533,314.-	" 172,931.-	" 706,245.-	" 661,917.-	" 597,630.-
Net Revenue	409,104.-	123,022.-	532,126.-	507,729.-	458,424.-

Operation cost	Mining	Development	8,204	633	8,837	7,300	7,300
		Mine	24,535	6,009	30,544	25,430	25,430
		Desmonte	3,822	1,953	5,775	5,460	4,830
		Others	6,671	2,445	9,116	8,750	8,750
	Total	43,232	11,040	54,272	46,940	46,310	
	Concentration	Dam	3,346	957	4,303	4,110	3,430
		Maintenance	12,012	5,097	17,109	18,000	16,180
		Laboratory Safety	2,625	1,089	3,714	3,660	3,540
		Administration	10,843	4,647	15,490	15,490	15,490
		Labour, Social	9,849	4,155	14,004	13,850	13,850
Total		201,628	78,294	279,922	256,700	237,440	

Depreciation	91,848	39,363	131,211	122,267	115,084
--------------	--------	--------	---------	---------	---------

Payment of Interests	48,376	8,924	57,300	53,183	49,850
Net Profit	67,252	Δ 3,559	63,693	75,579	56,050

(元鉱品位Sn%)	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26
(増減額 us\$)	4.13	3.82	3.52	3.13	2.77

収入計算(ウ)

(A例) 10,000 t/日処理 新システム操業場合

第1期、(操業開始后 7ヶ年間) 1日当り

1 ロット: Catavi 錫精鉱(高品位)

(1) 重量: 1,034袋 湿量3.62t 水分2.8% 乾量3.52t (錫量1.76t)

(2) 品位: Sn 50%, Fe 6%, Si %

AS, Sb < 0.15%, Bi < 0.40%

(3) 建値: us\$ 6.00/lb

(4) 価値額: us\$ 232,808 (1.76 × 220,462 × 6.00)

(5) 製鍊費:

実収率分控除 us\$ 6,984 (3.52 × 0.015 × 220,462 × 6.00)

熔・精製費 us\$ 28,356 (3.52 × 80,558)

計 us\$ 35,340

(ペナルティー条件 適用なし)

(6) 販売費:

(山元-製鍊所)

鉄道運賃 us\$ 213 (3.62 × 6.70)

積込費 " 109 (" × 3.00)

袋代 " 827 (1,034 × 0.80)

保険料 " 70 (198,000 × 1.10 × 0.00032)

(小計) " 1,249

(製鍊所-仕向地)

海上運賃 us\$ 2,312 (1.76 × $\frac{0.485}{0.5}$ × 135.42)

陸上運賃 " 922 (" × 5.400)

積込費 " 102 (" × 6.00)

積卸費 " 102 (" × 6.00)

領事査証料 " 1 (" × 0.05)

手数料 " 222 (" × 13.00)

海上保険料 " 264 (198,000 × 1.1 × 0.00121)

(小計) " 3,925

計 us\$ 5,174

(7) 差引手取収入 us\$ 192,294

2 ロット：Catavi 錫精鉱（低品位，ボラティリゼーション向）

(1) 重量：800袋 湿量40t 水分25% 乾量39t（錫量1,599t）

(2) 品位：Sn4.1%

(3) 建値：us\$ 6.00/lb

(4) 価値額：us\$21,151 (1,599×2,204.62×6)

(5) 製錬費：ボラティリゼーション処理費：

us\$ 17,310 { 21,151.00 - (39×9850) }

社内仕切価値表 建値 us\$ 6場合

Sn4%=us\$94.70/t Sn4.2%=us\$102.30

(6) 販売費：

陸上運賃 us\$ 268 (40.0×6.70)

積込費 ・ 120 (40.0×3.00)

袋代 ・ 936 (800×1.17)

計 us\$ 1,324

(7) 差引手取収入 us\$ 2,517

3 総収入額 us\$ 194,811/日

・ 58,443,300/年

・ 409,103,700/7年

・ 19.48 /元鉱t

第2期，（操業開始後 8年目以降 3ヶ年間） 1日当り

1 ロット：Catavi 錫精鉱（高品位）

(1) 重量：827袋 湿量286t 水分3% 乾量27.7t（錫量1,248t）

(2) 品位：Sn45.05%，Fe6% S 1%

As, Sb < 0.15%，Bi < 0.40%

(3) 建値：us\$ 6.00/lb

(4) 価値額：us\$ 165,082 (1,248×2,204.62×6.00)

(5) 製錬費：

実収率分控除 us\$ 5,859 (27.7×0.01599×2,204.62×6.00)

(註) Sn50%場合 (-)1.5%基準

Sn50% - 1%につき0.02%(-)加算

∴ -4.95×0.02%=-0.099%

熔、精製費 us\$ 22,315 (27.7×805.58)

計 us\$ 28,174

(ペナルティ条件適用なし)

(6) 販売費:

(山元-製錬所)

鉄道運賃 us\$ 192 (28.6×6.70)

積込費 " 86 (28.6×0.80)

袋代 " 662 (827×0.80)

保険料 " 48 (137,000×1.10×0.00032)

(小計) " 988

(製錬所-仕向地)

海上運賃 us\$ 1,630 (12.48× $\frac{0.43451}{0.4505}$ ×135.42)

陸上運賃 " 650 (× " × 5.400)

積込費 " 72 (× " × 6.00)

積卸費 " 72 (× " × 6.00)

領事査証料 " 1 (× " × 0.05)

手数料 " 156 (× " × 13.00)

海上保険料 " 182 (137,000×1.1×0.00121)

(小計) " 2,763

計 us\$ 3,751

(7) 差引手取収入 us\$ 133,157

2 ロット: Catavi 錫精鉱(低品位、ポラティリゼーション向)

(1) 重量: 958袋 湿量47.9t 水分3% 乾量46.5t (錫量2046t)

(2) 品位: Sn 4.4%

(3) 建値: us\$ 600/lb

(4) 価値額: us\$ 27,064 (2046×220462×6)

(5) 製錬費: ポラティリゼーション処理費:

us\$ 21,944 {27,064.00-(46.5×110.10)}

(6) 販売費:

陸上運賃 us\$ 321 (47.9×6.70)

積込費 " 144 (47.9×3.00)

袋代 " 1,121 (958×1.17)

計 us\$ 1,586

(7) 差引手取収入	us\$	3,534	
3 総収入額	us\$	136,691	/日
		41,007,300	/年
		123,021,900	/3年
		13.67	/元銀t

(A例 10ヶ年間 総収入 us\$ 532,125,600)

収入計算(B)

(B例) 9,000 t/日 処理 新システム操業の場合

全期(操業開始後 10ヶ年間) 1日当り

1 ロット: Catavi 錫精鉱(高品位)

(1) 重量: 899袋 湿量31.46t 水分2.8% 乾量30.58t

(錫量15.29t)

(2) 品位: Sn 50%, Fe 6% S 1%

As, Sb < 0.15% Bi < 0.40%

(3) 建値: us\$ 600/lb

(4) 価値額: us\$ 202,252 (15.29 × 2,204.62 × 600)

(5) 製錬費:

実収率分控除 us\$ 6,068 (30.58 × 0.015 × 2,204.62 × 600)

焙・精製費 " 21,635 (30.58 × 805.58)

計 us\$ 30,703

(ペナルティー条件 適用なし)

(6) 販売費:

(山元-製錬所)

鉄道運賃 us\$ 211 (31.46 × 6.70)

積込費 " 94 (" × 3.00)

袋代 " 719 (899 × 0.80)

保険料 " 61 (172,000 × 1.1 × 0.00032)

(小計) " 1,085

(製錬所 - 仕向地)

海上運賃	us\$ 2,008	($15.29 \times \frac{0.485}{0.5} \times 135.42$)
陸上運賃	・ 801	(・ × 51.00)
積込費	・ 89	(・ × 6.00)
積卸費	・ 89	(・ × 6.00)
領事査証料	・ 1	(・ × 0.05)
手数料	・ 193	(・ × 13.00)
海上保険料	・ 229	($172,000 \times 1.1 \times 0.00121$)
(小 計)	・ 3,110	
計	us\$ 1,195	

(7) 差引手取収入 us\$ 167,054

2 ロット : Catavi 錫精鉱 (低品位 , ボラティリゼーション向)

(1) 重量 : 695 袋 湿量 3,177 t 水分 2.5 % 乾量 3,39 t

(錫量 1,39 t)

(2) 品位 : Sn 41 %

(3) 単 位 : us\$ 6.00 / lb

(4) 価値額 : us\$ 18,387 ($1.39 \times 2,204.62 \times 6$)

(5) 製錬費 : ボラティリゼーション処理費 :

us\$ 15,048 { $18,387 - (3,39 \times 9.850)$ }

(6) 販売費

陸上運賃 us\$ 233 ($3,177 \times 6.70$)

積込費 ・ 101 (・ × 3.00)

袋 代 ・ 813 (695×1.17)

計 us\$ 1,150

(7) 差引手取収入 us\$ 2,189

3 総収入額 us\$ 169,243 / 日

・ 50,772,900 / 年

・ 507,729,000 / 10年

18805 / 元鉱 t

収 入 計 算 (C)

(C 例) 8,000 t / 日 処理 新システム操業の場合

全 期 (操業開始后 10ヶ年間) 1日当り

1 ロット: Catavi 錫精鉱 (高品位)

(1) 重 量: 812袋 湿量 2841 t 水分 2.8% 乾量 27.61

(錫量 13805 t)

(2) 品 位: Sn50%, Fe6%, S 1%

As, Sb < 0.15% Bi < 0.40%

(3) 建 値: us\$ 6 / lb

(4) 価値額: us\$ 182,609 (13,805 × 2,204.62 × 6.00)

(5) 製錬費:

実収率分控除 us\$ 5,478 (27.61 × 0.015 × 2,204.62 × 6.00)

us\$ 22,242 (27.61 × 805.58)

us\$ 27,720

(ペナルティ条件 適正なし)

(6) 販売費:

(山元 - 製錬所)

鉄道運賃 us\$ 190 (2841 × 6.70)

積込費 " 85 (" × 3.00)

袋代 " 650 (812 × 0.80)

保険料 " 55 (155,000 × 1.1 × 0.00032)

(小 計) " 980

(製錬所 - 仕向地)

海上運賃 us\$ 1,813 (13,805 × $\frac{0.485}{0.5}$ × 135.42)

陸上運賃 " 723 (" 54.00)

積込費 " 80 (" 6.00)

積卸費 " 80 (" 6.00)

領事査証料 " 1 (" 0.05)

手数料 " 174 (" 13.00)

海上保険料 " 206 (155,000 × 1.1 × 0.00121)

(小 計) " 3,077

計 " 4,057

(7) 差引手取収入 us\$ 150,832

2 ロット：Catavi 錫精鉱（低品位，ボラティリゼーション向）

(1) 重量：628袋 湿量3139t 水分25% 乾量3061t（錫量1255t）

(2) 品位：Sn 4.1%

(3) 建値：us\$ 6.00/lb

(4) 価値額：us\$ 16,601（1255×2,204.62×6）

(5) 製錬費：ボラティリゼーション処理費

us\$ 13,586 {16,601 - (3061×98.50)}

(6) 販売費：

陸上運賃 us\$ 210 (3139×670)

積込費 " 94 (" ×3)

袋代 " 735 (628 ×1.17)

件 us\$ 1,039

(7) 差引手取収入 us\$ 1,976

3 総収入額 us\$ 152,808 /日

" 45,842,400 /年

" 45,842,400 /10年

19101 /元鉱t当

7-3-2 操業費

人件費については、通常の能率を基準にそれぞれの所要工数を算定し、且つ、現地の慣習による工数を見込み加算し、1工当り賃金は、8～13ドルをもって算出した。その結果、10,000t/日処理場合、所要人員1人当りの月平均人件費は略500ドルと現状に比し（1980～1981年実績）略35%増を見込んだことになる。

物品費については、主要物品には、それぞれ所要量を算出し、現地調達物品は、実績単価、又、輸入物品は、日本産価格を基準として算定した。

その他、経費中の電力料は、実績単価を採用した。

現在ボリビアにおいては為替レート200ペソ/ドルの固定相場制を採用しているものの、短期にあるため物価などについては比較的安定していた一昨年の1980年当時のものを主として採用して算定に使用、又、貨幣単位についてはすべて米貨ドル建て表示とした。

以上の結果、操業費は、次に示す如く、(A)-1 28,804千ドル、(A)-2 26,098千ドル、(B) 25,670千ドル、(C) 23,744千ドルとなった。

尚、上記の元鉱t当り原価は、下記の如くである。

(A)-1 9,601ドル (A)-2 8,699ドル (B) 9,507ドル (C) 9,894ドル
即ち、当然のことながら、Desmonteの出鉄割合が、一番大きい(A)-2が、原価的には最も低い。

7-3-3 減価償却費 (Table. B-7-9 参照)

建設費総額 13,100万ドル (10,000 t/日処理場合) を全額借入金により賄うものとしたので建設期間中の支払利息1,500万ドルもこれに含んでいる。

これを、10ケ年間に全額償却するものとして算定、10ケ年操業期間中の重機類の一部の買換は、操業費の中に見込んだ。

尚、9,000 t/日処理場合は、12,200万ドル、8,000 t/日処理場合は、11,500万ドルと算定しており、元鉄1 t 当り原価は、437ドル (10,000 t/日) 453ドル (9,000 t/日) 480ドル (8,000 t/日) である。

又、建設費10%増は、各々原価を0.44ドル (10,000 t/日の場合) 0.45ドル (9,000 t/日) 0.48ドル (8,000 t/日) 上げる。

7-3-4 支払利息

建設投資総額13,100万ドル (10,000 t/日処理) を全額借入金により賄い、元本を、操業開始後、毎年度末に10ケ年平均返済するものとし、利息は、6%年利をもって算出した。且つ、運転資金としては、常時6ヶ月分を保有、これも借入金によるものとして算定した。(但し、利息は10%)

その結果、支払利息の総額 (10ケ年) は5,700万ドル (10,000 t/日)、5,300万ドル (9,000 t/日)、5,000万ドル (8,000 t/日) となった。

元鉄1トン当り、各々1.91ドル、1.97ドル、2.08ドルである。

尚、利息の1%増は各々860万ドル、800万ドル、750万ドルの支払増に経ながら、1トン当りでは各々0.29ドル、0.30ドル、0.31ドルの増となる。

7-3-5 利益

前述のそれぞれの項目を算定した結果、操業期間10ケ年間の総計で、下記の通りの項目の利益を計上することが出来るようになった。

Table II-7-5 Details of Operation Cost (In the case of 10,000 t/day)
7 years since first of operation

Item		Mining	Concentration	Maintenance	Administration			Total
					Laboratory Safety	Adminitt-ration	Labour and Soci. Welf.	
Personnel	Salary Worker	49 ^{per}	65 ^{per}	41 ^{per}	9 ^{per}	86 ^{per}	137 ^{per}	387 ^{per}
	Daily Labour	289	185	160	16	62	55	767
	Total	338	250	201	25	148	192	1154

(In 1000 U.S.\$)

(By Elements)	Labour Cost	2,522	1,515	1,065	131	755	948	6,936
	Material	2,914	8,647	939	218	244	209	13,171
	Other Expense	740	6,941	190	26	550	250	8,697
	Total	6,176	17,103	2,194	375	1,549	1,407	28,804
(By Costs)	Development Cost	1,172	(@1.26 x 6,510 ^{1000t/7 years})		@1,116/ton of Extraction		-	1,172
	Mining	3,505	(@4.246 x 1,050 ^{1000t})		-	-	-	3,505
	Mining Cost of Desmonte	546	(@0.28 x 1,950 ^{1000t})		-	-	-	546
	Concentration Cost	-	17,103	(@5.70 x 3,000 ^{1000t})		-	-	17,103
	Cost of Swelling of Balk of Dam	-	-	478	-	-	-	478
	Subtotal	5,223	17,103	478	-	-	-	22,804
	Common Cost	953	-	1,716	375	1,549	1,407	6,000
	Total	6,176	17,103	2,194	375	1,549	1,407	28,804

(Cost per Ton of production of Crude Ore) 5.059 5.701 0.731 0.125 0.516 0.469 9.601

Table II-7-6 Details of Operation Cost (In the case of 10,000 t/day)

3 years since the 8th year of operation

Item		Mining	Concentration	Maintenance	Administration			Total
					Laboratory Safety	Administration	Labor and Soci. Well.	
Personnel	Salary Worker	38 ^{per}	65 ^{per}	41 ^{per}	9 ^{per}	86 ^{per}	132 ^{per}	371 ^{per}
	Daily Labor	161	185	160	16	62	53	637
	Total	199	250	201	25	148	185	1,008

(In 1000 U.S.\$)

By Elements	Labour Cost	1,660	1,515	1,015	13.1	755	926	6,002
	Material	1,520	8,647	866	206	244	209	11,692
Other Expense	500	6,941	137	26	550	250	8,404	
Total	3,680	17,103	2,018	363	1,549	1,385	26,098	
By Costs	Development Cost	211	(@1.26 x 504 ^{1000 t/3 years})	@0.352/t of Extraction —	—	—	—	211
	Mining	2,003	(@3,338 x 600 ^{1000 t})	—	—	—	—	2,003
	Mining Cost of Desmonte	651	(@0.271 x 2,400 ^{1000 t})	—	—	—	—	651
	Concentration Cost	—	17,103	(@5,701 x 3,000 ^{1000 t})	—	—	—	17,103
	Cost of Swelling of Bulk of Dam	—	—	319	—	—	—	319
	Subtotal	2,865	17,103	319	—	—	—	20,287
	Common Cost	815	—	1,699	363	1,549	1,385	5,811
Total	3,680	17,103	2,018	363	1,549	1,385	26,098	

(Cost per Ton of production of Crude Ore) 1,227 5,701 0.673 0.121 0.516 0.461 8,699

Table II-7-7 Details of Operation Cost (In the Case of 9,000 t/day)

10 years since the first year of operation

Item	Mining	Concentration	Maintenance	Administration			Total
				Laboratory Safety	Administ-ration	Labour and Soc. Welf.	
Personnel							
Salary Worker	49 ^{per}	65 ^{per}	41 ^{per}	9 ^{per}	86 ^{per}	132 ^{per}	382 ^{per}
Daily Labour	228	171	155	16	62	53	685
Total	277	236	196	25	148	185	1,067

(In 1000 U.S.\$)

By Costs	Labour Cost	1,988	1,414	1,064	131	755	926	6,308
	Material	2,090	7,772	931	209	244	209	11,455
Other Expense	616	6,249	216	26	550	250	7,907	
Total	4,694	15,465	2,211	366	1,549	1,385	25,670	
By Elements	Development Cost	730	(@1.26 x 5,791 ^{1000t/10 years})	ton of Extraction	—	—	—	730
	Mining	2,543	(@3.39 x 750 ^{1000t})	—	—	—	—	2,543
	Mining Cost of Desmonte	546	(@0.28 x 1,950 ^{1000t})	—	—	—	—	546
	Concentration Cost	—	15,465	(@ 5,728 x 2,700 ^{1000t})	—	—	—	15,465
	Cost of Swelling of Balk of Dam	—	—	411	—	—	—	411
	Subtotal	3,819	15,465	411	—	—	—	19,695
	Common Cost	875	—	1,800	366	1,549	1,385	5,975
Total	4,694	15,465	2,211	366	1,549	1,385	25,670	

(Cost per Ton of production of Crude Ore)

1,739 5,728 0.819 0.136 0.574 0.513 9,507

Table II-7-8 Details of Operation Cost (In the Case of 8,000 t/day)

Item	Mining	Concentration	Maintenance	Administration			Total
				Laboratory Safety	Administration	Labour and Soc. Welf.	
Personnel							
Salary Worker	49 ^{per}	65 ^{per}	37 ^{per}	8 ^{per}	86 ^{per}	132 ^{per}	377 ^{per}
Daily Labour	221	162	145	15	62	53	658
Total	270	227	182	23	148	185	1,035

(In 1000 U.S.\$)

By Elements								
	Labor Cost	1,972	1,402	966	122	755	926	6,143
Material	2,050	6,908	816	206	244	209	10,433	
Other Expense	609	5,554	179	26	550	250	7,168	
Total	4,631	13,864	1,961	354	1,549	1,385	23,744	
By Costs	Development Cost	730	(@ 1.26 x 5,791 ^{1000t/10 years})		@ 0.973/ton of Extraction		—	730
	Mining	2,543	(@ 3.39 x 750 ^{1000t})		—	—	—	2,543
	Mining Cost of Desmonte	483	(@ 0.293 x 1,650 ^{1000t})		—	—	—	483
	Concentration Cost	—	13,864	(@ 5,777 x 2,400 ^{1000t})		—	—	13,864
	Cost of Swelling of Balk of Dam	—	—	343	—	—	—	343
	Subtotal	3,756	13,864	343	—	—	—	17,963
	Common Cost	875	—	1,618	354	1,549	1,385	5,781
	Total	4,631	13,864	1,961	354	1,549	1,385	23,744

(Cost per Ton of production of Crude Ore) 1,930 5,777 0.817 0.145 0.645 0.577 9,894

Table II-7-9 Details of Construction Cost

	The case of 10,000 t/day	The case of 9,000 t/day	The case of 8,000 t/day
Mining Equipment	6,772 ^{1,000\$}	5,612 ^{1,000\$}	5,436 ^{1,000\$}
Mineral Concentration Equipment	78,257	73,209	67,961
Water Service Equipment	3,534	3,318	3,092
Waste Heap Equipment	4,732	4,023	4,479
Offices and Houses	1,633	1,633	1,633
Business Equipment	455	455	455
Other Expense	20,942	19,842	18,688
Subtotal	116,325	108,092	101,744
Payment of interests during period of construction	14,886	14,175	13,340
Total	131,211	122,267	115,084
(Per ton of Crude Ore)	(4,374\$)	(4,528\$)	(4,795\$)
For 1% up of interes (Per ton of Crude Ore)	2,481 ^{1,000\$} (0.083\$)	2,362 ^{1,000\$} (0.087\$)	2,223 ^{1,000\$} (0.093\$)
10% up of total cost (per ton of Crude Ore) (10% up for per ton of Crude Ore)	144,332 (4,811\$) (0.437\$)	131,494 (4,981\$) (0.453\$)	126,592 (5,275\$) (0.48\$)
10% down of total cost (per ton of Crude Ore) (10% down for per ton of Crude Ore)	118,090 (3,936\$) (0.438\$)	110,040 (4,076\$) (0.452\$)	103,576 (4,316\$) (0.479\$)

Table II-7-10 Statement of Income and Expenditure

Item	The case of 10,000 t/day	The case of 9,000 t/day	The case of 8,000 t/day
Net Income (Income after discounted Sales Cost)	532,126 ^{1,000S} (18,449)	507,729 ^{1,000S} (16,935)	458,424 ^{1,000S} (15,288)
Operation Cost	279,922	256,700	237,440
Depreciation	131,211	122,267	115,084
Payment of Interest	57,300	53,183	49,850
Profit	63,693	75,579	56,050
(Per ton of Crude Ore)	(2.123)	(2.799)	(2.335)

第Ⅲ部 将来のための探査計画

第1章 調査地域の一般地質及び地質構造

1-1 調査の概要

本調査地域は Catavi 鉱山, Huanuni (ウスニ) 鉱山, San Florencio 鉱床, Morococala (モロコカラ) 鉱山, Santa Fe (サンタ・フェ) 鉱山, Japo (ハボ) 鉱山, San Luis (サン・ルイス) 鉱床などの各鉱床が分布し、ボリビアに於ける主要な錫鉱床地帯を形成している。特に Catavi 鉱山の Llalagua 鉱床, Huanuni 鉱山の Huanuni 鉱床は規模の点よりも世界的な鉱床である。調査の範囲はこれらの鉱床を含み、北西端、南緯 $18^{\circ}-8'-19''$ 、西経 $66^{\circ}-59'-34''$ 、北東端、南緯 $18^{\circ}-00'-33''$ 、西経 $66^{\circ}-47'-51''$ 、南東端、南緯 $18^{\circ}-26'-35''$ 、西経 $66^{\circ}-28'-43''$ 、南西端、南緯 $18^{\circ}-34'-22''$ 、西経 $66^{\circ}-39'-26''$ の点で囲まれる長方形の地域であり、その面積は $1,500\text{km}^2$ ($25\text{km}\times 60\text{km}$) である。

今回の調査は短期間であり、全体を踏査し、新たに地質図を作成することは不可能であるため、COMIBOL、ボリビア地質調査所、金属鉱業事業団などが実施し作成した調査資料を基に10万分の1の地質図を作成し、更に各種の既存物理探査資料などの解釈を行って有望地域の選定と有望地域に対する探査計画を策定した。現地の踏査は約1週間である。

1-2 一般地質

本地域を構成する堆積岩は下位より上位に向かって、Cancañiri (カンカニリ) 層, Llalagua 層, Uncia (ウンシア) 層, Catavi 層, 白亜紀層, 第三紀層, 第四紀層に分けられ、これらはほぼ北北西、南南東の走向を有して分布する。これらの堆積岩の時代は Cancañiri 層より Uncia 層中部まではシルリア紀, Catavi 層まではデボン紀に属するとされている。火成岩類は La Salvadora (ラ・サルバドーラ) 石英斑岩, Huanuni 周辺の石英斑岩派、更に新世に噴出し広く調査地域の東半を被り流紋岩溶岩が存在している。

1) Cancañiri 層

層厚 $\pm 1,000\text{m}$ で、時代はシルリア紀中部に属する。岩相は暗灰色～黒色を呈する礫岩で無層理塊状である。礫は歪角又は円形の石英、黒色粘板岩、頁岩、花崗岩で、 $5\sim 20\%$ の径である。基質は黒色砂質で硬砂岩に属する。侵食に対し特徴ある地形を示し、岩石表面が象皮状となっている。調査地域では広く背斜結部に分布している。

2) Llalagua 層

層厚 $\pm 200\text{m}$ 、時代はシルリア紀中部からデボン紀下部に属する。模式地は調査地域の南北の Llalagua 地方で Cancañiri 層を整合に覆い背斜部を形成する。地域全般にわた

り三条の帯となって北端より南端にかけて連続して発達している。岩質は一般に緻密堅硬な灰色砂岩より構成されているが、下部は雲母を多量に有する暗緑灰色粘板岩と互層する。本層の中部は淡灰色細粒珪質砂岩より構成され緻密堅硬かつ無層理塊状で侵食に強く長く連続した尾根を形成し、その特徴から、本層の空中写真判読を極めて容易にしている。上部は再び粘板岩と珪質砂岩とが互層し且薄層層理となってUncia層に漸移する。

(3) Uncia 層

層厚+1,000m, 時代はデボン紀下部に属する。模式地は調査地域の南東端に近いUncia町で、調査地域では向斜部又は向斜部の両翼に分布することが多く、上記Llallagua層と平行して数条の帯状となって地域の西半分に分布している。

岩質は主として暗灰色、暗緑色の頁岩、粘板岩で雲母を比較的多量に有し、軟質である。このため侵食によって円状のある地形を形成し、空中写真地質的特徴が明瞭で、容易に判読することが可能である。本層の下部ではLlallagua層より漸移する珪質砂岩と暗緑色粘板岩の互層があり、Llallagua層との境界は明瞭でない。下部の頁岩には葉理構造が発達している。上部に向かい頁岩が増し、再び砂岩頁岩の互層となる。今回の調査では採取しなかったが、本層よりはシルリア紀からデボン紀下部にかけての化石の産出が報じられており、本層はシルリア紀中部よりデボン紀下部に属するものとされている。

(4) Catavi 層

層厚+300m, Huanuniの南方に模式的に露出しているが、向斜軸部で広く発達しており、上部各層と平行して調査地域の北部より南部に帯状に連続している。岩相は紫灰色の砂岩、頁岩の互層で造域によっては赤褐色を呈する所がある。層理が明瞭で、単層の厚さは10cmから5cmまで変化する。本層は下位のUncia層とは整合でCatavi層よりは漸移して本層となる。本層よりは化石が産出し、デボン紀下部とされている。

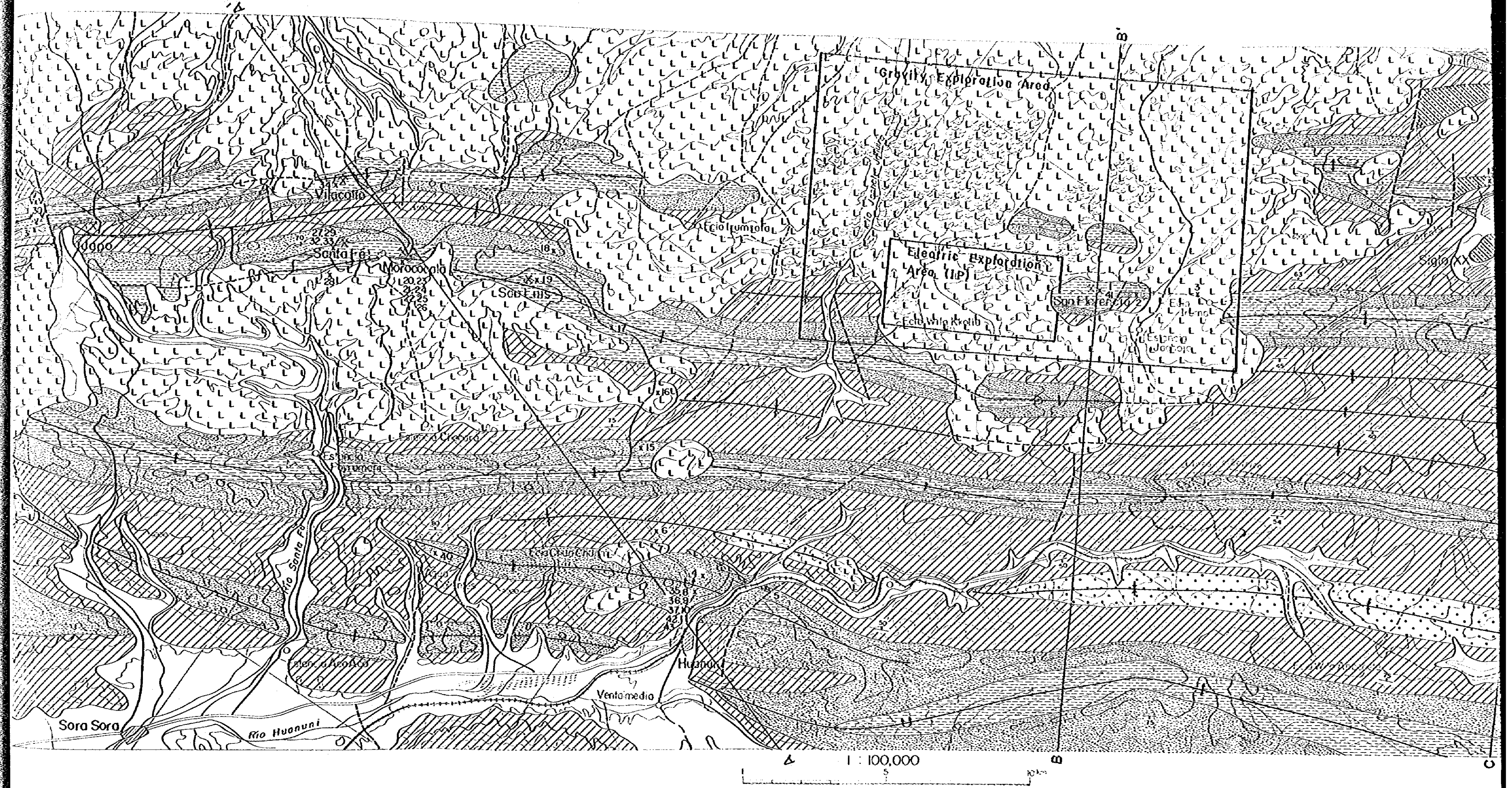
(5) 白堊紀層

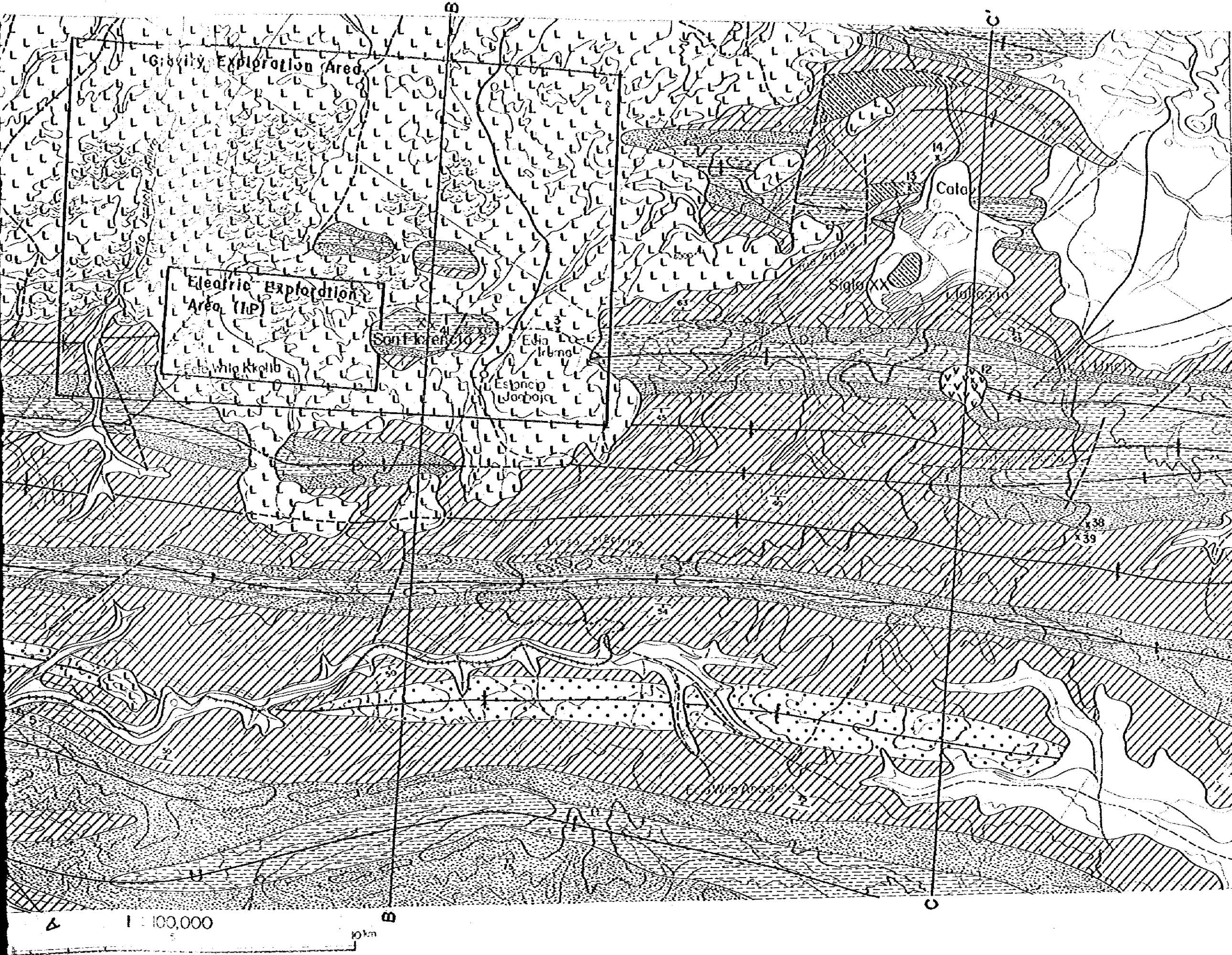
層厚+300mで、調査地域ではCataviの北部の向斜部にのみ分布している。下位の各層とは傾斜不整合で接している。岩相は赤色砂岩、泥灰岩、頁岩より構成され、下部は礫層によって構成されている。礫は明らかにCatavi層に由来した直径10cm以上の砂岩、頁岩の礫を有する。下位の古生層と比較して軟質で赤色が強く、又、傾斜も緩く容易に下位の各層から区別することが可能である。本地域から化石の産出はないが、岩相上より白堊紀層と判断される。

(6) 第三紀層

層厚+50m, 本層は地域の東半部を占め調査地域では最も広く分布する地層である。Morococala台地一帯を覆い平坦な地形を形成する。

流紋岩熔岩よりなり、岩相は灰白色粗粒軟質で、石英黒雲母を有する。本層はMorococala





LEGEND






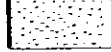
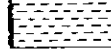

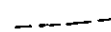








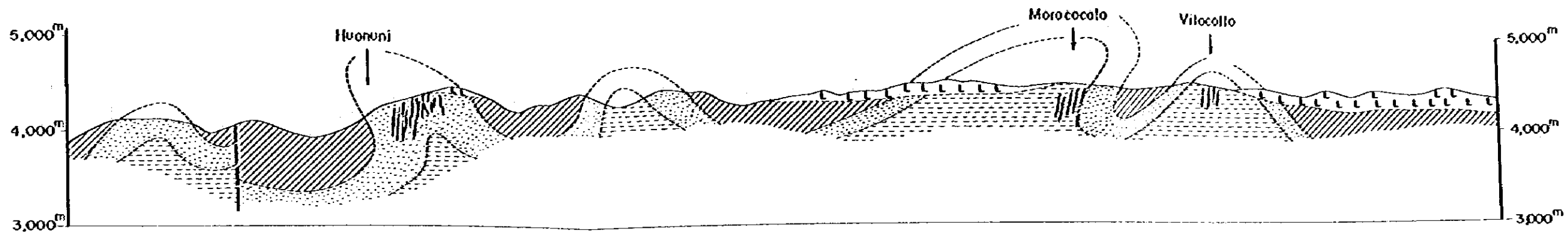
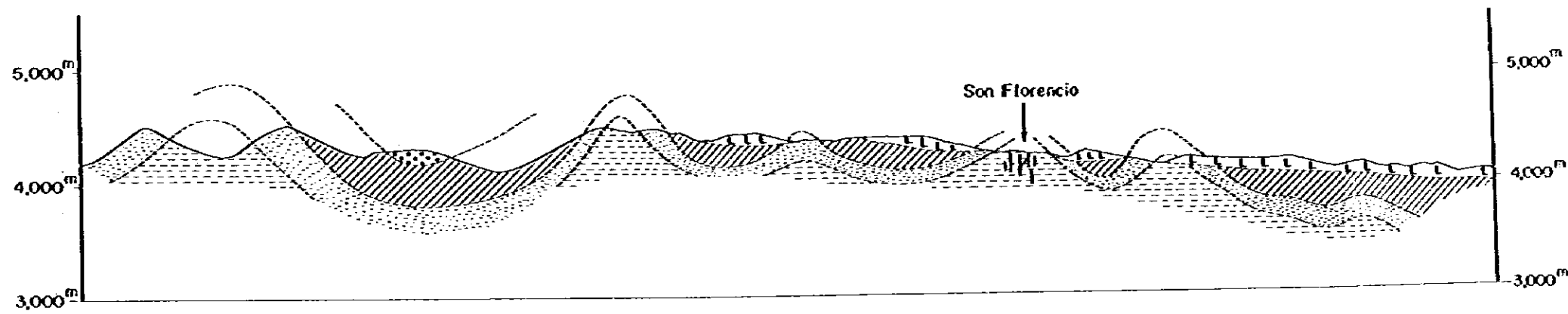
-  Quaternary
-  Rhyolite Lava
-  Cretaceous F.
-  Catala F.
-  Uncia F.
-  Llallagua F.
-  Concañiri F.
-  Quartz porphyry
-  Fault
-  Folding axis
-  Bedding
-  mine
-  Road
-  River
-  Village
-  Town
-  x35 Sampling point and sampling No.

Fig III-1-1 Geological Map

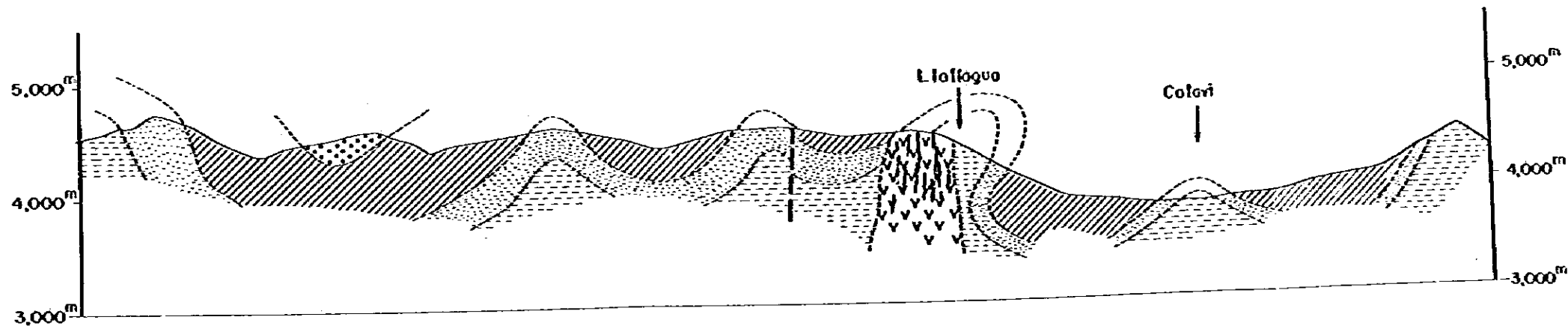
A - A' Profile



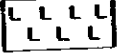



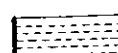
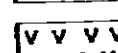
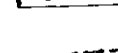

B - B' Profile



C - C' Profile



LEGEND

-  Rhyolite Lava
-  Colavi F.
-  Uncia F.
-  Llallagua F.
-  Concañiri F.
-  Quartz porphyry
-  Fault
-  Vein

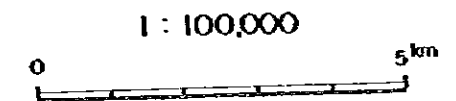


Fig. III-1-2 Geological Profile

層と呼称されている。J. Nigel Grant et al によれば、本層の年代は $6.3 \pm 0.1 \text{ m.y.}$ とされており、中新世最後期に属する。造山運動の終末時に噴出し、その後大きい褶曲がなかったため、本層は殆んど水平で下位の各層を被覆しており、厚さは下位層の侵食面の地形によって異なる。

⑦) 第四紀層

南北流する河川の河川堆積物、扇積土、崖錐堆積物、沖積層などにより構成される。

⑧) 火成岩

調査地域に分布する火成岩は Llallagua 鉱床を賦給する La Salvadora 岩株、Japo 鉱床に隣接する San Pablo (サン・パブロ) 岩株、Huanuni 鉱床付近及び Llallagua 鉱床付近に発達する岩脈とがある。これらは鉱化作用と密接に関連しておりその分布、貫入時期などを十分に検討されるべきものである。以上の貫入岩の他は噴出岩として Morococala 台地を形成する。Morococala 流紋岩溶岩が賦存しているが鉱床生成との関連はなく、鉱化作用と関連して重視される火成岩は前記岩株と岩脈である。

① La Salvadora 岩株

本岩株は直径約 1 km の大きさと Cancaniri 層、Llallagua 層に貫入した岩株で現在存在する部分は火道で恐らく上部の大半は侵食されたものと考えられている。岩株の大部分は強く変質しており、岩質が明らかでないが、一部の周縁の未変質部では Quartzlatite porphyry である。変質鉱物としては絹雲母、電気石、石英及びその他の粘土鉱物が存在し、これに錫、酸化鉄の鉱化作用を伴っている。Grant et al によれば、本岩の貫入時期は 21 m.y. (中新世前期) とされており、鉱化作用もほぼ同時期に行われたものといわれている。

② San Pablo 岩株

本岩株は Japo 鉱山北西 2 km の地点に露出し、直径約 700 m の石英斑岩である。La Salvadora 岩株と同様に背斜軸中央部に貫入し、調査地域の最下部の Cancaniri 層、Llallagua 層を切って貫入しており、規模は小さいが、La Salvadora 岩株と同様な貫入形態を有している。石英の斑晶が発達し、淡灰色を呈する比較的未変質の Quartzlatite porphyry である。変質を受けた部分では絹雲母、黄鉄鉱、電気石が普遍的に分布している。本岩株の貫入時期は $23.3 \pm 0.4 \text{ m.y.}$ (J. Nigel Grant et al, 1979) とされており、La Salvadora とほぼ同時期である。

③ Morococala 流紋岩溶岩

本岩は調査地域のほぼ東半分を占める広い範囲に分布しており、同質凝灰岩を含めて Morococala 層を形成する。溶岩と凝灰岩の境界がしばしば不明瞭となっている。本岩は一般に粗粒、やや堅硬で灰白色を呈し柱状節理が発達している。部分的に明らかに流理構造

を示す処と塊状を示す処とがあり、岩相は一定しない。珪晶鉱物としては新鮮な石英、斜長石、黒雲母よりなり、いずれも極めて新鮮である。本岩の分布する処は台地状の地形を呈し、特徴的であるが、本岩を噴出した際の火山活動などについては明らかにすることが出来なかった。

④ 岩脈類

調査地域で出現する岩脈は、La Salvadora 岩株の周囲及びその周縁に貫入した岩脈、Huanuni 鉱床東縁に発達する石英斑岩岩脈 Santa Fé, Japo 鉱山に見られる石英斑岩岩脈などであるが、いずれも鉱床の近傍に発達し、鉱床生成とは密接な関連を有している。

i) La Salvadora 岩株及びその周縁の岩脈

La Salvadora 岩株とその周辺の堆積岩中に石英斑岩岩脈が脈状體 (Vein like bodies, "bancos") で貫入しており形では通常の岩脈に見えるが、形態と走向傾斜の変化が極めて不規則である。非常に多くの砂岩の包有物を有しむしろ岩脈の主たる成分となっている。脈とは鈍角で交叉するか、又は平行に走っている。岩脈の発達している処は限られており 4 1 1 地並から 4 6 6 地並にかけて特徴的に発達する。

ii) Huanuni 鉱床西縁に発達する岩脈

Huanuni 鉱床の上部を通る背斜軸東翼に雁行状に石英斑岩岩脈が配列しており、特徴のある分布を示している。本岩は熱水作用をうけて灰白色となり、斜長石はカオリンに、黒雲母は緑泥石に変化し、原岩の識別は困難である。

以上の他に Santa Fé, Japo 鉱山坑内にも変質した岩脈が見られると言われ、これらからは 21m.y. ~ 200m.y. の年代測定値が得られ (Orant et al) 本地域の酸化作用とこれら岩脈の貫入時期がほぼ同時期とされている。

1-3 地質構造

調査地域全域を通じて褶曲構造はすべてアンデス造山運動に支配され、北北西-南南東の方向を示している。古生層はグッリスカン造山運動とアルプス造山運動により二回の褶曲作用を受け、古生層は極めて激しく褶曲し、傾倒褶曲、転倒褶曲、又は横臥褶曲に近い褶曲を示している。特に Llallagua, Uncia 層は激しい褶曲を示している。調査地域の中央やや北寄りの Huanuni 付近では傾倒褶曲が見られ、又その北部の Morococala, Vilacollo (ピラコーリョ) 付近では転倒背斜及び向斜構造が見られる。又、Llallagua の La Salvadora 岩株付近も転倒褶曲が発達している。東西に 2km 前後の中で背斜、向斜を繰り返し、巾の狭い北西-南東に長く伸びた構造を呈している。白堊紀以降の褶曲作用は古生層と同一方向にあったが、一般に地層の傾斜は古生層と比しはるかに緩傾斜となっている。新第三系最上部の Morococala 層は殆んど水平で褶曲作用はその後なかった。

調査地域に於ける断層は褶曲軸を斜に切る断層が殆んどであり、褶曲に伴う横圧に対し45°前後の傾斜で交わる剪断断層であるものが殆んどである。後述するが当地域の鉱脈形成にはこの剪断断層が重要な役割を有している。

第2章 鉱床各論

2-1 Huanuni 鉱山

鉱床は Llañagua 層の珪質砂岩中に胚胎し、鉱床の賦存範囲は $1,500 \times 1,200 \text{ m}$ で鉱床西部には $N 10^\circ W$ の背斜軸が存在している。鉱床の大部分はこの背斜軸の東翼に集中し、NE~SW SW 方向に 20 本以上の平行脈があり、更にこれらと斜交して無数の分岐脈が網状に発達して一大鉱脈群を形成している。

主要脈の一つの Grande (グランデ) 脈は $N 50^\circ E$ の走向で 600 m 、深さは地表下 $1,000 \text{ m}$ まで確認されている。現在稼行中の Patino 坑の 160 迄並では ENE 方向に発達している Bandi (バンデイ) 脈と Notafi (ノタフト) 脈があるが、Notafi 脈は局部的に 1 m 以上もあり、錫石、閃亜鉛鉱が濃集している。これらの鉱脈は断層又は亀裂を充填しており、一般に角礫構造を有する。又、 20 m の幅を有する角礫岩脈があり、不規則に鉱床内に分布している。

鉱床中央部での鉱化作用は次のような生成順序となっている。電気石及び石英螢石→錫石→磁鉄鉱→硫鉄鉄鉱→閃亜鉛鉛→黄錫鉱→菱鉄鉱となっているが、鉄渣重石は極めて少ない。しかし、深部では一般的に乳白色の石英を有し、且つ、多孔質で単結晶に錫石を有する。又、品位のよい粗脈が網状に存在するなど変化している。

背斜の西部にも Maria Francisca 脈があり、 $N 70^\circ E$ の走向を有する。鉱石は閃亜鉛鉱、石英、淡黄色の錫石から構成される。Huanuni 鉱床は水平的に鉱化作用が異なっており、中央部は hypothermal の錫石磁鉄鉄鉱、電気石、鉄渣重石などより構成されているが、この周辺には黄鉄鉱、錫石、閃亜鉛鉱を有する mesothermal の鉱脈が存在している。更に周辺に閃亜鉛鉛、方鉛鉛、及び銀に富む硫安鉱物 (Sulfantimoniuros) 黄錫鉱を有して錫石の少ない鉱脈が存在し、特徴的である。各鉱山の生産量については Table 1-2-1 に示す通りである。

2-2 Morococala 鉱山

Morococala 鉱床は後述する Santa Fe, Japo とその周辺に点在する旧坑群に連なる一連の鉱床帯の中に存在する。

鉱床は Cancañiri 層の珪質砂岩及び粘板岩を母岩とし、NS系とEW系の二つの裂隙系に因って発達する。主要脈は Crucero (クルセロ) 脈と San Francisco (サン フランシスコ) 脈で、前者の走向は $N 75^\circ W$ 延長 600 m 、脈幅 $10 \sim 15 \text{ cm}$ で比較的まとまった鉱脈となっている。後者は $N 30^\circ \sim 40^\circ E$ の走向で延長 500 m 、脈幅 $10 \sim 15 \text{ cm}$ で本脈も比較良好な脈である。又、主要脈と斜交する分岐脈も発達し、全体としては粗脈網状となり円柱状の鉱床となっている。鉱化作用はこの円筒の地域に限定されている。地質構造との関連としては東に転倒し

たた背斜構造 (Morococala 背斜) の軸部の破砕帯に集中している。この円筒状の区域は緻しく変質し漂白化された多孔質の塊状の変質粘板岩となっている。脈石としては石英、電気石、燐灰石、紅柱石など高温の鉍化作用に伴う鉍物で特徴的である。Morococala 鉍山はポリグニアでも古くから開発されている鉍床の一つで古い鉍山である。

2-3 Santa Fe 鉍山

鉍床はMorococala 鉍床の胚胎する背斜軸の北部延長上にあり、Cancaniri 層の珪質砂岩を母岩として、三裂罅系に沿って発達している鉍脈鉍床である。主要脈は $N40^{\circ}W$ で母岩の層理面と平行に発達し、他の2系は $N45^{\circ}E$ 、 $N10^{\circ}E$ でそれぞれ細い分岐脈を伴い、全体として網状の鉍脈鉍床となっている。これらの脈は細脈ではあるが下部に向い品位が高くなる傾向がみられる。主要鉍石鉍物は錫石、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍から構成され脈石は主として石英である。富鉍部は三鉍脈群が交差した“clavo Fortuna”として知られている部分であるが既に採掘された。

2-4 Japo 鉍山

鉍床はSanta Fe のNNW 9kmのところの位置する。鉍床はCancaniri 層の珪質砂岩を母岩とし、Morococala 背斜の東側に平行して発達するJapo 背斜軸に集中して胚胎している。主要鉍脈はNS系~NE系の方向に発達し、Santa Fe、Morococala 鉍床と同様細い分岐脈が多く、網状鉍床の様相を呈している。

主要鉍石鉍物は錫石であるが、黄鉄鉍、閃亜鉛鉍も伴い、局部的に燐鐵鉍もみられる。又、上部では酸化も進み、酸化鉍となっているところが多い。主な脈石は石英である。

2-5 San Luis 鉍床

鉍床はMorococala よりSSB約4kmのところの位置する。鉍床はCancaniri 層の砂岩中にNW系の裂罅に発達する鉍脈鉍床である。主要鉍物は輝安鉍で黄鉄鉍、黄銅鉍を伴う。

現在は廃山となって詳細は不明であるが、地表には10ヶ所以上の廃石場が点在している。

2-6 San Florencio 鉍床

San Florencio 鉍床はCatavi よりNW14kmの地点に位置する。鉍床は付近一帯に広く古生層を覆って分布する第三紀の流紋岩溶岩の一部に露出しているシルリ紀の砂岩及び粘板岩を母岩として発達する網状鉍床である。このような鉍床の出現形態より鉍床の分布する場所を地窓 (Ventana) と呼称している。母岩は変質作用によって白色化して粘土化している。鉍化作用は直径35mの円筒状を呈した範囲に発達している。主な鉍石鉍物は錫石のほか閃亜鉛

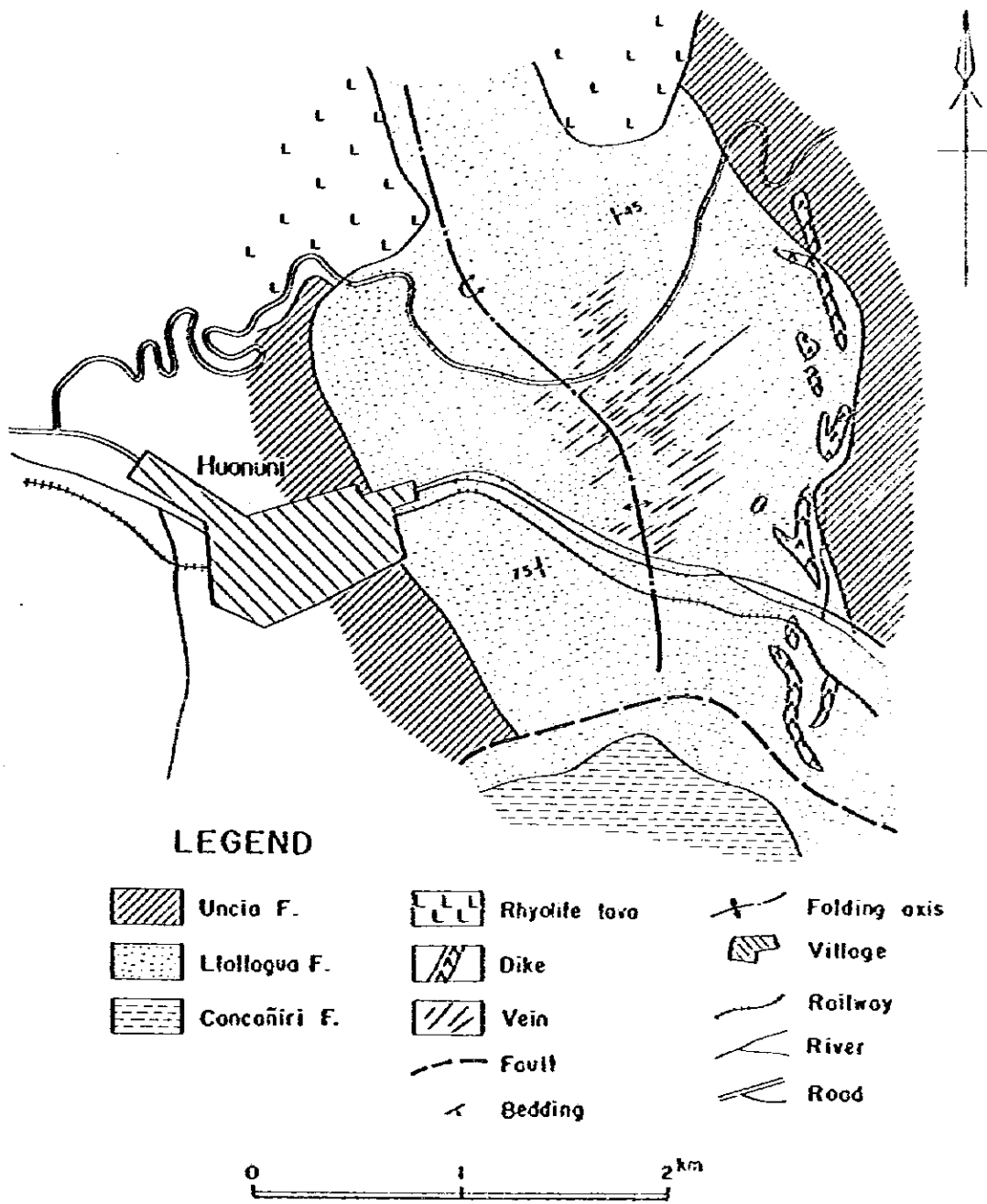


Fig. III-2-1 Geological Map of the Huanuni Mine.

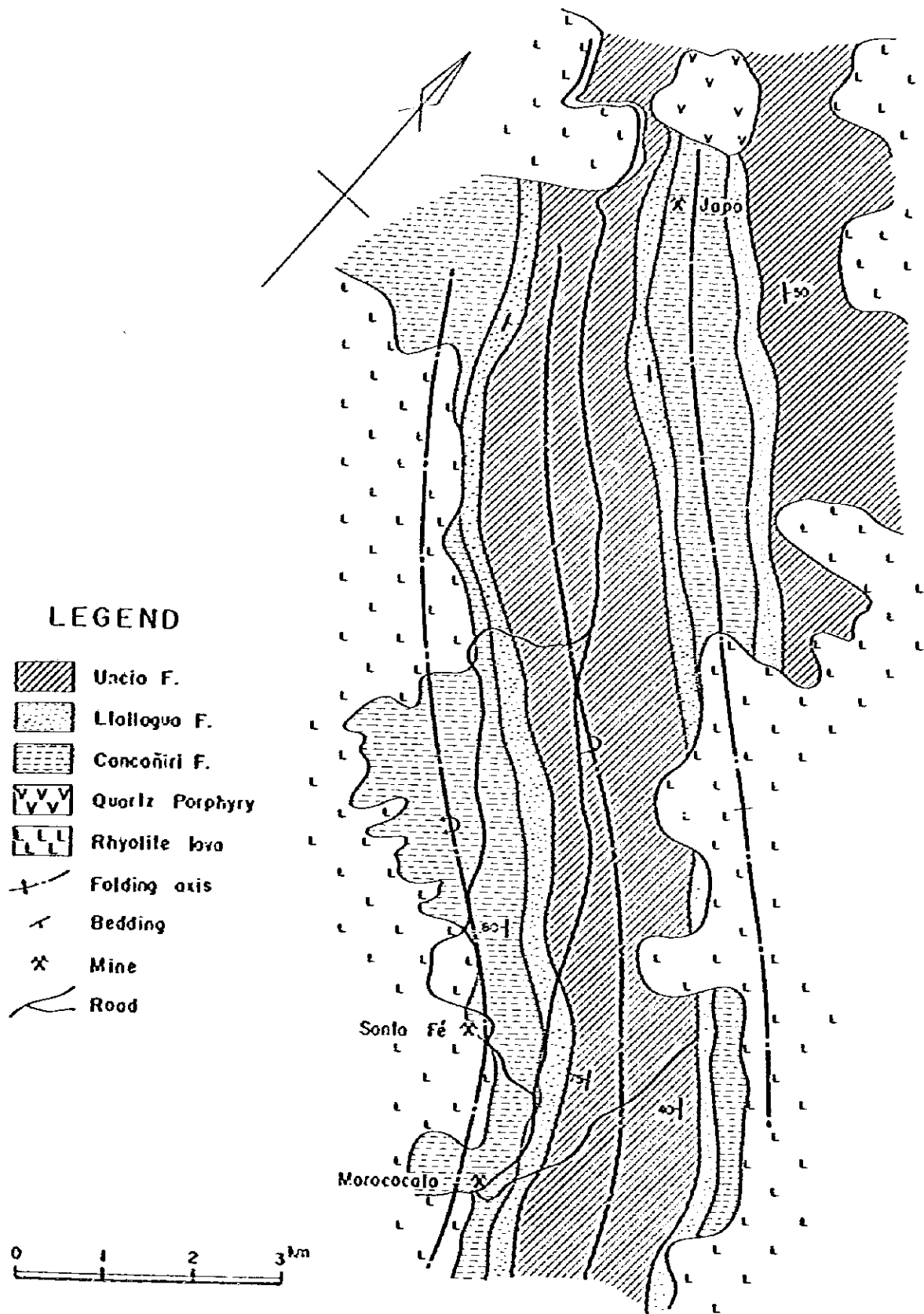


Fig. III-2-2 Geological Map of Morococala, Santa Fé and Japo Mines.

鉛、黄鉄鉱などがあり、脈石として石英がある。

Table III-2-1 Monthly Production of Concentrate (January ~ June 1982)

Mine	Concentrate (t)	S n (%)	Metal Quantity (t)
Huanuni	981.474	32.78	321.694
Santa Fé	39.467	25.87	10.211
Morococala	70.057	22.58	15.819
Japo	67.149	27.70	18.598
Total	1,158.147	31.63	366.322

Table III-2-2 List of Principal Ore Deposits in the Region

Ore Deposits	Types of Ore Deposits	Principal Ore Minerals	Country Rocks	Dips and Striks of Principal Veins	Note
Huanuni	Vein	Cassiterite, Sphalerite, Pyrite, Vivianite, Quartz, Kaolinite, Tourmalin, Chlorite	Siliceous Sandstone, Slate	NE, N30° W 70°~80°SE	Recently the deposit is called tin porphyry
Santa Fé	Vein and Network	Cassiterite, Sphalerite, Pyrite	Graywacke Siliceous Sandstone	NE 70° - 80° SW NW	
Morococala	Vein and Network	Cassiterite, Sphalerite, Pyrite Quartz	Graywacke Siliceous Sandstone	NNE 70° ~ 80° SE NW	
Japo	Vein and Network	Cassiterite, Sphalerite, Pyrite, Arsenopyrite, Quartz	Graywacke Siliceous Sandstone	NS NE 80° ~ 85°	
San Luis	Vein	Stibnite, Quartz, Pyrite, Chalcopyrite	Graywacke	NW 70° ~ 80° SW	
San Florencio	Network	Cassiterite, Sphalerite, Pyrite, Quartz	Slate Siliceous Sandstone	NW	

第3章 鉛床胚胎の場合についての考察

3-1 鉛床の分布を規制する構造

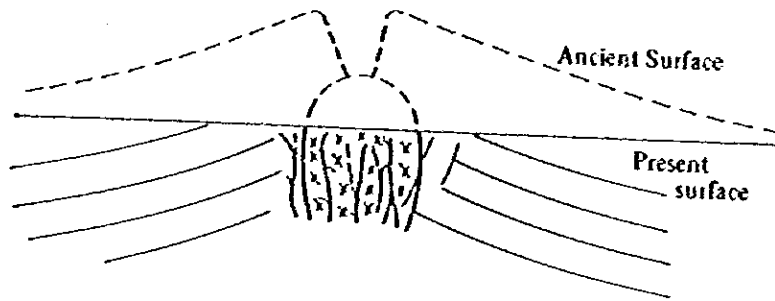
本地域の地質構造は1-3に於いて述べたように北北西-南南東の構造をとり、長く連続した狭小な背斜、向斜構造を繰り返す極めて規則的な地質構造を呈している。ポリウィアに於ける主要な鉛床の分布はCordillera Muñecas (コルデジェーラ・ムニェカス)よりアルゼンチンに達する隆起部の貫入岩、もしくは古生層中に胚胎され、第三紀層が広く分布するアルティプレーノの堆積盆地には層状鉛床以外はその数が非常に少なく、従つて、鉛床の胚胎は造山運動に伴う隆起上昇運動と大きく関係するものと考えられる。本地域は古生層が分布した隆起地帯にあり、鉛床は隆起帯の中でも更に隆起した大背斜構造上に存在し、地域の最下部層のCancaniri層に胚胎する。本地域最大のLlallagua鉛床は背斜軸部のCancaniri層に胚胎しており、又、Huanuni鉛床も背斜軸及びその東翼に発達し、母岩は背斜部を形成するLlallagua層である。Santa Fe, Morococala, San Luisの各鉛床は30km以上連続する長い背斜構造と同一の軸上又は軸近傍の翼部に配列している。Japo鉛床はJapo背斜軸と呼称される背斜軸上にあり、同軸上の北部延長にJapoの石英斑岩岩株が分布している。又、San Florencio鉛床はLlallagua鉛床上を通る背斜の延長に分布している。このように背斜構造並びに石英斑岩の貫入が鉛床胚胎と極めて密接な関連を有していると考えられる。断層の多くは地質構造と斜交するものであるが、地質構造の走向に沿った過褶曲の結果として生じた走向断層も見られる。各鉛床もTable 3-2-2に示すように背斜軸と斜交するものが多く、地質構造の走向方向に発達する鉛床は少ない。Llallagua鉛床に於いては、NNWの背斜構造に対して大半の鉛床が $N40^{\circ}E \sim N60^{\circ}E$ の系統であり、多くの鉛床が地質構造と明らかに斜交することを示している。Huanuni鉛床に於ても、背斜軸は鉛床周辺で $N10^{\circ}W$ より $N40^{\circ}W$ に変化するが鉛床はNE-SW系を主とし、主要な鉛床は背斜軸と斜交しているのが特徴である。Santa Fe鉛床のNW系は母岩の層理と平行に発達するが、Morococala, San Luis, San Florencio鉛床の鉛床はすべて地質構造、もしくは背斜軸と斜交する傾向を有している。これらの傾向を概略的に見れば、鉛床の大部分は南北性の地質構造を生起した東西性の横圧力に関連して生成された剪断脈と考えられる。この現象を結論づけるにはそれぞれの鉛床についての詳細な解析を必要とする。以上の観点より横圧による背斜の生成は裂罅を生成し、また火成岩の貫入を容易にし火成岩活動と関係して鉛床を形成したものである。

3-2 火成活動と鉛化作用の関係

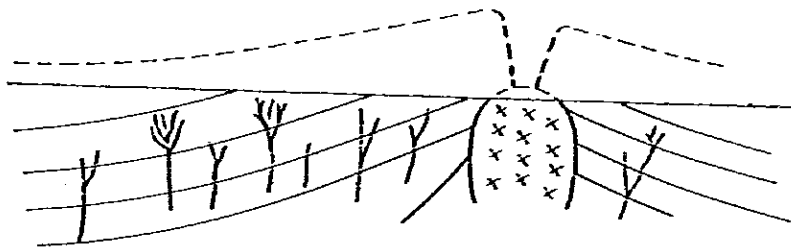
調査地域で火成岩の露出する箇所は前記したように数は少ないが、鉛化作用とは極めて密接な関係を有し、時代の新しいMorococala流紋岩溶岩を除いてはLa Salvadora岩株は勿論、

San Pablo 岩株も直接鉍化作用と関係を有し、又 Huanuni 周辺の石英斑岩岩脈も同鉍床の鉍化作用と関係を有するものと見られ、調査地域のみならず本地区周辺の石英斑岩の貫入は鉍化作用と密接な関連を有している。調査地域外であるが、Huanuni 鉍山南方 20 km の Bolívar (ボリーバル) 鉍山周辺では貫入火成岩体を中心とし、その周辺部に向かい錫石を主体とする鉍床より、錫、鉛、亜鉛の硫化複雑鉍床に移化する傾向を有する。一般的に火成岩体中に形成されている鉍脈は周辺の鉍床よりは高温型であり、これらの傾向はボリビアの錫鉍床地帯において Charoigue, Potosí, Llallagua, San Pablo, Chualla 岩株中に見られる鉍化作用の普遍的現象である。この様に当地域の中新世の酸性火成活動は鉍床形成に寄与したばかりでなく、鉍化作用の型式にも影響している。以上のような火成活動と鉍化作用との関連性からみると鉍脈と火成岩体との位置的な関係は Fig. 1-3-1 に示されるように総括される。この点からみれば新鉍床探査に当っては、現在露出していない潜在火成岩体の存在する示徴を何等かの方法で探査し、これらの示徴を中心に探鉍を進めることが有効と考えられる。

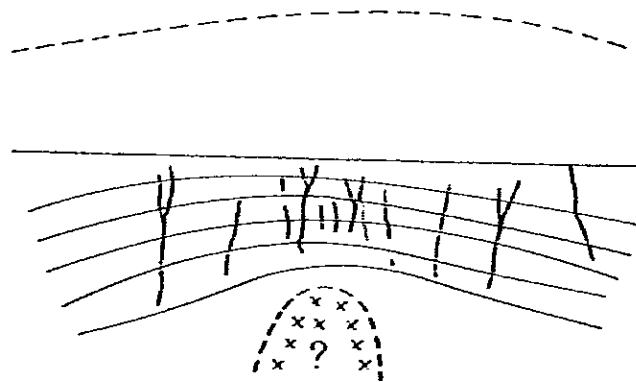
A
Catavi



B
Japo
Santa Fé
Morococala



C
Huanuni



(Source: ASAHIKO SUGAKI et al Geological Study
on Polymetallic Hydrothermal Deposits
in the Oruro District, Bolivia)

Fig. III-3-1 Models of Relations between Ore Deposits and Igneous Rock
in the Investigated Area

第4章 物性試験

調査地域より岩石試料を採取し、物性の測定を行い当該地域に対する物理探査の適応性について検討した。測定の方法は、密度測定については水中秤量法により、弾性波速度は強制湿潤状態でP波を超音波伝播速度測定器で測定した。IP、比抵抗値はFrequency Domain法によりサンプル測定用IP送受信機を用いて測定された。自然残留磁気についてはスピナー磁力計で測定し、帯磁率は密度測定が完了した後の強制乾燥状態の試料を使用し、バイソン交流磁化率計により質量磁化率を測定し、上記で求めた密度により容積磁化を計算した。これらの測定値についてはTable III-4-1に示す通りである。以下昨年度Catavi 鉱山周辺の岩石の測定値とも合せ若干の考察を行うこととする。

(1) 密度

岩石別に測定した密度の統計によれば、鉱床の母岩となっている石英斑岩と堆積岩の密度の平均値はそれぞれ240 (g/cd)、260g/cdである。

Table III-4-2 Statistic Values of Density Measurement of Rocks

Rocks	Average Value	Maximum Val.	Minimum Val.	Standard Deviation
Quartz Porphyry	2.40	2.46	2.36	0.04
Sand Stone	2.60	2.69	2.55	0.04
Rhyolite Lava	2.29	2.40	2.16	0.12
Sedimentary Rock	2.60	2.69	2.55	0.12

密度差が0.2 g/cdであるので重力探査により、堆積岩中の石英斑岩の位置、規模を推定することが可能であるし、又広域的な地質構造を推定することも可能である。更に昨年度測定したLa Salvadora 岩株の石英斑岩の変質部では強変質部で222 (g/cd)、弱変質部では250 (g/cd)を示し、一般堆積岩とは密度差があり、石英斑岩自体での広範な変質帯の分布も明らかにすることが可能である。こうした点から重力探査は、Catavi型鉱床の潜頭鉱床の探査にも有効である。

(2) 弾性波速度

今回測定した岩石別の弾性波速度の平均値は大きい値より堆積岩、石英斑岩、流紋岩溶岩の順になっている。

Table III-4-3 Statistic Values of Elastic Wave Velocity

(Unit Km/sec)

Rocks	Average Value	Maximum Value	Minimum Value	Standard Deviation
Quartz Porophyry	4.00	4.33	3.76	0.24
Sandstone	4.66	5.38	3.83	0.57
Rhyolite Lava	2.44	3.62	1.81	0.84
Sedimentary Rocks	4.70	5.38	3.83	0.56

表層部の流紋岩溶岩の弾性波速度が、その下部の堆積岩、石英斑岩の弾性波速度よりもはるかに小さく、測定値のばらつきも小さいことから、地震探鉱により、流紋岩溶岩の分布状態を明らかにすることが出来る。石英斑岩と堆積岩との弾性波速度の平均値の差は0.70(km/sec)で堆積岩の弾性波速度の方が大きい、ばらつきも大きく、両者の最小値は殆んど変わらない。昨年の調査資料によれば変質の弱いLa Salvadora 岩株の石英斑岩の弾性波速度の平均値は5.03(km/sec)で堆積岩の値より少し大きくなり弾性波速度の差が反対となっている。

以上の事実からみれば、地震探鉱により非変質石英斑岩岩体の分布を推定するのは困難である。しかし、La Salvadora 岩株の強変質の石英斑岩は3.36(km/sec)と低い値を示しており、変質の強い鉱化帯の検出は比較的容易である。

(3) 比抵抗

比抵抗の測定値は堆積岩以外については1試料について測定し、鉱石は今回測定せず昨年調査の際、測定した値を採用し、比較検討した。

Table III-4-4 Statistic Value of Resistivity

(Unit $\Omega - m$)

Rocks	Average Value	Maximum Value	Minimum Value	Standard Deviation
Sedimentary Rocks	654	1,803	102	582
Rhyolite Lava	24			
Altered Sandstone	584	Sampled in Morococafa Mine		
Ore	4	from last year's data		

堆積岩の測定値はばらつきが大きい、鉱石の比抵抗値よりはるかに高く堆積岩の平均値と鉱石との間の差は極めて大きく、その差は明瞭である。しかし、他の岩石は変質岩も一般に高比抵抗であり、鉱石と他の岩石との分類は可能であろう。

Table III--4--1 Measured Value of Physical Property of Rocks

No.	Sample No.	Rock name	Sampled location	Density (gr/cm ³)	Elastic Wave velocity (km/sec)	Resistivity (Ω-m)	I.P. (%)	Magnetic susceptibility (10 ⁶ emu/cc)	Observation
1	2	S.S	San Florencio mine	2.59	4.67	116	2.3	366	Average value of density of rock (gr/cm ³)
2	3	Rhy-lava	San Florencio mine	2.16	1.88	24	2.4	305	Quartz porphyry 2.40
3	4	S.S	Huanuni mine	2.69	5.31	597	1.8	318	Sandstone (except No. 14) 2.60
4	5	OP	Huanuni mine	2.38	4.33				Rhyolite-lava 2.29
5	6	Sandy sl	Huanuni mine	2.58	5.06	394	2.5	348	Sandy slate 2.58
6	7	Rhy-lava	Huanuni mine	2.40					
7	12	OP	Catavi mine	2.36	3.76				
8	13	SS	Andernivielque	2.55	4.29	110	2.1	201	
9	14	SS	Andernivielque	2.58	4.95	672	2.1	432	
10	15	SS	Road to Morococalla	2.62	5.38	1528	0.7	800	Average value of elastic wave - velocity (km/sec)
11	16	Rhy-lava	Road to Morococalla	2.18	1.81				Quartz porphyry 4.00
12	17	SS	Road to Morococalla	2.57	4.09	558	2.6	198	Sandstone (except No. 14) 4.66
13	18	SS	Road to Morococalla	2.60	5.34	1803	0.4	1556	Rhyolite-lava 2.44
14	26	SS	Morococalla mine	2.97	6.37	584	14.5	3618	Sandy slate 5.06
15	28	Rhy-lava	Santa Fe mine	2.40	3.62				
16	30	OP	Japo mine	2.46	3.91				
17	31	SS	Japo mine	2.60	4.10	408	0.5	322	
18	40	SS	Agua Caliente	2.62	2.85	102	3.0	103	

OP : Quartz porphyry
 S.S : Sandstone
 Rhy-lava: Rhyolite-lava
 Sandy sl: Sandy slate

④ I P 値

I P 値については、12 試料について測定したが、堆積岩の I P 値の平均は 3.0 (%) で、又流紋岩溶岩も 2.4 (%) と低く変質した砂岩、鉱石の I P 値はいずれもこれらの岩石より高い。

Table III-4-5 Statistic Value of IP

Rocks	Average Value	Maximum Value	Minimum Value	Standard Deviation	Electrod Blank test
Sedimentary Rocks	1.7	3.0	0.4	0.90	3.0
Phyolite Lava	2.5				
Altered Sandstone	14.5	Sampled in Morococala Mine			
Ore	39.5	from last year's data			

又、堆積岩中の I P 値のばらつきも少なく、明らかに堆積岩全体が一般に低い I P 値を有していることは明らかである。これらの測定結果よりみると、本地区に対する I P 法の適用は鉱床探査に極めて有効であり、変質帯、鉱化帯の発見が可能である。

⑤ 帯磁率

帯磁率の測定についても 12 試料について実施した。堆積岩については測定値のばらつきが大きく、又昨年度の測定値を参考にしても各岩石共に低値で、各岩石が一定した帯磁率を有していないうように考えられる。

Table III-4-6 Statistic Value of Magnetic Susceptibility

Rocks	Average Value	Maximum Value	Minimum Value	Standard Deviation
Sedimentary Rocks	464	1,556	103	405
Rhyolite Lava	305			
Altered Sandstone	3,618			

⑥ 残留磁気

残留磁気測定値は No 10 (Sample No 26) の Morococala 坑内より採取した変質砂岩以外の試料は測定値は非常に小さく、又方位角、伏角共にばらついており、規則性がみられない。従って、本測定結果からみれば本地区には磁気探査は適応しないものと思ふ。

⑦ 物理探査の適応性

以上のような各岩石の物理測定値から、本地区の鉱床探査に対する物理探査方法の適応性について考察し、結論づければ次の通りである。

- (a) 鉄床を胚胎し、あるいは鉄床と極めて密接な関係のある石英斑岩と堆積岩との密度差は明瞭であり、潜在する石英斑岩の発見には有効である。従って、まず調査地域内で地質的に鉄床、又は石英斑岩の潜在を予想される区域に広く重力探査を実施し、石英斑岩岩株の存在の可能性を調査する。
- (b) 石英斑岩の潜在の可能性が把握されれば、その可能性のある箇所を中心に鉄化作用の存在について直接探査するためIP法による電気探査を実施することが最も有効と考えられる。

Table III-4-7 Measured Value of Residual Magnetization

No.	Sample No.	Rock name	Sampled location	J_0 (C.G.S.) (e.m.u.)	J_d (C.G.S.) (e.m.u.)	Declination	Inclination
1	2	Sandstone	San Florencio mine	8.17×10^{17}	3.45×10^{17}	S 11° E	-47°
2	3	Rhyolite lava	San Florencio mine	7.64×10^{16}	4.03×10^{16}	S 6° W	45°
3	4	Sandstone	Huanuni mine	8.71×10^{16}	3.56×10^{16}	N 25° E	-52°
4	6	Sandy slate	Huanuni mine	4.58×10^{17}	1.85×10^{17}	N 19° W	22°
5	13	Sandstone	Andermivelque	8.67×10^{16}	3.68×10^{16}	N 27° E	2°
6	14	Sandstone	Andermivelque	1.66×10^{16}	6.69×10^{17}	N 18° E	-23°
7	15	Sandstone	Road to Morococala	4.25×10^{16}	1.75×10^{16}	N 19° E	-23°
8	17	Sandstone	Road to Morococala	4.80×10^{16}	2.06×10^{16}	S 64° E	16°
9	18	Sandstone	Road to Morococala	1.74×10^{16}	7.26×10^{17}	N 58° E	-9°
10	26	Sandstone	Morococala mine	1.47×10^{14}	5.55×10^{14}	N 35° W	-20°
11	31	Sandstone	Japo mine	7.37×10^{15}	3.14×10^{14}	N 46° E	-20°
12	40	Sandstone	Agua caliente	7.37×10^{15}	3.29×10^{15}	N 28° E	-89°

Note: Upward inclination from horizontal (-)
 Downward " " (+)

第5章 探鉱計画

5-1 探鉱計画策定の基礎

ボリビアの鉱床は主としてアルティプラーノに賦存して南北に伸びる鉱床地帯を形成しているが、高地のため樹木が少なく、酸化、又は変質露頭は発見されやすいので既に露頭だけで酸化作用の有望性を判断出来る露頭は殆んど探鉱、又は開発が行なわれており、今後は潜頭鉱床の発見によらなければ新規鉱床の発見は不可能と云って過言ではない。こうした見地に立った場合、既に述べて来たように、

- ① 調査地域は錫、もしくは錫を伴う複雑酸化鉄の鉱床地帯にある。
- ② 鉱床は南北性の背斜軸部にまたがって賦存する事が明らかとなった。
- ③ 調査地域には石英斑岩の潜在の可能性があり、これに伴って潜在鉱床の発見の可能性がある。
- ④ 調査地域の半分の面積は鉱床賦存の可能性が充分にあるにも拘わらず、鉱床生成よりはるかに新しい流紋岩溶岩によって被われており、潜頭鉱床探鉱の余地が充分に残されている。

等の事から、探鉱価値が充分に認められる。

探鉱方法については、

- ① まず、鉱床と関連する石英斑岩の分布、及び地質構造を明らかにするため、重力探査を実施する。
- ② 重力探査によって異常と認められた地域については、更に精査として、IP探査方法を実施し、直接鉱床賦存の有無を調査することとする。
- ③ COMIBOLに於いても、既に当該地域の重力探査を実施しており、その図面について検討したが、図の表現が適当でないので、最近の進歩した解析方法により解析し、重力調査結果と地質構造との関連等を明らかにすべきである。

以上のような構想に基づき下記の計画を立案することとした。

5-2 重力探査

5-2-1 地域選定理由

経済条件を抜きにすれば調査地域の流紋岩溶岩に被われた全地域に実施するのが望ましいが、莫大な経費を必要とする。今日の地質調査結果として Llallagua 鉱床から Japo 鉱床に至る間は背斜軸上に鉱床が San Florencio, San Luis, Morococala, Santa Fe, Japo と続き比較的狭い間隔で賦存しており、San Florencio 鉱床を中心に流紋岩溶岩で被われた地域は、石英斑岩もしくは鉱床の潜在の可能性が高い。この観点から San Florencio

付近15km×10kmの範囲で実施することにした。

5-2-2 探査作業

- (1) 作業区域 10km(N60E)×15km(N30W) = 150km²
- (2) 測線 : N60E方向10kmの測線をN30W方向に500mの間隔で31本設定する。この際の測線延長は310kmとなる。
- (3) 測点 : 各測線上500mの間隔で21点設定し、測点数は651点(21点/線×31測線)となる。
- (4) 使用機器 : La Coste 重力計
- (5) 密度測定 : 15個/100km²として23個以上について行い、1/20,000地形図に採取位置を明示すること
- (6) 測量 : 全測点について水準測量を行う
測量の精度については $\epsilon \leq 20\sqrt{D}$ の式による。
 ϵ : 許容誤差 (単位cm)
 D : 閉塞距離 (単位cm)
水準測量以外の方法により高度を求める場合は精密気圧計を併用し、精度保持に努める。
- (7) 重力測定誤差 : 測定閉塞は原則として1日1回とし閉塞誤差は0.2mgal以下とする。
- (8) 補正 : 補正は潮汐補正, ドリフト補正, 高度補正 (Free Air 及び Bouger 補正), 緯度補正, 地形補正を行う。
- (9) 解析 : 密度別の等重力線図 (1/20,000) を2種作成し正規構造フィルター図と倍構造フィルター図の2種のフィルター図を作成, 更に平面定性解析図, 2次元定量解析断面図 (1/20,000 3断面), ρ -H 相関図を作成して地質調査結果と併せモデルの修正を行い, 精確な地質構造, 石英斑岩体の分布の推定を行う。

10 作業工程及び人員

測点間隔500m, 測点密度は43点/km²であるが, 現地は伐採の必要のないことを考慮し, 能率は次の如く推定した。

重力測定能率 10点/日/班 (測定実働 23日/月)

水準測量 5点/日/班 (測定実働 23日/月)

又, 調査員の編成は, 重力測定には技師2名, 人夫2名, 運転手1名の計5名, 水準測量には技師3名, 人夫2名運転手1名の計6名を以って一班の編成とし, 重力測定2班, 水準測量3班を編成する。更に地表地質調査のため地質技師1名, 人夫1名を追加し, 地質図作成を行う。この際の作業工程並びに人員は Table III-5-1, Fig. III-5-1 に示す通りで

Table III-5-1 Cost of Gravity Prospection

Article		Class of Work	Base of Calculation			Amount
Labor Cost	Geophysicist	Preparation	10 days x 2 per	20 per	25USS/day	500 USS
	"	Field work	50 x 2 x 2 groups	200	25	5,000
	"	Laboratory work	51 x 2 x 2	204	25	5,100
	Laborer	Field work	50 x 2 x 2	200	5	1,000
	Laboratory Assistant	Lab. work	51 x 1 x 2	102	12	1,224
	Driver	Field work	50 x 1 x 2	100	15	1,500
	Sub total					14,324
	Surveyer	Preparation	5 days x 2 per	10 per	25 USS/day	250
	"	Field work	60 x 3 x 3 groups	540	25	13,500
	"	Lab. work	11 x 3 x 2	99	25	2,450
	Laborer	Field work	60 x 2 x 3	360	5	1,800
	Driver	"	60 x 1 x 3	180	15	2,700
	Sub total					20,725
	Geologist	Field work	30 x 1	30	25	750
	"	Lab. work	10 x 1	10	25	250
	Laborer	Field work	30 x 1	30	5	150
	Driver	"	30 x 1	30	15	450
Sub total					1,600	
Draftman	Lab. work	30 x 2	60	12	720	
Sub total					720	
Total					37,369	
Traveling Allowance	Geophysicist	Field work	50 x 2 x 2	200	10	2,000
	Surveyer	"	60 x 3 x 3	540	10	5,400
	Geologist	"	30 x 1	30	10	300
	Total					7,700
Material cost			651 stations		2 USS/sta.	1,302
Depreciation Expense	Gravimetry Inst.		38,500 USS x 0.369 ÷ 180 x 50 days x 2			7,893
	Leveling Inst.		700USS x 0.369 ÷ 180 x 60 x 3			258
	Jeep		23,000 x 0.9 ÷ 1,800 x 50 x 2			1,150
	Jeep		23,000 x 0.9 ÷ 1,800 x 60 x 3			2,070
	Jeep		23,000 x 0.9 ÷ 1,800 x 30 x 1			345
Total					11,716	
Computer cost					7,000	
Total amount					65,087	

Note : 15 USS/day of driver includes traveling allowance.

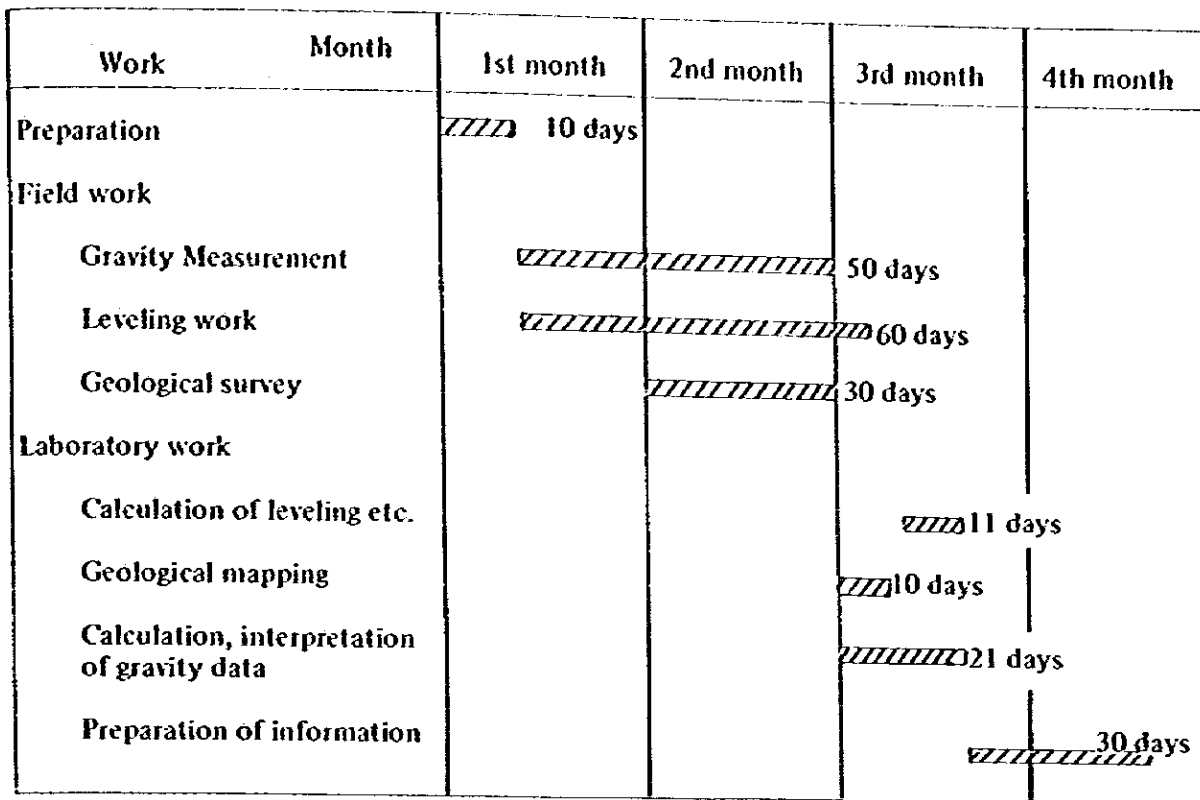


Fig. III-5-1 Process of Gravity Exploration

野外作業約2ヶ月，室内作業約2ヵ月である。但し，報告書は印刷製本などを行わないものとする。

10 概算経費

La Coste 重力計，Jeep などについては償却費のみを計上した。総括すれば経費は約65,000US\$となり，費目別には下記のようになる。

労務費	37,369 us\$
旅費	7,700
物品費	1,302
償却費	11,716
計算機費	7,000
計	65,087 us\$

5-3 電気探査 (IP法)

5-3-1 地域選定理由 (Fig 11-1-1 参照)

Malaguaga 鉱床の背斜構造が San Florencio 鉱床付近で断層で切られ，その北西部は流紋岩溶岩によって被われており，火成岩の潜在が予想される。又，近くに小規模ながら流紋岩溶岩帯中の「窓」(ventana)として San Florencio 鉱床が存在し，それに伴う変質帯が北西に延び流紋岩溶岩下位にも変質帯が分布していて酸化作用の存在が想定される。このような地質状況に対して，直接探査方法としてのIP探査を行って，直接に鉱床もしくは変質石英英斑岩体を検出しようとして本地域を選定した。

5-3-2 探査作業

(1) 作業区域 $3\text{km}(\text{N}60\text{E}) \times 6\text{km}(\text{N}30\text{W}) = 18\text{km}^2$

(2) 測定装置

IP-Mod. IPR-8 又は IPC-7 25kv (SCINTE REX) 1式

IP YOKOHAMA ELECTRONIC 1-5202-D1040 1式

小型コンパス

(3) 測定方式

Frequency Domain 法を採用し，傾度法の電極配置とする。原則的に次のように行う。各測線の長さ500m毎に区切り両端の延長上，それぞれ500m離れた2つの地点に電極C₁とC₂とを接合して通電する。測定区間内では，P₁，P₂ = 50mとして，電位を測定し，50m移動で10回移動する。このように1測線の測定を終了すれば次の測線に移動し，残り2線を同様の方法で測定する。再び，C₁，C₂極を移動して次の測定区間を同じ要領で測定する。

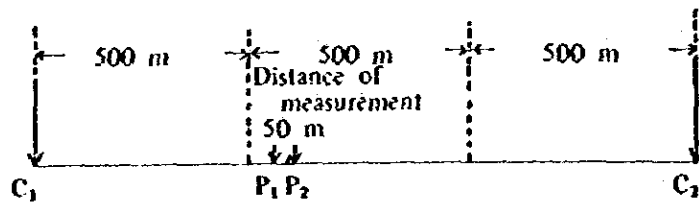


Fig. III-5-2 Schlumberger Array Disposition

Frequency domain 法に傾度法をも採用した理由は Frequency domain 法の方が Time domain 法に比し、測定が容易であることと機核が複雑でないということ、又傾度法を実施した場合には、平面上に比較的正確に鉱床もしくは岩株の位置などを表現することが出来、鉱化帯が深い場合平面的な位置は正確に把握できるという特徴があり、現地で実施される場合はこれら両方法が適当と判断されたためである。

(4) 測点配置及び測点間隔

測線は N 6 0 E 方向に 3 km の長さとし、200 m 間隔で 31 本設定し、測線総延長は 9.3 km である。測点の間隔は 50 m とし全測点数は 1,860 点である。

(5) 解析の方法

地質構造はあまり複雑でないので、電気的なノイズ源となる要素が少ない。また鉱床に起因する IP 異常が比較的明確に解釈し得る可能性があるが、最近では有限要素及び境界要素の 2 次元の解析を行って IP 調査結果を定量的に解析する方法が行われており、本解析法を採用して、2 次元断面のシュミレーション解析を行い、鉱化位置又は潜在する石英斑岩などの位置を明らかにする。成果品として測線位置図、深度別平面図、測線別断面図、定量的解析図及び鉱床と測定結果の関係図を作成する。

(6) 作業工程及び人員

作業工程については、現地は樹木がなく比較的測定が容易なことを考慮して能率を下記のように推定した。

0.7 km / 日 (測定実働 23 日)

人員は IP 送信機に技師 1 名、IP 受信機 2 台に各々技師 1 名を配置し、更に人夫 10 名と運転手 2 名で編成する。この場合の工程は Fig. III-5-3 に示す。現場での測定期間は約 6 カ月、室内での解析作業 2 カ月、報告執筆に約 20 日間で合計期間は 9 カ月となる。尙、地質調査を実施して地質図を作成し IP 調査法による結果の解釈の一助とする。

(7) 概算経費

現在 COMIBOL には 2 セットの IP 探査機器を有しているので購入の必要はなく、新規投資は購入せず償却費のみを計上した。経費は Table III-5-2 に示す通りであるが、包括すれば約 87,000 US\$ で費目別は次の如くである。

Table III-5-2 Cost of IP Electrical Exploration

Article		Class of Work	Base of Calculation			Amount
Laborer Cost	Geophysicist	Preparation	10 days x 3 per	30 per	25 USS/day	750 ^{USS}
	"	Field Work	173 days x 3 per	519	25	12,975
	"	Laboratory Work	80 days x 3 per	240	25	6,000
	Laborer	Field Work	73 days x 10 per	1,730	5	8,650
	Driver	"	173 days x 2 per	346	15	5,190
	Sub total			2,865		
	Geologist	Field Work	15 days x 1 per	15	25	375
	Laborer	"	15 days x 1	15	5	75
	Geologist	Laboratory Work	20 days x 1	10	25	200
	Sub total			40		
	Draftman	Laboratory Work		60	12	720
	Sub total			60		
	Total			2,965		
	Traveling Allowance	Geophysicist	Field Work	173 days x 3 per	519 per	10
Geologist		"	15 days x 1	15	10	150
Total					5,340	
Material Cost						8,000
Depreciation Expense	IP Equipment		30,000 USS x 0.369 = 180 x 173 days x 1.5 set			15,959
	Jeep		23,000 x 0.9 = 1,800 x 173 x 2			3,979
	Jeep		23,000 x 0.9 = 1,800 x 15 x 1			173
	Total					20,111
Computer Cost						19,000
Total Amount						87,386

Note: The 1.5 in calculation of Depreciation expense means one transmitter and two receivers

勞務費	34,935 us\$
旅費	5,340
物品費	8,000
償却費	20,111
計算機費	19,000
計	87,386 us\$

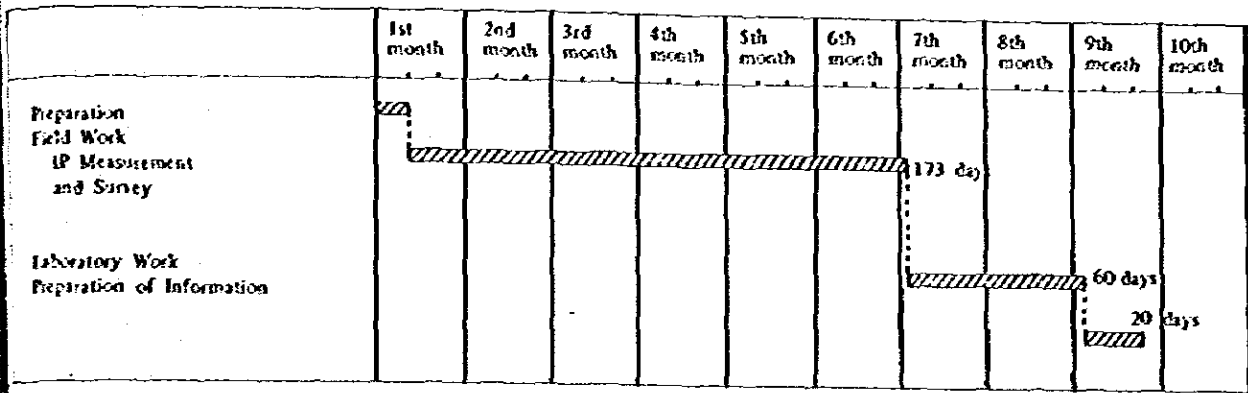


Fig. III-5-3 Process of IP Electrical Exploration

BIBLIOGRAPHY

1. Society of Mining Engineers of The American Institute of Mining, Metallurgy; SME and Petroleum Engineers Inc; Mining Engineering Handbook
2. Sohei Sayama et al: Metal and Coal Mining Handbook
3. Japan Industrial Explosion Association: Blasting Handbook
4. Symposium of New Technical Mining Safety: Second Information on the Design of Pillar
5. J. Nigel Grant, Christopher Halls, Waldo Avila Saunas (1979): K-Ar Ages of Igneous Rocks and Mineralization in Part of the Bolivian Tin Belt Econ. Geol., vol. 74, p. 838-851
6. Victor Samoyloff, (1934): The Hallagua-Uncia Tin Deposit Econ. Geol., vol. 29, p. 481-851
7. R.H. Sillitoe, C. Halls, et al (1975): Porphyry Tin Deposits in Bolivia, Econ. Geol, vol. 70, p. 913-927
8. Metallic Mining Agency of Japan (1975): Investigation of Foreign Geological Structure, Western Part of Bolivia
9. F.S. Turneure (1971): The Bolivian Tin-Silver Province. Econ. Geol., vol. 66 p. 215-224
10. Asahiko Sugaki, Hirotomo Ueno, et al (1981): Geological Study on Polymetallic Hydrothermal Deposits in the Oruro District, Bolivia. The Science Reports of the Tohoku University, Series III, vol. XV, No. 1
11. Japan International Cooperation Agency (1982): Feasibility Report for the Modernization of Mining Facilities in the Republic of Bolivia (vo. 1)

APPENDICES

AI-1 Detail of Projected Personnel of Administration Department

Item	Salary Worker	Daily Labor	Total	Item	Salary Worker	Daily Labor	Total
General Affairs Sec.				Social Welfare Sec.			
Staff	2	-	2	Staff	3		
Admin. of Club				Admin. of Company's			
Dispatch and Receipt	5	1	6	House and Equip-	7	20 (-2)	
of Message				ments for Social Welfare			
Data Arrangement				Sanitation	2		
Radio				Subtotal	12	20	32
Telephone Exchange	10	1	11	Pulperia Sec.			
Admin. of Fixed Assets				Staff	4		4
Witchman Cleaner	4	36	40	Warehouse for Pulperia	4	4	8
Subtotal	21	38	59	Pulperia	18 (-2)	6	24
Plant Sec.				Bakery	1	2	3
Staff	2	1		Meat factory	2		2
Finance	4			Greengrocery's Shop			
Cashier	2			Subtotal	29	12	41
Cost				Education Sec.			
Budget and Settlement	3			Staff	2		2
Subtotal	11	1	12	Admin. of Employ.	1		1
Computer Sec.				Admin. of Material	1	2	3
Staff	2	1	3	Primary School	40 (-2)	9	49
Operator	6		6	Secondary School	36	6	42
Subtotal	8	1	9	Subtotal	80	17	97
Press Sec.				Medical Sec.			
Staff	4		4	Staff	3		3
Warehouse	5	14	19	Admin. of Medical	1		1
Printing House	1	2	3	Staff			
Delivery and Reception				Medical Material	1	1	2
of Mineral	12	6	18	Admin. of Hospitals	40	15	55
and Clinics				Admin. of Nurse			
Transportation and				School	5	2	7
Usement of Vehicles				Subtotal	50	18	68
Loading	4	24	28	Executive Members	6		6
Subtotal	26	46	72	Staff	18		18
Personnel Sec.				Subtotal	24		24
Staff	2		2	Total	217	159	436
Personnel Records				- (Medical Sec.)	50	18	68
Retirement and Employment	4		4	- (Loading)	4	24	28
Salary Calculation	5		5	Total of			
Admin. of Time Card	5 (-5)	6	11	Cost Calculation	223	117	340
and Labor Record							
Subtotal	16	6	22				

Note: () Indicates a reduction of staff in the case of operation since the 8th year at 10,000 t/day

A II-2 Details of Construction Costs of Administration Department

o	Vehicles			
	Jeeps	3	@ \$ 15,000	\$ 45,000
	Small cars	5	@ \$ 13,000	\$ 65,000
	Small pick-ups	7	@ \$ 10,000	\$ 70,000
	Total	15	av.@ \$ 12,000	\$180,000
o	Business and Telecommunication Machines			
	Copiers	5	av.@ \$ 5,000	\$ 25,000
	Small computers	6	av.@ \$ 20,000	\$120,000
	Telecommunications system			\$ 50,000
	* one each for Mining Maintenance and Construction Section, and two for office			
o	Office Improvements			\$100,000
	Total			\$455,000

A II-3 Changes in Net Income Per Ton of Crude Ore by Grades, and Changes in Quotation by USS 1.00/lb (10,000 t/day base)

	Grade of crude ore (%)	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26
(1)	For high-grade concentrate						
	Grade of concentrate (%)	50	50	50	50	48	45
	For \$ 1 of quotation ^{*1} (\$)	4.38	4.06	3.76	3.46	3.06	2.67
(-)	For insurance bill ^{*2} (\$)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
	Net income (\$) (S)	4.37	4.05	3.75	3.45	3.05	2.67
(2)	For low-grade concentrate						
	Grade of concentrate (%)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.4
	For \$ 1 of quotation (\$) (S)	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10
(3)	Total (S)	4.45	4.13	3.82	3.52	3.13	2.77

* 1 : (metal content) x 0.97 x 2.20462 x 1

* 2 : x 0.1683 %

A II-4 Net Income Per Ton of Crude Ore by Grades, 10,000 t/day Base

1.	Grade of crude ore (%)		0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26
2.	High-grade ore							
	Tin content (k)		3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6
	Net yield rate (%)		57	56	55	54	51	48
	Net tin yield (k)		2.05	1.90	1.76	1.62	1.43	1.25
	Grade of conc. (%)		50	50	50	50	48	45
	Conc. (dry) (k)		4.10	3.80	3.52	3.24	2.98	2.78
	Moisture (%)		2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0
	Conc. (wet) (k)		4.22	3.91	3.62	3.33	3.07	2.87
	Quotation (US\$/lb)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Value (US\$)		27.12	25.13	23.28	21.43	18.92	16.53
	Refining cost (A) "		0.81	0.75	0.70	0.64	0.61	0.59
	(B) "		3.30	3.06	2.84	2.61	2.40	2.24
	Selling cost (A) "		0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	(B) "		0.43	0.40	0.37	0.34	0.30	0.26
	(C) "		0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
	(Total) "		4.71	4.38	4.06	3.73	3.44	3.20
	Net income (US\$)		22.41	20.75	19.22	17.70	15.48	13.33
3.	Low-grade ore							
	Tin content (k)		3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6
	Net yield rate (%)		5	5	5	5	6	7.9
	Net tin yield (k)		0.18	0.17	0.16	0.15	0.17	0.21
	Grade of conc. (%)		4.10	4.10	4.10	4.10	4.20	4.40
	Conc. (dry) (k)		4.39	4.15	3.90	3.65	4.05	4.77
	Moisture (%)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Conc. (wet) (k)		4.50	4.26	4.00	3.74	4.15	4.89
	Quotation (US\$/lb)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Value (US\$)		2.38	2.25	2.16	1.98	2.25	2.78
	Refining cost "		1.95	1.84	1.78	1.62	1.84	2.25
	Selling cost "		0.15	0.14	0.13	0.12	0.14	0.16
	Net income "		0.28	0.27	0.25	0.24	0.27	0.37
4.	Total (US\$)		22.69	21.02	19.47	17.94	15.75	13.70

A II-5 Bases for Calculation of Revenue

The following data are used at bases for the calculation of revenue on 9,000 and 8,000 t/day treatment amounts.

	(Ore)	(Grade)	(Tin)	(Yield rate)	(Moisture)
(A) Production Plan for 9,000 t/day Treatment					
Mining					
Underground	2,500 t	0.41	10.25 t		
Dump	6,500 t	0.27	17.55 t		
Total	9,000 t	0.31	27.80 t		
Concentrate					
High-grade (dry)	30.58 t	50.0	15.29 t	55%	
(wet)	31.46 t				2.8%
Low-grade (dry)	33.90 t	4.10	1.39 t	5%	
(wet)	34.77 t				2.5%
Total tin yield rate : 60%					
Total tin yield : 16.68 t/day					
(B) Production Plan for 8,000 t/day Treatment					
Mining					
Underground	2,500 t	0.41	10.25 t		
Dump	5,500 t	0.27	14.85 t		
Total	8,000 t	0.314	25.10 t		
Concentrate					
High-grade (dry)	27.61 t	50.0	18.805 t	55%	
(wet)	28.41 t				2.8%
	(812 bags)				
Low-grade (dry)	30.61 t	4.10	1.255 t	5%	
(wet)	31.39 t				2.5%
	(628 bags)				
Total tin yield rate : 60%					
Total tin yield : 15.06 t/day					

Note: Records at Catavi Mine

Average Jan. to Dec. 1981 – 11.46 t/day

Average Jan. to June 1982 – 10.16 t/day

A II-6 Bases for Calculation of Selling Cost-Loading Cost

(1) Labor Costs for Loading

Foreman	4 persons (month)	(checking of shipping quantities arrangement of lots, etc.)
Stuffing concentrates into bags	10 " (day)	
Sampling	3 " "	
Seaming bag mouths	2 " "	(with portable sewing machines)
Loading onto freight cars	9 " "	(with portable conveyors)
Total	28 persons x @\$8 = \$224	} = \$229 others = \$ 5 }

Note :

Treatment per day	10,000 t		9,000 t	8,000 t
	(1st - 7th)	(8th - 10th)		
	76.2 t	76.5 t	66.23 t	59.8 t
	1,834 bags	1,785 bags	1,594 bags	1,440 bags
Actual labor (6 hr)	12.9 t	12.8 t	11.04 t	9.9 t/hr
Number of bags	306	298	266	240 /hr
Labor cost (\$)	229	230	199	179

(2) $\$ 229 \div 76.2 \text{ t} = 3.00 (\$/\text{t})$

A II-7 Calculation of Amount of Interest during Construction

(A) For 10,000 t/day Treatment

		(Interest rate)				
		12%	10%	8%	6%	4%
Outstanding debt 3 years before stand up	51,258	6,151	5,126	4,101	3,075	2,050
" 2 "	80,509	9,661	8,051	6,441	4,831	3,220
" 1 "	116,325	13,959	11,633	9,306	6,980	4,633
(Total)	(248,092)	29,771	24,810	19,848	14,886	9,923
		(4,961)	(4,962)	(4,962)	(4,963)	

(B) For 9,000 t/day Treatment

Outstanding debt 3 years before stand up	47,706	5,725	4,771	3,816	2,862	1,908
" 2 "	80,445	9,653	8,045	6,436	4,827	3,218
" 1 "	108,092	12,971	10,809	8,647	6,486	4,324
(Total)	(236,243)	28,349	23,625	18,899	14,175	9,450

(C) For 8,000 t/day Treatment

Outstanding debt 3 years before stand up	44,870	5,384	4,487	3,590	2,692	1,795
" 2 "	75,711	9,085	7,571	6,057	4,543	3,028
" 1 "	101,744	12,209	10,174	8,140	6,105	4,070
(Total)	(222,325)	26,678	22,232	17,787	13,340	8,893
		(4,446)	(4,445)	(4,447)	(4,447)	

Note : All figures other than interest rates are in thousand dollars.

A II-8 Calculation of Interest (Total for 10 years)

(A) For 10,000 t/day Treatment

(1) Construction funds

1.	132,211			
2.	118,090			
3.	104,965			
4.	91,848			
5.	78,727			
6.	65,606			
7.	52,485	4,800	$642,932 \times 6\% = 38,576$	
8.	39,364			43,300
9.	26,243	4,200		+ 14,000
10.	13,127	4,724	$78,729 \times 6\% = 4,724$	57,300

(\$ 1.910 /ton of crude ores)

(2) Working capital

$$279,922 \times 0.5 \times 10\% = 14,000$$

Total remainder : 861,622

(3) Increment of 1% in interest rate : 8,616 (\$0.287/t)

(B) For 9,000 t/day Treatment

(1) $122,267 \times 11/2 \times 6\% = 40,348$

= 58,183

(2) $256,700 \times 0.5 \times 10\% = 12,835$ (\$ 1.970/ton of crude ores)

Total remainder : 800,819

(3) Increment of 1% in interest rate : 8,008 (\$0.297/t)

(C) For 8,000 t/day Treatment

(1) $115,084 \times 11/2 \times 6\% = 37,978$

= 49,850

(2) $237,440 \times 0.5 \times 10\% = 11,872$ (\$ 2.077/ton of crude ores)

Total remainder : 751,682

(3) Increment of 1% in interest rate : 7,517 (\$ 0.313/t)

Note : All figures without any unit indication are in thousand dollars.

A II-9 Construction Cost by Amount of Interest

(A) For 10,000 t/day Treatment			Total cost
Construction cost		116,325	—
Interest rate during term	(12%)	29,771	146,096
"	(10%)	24,810	141,135
"	(8%)	19,848	136,173
"	(6%)	14,886	131,211
"	(4%)	9,923	126,248

(Note : Increment by 1%-up of interest rate = 2,481)

(B) For 9,000 t/day Treatment			
Construction cost		103,092	—
Interest rate during term	(12%)	28,349	136,441
"	(10%)	23,625	131,717
"	(8%)	18,899	126,991
"	(6%)	14,175	122,267
"	(4%)	9,450	117,542

(Note : Increment by 1%-up of interest rate = 2,362.4)

(C) For 8,000 t/day Treatment			
Construction cost		101,744	—
Interest rate during term	(12%)	26,678	128,422
"	(10%)	22,232	123,976
"	(8%)	17,787	119,531
"	(6%)	13,340	115,084
"	(4%)	8,893	110,637

Note : Increment of 1% in interest rate = 2,223)

Note : All figures other than interest rates are in thousand dollars.

A II-10 Detail of Construction Cost (In the case of 10,000 t/day Treatment)
In 1,000 US\$

	Years			Total
	3 years before start up	2 years before start up	1 year before start up	
1. Mining Equipment				
Development	739	1,052	900	2,691
Heavy machinery	1,360	1,360	1,361	4,081
(Sub total)	2,099	2,412	2,261	6,772
2. Concentration equipment				
Machinery	23,432	13,004	13,004	49,440
Construction equipment	9,451	7,061	2,737	19,249
Electrical equipment	3,189	3,189	3,190	9,568
(Sub total)	36,072	23,254	18,931	78,257
3. Service water equipment				
Machinery	885	886	886	2,657
Construction equipment	78	77		155
Electrical equipment	241	241	240	722
(Sub total)	1,204	1,204	1,126	3,534
4. Waste heap equipment				
Heavy Machinery	1,898	—	—	1,898
Construction of waste heap	141	286	286	713
Drainage equipment	341	680	680	1,701
Hydraulic tailing transportation	—	180	180	360
Construction of roads	60	—	—	60
(Sub total)	2,440	1,146	1,146	4,732
5. Building and Houses	653	653	327	1,633
6. Equipment of Administration	180	137	138	455
7. Other Expenses				
Supervision	1,142	1,142	1,143	3,427
Reserve	2,524	1,344	1,040	4,908
Engineering fees	2,104	1,119	865	4,088
Miscellaneous expenses	2,804	2,840	2,839	8,519
(Sub total)	8,610	6,445	5,887	20,942
Total	51,258	35,251	29,816	116,325

A II-11 Details of Construction Costs (In the case of 9,000 t/day Treatment)

In 1,000 US\$

	Years			Total
	3 years before start up	2 years before start up	1 year before start up	
Mining equipment	1,745	1,995	1,872	5,612
Concentration, water and dam equipment	36,973	23,843	19,734	80,550
Buildings and house equipment for administration	833	790	465	2,088
Other expenses	8,155	6,111	5,576	19,842
Total	47,706	32,739	27,647	108,092

A II-12 Details of Construction Costs (In the case of 8,000 t/day Treatment)

In 1,000 US\$

	Years			Total
	3 years before start up	2 years before start up	1 year before start up	
Mining equipment	1,687	1,937	1,812	5,436
Concentration, water and dam equipment	34,669	22,358	18,505	75,532
Buildings and houses equipment for administration	883	790	465	2,088
Other expenses	7,681	5,756	5,251	18,688
Total	44,870	30,841	26,033	101,744

A II-13 Construction Cost for Mineral Concentration and Water Equipment and Their Detail

Capacity Costs		(1,000 US\$)			Note
		10,000 t/D	9,000 t/D	8,000 t/D	
1.	Mineral Concentration Equipment	78,257	73,209	67,961	See following page for detail
	Machinery	49,440	46,411	43,245	
	Construction	19,249	17,816	16,347	
	Electric Equipment	9,568	8,982	8,369	
2.	Water Equipment	3,533	3,318	3,092	See following page for detail
	Machinery	2,657	2,494	2,324	
	Construction	155	146	136	
	Electric Equipment	721	678	632	
3.	Other Expenses	20,942	19,842	18,688	
	Supervisor	3,427	3,427	3,427	
	Reserve	4,908	4,592	4,262	
	Engineering Fee	4,088	3,827	3,554	
	Overhead Expenses	8,519	7,996	7,446	
	Total	102,732	96,369	89,741	

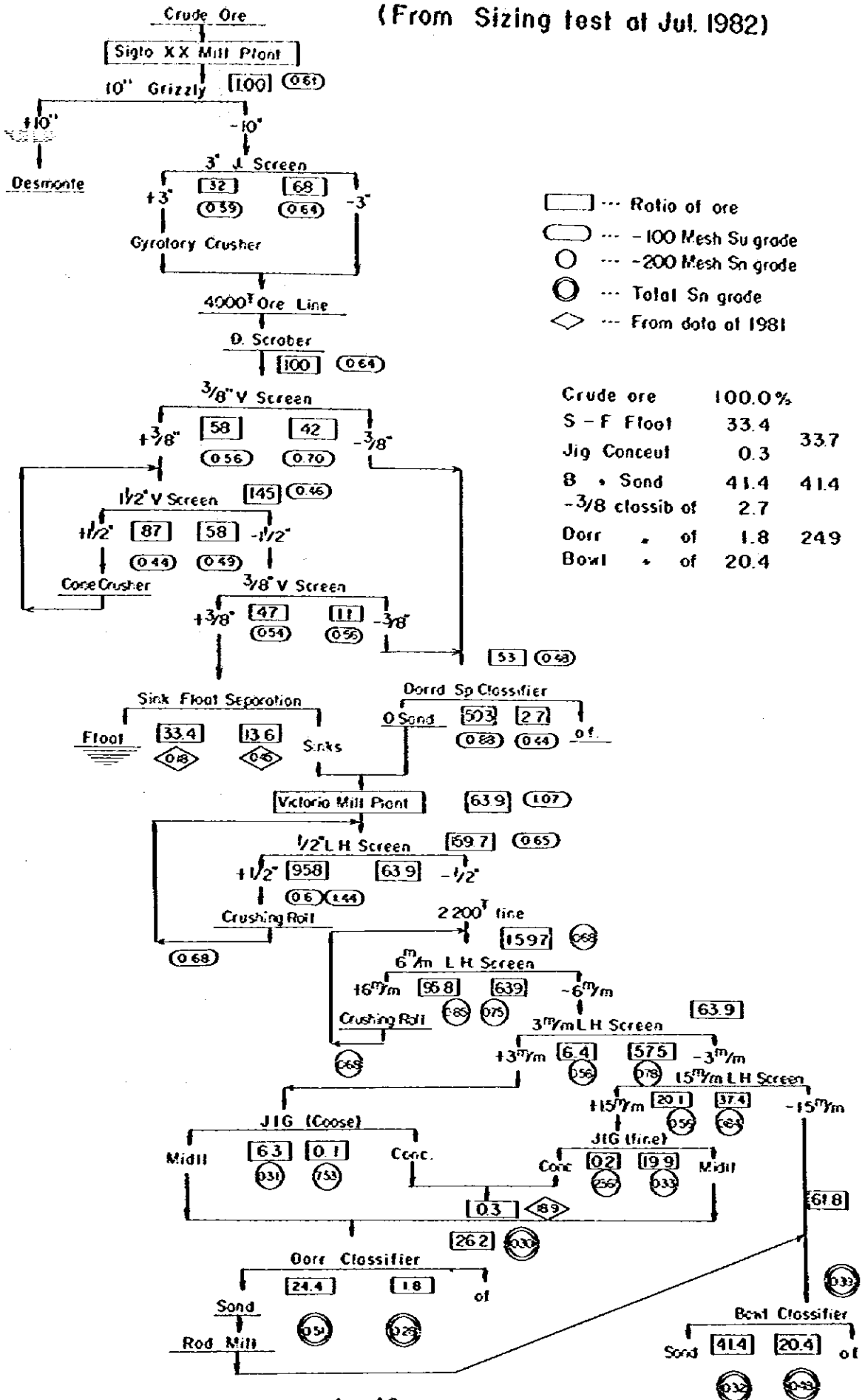
1. The construction cost is recent one and is not considered price escalation in future.
2. An amount of reserve has been calculated following equation : $(1 + 2) \times 0.06$
3. Engineering fee : $(1 + 2) \times 0.05$
4. Overhead Expenses : $(1 + 2 + 3) \times 0.1$
5. Detail casts of mineral concentration and water equipment are shown as following pages.

A II-14 Office Construction Cost

Building Name	Area of Building (m²)	Costs	1,000 US\$
Mill Plant Office Mineral Concentration	330	158,000	
Laboratory	600	135,000	
Engineering Work Office	150	72,000	
Mechanic Repair Shop	2,000	500,000	
Electric Repair Shop *	400	92,000	
Wood Working Shop *	500	135,000	
Vehicle Maintenance *			
Shop for Mining	200	58,000	
Shop for Dam	200	58,000	
Shop for General Use	150	48,000	
Material Storehouse	1,000	250,000	
Chemical Analysis Laboratory	300	127,000	
Total	5,830	1,633,000	

Note : * Mark shows that the instruments will be removed from the present shop.

AI-15 Balance Sheet of Crushing of Siglo XX and Victoria Mill Plant (From Sizing test at Jul. 1982)



- ... Ratio of ore
- ... -100 Mesh Su grade
- ... -200 Mesh Sn grade
- ⊙ ... Total Sn grade
- ◇ ... From data of 1981

Crude ore	100.0%	
S - F Float	33.4	33.7
Jig Concut	0.3	
B + Sand	41.4	41.4
-3/8 classib of	2.7	
Dorr . of	1.8	24.9
Bowl . of	20.4	

A II-16 Cost of Mill Plant (10,000 T/D)

No. 1

No.	Name of Equipment	No. of Q'ty	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	U.S. \$	
							Total	Note
Machinery								
1. Receiving Ore and Titration Process								
1-1	Crusher	5	1,571,577	179,000	198,346	1,569	1,950,492	
1-2	Screen	9	1,345,692	133,462	155,731	831	1,635,716	
1-3	Scrubber	1	182,692	30,500	30,000	923	244,115	
1-4	Conveyers	46	1,822,269	724,000	599,769	60,646	3,206,684	
			4,922,230	1,066,962	983,846	63,969	7,037,007	
2. Grinding Process								
2-1	Rod Mill	4	1,565,385	213,846	222,692	5,538	2,007,461	
2-2	Ball Mill	6	3,340,769	425,269	453,192	10,800	4,230,030	
2-3	Raked Classifier	5	333,077	60,731	58,192	462	452,462	
2-4	Screen	22	214,077	19,192	23,269	2,031	258,569	
2-5	Cyclone	28	59,230	5,192	6,308	116	70,846	
2-6	Conveyers	21	444,385	141,346	121,000	4,592	711,323	
2-7	Pump	34	153,692	16,731	18,885	231	189,539	
2-8	Tanks	11	36,385	10,615	9,192	3,162	59,354	
			6,147,000	892,922	912,730	26,932	7,979,584	
3. Primary Slime Treatment Process								
3-1	Cyclone	6	25,962	2,000	2,615	69	30,646	
3-2	Table	66	760,077	92,038	104,577	3,046	959,738	
3-3	Pump	7	64,500	6,885	7,708	138	79,331	
3-4	Tank	11	9,462	3,615	3,038	1,662	17,777	
3-5	Distributor	9	21,923	2,962	3,115	415	28,415	
			881,924	107,500	121,153	5,330	1,115,907	

No.	Name of Equipment	No. of Qty	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	Total	No. 2 Note
4. Routher Table Process								
4-1	Raked Classifier	4	631,231	132,808	123,231	277	887,547	
4-2	Hydraulic Table	10	87,269	5,923	6,731	185	100,108	
4-3	Table	529	6,068,692	674,731	798,346	24,415	7,566,184	
4-4	Cyclone	126	187,692	13,000	17,692	1,316	219,700	
4-5	Pump	29	178,731	18,923	21,500	254	219,408	
4-6	Tank	7	12,385	4,731	3,962	1,937	23,015	
			7,166,000	850,116	971,462	28,384	9,015,962	
5. Middling Treatment Process								
5-1	Ball Mill	1	618,462	76,692	82,576	1,800	779,530	
5-2	30 ^{mb} Thickener (Rake)	1	70,384	30,962	25,308	231	126,885	
5-3	Cyclone	42	64,807	4,577	6,231	162	75,777	
5-4	Table	100	1,150,538	136,846	156,769	4,615	1,448,768	
5-5	Pump	14	78,192	8,423	9,500	531	96,646	
5-6	Tank	39	49,385	19,269	16,000	7,431	92,085	
5-7	Distributor	62	150,962	21,115	21,769	407	194,253	
			2,182,730	297,884	318,153	15,177	2,813,944	
6. Slime Treatment Process								
6-1	55 ^{mb} Thickener	1	180,269	73,846	60,885	346	315,346	
6-2	Cyclone	84	96,923	4,962	7,923	415	110,223	
6-3	Table	341	3,932,846	563,154	594,000	15,738	5,105,738	
6-4	Pump	11	85,885	8,192	9,692	139	103,908	
6-5	Tank	23	40,692	15,615	12,846	3,923	73,076	
6-6	Distributor	19	50,770	8,192	8,115	162	67,239	
			4,387,385	673,961	693,461	20,723	5,775,530	

No.	Name of Equipment	No. of Q'ty	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	Total	No. 3 Note
7. Desulphuring Flotation Process								
7-1	Table	31	348,154	19,077	33,923	1,431	402,585	
7-2	Cyclone	1	1,154	77	115	23	1,369	
7-3	Ball Mill	1	37,615	5,923	5,923	185	49,646	
7-4	20 ^m Thickener (Rake)	1	85,115	21,000	18,846	231	125,192	
7-5	Flotater	14	113,827	20,115	19,423	346	153,711	
7-6	Cone Tank	2	25,846	13,231	10,615	3,692	53,384	
7-7	Reagent Equipment	1	15,000	7,692	6,269	115	29,076	
7-8	Pump	10	27,538	2,577	3,077	92	33,284	
7-9	Tank	5	4,154	1,538	1,308	623	7,623	
7-10	Distributor	3	7,885	1,154	1,192	49	10,280	
			666,288	92,384	100,691	6,787	866,150	
8. De-iron Magnetic Separation Process								
8-1	Magnetic Separator	1	12,692	731	1,077	46	14,546	
8-2	Cyclone	4	4,115	247	385	93	4,839	
8-3	Table	21	239,077	21,731	28,500	969	290,277	
8-4	Pump	10	10,615	615	1,116	46	12,392	
8-5	Tank	7	6,769	3,154	2,577	1,015	13,515	
8-6	Distributor	3	4,616	731	769	69	6,185	
			277,884	27,208	34,424	2,238	341,754	
9. Concentration Treatment Process								
9-1	8 ^m Thickener (Rake)	1	38,308	9,423	8,461	231	56,423	
9-2	12 ^m Thickener (Rake)	1	54,192	13,000	11,731	231	79,154	
9-3	Drag classifier	2	37,308	7,308	6,884	369	51,869	
9-4	Pump	5	6,577	577	692	46	7,892	
9-5	Cone Tank	2	12,847	6,577	5,269	1,846	26,539	
9-6	Thickener	2	22,308	11,384	9,154	3,346	46,192	
9-7	Tank		1,231	461	385	185	2,762	
			172,771	48,730	42,546	6,254	270,331	

No.	Name of Equipment	No. of Qty	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	Total	No. 4 Note
10. Water Recycling Tailing Treatment Process								
10-1	96 ^{mp} Thickener	1	365,384	120,481	102,500	577	588,942	
10-2	Pump	20	1,109,539	78,769	67,539	670	1,256,518	
10-3	Tank	8	81,846	31,461	26,154	11,608	151,069	
10-4	Cyclone	18	238,846	39,231	38,769	416	317,262	
			1,795,615	269,942	234,962	13,271	2,352,251	
11. Common Equipment								
11-1	Overhead Traveling Crane	19	826,923	225,385	198,231	5,192	1,255,731	
11-2	Incline	1	146,154	18,577	19,846	692	185,269	
11-3	Piping	1	2,153,846	1,101,923	884,231	323,077	4,463,077	
11-4	Working Floor Stand	1	669,231	342,308	274,769	100,384	1,386,692	
11-5	Chut, Conduit	1	961,539	491,923	396,615	144,231	1,992,308	
			4,757,693	2,180,116	1,771,692	573,576	9,283,077	
12. Construction Machine								
12-1	100t Wrecker	2	846,154	95,692	64,077	0	1,005,923	
12-2	Bending Roll	3	92,308	5,192	8,192	0	105,692	
12-3	Welding Machine	20	26,923	3,808	3,961	0	34,692	
			965,385	104,692	76,230	0	1,146,307	
	1 ~ 12 Sub Total		34,322,905	6,612,417	6,299,841	762,640	47,997,803	
	Spares	1					1,442,307	
	Machinery Total						49,440,110 ÷ 49,440,000	
2. Electric								
2-1	.66 KV Power Transmission Line	1	186,731	37,308	35,038	144,231	403,508	
2-2	Substation Equipment	1	1,128,192	127,192	141,500	61,154	1,458,038	
2-3	Power Receiving Equipment	1	241,423	33,654	34,885	6,346	316,308	
2-4	Crushing Milling Equipment	1	859,923	135,769	135,615	84,693	1,216,000	
2-5	Table Equipment	1	3,043,308	518,230	506,885	348,231	4,416,654	
2-6	Illumination Equipment	1	234,769	39,231	38,577	28,808	341,385	
2-7	Telephone Equipment	1	79,000	4,115	6,462	11,538	101,115	
2-8	ITV Equipment	1	60,308	4,846	6,154	5,769	77,077	

No.	Name of Equipment	No. of	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	Total	No. 5 Note
2-9	Instrumentation	1	400,192	29,269	38,885	39,000	507,346	
2-10	Equipment for Dam	1	230,346	101,192	82,692	38,077	452,307	
			6,464,192	1,030,806	1,026,693	767,847	9,289,538	
	Spares						278,692	
	Electric Sub Total						9,568,230	= 9,568,000
	3. Construction							
3-1	Crushing Milling Building	1	1,364,577	373,461	311,385	924,923	2,974,346	
3-2	Table, Concentration Building	1	2,749,500	745,539	627,192	2,446,000	6,568,231	
3-3	Ore Receiving Building	1	16,038	4,462	3,731	14,231	38,462	
3-4	Site Creation	1	152,192	70,500	54,000	2,064,558	2,341,250	
3-5	Thickener	1	350,962	141,769	110,769	1,840,000	2,443,500	
3-6	Bin	1	48,462	23,461	17,885	253,538	343,346	
3-7	Base of Receiving Ore, Crushing Equipment	1	131,385	61,038	46,769	731,500	970,692	
3-8	Base of Milling Equip.	1	174,000	68,846	53,961	1,131,500	1,428,307	
3-9	Base of Rougher and Others	1	146,231	57,923	45,385	946,396	1,195,935	
3-10	Water Recycling Tank Base	2	60,885	28,192	21,654	324,069	434,800	
3-11	Road for Construction Work	1	-	-	-	383,500	383,500	
3-12	Construction of Outside of Substation	1	56,500	15,346	12,846	42,231	126,923	
	Construction Sub Total		5,250,732	1,590,537	1,305,577	11,102,446	19,249,292	
	Electric Construction Total						19,249,292	= 19,249,000

A II-17 Cost of Water Equipment

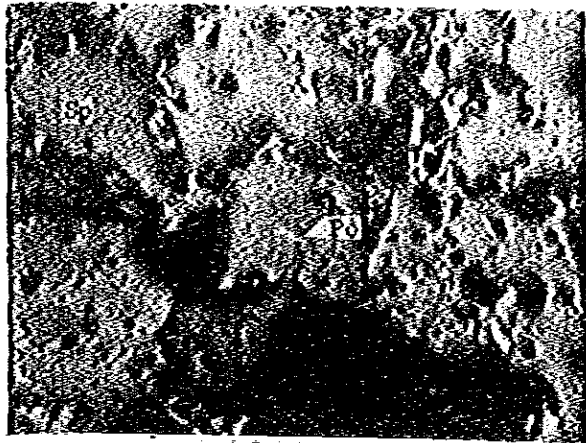
No.	Name of Equipment	No. of Q'ty	F.O.B. Cost	Maritime Transport.	Inland Transport.	Mounting Cost	Total	Note
1. Machinery								
1-1	Pump	7	657,154	32,923	53,000	484	743,561	
1-2	Piping	1	923,077	473,077	379,038	138,462	1,913,654	
			1,580,231	506,000	432,038	138,946	2,657,215 ÷ 2,657,000	
2. Electric								
2-1	Caliri	1	112,461	21,808	20,615	8,654	163,538	
2-2	Lagua Laguna	1	276,654	137,808	110,923	32,884	558,269	
			389,115	159,616	131,538	41,538	721,807 ÷ 721,000	
3. Construction								
3-1	Water Receiving Equipment	1	30,500	7,884	6,654	52,654	97,692	
3-2	Building for Pump	1	22,885	6,385	5,308	23,115	57,693	
			53,385	14,269	11,962	75,769	155,385 ÷ 155,000	
	Machinery Electric Construction Total						3,534,407 ÷ 3,533,000	

A III-1 Micrograph of Polish Section and EPMA

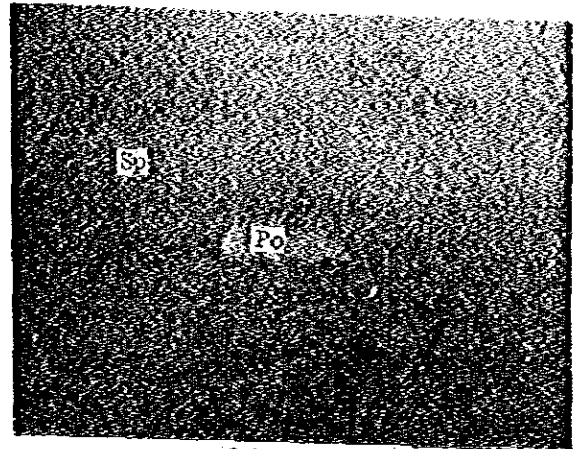
No.	Sample No.	Locality	Mineral Name
P- 1	1	San Florencio mine	Cs
P- 2	8	Huanuni mine	Cs, Py
P- 6	20	Morococala mine	Oxide Ore
P- 7	21	"	Sp
P-10	24	" L250	Sp, Cs
P-11	25	" "	Sp
P-12	27	Santa Fé mine	Py, Sp, Cs
P-13	32	Japo mine	Oxide Ore

Sign

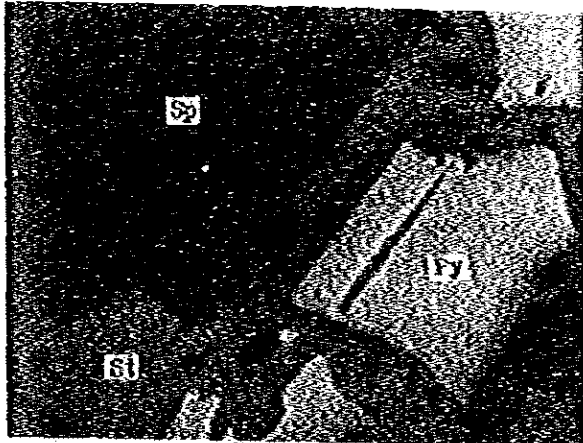
Asp	:	Arsenopyrite
Rt	:	Rutile
Py	:	Pyrite
Gn	:	Galena
Sp	:	Sphalerite
St	:	Stannite
Hm	:	Hematite
Gt	:	Goethite
Po	:	Pyrrhotite



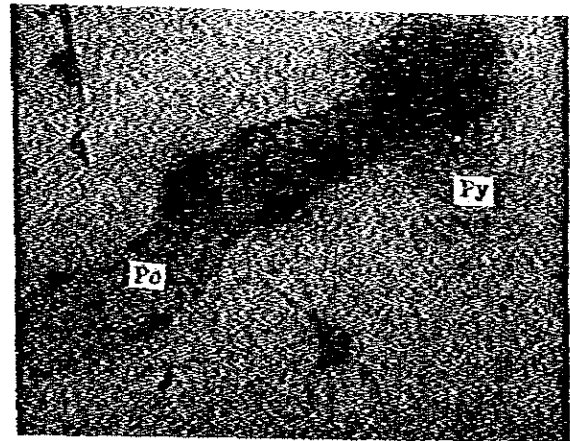
P-1 0.5 mm Open nicol



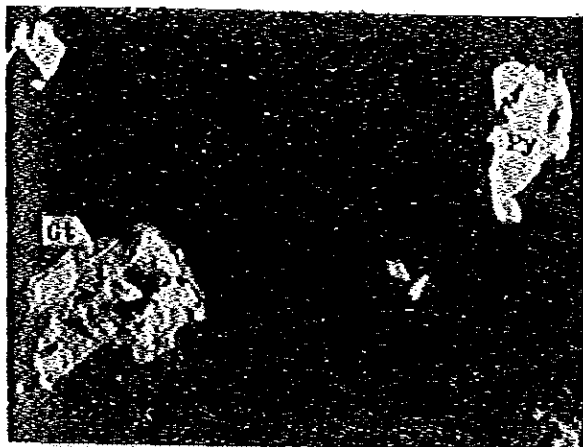
P-1 0.1 mm Open nicol



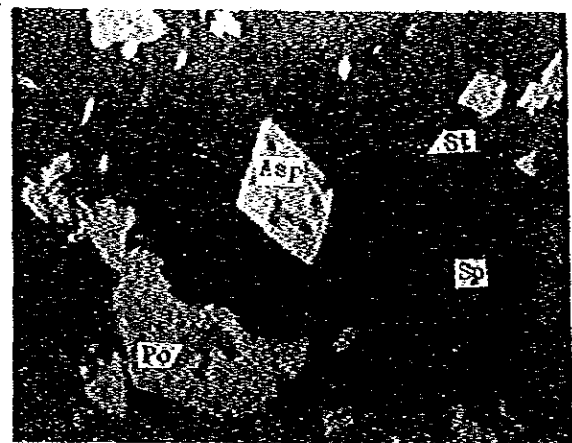
P-2 0.1 mm Open nicol



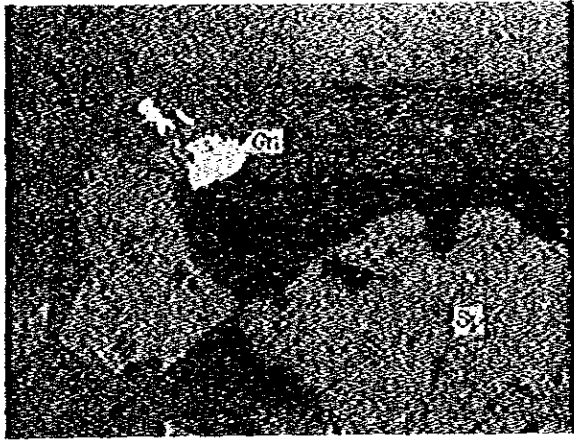
P-2 0.1 mm Open nicol



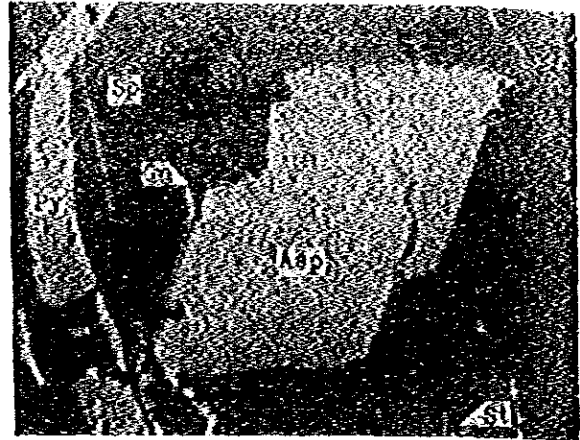
P-6 0.1 mm Open nicol



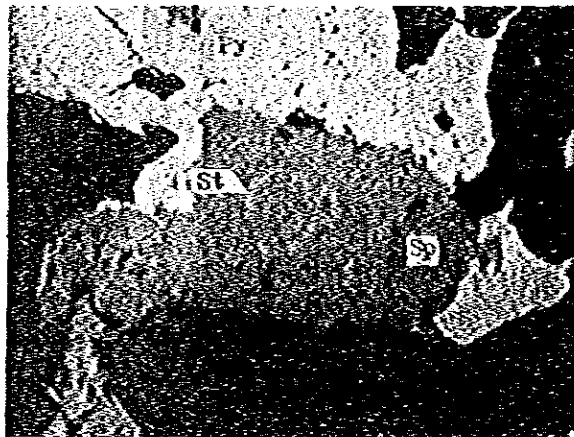
P-7 0.1 mm Open nicol



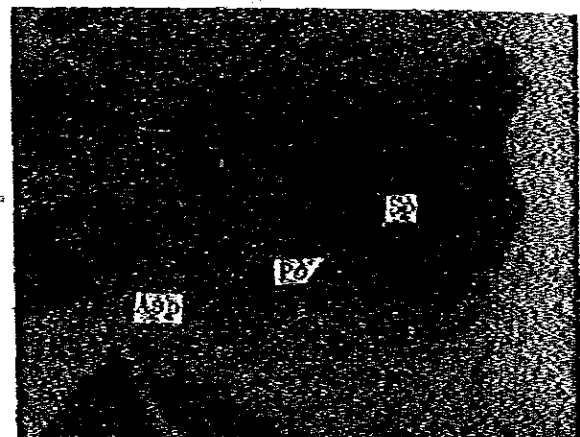
P-10 0.1mm Open nicol



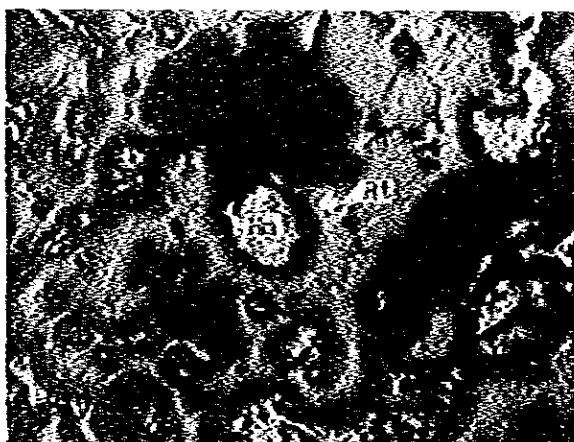
P-11 0.1mm Open nicol



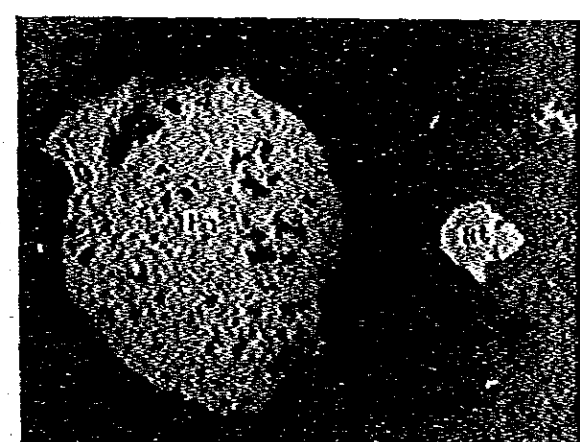
P-11 0.1mm Open nicol



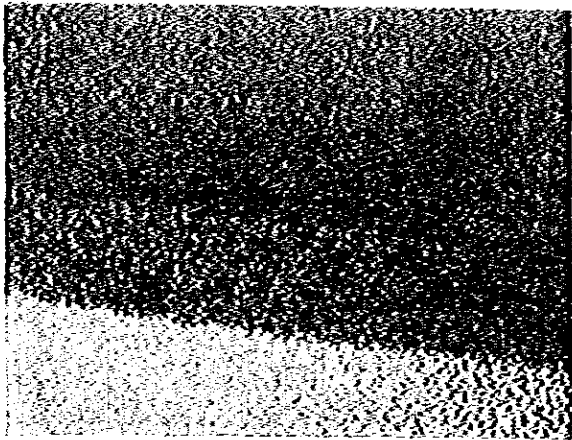
P-12 0.1mm Open nicol



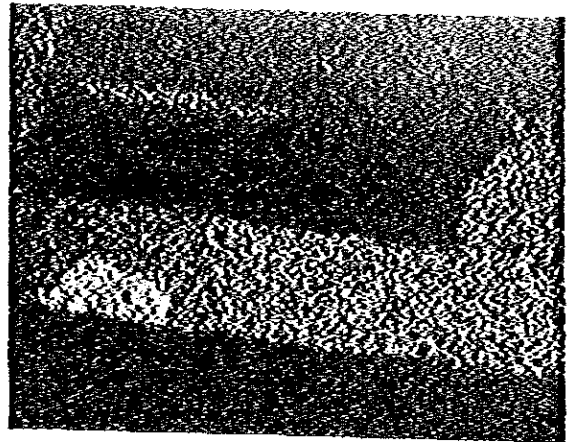
P-13 0.5mm Open nicol



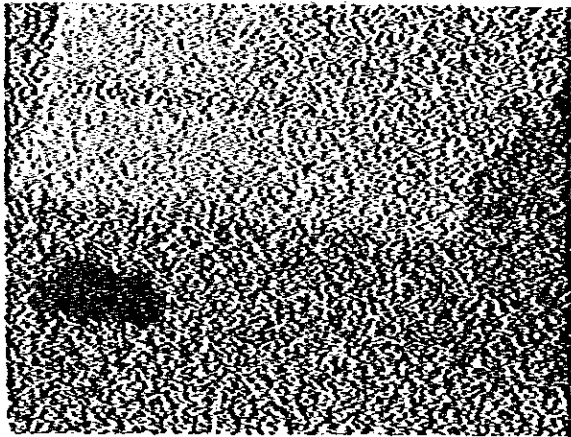
P-13 0.1mm Open nicol



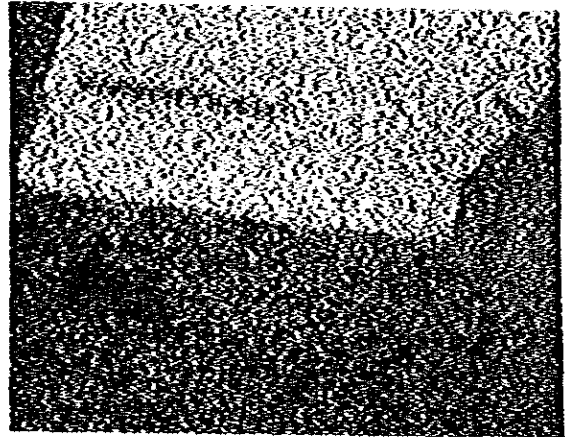
Zn



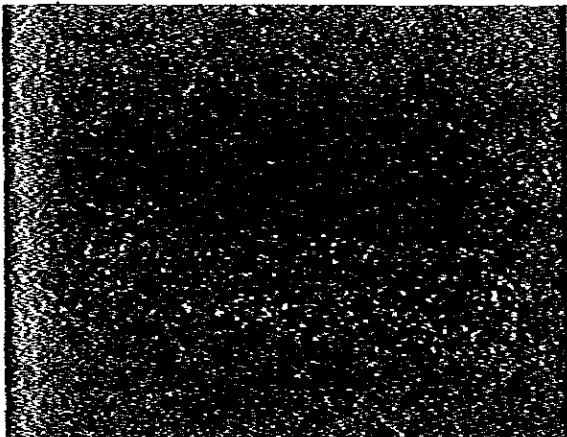
Sr



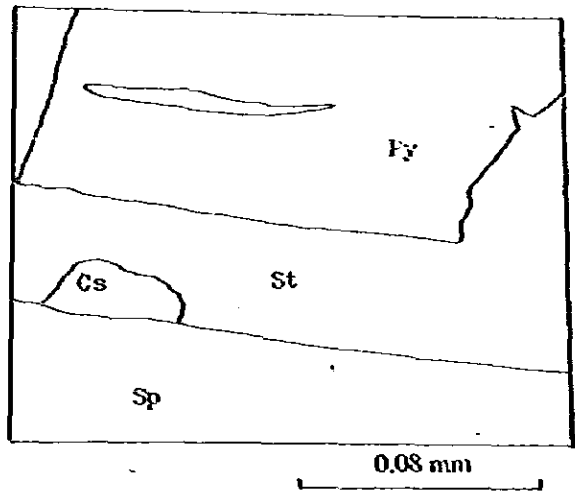
S

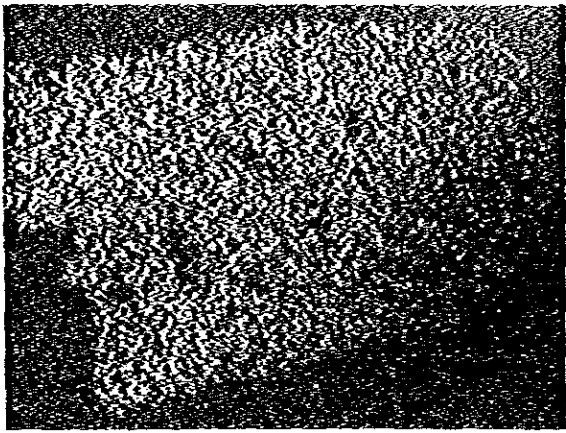


Fe

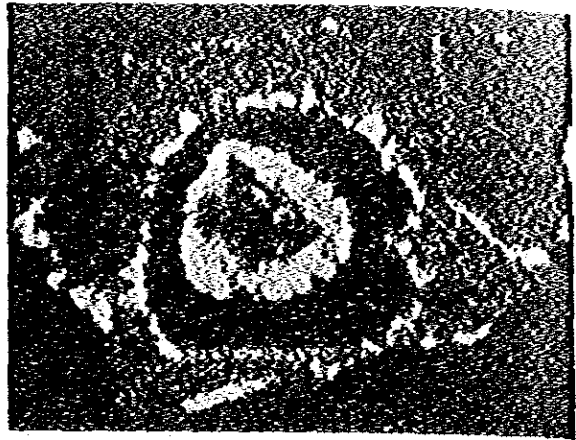


Ag

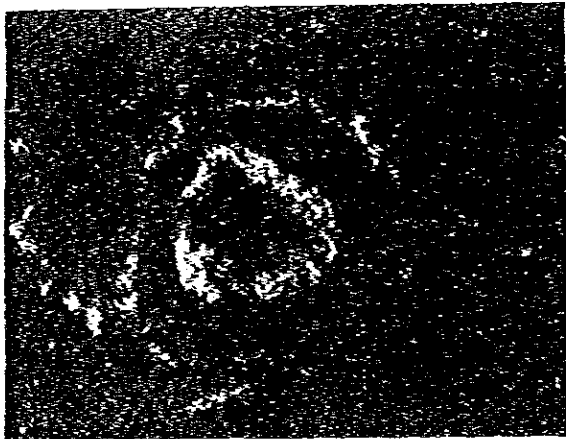




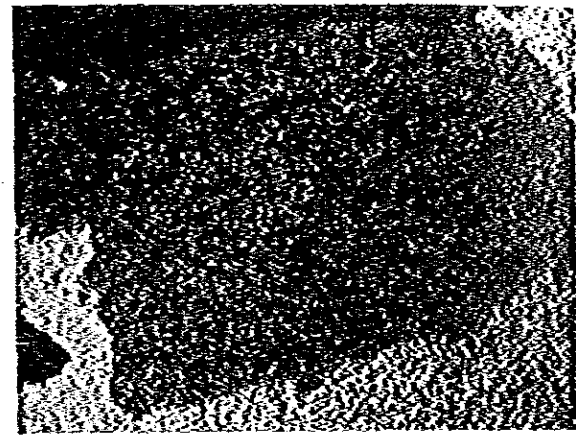
Zn



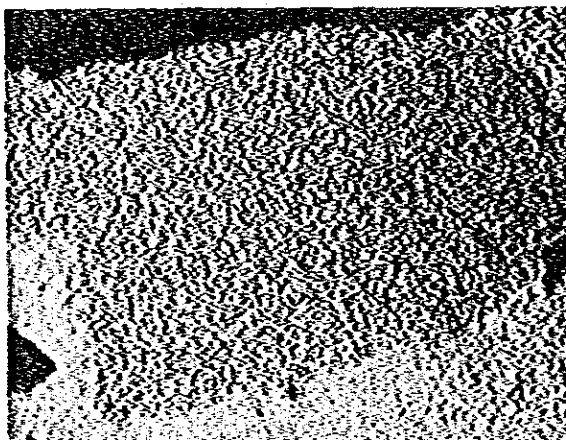
Sn



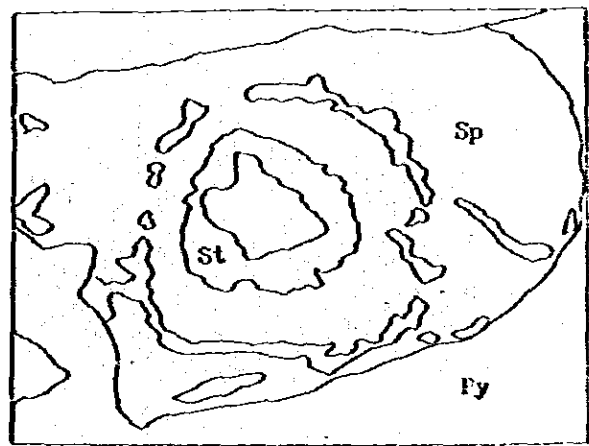
Cu



Fe



S



0.01 nm

A III-2 Microscopic Observation of Polished Sections

Sample No.	Principal Mineral	Accessory Mineral	Observation
1	Sphalerite Pyrite	Marcasite Galena Pyrrhotite Stannite	Sphalerite is coarse-grained aggregate and it cements coarse-grained aggregates of pyrite. Marcasite and Ag-Bi-galena occur as small grains in pyrite and sphalerite. Pyrrhotite and stannite are included in sphalerite.
2	Pyrite Marcasite Sphalerite	Stannite Pyrrhotite	Pyrite is coarse-grained aggregate and it includes lenticular marcasite and lath-shaped pyrrhotite. Stannite replaces pyrite and sphalerite veined by Pyrite-marcasite veinlet.
3	Cassiterite	Pyrite Pyrrhotite Stannite	Cassiterite forms massive aggregate, and small grains of pyrrhotite and stannite are included in cassiterite. Pyrite occurs as idiomorphic grains in quartz, as interstitial grains in cassiterite aggregate, and as veinlets cutting cassiterite.
4	Cassiterite	Pyrite Rutile	Cassiterite occurs as the coaregrained spots in gangue. Pyrite is small grain in gangue. Rutile is rare.
5	Arsenopyrite Pyrite		This section shows banding texture. Ore bands consists of aggregate of idiomorphic arsenopyrite and pyrite. Some of ore bands are fractured along the boundary.
6	Goethite Hematite	Pyrite	Pyrite is scattered in gangue, and it is replaced by goethite and hematite.
7	Sphalerite	Pyrrhotite	Massive aggregate of coarse-grained sphalerite includes other ore minerals. Arsenopyrite and pyrite include pyrrhotite, pyrite and pyrrhotite include chalcopyrite and stannite. Marcasite is included in pyrite and quartz, and it associates with pyrrhotite.
8	Goethite Hematite	Pyrite Rutile	Goethite and hematite are abundant. These minerals replace pyrite, Rutile occur as aggregate of fine-grained crystals.
9	Goethite		Goethite is more abundant and smaller than hematite grains.
10	Cassiterite Shalerite	Galena Pyrite	Cassiterite occurs as massive aggregates and fibrous aggregates. Sphalerite is coarse-grained spots associating with pyrite, and galena is fine-grained spots in gangue.

Sample No.	Principal Mineral	Accessory Mineral	Observation
P-11 -A	Pyrite Sphalerite Marcasite	Arsenopyrite Stannite Galena	Pyrite-marcasite, sphalerite and gangue mineral form banding ore. Some of pyrite-marcasite veins cut sphalerite. Arsenopyrite is idiomorphic grain in sphalerite. Galena is included in pyrite and sphalerite. Stannite occurs as irregular-shaped grains and concentric aggregates in sphalerite.
P-11 -B	Sphalerite Arsenopyrite Pyrite	Pyrrhotite	Spotted pyrite is contained in sphalerite, but pyrite-marcasite veinlet cuts arsenopyrite and sphalerite. Pyrrhotite is included in arsenopyrite.
P-12	Sphalerite Arsenopyrite Pyrite	Pyrrhotite	Sphalerite is brecciated and is filled by mosaic aggregates of pyrite and arsenopyrite. Pyrrhotite is replaced by pyrite, and sometimes it is spot in sphalerite.
P-13	Goethite Hematite	Rutile	Irregular-shaped and rounded aggregates of goethite and hematite are scattered. Rutile occurs as free spot and it contacts with hematite.
P-14	Pyrite Covellite	Arsenopyrite Pyrrhotite	Pyrite, arsenopyrite and covellite are spotted. Pyrrhotite is included in pyrite.
P-15	Cassiterite	Pyrite Rutile	Cassiterite forms irregular-shaped aggregate containing rounded rutile, and it associates with pyrite.
P-16	Arsenopyrite Marcasite	Rutile	Coarse-grained arsenopyrite forms massive aggregate associating with fine-grained marcasite. Arsenopyrite and rutile are scattered.
P-17	Cassiterite	Rutile Pyrite	Cassiterite forms irregular-shaped aggregates containing rutile.
P-18	Hematite Goethite		Hematite shows colloform texture, and goethite is powdery aggregate.
P-19	Cassiterite	Pyrite Arsenopyrite Pb-Bi-Sb-S Sphalerite Stannite Wolframite	Cassiterite is coarse-grained aggregates containing small grains of pyrite, arsenopyrite, Pb-Bi-(Ag)-Sb-S mineral, sphalerite, stannite, and wolframite.
P-20	Cassiterite	Pyrite Marcasite Stannite Pyrrhotite Chalcopyrite	Cassiterite is coarse-grained aggregates containing small grains of pyrite-marcasite, and stannite. Pyrrhotite-arsenopyrite and chalcopyrite-cassiterite grains contain rarely in gangue minerals.

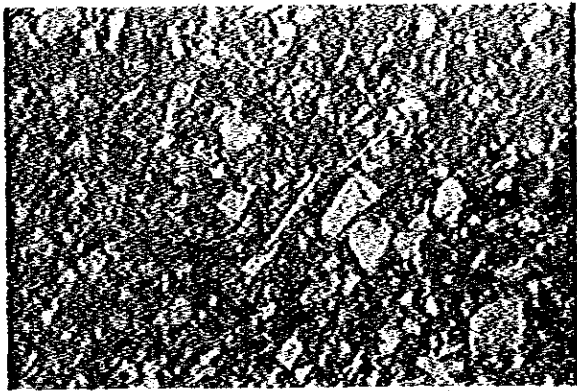
A III-3 Micrograph of Thinsection

No.	Sample No.	Locality	Rock Name
S- 3	4	Huanuni mine	Sandstone
S- 5	6	"	Sandy slate
S- 8	12	Catavi mine	Quartz porphyry
S-11	16	Road to Morococala	Rhyolite
S-12	17	"	Sandstone
S-15	28	Santa Fé mine	Rhyolite
S-17	30	Japo mine	Quartz porphyry
S-20	40	Agua caliente	Sandstone

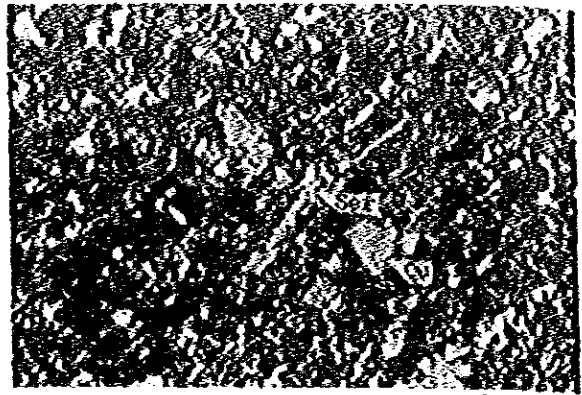
Sign

Ser : Sericite
Qu : Quartz
Ep : Epidote
Bio : Biotite

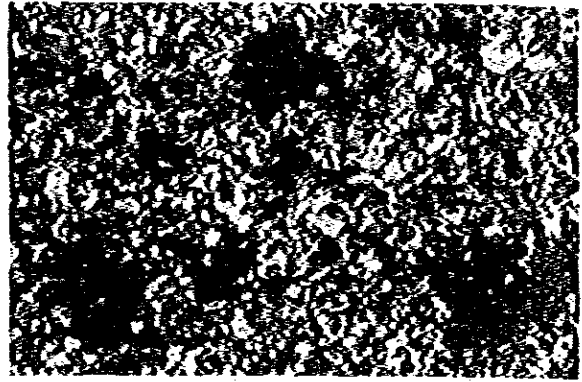
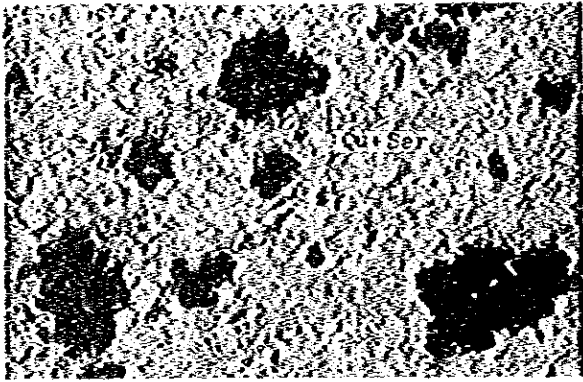
Open nicol



Close nicol



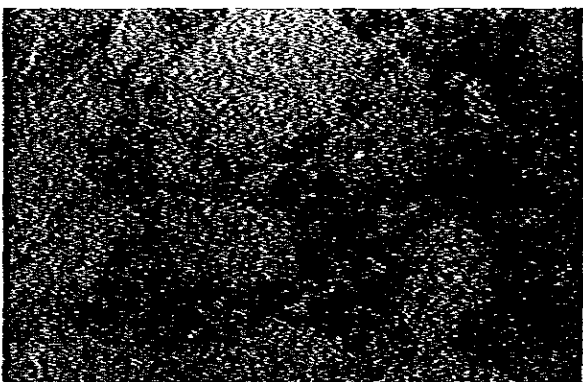
S-3



S-5



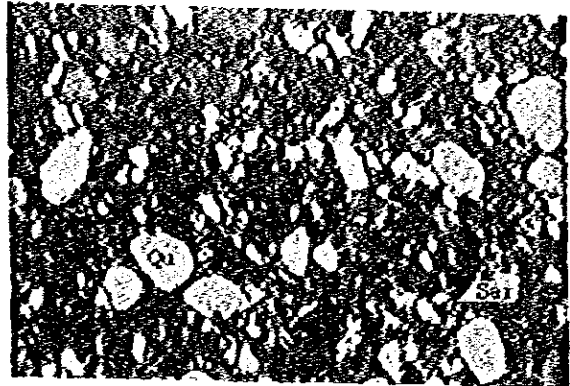
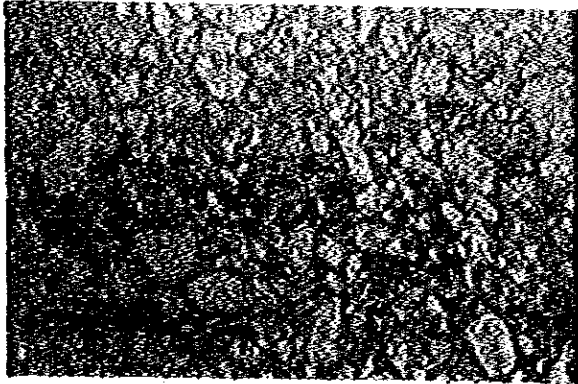
S-8



S-11

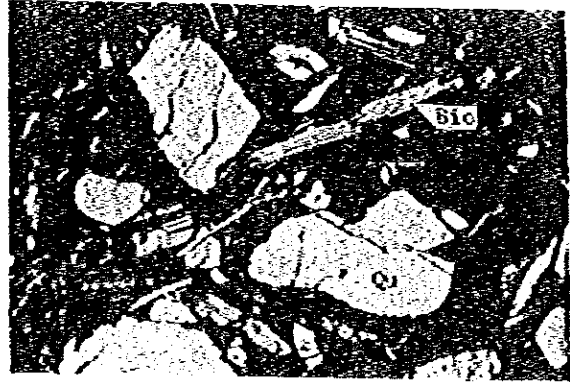
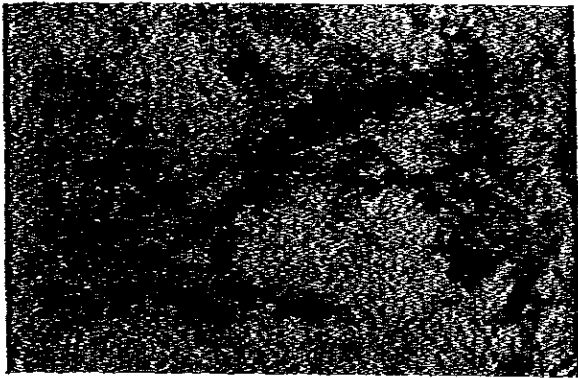
Open nicol

Close nicol



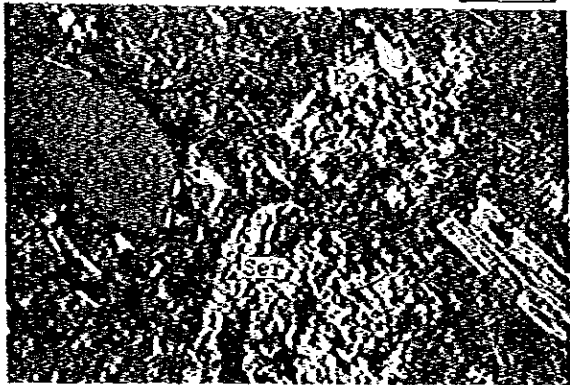
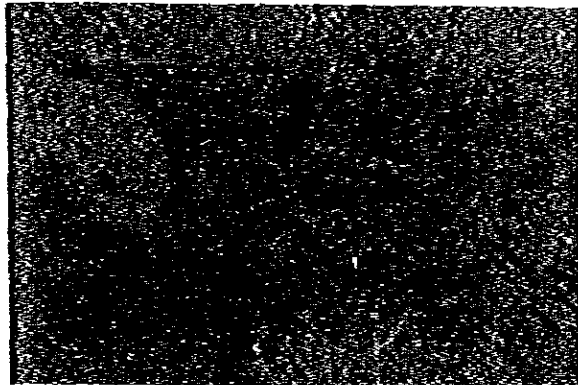
S-12

0.5 mm



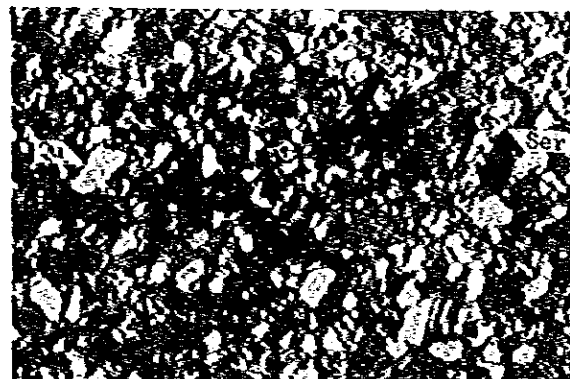
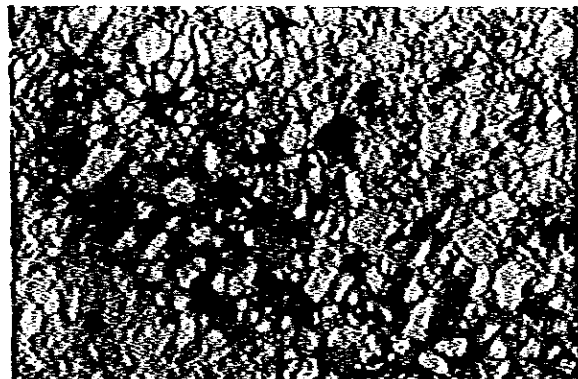
S-15

0.5 mm



S-17

0.5 mm



S-20

0.5 mm