

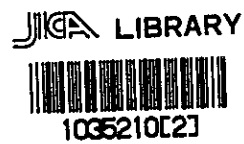
ペルー共和国酸化鉍処理プロジェクト
事前調査団報告書

昭和57年7月

国際協力事業団

No.

ペルー共和国酸化鉍処理プロジェクト 事前調査団報告書



昭和57年7月

国際協力事業団

鉍開技
JR
82-106

2

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3.15	709
登録No. 00363	66.5
	MIT

目 次

はじめに	1
I. 調査団派遣の経緯と目的	9
1. 協力要請の経緯と背景	9
2. 協力要請の内容	9
3. 事前調査団の派遣目的及び調査内容	10
4. 調査団員及び日程	11
II. 調査概要	13
1. 南部海岸山脈地帯鉛山調査	13
2. 関係機関表敬	21
3. 南部アンデス高原地帯鉛山調査	23
4. INGEMMET との協議	34
III. ペルーの酸化銅鉛の現状	36
1. ペルーの銅鉛業	36
2. 銅鉛床の概要	36
3. 酸化銅鉛の稼行状況	38
4. 酸化銅鉛の埋蔵鉛量	38
IV. 酸化銅鉛の処理について	40
V. 協力要請内容の検討	41
1. 協力要請機関 INGEMMET の概要	41
2. 調査結果と協力の妥当性	43
3. 今後の進め方	44
(参 考 資 料)	
1. ペルー共和国政府の技術協力要請状	45
2. 調査団からペルー側関係機関にあてたトーキングペーパー	53
3. INGEMMET からの調査団のトーキングペーパーに対する回答	58

はじめに

ペルー共和国は、銅、亜鉛、鉛、鉄、銀等、豊富な鉱物資源に恵まれており、鉱産物の輸出高は年間約18億ドル、外貨収入の約45%を占めている。

このうち銅の生産量は、過去5年間に著しく伸長し、1980年の生産量は365千tで自由世界第6位の水準にある。銅は大部分が輸出に向けられ、その輸出金額は輸出総額の17.5%に達し、同国経済の重要な柱となっていると同時に、我が国にとっても同国は銅の主な供給先となっている。

銅鉱物資源は、硫化鉱物と酸化鉱物の二つに大別されるが、現在ペルー国で開発されているのは前者であり、酸化鉱物は比較的浅部に多量に存在することが確認されているものの、収率の良い効果的な回収技術をもたないため放置されているのが現状である。

このような事情のもので、ペルー共和国政府は日本国政府に対し、酸化銅鉱開発に関する技術協力(セグレゲーション法)を要請してきた。

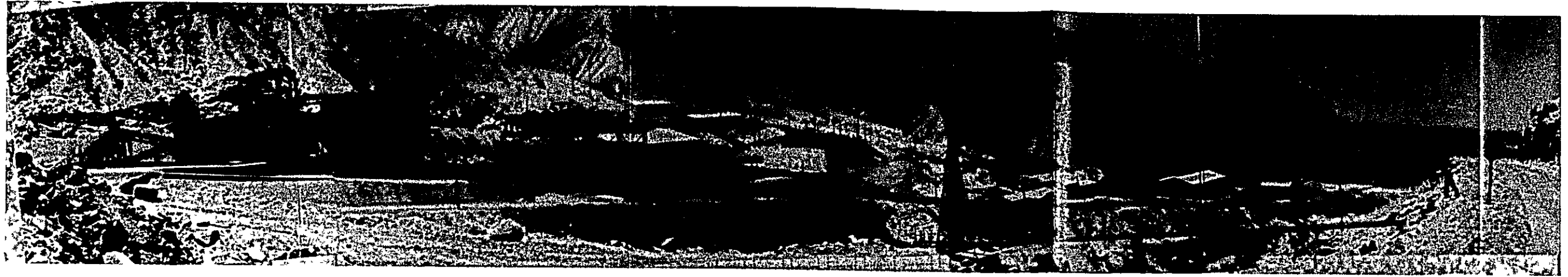
国際協力事業団は、この要請に基づき通商産業省資源エネルギー庁鉱業課広田博士団長以下4名の事前調査団を1982年3月12日より3月31日まで20日間、ペルー国に派遣した。

同調査団は、ペルー国の酸化鉱資源の現地調査を行うほか、同国関係諸機関と協議をすると共に要請機関である動力鉱山省の地質鉱山冶金研究所を訪問視察することによりその活動状況及び技術水準を把握し、本件技術協力実施のための方針及び協力内容の検討に関する調査を行った。

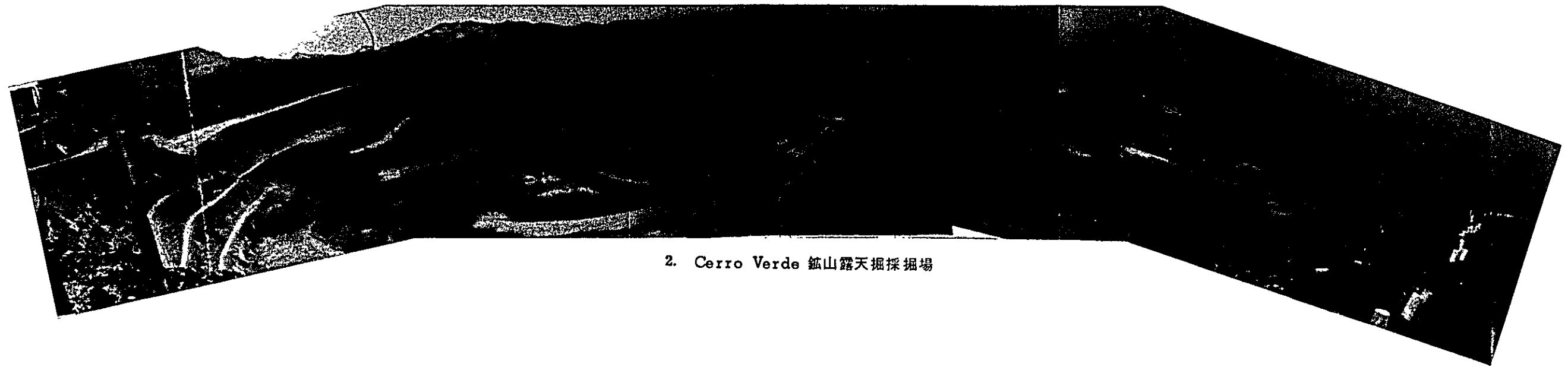
本調査実施に際しては、御協力をいただいたペルー共和国動力鉱山省、地質鉱山冶金研究所及び現地鉱山関係各位並びに在ペルー日本国大使館、外務省、通商産業省及び関係業界の協力並びに指導に対し厚く御礼を申し上げる次第である。

昭和57年7月

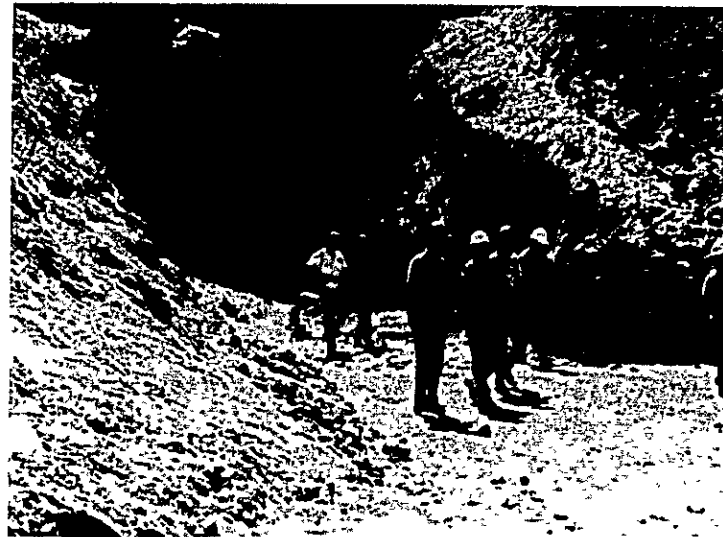
国際協力事業団
理事 久留義雄



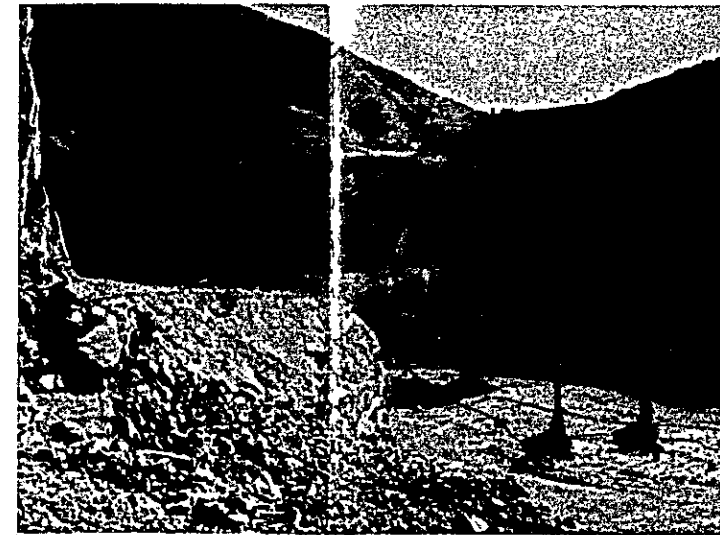
1. Monte Rosa 鈷山全景



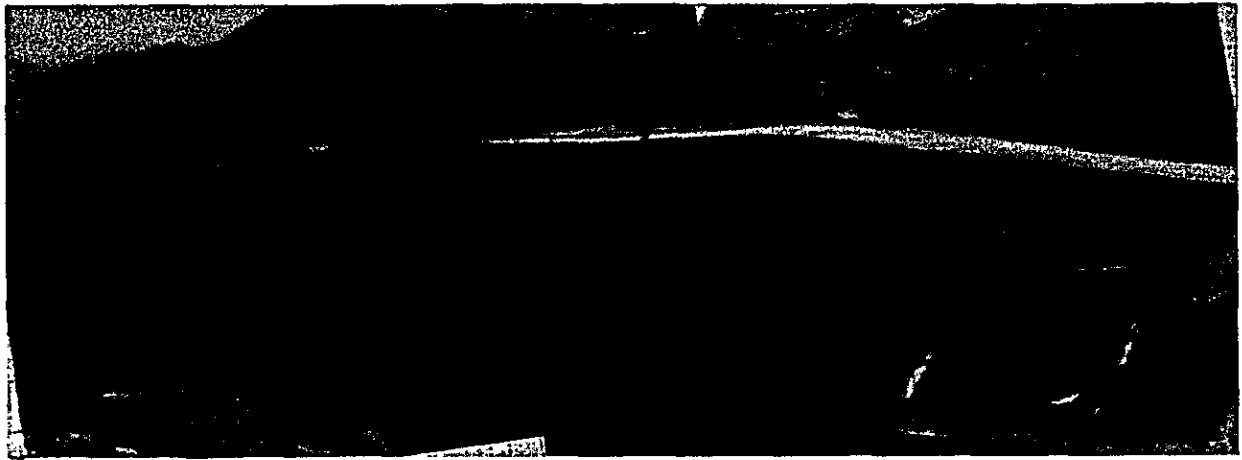
2. Cerro Verde 鈷山露天掘採掘場



3. Monte Rosa 鈷山酸化帶 (旧採掘跡)



4. Raul 鈷山露天掘採掘場



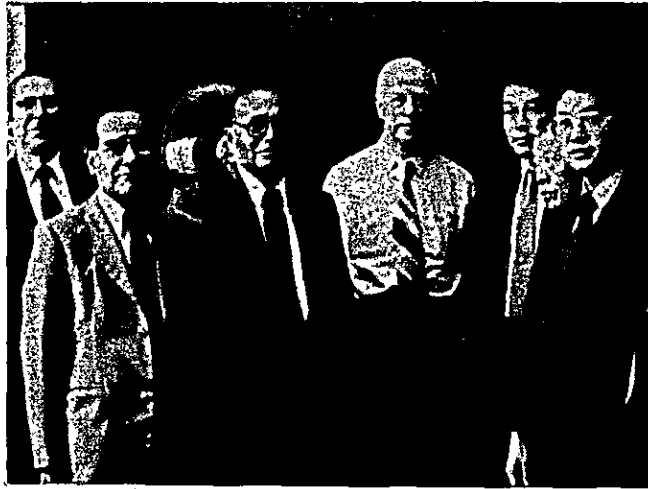
5. Cerro Verde 鉱山リーチング状況



6. Berenguela 鉱床露頭



7. Katanga 鉱山全景



8. INGEMMETのスタッフと
(中央 Samame 総裁)



9. INGEMMETとの協議

I. 調査団派遣の経緯と目的

1. 協力要請の経緯と背景

(1) 要請の経緯

昭和55年12月12日付、公信第955号にて在ペルー長崎大使より外務大臣宛「セグレゲーションによる酸化鉱物処理」に関する技術協力要請がなされた。

これは、現在実施している「鉱山保安技術育成プロジェクト」を高く評価したペルー側が、鉱業分野で引き続き我が国の協力を得たいとして複数の協力対象となるべき案件から本件を選定し、要請に及んだものである。

(2) 要請の背景

世界に存在する銅鉱物資源は、鉱質上、硫化鉱物と酸化鉱物の二つに大別され、現在開発されているのはほとんど前者であるが、酸化鉱物は比較的浅部に豊富に存在し、その採掘も容易で高品位の銅を含んでいるものの、収率の良い効果的な回収法がないため放置されているのが現状である。

酸化鉱物の処理方式には次の三方式がある。

① 硫化法浮選

特定鉱物（炭酸塩鉱物及び酸化物）にしか適用できないので小規模な補助的手段として利用されているにすぎない。

② リーチング

広く実用化されている方法だが、炭酸塩鉱物の場合、及び珪酸塩鉱物の場合でも母岩が石灰質岩の場合、硫酸消費量が増大し経済的にコスト高となる。

③ セグレゲーション

銅は85～95%の高収率で、かつ金・銀も回収でき、銅精鉱は50～60%と高品位である。

ペルー国には酸化鉱物資源が多量に存在することが確認されており、これの開発には上記の通りセグレゲーション方式が最も適していることから、ペルー国より地質鉱山冶金研究所（INGEMMET）を本件の推進機関として協力要請に及んだ。

2. 協力要請の内容

(1) プロジェクト名

酸化銅鉱処理（Procesamiento de Minerales Oxidados Refractarios de Cobre y Elementos Asociados）

(2) 要請機関

動力鉱山省 (Ministerio de Energia y Minas, 略称: MEM), 地質鉱山冶金研究所 (Instituto Geologico, Minero y Metalurgico, 略称: INGEMMET)。

(3) 要請の内容

1) 目的

酸化鉱物処理に関し、セグレゲーション方式を導入することにより、これまで廃棄あるいは放置されてきた酸化鉱物の処理を可能にする。

2) 本件協力により期待できる効果

- ① 銅品位の高い精鉱と共に貴金属も回収できることから、同国鉱業に貢献するところが大きい。
- ② 新技術の導入により鉱山の生産を増加させ、収益増大を図ることにより、従来採算限度以下であったため採掘困難であった鉱床に対し投資が可能となる。
- ③ セグレゲーション法の導入により選鉱技術がレベル・アップされ、同国の鉱物資源の有効利用の礎となる。

3) プロジェクトの構想

- ① セグレゲーション法研究のため INGEMMET アレキバ支所にパイロット・プラントを設置
- ② 酸化鉱床に準工業規模のセグレゲーション法の適用
- ③ 現状では開発不能な酸化鉱床のフィージビリティ・リサーチ実施
- ④ 新技術の鉱山企業への応用及び移転

3. 事前調査団の派遣目的及び調査内容

(1) 派遣目的

本件プロジェクトに関するペルー側の要請内容について同国の関係諸機関と討議し、また現地調査することによりその妥当性の確認を行い、協力の可能性があれば日本側の技術協力実施(案)を企画することとする。

(2) 調査内容

1) ペルーの酸化鉱物資源の現状調査

- ① 埋蔵鉱量及び分布
- ② 品位
- ③ 鉱質

2) INGEMMETアレキバ支所の研究所設備調査

- ① 研究所位置, 組織, 人員及び現有設備

- ② 電力供給事情
 - ③ 利 水
 - ④ 気 象
- 3) 現地調達可能機材の確認
 - 4) 機材輸送ルート(マタラニ〜アレキーバ)の調査
 - 5) 日本側プロジェクト技術協力実施(案)の調査

4. 調査団員及び日程

(1) 団員構成

団 長	総 括	広 田 博 士	通商産業省資源エネルギー庁鉱業課
団 員	地質鉱物技 術	坂 井 茂	三井金属エンジニアリング(株)地質調査事 業部副事業部長
“	セグレゲー ション技術	中 尾 正 英	三井金属中央研究所資源研究室長
“	浮遊選鉱技 術	松 井 暢 夫	三井金属鉱業(株)鉱山部副部長
“	業務調整	池 田 周 平	国際協力事業団鉱工業開発技術課

(2) 日 程

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	3/12	金	東京→リマ	移動
2	13	土	リマ	調査団内部打合せ
3	14	日	“	“
4	15	月	リマ→イカ	JICAリマ事務所, 及びINGEMMET 表敬, 午後イカへ
5	16	火	イカ→ナスカ	Monte Rosa 鉱山調査, 午後ナスカへ
6	17	水	ナスカ→リマ	Raul 鉱山調査後リマへ, 団長リマ着
7	18	木	リマ	日本大使館, 及びMEM表敬, INGEMMET と打合せ, INGEMMET 研究所設備 視察
8	19	金	リマ→アレキ ーバ	Cerro Verde 鉱山調査

9	3/20	土	アレキバー→ フリアカ	Berenguela 鉱床調査
10	21	日	フリアカ→シ クアニ	移動
11	22	月	シクアニ→カ タンガ	Katanga 鉱山視察
12	23	火	カタンガ→ク スコ	移動
13	24	水	クスコ	調査団内部打合せ
14	25	木	クスコ→リマ	移動
15	26	金	リマ	INGEMMETと協議, MEM表敬, 日本 大使館及びJICAリマ事務所への調査報告
16	27	土	〃	調査団内部打合せ
17	28	日	〃	資料整理
18	29	月	リマ→メキシ コシティ	帰途
19	30	火	メキシコシティ	〃
20	31	水	→ 東京	〃

Ⅱ. 調査概要

1. 南部海岸山脈地帯鉍山調査

団長到着に先立ち団員4名は、3月15日から17日までリマ南東のイカ及びナスカ周辺の酸化鉍山の現地調査を行った。

(1) Monte Rosa 鉍山

1) 日 時

1982年3月16日(火) 8:30~11:30

2) 位 置

イカの北東約15kmに位置し、市街地からジープで30分程度要する。付近は海拔1,000m~1,200mの丘陵状砂漠で降水はほとんどない。

3) 関係者

(鉍山側)

Jorge Zevallos H ; 鉍山長

(調査団側)

坂 井 茂

中 尾 正 英

松 井 暢 夫

池 田 周 平

Cesar Vilca Neira ; INGEMMET地質技師

Kleber Bermudez Martinez ; INGEMMET選鉍技師

(後者二名はINGEMMETの好意により調査団の総ての鉍山調査に同行し、調査のサポートを行った。)

4) 調査内容

① 地 質

鉍床は、花崗岩乃至花崗閃緑岩中の脈状-塊状鉍床で、走向は概ねN80°W、傾斜は60-70°Sである。その規模は、平均巾約8m、延長約400m、上下約140mが確認済である。

地表下30m~50mは酸化帯をなし、往時酸化銅鉍が採掘されたことがある。

初生帯の鉍物は黄銅鉍を主とし、磁鉄鉍・磁硫鉄鉍・陽起石等のスカルンを伴う。また、微量のニッケル・コバルト・イリジウム・モリブデン・金・銀を含む。

埋蔵鉍量は、硫化鉍として

		銅品位
確定鉍量	735,030 t	1.87%

推定鉱量	5 0 2,3 0 0 t	1.8 9 %
計	1,2 3 7,3 3 0 t	

硫化鉱の平均品位は、

Cu	1.8 7 %
Ag	0.2 2 oz/st
Au	0.0 3 oz/st
Mo	0.0 3 %
Ga	0.0 2 %
Ni	0.0 1 %
Cr	0.0 4 %
Co	0.0 2 %

なお、酸化鉱は孔雀石、珪孔雀石等よりなり、既採掘残 80,000 t である。

② 開発状況

Monte Rosa 鉱山は、CENTROMIN の子会社 Los Montes 社により起業費 14 百万弗で建設が進められており、1982 年 5 月、750 t/日 で操業開始、将来は 1,200 t/日 に増産の予定である。また、ニッケル・コバルトの回収試験を外部にて実施中。

採鉱法は、1,070~1,110 m または 1,132 m 間では Vertical Crater Retreat 法で、1,110 または 1,132 m 以上はカット・アンド・フィル法を検討中であるが、まだ未定である。

③ 選 鉱

(1) 選鉱成績見込

2つのレベル (Superior L 1132 Inferior L 1070) の鉱石について試験を実施し、次の成績が得られている。

第 1 表 Nivel Superior L 1132 サンプルによる浮選試験結果

	鉱量 t	品 位				採 収 率 (%)			
		Cu %	ppm Mo	oz/st Ag	oz/st Au	Cu	Mo	Ag	Au
原 鉱	262,500	1.84	360	0.29	0.032				
銅精鉱	14,810	27.8	4,570	2.38	0.38	85.0	721	44.3	67.0
尾 鉱	247,690	0.29	106	0.17	0.011	15.0	27.9	55.7	33.0

第2表 Nivel Inferior L 1070サンプルによる浮選試験結果

	鉍量 ^t	品 位				採 収 率 (%)			
		Cu %	Mo ^{ppm}	oz/st Ag	oz/st Au	Cu	Mo	Ag	Au
原 鉍	262,500	1.84	140	0.31	0.027				
銅精鉍	16,580	25.7	1,250	2.13	0.29	88.0	57.3	42.8	67.8
尾 鉍	245,920	0.24	64	0.19	0.009	12.0	42.7	57.2	32.2

(ロ) 選鉍フローシート

選鉍フローシートは第1図に示す通りである。

(リ) 試薬使用量

試薬名	使用量
石 灰	4 kg/t
Z - 1 1	21 g/t
バインオイル	95 g/t
NaCN	4 g/t

(ニ) 用 水

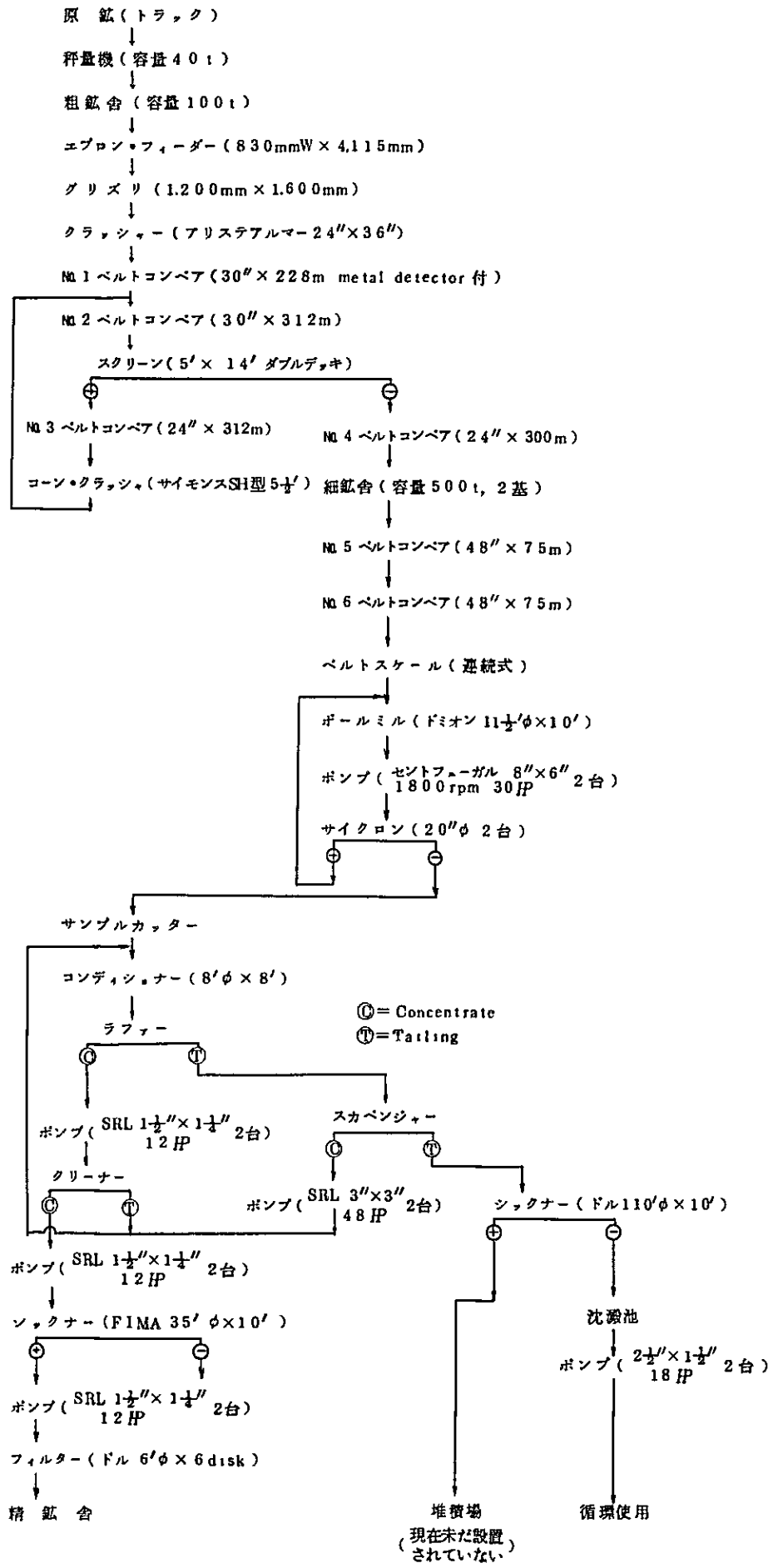
下流の井戸より距離8 km, 高低差600 mをポンプにより揚水。揚水量30 l/秒。

(ホ) 電 気

Mantaro発電所より送電。所要電力5,000 kW。

(ヘ) 人 員

	職 員	労務者	計
採 鉍	3名	47名	50名
選 鉍	8	30	38
工 作	2	27	29
管 理	8	2	10
計	21	106	127



第1図 選鉱フローシート

(2) Raul 鉍山

1) 日 時

1982年3月17日(水) 13:15~15:30

2) 位 置

リマ南東約90kmの海岸沿いの村マラよりジープで15分程度内陸部に入る。コンデスタブレ鉍山に隣接する。

3) 関係者

(鉍山側)

Nestar Roldan Peralta ; 鉍山長

(調査団側)

Monte Rosa 鉍山に同じ。

4) 調査内容

① 地 質

火山岩類中に貫入した斑岩に伴う鉍染，鉍脈，破砕帯中の層状鉍床等よりなり，地表下30m~50mは酸化帯を形成している。

[埋蔵鉍量]

硫化鉍 4,000千t Cu 1.7%

酸化鉍 500 22.

現在，硫化鉍を対象として操業を行っており，酸化鉍は堆積場に貯蔵されている。

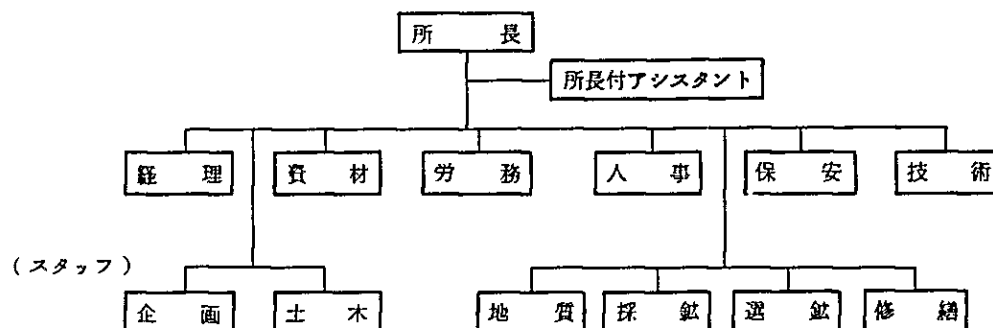
② 採 鉍

操業は硫化鉍を対象に行われており，出鉍1,100t/日である。採鉍は露天掘と坑内掘が行われ，露天掘と坑内掘の出鉍比率はそれぞれ60:40であるが，現在銅市況の低迷から経済的な露天掘に主力を置き，中央鉍体から重点的に出鉍している。坑内掘の採掘法は，サブレベル・ストーピングである。酸化鉍は露天掘地区と坑内掘地区の鉍脈上部に存在しているが，いずれも下部は硫化鉍となっている。

組織は第2図のようになっており，人員は総員351名で，内訳は技師13名，職員60名，従業員278名となっている。

電力は買電で2,050kW，用水は二本の井戸より35ℓ/秒揚水している。

第2図 組織図



③ 選 鉱

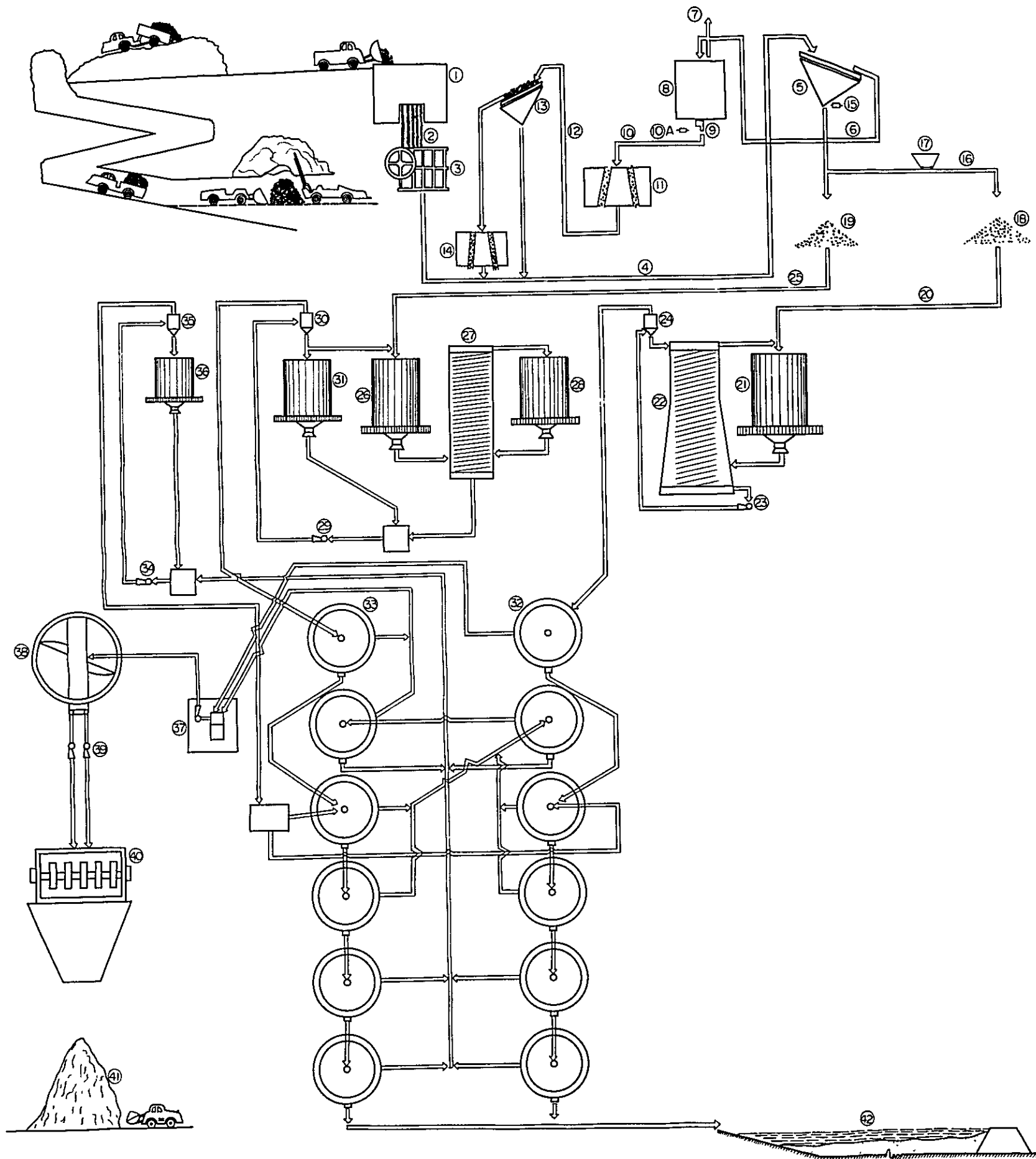
選鉱は、破砕・磨鉱・浮選の三工程に分けられ、組織的には課長の下に三交替の各方の長が3名あり、その下にそれぞれ8名の作業員が配置されている。

選鉱のフローシート及び主要機械の仕様は、第3図「選鉱フローシート」に示す通りである。また選鉱剤及びボールの消費量は次のようになっている。

銘 柄	消 費 量
エロフロート-242	56 g/t
X - 76	11 "
エロフロス-65	5 "
石 灰	4~5 kg/t
ボ ー ル	203 g/t

選鉱の銅採取率は86%であり、銅精鉱の品位は、銅26%、金5g/t、銀 $2\frac{1}{2}$ oz/stである。

選鉱費は、1981年1~12月の実績で3.7US\$/t、銅量当り0.109US\$/Cu-Lbとなっている。



LISTA DE EQUIPOS			
ITEM	Nº	DESCRIPCION	HP
1	1	TOLVA PRIMARIA: CAP. 400 TON PARRILLA DE REJES 90 LBS/YARDA-ABERTURA 18".	
2	1	ALIMENTADOR DE CADENAS 35" x 24".	3.6
3	1	CHANCADORA DE QUIJADAS KUE - KEN 24" x 36"	60.0
4	1	FAJA TRANSPORTADORA Nº 1 - 24" x 104.5 m.	36.0
5	1	ZARANDA VIBRATORIA FIMA 6' x 16'.	18.0
6	1	FAJA TRANSPORTADORA Nº 2 24' x 27 m.	10.0
7	1	POLEA IMANTADA - FAJA SEPARACION MAGNETICA.	2.0
8	1	TOLVA REGULADORA - INTERMEDIOS - CAP. 400 FON.	
9	1	ALIMENTADOR TIPO PAN FEEDER 36" x 48".	17.0
10	1	FAJA TRANSPORTADORA Nº 3 36" x 30 m.	15.0
10A	1	DETECTOR DE METALES - TECTRON.	
11	1	CHANCADORA SYMONS 4 1/4' STD.	150.0
12	1	FAJA TRANSPORTADORA Nº 4 - 24" x 50 m.	10.0
13	1	ZARANDA VIBRATORIA FIMA - 5' x 10'.	12.0
14	1	CHANCADORA SYMONS 5 1/2' S.H.	250.0
15	1	FAJA TRANSPORTADORA AUXILIAR.	2.0
16	1	FAJA TRANSPORTADORA Nº 5 - 24" x 104 m.	18.0
17	1	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE CARGA.	
18	1	STOCK PILE Nº 1 CAP. 3,000 TON. MINERAL - 1/4"	
19	1	STOCK PILE Nº 2 CAP. 1,200 TON. MINERAL - 1/4"	
20	1	FAJA ALIMENTADORA DE CIRCUITO "A"-24"x25.50m.	10.0
21	1	MOLINO COMESA DE BOLAS 9 1/2' x 5'.	400.0
22	1	CLASIFICADOR HELICOIDAL FIMA 60" x 32'	12.0
23	2	BOMBAS CENTRIFUGAS DENVER SRL 5"x4" 18HP. c/u.	36.0
24	2	CICLONES TIPO KREBS DE 15".	
25	1	FAJA ALIMENTADORA AL CIRCUITO "B"-20"x13.80m.	3.6
26	1	MOLINO DE BOLAS DENVER 6' x 10'.	212.0
27	1	CLASIFICADOR HELICOIDAL GRIEVE 32" x 20'.	6.6
28	1	MOLINO DE BOLAS GRIEVE 6' x 6'.	125.0
29	2	BOMBAS CENTRIFUGAS DENVER SRL 5"x4". 20HP. c/u.	40.0
30	2	CICLONES WS DE 18"	
31	1	MOLINO DE BOLA EAGLE IRON WORKS 6' x 5'.	103.0
32	6	CELDAS WS 240 CIRCUITO "A" 24 HP. c/u.	144.0
33	6	CELDAS WS 240 CIRCUITO "B" 24 HP. c/u.	144.0
34	2	BOMBAS CENTRIFUGAS DENVER 3" x 3".	36.0
35	2	CICLONES TIPO KREBS DE 10"	
36	1	MOLINO DE BOLAS DENVER 4' x 4'.	40.0
37	2	BOMBAS CENTRIFUGAS DENVER SRL 2 1/2"x2" 7.5HP c/u.	15.0
38	1	ESPESADOR DENVER 30' x 10'.	2.4
39	2	BOMBAS CENTRIFUGAS DENVER SRL 1 1/2"x1 1/4" 5.0HP c/u.	10.0
40	1	FILTRO DE DISCOS FIMA 6 DISCOS x 9' DIAMETRO+BLOWER.	24.6
41	1	STOCK PILE DE CONCENTRADOS.	
42	1	CANCHA DE DEPOSICION DE RELAVES.	

DIS C.García y S. Alvarez	COMPANIA MINERA PATIVILCA S.A. - MINA RAUL	
DIB M Carrasco R.	DIAGRAMA DE FLUJOS-PLANTA CONCENTRADORA	
REV G Portales M	CAP 1,050 TON DIARIAS	CODIGO RV-100
APROB N Roldán	FECHA Junio 1981	

第3図 選鉱フローシート

2. 関係機関表敬

3月18日、調査団は日本大使館、JICA事務所表敬後INGEMMETを訪問した。INGEMMETは、22日の創立80周年記念行事準備のため多忙にも拘わらず、Samame 総裁以下の出迎えを受け、席上総裁より当プロジェクトの重要性について説明がなされた。

次に、リマ北郊のINGEMMET研究所（選鉱・製錬部）を訪問、研究設備を視察した。

夕刻、動力鉱山省を表敬、Cacho 鉱山総局長からも本プロジェクト実施に対し協力を惜しまないとの発言を受けた。

(1) INGEMMET表敬

1) 日 時

1982年3月18日(木) 11:00~11:30

2) 出席者

(ペルー側)

Mario Samame Boggio ; Presidente

Cesar Tibian ; Director del Consejo Directivo

Alejandro Alberca ; "

Francisco Sotillo P ; Director Ejecutivo

Carlos Guevara Rosillo ; Director General de Geologia

Juan Guillermo Hercilla ; Director General de Minería

Eleuterio Leon Rodriguez ; Director General de Metalurgia

Ing. Cesar Vilca Neira ; 地質技師

Ing. Kleber Bermudez Martinez ; 選鉱技師

(日本側)

広 田 博 士

坂 井 茂

中 尾 正 英

松 井 暢 夫

池 田 周 平

通 訳

3) 会談概要

- ① まず当方より、協力要請を受けての初の調査団であることの挨拶、及び今回の調査についてペルー側の協力を得たいと先方に依頼した。
- ② これに対し、Samame 総裁から調査団の訪問を歓迎する旨の発言があり、また、22日はINGEMMETの創立80周年記念式典であるのでこれへの招待、さらに25日にはSamame総裁宅並にNational Clubへの招待の申出があった。
- ③ 総裁の招待に対し、22日は鉱山調査の日に当るので参加はできないが、25日には出席したいと回答した。

(2) INGEMMET 研究所 (選鉱・製錬部) 訪問

1) 日 時

1982年3月18日 11:40~13:00

2) 関係者

(ペルー側)

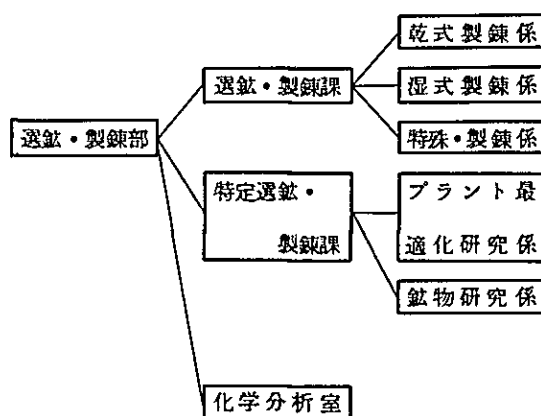
Eleuterio Leon Rodriguez ; Director General de Metalurgia

(日本側)

広田団長他団員4名、及び通訳

3) INGEMMET 研究所概要

① 選鉱・製錬部の組織



選鉱・製錬部の組織は上の通りであるが、当プロジェクト開始の場合は、「乾式製錬係」を担当としたい由。また、各部門より技術者を集め、特殊グループを作るとしている。

② INGEMMETの研究設備にはJICAの「鉱山保安技術育成プロジェクト」

がらみで供与を受けたものがあり、主なものとして次がある。

- 浮遊選鉱パイロット・プラント(20kg/時)
- 蛍光X線分析装置
- 原子吸光分析装置二台
- 分析機器
- 粉砕, Wi 測定及びサイクロサイザー設備
- その他

- ③ 現在重要な問題は、中間の技手が少いことで、選鉱・製錬部では一年間程度で養成したいとしている。
- ④ INGEMMET 研究所を訪問した印象としては、
- イ) 当プロジェクトに対する期待が大きい。
 - ロ) 研究活動が盛ん。
 - ハ) JICA の供与機材をはじめ、研究設備が良く活用されている。
- 等が掲げられる。

3. 南部アンデス高原地帯鉱山調査

3月19日から25日まで、アレキープ周辺及び南部アンデス高原地帯の酸化鉱床の調査を行った。

(1) Cerro Verde 鉱山

1) 日 時

1982年3月19日(金) 14:00~16:20

2) 位 置

アレキープの南方約20km, 海拔2,700mにある。

3) 関係者

(鉱 山 側)

Felix Valencia ; 地質技師

Luis Carrera ; "

Hector Pablo Diaz ; 選鉱技師

Jose Arango ; "

M Cerpa A ; "

(調 査 団 側)

広 田 博 士

坂 井 茂

中 尾 正 英

松 井 暢 夫

池 田 周 平

Cesar Vilca Neira ; 地質技師

Kleber Bermudez Martinez ; 選鉱技師

4) 調査内容

① 地 質

第4図に示すように、先カンブリア紀の片麻岩及び中生層中に貫入した花崗閃緑岩類に伴うポーフリークーパー鉱床であり、約2kmの間隔をおいてCerro Verde, Santa Rosaの二鉱床があり、その中間部は低品位鉱でつながっている。

Cerro Verde 鉱床は、地表下100mから150mまで酸化帯が発達し、その下部は漸移帯を経て硫化鉱となる。本鉱床は、特異な鉱物組成をもっており、酸化帯では主要な銅鉱物は水膽礬で少量の珪孔雀石、及び“Pitch”と称する銅・鉄・マンガンの非晶質混合物を随伴する。

〔埋蔵鉱量〕

	硫 化 鉱		酸 化 鉱	
	百万t	Cu %	百万t	Cu %
Cerro Verde	450	0.65	65	1.0
Santa Rosa	500	0.57		
合 計	950	0.61	65	1.0

(Cut off品位 Cu 0.35%にて計算)

② 操業状況

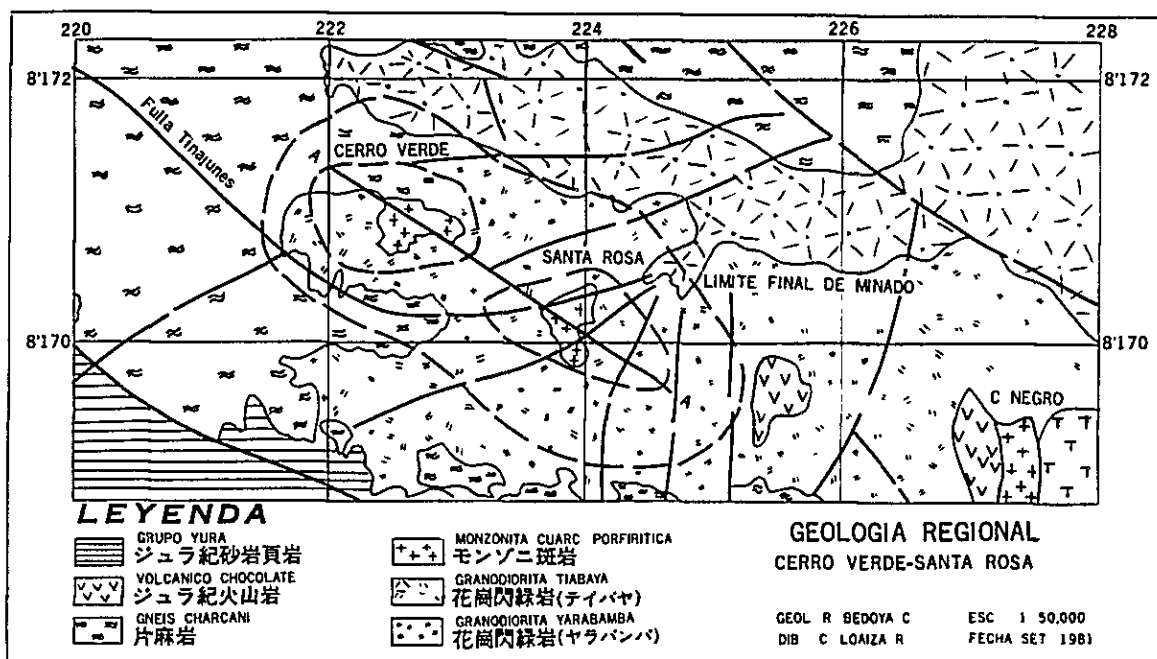
Cerro Verde は Anaconda によって採鉱され、現在 Minero Peru によって操業中の鉱山で、1977年以来Cerro Verde 鉱床の酸化鉱を露天掘にて採掘、リーチング及び電解により電気銅の生産を行っている他、ピット底の硫化鉱を小規模採掘、浮遊選鉱のテストを行っている。酸化鉱の採掘は1986年に終了の予定で、その後は硫化鉱の採鉱に移行するため準備を取進め中である。

労働者総数は1,800名、電力は二基のタービンによる自家発電で、その容量は15メガワットである。

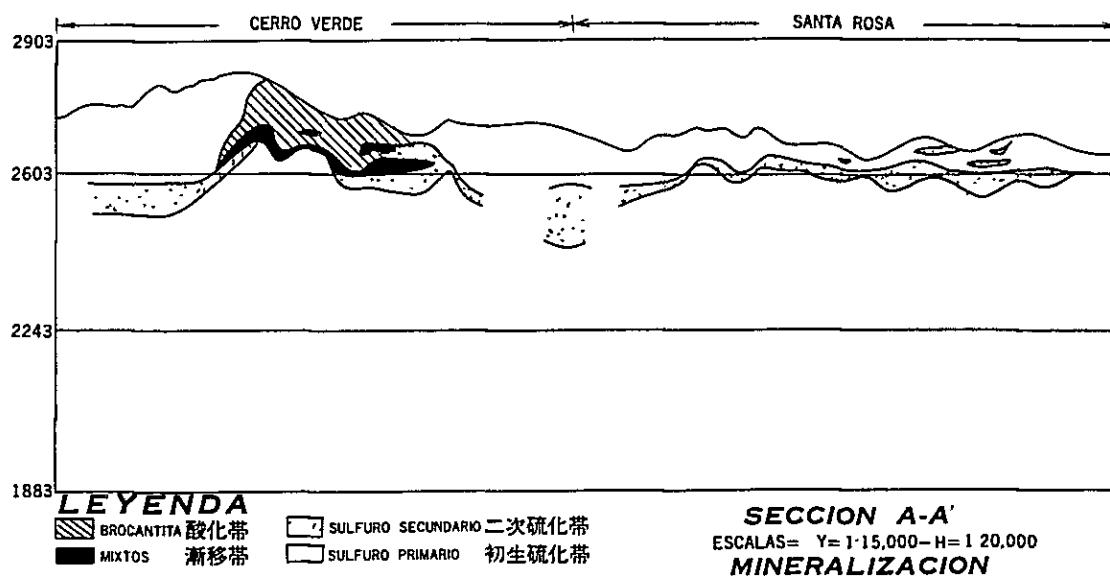
③ 選 鉱

Cerro Verde 鉱山の選鉱処理は、酸化銅鉱を対象とした破碎→酸によるヒーブ・リーチング→溶媒抽出→再抽出→電解の工程である。

Cerro Verde 鉱山の操業系統は、第5図の通りである。



(平面図)



(断面図)

第4図 Cerro Verde 地質鉱床概要図

イ) 破碎, ヒープ・リーチング工程

処理能力は, 二次クラッシャーの能力により制限され 25 千 t/日である。

(一次クラッシャーの能力は 40 千 t/日)

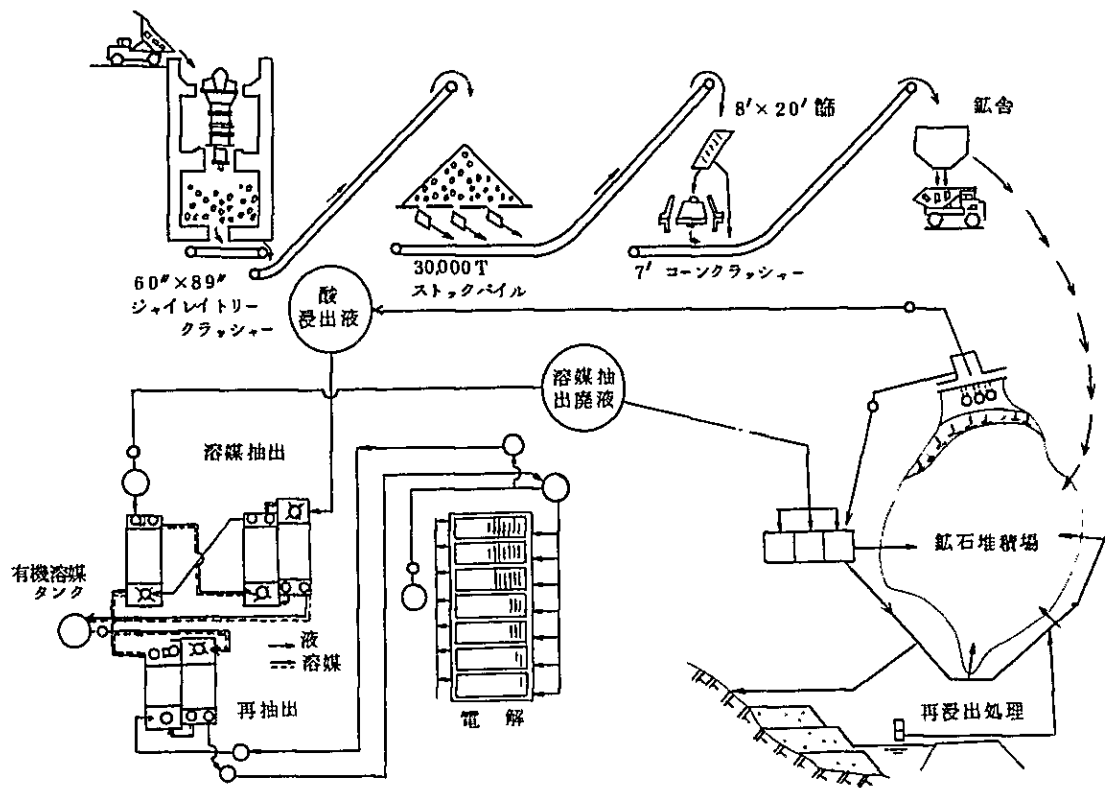
100 t 積トラックで運ばれた鉱石は 60"×89" Allis-Chalmar 製ジャイレイトリー・クラッシャーで 20" から 6" に破碎される。一次破碎された鉱石はコンベヤーで運搬され, 30 千 t 容量のストック・パイルに貯蔵される。次に 8'×20' の振動篩で 2" に篩分けられ, +2" は 7'φサイモンズ・コーン・クラッシャーで 1 1/2" ~ 2" 以下に破碎され, トラックにより 11 千 m² の広さを有するヒープ・リーチングの堆積場に堆積される。堆積場は 4カ所に設置され, 底部はアスファルト舗装がなされている。堆積された鉱石に対し, 酸濃度 12 g/l の希硫酸を圧カスプレーにより散布する。散布量は 0.19 l/分/m² であり, 最初の 24 時間はこの強酸で処理するが, その後酸の濃度を下げ 4 ~ 5 日間浸出した後, 更に酸の濃度を下げ合計 55 日間浸出する。浸出された液は銅 1.9 g/l, 酸 2.5 g/l を含む。この浸出液は, 他の堆積場で浸出用に繰り返し使用され, 最終的に銅 5 g/l, 酸 2 g/l になったところで次の溶媒抽出工程へポンプで流送される。

鉱石中の銅分の酸による浸出率は, 55 日間の処理で 48 ~ 49%, 一年間で 51%, 6 ~ 7 年経過して 80% に達するといわれている。このことから当鉱山の鉱石は硫酸浸出の比較的困難な鉱石といえよう。鉱石中の銀の含有は 0.6 g/t と低い。堆積場における鉱石の積み上げは, 55 日間浸出処理された鉱石の上に厚さ 4 m の新しい鉱石をブルドーザーで積み上げ, 引続き前記の硫酸浸出を繰り返す。

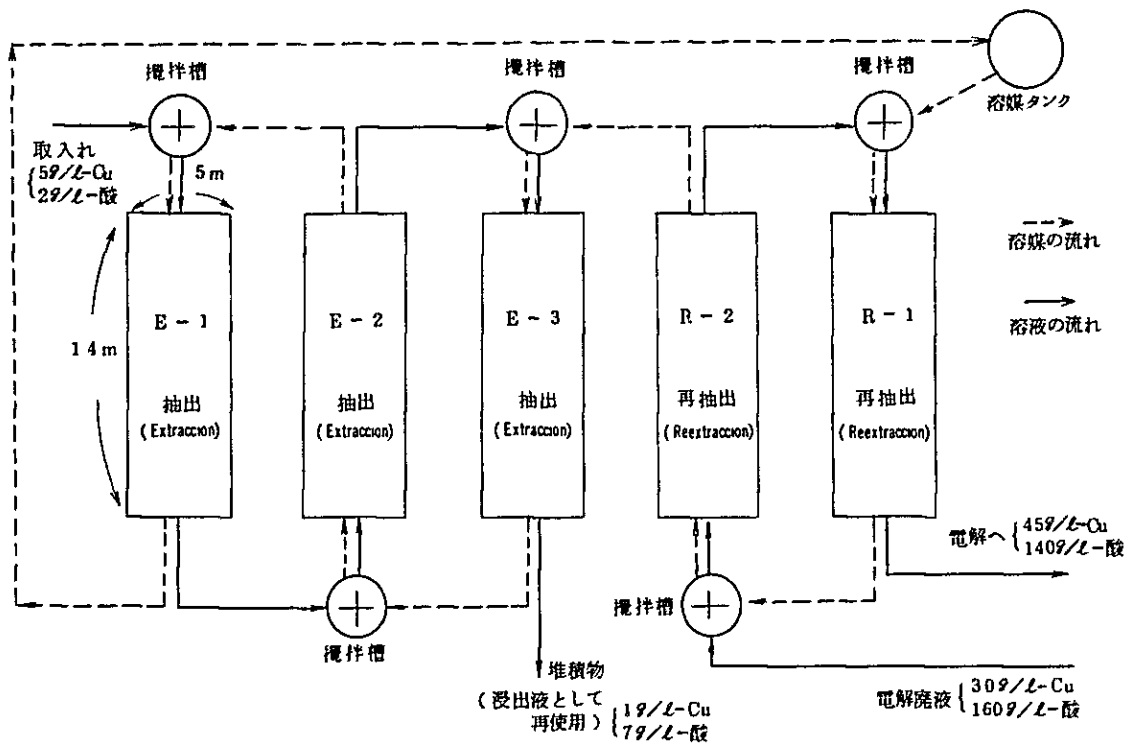
ロ) 溶媒抽出, 再抽出工程

硫酸により浸出された液は, 有機溶媒 Lix-64S により溶媒抽出され, 次いで電解工場へ送られる。Lix-64S は二倍の容量のクロシンに希釈されて使用され, その消費量は 0035 lbs/Cu lb であり, 1 日当り 40 ガロンに相当している。

溶媒抽出, 再抽出工程の概要は第 6 図の通りである。



第5図 リーチングプラント系統図



第6図 溶媒抽出・再抽出系統図

ハ) 電解工程

電解槽は208槽(104槽×2系)で、電流は22千Aである。電解槽には47枚のアノード、46枚のカソードが4"の間隔で入れられている。アノードは種板用に作られた5.5kg/枚の電解銅で、カソードは米国より輸入されたPb-Ca合金であり、約半年毎に取替えられている。電解用の種板は、別途設置された18槽の電解槽で作られる。

製品の電解銅の品位は99.98%で、不純分として3~8ppmのPb, 1.25ppmのAs, 150ppmのOを含み、一日の産出量は、92t-銅金属である。

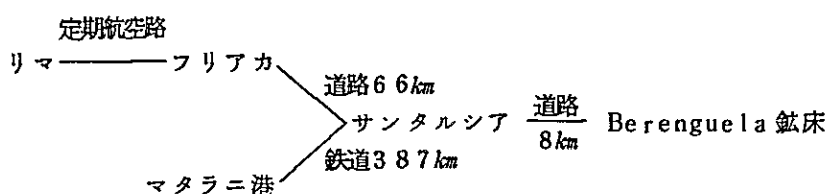
(2) Berenguela 鉱床

1) 日 時

1982年3月20日(土) 14:30~15:10

2) 位 置

プーノ県ランバ郡サントルシア村、村より8km山中にあり海拔4,200m。交通は次の通りである。



3) 関係者

(鉱 山 側)

Tiburcio H. Escobedo Ch ; 管理人

(調査団側)

Cerro Verde 鉱山に同じ

4) 調査内容

① 沿 革

- 鉱床発見はスペイン植民地時代であるが、1906年よりLampa Mining Co.により採掘及び製錬所建設が行われ、1957年までに銅9,124t, 銀447tを生産した。
- 1965~66年: ASARCOがオプション取得、探鉱(ボーリング52本, 3,241.6m)を行ったが、選鉱問題を解決できず放棄した。
- 1966~68年: Cerro de Pascoがオプションを取得したが、選鉱問題のため放棄。

- 1968～70年：Charter Consolidated がオプション取得，ボーリング 56本，3,386 m及びTORCO法（Treatment of Refractory Copper Ore）による選鉱試験を実施した。
- 1970年～：国有化され，1972年にMinero Peruの所有となった。

② 地 質

白亜紀石灰岩中の不規則層状ないし塊状鉱床であり，東西1,500 m，南北500 mの丘陵中，地表下100 m以内の浅所に多数の鉱体が分布する（第7図参照）。鉱石は非晶質の酸化マンガンを主体とし，この中に肉眼では識別できない微細な銅及び銀を含んでいる。

〔埋蔵鉱量〕

	鉱 量 t	Cu %	Ag oz/st
確 定	13,796,000	1.31	4.08
予 想	2,000,000	0.94	5.63
合 計	15,796,000	1.26	4.28

③ 所 見

最近，銀価格の高騰により注目されている鉱床である。今までに約100本のボーリングにより概査探鉱は終了しており，中型ないしは大型鉱床を確認済み。採掘は露天掘にて可能であり，問題は選鉱であるが，鉱石の性状より浮遊選鉱は極めて困難な見込であり，セグレーション法が唯一の処理方法であると推察される。

(3) Katanga 鉱山

1) 日 時

1982年3月22日（月） 15:30～17:00

2) 位 置

クスコの南方直距離90 kmにあり，標高は海拔約4,000 mである。

3) 関 係 者

（ 鉱 山 側 ）

長 野 郁 男 ； 鉱山長

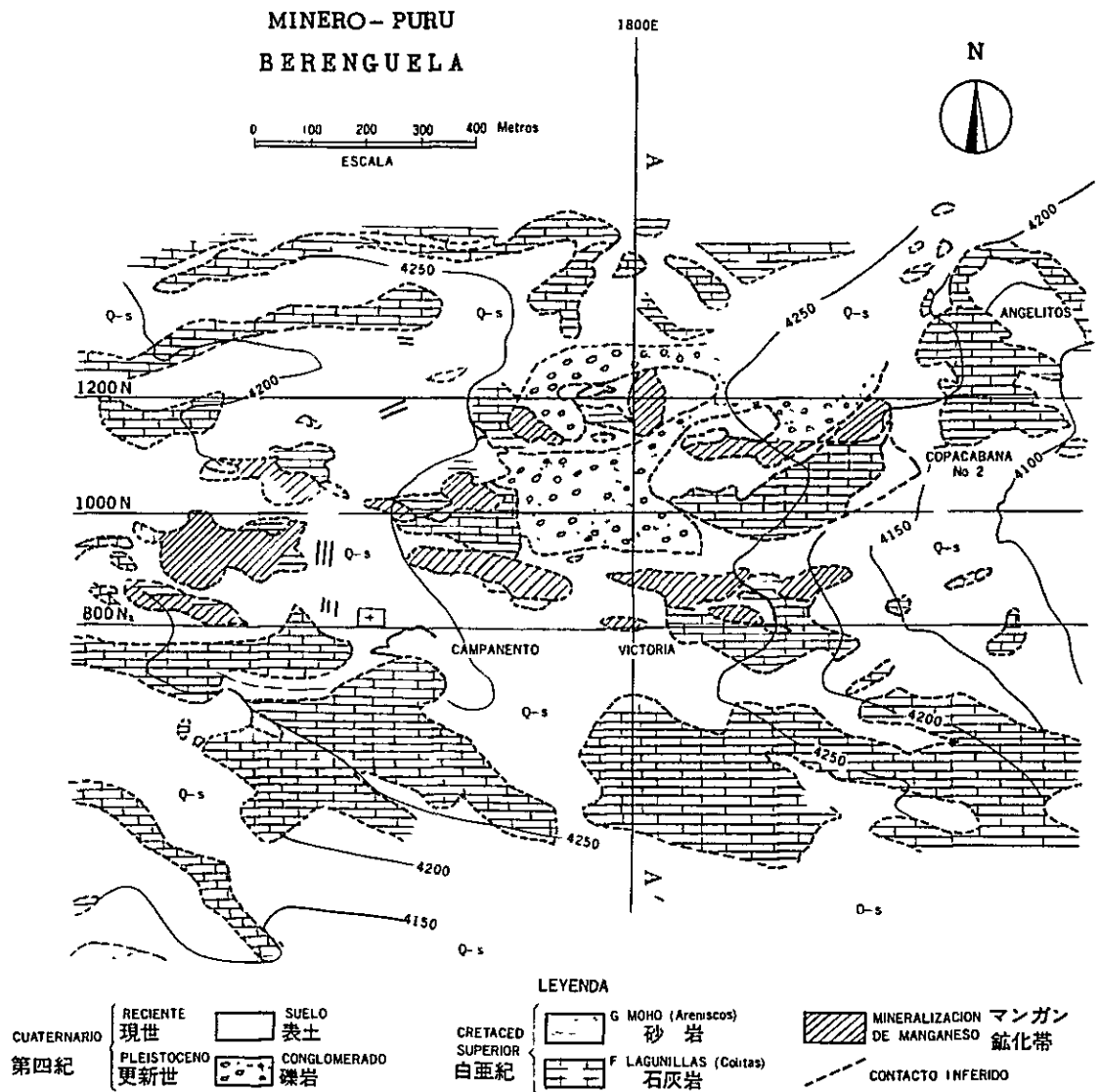
（ 調 査 団 側 ）

Cerro Verde 鉱山に同じ

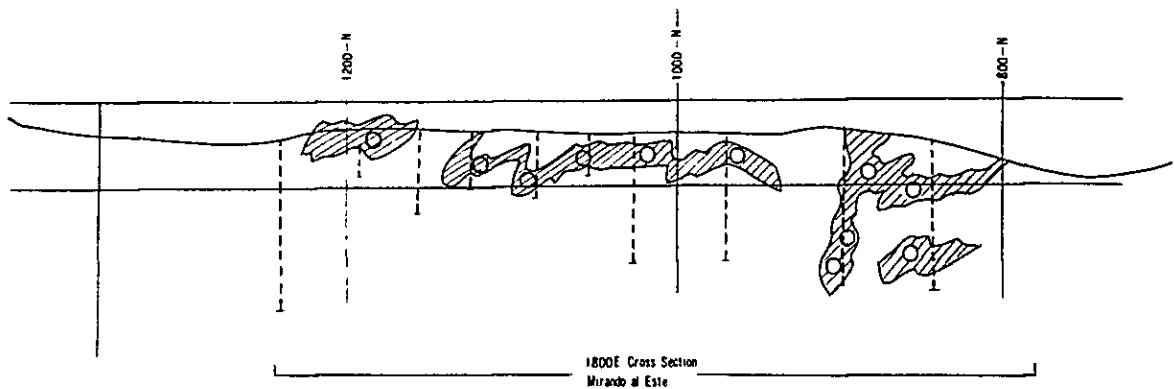
4) 調 査 内 容

① 地 質

鉱床は，石灰岩層に花崗閃緑岩が進入して生成された接触鉱床で塊状，一部は脈状，鉱染状を示す。



第7圖 Berenguela 錳山地質錳床概要圖



A - A' 断面

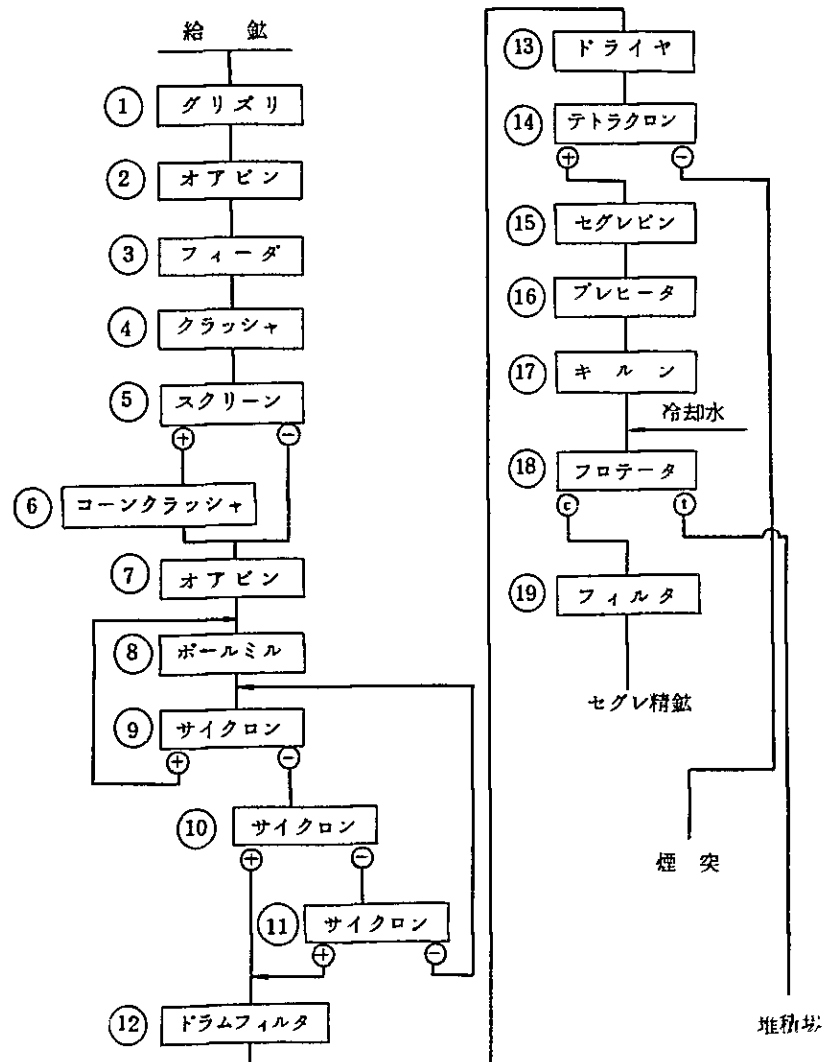
稼行対象の銅鉛石は、孔雀石、珪孔雀石等の緑色銅鉛物を含み、脈石としては、石英、方解石、灰鉄ザクロ石及び少量の雲母類を含んでいる。採掘は露天掘で、ベンチの高さ8～10m、ベンチ巾4m、ピットの傾斜55度、剝土比は1：9（研）である。

操業開始の1974年以來81年末まで、採掘鉛量345千t、精鉛量は32千tとなっている。

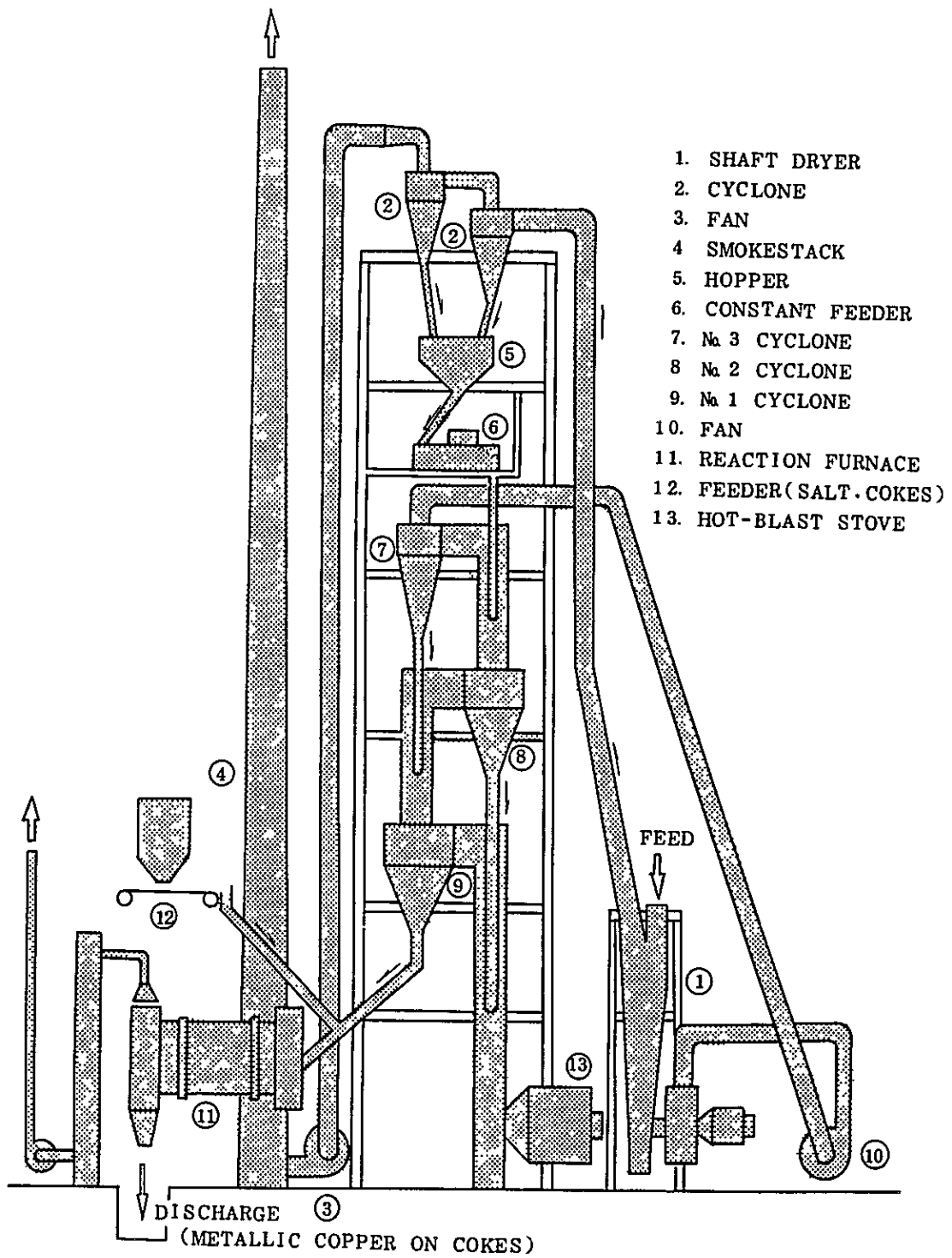
② 選 鉛

Katanga 鉛山では、熱効率の向上や運休転操作の容易、排ガスの処理などに改善を加えたセグレーション法を採用し、既に1973年より操業を開始し約9年を経過している。

鉛山の操業系統は、第8図の通りである。採掘された原鉛は、二次破碎の後が



第8図 Katanga セグレーション選鉛系統図



第 9 図 Katanga 鉱山セグレーション設備

ールミルとサイクロンの組合せで-65 mesh に湿式粉碎される。サイクロンオーバーフローは、更に二段シリーズのサイクロンで濃縮し、さらにドラムフィルターで脱水してセグレーション原鉱とする。

セグレーション設備は、第9図の通りである。セグレーション原鉱は、シャフトドライヤーで気流乾燥後4台並列×2段のテトラクロンで捕収し、ビンに貯鉱する。ビンから抜鉱された鉱石は、サイクロン3段で構成されるサスペンションプレヒーターで予熱され、これに適量の食塩とコークスを加えて反応炉(ロータリーキルン)に投入、セグレーション反応を行わせ、その排鉱に大量の水を加えて急冷し浮選に供する。浮選により採収されたセグレ銅精鉱は、そのままタンクフィルターに給鉱・脱水・袋詰して出荷する。精鉱水分は、15%程度である。

1981年の工程成績、最近の主要原単位の使用実績、セグレ工場関係の人員及び直接費構成比率を示すと第3～6表の通りである。

第3表 工程成績(1980年後半～1981年前半実績)

鉱種	品位			採収率		
	Cu %	oz/st Au	oz/st Ag	Cu %	Au %	Ag %
原 鉱	4.15	0.10	1.32			
セグレ精鉱	42.9	1.10	137.2	89.6	74.0	77.7

第4表 主要原単位(1981年実績)

種類	名称	単位	数量	記事
磨 鉱 材	鍛造・ボール	g/t	940	2"φ 3 ¹ / ₂ " 4"φ
塩 化 剤	塩	kg/t	4.38	
選 元 剤	コークス	"	20.8	
	アミルサンセット	g/t	230	
	Z-200	"	54	
浮 選 剤	バイン油	"	150	
燃 料	軽油#2	gal/t	12.29	
電 力		kWh/t	9.48	

第5表 人 員

職 種	区 分	人員(人)
管 理 職	日本人	3
	現地人	1
監 督 職	工 程	4
	保 全	2
作 業 員	工 程	27
	保 全	7
合 計		44

(1981年12月現在)

第6表 直接費構成比率

費 目	比率%
労 務 費	11.9
物 品 費	48.1
燃 料 費	17.5
電 力 費	21.7
経 費	0.8
合 計	100.0

(1982年予算)

4. INGEMMETとの協議

南部アンデス高原地帯の鉱山調査を終え、リマに帰着後INGEMMETを訪問、協議を行った。

1) 日 時

1982年3月26日(金) 9:45~11:45

2) 出席者

(ペルー側)

Francisco Sotillo P ; Director Ejecutivo

Eleuterio Leon Rodriguez ; Director General de Metalurgia

Carlos Guevara Rosillo ; Director General de Geologia

Cesar Vilca Neira , 地質技師

(日本側)

広 田 博 士

坂 井 茂

中 尾 正 英

松 井 暢 夫

池 田 周 平

通 訳

3) 会談内容

- ① Sotillo INGEMMET所長が議長となり、開会の挨拶を行い議事に入った。
- ② 先ず、鉱山調査結果の報告を求められた。これに対し当方は、調査団の総ての調査に同行したINGEMMETの技術者二名の協力に謝意を表し、次いで酸化

銅鉍は浅部に存在するので開発が容易なこと、また処理技術があれば同国の鉍業発展に寄与し、さらに金・銀の含有が高ければ経済的にも償うので、酸化鉍のポテンシャルは高いことを認識した旨回答した。

- ③ 現在ペルーの銅鉍床は、約2,000が確認されており、硫化鉍と酸化鉍の明確な分類は今後を待たねばならないが、INGEMMETとしては酸化鉍の処理はセグレゲーション法が最適と考えているとのことである。
- ④ 引続き、プロジェクト・サイト、協力開始時期及び期間、並にペルー側の負担問題について協議した。
- ⑤ 最後に、当方はこれら協議結果を日本側へ持帰り、日本側の技術協力実施(案)を作成する旨を伝え、INGEMMETは了解した。

Ⅲ. ペルーの酸化銅鉱の現状

1. ペルーの銅鉱業

ペルー国の銅生産量は、過去5年間著しく伸長し(1976年:220千t, 1980年:365千t), 自由世界第6位の水準に達した。

生産物(主に粗銅)は、大部分が輸出(特に日本及び米国)に向けられ、その輸出金額は輸出総額の17.5%に達し、同国経済の重要な柱となっていると共に我が国にとっても重要な原料供給源となっている。

[銅の生産と輸出]

	1976	1977	1978	1979	1980
(A)産出銅量(千t)	220	341	366	400	365
(B)輸出銅量(千t)	—	331	334	373	351
(C)輸出金額(百万弗)	—	392	408	668	675
(D)輸出総額(百万弗)	—	1,726	1,941	3,474	3,863
対輸出総額率(C/D)	—	22.7	21.0	19.2	17.5

2. 銅鉱床の概要

(1) 分布

銅鉱床は、広くペルー全土にわたり分布するが、主として南部海岸山脈地帯及び南部アンデス高原地帯において稼行中の主要な鉱床が分布している。

一般に銅鉱床は、地表付近において酸化帯を形成しているが、その厚さは乾燥地帯において特に著しく、ペルー南部においては酸化帯の厚さは通常40~50m以上あり、場所によっては100m以上に達する。

酸化銅鉱床の分布は、初生(硫化)銅鉱床のそれと一致し、南部海岸山脈並に南部アンデス高原地帯において特に密である。(以下第10図「ペルー主要銅鉱山分布図」参照)

1) 南部海岸山脈地帯

イカ、ナスカ、アカリよりタクナに至る間に Raul, Monte Rosa, Acari, Cerro Verde, Cuajone, Toquepara 等の多数の鉱床があり、これらはいずれも地表付近において酸化帯を形成している。

2) 南部アンデス高原地帯

Tintaya, Katanga の他 Berenguela, Ferrobamba 等の鉱床が知られているが、インフラ不備等により未開発なものが多い。



第10図 ペルー主要銅鉱山分布図

(2) 鉱床タイプ

ペルーの銅鉱床は、いずれもアンデス山脈形成に伴い中生代から第三紀にかけて貫入した花崗岩類に関係したもので、ポーフイリー銅、スカルン、鉱脈等各種の鉱床タイプが知られているが、銅資源として特に重要なものはポーフイリー銅及びスカルンである。

1) 南部海岸山脈地帯

ポーフイリー銅、スカルン、鉱脈、マント（鉱層）等各種のものが知られているが、主要なものはポーフイリー銅及び鉱脈である。

① ポーフイリー銅型

Cerro Verde, Cuaione 等低品位（1%以下）だが、大規模露天掘向。

② 鉍脈型

イカ、ナスカ、アカリ地区に多数あり、一般に銅品位が高いのみならず、金・銀の含有量も高い。

2) 南部アンデス高原地帯

ボーフィリー・カッパー、スカルン、その他の鉍床が知られているが、特に重要なものはスカルンである。これは、塊状露天掘向、一般に銅品位は3～6%と高い他、金・銀の含有量も高い。

この他特異なものとして Berenguela 鉍床がある。本鉍床は、石灰岩を交代した層状鉍床で、酸化銅鉍のみより成り地表付近に分布する。鉍床は、二酸化マンガンを主体とするが、多量の銅及び銀を含有する。通常の浮遊選鉍及びリーチングでは処理困難であり、これが主な原因で現在まで開発されていない。

3. 酸化銅鉍の稼行状況

現在、酸化銅鉍を対象として稼行しているものはわずかに Cerro Verde と Katanga のみであり、その他の酸化銅鉍床は未開発の状態であるか、酸化銅の下部にある硫化鉍のみを対象とし、処理困難な酸化鉍は貯蔵されている状態である。(第7表「ペルー主要酸化銅鉍床一覧表」参照)

なお、Cerro Verde では現在露天掘上部の酸化鉍をリーチング処理しているが、その選鉍採取率は1年間リーチングしても50%程度であり鉍石処理の困難なことを物語っている。

一方、Katanga 鉍山は、1979年以来露天掘及びセグレーション法により操業を行っているが、その採取率は銅、金、銀とも約90%と硫化鉍に劣らない水準に達している点が注目される。

4. 酸化銅鉍の埋蔵鉍量

主要鉍床で既に探鉍が行われて判明しているもののみで、100百万tを上廻る。今後発見が予想されるものを加えると、これを大幅に上廻る見込がある。

鉍量面ではボーフィリー・カッパー型鉍床が大部分を占めるが、スカルン鉍床及び脈状鉍床は銅品位が高いのみならず、金・銀品位も高いという特徴があり、これらは Berenguela 鉍床とともに将来セグレーション処理の対象鉍として好適であると考えられる。

第7表 ペルー主要酸化銅鉱床一覽表

地 域	鉱山名(会社名)	鉱床タイプ	百万t	埋蔵鉱量・品位	現 状
				Cu% Aug/t Agg/t	
南部海岸	Cerro Verde (Minero Peru)	ポーフイリーカーカッパー	65	1.0 -	酸化鉱を露天掘, リーチング, 電解処理。 粗鉱 25,000 t/日, Cu 0.6%, 電気銅 92 t/d 生産。硫化銅開発計画中。
"	Quajone(Southern Peru Copper 社)	"	24	1.29	硫化銅を対象に露天掘, 酸化鉱は貯鉱中。
"	Monte Rosa Santa Rosa Raul その他	脈 状 " 脈状鉱染	1~2 (予想を含め16百万t)	3~5 1±5~10	鉱床多数あり, 硫化鉱を小規模稼行中。 Monte Rosa (750 t/日), Raul (1,100 t/日)。
アンデス高原	Tintaya (EMATINSA)	スカルン	10	2.7 0.6~0.9 19~27	硫化鉱(4.0百万t, Cu 2.2%)を対象に開発中。 酸化鉱はストックの予定。
"	Katanga (三井金属)	"	0.5	5~6 3 36	露天掘(150 t/日) セグレグーション処理により操業。
"	Berenguela (Minero Peru)	交代	14	1.3 - 120	ASARCO, C.D.P. 等により探鉱, 選鉱試験が行われたが未開発。
"	Ferro Bamba (Minero Peru)	スカルン	2	3.6	一部探鉱されたが未開発。
合 計			116.5~117.5		

IV. 酸化銅鉱の処理について

現在処理されている銅鉱石は、ほとんどが硫化鉱であり、硫化鉱は浮選で処理されるのが普通である。

一方酸化鉱は、一部浮選及びリーチングで処理されているが、リーチングの場合母岩脈石中に大量の炭酸塩（例えば石灰岩）を含む場合は硫酸の消費が著しく多く、経済的にコスト高となるので、同法は母岩が珪酸質のものに限られている。更にリーチングは、金・銀の回収が不能である。

これに対しセグレージョン法は、第8表に示すように母岩が炭酸塩、珪酸塩にかかわりなく有効であるが、さらに比較的金・銀に富む鉱石に対して特に有効な酸化銅鉱の処理法である。セグレージョン法とは、粉碎した酸化銅鉱に適量の食塩とカーボンを加え、中性または弱還元性の下で650～800℃に加熱保持すると、添加した食塩の分解によって生じた塩酸ガスの作用により含有酸化銅は塩化銅となって揮発し、カーボン表面において還元され金属銅となるが、このカーボン表面に付着した金属銅は浮選法により容易に脈石と分離でき、高品位銅精鉱が得られる。また、原鉱中に含有される金・銀も、析出した金属銅との合金または単体として同時に回収される。

この処理法は、商業ベースとしてはモーリタニア、Akjoujt 鉱山などでTORCO法（Treatment of Refractory Copper Ore）が採用された経緯があるが、ペルー国、Katanga 鉱山においても熱効率、運休転操作及び排ガス処理などを改善した三井方式のセグレージョン法を採用し、操業を行っている。

第8表 銅鉱石の選鉱法

鉱種	主な銅鉱物		母岩・脈石	選 鉱 法						記 事
				浮 選		セグレージョン		リーチング		
				銅の採取	金・銀の採取	銅の採取	金・銀の採取	銅の採取	金・銀の採取	
硫化鉱	一次鉱物	黄銅鉱 $CuFeS_2$	珪酸塩	◎	○	△	△	×	×	ポーフリー銅鉱 など
	二次鉱物	輝銅鉱 Cu_2S		◎	○	△	△	×	×	
	"	斑銅鉱 Cu_5FeS_4	炭酸塩 (石灰岩) など	◎	○	△	△	×	×	
	"	銅らん CuS など		◎	○	△	△	×	×	
酸化鉱	炭酸塩	孔雀石 $Cu(CO_3)(OH)_2$	珪酸塩	○	○	◎	◎	◎	×	
	珪酸塩	珪孔雀石 $Cu_2SiO_5 \cdot 2H_2O$	炭酸塩	○	○	◎	◎	×	×	
	硫酸塩	コランガイ $Cu_4(SO_4)(OH)_6$	珪酸塩	×	×	◎	◎	×	×	TINTAYA 鉱 KATANG 鉱 (含孔雀石)
			炭酸塩	×	×	◎	◎	×	×	CERRO VERDE 鉱
	酸化物	黒銅鉱 CuO	珪酸塩	○	○	◎	◎	◎	×	
		赤銅鉱 Cu_2O	炭酸塩	○	○	◎	◎	×	×	
その他	非晶質		珪酸塩	×	×	◎	◎	?	×	BERENQUELA 鉱
			炭酸塩	×	×	◎	◎	×	×	
	金 属	自然銅 Cu	珪酸塩	○	○	◎	◎	○	×	
			炭酸塩	○	○	◎	◎	×	×	

記号：◎ 好成績か期待できる。 ○ 適用可能、成績は若干劣る。 △ そのまゝでは適用できない。別処理必要
× 適用困難。

V. 協力要請内容の検討

1. 協力要請機関 INGEMMET の概要

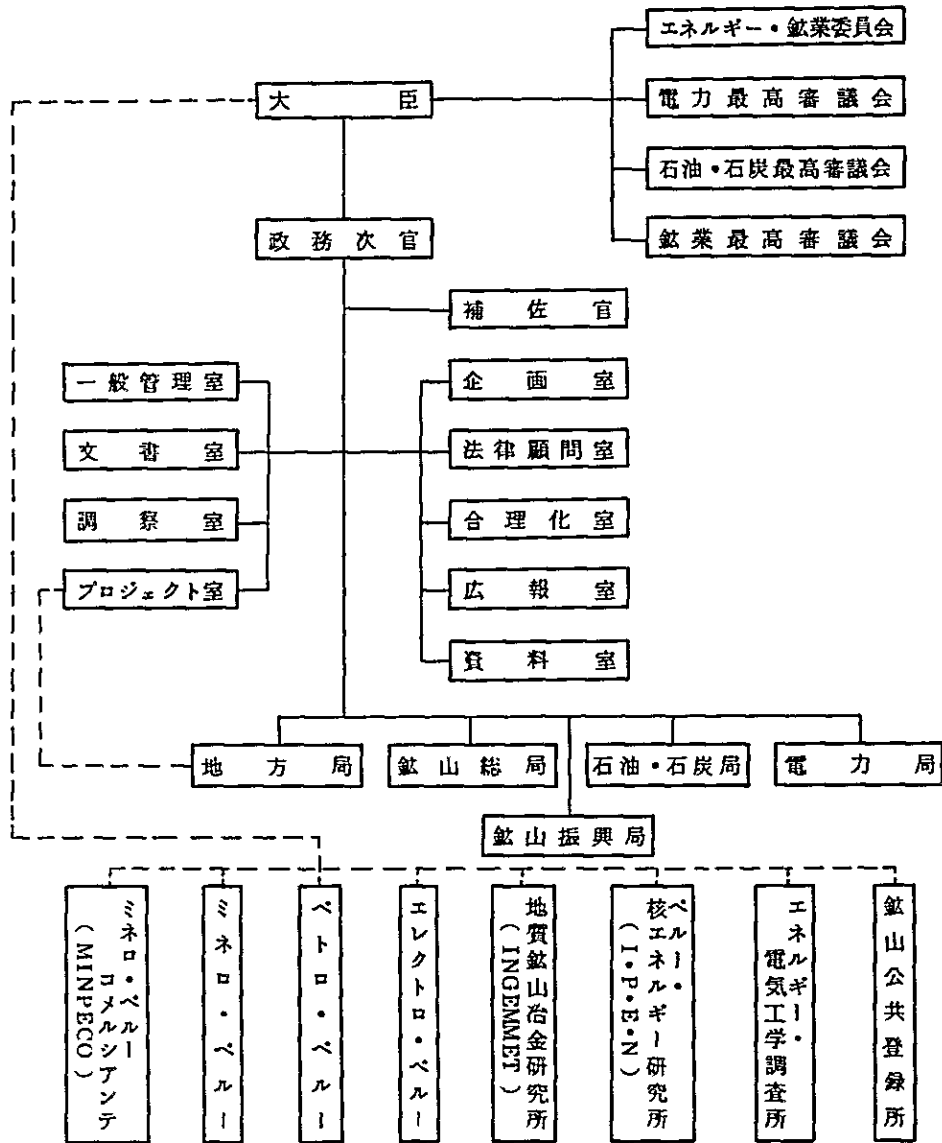
INGEMMET は、MEM（動力鉱山省）の分離化された新しい組織であり、地質学、鉱山学、冶金学の分野における科学的・技術的調査研究を担う国家の研究機関である。その目的は、技術基準を確立するとともに国の地質学的、地質工学的調査研究に関するあらゆる活動を計画・指導する。また、鉱物資源の探鉱評価及び資源の賦存量把握についての任務を担いとされている。

同機関の一般的機能は、次の通りである。

- ① 地質学、鉱山学及び冶金学における科学技術調査研究の実施を図る。
- ② その権限の範囲において科学技術に関する政策立案及び計画の作成について MEM と共同作業を行う。
- ③ その権限の及ぶ分野における調査研究プロジェクトの実施。
- ④ 地質学、鉱山学及び冶金学の分野における技術者及び専門家に関する事項について、調査研究者の専門化及び養成を促進する。
- ⑤ 国内外の科学的機関または調査者によって国内で実施されている地質学、鉱山学及び冶金学的調査を助成し、奨励する。
- ⑥ 鉱物資源の合理的な探鉱、評価開発のため好ましい技術の国内における応用とその発展を促進する。
- ⑦ 国にとって興味ある科学技術の調査研究結果及び情報の公表。
- ⑧ 地質学、鉱山学及び冶金学の分野において、科学技術研究に関する国際組織への参加のため、政府を代表する。
- ⑨ その目的を達成するため、国の内外の他の機関との協定または契約を締結する。

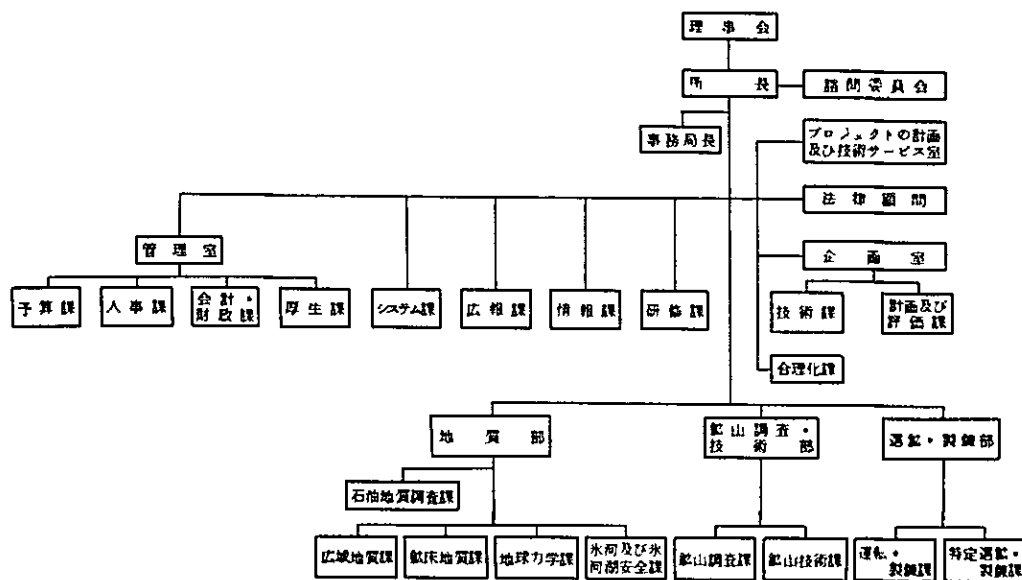
※ 法令第 2 2 3 9 0 号に基づく 1 9 7 8 年 1 2 月 5 日付政令第 0 2 1 - 7 8 - EM / OR により旧 INGEOMIN（ペルー地質調査所）と旧 INCITEMI（鉱山冶金研究所）が合併、名称を INGEMMET（Instituto Geológico Minero y Metalúrgico）と改称、1 9 7 9 年 1 月 1 日に発足し、その組織は第 1 1、1 2 図に示す通りである。

第11図 動力鉱山省の組織図



(出所) Ministerio de Energia y Minas (動力鉱山省)

第12図 INGEMMETの組織図



2. 調査結果と協力の妥当性

(1) 酸化鉱床の現状

ペルーにおける酸化鉱床は、地表または地下浅部という良好な採掘条件下にあるにも拘らず、処理技術の欠如によりその多くが放置されている。鉱量も相当大規模（南部海岸地域の予想鉱量16百万t，南部アンデス高原地域及びポーフィリー鉱床も含めると1億t）と見込まれることから、金・銀等の貴金属も含めた回収技術が可能となれば、ペルーの鉱業の発展に大いに寄与することと予想される。

(2) INGEMMETの体制

INGEMMETは、①地質部、②鉱山調査・技術部、③選鉱・製錬部の三つの科学技術調査研究セクションを持ち、当プロジェクトは選鉱・製錬部の担当となる予定である。INGEMMETの研究所設備及び活動状況から判断して本件プロジェクトの推進機関として十分な能力を持つものと推察される。

なお、INGEMMETは、現在ペルー内の中小鉱山の鉱石に対し鉱物分析等の便宜を与えており、中小鉱山等とも関係が深いことから、本件プロジェクトが実施されればその効果は広くペルー鉱業全般に波及するものと予想される。

(3) プロジェクト・サイト

ペルー側ではリマのINGEMMET研究所(UNI)を考えている。

技術協力要請書にはINGEMMETアレキパ支所研究所となっているが、同所は現在MEM傘下のアレキパ開発機関(ORDEAREQUIPA)に移管されており、同所の技術者及びパイロット・プラントは総てCerro Verde鉱山に移っている。

リマには技術者が多くいるほか、浮選設備がUNIにあり、これを活用することができるので問題ないと思われる。

(4) 協力開始時期及び期間

ベルー側よりできるだけ早く実施を希望する旨の発言がなされたが、調査団としては、準備期間等を考慮すると現在実施中の「鉾山保安技術育成プロジェクト」の終了する83年6月以降が現実的である旨回答した。

協力期間は、ベルー側では3～4年としたいとのこと。

(5) ベルー側の責任負担

調査団持参のTALKING PAPERのⅢB（ベルー側の責任負担）について意向を確認したところ、以下の点については、その場で問題ないとの回答を得た。

1. 土地・建物及び附帯施設の提供
3. 日本側から供与された資機材について、国内輸送、設置、運転、メンテナンスの費用負担
4. プロジェクトの運営・管理を行う諸機関の経費
6. プロジェクトの運営諸費用
8. 日本人専門家及び家族に対し住居許可証供与
10. 日本人専門家に対し交通便宜供与

その他の点については、日本側技術協力実施（案）を検討した上で関係各機関と協議の上回答されることとなった。

3. 今後の進め方

セグレゲーション法研究のためのパイロット・プラントは、リマのINGEMMET研究所（UNI）に設置されることになろうが、プラントの規模についてベルー側で詰めが遅れているため、突込んだ討議は行われていない。規模については、本件プロジェクトが酸化鉍処理実用化のための試験研究を行う技術協力であること、現在セグレゲーション法を採用し150 t/日を処理、成果を上げているKatanga 鉍山は、研究段階での2 t/日規模プラントからスケール・アップしたものであること、さらに日本側予算等を考慮すれば3 t/日規模が妥当と思われる。

このパイロット・プラント設置は、本件プロジェクトの中心となるものであることから、プラント規模の決定及びプラント構成機材の詰めを行う必要があり、さらに当プロジェクトに配置される技術者のレベル確認等を行い、実施協議チーム派遣までの効率的準備を行う意味から次の分野の長期調査員の派遣が必要と考えられる。

- | | |
|--------------|----|
| ① セグレゲーション分野 | 1名 |
| ② プラント機械分野 | 1名 |

参考資料 1

(ペルー共和国政府の技術協力要請状)

El Ministerio de Relaciones Exteriores saluda muy atentamente a la Honorable Embajada del Japón, y tiene la honra solicitar la cooperación técnica de ese Ilustrado Gobierno en apoyo al Proyecto "Procesamiento de Minerales Oxidados Refractarios de Cobre y Elementos Asociados" que tiene como unidad ejecutora al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Para tal efecto, se acompaña a la presente Nota, la solicitud de cooperación técnica internacional debidamente cubierta.

El Ministerio de Relaciones Exteriores, al agradecer a la Honorable Embajada del Japón la atención que brinde a la solicitud antedicha, se vale de la oportunidad para reiterarle las seguridades de su más alta y distinguida consideración.

Lima, 25 de noviembre de 1980.

1. RESEÑA DEL PROYECTO

a) DATOS GENERALES

Procesamiento de Minerales
Oxidados-Refractarios de
Cobre y Elementos Asociados.
Titulo del Proyecto Costo Total S/. 1,170'000

Fuente de Cooperación Técnica Gobierno Japón-JICA Aporte Externo US\$3'550,000

Instituto Geológico Minero y
Metalúrgico.
Entidad Solicitante Aporte Nacional S/. 105'000

Ministerio Correspondiente..... ENERGIA Y MINAS Prioridad Asignada: ABC

b) Naturaleza del Problema

Los minerales cupríferos oxidados-refractarios son aquellos constituidos principalmente por carbonatos, silicatos, oxidos y formas complejas que no responden a la recuperación mediante la metalurgia standard.

Estos minerales se encuentran conformando coberturas en los pórfidos de cobre y mayormente son desechados por mantener las características enunciadas.

El Perú cuenta con volúmenes significativos comprobados de minerales de cobre oxidado refractarios cuyo tratamiento por los métodos tradicionales es antieconómico, siendo necesario aplicar métodos metalúrgicos de segregación que permitirían además la recuperación de elementos valiosos como el oro y plata que se pierden por otros métodos de recuperación.

c) Breve Descripción del Proyecto

El método de segregación consiste que el mineral de cobre-oxidado-refractario, una vez triturado y molido, se calienta en un reactor de lecho fluidificado a una temperatura de aproximadamente 800°C. utilizándose carbón pulverizado, petróleo o gas natural como combustible. El mineral aún caliente se mezcla con una pequeña proporción de sal corriente y carbón y se pasa a la CAMARA DE REACCION en donde el óxido de cobre es reducido a la forma metálica. Luego el mineral se enfría rápidamente en agua para evitar la reoxidación y se somete a un proceso normal de flotación con el fin de producir un concentrado de alto contenido de cobre metálico y otros elementos valiosos.

II RECURSOS DE COOPERACION TECNICA REQUERIDOS

A.- Asesoramiento

A.1 Expertos

	M/H	importe
Aporte Nacional	330	S/. 105'000
Aporte Externo	180	\$ 490,000
Total	510	S/. 252'000

Profesión, Especialidad y Experiencia	Funciones a Desempeñar	Fecha Arribo	Fecha Partida	Meses	Aporte Externo	Aporte Nacional
1 Ingeniero con 15 a 20 años de experiencia en el campo de la minería	- Jefe contraparte japones	1° Semestre 1982	2° Semestre 1985	48	\$ 144'000	
2 Ingenieros Metalúrgistas con 10 años de experiencia en procesos de segregación.	- Realizar las pruebas y análisis del mineral y desarrollar la investigación. Operar Planta Piloto Segre	2° Semestre 1982	"	42	\$ 166,000	
1 Ingeniero Mecánico 10 años de experiencia en instalación y mantenimiento de plantas.	- Instalación de la planta y su mantenimiento.	1° Semestre 1982	"	48	\$ 96'000	
1 Ingeniero Geólogo con 5 años de experiencia.	- Apoyar al Jefe del quipo, trabajos de campo y laboratorio.	2° Semestre 1982	"	42	\$ 84'000	

A.2. Personal Nacional de Contraparte

Profesión Especialidad y Experiencia	Funciones a Desempeñar	Participación De	Participación Hasta	Meses	Aporte Nacional
1 Ingeniero Metalúrgista, 20 años	- Jefe de la Contraparte nacional con dedicación a 60% al proyecto	Ene. 1982	Dic. 1985	25	20'000
2 Ingenieros Metalúrgistas, 10 años	Dirigir la investigación conjunta dedicación a 60% al proyecto.	" 1982	"	75	30'000
1 Ingeniero Químico, 8 años	Pruebas y análisis químicos, 80% de dedicación.	"	"	38	15'000
4 Ingenieros metalúrgistas	Ejecución del Proyecto	"	"	192	40'000

B Donaciones y Equipo

B.1. Donaciones

	Importe
Aporte Norional	
Aporte Externo	\$ 3'000,000
Costo Total	S/. 900'000,000

Usos a que se Destina	Período	importe

B-2. Equipos y Otros

No.	Especie	Usos a que se Destina	Fecha de Recepción	Aporte Nacional	Aporte Externo
	Planta Piloto-Segregación	Desarrollo de pruebas para obtener tratamiento optimo del mineral de un yacimiento determinado.	1° Semestre 1983		\$ 2'000.
	Microscopio luz polarizada. Pulidora miner Máq. Fabricar secc. delgadas	En los trabajos de investigación que incluyen: recolección de muestras preparación de muestras. análisis microscopios y químicos, preparación mecanica, clasificación, etc. que serán necesarios efectuar.	1° Semestre 1982		\$ 1'000.
	Chancadora Molino	"			
	Clasificador magnetico. gravimétrico y de mallas.	"			
	Analizador ab-sorción atómico.	"			
	Horno Laborat.	"			
	Vehiculos	"			
	Horno analisis	"	1° Semestre 1983		

C.- Capacitación

	M/H	Importe
Aporte Nacional		
Aporte Externo	18	\$ 60,000
Total	18	S/. 18'000,

Materia a Estudiar	Tipo	Idioma	Institución	País	Duración de la Beca	Aporte Nacional	Aporte Externo	Finalidad
- Métodos de Analisis (2 Becas)	C	Ingles	Por designar	Japón	2 mescs c/u		\$ 20,000	Mejorar los métodos para el tratamiento de minerales oxidados de cobre.
- Procesos de Segregación (2 becas)	C	"	"	"	"		\$ 20,000	Transferencia de tecnología.
- Procesos de Laboratorios (2 Becas)	C	"	"	"	"		\$ 20,000	Recuperar los elementos valiosos que se pierden en los métodos de lixiviación y flotación Incorporar yacimiento que hasta la fecha se consideran económicamente marginales.

Tipo: Estudios de post-grad P
 Curso de especialización C
 Seminario S
 Stage S
 Congreso C
 Bolsa de Viaje B

III.- METAS Y OBJETIVOS A ALCANZAR

A. Metas a Corto Plazo (Rendimientos)

TIPO DE RENDIMIENTO	Magnitud	Método de Medir y Verificar	Fecha en que se logrará
- Captar nuevas tecnologías en el campo de la Hidrometalurgia para el tratamiento de minerales oxidados.	Capacitar a profesionales peruanos e implementar laboratorios.	Por evaluación de avance	1983

B. Metas a Mediano Plazo (Utilizaciones)

TIPO DE RENDIMIENTO	Magnitud	Método de Medir y Verificar	Fecha en que se logrará
- Aplicación del método de segregación a escala semindustrial en yacimientos oxidados de cobre. - Hacer rentable minas de oxido de cobre que actualmente no se explotan. - Instalación de una Planta Piloto en Arequipa para efectos de investigación en segregación.	Aplicación de las nuevas técnicas y su transferencia a las empresas mineras.	Por evaluación de avance.	1985

C. Metas a largo plazo (Beneficios Sociales)

1. Relación con los Planes Sectoriales y Nacional

En cuanto a política científica y tecnológica es necesario la conformación de una estructura material y humana eficiente que capte las nuevas técnicas y se apliquen en el país. Se obtendrá la venida de expertos y becas de especialización a fin de promover y desarrollar la investigación. En cuanto a política minera permitirá el aprovechamiento de coberturas oxidadas de cobre porfiríticos, actualmente desechados incrementando de este modo la producción.

2. Magnitud de los Beneficios Sociales Previstos

Le podrán tratar yacimientos considerados marginales y recuperar elementos valiosos, lo cual contribuirá a equilibrar el agotamiento natural de los yacimientos mineros, cubrir necesidades financieras de otros sectores de la economía nacional, creándose centros desarrollo al abrirse nuevas minas.

3. Contribución a la Independencia Económica (Sustitución de Imp.)

El desarrollo de nuevas técnicas acorde con una política dinámica en ciencia y tecnología permitirá incluir mediante este proyecto mayores ingresos por aumento de producción, como también aperturas a la inversión en depósitos que no se explotan por ser marginales.

4. Incremento del Nivel Tecnológico

El nivel tecnológico se irá incrementando con el desarrollo de nuevas técnicas que servirá de base para una mejor utilización de los recursos productivos del país. Esto se logrará mediante la venida de expertos, becas de especialización para profesionales peruanos y obtención de equipos.

5. Sectores de la Población Beneficiados con el Proyecto

Directamente el Sector Minero.

IV. CRONOGRAMAS

A. Cronograma de Gastos y Metas

Trimestre	Costo Total		METAS A ALCANZAR	
	Nacional	Externo	T i p o	Magnitud
1982	Primero	S/. 15'000	US\$ 1'100,000	Inicio de implementación, evaluación de áreas de trabajo, montaje equipos.
	Segundo			
	Tercero			
	Cuarto			
1983	Primero	S/. 20'000	US\$ 2'150,000	Instalación, montaje y funcionamiento de la Planta Piloto de segregación, investigaciones sobre yacimientos, Aplicación del método a escala semindustrial.
	Segundo			
	Tercero			
	Cuarto			
1984	S/. 30'000	\$ 150,000	Desarrollo de la investigación y aplicación industrial en yacimientos tipos.	
1985	40'000	150,000		

2. Cronograma de la utilización de los recursos de CTI

PERIODO	1982												1983												1984												1985											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciem	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciem	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciem	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciem
A. Asesoramiento	A.1 Expertos (N° Serial)																																															
	A.2 Pers. Nar. Contraparte (N° Serial)																																															
B Serv de Téc (N° Serial)																																																
C Donaciones																																																
D Capacitación																																																

参考資料 2

(調査団からペルー側関係機関
にあてたトーキングペーパー)

TALKING PAPER

To: The Authorities concerned of the Republic of Peru
From: The Preliminary Survey Team sent by the Japan International
Cooperation Agency
Project: Technical Cooperation on the Recovery of Valuable Minerals from
Complex Oxygenated Ores in the Republic of Peru

I. Objectives of the Preliminary Survey Team

In response to the project proposal of the Republic of Peru, dated November 25th 1980, the Government of Japan has decided to make a preliminary study on the possible Japanese technical cooperation to be extended. The Team is organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), which is an Agency of the Japanese Government for executing technical cooperation.

The Team aims at (1) identifying the outline of the project proposal, (2) clarifying the problems to be solved, if any, and (3) formulating an appropriate master plan for Japanese cooperation. The Team consisting of experts in each specialized field intends to discuss and exchange frank opinions on how to implement the project with the authorities concerned of the Republic of Peru.

II. Information Required for Implementing the Project

The information required by the Preliminary Survey Team is categorized in three groups:

- A: on the administrative Set-up
- B: on the Background of the Project
- C: on the Project itself

A and B may be furnished by the Peruvian side, while C will be the major topics for discussion between the Japanese Team and the Peruvian side. Detailed items of each group of information are described as follows:

- A. Information on the Administrative Set-up
1. Name and functions of the organization in charge of budgeting, in addition to the followings;
 - (1) National budget in the past several years,
 - (2) Budget of Ministries and Agencies concerned in the past several years,
 - (3) Budget system; kind of budget, procedure, method and time of compilation, approval, actual disbursement, etc.
 2. Name and activities of the Ministry of the Republic of Peru which is responsible for administrating the implementation of the project
 3. Name and activities of the implementing agency directly responsible for planning and implementation of the project
 4. Name and activities of organizations related to the implementation and operation of the project
- B. Information on the Background of the Project
1. Importance of the Project in the national and sectoral economy
 2. Any problems attached to or involved in the project
 3. Effects of the project if implemented
- C. Information on the Project Itself
1. Objectives of the project
 2. Outline of the project
 - (1) Organizations and institutes to be established and/or utilized;
 - (2) Functions and activities of the above organizations and institutes;
 - (3) Necessary machinery and equipment to be installed;
 - (4) Staffing plan for such department as administration, instruction and training
 - (5) Requirement of land or other space and building, if necessary

3. Present or previous experience of similar projects both in public and private sectors

III. Responsibility of the Governments (In case of the implementation of the project)

The Government of Japan and the Republic of Peru share the following responsibilities in implementing the project

A. The Government of Japan

Through JICA, the Government of Japan will cooperate with the Government of the Republic of Peru in implementing the project. The cooperation will take the following four actions;

1. To conduct the implementation study which aims to make up concrete action program for implementation
2. To appoint Japanese experts who will assist the implementation of the project in specialized fields
3. To supply equipment, machinery and materials required for the project
4. To receive counterpart personnel in Japan for training and/or observational study

B. The Government of the Republic of Peru

The Government of the Republic of Peru will take the primary responsibility for implementing the project. The following twelve specific responsibilities are also to be borne by the Peruvian side at its own expenses.

1. To provide buildings as well as incidental facilities and land required
2. To supply equipment, machinery and materials which are not provided by the Japanese side
3. In respect to the equipment, machinery and materials supplied by the Japanese side, to bear expenses for transportation within Peru as well as for installation, operation and maintenance thereof in the operation of the project

4. To bear running expenses necessary for the maintenance and operation of the institution, organization involved in operating the project
5. To appoint technical and administrative staff required for operating the project
6. To bear any other expenses needed for the operation of the project
7. To provide the Japanese experts with privileges, exemptions and benefits which are no less favorable than those granted to the experts of the third countries under similar circumstances
8. To issue Residence Permits to the Japanese experts and their families
9. To provide accommodations for the Japanese experts and their families
10. To provide transportation facilities for Japanese experts in the course of their duties
11. To exempt custom duties, internal taxes, and similar charges, if any, imposed on equipment, machinery and material which are provided by the Japanese side
12. To undertake to indemnify the experts in respect of damages awarded against them for actions performed in the course of their official duties

IV. Sequence of Japanese Technical Cooperation

Japanese technical cooperation is provided in the following order;

- Preparatory Stage:
- (1) Preliminary Survey Team
 - (2) Appointment of Japanese Experts for a Long Term Survey
 - (3) Implementation Survey Team (Signing of Record of Discussions)
- Implementation Stage:
- (1) Appointment of Japanese Experts
 - (2) Provision of Equipment, Machinery and Materials

(3) Acceptance of Counterpart Personnel to
Japan for training and/or observational
study

(4) Evaluation Team

Self-reliance Stage: (1) Transfer to and operation by the Peruvian
side

参考資料 3

(INGEMMET からの調査団のトーキング
ペーパーに対する回答)

INFORME N° 001-82-INGEMMET/DGMET

A : Misión Japonesa para la Cooperación Técnica en Segregación de
Minerales Oxidados Refractarios de cobre y elementos
asociados .

DE : Dirección General de Metalurgia del INGEMMET

ASUNTO : Información requerida para implementar el Proyecto.

FECHA : Lima, 25 de Marzo de 1982

A. INFORMACION ADMINISTRATIVA

Los puntos 1 y 2 se refieren al Ministerio de Energía y Minas.

Mientras que los puntos 3 y 4 se refieren al INGEMMET.

Los datos del INGEMMET respecto a las funciones que le competen, el
presupuesto disponible se encuentran en el Anexo N° 1.

Respecto a la Administración del Proyecto creemos que hay dos posibili-
dades:

- Que la Dirección Ejecutiva del INGEMMET tenga a su cargo la
responsabilidad final de la coordinación y supervisión del proyecto.
Pudiendo delegar dicha función en el Director General de Metalurgia.
La Dirección General de Metalurgia tendría a su cargo el
planeamiento, implementación y operación del proyecto.
Para que funcione esta posibilidad se necesita un Asesor Principal
que dará instrucciones y consejos sobre cuestiones técnicas ref-
erentes a la implementación del proyecto.
Para la efectiva implementación del Proyecto se establece un
COMITE DE GESTION cuya función principal es preparar el Plan Anual
de Trabajo y ser órgano de consulta para los asuntos importantes
que se presenten como consecuencia de la implementación del
Proyecto.
- Que el Proyecto de Cooperación Técnica Internacional en Segregación
de Minerales Oxidados-Refractarios de cobre y elementos asociados,
sea tratado como una extensión de lo acordado en el ACTA DE
CONVERSACIONES entre el-Grupo Japonés para el Estudio de Imple-
mentación y las autoridades respectivas del Gobierno Peruano, para

el Proyecto sobre Seguridad Minera con la Cooperación Técnica-Japonesa.

Continuando con el tema de Administración del Proyecto y en función de la característica específica del trabajo a desarrollar (se trata de una transferencia tecnológica específica) se considera conveniente sugerir lo siguiente:

- . Un Comité de Gestión o Directorio conformado por el Director General de Minería del Ministerio de Energía y Minas, el Director Ejecutivo del INGEMMET, el Director General de la Misión-JICA, el Asesor Principal, otros expertos de JICA, el Director General de Metalurgia y otras personas relacionadas con el Proyecto.
- . Una Gerencia General (técnica administrativa) ejercida por el Director General de Metalurgia en razón de su calificación técnica, experiencia en proyectos minero metalúrgicos y de investigación. Encargado del planeamiento, organización, implementación y operación del Proyecto.
- . Esta Gerencia General contará con Asesoría Técnica Principal Japonesa para los fines que demande el Proyecto, otorgando instrucciones y consejos sobre aspectos técnicos.
- . El equipo de trabajo será multidisciplinario, debiendo estar conformado por especialistas en molienda de minerales, en flotación, en segregación, en hidrometalurgia, en tostación, análisis mineralógicos, análisis químico, balances metalúrgicos, diseño de flujos y balances económicos. Las investigaciones a nivel de laboratorio se realizarán conjuntamente en Lima (INGEMMET-Planta UNI) y en el Japón (JICA). El personal peruano estará conformado básicamente por profesionales y técnicos de la Dirección General de Metalurgia (nombrados y contratados).

B. INFORMACION SOBRE ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En diversas zonas del Perú se presentan minerales oxidados refractarios de cobre, destacándose los yacimientos de Katanga,

Berenguela, Ferrobamba, los cuales son susceptibles de ser tratados por métodos diferentes a los tradicionales (Ej: Segregación).

En los años recientes la estabilidad de la industria del cobre ha estimulado el interés en la recuperación de cobre de los depósitos de minerales oxidados.

Por otro lado la tendencia al agotamiento de los más ricos depósitos, así como la demanda incrementada del cobre y sus aleaciones han actuado como incentivo para desarrollar tecnologías nuevas o reactivar algunas orientadas a la recuperación de metales a partir de menas de baja ley.

Para poder extraer el cobre en la práctica se toma en consideración la forma cómo se presenta y en manera general se han clasificado sus minerales en oxidados, sulfurados y minerales refractarios, comprendiendo en estos últimos los carbonatos y silicatos.

El presente proyecto se refiere a los minerales oxidados refractarios. Al respecto tanto el proceso TORCO como el de Mitsui han demostrado ser aplicables a los minerales refractarios peruanos, los estudios de Berenguela y la práctica de Katanga así lo confirman.

Las reservas de minerales oxidados-refractarios de cobre superan los 16 millones de toneladas, sin contar las zonas oxidadas-refractarias de los yacimientos porfiríticos, que contienen gran cantidad de carbonatos y silicatos.

Es deseable pues entrar en la fase de pilotaje del proceso de segregación.

C. INFORMACION SOBRE EL PROYECTO

1. Objetivos

- . Formar centros de tecnología avanzada conformados por adecuadas instalaciones y el más alto nivel de técnicos especialistas en los trabajos que van desde la investigación en el laboratorio hasta el diseño, construcción y operación de plantas industriales.
- . Simultáneamente, con el avance del proyecto formar nuestra propia tecnología adecuada a nuestros recursos minerales.
- . En forma similar al numeral anterior, crear, desarrollar y ejecutar instalaciones de planta piloto que sirvan de escuela y puntos de apoyo a la nueva tecnología.

Fomentar y difundir a nivel nacional la nueva tecnología para su adecuada utilización y aprovechamiento.

- . Incentivar el aumento de la producción de cobre por intermedio del uso de esta tecnología.
- . Promover la implementación de instalaciones de Segregación de Minerales para aprovechar la disponibilidad en canchas de minerales oxidados-refractarios, que se encuentran en estado de abandono.
- . Elevar el nivel científico y tecnológico de los profesionales metalurgistas del país.

2. Lineamientos del Proyecto

. Ubicación Geográfica

Este método de Segregación puede aplicarse a los minerales de Berenguela, este importante yacimiento está ubicado en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Departamento de Puno. Las principales vías de acceso al yacimiento son:

- a. Partiendo del Puerto Mollendo por una carretera asfaltada y afirmada de 387 Kms.
- b. Desde el mismo puerto de Mollendo hasta Juliaca, por ferrocarril y de allí a la mina por 66 Km. de carretera afirmada.

El depósito estratiforme de Berenguela se encuentra plegado y fallado. La mineralización de cobre y plata se encuentra en formas oxidadas y/o no visibles, alojadas o diseminadas en óxidos de manganeso, los cuales han reemplazado las cabezas dolomíticas en sucesivos ciclos de lixiviación y precipitación hidrotermal.

Este proyecto de investigación permitirá acelerar el desarrollo de la mina Berenguela y de otras nuevas minas de óxido de cobre, permitirá obtener datos fundamentales, mediante la aplicación de la tecnología de segregación a los minerales antes citados, realizando pruebas a nivel de laboratorio y planta piloto.

. Metodología del Trabajo de Investigación

La investigación será llevada a cabo en los laboratorios del INGEMMET. Las muestras procederán de la mina Berenguela cuyo

mineral como ya se dijo es un compuesto oxidado de cobre y plata y generalmente con alto contenido de manganeso. Se puede recibir muestras de otras minas del Sur Medio y de otras regiones del país.

Igualmente se harán investigaciones con otros minerales de diferentes minas que posean minerales oxidados -refractarios.

Se tratará de efectuar una búsqueda retrospectiva lo más completa posible de los trabajos, pruebas e investigaciones efectuados con los minerales de Berenguela y minerales similares del país y del extranjero y a base de un análisis de estos trabajos seleccionar los más factibles para el tratamiento del mineral de Berenguela y después de la toma de muestras proceder a pruebas preliminares que pueden ser comparativos. La siguiente acción es la de desarrollar el proceso metalúrgico apropiado que sea económico y eficiente para el tratamiento del mineral.

La investigación conjunta entre INGEMMET-JICA para la aplicación a nivel de laboratorio del proceso de segregación a minerales oxidados - refractarios de cobre, se desarrollará a través de pruebas de 1 Kg. de mineral, los aspectos técnicos que se desarrollarán durante la investigación serán:

- . Pruebas de molienda
- . " " flotación
- . " " hidrometalúrgicas
- . " " segregación
- . " " tostación
- . " " volatización
- . Se desarrollarán: análisis mineralógicos, análisis químicos, balances metalúrgicos, diseños de flujos, balances económicos.

El equipo a usarse sería:

- . Chancadora
- . Molino de barras
- . Molino de bolas
- . Reactor vertical tipo tubo
- . Celdas de flotación
- . Aglomeradores, retorta de acero inoxidable

- . Horno eléctrico provistos de termocupla
 - . Clasificador magnético
 - . Recuperador de polvo
 - . Ro-tap y juego de mallas
 - . Autoclave
 - . Balanzas, cronómetros, secadores, compresora
 - . Microscopio de luz polarizada
 - . Espectrofotómetro de Absorción Atómica con accesorios para microanálisis.
 - . Microscopio de barrido
 - . Espectrógrafo de emisión óptica de lectura directa
 - . Planta Piloto de Segregación (móvil y transportable)
 - . Pulidora de minerales
 - . Máquina para fabricar seccines delgadas de roca
 - . Termómetros y termocupla portátil
- . Acciones o Actividades Propuestas
- Las metas específicas para el 1er. año de este Proyecto son:
- . Estudio a nivel de laboratorio sobre la aplicabilidad del proceso de segregación a los minerales de Berenguela. Posteriormente se proyecta desarrolla, de acuerdo a los resultados de los estudios a nivel de laboratorio y a convenios con los posibles usuarios.
 - . Aplicación del proceso de segregación a nivel de Planta Piloto al mineral de Berenguela.
 - . Estudio a nivel de laboratorio de la aplicación del método de segregación a otros yacimientos de cobre oxidados -refractarios.
 - . Evaluación y recuperación de elementos valiosos de minerales y concentrados de cobre:
 - a. Flotación selectiva de minerales complejos
 - b. Recuperación de elementos valiosos.

Los temas a investigar se complementan con la realización de un Seminario sobre Procesamiento de Minerales oxidados refractarios de cobre y elementos asociados. El temario del mencionado Seminario es básicamente coincidente con las investigaciones propuestas:

Se propone realizar las siguientes acciones y/o actividades:

- Estudios Petrorominerográficos y de análisis químico de la materia prima.
- : Pruebas a nivel de Laboratorio para estudiar el proceso de segregación y otros métodos alternativos.
- . Instalación y puesta en marcha de la planta piloto de segregación.
- . Pruebas a nivel de Planta Piloto para determinar las características del diseño industrial.
- . Evaluación por expertos internacionales de las pruebas realizadas.
- . Seminario sobre los procesos de segregación y flotación de minerales de cobre y plata.
- . Visita a las plantas que actualmente han implementado el proceso de segregación.
- . Stages de entrenamiento en la planta de Katanga y en el Japón con cursos de reciclaje.
- . Adquisición de material bibliográfico
- . Donación de equipos de control analítico y de ayuda a la investigación metalúrgica.

3. Experiencia del Centro

El ex-INCITEMI fue creado en Diciembre de 1974, habiendo desarrollado desde 1975 programas de investigación en metalogenia, minería y metalurgia extractiva, tanto con sus propios medios, como mediante programas de cooperación con compañías mineras, universidades y otros institutos. Muchos de los estudios realizados han sido publicados. Entre los temas que ha venido investigando figuran la lixiviación ácida y bacteriana, desarsenización de concentrados de cobre y la evaluación y posible recuperación de elementos valiosos a partir de minerales y concentrados de cobre, así como la recuperación de plata de relaves, optimización de plantas concentradoras, beneficio de minerales complejos, etc.

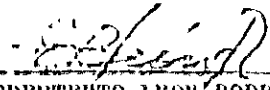
A partir de enero de 1979, viene funcionando el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), creado en base a la fusión del Instituto Científico y Tecnológico Minero (INCITEMI) con el

Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN). Este último Instituto, tuvo varias décadas de funcionamiento, aún cuando en varias ocasiones cambió de denominación y organización, habiendo cumplido funciones principalmente en el campo de la Geología, aunque también realizaba algunas tareas de apoyo y prestación de servicios en mineralogía y eventualmente, en metalurgia extractiva, a la industria minera nacional.

El Centro Peruano reúne por lo tanto la experiencia suficiente para participar en este proyecto.

Atentamente

ELR/bl.



Ing. EDEBERTO LEOZ RODRIGUEZ
Director General de Metalurgia

ANEXO N° 1

DATOS DEL PRESUPUESTO

(En Miles de Soles)

PRESUPUESTO DEL INGEMMET 1981	1,128'000
PRESUPUESTO DEL INGEMMET 1980	1,138'000
PRESUPUESTO DE METALURGIA 1981	131'785
PRESUPUESTO DE METALURGIA 1980	140'573

Se anexa:

- Ley Orgánica del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
- Investigaciones, Proyectos y Prestación de Servicios de la Dirección General de Metalurgia del INGEMMET.

JICA

1