

ボリヴィア共和国

鉱山施設近代化計画

事前調査報告書

1981年3月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054298[3]

| | |
|---------------------|------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '84. 3. 15 | 702 |
| 登録No. 00292 | 66.1 |
| | MPN |

は し が き

この事前調査は、ボリヴィア共和国政府の要請に基づき、同国鉱山公社に属する鉱山の施設近代化計画の調査実施について、日本政府が国際協力事業団に委託して実施したものである。

事前調査団は、坊城俊厚（当事業団鉱工業開発部，特別囑託）を団長とする5名の構成により、昭和56年2月3日から同年3月4日までの30日間、本件計画調査に関する要請内容の掌握につとめ、又、関連情報・資料を収集・検討し、対象鉱山等の現地予察を実施するとともに、今後実施される本格調査についての Scope of Work につきボリヴィア鉱山公社等と協議・締結を行った。

この報告書は、今回の事前調査の背景・経緯、現地での折衝状況、本格調査の対象となる鉱山の選定状況、締結した Scope of Work 等につき述べるとともに、今後本格計画調査が行われる場合の実施案等につき記述した。この報告書が今後の本格計画調査の実施に当たり、有意義なものとなることを期待する。

最後に、調査に対して多大の御協力をいただいたボリヴィア共和国政府、在ボリヴィア日本大使館、外務省及び通商産業省の関係各位に対し、心から謝意を表すものである。

1981年3月

国際協力事業団

理事 岸 田 静 夫

目 次

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. 概 論 | 1 |
| 1.1 調査経緯 | 1 |
| 1.2 調査目的 | 1 |
| 1.3 調査団の構成 | 2 |
| 1.4 調査日程 | 2 |
| 2. 結 論 | 5 |
| 2.1 調査結果 | 5 |
| 2.2 カタビ鉱山の選定理由 | 5 |
| 2.3 今後の計画 | 6 |
| 2.3.1 本計画調査の目的・範囲 | 6 |
| 2.3.2 調査工程・報告書 | 9 |
| 2.3.3 ボリヴィア政府及びJICAの責任分担 | 9 |
| 2.3.4 議事録内容の要約 | 9 |
| 2.3.5 補足説明 | 9 |
| 2.4 事前調査団の所感・意見 | 10 |
| 資料1 Scope of Work | 12 |
| 資料2 Minute of Meetings | 19 |
| 3. 鉱山各論 | 23 |
| 3.1 カタビ鉱山の概要 | 23 |
| 3.2 地質鉱床と採査 | 26 |
| 3.2.1 地質概要 | 26 |
| 3.2.2 鉱床概要 | 26 |
| 3.2.3 鉱量計算 | 30 |
| 3.2.4 採査活動 | 31 |
| 3.2.5 今後の問題点 | 33 |
| 地質関係参考文献 | |
| 3.3 採 鉱 | 37 |
| 3.3.1 採鉱の現状 | 39 |
| 3.3.1.1 坑内構造 | 39 |
| 3.3.1.2 採 鉱 法 | 39 |

| | | |
|---------|-------------------|----|
| 3.3.1.3 | 運 搬 | 42 |
| 3.3.1.4 | 通 気 | 42 |
| 3.3.1.5 | 主要機器 | 42 |
| 3.3.1.6 | 操業資材, 電力, 圧気, 消費量 | 50 |
| 3.3.1.7 | 人 員 | 53 |
| 3.3.1.8 | 採鉱部門コスト | 53 |
| 3.3.2 | 計 画 | 53 |
| 3.3.2.1 | ブロックケーピング採鉱 | 53 |
| 3.3.2.2 | 錫の標砂鉱床 | 54 |
| 3.4 | 選 鉱 | 63 |
| 3.4.1 | 全 般 | 63 |
| 3.4.2 | シグロベインテ選鉱錫 | 64 |
| 3.4.2.1 | 処理系統及び設備 | 64 |
| 3.4.2.2 | 受入及び1次破碎 | 64 |
| 3.4.2.3 | 水洗及び破碎 | 64 |
| 3.4.2.4 | 重液選鉱(重選) | 64 |
| 3.4.2.5 | -3/8" 鉱の処理 | 64 |
| 3.4.2.6 | マテリアルバランス | 65 |
| 3.4.2.7 | その他 | 65 |
| 3.4.3 | ビクトリア選鉱場 | 65 |
| 3.4.3.1 | 処理系統及び設備 | 65 |
| 3.4.3.2 | 受入及び1次破碎 | 65 |
| 3.4.3.3 | 2次破碎及び分粒 | 65 |
| 3.4.3.4 | 比重選鉱 | 65 |
| 3.4.3.5 | 精鉱処理 | 65 |
| 3.4.3.6 | その他 | 68 |
| 3.4.3.7 | マテリアルバランス | 68 |
| 3.4.4 | ケンコー選鉱場 | 68 |
| 3.4.4.1 | ケンコー湖の田廃滓 | 68 |
| 3.4.4.2 | ケンコー田廃滓処理の経緯 | 69 |
| 3.4.4.3 | 処理系統及び設備 | 69 |
| 3.4.4.4 | 採掘及び受入 | 69 |
| 3.4.4.5 | 粗粒除去及びデスライム | 70 |

| | | |
|---------|-------------------|----|
| 3.4.4.6 | アトリクション及び脱機浮選 | 70 |
| 3.4.4.7 | 錫浮選 | 70 |
| 3.4.4.8 | 処理実績 | 71 |
| 3.4.4.9 | 操業上の問題点 | 71 |
| 3.4.5 | 電力 | 71 |
| 3.4.6 | 選鉱用水 | 72 |
| 3.4.7 | 廃滓堆積場 | 72 |
| 3.4.8 | 選鉱人員及び操業原価 | 72 |
| 3.4.9 | ボリヴィアにおける研究施設(参考) | 73 |
| 3.4.9.1 | カタビ鉱山 | 73 |
| 3.4.9.2 | COMIBOLプロジェクト研究所 | 73 |
| 3.4.9.3 | I. I. M. M. | 73 |
| 3.4.10 | ボラティリゼーション(参考) | 74 |
| 3.5 | 鉱山付属施設 | 75 |
| 3.5.1 | 鋳物工場 | 75 |
| 3.5.2 | 病院 | 75 |
| 3.5.3 | 学校 | 75 |
| 3.6 | 採算 | 75 |
| 3.7 | ボリヴィアで検討中の再建策 | 77 |
| 3.7.1 | 増産 | 77 |
| 3.7.2 | ケソコー選鉱場の操業度改善 | 77 |
| 3.7.3 | 田焼滓の再処理 | 77 |
| 3.7.4 | 標砂鉄床の稼行 | 77 |
| 3.7.5 | 設備の更新及び近代化 | 77 |
| 3.8 | 調査団意見 | 78 |
| 3.8.1 | 技術的諸問題 | 78 |
| 3.8.1.1 | 現状の調査 | 78 |
| 3.8.1.2 | 選鉱成績の改善 | 78 |
| 3.8.1.3 | 設備の更新及び近代化 | 78 |
| 3.8.1.4 | 適正規模の検討 | 78 |
| 3.8.2 | 技術問題検討結果の評価の視点 | 78 |
| 4. | 収集資料一覧 | 81 |
| 5. | 面会者一覧 | 97 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| 6. ボリヴィア共和国鉱山施設近代化計画調査仕様書(案) | 102 |
| 6.1 背 景 | 102 |
| 6.2 全 体 計 画 | 102 |
| 6.3 調 査 の 概 要 | 103 |
| 6.4 技 術 仕 様 | 103 |
| 7. 標砂鉱床の資料の要約 | 106 |
| 8. 報告書添付図表一覧 | 114 |

別添図表

| | |
|---------|--------------------------|
| 表7.2-01 | カタビ鉱山埋蔵量 |
| 図7.2-01 | カタビ鉱山坑内載面図 |
| ■7.2-02 | センテナリオ鉱床平面図 |
| ■7.2-03 | カルメン鉱床平面図 |
| ■7.2-04 | カルメン鉱床載面図 |
| ■7.3-01 | 坑内施設配置図 |
| ■7.3-02 | シグロベインテ系統図及び設備一覧表 |
| ■7.3-03 | ビクトリア 同 上 |
| ■7.3-04 | ビクトリア選鉱場マテリアルバランス(1972年) |
| ■7.3-05 | ケンコー系統図及び設備一覧表 |
| ■7.3-06 | ケンコー選鉱場マテリアルバランス(1971年) |

1. 総 論

1.1 調査経緯

ボリヴィア共和国の輸出総額（1979年 859.5百万米ドル）の約70%は鉱産物であり、この鉱産物の内約70%は当国国家企業体である鉱山公社（Corporación Minera de Bolivia 以下 COMIBOL）によっている。また輸出鉱産物中の約70%は錫であり、錫は当国の主要産物として、その年間輸出量約27,000t（金属量）は日本の年間需要量にほぼ相当している。

当国における規模の大きい鉱山はすべて COMIBOL の傘下にあるが黒字経営の数は限定されており、COMIBOL の経営は危機的状態にあると推定されている。COMIBOL 傘下の主要鉱山の鉱石品位の低下、多くの鉱山におけるその施設の老朽化等による生産コストの上昇が上記の経営危機の主因とみられるが、経営危機の回避は、また、ボリヴィア共和国の経済にとりきわめて重要な課題となっている。

従来当事業団（以下 JICA）としてはボリヴィア共和国に対し各種の技術協力・援助を行ってきているが、そのうちとくに、ボリバル鉱山の複雑鉱を対象とした有価鉱物回収テスト・プラントに関しては日本の計画性、技術力が高く評価されている。

以上を背景とし、COMIBOL 総裁は昭和55年4月17日付書信をもって、在ボリヴィア共和国日本大使（林屋永吉）あてに COMIBOL 傘下鉱山の施設の更新・近代化のためのプラン作成のために日本からの調査団派遣を要請してきた。

1.2 調査目的

今回は事前調査団を派遣し、前記 COMIBOL 総裁からの要請等に基づき、次のような項目につき調査、協議を行うことを目的とした。

- (1) ボリヴィア共和国政府（とくに COMIBOL）からの要請内容の確認
- (2) 対象鉱山の選定、関連既存データの収集・検討
- (3) 対象鉱山に関する現地予察
- (4) 今後の調査、協力内容の策定
- (5) Scope of Work（以下 S/W）等のとりきめ

1.3 調査団の構成

調査団構成は次表のとおりである。

表 1.1 調査団構成表

| 氏 名 | 業務分担 | 所 属 |
|---------|-------|-----------------|
| 坊 城 俊 厚 | 総括・団長 | 国際協力事業団鉱工業開発協力部 |
| 大 谷 徹 | 選 鉱 | 三菱金属㈱資源本部 |
| 上 垣 起 一 | 採 鉱 | 住友金属鉱山㈱鉱山資源本部 |
| 富 沢 尚 明 | 地 質 | 海外鉱物資源開発㈱事業部 |
| 小 沢 勝 彦 | 業務調整 | 国際協力事業団鉱工業計画調査部 |

1.4 調査日程

事前調査は、昭和56年2月3日から同年3月4日までの30日間、次表により行われた。

表 1.2 事前調査日程表

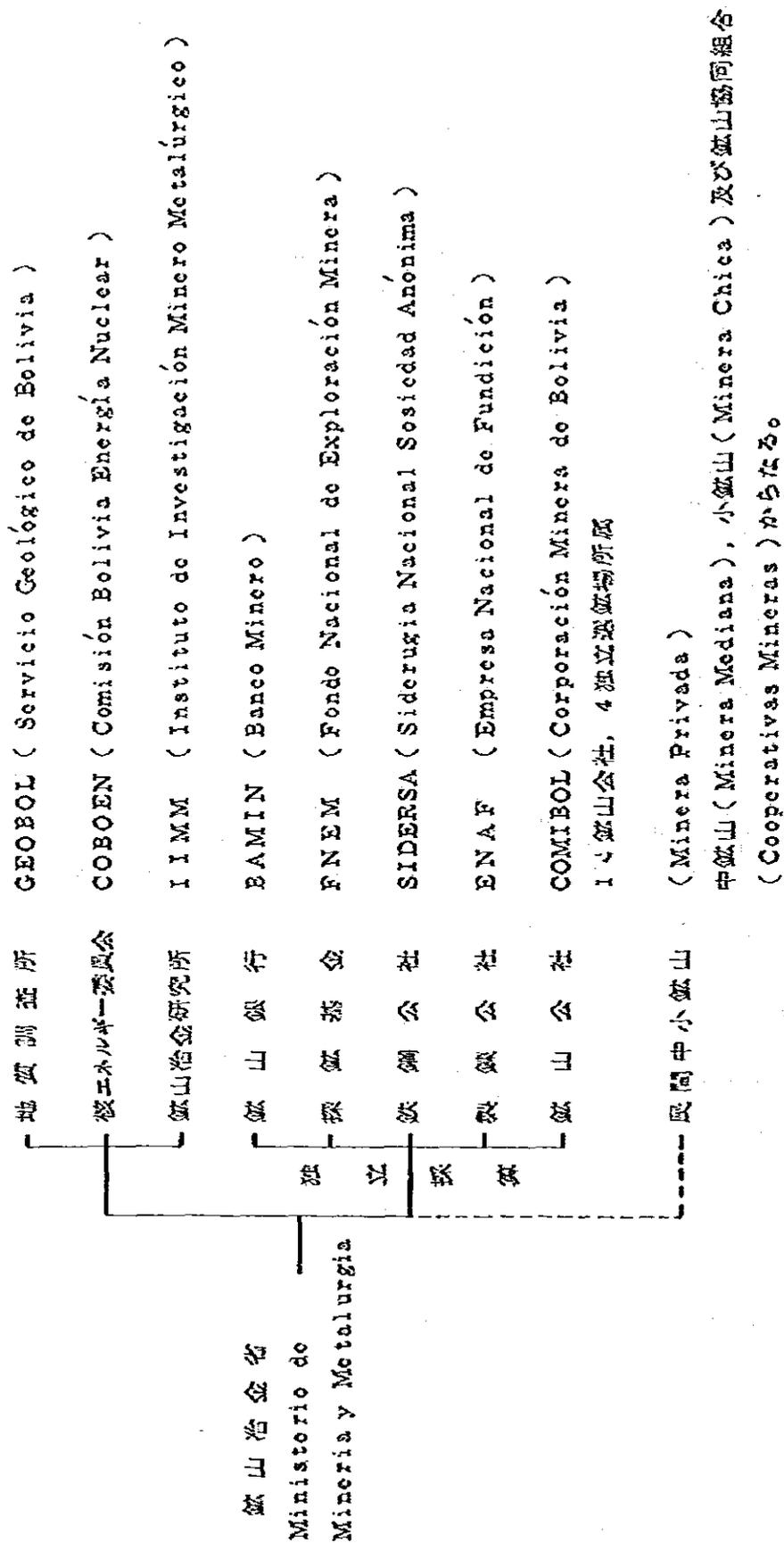
| 日順 | 月日 | 曜日 | 行 程 | 調 査 内 容 |
|----|-------|----|---------------|------------------------------|
| 1 | 2. 3 | 火 | 東京→ ニューヨーク | 往 路 |
| 2 | 2. 4 | 水 | ニューヨーク発 | ・ |
| 3 | 2. 5 | 木 | ラ・パス着 | JICA 駐在員と打合せ |
| 4 | 2. 6 | 金 | | 鉱山冶金省大臣表致，在ボリヴィア日本大使館と打合 |
| 5 | 2. 7 | 土 | | マナルデ鉱山付近地質層序予察，JICA 駐在員と打合 |
| 6 | 2. 8 | 日 | | COMIBOL との打合方針につき国内協議 |
| 7 | 2. 9 | 月 | | 精錬公社 (ENAF) 総裁訪問，JICA 専門家と協議 |
| 8 | 2. 10 | 火 | | COMIBOL との協議 |
| 9 | 2. 11 | 水 | | JICA 駐在員協議，現地予察調査準備 |
| 10 | 2. 12 | 木 | | ラパス発オルロ経由，カタビ鉱山 |
| 11 | 2. 13 | 金 | | カタビ鉱山予察 |
| 12 | 2. 14 | 土 | | 同 上 |
| 13 | 2. 15 | 日 | | 同 上 |
| 14 | 2. 16 | 月 | | 同 上 ，カタビ鉱山発オルロ着 |

| | | | | |
|----|-------|---|---------|------------------------------|
| 15 | 2. 17 | 火 | | ワスニ鉱山予察 |
| 16 | 2. 18 | 水 | | サンクフェ鉱山予察 |
| 17 | 2. 19 | 木 | | 同 上 , 鉱山冶金研究所視察 |
| 18 | 2. 20 | 金 | | コルキリ鉱山予察 |
| 19 | 2. 21 | 土 | | ピント精錬所見学, オルロ発 ラパス着 |
| 20 | 2. 22 | 日 | | 資料整理 |
| 21 | 2. 23 | 月 | | 鉱山冶金省, JICA 駐在員と協議 |
| 22 | 2. 24 | 火 | | COMIBOL と協議 |
| 23 | 2. 25 | 水 | | 同 上 小沢団員ラパス着 |
| 24 | 2. 26 | 木 | | 同 上 日本大使館員と協議 |
| 25 | 2. 27 | 金 | | COMIBOL 総裁との間に S/W 及び M/M 署名 |
| 26 | 2. 28 | 土 | | 資料整理 |
| 27 | 3. 1 | 日 | ラパス発 | JICA 専門家他と協議 |
| 28 | 3. 2 | 月 | ニューヨーク着 | 復 路 |
| 29 | 3. 3 | 火 | ニューヨーク発 | 同 上 |
| 30 | 3. 4 | 水 | 東京着 | 同 上 |

すなわち、当事前調査は予定の日程によって、ボリヴィア側担当機関の主としてCOMIBOLと本案件のすすめ方等を協議し、約10日間にわたる対象鉱山についての短期現地予察を行い、2月27日にCOMIBOL総裁との間にS/W及びMinute of Meetings（以下M/M）の署名を完了した。

なお、表1.3としてボリヴィア共和国における国の鉱業関係機関の組織を参考として示した。

表 1.3 鉱業関係機関組織表



2. 結 論

2.1 調査結果

昭和55年4月にCOMIBOL総裁から書簡をもって、在ポリヴィア林屋大使を通じ、日本政府へ要請された協力内容とそのスケジュールは、

- (1) COMIBOL傘下の全鉱山の施設をすべて更新し、近代化する場合の短期及び中期プランの作成を目的とし、
- (2) 地質、採鉱、選鉱、冶金、機械・電気管理、運搬・調達等各分野からなる技術ミッションを日本から派遣して、必要なマスター・プランを作成
- (3) 所要の技術協力プロジェクトを開始する、

ことであった。当事前調査団のポリヴィアへの出発以前の段階では、ボ側の意向は上記要請内容以上には詳細は不明であった。しかし、ポリヴィア鉱山関係機関にJICAから従来派遣された専門家からの情報等に基づき、今回の事前調査においては、(1)特定の鉱山に対象を限定しその近代化プランを作成する、(2)そのための本格調査の期間は2ヶ年次とする、(3)協議が整えば、必要な「Scope of Work」等に調印する、等の対処方針によりボ側と協議することとした。

ボ側との協議の過程においてCOMIBOL担当者らはカタビ等9鉱山につき近代化プラン作成の緊急性、その際の課題、優先度等の説明がなされ、以後、当事前調査団はカタビ、ワヌニ、サンタフェ及びコルキリ4地区の鉱山の現地予察を行った(表2.1)。

諸種の協議・検討の結果、最終的に、カタビ鉱山を選定して近代化に関するモデル・プランを作成することで合意がみられ、所要の「Scope of Work」(資料1)が調印された。

このS/W等の内容については後記(2.3)する。

2.2 カタビ鉱山の選定理由

鉱山施設近代化計画に関する技術協力計画の対象としてカタビ鉱山を選定した主要な理由は次の通りである。

- (1) 当鉱山について期待される埋蔵量は、旧廃滓の再処理、周辺の漂砂鉱床の本格開発の場合をふくめ、低品位ではあるが相当量が見込まれる(3.2.3参照)。又、現採掘区域の深部等に採鉱余地を残している(3.2.4参照)。
- (2) 当鉱山の粗鉱品位の低下は重大な課題となっているが、低品位鉱の大量処理を目的としてより効果的にブロックケーピング採掘法を改善(たとえばドロポイントにトラックレ

ス・システムを採用)することにより、粗鉱品位の低下をカバーし、収益を高めうる見込がある(3.3.2参照)。

前項(1)に記した標砂鉱床の本格開発は検討に値する(3.3.2.2)。

- (3) ポリヴィアにおける錫選鉱の改善については課題が多く、今後の粗鉱品位の低下に起因する収益保持の対策に関連し、代表的鉱山である当鉱山の選鉱成績の改善は緊要のものである。このため各種の試験・調査を行った上、選鉱施設の更新・近代化プランの作成を急ぐ必要がある。
- (4) 当鉱山は錫の生産規模において COMIBOL 傘下の鉱山中もっとも大きいものの1つであるが、現在その収益は大きく赤字である(表3.4-07)。これの再建には生産部門その他の部門における個々の又、包括的課題の解決に多様な方法を採用せねばならない。しかし当鉱山をモデルとした施設近代化プランが作成される場合の諸効果は、当鉱山が現在ボ国でのシムボル的錫鉱山であることから、さわめて大きいものと考えられる。
- (5) ボ国の意向も前記(4)と、ほぼ同様であり、当鉱山の施設近代化のモデル・プランの作成を最優先のものとしている。

2.3 今後の計画

今後実施を予定する計画調査の内容等につきボ国と合意した結果はS/W(資料1)及びM/M(資料2)としてとりまとめられた。

以下2.3.1~2.3.3にS/Wの、2.3.4にM/Mの内容を要約し、さらに2.3.5に補足説明を行う。

2.3.1 本計画調査の目的・範囲

調査の目的はカタビ鉱山につき、操業現況の究明と近代化プランの作成を行うこととし(S/WⅡ)、近代化プランの項目には次がふくまれる(S/WⅢ)。

1. 既存資料にしたがって埋蔵鉱量を見直す
2. 近代化計画において考慮される項目・範囲
 - a. 採鉱計画
 - b. 採鉱法に関する研究
 - c. 選鉱方法に関する研究
 - d. 所要生産設備及び附帯設備
 - e. 施設配置
 - f. 安全・作業環境
 - g. 資材調達
 - h. 操業管理
 - i. 近代化起業工事・工程
 - j. 近代化起業費
 - k. 人員配置
 - l. 適正生産規模
 - m. 操業費
 - n. 経済評価(年度別損益計画, 年度別資金計画, 内部利益率, 感度分析)

表 2.1 予察鉱山一覽表

| 鉱山名 | Catavi (カタビ) | Huanuni (ワヌニ) | Santa Fe (サンタフェ) | Corquiri (コルキリ) |
|--------|---|---|--|--|
| 交通 | La Paz $\xrightarrow[240\text{km}]{3\text{h}}$ Oruro $\xrightarrow[50\text{km}]{1\text{h}}$ Huanuni $\xrightarrow[30\text{km}]{1\text{h}30'}$ mine | La Paz $\xrightarrow[240\text{km}]{3\text{h}}$ Oruro $\xrightarrow[50\text{km}]{1\text{h}}$ mine | La Paz $\xrightarrow[240\text{km}]{3\text{h}}$ Oruro $\xrightarrow[50\text{km}]{1\text{h}30'}$ mine | La Paz $\xrightarrow[200\text{km}]{2\text{h}30'}$ Calacollo $\xrightarrow[40\text{km}]{1\text{h}}$ mine |
| 主レベル高度 | 3,871 m | 3,951 m | 4,300 m | 4,170 m |
| 地質鉱床 | 古生代シルル〜デボン紀の堆積岩類の背斜軸部に第三紀礫状岩々体が入る。鉱床は主にこの岩体に賦存するゼノサーマル型の鉄鉱床。後生断層が岩体を切っている。珪化作用 | 背斜構造のシルル紀堆積岩類。鉱床はゼノサーマル型鉄鉱床で砂質珪岩中に賦存する。珪化作用 | 同左 珪化作用。近傍に礫状岩々体。 3鉱床に分かれる | 同左 珪化作用、後生断層 |
| 鉱石鉱物 | 錫石 | 錫石 | 錫石、閃亜鉛鉱 | 錫石、閃亜鉛鉱 |
| 随伴鉱物 | 黄鉄鉱 | 黄鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱 | 黄鉄鉱、磁鉄鉱 | 黄鉄鉱 |
| 脈石鉱物 | 石英 | 石英、粘土鉱物 | 石英、粘土鉱物 | 石英 |
| 出鉱量・品位 | 5,000 t/day 0.32% Sn | 900~1,000 t/day 0.9~1.25% Sn | 600 t/day 0.06% Sn | 1,600~1,700 t/day 0.74% Sn |
| 鉱量・品位 | 坑内 3900千t, 0.44% Sn, ざり石 22,000千t, 0.27% Sn, 標砂 297,400千t, 0.01% Sn, 尾鉱 31,900千t, 0.37% Sn | 坑内 1,135千t, 2.1% Sn, その他にざり石, 標砂鉱床 | 坑内 { Santa Fe 347千t 0.70% Sn Morococala 1,509 " 0.64 " " " Japo 2,110 " 0.73 " " " | Zn 坑内 2,928千t 7.25% Zn その他 15,859 " 4.42 " " Sn 坑内 2,367 " 1.13% Sn その他 90,620 " 0.62 " " |
| 探鉱 | 現況 | DDH, 坑道による探鉱, ブロックケーピング, オープンピットの評価 | DDH, 坑道探鉱, 上部のブロックケーピングの研究 | DDH, 坑道による下部探鉱, ブロックケーピング, オープンピットの評価 |
| | 探鉱余地 | 516~650 ML 間, 650 ML 以下, 800 ML 以下 空白部, ブロックケーピング, オープンピット, 標砂鉱床 | 下部及び側方への拡がり, まだ限界に達していない, 上部のブロックケーピング区域 | 下部探鉱, ブロックケーピング及オープンピット部分 |
| | 問題点 | 下部に向い劣化の疑い, ブロックケーピング区域の低品位化 | 堆積岩の細い層序の解明 | 下部に Zn 高品位化が期待, 上部へ酸化・粘土化 |
| 採選 | 探鉱法 | ブロックケーピング, 一部ジュリソナー | ジュリソナー, カットアンドフィル | ジュリソナー, カットアンドフィル, オープンピット |
| | 運搬(鉱石) | 坑井, トロリー+鉱車 | 立坑(スキップ), トロリー+鉱車 | トロリー+鉱車, 立坑(鉱車) |
| | 通気 | 自然通気, 局部通気(ファン) | 自然通気 | 自然通気 |
| | 排水 | 自然排水, 一部ポンプ排水 | ポンプ排水 | ポンプ排水 |
| | 人員 | 1,604名(探鉱), 4,939名(全山) | 709名(探鉱), 21,322名(全山) | 387名(探鉱), 955名(全山) |
| 選鉱 | 生産性 | 2.2 t/人/月 全山, 1980年 | 1.2 (単位等左に同じ) | 1.9 (単位等左に同じ) |
| | 問題点 | ブロックケーピングのドロポイント | 通気, 切羽での手選 | 探鉱機械不足, 排水(サンタフェ本山), 鉱石選 |
| | 現行方法 | 重液及び比重選鉱, 錫浮選 | 坑内選別(ストリッピング及び手選), 比重選鉱, 錫浮選 | 比重選鉱 |
| 備考 | 備考 | 坑内出鉱を主体とする本系統処理はシグロベインテ(プレコンセントレーション), ビクトリア再選鉱場と実質。他に旧廃洋処理のケンコー選鉱場あり。 | | サンタフェ, モロコカラ, ハボの3鉱山夫々の選鉱あり。選鉱物の粒子サイズ細く, 選鉱における選別性不良。 |
| | ポリピア調査の計画 | 増処理, シグロベインテ, ビクトリア旧廃洋の再処理, 標砂鉱床の採行, 設備の更新・近代化 | | サンタフェ, モロコカラは選鉱場統合の上, ポリピアベイション向け増産。ハボは現状形態。夫々増産の計画。 |

2.3.2 調査工程・報告書 (S/W IV)

近代化プランの調査・作成は1981, 1982の2ヶ年度の期間とし、第1年次については既存データのレビュー、所要の諸試験等を行う基礎調査とする。第2年次は、第1年次の調査結果にもとづき、総合的近代化プランを作成する。中間報告書及び最終報告書はS/W添付の表1工程表案に従ってCOMIBOLに提出される。

2.3.3 ボリビア政府及びJICAの責任分担 (S/W V, M)

ボリビア政府は地質、採鉱、選鉱等の専門家をこの調査のカウンターパートとして任命し、また、日本から派遣される調査団に対して、持込器材等携行物品、調査活動に関連しての通関の便宜、免税措置等を行うこととする。野外調査時における宿泊施設の準備、ラパス市での作業場所の確保、関連資料の提供等をボリビア政府は日本調査団に対して行う。さらにボリビア政府はこの調査について、取得された技術的資・試料の日本への送付、医療施設の提供、業務補助員の提供、COMIBOL実験・試験室の使用、野外調査用車輛の提供につき保証を与えることとする。

一方、JICA側としては調査団の派遣とその経費負担、野外調査時の食事代の負担、ボリビア側カウンターパートへの知識の技術移転とともに、JICAによって受け入れられるボリビア側カウンターパートとの日本での調査結果の共同解析の実施につき責任を分担することとなる。

2.3.4 M/M内容の要約

ボリビア側関係者とJICA事前調査団の協議によって最終的にカタビ鉱山について近代化プランの作成が行われることになった。ボリビア側はサンタフェ鉱山の近代化計画もこの計画調査の中にふくまれるよう要請したが、JICA事前調査団はこのサンタフェ鉱山の件については日本国内の関係機関に相談し、専門家派遣によってこの件の解決を図ることを試みると返答した(M/M 8, 9)。また、ボリビア側は来たるべきカタビ鉱山の計画調査に当事前調査団のメンバーがふくまれる可能性が検討されることを希望した(M/M 10)。

2.3.5 補足説明

以上2.3.1～2.3.4はS/W及びM/M内容の要約であるが、以下に若干の補足説明を行う。

- (i) カタビ鉱山はCOMIBOL傘下鉱山の代表的存在であるにもかかわらず、現在、広範・多岐にわたる課題を抱えていること、その問題解決は多様のアプローチを要することに

については既述した(2.2)。ボリヴィアの鉱山近代化に関してのボ国要請を JICA が技術協力(いわゆる開発計画調査)として行う場合には、カタビ1山に対象を集中することが妥当と考えた。当鉱山は施設規模等の点からみて、役に小規模鉱山の2または3に相当するであろう。この場合、計画調査は2段階に区分し、最初の段階で基本的調査・試験を行ってその結果を評価し、次段階の調査をすすめるような考え方をとった(S/W IV)。

- (2) COMIBOL としては事前調査団に対し、カタビ等9鉱山につき近代化プラン作成の緊要性を述べたが(M/M 1, 2)、協議結果は前記(1)であったため、ボ側はサンタフェ鉱山(鉱山群)に関しての近代化業務の実施をも既述のように希望している。サンタフェ鉱山の近代化プランの作成はボ側として、カタビ鉱山のそれにつづく、第2順位である。当事前調査団としてはこれの対処は、計画調査事業ではなく、長期専門家の増遣でカバーしようとの判断であり、その旨を先方に説明した。

M/M 8 及び9項はこの間の事情を表明したものである。

- (3) 2.3.3 に述べた両国の責任分担に関係しては、日ボ両政府間いわゆる技術協力協定(技術協力に関する日本国政府とボリヴィア共和国政府との間の協定、昭和53年5月26日 外務省告知第157号)があり、本格調査団の身分保証、活動等はこの協定に規定されることとなる。

S/W 中に記述されている諸項目の中にはこの協定の項目・内容と重複しているものがある。

2.4 事前調査団の所感・意見

2.4.1 所 感

COMIBOL を主としたボリヴィア側担当者の本案件についての意向は施設近代化プランの作成を、比較的限定された数の鉱山について、モデル・プランとしてまとめることである。

昭和55年に COMIBOL 総裁からなされた要請内容は前述2.1のように広範にわたるものであったにもかかわらず、事前調査によって今回確認しえたボ側の意向は上記であり、この点は当方がボリヴィア出発以前に意図していたところと、かなり、一致したものである。

本案件についての S/W は、したがって、順調な協議の結果、ほぼ、当方から提示した原案に近い線で締結をみている。

今回の事前調査に際しては在ラパスの日本大使館関係者、JICA ラパス駐在員及び JICA 派遣専門家(5参照)から、ボ側との協議の前後を通じて、有効な資料・情報が提供されたことも事前調査が順調にすすめられた原因の1つとなった。

2.4.2 意見

今後この計画調査が進められる場合に肝要な諸点は後記3.8に示すが、要約すると次のようである。

- (1) 選鉱施設を中心としカクビ鉱山の施設、操業の現況調査をさらに詳しく行い、施設近代化モデル・プラン作成の基礎資料を充実させる。
- (2) 選鉱成績の改善は当鉱山経営に関し最も中心的な課題であろう。これを他の技術テーマに優先せしめて検討・考察することとなろうが、各種の試験の実施が必要である(6.4.1, 3)参照)。
- (3) 施設近代化プランの立案にあたっては、選鉱成績向上、適正生産規模、人員減、採鉱系統合理化による生産コストの低減その他に広く経済的メリットを求めることが必要となろう。適正生産規模の策定には地質、採鉱、選鉱等部門間での一層の打合・検討が要求される。
- (4) 当鉱山に所属・運営されている、病院・学校の費用負担、操業合理化の場合に生ずると予想される雇用問題等については、現在当鉱山が国営企業の COMIBOL 傘下にあることを念頭におき、国民経済的視点からの検討・評価が必要になるものと考えらる。

(資料1)

SCOPE OF WORK

FOR

THE TECHNICAL COOPERATION BETWEEN CORPORACION
MINERA DE BOLIVIA AND THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

ON

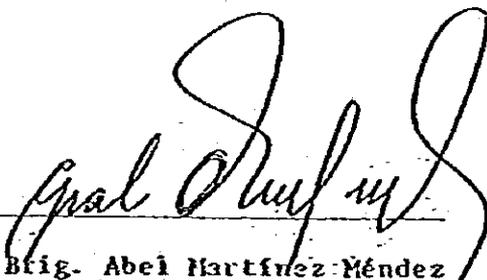
METAL MINE MODERNIZATION PLANNING IN THE
REPUBLIC OF BOLIVIA

AGREED BETWEEN

CORPORACION MINERA DE BOLIVIA

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Gral. Btig. Abel Martínez Méndez
GENERAL MANAGER,
CORPORACION MINERA DE BOLIVIA



Toshiatsu Bojo
LEADER OF PRELIMINARY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

La Paz, Bolivia 27, February, 1981

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Bolivia concerning the modernization planning of the mines in Bolivia (hereafter referred to "the planning), the Government of Japan has decided to dispatch the preliminary study team headed by Mr. Bojo to finalize the Scope of Work document for the study through the Japan International Cooperation Agency (JICA), the official agency responsible for the implementation of technical cooperation programmes of the Government of Japan.

This Scope of Work document is intended to both Governments the extent of the work to be carried out by the Study Team and their counterparts and the provision to be made by both Governments for the study.

It is intended that the Study Team will carry out the Study in close cooperation with the Government of the Republic of Bolivia through Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The main objective of the study proposed herein is to study the present status of mining operation and to make "the planning" of Empresa Minera Catavi (COMIBOL).

III. SCOPE OF THE STUDY

The content of "the planning" should be comprised following items:

1. Estimation of ore reserves based on mainly existent technical data.
2. Planning of mine modernization analyzing the present condition of mine and considering its problem on following items.
 - a. Prospecting plan and schedule.
 - b. Study of mining method.
 - c. Study of milling method.
 - d. Production facilities and auxiliary facilities.
 - e. Layout of facilities.
 - f. Mine safety and working situation.
 - g. Materials supply.
 - h. Operation control.
 - i. Construction work and its schedule for the modernization.
 - j. Estimation of the capital cost on the construction work.
 - k. Manpower requirement.

- l. Production schedule.
- m. Estimation of operating cost.
- n. Economic projections.
 - i) Annual profit and loss.
 - ii) Annual cash flow.
 - iii) Internal rate of return.
 - iv) Sensitivity analysis.

IV. SCHEDULE AND REPORT

1. Schedule

"The planning" will be carried out in 1981 and 1982. Details is shown in attached Table - 1.

- a. The purpose of the first year study is to review the existing data, to investigate the basic study and to carry out necessary tests.
- b. The second year study is to make a comprehensive modernization planning under mutual discussion based on the result of the first year study.

2. REPORT

The Study Team will submit following reports to COMBOL in the English text.

- a. Progressive report: The report will submitted in March 1982 with 30 copies for discussion between the persons concerned.
- b. Final report: The report will be submitted by February,

V. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF BOLIVIA

The Government of Bolivia will:

1. Assign the necessary number of experts to participate in "the planning" for the counterpart.

| Expert | Number |
|---------------------|--------|
| Geologist | 1 |
| Mining engineer | 1 |
| Dressing engineer | 1 |
| Electric engineer | 1 |
| Mechanical engineer | 1 |
| Civil engineer | 1 |
| Economist | 1 |

2. Provide the following conveniences to the study team.
 - a. Exemption from customs duty, taxes and any charges to be imposed on equipments and materials imported to Bolivia and their rapid customs clearance.
 - b. Exemption from customs duty on personal effects and consumption goods of the Japanese members.
 - c. Exemption from any taxes on studying activities of Japanese mission.
 - d. Assurance of personal security.
 - e. Consent free access and land use required for the study.

- f. Suitable accomodation with meal for field study period.
- g. Office space with necessary facilities in La Paz City.
- h. Offer of all sorts of data for executing "the planning" and cooperation for obtaining information on mine operation.
- i. Free transfer of technical data and rock spacimens collected by the team to Japan for the purpose of analysis and test.
- j. Advise for medical treatment.
- k. Necessary assitants for investigation and study.
- l. Use of COMIBOL's laboratory.
- m. Offer of vehicles with drivers for field study.

VI. UNDERTAKING OF JICA

The JICA will:

- 1. Dispatch the Study Team and provide its expenses.
- 2. Bear the cost of the meals for field study period.
- 3. Transfer knowledge gained during the study in Bolivia. to the assigned Bolivian counterparts.
- 4. Carry out joint analyses on the result of the study in Japan with Bolivian counterparts who are accepted by JICA.

[資料 2]

Minute of Meetings on Technical Cooperation between
the Corporación Minera de Bolivia and Japanese In-
ternational Cooperation Agency "JICA" for the Elabo-
ration of a Modernization Plan of its Mining Enterpri-
ses in the Republic of Bolivia

Introduction

The Government of Japan, at the request of the Government of Bolivia, sent a Mission for Preliminary Studies, for a period of a month from February 3 to March 4, 1981, with the purpose of designing a Plan of Modernization of Mining Installations in some mines affiliated with COMIBOL.

With this antecedent, meetings and posterior visits to the mines from February 10th to 26th, were carried out. In the meetings among the Ministry of Mining, COMIBOL, and JICA's Mission for Preliminary Studies, opinions were exchanged concerning aspects of COMIBOL's requisition.

As a result of these meetings, the following points were taken into consideration:

1. COMIBOL stated the main problems that its different mining enterprises are facing at the present time and expressed its requirement for the JICA's Mission for Preliminary studies with a view to resolving these problems.
2. Besides, COMIBOL ratified the urgency of elaborating a modernization plan in its mines, in accordance to the following order of priorities: Catavi, Santa Fé, Siete Suyos, Animas, Gran Chocaya, Colquiri, Huanuni y Caracoles, Viloco.

3. On the other hand, JICA explained to the representatives of the Ministry of Mining and COMIBOL, the extent of the technical cooperation as well as its character and content. The Bolivian party expressed its conformity.

4. Based on a scope elaborated by the parties, observation tours were made from February 12th to 21st, to the following mining enterprises:

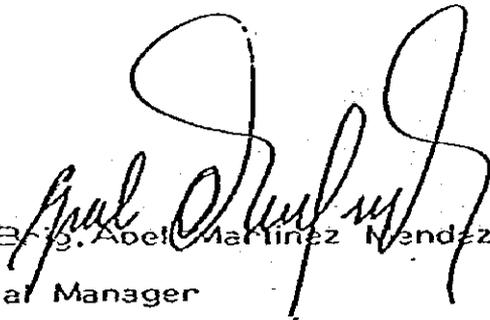
- Empresa Minera Catavi
- Empresa Minera Huanuni
- Empresa Minera Santa Fe
- Empresa Minera Colquiri

Meetings were held in each one of the above enterprises with the technical staff to exchange opinions with respect to the plan; likewise, the mission visited the Instituto de Investigaciones Minero Metalúrgicas in Oruro and the Vinto Foundry.

5. Finally, as a result of the visits and the exchange of viewpoints of the both, the bolivian and japanese parties agreed that the study team which would be sent by JICA to Bolivia, would study and analyze the present situation of Empresa minera Catavi, and at the same time would carry out the analisis of the data to be collected here in Japan.

6. The five points stated above have been included in the Scope of Work subscribed by the both parties on February 27, 1981.

7. The reasons for the selection of Empresa Minera Catavi as the Priority project are:
 - a) The problems it is facing are various and complex and Bolivia puts the highest priority to solve them and to take it for a model of modernization for bolivian mining.
 - b) The Mission for Preliminary Studies of JICA in response to the bolivian requisition and the reasons exposed in a) above, accepted the bolivian proposal.
 - c) The bolivian party expressed its desire for the Mission for Preliminary Studies of JICA to display a maximum effort to solve the technical and administrative problems of Empresa Minera Catavi.
8. The Bolivian party requested the inclusion of Empresa Minera Santa Fe in the Study of modernization under the technical cooperation program of JICA.
9. The preliminary studies mission of JICA, answered that they would proceed to the consultation with the organizations concerned in Japan, and would try to intercede to get effective colaboration in sending experts for this project.
10. Finally, Bolivia expressed its desire for JICA to consider the possibility to include the members of the Mission for Preliminary Studies in the Mission which would be sent to study the situation of Empresa Minera Catavi.



Gral. Brig. Abel Martínez Mendez
General Manager
Corporación Minera de Bolivia
(COMIBOL)



Toshiatsu Bojo
Chief of the Mission
for Preliminary Studies
(JICA)

3. 鉱山各論

3.1 カタビ鉱山の概要

カタビ鉱山は、行政区上、ボリビア国ポトシ県プスティージョス郡に属し、西経 $66^{\circ}27'40''$ 、南緯 $18^{\circ}23'01''$ に位置している。首都ラパスからは1級国道が南東下し、オルロ市を経て道程約290km、ジープにて約5時間30分で山元に至る。

附近の気候は、12月～4月の雨季（夏期）と5月～11月の乾季（冬期）に分かれ、夏期の最高気温は 20°C 、冬期の最低気温は -5°C に達する。雨量は年間800mm程度で、雨季に集中している。植生はユーカリを主とする人工林を除いては、一般に草地又は荒地となっている。

地形は、海拔約4,000m前後の山岳地形で、鉱床は標高約4,500mのCerro Juan del Valleに集中している。一方、鉱山施設住宅群等はその北麓に広がる海拔3,860mの扇状地（Siglo XX地区）、及びその2km北東方の海拔3,730mの平野部（Catavi地区）に建設されている。

本鉱床の発見及び最初の鉱業権設定は、1872年に溯る。しかしながら、本格的開発は1894年のボリビア国3大鉱山財閥の1つ、パティーニョ一族の登場を待たなければならない。彼らは周辺鉱区を次々と統合し、本格的開発に着手していったが、当初は露頭からの掘下がりが主体であった。その後、採掘現場の深化に伴い1924年に至り、 -650ML ^{注①}（海拔3,871m）に主要運搬坑道を開さくして、坑内採掘に移行し、当時の世界的近代化大鉱山として操業を継続していった。

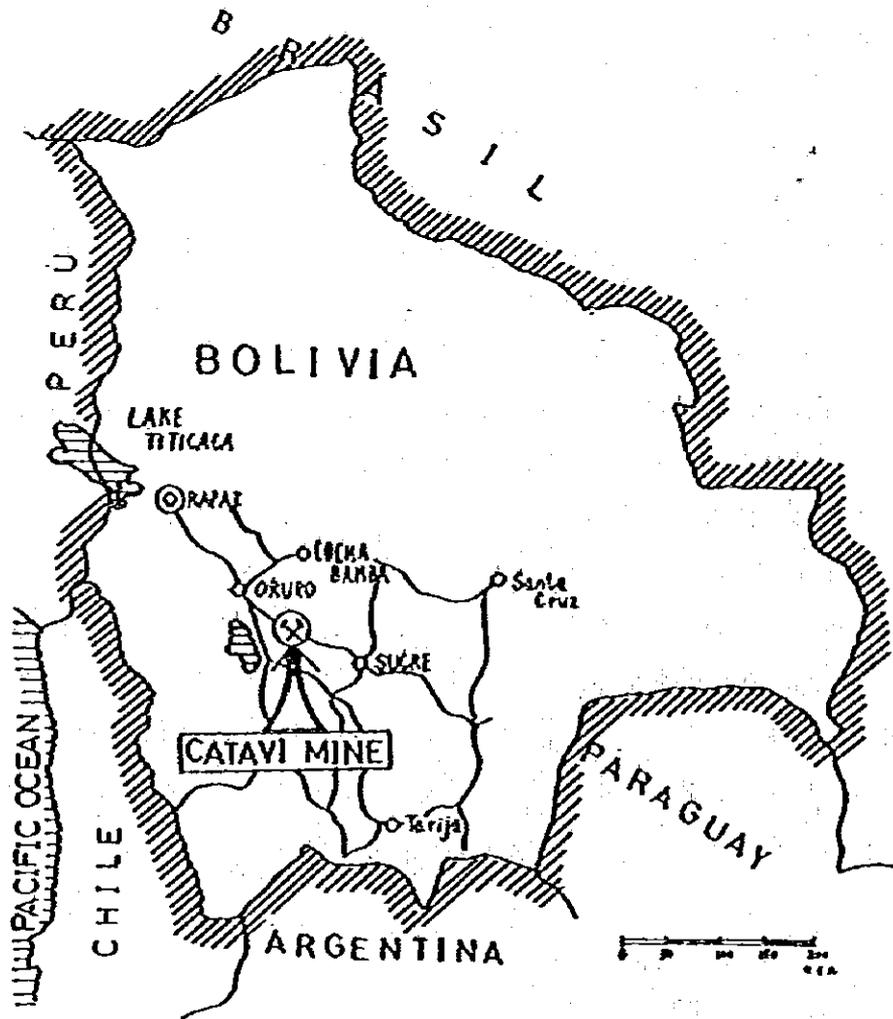
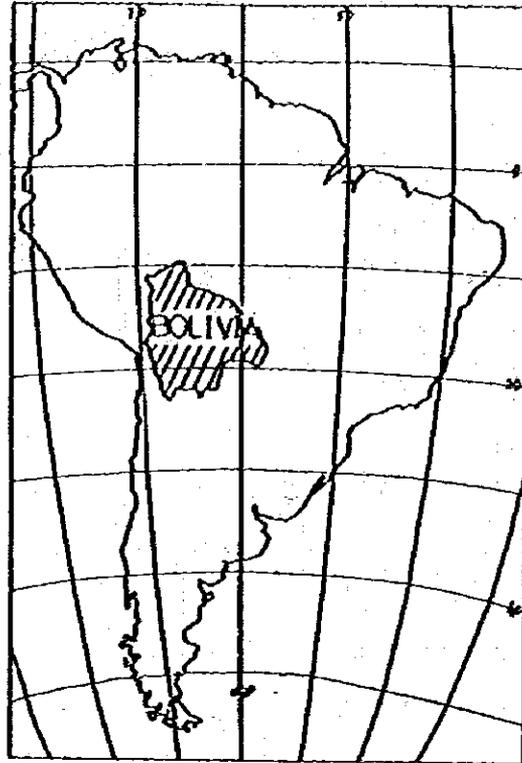
1953年には、時の政府により国有化されCOMIBOLの所有となり、現在に至っている。現在の操業規模は日産粗鉱量5,000t、出鉱品位0.3% Snで、在籍人員約5,000と、当国のみならず世界有数の坑内採掘の錫鉱山の1つとして、位置付けられている。開山以来の産出金属量は50万t以上といわれている。

しかしながら、長年の操業の結果、出鉱品位は低下の一途を辿り、開山当時の12～15% Snより、1920年代の9% Snを経て、1960年代には0.8% Sn程度まで低下し、さらに現在では0.3% Sn台となってきており、この品位低下にいかに対処して行くか、又、既鉱山設備の老朽化をどのように考えていくか、当鉱山として極めて重要な問題に直面しつつあるのが現状である。

注① 以下単位650MLとする。

図 3.1-01

カタビ鉱山位置図



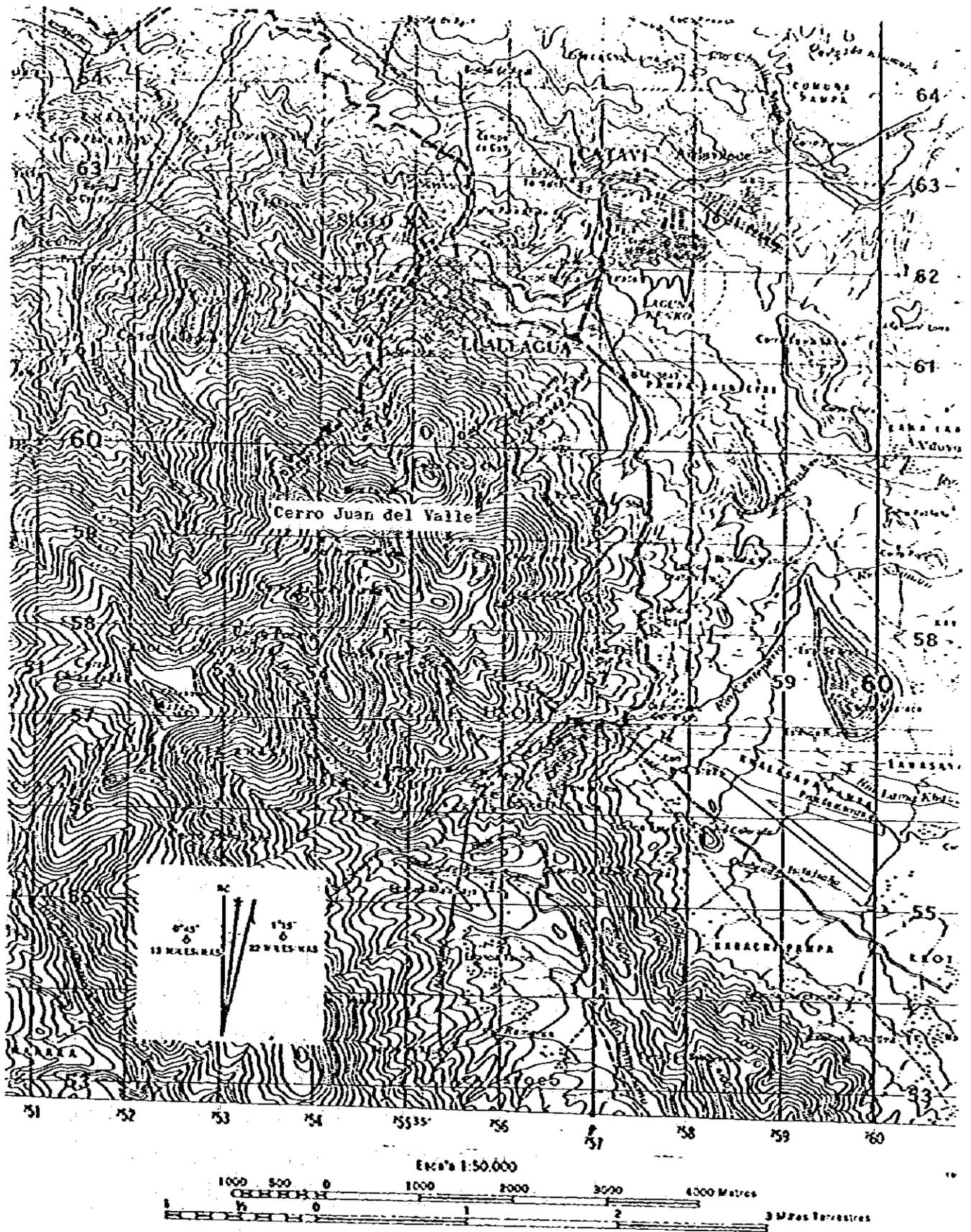


図 3.1-02 カタピ山附近地形図

3.2 地質鉱床と探査

3.2.1 地質概要

本鉱山地域の地質は、古生代の堆積岩類とそれに貫入した第三紀火成岩、及びそれらを覆う新第三紀火山岩類、第四紀層より成る。

古生界は、シルル紀～デボン紀の海成泥・砂岩層で、本地域では3層に区分され互いに整合関係にある。火成岩は、平面的にはNW-SE方向の長円形(1,800m～1,500m)で、立体的には上に開いたロート状の岩株で、下部に向って小規模化しているが、1,000m以深までの連続が推定されている。岩質は酸性の斑状岩で、中心部程酸性となっており、一部角礫化している。全般的に強弱の程度はあるが、プロピライト化、絹雲母化、電気石化、珪化等の熱水変質作用を蒙っている。火山岩類は、本鉱山の北方に広く分布しており、岩質は流紋岩質の熔岩、凝灰岩である。第四紀層は、本鉱山々麓に広がる扇状地性の河川堆積物で、砂礫を主としている。

地質構造は、パリスカン、アルプスの再造山運動の結果形成されたボリヴィアの主要地質構造方向であるNW-SE系の軸を有する大きな褶曲構造を示している。本地域では、古生代堆積岩類がN25°W、60°SWの軸面を有する過褶曲背斜構造を成し、その軸面附近に第三紀斑状岩が略調和的に貫入している。断層活動としては、斑状岩の貫入後にNW-SE系を主に、ENE-WSW系及びWNW-ESE系の活動が知られているがいずれも鉱化帯附近では、変位は大きくないと考えられている。

又、斑状岩体の絶対年代が、K/Ar法により 9.4×10^6 y.と測定されており、これは中新世後期に相当する。

3.2.2 鉱床概要

本鉱床は、前述の斑状岩々株と密接な関係があり、主に同岩株内に胚胎するゼノサーマル型(浅所高温型)鉱脈鉱床で主要稼行対象鉱種は錫である。鉱脈胚胎の場となった裂罅系は、背斜軸に沿って活動したマグマの上昇による張力とこれに斜交する広域的な応力によるものと推定され、その形成時期は、アンデス造山運動末期で、それに引続いて鉱化作用が行われたものと考えられている。鉱脈の構造はN50°～60°Eで、南又は北へ60°～80°の急傾斜を示すものが一般で、これまでに主要鉱脈50条、及び1,000条以上の分枝脈、細脈が確認されている。主要鉱脈は、その幅0.6～1.2mで、最大5mに達することもあり、多数の細かい分枝脈や平行脈を伴うのが普通であり、その走向延長は、最大600m、垂直的には800m以上連続するものと推定されている。

鉱石鉱物は、錫石が主で少量の黄鉄鉱を伴う。脈石鉱物は、石英である。その他に、副成分として、フロンケアイト、鉄閃亜鉛鉱、碲鉄鉄鉱、白鉄鉱、黄銅鉱、鉄マンガン重石、

方鉛鉱、赤鉄鉱、菱鉄鉱、輝蒼鉛鉱、明礬石、等が知られている。これら鉱物は鉱脈として胚胎し、母岩中の鉱染として産することは殆んどない。

鉱脈の晶出は、母岩側より黄鉄鉱—石英—錫石で、錫石帯を中心に対称を成す。黄鉄鉱は、欠く場合もある。

鉱脈の形成は、従来の研究では次のように考えられている。

1. 石英—錫石—輝蒼鉛鉱—フランクタイトの晶出。
2. 磁鉄鉱によるフランクタイトの交代。
3. 鉄マンガン重石、磁鉄鉱、白鉄鉱等による磁鉄鉱の交代。
4. 閃亜鉛鉱、黄銅鉱の沈積。
5. 天水等の影響による二次的酸化作用。

鉱化作用と変質作用との関係は、変質作用が鉱化作用に直接的に伴ったものであるか否かは必ずしも明確ではないが、本鉱床では、高品位部と強化作用及び電気石化作用が関連するものと考えられているが系統的な研究はされていない。

鉱床胚胎範囲は、主に前述の岩株内で、特に、その北西—南—南東部の長径1,200m×短径800mに分布している。鉱脈の規模は、最大走向延長は約600m、傾斜延長800m以上であり、走向延長：傾斜延長は、0.75：1となるが、堆積岩中に胚胎する鉱脈はその比が1.2：1と深部への延長より走向延長の方が大きい傾向のようである。鉱脈は山頂近くの0MLから650MLの間が主なる開発対象となっていて、鉱脈中心部は、400ML附近を中心に250MLから500MLの間で、それより上下、及び走向延長両端に向い品位が劣下する傾向にあるようである。

鉱石の出鉱品位は、鉱脈の単独採掘を行っていた往時は10% Snにも達していたが、現在は、細脈群をまとめて採掘するブロックレーピングによる出鉱比率が大きく、0.3% Sn台となっている。

又、カタビ鉱床の南東3kmには、亜鉛、ビスマス、銀等を産する小鉱山が分布しており、それとカタビ鉱床自身の鉱物組成を考慮すると、中心部より外方へ、錫—亜鉛—鉛・銀という広域的な帯状分布の存在が推定される。

その他に、鉱床を胚胎する Cerro Juan del Valle の南北両山麓扇状地には、それぞれ1カ所の沖積砂型錫鉱床が分布している。いずれも、鉱化露頭が風化破碎されて、川水によって運ばれ、淘汰されたもので、低品位ながら、莫大な鉱量が計上されている。南山麓の鉱床はセンテナリオと呼ばれ、層厚60～70mの砂礫層中に3層に分かれて胚胎しており、基盤岩直上部に高品位層が知られている。鉱床範囲は、約1km×1.2kmである。地表から比較的浅い第1層が請負方式により、小規模に開発されている。一方、北麓のカルメン鉱床は急傾斜の河床上の砂礫層中に胚胎し、やや高品位であるため、同じく請負方

式だが、やや規模を大きく採掘されている。^{注(2)}

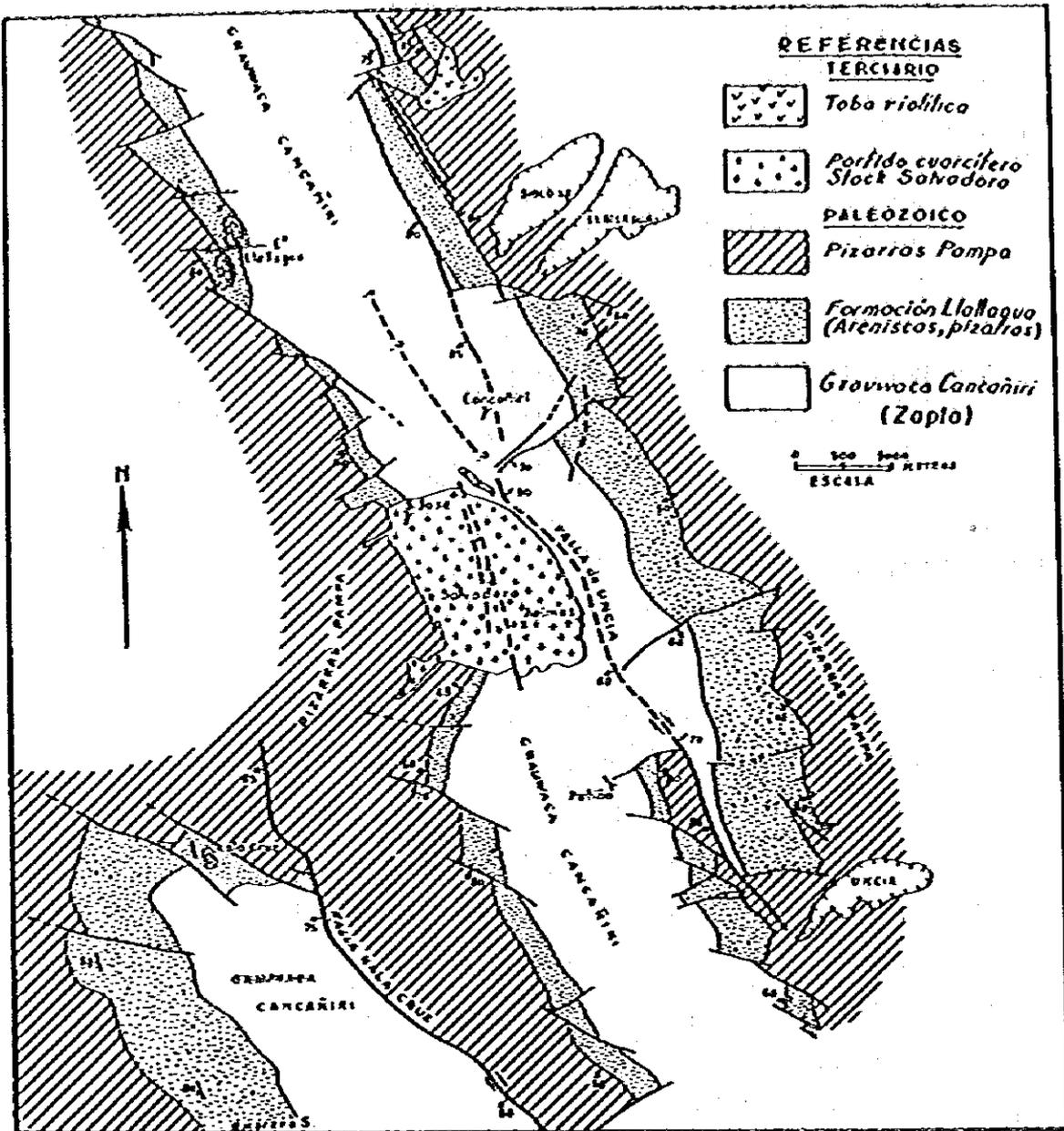


図 3.2-01 カタビ鉾山附近地質図

注(2) 鉱床概要については図3.2-01, 0.2のほか図7.3-01を参照。

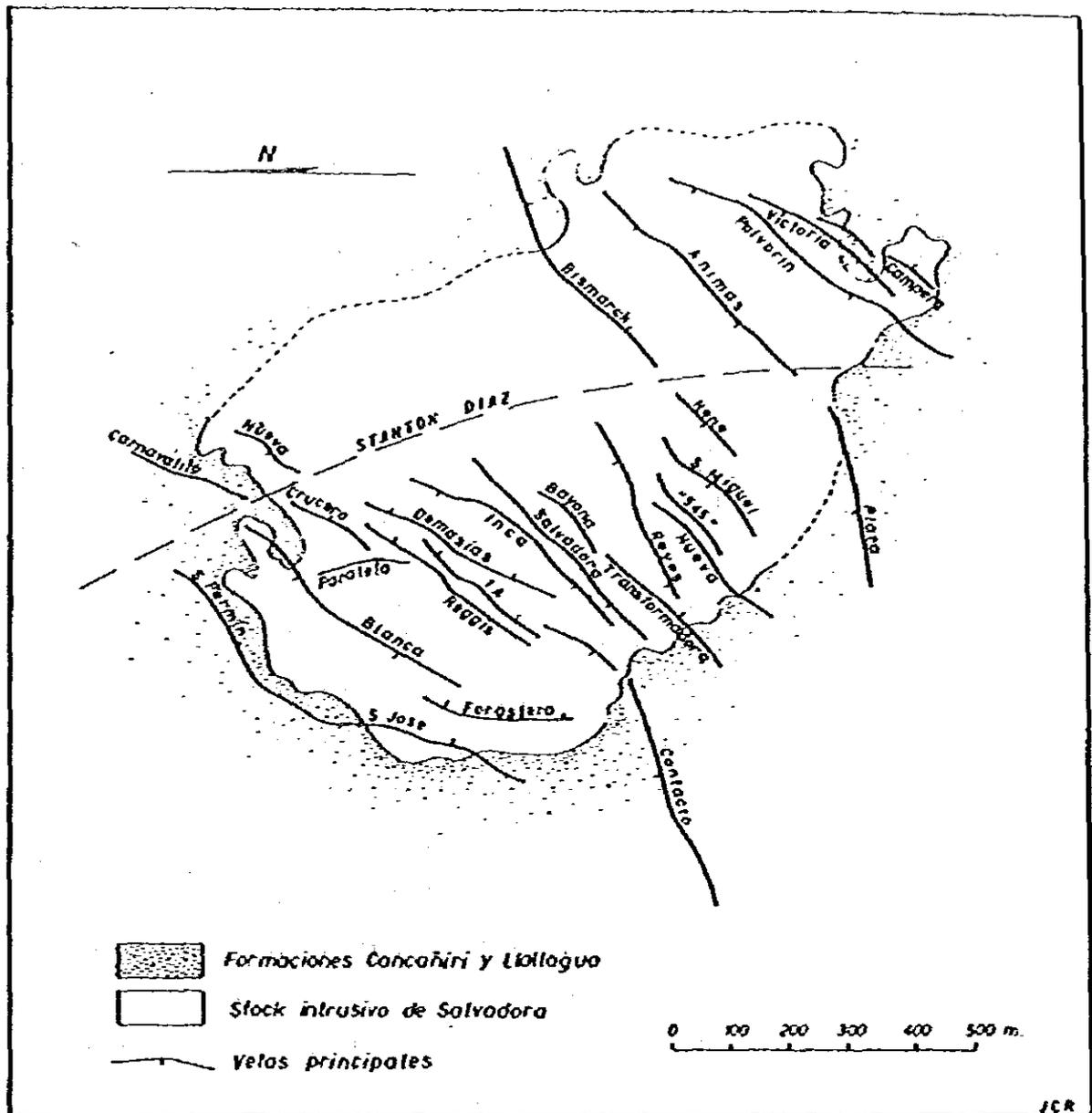


図 3.2-02 カタビ鉱山鉱脈分布図(-41/mL)

3.2.3 鉱量計算

本鉱山の鉱量計算は、COMIBOLの鉱量計算基準に、本鉱山の特殊性を加味した方法で行われ、毎年々末現在の鉱量を計上している。従って、1980年12月末現在について述べると次の通り。

a) カットオフ品位の計算：前年の金属価格（7.06 SUS/Lb.）、粗鉱1当りの全コスト（35.57 SUS/t）、及び含有金属量の総合回収率（37%）を基に当該年のカットオフ品位を計算する。1980年はカット内示したデータより、平均0.61% Snと計算されている。これは鉱種別により、さらに細分されている。

b) 鉱石比重：低品位鉱石の場合、0% Snを比重2.7とし、品位が0.1% Sn上昇する毎に、比重が0.01増加する。例えば0.50% Snの鉱石は比重2.75で計算する。但し、田ざり充填（後述）は1.6と一定である。

c) 補正係数：次の係数を考慮する。

- サンプリング誤差； 分析品位の-10%。
- 分析誤差； 分析品位の-10%。
- ずり混入率； 出鉱粗鉱量の15%。
- 含水率； 粗・精鉱量の-5%。

d) 鉱量区分：鉱脈鉱床は次の規準により細分される。

- Positivos； 2又は3側面以上で囲まれた鉱面。
- Probables； 1側面のみにて確認された鉱面。
- Posibles； Probables 鉱面に連続する部分の鉱面。
- Prospectivos； 少数の試錐や地質状況等により、鉱床の賦存や連続の予想される鉱面。

さらに、これら鉱面を既存坑道との位置関係により、Class A～Dに分類する。

- Class A； 既坑道上部の鉱面。
- Class A₁； Class Aのうち、開発中の鉱面。
- Class A₂； Class Aのうち、開発待期中の鉱面。
- Class B； 既坑道下部の鉱面で、その下部に更に坑道の存在するもの。
- Class C； 既坑道下部の鉱面で、その下部に坑道のないもの。
- Class D； 開発中鉱面のうち、残柱部分。

1つの鉱面は、水平に30～40m、垂直に15～20m、坑道の垂直間隔は30mが一般的である。

脈幅の最小単位は80cmで、脈がこれに満たない場合は、脈とずり石部分を合計して最小幅の80cmとするが、その場合、品位は、それぞれの加重平均とする。

鉛脈の品位は、坑道天井のサンプリングによる。その方法は、幅10cm、深さ2.5cmのチャンネルサンプリングで、試料は、上・下盤ずり部分、鉛脈部分の3試料を採取し、山元分析所にて錫品位主体に定量分析を行う。チャンネルは2m間隔である。

鉛石品位0.70% Snを境として、高品位鉛と低品位鉛に区分されている。

e) ブロックケーピング：主要鉛脈の枯渇化に伴い、これまで低品位で採掘対象とされなかった分岐脈、細脈をまとめて低品位大量処理の方針でブロックケーピング法を1948年より採用している。現在は出鉛量の約70%がこれによっている。7ブロックが、採掘中である。

ブロックの品位は、鉛脈方向に直交する既存坑道の側壁サンプルの分析による。サンプリングは、踏前より1mの高さに、幅10cm、深さ2.5cmの連続サンプリングで、区間1mを1試料として分析している。

f) 田ずり充填 (Tequeos)：これまでの採掘跡は、ずり充填されてきたが、往時の高品位鉛採掘時代のずりは0.50% Sn前後の品位を有しており、これも鉛量として計上されている。

g) 貯鉛 (Existencias)：坑内採掘後の運搬途中の鉛石、及び選鉛前の貯鉛を計上している。

h) 廃石 (Desmontes)：比重選鉛廃石で、現在の廃石品位は0.16% Snであるが、1977年までの廃石は品位も高く、鉛量に計上されている。

i) 標砂鉛床 (Veneros)：カルメン及びセンテナリオの両鉛床が知られている。カルメン鉛床は1969年に計算されている。センテナリオ鉛床は、100m×200mグリッドを基本に、151本のパーカッション試錐を実施して1980年に評価している。試錐深度は、52～352 feet、平均200 feetである。

j) 尾鉛 (Relaves)：選鉛尾鉛も低品位ながら、鉛量に計上されている。

以上の鉛量を、坑道展開の関係より、採掘可能なものと不可能のものに区分し、1980年12月末現在の鉛量集計を表7.2-01に示す。

3.2.4 探査活動

本鉛山の探査部門は、鉛山長に直属し、次のような陣容である。

a) 人員

- 地質技師 3名
- 測量技師 2名
- 製図工 2名
- 試験員 20名

- 分析試料採取員 30名
- 秘書 1名

b) 機材

- 試錐機 8台
- 1) Longyear L-44, L-34 各1台
- 2) Suliban H-15 2台
- 3) Craelius Diamac 250 4台

分析は、山元分析所に依頼している。

探査方針は、既知鉱床の延長確認と新鉱床発見とに大別される。前者には、鉱床の深部探鉱、レベルでの水平探鉱、ブロックケーピング及びオープンピット対象鉱床の評価が含まれる。一方後者には、岩株内の未探査地域及び従来の地質的所見に基づく新衛星鉱床の探査が考えられる。

1981年の探鉱は、既知鉱床延長の確認のため、試錐及び坑道が次のように計画されている。

a) 試錐

- | | | |
|-----------------|----|-----------|
| 1) レベルでの水平探鉱 | 5本 | 計1,800 m |
| 2) ブロックケーピングの評価 | | 計2,100 m |
| 3) オープンピットの評価 | | 計2,100 m |
| | | 合計6,000 m |

b) 坑道

- | | |
|--------|-----------|
| 1) 樋押し | 1,986 m |
| 2) 立入れ | 360 m |
| | 合計2,346 m |

探鉱コストは、1979年実績では次の通りである。

- | | |
|----------|---------------|
| a) 地表試錐 | \$ U.S. 42/m |
| b) 坑内試錐 | \$ U.S. 69/m |
| c) 樋押し坑道 | \$ U.S. 94/m |
| d) 立入れ坑道 | \$ U.S. 113/m |

ブロックケーピング及びオープンピットの評価には、特別プロジェクトチームを設けている。このブロックケーピングの評価は、現在探掘中の7ブロックとは別に、セントラル及びパララという2つの大きなブロックケーピングを計画しているもので本年4月に評価終了予定であり、表7.2-01の鉱量集計表には計上されていない。

このブロックケーピングの概要を次に示す。

表3.2-01 評価中の大ブロックケーピング

| ブロック名 | セントラル | バラレラ |
|----------|-----------|-----------|
| 上限レベル | 215 ML | 295 ML |
| 下限レベル | 551 ML | 481 ML |
| レベル差 | 336 m | 186 m |
| 最大長辺 | 400 m | 360 m |
| 最大短辺 | 200 m | 164 m |
| 評価対象レベル数 | 11 レベル | 7 レベル |
| 鉱量 | 38,222 千t | 16,785 千t |
| 品位 | 0.23 % Sn | 0.25 % Sn |

品位の確認は、既存の立入坑道の側壁サンプリング（分析は1 m毎）と、水平試錐（1.5 m毎のコア分析）によっており、原則として立入坑道及び試錐のレベル面での間隔は20 mである。ブロックは縦・横20 m、高さ上・下のレベル中間までの小鉱區に分割されて、品位の割り付けを行っており、これにはコンピューターを使用している。

一方、オープンピットの評価は、地表試錐及び、旧グローリーホール側の側壁のチャンネルサンプリングを実施しているが、プレ評価の段階である。

3.2.5 今後の問題点

現在、本鉱山が抱えている問題は、鉱山全般に及び、かつ重大なものであるが、採査関係については、次のように考えられる。

即ち、開発対象となっている650 mLより上部で、高品位主要鉱脈が枯渇化し、開発が分枝脈、細脈を対象としたブロックケーピング主体となっているため、出鉱品位が低下し現在では0.3 % Sn 台と、採算性に重大な影響を与えている。従って、採査上の問題として、これら低品位鉱の評価を含め本鉱床の鉱量のチェックを行い今後の適正出鉱計画の策定に供するとともに、本鉱床の採鉱余地を検討し、さらにその最適採鉱計画並びに作業工程を立案することが必要であろう。

1980年12月末現在の鉱量（坑内）の品位は0.44 % Sn と計算されているが、実際の出鉱品位は0.32 % Sn と差が大きく、鉱量チェックには、ずり混入率の問題、試料採取分析誤差の問題、試料採取密度の問題等考慮すべきであろう。さらに、現在進行中のブロックケーピング（セントラル及びバラレラ）とオープンピットの評価についても、同様の問題が考えられるので、充分検討の必要がある。

本鉱床の探鉱余地としては、既知鉱脈の下部及び側方延長の探鉱、斑状岩々体の未探鉱部分、即ち岩体北東部の探鉱、岩体周辺の堆積岩中に鉱床胚胎可能性の検討、さらに、地質学的所見に基づく新鉱床発見の可能性の検討が考えられる。

下部探鉱は、650MLを境として2つに区分できる。本鉱床の主要鉱脈の開発は、516MLまでが主で、650ML以下まで開発されているのは鉱床の北西端に位置するSan José脈のみであり、516MLと650MLの間の探鉱は充分ではない。しかしながら、650MLで一部確認されている鉱脈は、脈幅、品位共に上部レベルより劣化する傾向にある。650ML以下の探鉱は、650MLより1本の下向傾斜試錐が実施されたのみであるが、800MLでSan José脈の下部延長と推定される優勢な鉱脈に達している。

鉱脈の側方延長は、掘削坑道を中心として鋭意探鉱中である。

本鉱床を胚胎する斑状岩々体の北東部分は従来、鉱脈の胚胎は知られていないが、同岩体中央部を後生断層が切っているところから今後の主要探鉱地区として考えられ、1981年中に、650MLより、本地域へ水平試錐が実施される予定となっている。

斑状岩々体周辺には、岩体内より連続する数本の優勢な鉱脈が知られているが、堆積岩地域の探鉱はこれまで充分ではなかった。しかし、最近の鉱床学的知見では、斑状岩と堆積岩類との接触部附近に、鉱床胚胎に適する場の可能性が検討されており、斑状岩々体の周辺の探鉱が考えられている。

一方、新鉱床探査の可能性については、広域地質、本鉱床の性状の解明を基に検討すべきと考えられる。しかしながら、これら作業は、鉱物組成の変化、微量成分の変化による鉱脈の連続性の予測、鉱化作用と変質作用との関連性の解明等、未だ不十分といえる。現在、800ML以下に斑状岩の張り出しとその中に鉱床胚胎の可能性を堆積岩に対する珪化作用の程度より検討されている。

又、低品位ながら大規模な鉱量を有する標砂鉱床の開発可能性の評価・検討は、現在稼行中の鉱床とは別タイプのものであり、これは、新起業につながるプロジェクトで、本タイプ鉱床の開発は、本鉱山のみならずボリビア国にとって、今後の錫鉱業の趨勢を左右する可能性を有しており、充分検討の余地がある。

さらに、鉱量として計上されている選鉱濃度の評価は、本鉱山の将来の動向に大きく影響する分野であり、今後の重要性が増すものと考えられる。

地質関係参考資料

- 1) Ahlfeld F. y Schneider-Scherbina A. (1964):
"Los Yacimientos Minerales y Hidrocarburos de Bolivia", Departamento Nacional de Geología, Boletín No. 5 (Especial).
- 2) Bateman A.M. (1950):
"Economic Mineral Deposit", John Wiley & Sons, Inc.
- 3) Empresa Minera Catavi (1981):
Datos Suministrados a Misión JICA para el Estudio de Modernización Operaciones en la Empresa Minera Catavi, 1981.
- 4) ラテン・アメリカ協会(1978) :
ラテン・アメリカ事典, 1979年版

3.3 採 鉱

カタビ (CATAVI) 鉱山の歴史は 400 年とも又それ以上ともいわれている。3.1 カタビ鉱山の概要に記載されているように、1872年に鉱業権が正式に設定され1894年よりパティニョ (Patiño) により本格的に開発され今日に至る。1953年法令によりコミボール (COMIBOL 鉱山公社) が成立し当鉱山が国有化されるまでは、鉱山財閥のパティニョの主力鉱山であった。

生産については1929年に過去最高の21,236.41/y (Sn 金属量) を生産した。その後一時的に生産は低下したが1940年代には平均13,000 t/y に回復した。しかし1950年代以後は生産は下降線をたどり1980年には買鉱等を加えた総生産量は3,950 t/y となっている。年々の生産量の低下は高品位の鉱脈がほぼ終掘し低品位のブロックケーピング採鉱に採鉱の主力が移行したためである。ここ数年急激に生産量が低下しているのはブロックケーピング採鉱の品位が下降状態にあり、又クーデター等による政情不安に起因する操業率の低下によるものと推察される。

当鉱山にとって高品位鉱脈の下部採鉱は命題となっているが、当鉱山の現状からして当鉱山の近代化には当面、低品位、大量生産しか道はない。しかし現状の坑内構造、設備、ブロックケーピング採鉱が抱えているドロポイント (切羽からの鉱石の抜き出し口) での大塊処理等の問題点から、すぐ大幅に増産できない。従って坑内構造まで含めた技術的対策が必要である。又当鉱山の周辺にはセンチナリオ (EL CENTENARIO), カルメン (EL CARMEN) の2つの錫の標砂鉱床が存在する。この標砂鉱床が発見されるかどうかは当鉱山の近代化に大きな影響を与えることになる。

当鉱山の近代化計画中、採鉱部門は、ブロックケーピング採鉱計画、標砂鉱床の採鉱計画が中心となる。

表3.3-01 生産量の推移

| 年間生産量 | | | | | |
|-------|----------------------|----------------|------|----------------------|----------------------|
| 年 | 直糖生産量 | 総生産量 | 年 | 直糖生産量 | 総生産量 |
| 1925 | 7,684.8 ¹ | — ¹ | 1959 | 5,181.6 ¹ | 5,277.6 ¹ |
| 1929 | 21,236.4 | — | 1960 | 4,602.0 | 4,741.2 |
| 1931 | 14,598.0 | — | 1961 | 4,077.6 | 4,262.4 |
| 1933 | 4,339.2 | 4,448.4 | 1962 | 3,608.4 | 4,141.2 |
| 1935 | 8,430.0 | 8,470.8 | 1963 | 2,810.4 | 3,555.6 |
| 1937 | 5,283.6 | 5,287.2 | 1964 | 2,991.6 | 4,357.2 |
| 1939 | 7,122.0 | 7,160.4 | 1965 | 3,092.4 | 4,368.0 |
| 1940 | 13,063.2 | 13,220.4 | 1966 | 4,048.8 | 5,371.2 |
| 1941 | 15,756.0 | 15,963.6 | 1967 | 4,483.2 | 5,953.2 |
| 1942 | 13,460.4 | 13,707.6 | 1968 | 5,043.6 | 6,132.0 |
| 1943 | 14,796.0 | 15,282.0 | 1969 | 5,436.0 | 6,411.6 |
| 1944 | 14,976.0 | 15,337.2 | 1970 | 5,391.6 | 6,102.0 |
| 1945 | 13,402.8 | 13,666.8 | 1971 | 5,785.2 | 6,423.6 |
| 1946 | 12,414.0 | 12,681.6 | 1972 | 5,140.8 | 5,824.8 |
| 1947 | 10,674.0 | 10,782.0 | 1973 | 5,157.2 | 5,929.3 |
| 1948 | 12,259.2 | 12,296.4 | 1974 | 3,868.4 | 5,644.0 |
| 1949 | 9,312.0 | 9,357.6 | 1975 | 3,968.1 | 6,105.1 |
| 1950 | 9,351.6 | 9,472.8 | 1976 | 3,542.4 | 5,417.8 |
| 1951 | 10,618.8 | 10,720.8 | 1977 | 4,185.8 | 5,801.7 |
| 1952 | 10,474.8 | 10,549.2 | 1978 | 2,959.4 | 4,389.7 |
| 1953 | 9,031.2 | 9,130.8 | 1979 | 2,524.6 | 3,933.9 |
| 1954 | 8,384.4 | 8,458.8 | 1980 | 2,288.1 | 3,949.7 |
| 1955 | 7,485.6 | 7,498.8 | | | |
| 1956 | 8,379.6 | 8,404.8 | | | |
| 1957 | 7,696.8 | 7,742.4 | | | |
| 1958 | 6,708.0 | 6,810.0 | | | |

総生産量 : 直糖生産量 + 買戻

3.3.1 採鉱の現状

3.3.1.1 坑内構造

当鉱山には最下位の 650 ML (レベル)には主要運搬坑道であるシグロベインティ通洞 (Siglo XX) があり,他に 411 ML にカンカニーリ通洞 (Cancaniri), 383 ML にパティニヨ通洞 (Patiño) の計 3 本の通洞で坑内と坑外が連絡されている。上下間の坑道は 6 本の立坑と 1 本の斜坑で連絡されている。383 ML から地表へは, アニマス立坑 (Animas) によって連絡されている。各立坑は人員, 資材の運搬を目的としたサービス立坑である。鉱石は坑井によって 650 ML に集められシグロベインティ通洞 (Siglo XX) を経て坑外へ搬出される。650 ML 以下については, 立坑と先進斜坑 (傾斜約 45°) で主脈のサンホセ脈 (San José) を対象に 800 ML まで開発中であるが, 現在, 工事は中断しており 685 ML 下まで水没している (図 7.2-01 坑内断面図参照)。

3.3.1.2 採鉱法

採鉱法としては過去はシュリンケージ採鉱法が主力であったが主脈脈群 (約 50 脈) がほぼ終掘されるにあたり 1948 年より稼行対象にならなかった 1,000 脈に及ぶ細脈群を対象にブロックケーピング採鉱が計画され現在までに準備中のものを含め 31 切羽が開発され, 現在切羽名称, 3-D, 8-B, 4, 2-D, 17, 5-D, 3-F, の 7 切羽より年間 862,331 t/y, 0.35% Sn (1980 年実績) の粗鉱を生産し, 全粗鉱量の約 70% を占める。1980 年の年間粗鉱生産量は 1,365,331 t/y, 0.40% Sn であった。ブロックケーピング採鉱以外の約 30% については, シュリンケージ採鉱, 2 次採鉱 (過去に採鉱跡に充填したずりを採鉱), 選鉱廃石の再処理, による。

現状のブロックケーピングにおいて問題となっているのはフローポイントでの大塊処理である。各フローポイントには約 40 cm 間隔のバーグリズリが設置されており大塊はここで火薬により破砕されグリズリーを通過し坑井へ投入される。現状のフローポイントは鉱石塊の粒度に適合していないため絶えず 2 次破砕の必要がある。このことはフローポイントの近くで見受けられる多量の管付導火線, ANFO 爆薬が物語っている。ブロックケーピング採鉱での爆薬原単位は 1980 年実績で 1.4 kg/t である。又ブロックケーピング採鉱を主体としている鉱山としては生産性は悪く 22 t/人/月 (1980 年実績, 全山) となっている (表 3.3-02, 03, 04 参照)。

表 3.3-02 ブロッククーピング探鉱のデータ

| 切羽名 | 生産計画 | | 切羽データ | | | | | | 生産実績(1980年12年末) | | | 開発開始年月 | 生産開始年月 | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------|------------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------------|
| | 鉱量 t | 品位 Sn% | 金属量 t | 面積 m ² | アンダー カット レベル | パロー ポイント レベル | 調節レベ ル及出鉱 レベル | 高さ m | ドロー ポイント 数 | 開発米数 m | 鉱量 t | | | 品位 Sn% | 金属量 t |
| 3-D | 2,805,024 | 0.73 | 20,492,95 | 8,245 | 436 | 446 | 470 | 170 | 44 | 9,555.7 | 3,739,504 | 0.48 | 17,800.60 | 1954. 1 | 1957. 2 |
| 8-B | 2,162,715 | 0.57 | 12,283,38 | 6,353 | 471 | 481 | 650 | 121 | 23 | 4,649.0 | 2,850,682 | 0.43 | 12,409.59 | 1962. 8 | 1970. 8 |
| 4 | 2,847,773 | 0.62 | 17,825,46 | 7,078 | 502 | 516 | 650 | 122 | 21 | 3,683.3 | 2,887,540 | 0.61 | 17,566.81 | 1965. 12 | 1972. 8 |
| 20 | 3,448,880 | 0.42 | 1,443,665 | 1,502 | 438 | 470 | 650 | 42 | 6 | 1,207.40 | 23,996.2 | 0.40 | 9,499.2 | 1972. 1 | 1975. 3 |
| 17 | 1,261,08 | 0.59 | 7,748.9 | 946 | 501 | 516 | 551 | 90 | 4 | 5,962.5 | 6,581.9 | 0.66 | 4,360.0 | - | 1979. 1 |
| 5-D | 2,053,408 | 0.44 | 9,043,13 | 7,000 | 469 | 481 | 650 | 115 | 31 | 6,185.80 | 51,266.0 | 0.38 | 1,954.58 | 1975. 3 | 開発しなが ら生産 |
| 3-F | 2,356,49 | 0.40 | 9,426.0 | 1,401 | 516 | 530 | 650 | 70 | 4 | 1,564.70 | 11,171.4 | 0.32 | 3,615.6 | 1975. 11 | 1977. 8 |
| (開発工作中) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 671,356 | 0.51 | 3,422.04 | 1,056 | 271 | 285 | 650 | 91 | 4 | 5,200.0 | | | | 1977. 10 | - |
| BAYONA | 403,048 | 0.46 | 1,854.02 | 1,568 | 506 | 516 | 650 | 95 | 7 | 9,680.0 | | | | 1978. 11 | - |
| SANJOSE | 498,278 | 0.41 | 2,092.43 | 2,193 | 596 | 610 | 650 | 96 | 8 | 1,226.50 | | | | 1978. 10 | - |
| 7-A | 42,114 | 0.47 | 1,979.4 | 838 | 535 | 551 | 650 | 54 | 3 | 4,235.0 | | | | 1979. 1 | - |

表3.3-03 採鉱法別生産実績

| 採 鉱 法 | 1977 | | | 1978 | | | 1979 | | | 1980 | | |
|---------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | 鉱 量 t | 品位 Sn% | 金属量 t |
| ブルッキングーゼ (鉱脈採鉱) | 160,699 | 0.82 | 1,310.86 | 121,705 | 0.82 | 994.19 | 128,197 | 0.85 | 1,093.74 | 104,181 | 0.72 | 750.55 |
| ミニ、ブロッケーピング | 38,510 | 0.38 | 147.48 | - | - | - | 113,479 | 0.40 | 451.15 | 150,160 | 0.35 | 523.95 |
| 二次採鉱 (過去の光輝石を採鉱) | 347,667 | 0.45 | 1,566.34 | 372,817 | 0.44 | 1,438.30 | 287,318 | 0.46 | 1,314.13 | 239,343 | 0.46 | 1,114.16 |
| ブロッケーピング | 1,063,460 | 0.52 | 5,560.00 | 956,616 | 0.45 | 4,328.26 | 815,750 | 0.38 | 3,122.62 | 862,331 | 0.35 | 3,036.54 |
| 湧鉱廃石再処理 | 39,312 | 0.60 | 234.88 | 73,892 | 0.44 | 325.89 | 33,786 | 0.33 | 112.86 | 9,316 | 0.39 | 36.22 |
| 計 | 1,649,638 | 0.53 | 8,819.56 | 1,480,030 | 0.48 | 7,086.64 | 1,378,530 | 0.44 | 6,094.50 | 1,365,331 | 0.40 | 5,461.42 |

表3.3-04 探開坑実績

| 年 | サンプリング m | 開 発 m | 探 鉱 m | ブロッケーピング m | その他 m | ミニ、ブロッケーピング m | 計 m |
|------|-------------|----------|----------|---------------|----------|------------------|----------|
| 1975 | 2,373.6 | 2,799.6 | 2,821.2 | 1,570.8 | 1,392.0 | 231.6 | 11,188.8 |
| 1976 | 2,409.6 | 2,222.4 | 2,412.0 | 4,010.4 | 1,143.6 | - | 12,198.0 |
| 1977 | 1,802.4 | 4,318.8 | 2,583.6 | 2,370.0 | 721.2 | - | 11,796.0 |
| 1978 | 1,328.4 | 2,274.0 | 2,371.2 | 1,117.2 | 1,005.6 | - | 8,096.4 |
| 1979 | 930.0 | 1,703.6 | 1,693.2 | 1,518.0 | 775.2 | - | 7,620.0 |
| 1980 | 4,156.0 | 2,519.9 | 2,070.9 | 1,170.8 | 1,255.4 | - | 11,173.0 |

3.3.1.3 運 搬

鉱石は各坑井を経て（一部中継運搬）主要運搬坑道の 650 ML に集められ鉱車により約 2Km のシグロベインティ（Siglo XX）通洞を経て選鉱場（プレコンセントレーション）まで運搬される。列車編成は 10 t トロリーロコ + 4 t 鉱車 × 13、1 列車運搬量は 52 t である。

人員は主として人車によりシグロベインティ（Siglo XX）通洞を経て、ベサ（Beza）立坑（650 ML ~ 411 ML）、サンミゲル（San Miguel）立坑（650 ML ~ 383 ML）により各坑道へ運搬される。

資材はシグロベインティ通洞、カンカニリー通洞、各立坑を経て各坑道へ搬入される。

パティニヨ通洞は現在は使用していない。通洞以外の坑道での運搬には主としてトロリーロコを使用しておりバッテリーロコ（2.5 t）は全山で 3 台あるだけであまり普及していない。

3.3.1.4 通 気

当鉱山の通気は全体としては自然通気で、局部通気にはファンを使用している。

局部通気は主としてブロックケービング採鉱のドロポイントでの 2 次破砕の排煙用である。坑内の作業環境としては高温ヶ所がなく比較的良好である。当鉱山には全山の通気系統図はない。

3.3.1.5 主要機器

さく岩機、ロッカーショベル、電気機関車、鉱車、ファン、立坑巻上機、コンプレッサー、についてそれぞれ表示した（表 3.3-05 さく岩機、表 3.3-06 ロッカーショベル、表 3.3-07 電気機関車、表 3.3-08 鉱車、表 3.3-09 ファン、表 3.3-10 立坑巻上機、表 3.3-11 コンプレッサー）。主要機器は全体としてかなり老朽化している。

表3.3-05 さく岩機

| ストーパー | | | レグドリル | | | ジャックハンマー | | |
|----------------|--------|-----|-------------|-----------|-----|----------|------|----|
| メーカー | 機種 | 台数 | メーカー | 機種 | 台数 | メーカー | 機種 | 台数 |
| Gardner Denver | RB-83 | 95 | Atlas Copco | BBD-90 | 108 | | S-55 | 19 |
| Atlas Copco | BBD-96 | 46 | Atlas Copco | RH-656-4W | 46 | | S-33 | 4 |
| Atlas Copco | BBD-46 | 1 | | LPB-23 | 23 | | | |
| | R-104 | 3 | | LPB-29 | 1 | | | |
| | LPS-25 | 1 | | | | | | |
| | R-38 | 5 | | | | | | |
| 計 | | 151 | | | 178 | | | 23 |

表3.3-06

表3.3-07

表3.3-08

| ロッカーシールド | | 電気機関車 | | | | 鉋 | | | | | | |
|--------------|----|-------------|---------------------------|-----------|-----------|------------|--------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| 配設場所 | 台数 | 配設場所 | バック リリー tons 2.5 | トコリ | | | 配設場所 | ton 0.65 | ton 0.75 | ton 1.70 (2.00) | ton 3.30 | ton 5 |
| | | | | tons 4 | tons 8 | tons 10 | | | | | | |
| ANIMAS | 5 | ANIMAS | 1 | 5 | - | - | ANIMAS | 3 | 9 | 49 | - | - |
| LAGUNA | 2 | LAGUNA | - | 2 | 1 | 1 | LAGUNA | - | 23 | 16 | 11 | - |
| SALVADORA | 2 | SALVADORA | - | 2 | - | - | SALVADORA | 2 | 22 | 21 | - | - |
| BEZA | 12 | BEZA | - | 9 | - | - | BEZA | - | 19 | 47 | - | - |
| SIGLO XX | 14 | SIGLO XX | - | 1 | - | - | SIGLO XX | 2 | 18 | 36 | - | - |
| BLOCK CAVING | - | 650 | - | - | 1 | 11 | 650 | - | - | (36) | - | 126 |
| | | TRANSPORTES | 2 | 2 | - | - | BLOCK CAVING | - | - | - | - | - |
| 計 | 35 | 計 | 3 | 21 | 2 | 12 | 計 | 7 | 91 | 169 (36) | 11 | 126 |

| 設備 レベル | 設備場所 | | 台数 | Hp | V | A | R.P.M. | 風量 m ³ /min | メーカー |
|-----------|--------------|-----------|------|---------|-----|------|--------|---------------------------|------------------|
| | ブロック | 区域 | | | | | | | |
| 355 | BLOCK C. 4-D | LAGUNA | 1 | 60 | 440 | 75 | 985 | 1.133 | GENERAL ELECTRIC |
| 411 | " | BEZA | 1 | 100 | 440 | 113 | 1,480 | 1.699 | BROWN BOVERI |
| 446 | " | BEZA | 1 | 60 | 440 | 75 | 985 | 1.133 | GENERAL ELECTRIC |
| 481 | " | BEZA | 2 | 20 | 440 | 24 | 2,930 | 566 | JOY |
| 481 | " | BEZA | 1 | 150 | 440 | 182 | 1,475 | 3,398 | BROWN BOVERI |
| 516 | " | SALVADORA | 1 | 215 | 440 | 250 | 1,480 | 3,398 | BROWN BOVERI |
| 516 | " | SALVADORA | 1 | 20 | 440 | 24 | 2,930 | 566 | JOY |
| 516 | " | SIGLO XX | 1 | 100 | 440 | 118 | 1,475 | 1,699 | BROWN BOVERI |
| 600 | " | ANIMAS | 1 | 215-150 | 440 | 182 | 1,480 | 3,398 | BROWN BOVERI |
| 516 | " | SALVADORA | 1 | 75 | 440 | 92 | 1,450 | 1,133 | HITACHI |
| 530 | VICTORIA 3-F | ANIMAS | 1 | 40 | 440 | 50 | 1,760 | 311 | SEVERE DUTY |
| 551 | BLOCK C. 5-D | BEZA | 1 | 125 | 440 | 150 | 1,480 | 3,398 | ASEA |
| 600 | " | SALVADORA | 1 | 20 | 440 | 26.3 | 2,920 | 510 | DONKIN |
| 600 | VICTORIA 3-F | ANIMAS | 1 | 20 | 440 | 24 | 2,930 | 566 | JOY |
| 650 | BLOCK C. 3-D | ANIMAS | 1 | 60 | 440 | 62.2 | 1,475 | 1,133 | GENERAL ELECTRIC |
| 650 | REGGIS | SALVADORA | 1 | 60 | 440 | 75 | 985 | 1,133 | GENERAL ELECTRIC |
| 650 | BLOCK | BUZON 1 | 1 | 10 | 440 | 12 | 1,450 | 170 | (JOY)AUSTRIACO |
| 516 | " | SALVADORA | 2 | 20 | 440 | 26.3 | 2,920 | 510 | DONKIN |
| | | (計) | (20) | | | | | | |

表 3.3 - 10 立坑 (斜坑) 巻上機

| 立坑名 | BEZA | ANIMAS | BLANCA | MISTICO | VICTORIA | SAN. MIGUEL | RAMPA 620 (斜坑) | PRINCIPAL NIVEL 650 | RAMPA 383 (斜坑) |
|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| • 巻上機 | | | | | | | | | |
| 立坑 (斜坑) 深度 | 240 m | 333 m | 116 m | 258 m | 147 m | 272 m | 180 m | 70 m | 50 m |
| メーカー | — | Phillie Gear | A. Chalmers | Phillie Gear | A. Chalmers | Norberg | The W. Seaver | — | Phillie Gear |
| 能力 | 4 t | 4 t | 4 t | 4 t | 4 t | 4 t | 7 t | 4 t | 3 t |
| ドラム径 | 50" | 67" | 41" | 67" | 41" | 56" | 52 1/2" | 41 1/2" | 30 1/2" |
| 幅 | 31 3/4" | 36" | 30" | 36" | 30" | 36" | 42 1/2" | 43" | 18 1/4" |
| 数 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| ブレーキ | 機械, 電気 | 機械, 電気 | 機械, 電気 | 機械, 電気 | 機械, 電気 | 油圧 | 機械 | 機械, 電気 | 機械 |
| クラッチ | — | — | — | — | — | 油圧 | 機械 | — | — |
| 信号装置 | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー | ランプ, ブザー |
| 設置レベル | 411 | 50 | 295 | 125 | 383 | 383 | 620 | 650 | 383 |
| • 電動機 | | | | | | | | | |
| メーカー | — | A. Chalmers | A. Chalmers | Brok Motors | A. Chalmers | G. Electric | G. Electric | A. Chalmers | A. Chalmers |
| 出力 (Hp) | 125 | 150 | 75 | 121 | 75 | 200 | 300 | 75 | 40 |
| 回転数 (r.p.m) | 580 | 960~975 | 575 | 975~980 | 575 | 585 | 730 | 580 | 575 |
| 電圧 (V) | 220 | 440 | 220 | 440 | 230 | 3,000 | 3,000 | 230 | 230 |
| 電流 (A) | 190 | 70 | — | 114 | — | 20 | — | — | — |
| • ロープ | | | | | | | | | |
| メーカー | コロンビア EMCOCABLES | ドイツ T. Arbert K. | アメリカ Roebbling | ドイツ T. Arbert K. | カナダ D. Groning | ドイツ T. Arbert K. | アメリカ Leschen | 日本 Ko Ko Ku | アメリカ Roebbling |
| 径, ストランド | 7/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 1", 6×19 | 7/8", 6×19 | 3/4", 6×19 |
| 長さ (m) | 313 | 426 | 170 | 390 | 250 | 340 | 380 | 250 | 120 |
| • ロープ (カウンターウエイト) | | | | | | | | | |
| メーカー | ドイツ Schen Ker | ドイツ T. Arbert K. | 日本 Ko Ko Ku | スイス Birkenbead | 日本 Ko Ko Ku | ドイツ T. Arbert K. | アメリカ Leschen | | |
| 径, ストランド | 5/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 5/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 5/8", 6×19 | 7/8", 6×19 | 1", 6×19 | | |
| 長さ (m) | 246 | 426 | 133 | 390 | 170 | 340 | 380 | | |
| • カウンターウエイト | インゴット | インゴット | インゴット | インゴット | インゴット | ケージ | スキャブ | なし | なし |
| • ケージの非常装置 | クラッチ | クラッチ | クラッチ | クラッチ | クラッチ | クラッチ | なし | なし | なし |
| • 設置区域 | Beza | Animas | Beza | Laguna | Animas | Salradora | Siglo XX | Siglo XX | Beza |

表 3.3-11 コンプレッサー

| 場 所 | メ ー カ ー | 最大吐出圧 kg/cm ² | シリンダー径 | | ピストン ストローク" | 吐出量 m ³ /min | Hp | 回転数 r.p.m. | Kw |
|-----------|--------------------|-----------------------------|--------|-------|----------------|----------------------------|-----|---------------|-----|
| | | | 高圧側" | 低圧側" | | | | | |
| 1 | INGERSOLL | 8.8 | 17.5" | 30" | 21" | 90.7 | 400 | 187.5 | 300 |
| 2 | INGERSOLLRAND-PRE | 8.8 | 17.5 | 30 | 21 | 90.7 | 400 | 187.5 | 300 |
| 4 | INGERSOLLRAND-PRE | 8.8 | 21.5 | 42 | 27 | 182.6 | 900 | 150 | 675 |
| 8 | INGERSOLLRAND-PRE | 8.8 | 21.5 | 42 | 27 | 182.6 | 825 | 150 | 620 |
| NIVEL 383 | INGERSOLLRAND-PRE | 7.0 | 14 | 26 | 16 | 52.9 | 250 | 214 | 187 |
| 1 | ATLAS COPCO DIESEL | 8.4 | 480mm | 810mm | 370mm | 88.3 | 459 | 300 | 340 |
| 2 | ATLAS COPCO DIESEL | 8.4 | 480mm | 810mm | 370mm | 88.3 | 459 | 300 | 340 |
| ER8 | ATLAS COPCO | 8.8 | 15.35 | 25.20 | 10.63 | 70.8 | 380 | 500 | 235 |
| ER9-1 | ATLAS COPCO | 8.8 | 18.70 | 30.71 | 10.63 | 99.1 | 460 | 429 | 340 |
| ER9-2 | ATLAS COPCO | 8.8 | 18.70 | 30.71 | 10.63 | 99.1 | 460 | 429 | 340 |
| PLANTA-1 | INGERSOLLRAND-PRE | 7.0 | 14 | 26 | 16 | 52.9 | 250 | 214 | 187 |
| PLANTA-2 | INGERSOLLRAND-PRE | 7.0 | 13 1/2 | 23 | 10 | 47.4 | 236 | | |
| DOLORES-1 | INGERSOLLRAND | 8.8 | 9 | 18 | 10 | 11.6 | | 170 | |
| DOLORES-2 | INGERSOLLRAND | 8.8 | 10 | 20 | 11 | 14.2 | | 140 | |
| DOLORES-3 | INGERSOLLRAND | 8.8 | 10 | 20 | 14 | 22.7 | 125 | 200 | |

3.3.1.6 操 業

操業は1週6日、1日3方である。各方の時間は次の様になっている。

1の方 7°～15°

2の方 15°～23°

3の方 23°～7°

3.3.1.7 操業資材、電力、圧気、消費量

表3.3-12に操業消費量、表3.3-13にビット、圧気、電力、セメント、ゴムホース消費量を示した。

表 3.3-12 燐 梁

| 年 | 燐 梁 使 用 量 | | | 燐石抜き出し(坑道掘進 ヌムリンゲンツ別) | | |
|------|--------------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| | ダイナマイト Kg | A.N.F.O Kg | 計 Kg | 燐梁使用量 Kg | 原単位(抜き出し) Kg/t | 原単位(ブロック ゲーピング) Kg/t |
| 1970 | 158,643 | 1,707,634 | 1,866,277 | 1,675,556 | 1.11 | |
| 1971 | 169,439 | 1,885,836 | 2,055,275 | 1,767,205 | 1.16 | |
| 1972 | 173,534 | 1,969,212 | 2,142,746 | 1,629,694 | 1.31 | |
| 1973 | 167,092 | 1,637,333 | 1,804,425 | 1,502,253 | 1.20 | |
| 1974 | 165,499 | 1,704,834 | 1,870,333 | 1,545,427 | 1.21 | |
| 1975 | 166,324 | 1,781,629 | 1,947,953 | 1,554,906 | 1.25 | |
| 1976 | 168,090 | 1,602,454 | 1,770,544 | 1,433,747 | 1.23 | 1.19 |
| 1977 | 166,039 | 1,767,339 | 1,933,378 | 1,699,358 | 1.14 | 1.06 |
| 1978 | 147,349 | 1,687,213 | 1,834,562 | 1,495,784 | 1.23 | |
| 1979 | 146,273 | 1,809,235 | 1,955,510 | 1,404,720 | 1.39 | 1.50 |
| 1980 | 162,571 | 1,900,575 | 2,063,146 | 1,511,399 | 1.36 | 1.40 |

表 3.3-13 ビット, 圧気, 電力, セメント, コムホース消費量

| 年 | ビット | | 圧気消費量 日当り m^3/m | 電力消費量 日当り K.W.H./m | セメント消費量 月当り Kg/m | コムホース消費量 日当り m/m |
|------|---------|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 月当り消費本数 | 年間消費本数 | | | | |
| 1970 | 392 | 4,702 | 22,008,862 | 1,451,814 | | |
| 1971 | 322 | 3,864 | 24,432,679 | 1,579,703 | | |
| 1972 | 277 | 3,323 | 23,599,884 | 1,804,378 | | |
| 1973 | 326 | 3,910 | 21,199,838 | 1,093,335 | | |
| 1974 | 322 | 3,869 | 19,786,591 | 1,637,423 | | |
| 1975 | 254 | 3,049 | 22,710,234 | 1,746,814 | | |
| 1976 | 260 | 3,124 | 23,755,438 | 1,583,259 | | |
| 1977 | 273 | 3,276 | 23,238,375 | 1,513,463 | | |
| 1978 | 221 | 2,654 | 20,070,595 | 1,636,264 | | |
| 1976 | 217 | 2,607 | 20,238,037 | 1,597,022 | | |
| 1980 | 238 | 2,855 | 21,386,281 | 1,639,789 | 368,950 | 3,858 |

3.3.1.7 人 員

| 区 分 | 採 鉱 | 全 山 | (対全山比率) |
|-------|-------|-------|---------|
| 職 員 | 5 | 43 | 11.6% |
| 係員クラス | 186 | 1,800 | 10.3 |
| 一 般 | 1,374 | 2,997 | 45.8 |
| 計 | 1,565 | 4,840 | 32.3 |

3.3.1.8 採鉱部門コスト

単位：US\$ × 1,000

| | 1980年 | 1979年 |
|----------|--------|-------|
| 直接労務費 | 3,458 | 2,612 |
| 間接労務費 | 4,133 | 2,939 |
| (労務費) | 7,591 | 5,551 |
| 物品費 | 1,931 | 1,519 |
| 運搬費 | 7 | 4 |
| 株 費 | 1 | 3 |
| 雑 費 | 343 | 322 |
| 償却費 | 364 | 280 |
| 買 鉱 費 | 311 | 320 |
| 調整費(買鉱) | 150 | (925) |
| 補助部門分担費 | 2,069 | 1,919 |
| (電力費を含む) | | |
| (小 計) | 5,176 | 3,442 |
| 計 | 12,767 | 8,993 |

(本社費、金利、特別分担金、鉱産税、税、販売費、は含まない。)

3.3.2 計 画

3.3.2.1 ブロックケーピング採鉱

現在当鉱山の採鉱部門のスタッフによって大型のセントラン(CENTRAL)、パラレラ(PARALELA)の2つのブロックケーピング採鉱切羽が計画されている。

各ブロックの品位については現在評価中であるが、現時点での鉱量、品位は下記の通

りである。

| | 鉄 量 | 品 位 |
|-------|--------------|-------|
| セントラル | 38,200,000 t | 0.23% |
| パラレラ | 16,800,000 t | 0.25% |

(表3.2-01参照)

現状のブロックケーシング採鉄で問題となっているドロポイントについて当鉄山のスタッフもその問題点について、よく認識しており現在計画中の切羽についてはドロポイントを現状より大型にし、L.H.D.(Load, Haul, Dump 坑内での運搬機械)によるトラックレス方式、各ドロポイントにグリズリを設置し、ブレーカーを採用する方式の2つについて計画中である。

当鉄山のスタッフの意見として、トラックレス方式が最良であると思うが、坑内でディゼルエンジンを使用するので通気の問題が発生するし、通気を考慮して電力のL.H.D.を採用した場合高価である。いずれにしてもトラックレス方式の方が開発費がかさむので後者のグリズリとブレーカーの方式を採用したいとのことであった。この理由として、当鉄山のスタッフはトラックレス方式について経験がなく、又通気問題については、通気系統図もない位であるから対処できない。後者のグリズリとブレーカーの方式であると現状の技術力で対処できることにあると推察される。

当鉄山の近代化について、低品位、大量生産方式が命題になると思われるので、坑内構造まで含め当計画について総合的に再検討する必要があると同時に当鉄山の現状の通気の状態を把握し通気計画ができる様にする必要がある。ラパス市の計算センターには比較的大型のコンピューターシステムDEC-10があるので、通気計算は現地において可能と思う。

650 ML では運搬能力を増すため8tの底開き鉄車を採用する様にしている。

3.3.2.2 錫の漂砂鉄床

当鉄山の周辺には、センテナリオ(CENTENARIO)、カルメン(CARMEN)の2鉄床がある。現在両鉄床についてボーリングによる評価は一応終了し、選鉄テストについてもIIMM(鉄山冶金研究所)等においてなされている。採鉄については他鉄山のデータをもとにスタデーがなされている程度で具体的な開発計画はできていない。

センテナリオ(CENTENARIO)鉄床

鉄量は約300,000,000 yd³(確定+推定)とかなりあるが品位は0.269 Lb/yd³とやや低いが柱状図によると基盤近く、中間に1~2層のやや高品位の層がある。

ボーリングの結果から基盤までの深さは約60m(平均)あり基盤の状態は起伏があ

るとのことである。場合によっては物理探鉱によって基盤の状態を明確にする必要があるかもしれない。探鉱計画としては基盤までの深さがかなりあるので、大型のドレッジャーを使用し採掘量は月間500,000 yd³、稼行年数35年としている。

カルメン(CARMEN)鉱山

鉱量は4,800,000 yd³とやや少ないが品位は1.02 Lb/yd³と高い。基盤までの深さは20~30 m位で、基盤の状態は安定している様である。水量が確保できればモニターによる水力探鉱に最適な鉱床であるが問題は鉱床の上に社宅があり探鉱するためには約450戸の社宅を移転しなければいけない。

探鉱計画によると採掘量は月間100,000 yd³、稼働年数を約4.2年としている。

両鉱床の探鉱結果、選鉱試験結果、探鉱計画(Preliminary)は当鉱山の探鉱部門にある(表3.3-14 センテナリオ(CENTENARIO)鉱床鉱量, 表3.3-15 カルメン(CARMEN)鉱床鉱量, 図7.2-02 センテナリオ鉱床の平面図とボーリング位置, 図7.2-03 カルメン鉱床の平面図とボーリング位置, 図7.2-04 カルメン鉱床の載面図)。

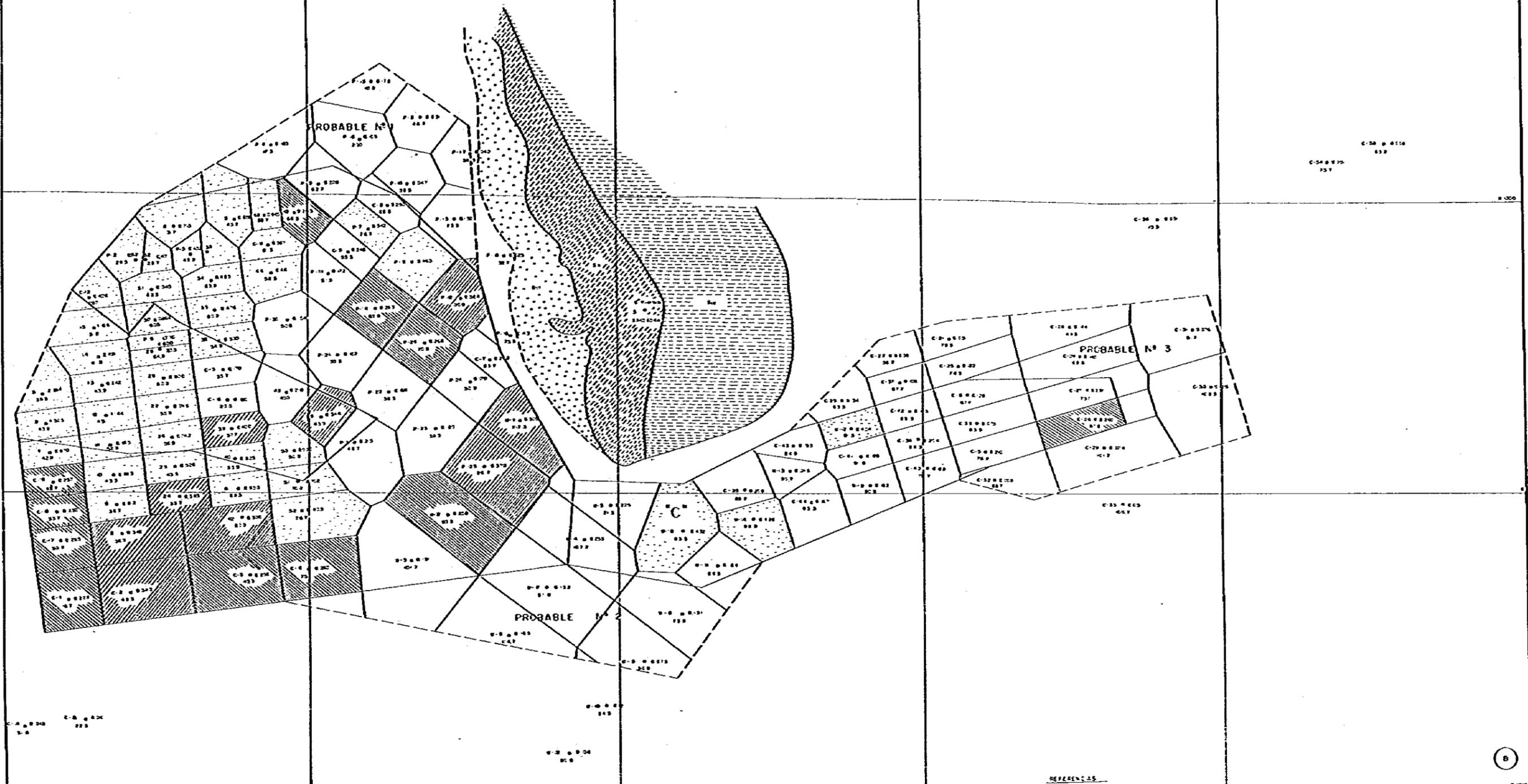
表3.3-14 センテナリオ(CENTENARIO)鉱床, 鉱量

| ボーリング 孔数 | 面積 yd ² | 深 度 Yd | 鉱 量 yd ³ | 品 位 Lbs/yd ³ | 含有金属量 Lbs.Sn | 鉱 画 | ク ラ ス |
|-------------|-----------------------|-----------|------------------------|----------------------------|-----------------|-----|-------|
| 58 | 1,650,482 | 54.9 | 90,635,781 | 0.378 | 34,283,256.6 | A | 確 定 |
| 27 | 488,413 | 46.9 | 22,735,465 | 0.469 | 10,671,765.6 | B | 確 定 |
| 29 | 1,064,745 | 90.1 | 95,900,903 | 0.251 | 24,073,386.8 | C | 確 定 |
| 13 | 309,157 | 35.9 | 11,110,853 | 0.157 | 1,647,822.6 | | 推 定 |
| 9 | 354,470 | 86.4 | 30,617,405 | 0.143 | 4,379,704.2 | | 推 定 |
| 15 | 552,552 | 83.2 | 45,995,051 | 0.105 | 4,814,836.0 | | 推 定 |
| 114 | 3203,640 | 65.3 | 209,272,149 | 0.330 | 69,028,409.0 | | 確 定 |
| 37 | 1,216,179 | 72.1 | 87,721,309 | 0.125 | 10,842,362.8 | | 推 定 |
| 計 151 | 4,419,819 | 67.2 | 296,993,458 | 0.269 | 79,870,771.8 | | |

表 3.3-15 カルメン (CARMEN) 鉱床, 鉱量

| 断面 (鉱函) | 鉱 量 m^3 | 鉱 量 yd^3 | 品 位 Lbs/yd^3 | 金属含有量 $Lbs. Sn.$ |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|---------------------|
| 2~3 | 130,500 | 170,694.0 | 0.88 | 150,210.72 |
| 3~4 | 247,750 | 324,057.0 | 0.88 | 288,410.73 |
| 4~5 | 403,750 | 528,105.0 | 0.82 | 433,046.10 |
| 5~6 | 536,500 | 701,742.0 | 0.94 | 639,637.48 |
| 6~7 | 661,000 | 864,588.0 | 1.01 | 873,233.88 |
| 7~8 | 745,500 | 975,114.0 | 1.17 | 1,140,883.30 |
| 8~9 | 768,500 | 1,005,198.0 | 1.14 | 1,145,925.70 |
| 9~Ext | 219,000 | 266,452.0 | 0.98 | 263,535.84 |
| 計 | 3,712,500 | 4,855,950.0 | 1.02 | 4,954,883.75 |

PROYECTO CURSO DE DRAGADO
PROPUESTO POR GRUPO N° 3



REFERENCIAS

| | | | |
|--|-----------------|--|-------------|
| | ZONES | | 0.40 - 0.45 |
| | PUNTO DE VENTA | | 0.30 - 0.40 |
| | CANALIZACION | | 0.25 - 0.30 |
| | PUNTO ENCLAVADO | | 0.20 - 0.25 |
| | PUNTO CUERPO | | 0.15 - 0.20 |
| | CANALIZACION | | |

Fig. 7.2-02 センテナリオ鉱床平面図

| | |
|-----------------------------|----------------------|
| CORPORACION MINERA DE BOLSA | |
| SUCURSAL DE BOGOTA | |
| PLANO DE RESERVAS | |
| VENECOS "EL CENTENARIO" | |
| ESCALA 1:500 | GRUPO DE TRABAJO 302 |
| FECHA DE ELABORACION | BOGOTA, D. C. |

COMPAÑIA MINERA TR. BOLIVIA
S.A. SUCURSAL DE COCHABAMBA

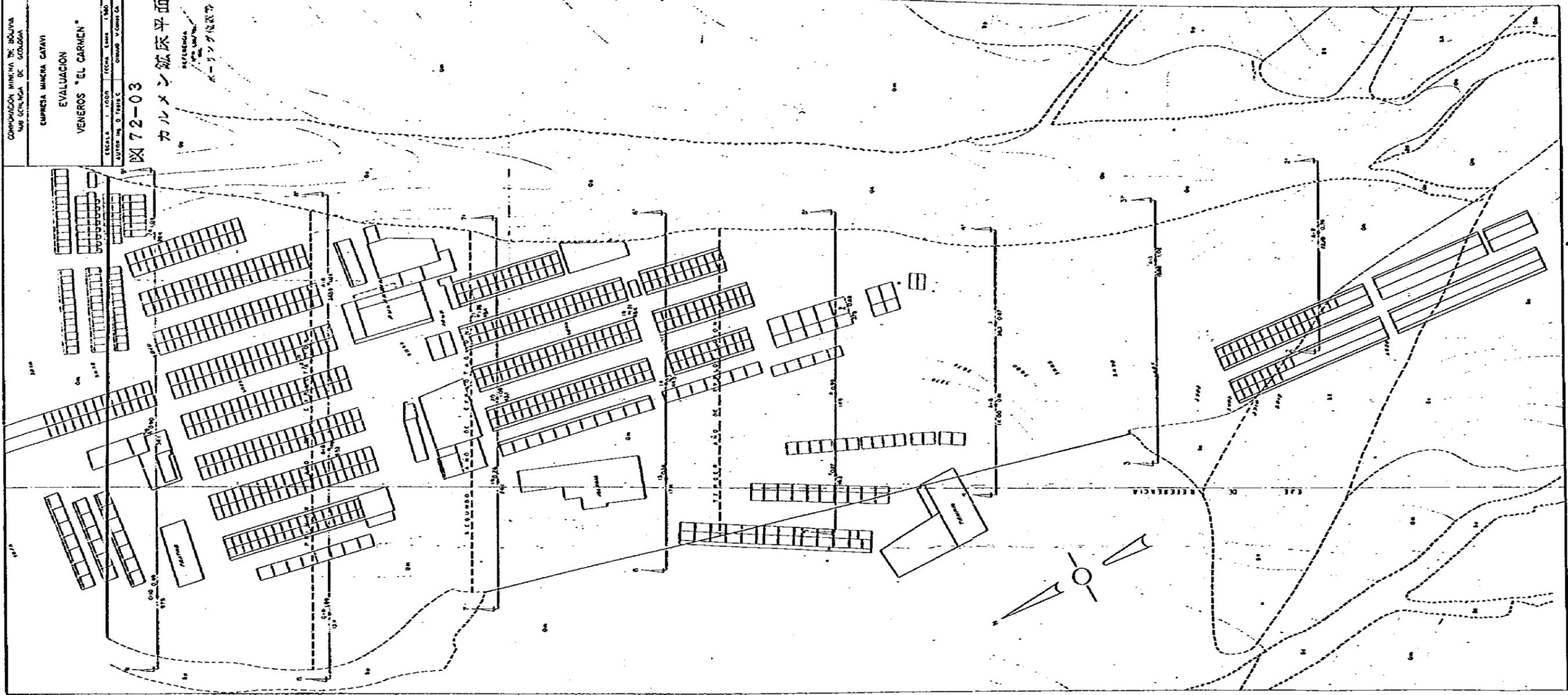
EMPRESA MINERA CATAYI

EVALUACION
VENEROS "EL CARMEN"

ESCALA: 1:1000 (CCHM, LAMAR, LAMAR)
AUTOR: Ing. O. Torres C. (CCHM, LAMAR, LAMAR)

図 72-03
カルメン鉱床平面図

REFERENCIA
ボウリング場



CORPORACIÓN MINERA DE BOLIVIA
Subsidiaria de Geología

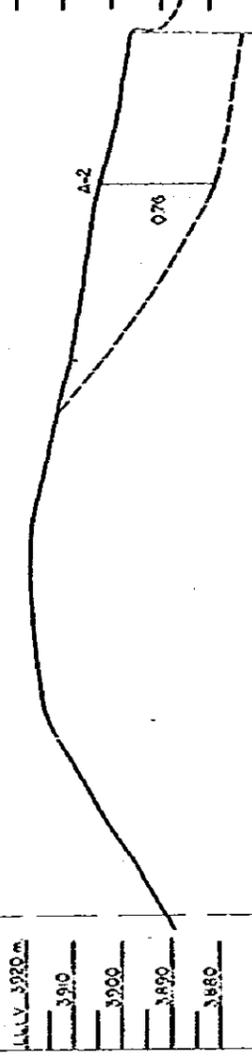
EMPRESA MINERA CATAVI

PERFILES
DE EVALUACION VENEROS
"EL CARMEN"

図 7.2 - 0 4 カルメン鉱床断面図

ESCALA: 1:1000 FECHA: Enero, 1980
AUTOR: Ing. O. Topio C. DIBUJO: P. U. H.

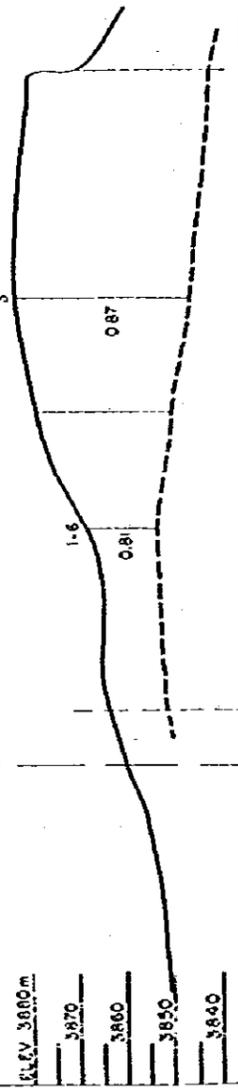
PERFIL 2



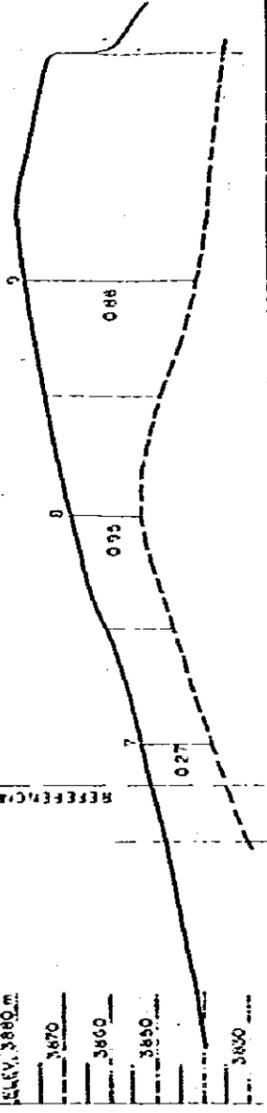
PERFIL 3



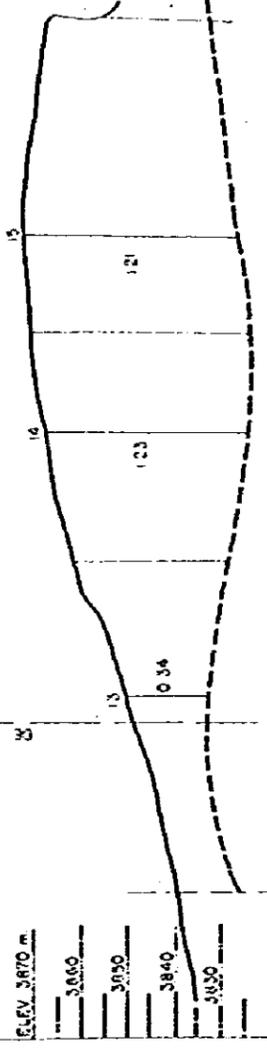
PERFIL 4



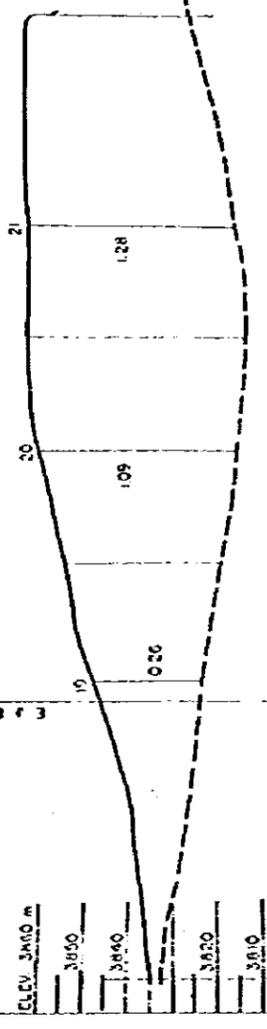
PERFIL 5



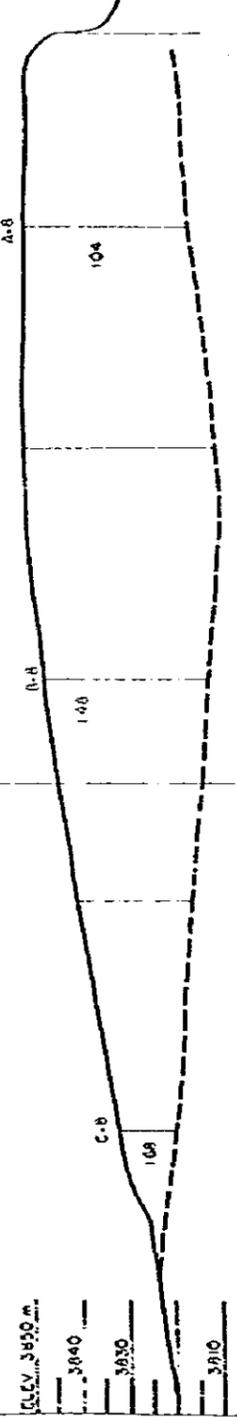
PERFIL 6



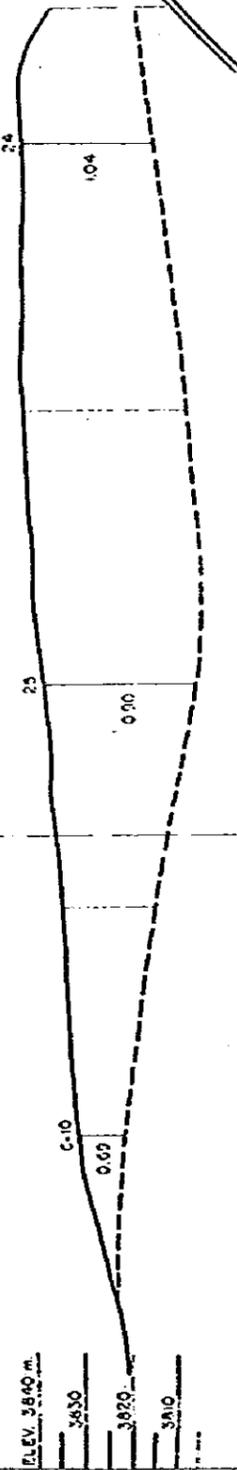
PERFIL 7



PERFIL 8



PERFIL 9



REFERENCIAS

- A-6 N° DE POZO
- 0.81 LOS SA / 10.0°
- INFLUENCIA DE POZO
- - - LIMITE AREA EVALUADA
- POZO CHURN DRILL

3.4 選 鉱

3.4.1 全 般

カタビ鉱山は日産約5,000 t、品位約0.3% Snの粗鉱を出鉱しているが、これを処理する選鉱場はシグロベインテとビクトリア(カタビ)の2ヶ所に分れる。

シグロベインテ選鉱場は粗鉱を受入れ、破碎、水洗を行なった後、塊鉱の重選、細粒の比重選鉱及び微粒の錫浮選を実施している。重選片刃(沈鉱)はビクトリア選鉱場に送られる。

ビクトリア選鉱場では、片刃鉱を破碎、粉砕した後、テーブルによる比重選鉱を実施している。

1980年の両選鉱場の処理実績を表3.4-01に示す。

以上の会社直轄による採掘粗鉱(一部旧廃産を含む)のほか、鉱山周辺地区において粗鉱を採掘、あるいは現選鉱尾鉱からハンドシグ等を用いて錫鉱物を回収する零細業者(あるいは個人)により会社に売却される鉱石がある。零細業者からの買鉱及びその他の雑鉱はビクトリア選鉱場で受入れられるが、その処理実績を表3.4-02に示す。

表3.4-01 シグロベインテ、ビクトリア選鉱処理実績

(1980年)

| 産 物 | 鉱 量 t | 品 位 Sn, % | 含 有 量 Sn, t | 含有分布率 % |
|----------------|-----------|--------------|----------------|------------|
| シグロベインテ処理鉱 | 1,283,515 | 0.32 | 4,151 | 100.0 |
| シグロベインテ重選廃石 | 646,233 | 0.16 | 1,046 | 25.2 |
| 機 選 原 鉱 | 637,282 | 0.49 | 3,105 | 74.8 |
| シグロベインテ、テーブル精鉱 | 118 | 39.80 | 47 | 1.1 |
| シグロベインテ浮選精鉱 | 348 | 16.64 | 58 | 1.4 |
| ビクトリア比重選精鉱 | 4,916 | 39.81 | 1,957 | 47.2 |
| 精 鉱 合 計 | 5,382 | 38.31 | 2,062 | 49.7 |
| 機 選 尾 鉱 | 631,900 | 0.17 | 1,043 | 25.1 |
| 廃 産 合 計 | 1,278,133 | 0.16 | 2,089 | 50.3 |

ただし、機選原鉱=処理鉱-重選廃石
機選尾鉱=機選原鉱-精鉱

表3.4-02 ビクトリア選鉱場受入買鉱、雑鉱処理実績

(1980年)

| 産 物 | 鉱 量 t | 品 位 Sn, % | 含 有 量 Sn, t | 含有分布率 % |
|-----|----------|--------------|----------------|------------|
| 受 入 | 53,876 | 0.78 | 421 | 100.0 |
| 精 鉱 | 421 | 39.91 | 168 | 39.9 |
| 尾 鉱 | 53,455 | 0.47 | 253 | 60.1 |

カタビ鉱山の選鉱廃滓のうち、塊及び細粒（選鉱尾鉱のサンド分）はそれぞれ坑外に堆積されるが、微粒（選鉱尾鉱のスライム分）は近くのケンコー湖に廃棄される。長年にわたってケンコー湖に廃棄堆積された旧廃滓を対象に、1970年から浮選による錫の回収を開始している。このための独立した処理設備を有しケンコー選鉱場と称される。

カタビ鉱山の坑外施設配置を含む地形図を図7.3-01に示す。

3.4.2 シグロペインテ選鉱場

3.4.2.1 処理系統及び設備

処理系統及び設備一覧を図7.3-02に示す。

3.4.2.2 受入及び1次破碎

受入、1次破碎は2系統を有し、それぞれ1,000 t/d、4,000 t/dの能力を有する。1,000 t/d系と4,000 t/d系では処理系統が一部異なる等、変則的な点があるが、以下に系統の概要を記す。

坑内よりの出鉱は、4 t グランビー鉱車13両編成の列車を単位とするトロリー電車運搬により行なわれる。受入粗鉱は3'×3'目振動スクリーンに供給され、網上は13' ジャイロトリクラッシャ4基により破碎される。

3.4.2.3 水洗及び破碎

3'×3'目振動スクリーンの網下及び1次クラッシャ産物は5'φ×12'ドラムウォッシャー1基により水洗される。水洗された鉱石は3/8'目スクリーンに供給され、その網上は2次破碎系統に供給され、破碎産物は最終的に-3/8'鉱と3/8'~1 1/2'鉱に分粒される。

3.4.2.4 重液選鉱（重選）

3/8'~1 1/2'鉱はフェロシリコンをメジウムとする重選工程に供給される。重選により、対粗鉱約50%の廃石が0.16% Snの品位で抽出される。重選片刃（沈鉱）はビクトリア選鉱場まで約4.5 Kmの距離を30 t 鉱車により貨車輸送され、重選廃石は約2.6 Kmの距離を空中索道により堆積場まで輸送され廃棄される。

重選設備としては10'φコーン型重選機3基のほか、スクリーン、微選機、濃縮装置より成るメジウム回収設備を有する。

3.4.2.5 -3/8'鉱の処理

-3/8'鉱はレーキ分級機3基に供給され、サンドは重選片刃とともにビクトリア選鉱場へ送鉱される。レーキ分級機のオーパフローはスパイラル分級機2基に供給される。スパイラル分級機のサンドはダイスターテーブル16基により選鉱され、精鉱はビクトリア選鉱場に別途輸送されるが、ここで脱硫浮選を行ない、その沈鉱を最終錫精鉱とする。ス

バイラル分級機のオーバフローはサイクロン（分離サイズは9 μ mとされている）により分級され、アンダフローは硫化物浮選、錫浮選の工程を順次経て錫精鉱が回収される。サイクロンのオーバフロー、硫化物浮選の浮鉱、錫浮選の沈鉱は最終尾鉱として開業によりケンコー湖に廃棄される。

硫化物浮選には30"デンバー型浮選機6区が、又、錫浮選には18"デンバー型浮選機8区及び15"デンバー型浮選機6区が用いられている。錫浮選は捕収剤としてエロプロモータ860を用い、酸性回路で行なわれる。

3.4.2.6 マテリアルバランス

詳しいマテリアルバランスは作製されていないが、一部推算による大まかなマテリアルバランス（1980年実績）を図3.4-01に示す。

3.4.2.7 その他

後述するようカタピ鉱山は、符来、増産したい意向である。この増産意向に関連し、廃石の早期抽出を目的として、3/8"目スクリーンの網下をサイクロン重選、又はジグによる比重選鉱の対象とすることを検討中である。このため、操業系統中にジグを設置し、-3/8"鉱の処理試験を実施中である。

3.4.3 ビクトリア選鉱場

3.4.3.1 処理系統及び設備

処理系統及び設備一覧を7.3-03に、又、処理系統概略を図3.4-02に示す。

3.4.3.2 受入及び1次破碎

ジグロベインテからの送鉱は、一旦、2000 t 鉱舎に貯鉱された後、57"×20"ロールクラッシャ2基と1/2"×1/2"目振動スクリーン4台から成る閉回路破碎系統により処理される。破碎産物は2200 t 鉱舎に貯鉱される。

3.4.3.3 2次破碎及び分粒

2200 t 鉱舎に貯鉱された鉱石は、ベルトフィーダ及び計重機付ベルトコンベアにより抽出され、6×10～12 μ m目振動スクリーン4台、45"×16"ロールクラッシャ2基から成る閉回路破碎系統により処理される。2次破碎産物は3×7～10 μ m目振動スクリーン4台、1.5×5～7 μ m目振動スクリーン4台及び6'×32'バウル分級機2基により分級され、最終的に3～6 μ m、1.5～3 μ m、バウル分級機サンド（-1.5 μ m）及びバウル分級機オーバフローの4産物に分けられる。

3.4.3.4 比重選鉱

分粒された4産物のうち、3～6 μ m鉱と1.5～3 μ m鉱は、それぞれバンカーヒル型ジグにより選別される。ジグの精鉱は脱硫浮選後、最終精鉱とされる。ジグ尾鉱はロッドミル

図3.4-01 シグロベインテ選鉱場マテリアルバランス(1980年実績)

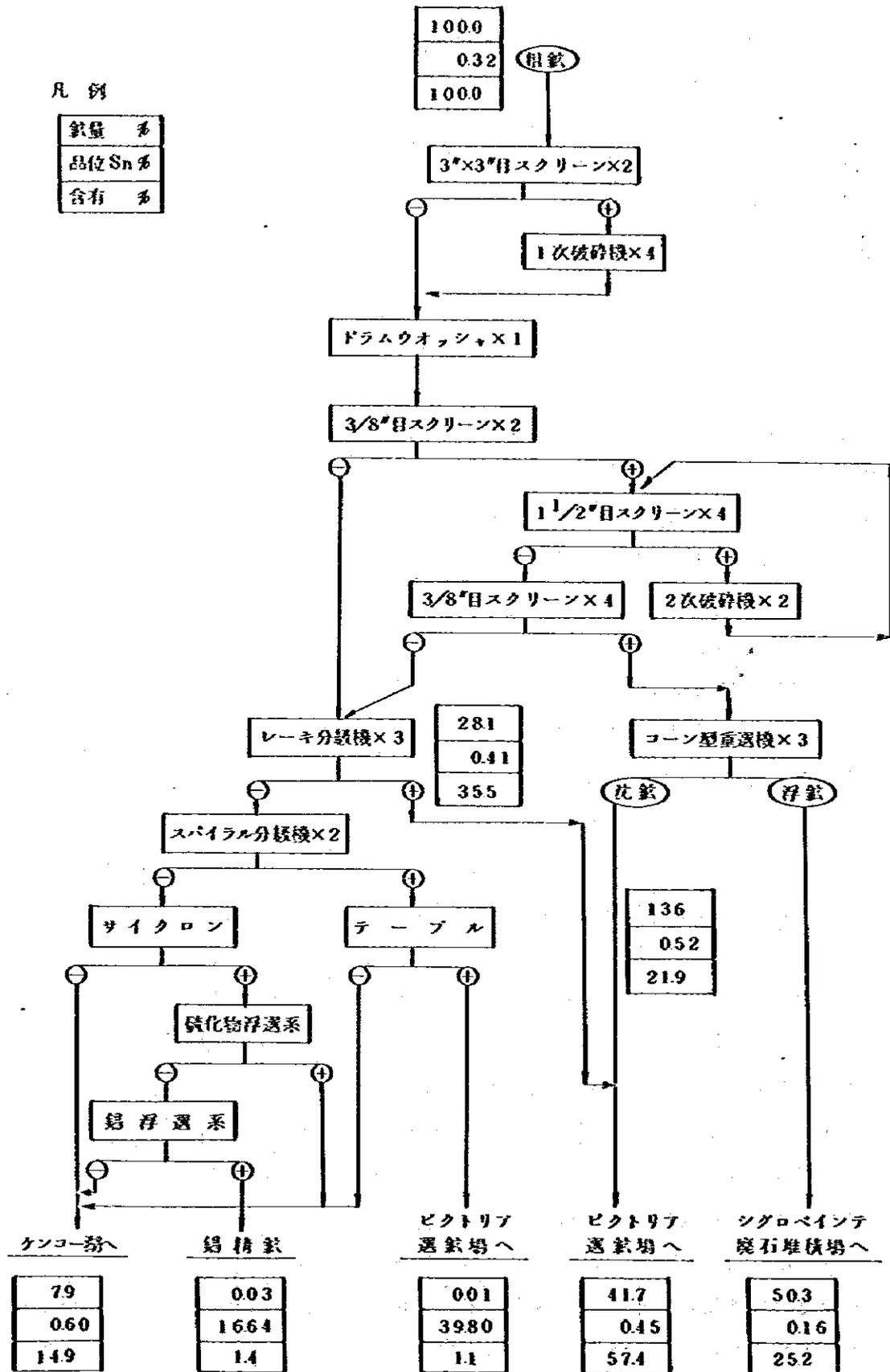
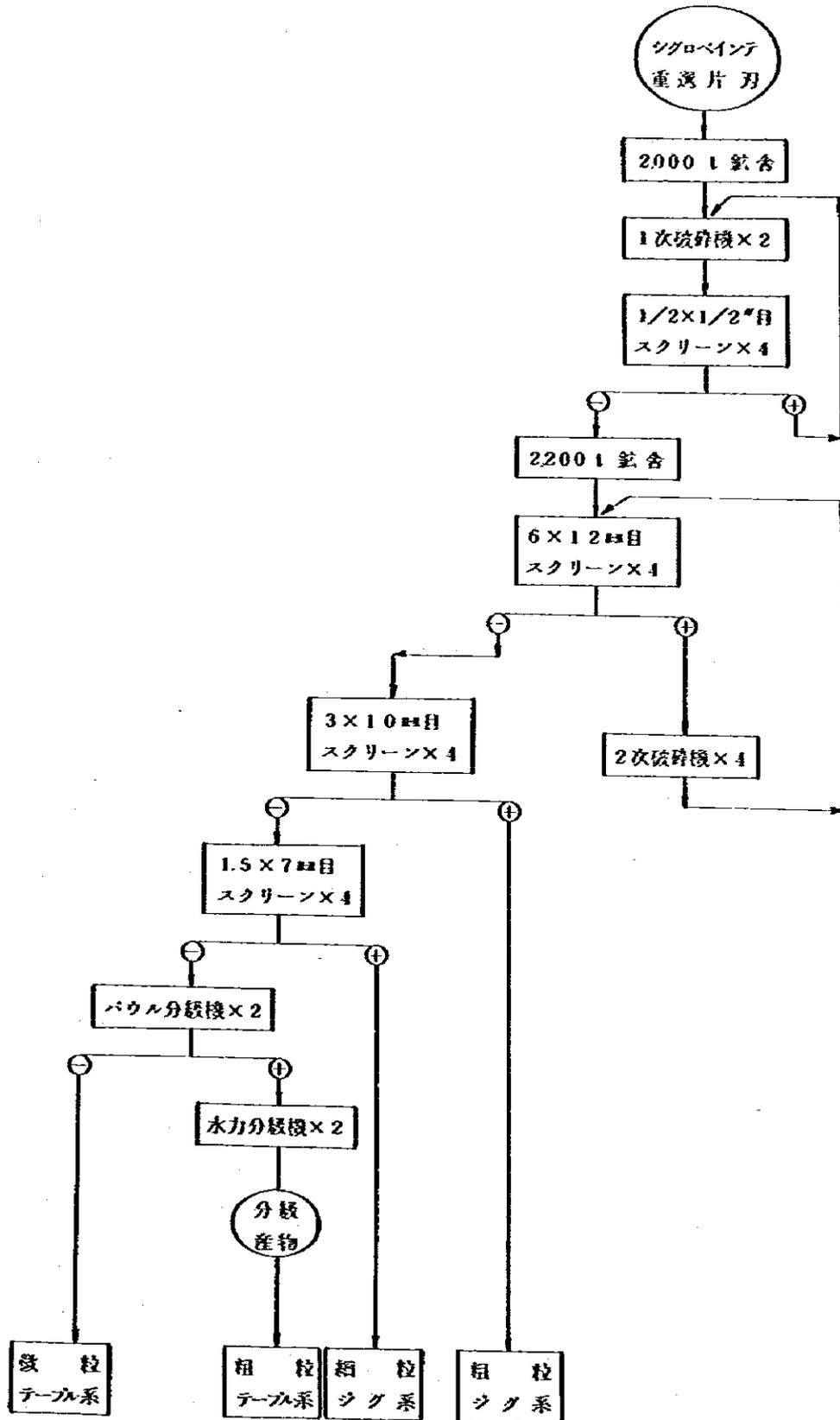


図 3.4-02 ビクトリア選鉱場系統概略



により粉碎され、ミル産物は前出の6'×32'バウル分級機に供給される。

バウル分級機のサンドは水力分級機により6産物に分級され粒度別にそれぞれダイスターテーブルにより処理される。バウル分級機のオーバーフローは濃縮後、微粒用ダイスターテーブルにより処理される。使用されるテーブルは粗粒に対しては14'5"×7'2" Deister Plat-0、微粒に対しては15'2"×6'6" Deister Super-Duty No6である。テーブル精鉱は脱炭浮選後、最終精鉱とされる。テーブル尾鉱は分級した後、サンド分は空中索道により1.6Kmの距離を堆積場まで輸送し、堆積場ではベルトコンベヤを用いて廃棄堆積する。尾鉱中のスライム分はケンコー湖に廃棄する。テーブル片刃は片刃系テーブルにより再処理される。

以上の比重選鉱に使用される設備は16"×32"2室バンカーヒル型ジグ8基、16"×32"4室バンカーヒル型ジグ12基、テーブル145基(14'5"×7'2" Deister Plat-0, 15'2"×6'6" Deister Super-Duty No6及び6'×6' Denver-Buckman型の合計)である。

3.4.3.5 精鉱処理

ジグ精鉱及びテーブル精鉱は既に述べたように脱炭後、最終精鉱とされる。脱炭浮選に用いられる設備は48"デンバー型浮選機6区、28"デンバー型浮選機8区である。脱炭された錫精鉱は濃縮、脱水、乾燥後、袋詰めの型で出荷される。

3.4.3.6 その他

以上の主系統とは別に、シグロベインテのテーブル精鉱(脱炭前)、買鉱その他の雑鉱を処理するための別系統が設けられている。別系統は破碎、粉碎、分級設備及び選別機械としては42"×42"パンアメリカン型ジグ4基、14'5"×7'2"ダイスターテーブル(Deister Plat-0)7基、28"デンバー型浮選機8区から成る。

3.4.3.7 マテリアルバランス

最近の調査によるマテリアルバランスは作製されていないが、1972年調査のものを図7.3-04に示す。シグロベインテ選鉱場及びビクトリア選鉱場の総合選鉱成績については表3.4-01を参照。

3.4.4 ケンコー選鉱場

3.4.4.1 ケンコー湖の旧廃滓

カタビ選鉱尾鉱のスライム分の廃棄堆積経過について述べると、1925年頃ビクトリア選鉱尾鉱のスライム分を同選鉱場の近くに廃棄堆積したことから始まり、現在(表3.4-03のケンコーNo1地区に廃棄)に至っている。堆積地区は3ヶ所に区分され、それぞれの鉱量、品位は表3.4-03の通りである。旧廃滓の再処理は常時はケンコーNo1を対象として

表 3.4-03 ケンコー旧廃滓(旧ビクトリア尾鉱中のサンド分)

| 地 区 | 鉱 量 | 品 位 |
|-----------|----------|----------------|
| ケンコー No 1 | 百万t 9 | 窒 Sn, % 0.5 |
| ケンコー No 2 | 1 | 窒 0.5~1.0 |
| ビクトリア | 1 | 窒 1.0 |
| 合 計 | 11 | 0.46 |

窒は推定観略値

いるが、現在はドレッジャの故障によりケンコーNo1の稼行不能のため、一時的にビクトリア地区旧廃滓をトラックにより運搬し処理している。

3.4.4.2 ケンコー旧廃滓処理の経緯

ケンコー旧廃滓は、鉱石中の硫化物の酸化、鉱石中に含まれる電気石の浮選への影響、浮選用水(ケンコー湖水)の溶存イオン、pHの影響により浮選処理は困難であったが、International Metal Processing Corporation(米国, ダラス)により処理技術が確立された。この技術に基づき現処理設備が完成され、1970年から操業を開始している。その後、経営の変遷を経て現在はカタビ鉱山の一部分として稼働しており、International Metal Processing Corporationの経営参加及び工業権は消滅している。

3.4.4.3 処理系統及び設備

処理系統及び設備一覧を図 7.3-05 に示す。酸性回路であるため設備はステンレス製またはゴム内張りとしている。設備能力は受入量で 2000 t/d ~ 2500 t/d (浮選原鉱量で 1000 t/d) である。

3.4.4.4 採掘及び受入

採掘は湖上に浮かべたドレッジャにより行なわれる。ドレッジャの公称能力は 3000 t/d 以上であるが、採掘可能深度が水面下 6 m であるのに対し、ケンコー湖は選鉱循環用水の貯水池としても利用されているため水深が 6 m 以上となりドレッジャの能力は大幅に減殺されると云われている。さらに老朽による故障が頻発し、1980年8月から現在(1981年2月)に至るまで全く停止しており、1980年中のドレッジャ稼働率は約 25 % に止まっている。このドレッジャの能力不足を補うため、トラックによる鉱石運搬の受入設備が別に設けられている。

受入原鉱はスクリーンにより粗粒及び扶雑物を除去した後、32'φ×20' アジテータ 1 基に貯鉱される。

3.4.4.5 粗粒除去及びデスライム

32'φ×20'アジテータの貯鉱はサイクロン、スパイラル分級機、固定スクリーンから成る粗粒除去系統を経た後、4"サイクロンにより分級され(錫浮選に適する粒度は2~100μm、サイクロンの分級点は10μmとされている)オーバフローは近くのゴールデンシティ湖に廃棄され、アンダフローは浮選原鉱として別の32'φ×20'アジテータ2基に貯鉱される。除去された粗粒は同じくゴールデンシティ湖に廃棄される。

3.4.4.6 アトリクション及び脱硫浮選

アジテータに貯鉱された浮選原鉱は4"サイクロンにより濃縮され、ウエムコNo20アトリクションマシンを経た後、ウエムコNo.66浮選機5区により脱硫浮選が行なわれる。4"サイクロンのオーバフロー及び脱硫浮選浮鉱はゴールデンシティ湖に廃棄される。

3.4.4.7 錫浮選

脱硫浮選沈鉱は4"サイクロンによる濃縮及びウエムコNo20機6槽によるアトリクションを経た後、ウエムコNo66浮選機14区から成る錫粗選系に供給される。粗選尾鉱はゴールデンシティ湖に廃棄される。粗選浮鉱は4"サイクロン及び3"サイクロンによる濃縮、ウエムコNo20機4槽によるアトリクション、3"サイクロンによる余剰捕収剤の洗滌を順次経た後、24"デンパー型浮選機14区から成る精選系に供給される。精選尾鉱は粗選系に繰り返され、浮鉱は最終精鉱として濃縮、脱水、乾燥後、出荷される。

主要浮選条件を表3.4-04に示す。

表3.4-04 ケンコー選鉱場浮選条件(1980年実績)

| 浮選系統 | パルプ比重 | 濃縮時間 | P. H | 起泡剤 | 捕収剤 | 薬 量 | その他 |
|-------|-------|------|-------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---|
| 硫化物浮選 | 1.250 | 10 | 30~35 | K ₂ /I エロフロス65 0.015 | K ₂ /I Z-11 0.027 | K ₂ /I | K ₂ /I |
| 錫粗選 | 1.200 | 11 | 20 | テルベン 0.013 | A-P860 0.772 | 0.127 | |
| 錫精選 | 1.100 | 5 | 15 | | A-P860 0.086 | 6.220 | アトリクションマシンに添加 珪酸ソーダ 1.262 苛性ソーダ 0.341 |

ただし試薬消費量は浮選原鉱(硫化物浮選給鉱)トン当り

3.4.4.8 処理実績

1980年の処理実績を表3.4-05に示す。最近のマテリアルバランスは作製されていないが、1971年の調査になるものを図7.3-06に示す。

表 3.4-05 ケンコー選鉱場処理実績(1980年)

| 産 物 | 鉱 量 | 品 位 | 含 有 量 | 含有分布率 |
|---------|---------------------|---------------|------------------|-------------------|
| 選 鉱 給 鉱 | 31,161 ^t | Sn, % 0.70 | 219 ^t | 1000 [%] |
| 分級廃棄分 | 17,508 | 0.67 | 117 | 53.7 |
| 浮選原鉱 | 13,652 | 0.74 | 101 | 46.3 |
| 錫 精 鉱 | 324 | 14.18 | 46 | 21.0 |
| 浮選尾鉱 | 13,328 | 0.41 | 55 | 25.3 |

3.4.4.9 操業上の問題点

ケンコー選鉱場の浮選設備能力は1,000t/dとされている。これは選鉱受入量換算2,000~2,500t/dとなるが、原鉱の粒度構成の変化により一定しない。一方、ドレヅジャの採掘能力は公称3,000t/dの約半分とされている。このドレヅジャの能力不足及び故障による低稼働率が最大の問題点である。対策としてドレヅジャの更新が考えられているが、新規購入価格は1980年ベースで1,000千US\$といわれる。

以上のようにドレヅジャの能力、稼働低下により、ケンコー選鉱場は低操業度を余儀なくされているが、収支均衡点は精鉱含錫量35t/月とされており、現在かなりの損失を計上している。

3.4.5 電 力

カタビ鉱山は、将来、増産したい意向を持っているが6,000t/dまでの増処理は、シグロペインテ選鉱場の廃石抽出率の増大(-3/8^号鉱のサイクロン重選、又は、比重選鉱の適用)によってしたいとしていることは既に述べた。この方策によれば、増処理のための設備増強は局部に止まり、電力設備増強の必要はない。6,000t/dを超える増処理には電力設備の増強を必要とする。

3.4.6 選鉱用水

選鉱用水は坑内水及び近くの河川水を新補給源とし、選鉱場内設備及びケンコー湖からの回収水を繰り返し用いている。用水量は現在でも不足気味と云われ、用水不足による選鉱休転時間が年間を通じて若干ある。用水のバランスシートは作製されていない。

3.4.7 廃滓堆積場

シグロベインテ選鉱場の重選廃石及びビクトリア選鉱場尾鉱サンドはそれぞれ地表に廃棄堆積されるが堆積場の容量及び安定性は問題ないように見られる。又、ケンコー湖については、旧廃滓処理が順調に進む限り堆積量は減少の方向をとるので容量には問題ない。ケンコー選鉱尾鉱を廃棄しているゴールデンシティ湖の容量は20百万t以上と云われ、当面の容量には問題ない。

ケンコー湖の水は循環水として選鉱に再使用されるが水量の豊富を時期には溢流水が河川に流出する。溢流水はpHが低く、かつ、鉄等のイオン含有率が高いが公共河川水質への影響度は不明である。又、廃滓堆積場の滲透水等の実態についても不明である。

3.4.8 選鉱人員及び操業原価

選鉱人員は1980年平均実績で上級係員以上5名、係員及び事務員222名、工員720名、合計947名である。

選鉱直接操業原価の1980年実績は、シグロベインテ選鉱場が同選鉱場取扱いトン当たり3US\$強、ビクトリア選鉱場が同選鉱場取扱いトン当たり約7.7US\$である。両選鉱場の精鉱含錫トン当たり直接操業原価は4547US\$(1US\$=2451b\$)である。

表3.4-06に、主要物品及び電力の原単位を示す。

表3.4-06 シグロベインテ、ビクトリア選鉱場主要原単位

| (1980年実績) | | |
|-------------|-------------|------------------|
| 主要原単位要素 | 原 単 位 | 備 考 |
| 3" ロ ッ ド | 0.52 Kg/t | ビクトリア選鉱場取扱鉱量当り |
| 4" ボ ー ル | 0.05 Kg/t | 同 上 |
| 生 石 灰 | 4.39 Kg/t | 同 上 |
| 電力(シグロベインテ) | 9.95 kwh/t | シグロベインテ選鉱場取扱鉱量当り |
| 電力(ビクトリア) | 27.50 kwh/t | ビクトリア選鉱場取扱鉱量当り |

3.4.9 ポリビアにおける研究施設(参考)

3.4.9.1 カタビ鉱山選鉱試験室

相当規模の試験室を有する。主要設備は試料調整設備(破砕機, スクリーン等), 5 Kg ボールミル, 1'φ×1'L ボールミル, 2 Kg (8"φ×6"L) ボールミル, 2"及び4" 湿式サイクロン, 1"及び2" 湿式サイクロン, 1/2" サイクロン(分離点4 μm), デンバー型浮選機(500 g, 1,000 g, 2,000 g セル付), ハンプレー・スパイラルコンセントレータ, デンバー型ジグ, ハルツジグ, ダイスターテーブル(粗粒用盤及び微粒用盤付), スーパーパンナ, 乾式磁選機, コーン型重選機, 浮気・浮選連続試験機(デンバー型ミル, スパイラル分級機, デンバー型No5浮選機バンク), 顕微鏡等である。設備はかなり老朽しており, 一部, 整備又は更新することが望ましい。又, サイクロサイザ, 遠心分離機は備えていない。検鏡試料用ブリケットは鋳物工場のものを利用している。化学分析は全成分につき可能である。

3.4.9.2 COMIBOLプロジェクト研究所

この研究所はCOMIBOLの特定プロジェクトの研究開発を目的とする。主要設備は試料用バルベライザ, 2 Kg ボールミル, 2 Kg (1'φ×2'L) ボールミル, 1 Kg (8"φ×8"L) セラミック製ボールミル, 湿式サイクロン(40 μm, 45 μm, 75 μm), 遠心分離機, デンバー型浮選機(250 g, 500 g, 1,000 g, 2,000 g セル付), 湿式ドラム型磁選機, 顕微鏡等である。いずれも最近, 購入設置したものである。ジグ及びテーブルは注文中である。検鏡試料用ブリケット, サイクロサイザは備えておらず, これを必要とする試験は検鏡のI. I. M. M. Kに依頼している。

3.4.9.3 I. I. M. M.

鉱山冶金省の研究機関である。分野は選鉱, 冶金, 分析が主体である。選鉱試験主要設備は2 Kg ミル(ロッド及びボール兼用), 湿式サイクロン, デンバー型その他の浮選機(寸法, 容量は各種ある), ハンプレー・スパイラルコンセントレータ, デンバー型ジグ, デンバー型テーブル, ウイルフレーテーブル, スーパーパンナ, 乾式磁選機(16,000 ガウス及び20,000 ガウス), 湿式磁選機, サイクロサイザ, 検鏡試料ブリケット及び研摩機, 光学顕微鏡, 電子顕微鏡, ゼータメータ, X線回折装置, 分光分析装置, 示差熱分析装置等で, いずれもほぼ新しい。以上挙げた3研究所の設備のうち最も充実している。

選鉱関係の研究内容はCOMIBOL及び民間会社の依頼試験であり, 自主研究は実施していない模様である。依頼試験の費用は技師1名, 助手2名の1組, 1ヶ月の仕事量で100 千b\$ (I. I. M. M.のコストベース, 分析費を含まない)程度と推定される。

3.4.10 ポラティリゼーション(参考)

ポリビアの錫製錬においてポラティリゼーションという語は次の技術を指す。

1) 鉱石のポラティリゼーション

低品位(3~10% Sn程度)の錫鉱に硫化鉄(硫黄源)を加え炉内で加熱すると、酸化錫が還元され沸点が降下して揮発する。この蒸気に空気を吹き込むと錫は再び酸化して沈殿するが、この工程により錫品位を高めることができる。鉱石中の一部不純成分はポラティリゼーションの成績に影響する。ポラティリゼーション工場は低品位錫精鉱(又は粗鉱)の製錬を目的として、すでに稼働を開始しているが、さらに新設する計画である。

ポラティリゼーションの実収率は品位3%程度の原鉱に対して80%とも90%とも云われるが、製錬費その他を含む経済性評価については今回は調査することができなかった。

2) 製錬工程におけるポラティリゼーション

上述の技術はポリビアの錫製錬において一番鍍からの錫の回収に利用されている。

以上に述べたポラティリゼーションの出現はポリビアの選鉱操業の指針に、今後かなりの影響を与えるものと見られる。

3.5 鉄山付属施設

3.5.1 鋳物工場

約20年前にカタビ鉄山の設備部品製作のため建設され、現在はCOMIBOL傘下全鉄山の部品供給を目的に鋳造を行っている。COMIBOL全体の鋳物需要量は約4000t/yであるがカタビ鋳物工場の供給能力は半量の2000t/yである。

現在生産している鋳物材質は低炭素鋼（ギヤ、ピニオン）、中炭素鋼（鉄車々輪）、高炭素鋼（ミルライナ）、低マンガン鋼（0.8%Mn：破砕機ライナ）、ステンレス鋼（タービン部品）、白鉄、鼠鉄、ナイハード（ポンプ部品）、ブロンズ、アルミ合金、白系メタル合金等である。溶解設備として3.5tアーク炉1基を有している。

鋳物工場は組織的にはカタビ鉄山に属するが、独立会計となっている。

3.5.2 病院

COMIBOL最大規模のカタビ病院（収容ベッド数265）に加え、シグロベインテ地区そのほかに診療所を有し、会社従業員及び地域住民の医療に当たっている。医師42名、正・准看護婦あわせて76名をはじめ多数の職員を擁し、又、看護学校が付属している。

他鉄山の入院患者をも収容しているが、ベッドの使用率は80%で、入院患者の30~50%は珪肺症を含む肺疾患である。

医師、看護婦をはじめ病院勤務者は、すべて会社従業員である。

3.5.3 学校

カタビ全地域には15以上の小学校と中等学部があり、全生徒数は約14,000名、教職員数は500名に及ぶ。教職員は、すべて会社従業員であり、教職員給与その他の教育支出は会社負担となっているが、ボリビアにおける一般地域の学校経費は国が負担しているものである。

3.6 採算

1978年~1980年の損益実績を表3.4-07に示すが、1980年には売上高の約半額に当る16百万US\$の巨額損失を計上している。このような巨額損失の直接的な原因は、近年になりその傾向が顕著となった原鉄品位の低下にあると思われる。

表 3.4-07 カタビ鉛山損益実績 (1978~1980年)

| 年 | | 1978年 | 1979年 | 1980年 |
|-----------|---------------|----------------|-----------|-----------|
| 生 | 粗 鉛 量 | t 1,432,068 | 1,266,625 | 1,296,776 |
| | 粗 鉛 品位 | Sn, % 0.38 | 0.34 | 0.32 |
| 産 | 精 鉛 量 | t 7,386 | 6,636 | 6,181 |
| | 精 鉛 品位 | Sn, % 40.07 | 38.05 | 37.02 |
| | 精 鉛 含 錫 量 | Sn, t 2,959 | 2,525 | 2,288 |
| 収 入 | | 千US\$ 34,531 | 34,695 | 34,651 |
| 原 | 直 接 勞 務 費 | ” 6,137 | 7,538 | 9,533 |
| | 間 接 勞 務 費 | ” 6,802 | 8,389 | 10,903 |
| | 物 品 費 | ” 5,511 | 6,509 | 7,682 |
| | 電 力 費 | ” 1,561 | 1,637 | 1,917 |
| | 輸 送 費 | ” 519 | 538 | 550 |
| | 旅 費 | ” 74 | 71 | 115 |
| | 諸 経 費 | ” ▲ 485 | ▲ 580 | ▲ 1,046 |
| | 支 払 鉛 石 代 | ” 483 | 320 | 311 |
| | 債 却 費 | ” 732 | 871 | 1,000 |
| | 調 整 | ” ▲ 662 | ▲ 1,099 | 39 |
| | 中 央 管 理 経 費 | ” 1,377 | 1,468 | 1,781 |
| | 金 融 費 用 | ” 2,032 | 2,179 | 2,735 |
| | COMIBOL 賦 課 金 | ” 100 | 102 | 105 |
| | 山 許 原 価 計 | ” 24,181 | 27,942 | 35,624 |
| 債 | 鉛 産 税 | ” 8,438 | 9,101 | 7,551 |
| | 一 般 税 | ” 2,547 | 2,535 | 425 |
| | 販 売 費 | ” 7,090 | 7,235 | 7,417 |
| | 総 原 価 | ” 42,255 | 46,813 | 51,016 |
| 損 益 | | ” ▲ 7,724 | ▲ 12,118 | ▲ 16,366 |
| 為 替 レ ー ト | | b\$/US\$ 20.00 | 20.00 | 24.51 |

3.7 ポリビアで検討中の再建策

3.7.1 増産

現地では増産による収益向上策を検討している。考えられている当面の規模は 6,000 t/d 程度である。選鉱増処理の方策としては、先に述べたようにシグロベインテ選鉱場の重選対象範囲を現在の $3/8'' \sim 1 1/2''$ から $0.5 \mu \sim 1 1/2''$ に広げることを考えている。 $0.5 \mu \sim 3/8''$ の粒度範囲はサイクロン重選、又はシグにより選鉱することを検討している。このためシグロベインテ選鉱場の操業現場において $-3/8''$ 鉱のシグ試験を実施中である。

3.7.2 ケンコー選鉱場の操業度改善

ケンコー選鉱場の低操業度の原因はドレッジャにあるが、これを更新したい希望を持っており、ドレッジャの性能等につき各製作会社の意見を聴している模様である。

3.7.3 旧廃滓の再処理

シグロベインテ選鉱場の旧重選廃石及びビクトリア選鉱場の旧廃滓（旧尾鉱中のサンド分）の再処理を意図し実験室試験を開始している。シグロベインテ廃石は鉱量約 22 百万 t、品位 0.27 % Sn 程度、又ビクトリア旧廃滓は鉱量約 20 百万 t、品位約 0.33 % Sn である。

3.7.4 標砂鉱床の稼行

センテナリオ地区及びカルマン地区の標砂鉱床は、前者が鉱量約 300 百万 t、品位 0.01 % Sn 程度、後者は、これより品位は高いが規模は小さく、又採掘には住民移転の問題がある（3.3.2.2 参照）。この標砂鉱床を稼行し、鉱山の収益に寄与させたい意向であることは、すでに述べた通りである。

3.7.5 設備の更新及び近代化

現選鉱場は小型、小能力機械を多数設置し、その配置も錯綜しているので（シグロベインテ選鉱場は特に著しい）、操業管理、設備管理、人員配置、建屋面積、計装化、操業原価等すべての面にわたり不都合である。又、大多数の設備は老朽しており、計装は殆んど全く実施されておられない。これらの設備を更新するとともに近代化を図りたいとする希望が強い。

3.8 調査団意見

3.8.1 技術的諸問題

3.8.1.1 現状の調査

シグロベインテ、ビクトリア両選鉱場の現状調査と調査結果の整理は充分にはなされていない。マテリアルバランス、単体分離及び粒子サイズの両者に関連する種々の技術的事項、設備の稼働、保守、能力に関する事項は今後の計画検討の基礎資料となるものであるから充分に調査する必要がある。

3.8.1.2 選鉱成績の改善

カタビ鉱山の粗鉱品位が将来とも0.3% Sn程度の低いものとする、選鉱成績の改善は鉱山経営の死命に係る致命的な課題である。再建のためのすべての技術テーマに優先し、選鉱成績の改善を研究検討し、同時にその限界を明白にすべきと思われる。

3.8.1.3 設備の更新及び近代化

設備の更新、近代化は必要と思われるが、目前の経済的メリットを何に求めるかが重要な命題である。選鉱成績の改善、生産規模の適正化、人員減、運搬系統その他の合理化による原価節減等、おそらく、そのすべてに経済的メリットを求める必要があると思われる。

又、これに関連して述べれば現状の設備管理は極めて悪い。この中にはテーブルの盤面、給鉱の分配装置等、選鉱成績に直接影響する設備の管理を含んでいる。設備更新計画検討と並んで、実行面での設備管理体制の強化が必要である。

3.8.1.4 適正規模の検討

カタビ鉱山は粗鉱品位の低下を大量生産により補う方向をとるものと思われるが、増産は品位低下の傾向を強めるから、小幅な増産は収益への寄与度が低い、場合によっては収益に対しマイナス効果のおそれもある。ここで選鉱成績の改善が重要な関与を持つことはすでに述べたが、同時に適正生産規模の視点（粗鉱量及び粗鉱品位）から検討の要がある。これは基本的に鉱床の品位別鉱量分布の特徴、採鉱方法に依存するものであるから、地質、採鉱、選鉱部門の間で打合せ検討の要があろう。

3.8.2 技術問題検討結果の評価の視点

前項までに述べたような技術の選択変更（改善）の結果に対しては私企業経営の観点から通常の経済評価が必要であろう。評価の結論が私企業として成立し難いと判断される場合においては、次の諸点が考慮されなければならない。

1) 高額（高率）の鉱産税

鉱産税の算定方法は複雑であると云われるが、表3.4-07に見られる通り、収入のほ

は25%に相当する鉱産税を課せられている。鉱産税を通じての国民への寄与は考慮されなければならない点である。

2) 学 校

ボリビアにおいては一般に学校教育は、その費用を国が負担しているが、鉱山地区では国に代って鉱山が負担している。

3) 病 院

鉱山付属施設として病院を運営し鉱山従業員のみならず地域住民の医療に当たっている。病院経営の収支は赤字と推定され、これは鉱山の負担となっている。

2)、3)に挙げたような教育のための費用、医療のための費用は一般私企業は負担していない性質のものである。

4) 雇用問題

錫が輸出に占める位置を考慮すると、鉱山の生産規模縮小、又は事業閉鎖は国際収支の面でも問題を生ずるが、これを国民の雇用の面から見た場合、他に有力な産業がないことから失業を招くと推定される。

以上に挙げた1)～4)のほか国に代って行っている費用負担あるいは社会への貢献は他にもあると推定されるので(一般税、売鉱条件によっては製錬公社を通じての貢献等)、これらの点を定性的にも定量的にも明白にし、このような国民経済的視点に立つての評価が必要である。COMIBOLの国家的性格からすると、むしろ、この視点に立つての評価が重要と思われる。そのため場合によっては国民経済的機会費用を用いる等の評価手法が必要であろう。

以上に述べた観点はカタピ問題全体の評価のみならず個々の技術テーマの評価に当たっても必要と思われる。

4. 収集資料一覧

- (1) Banco Central De Bolivia (1980): Memoria Anual Gestión 1979
- (2) Banco Central De Bolivia (1980): Boletín Estadístico No. 239
- (3) Corporación Minera de Bolivia (1980): Memoria Anual 1977
- (4) Empresa Nacional De Fundaciones (1979): Resumen de Operaciones y Proyectos de la Empresa Nacional de Fundaciones
- (5) Empresa Nacional de Fundaciones (1981): Memoria Técnica
- (6) Ministerio de Minería y Metalurgia (1980): Anuario Estadístico Minero 1979
- (7) Ministerio de Minería y Metalurgia (1980): Boletín de Comercio Exterior 1980 No. 83
- (8) Ministerio de Minas y Petróleo (1964): Los Yacimientos y de Hidrocarburos de Bolivia, Boletín No. 5 (Especial)
- (9) Ministerio de Planeamiento y Coordinación (1979): Plan Anual Operativo 1979, Tomo I, II, Resumen.
- (10) Ministerio de Minería y Metalurgia (1980): Investigaciones Geotérmicas en Bolivia
- (11) Servicio Geológico de Bolivia (1978): Mapa Geológico de Bolivia, Escala 1 : 1,000,000.
- (12) Servicio Geológico de Bolivia (1979): Mineralización de los Andes Bolivianos con Relación a la Placa de Nazca, Serie Sensores Remotos 4, Mapa 1 Lineamientos y Cuerpos Intrusivos de los Andes Bolivianos,
2 Fajas Mineralizadas de los Andes Bolivianos,
3 Metalogénesis de los Andes Bolivianos, su relación con la Placa de Nazca, Escala 1 : 1,000,000.
- (13) Instituto Geográfico Militar (1971): Mapa Gravimétrico de Bolivia, Escala 1 : 2,500,000.
- (14) Instituto Geográfico Militar (1975): Carta Intensidad Total (F) de Bolivia, Escala 1 : 2,500,000.
- (15) Instituto Geográfico Militar (1975): Carta Isoclina (I) de Bolivia, Escala 1 : 2,500,000.
- (16) Instituto Geográfico Militar (1975): Carta Isodinámica de Bolivia, Escala 1 : 2,500,000.
- (17) Instituto Geográfico Militar (1975): Carta Isogónica de Bolivia, Escala 1 : 2,500,000.

- (18) Corquirí, Hoja 6141 I., Carta Nacional Bolivia (1 : 50,000)
- (19) Huanuni, Hoja 6239 III., Carta Nacional Bolivia (1 : 50,000)
- (20) Oruro, Hoja 6140 II., Carta Nacional Bolivia (1 : 50,000)
- (21) Uncia, Hoja 6238 I., Carta Nacional Bolivia (1 : 50,000)

I N D I C EDATOS SUMINISTRADOS A MISION JICA PARA EL ESTUDIO DE MODERNIZACION OPERACIONES EN LA EMPRESA MINERA CATAVI

| <u>ORGANIZACION - UBICACION - HISTORIA</u> | <u>Hoja No.</u> |
|--|-----------------|
| Cuadro de Organización de Empresa Minera Catavi | 1 |
| Plano de Stock Llallagua | 2 |
| Gráfica de Alturas sobre el nivel del mar | 3 |
| Ubicación y breve historial de la Empresa | 3 a 11 |
| Gráfica de Proyección Vertical de Cuadros Buzones Mina | 12 |
| <u>M I N A</u> | |
| Gráfica tamaño grande de la Proyección vertical Cuadros, Buzones y Blocks en Interior Mina | 13 |
| Historial de Datos Básicos de Block Caving | 14 |
| <u>Avances</u> Programación sobre Desarrollo Horizontal y Reconocimiento .. | 15 |
| Resumen de avances en metros lineales | 16 |
| Reconocimientos y Desarrollos | 17 |
| Producción: Producción Mina y Desmontes por grupos | 18 |
| Producción y Extracción de mineral interior mina | 19 |
| Extracción de mineral mina y desmontes | 20 |
| Transporte de mineral interior mina a Planta sink and float | 21 |
| PRODUCCION DE Sn. FINO EXPORTABLE EMPRESA DESDE 1925-1980 | 22 |
| Producción de mineral por grupos | 23 |
| Producción total de Barrillas | 24 |
| <u>Personal:</u> Personal de trabajadores en Planilla Empresa | 25 |
| Personal en trabajo y rendimiento Mina | 26 |
| <u>Consumo:</u> Compresoras mina y exterior | 27 |
| Consumo de Barrenos y Aire comprimido - Energía Eléctrica Mina | 28 |
| Consumo de Explosivos Mina | 29 |
| Consumo de Cemento en interior mina | 30 |
| Carros mineros y Palas neumáticas | 31 |
| Cuadro demostrativo de Máquinas Perforadoras Mina | 32 |
| Locomotoras eléctricas | 33 |
| Consumo de mangueras | 34 |
| Ventiladoras Interior Mina | 35 |
| Datos técnicos de Winches y Cables | 36 |
| Cantidad de ensayos de muestras en Laboratorio de Ensayos Empresa ... | 37 |

G E O L O G I A

Informe de Reservas elaborado por el Depto. Geológico de Empresa, contiene Ley mínima económica Cut-Off, Peso específico, factor de corrección, clasificación de Bloques en Vetas Sólidas, Reservas en Masivos, Block San Fermín, Planta 24, Beza 26, Bayona 25, Anímas, 8-C, Taqueos, Existencias, Desmontés, Venerós, Relaves, Balance de Reservas, Plano geológico nivel 383 38 a 57

Programa de labores para 1980 y el Programa Trienal de labores 1980-1981-1982 58 a 67

PLANTAS E INGENIOS

Planta Sink & Float: Flujograma esquemático con balance de material alimentado en Planta Sink and Float 68

Flow Sheet Planta Sink and Float 69

Gráfica del tonelaje tratado Planta Sink and Float 70

Gráfica de leyes, Cabezas mina, y Colas 71

Gráfica de Recuperaciones y descarte Planta Sink and Float 72

Ingenio Victoria: Flow Sheet Ingenio Victoria 73

Diagrama Esquemático Ingenio Victoria hasta Clasificador

Fahrenwall 73 a.

Informe de Operaciones del Ingenio Victoria 74 a 86

Planta Flotación Casiterita Kenko:

Balance metalúrgico Planta Flotación Casiterita Kenko 87

Informe operaciones Planta Flotación Casiterita Kenko 88 a 98

Cuadros estadísticos de Planta Flotación Casiterita Kenko 97 a 104

FINANZAS

| | |
|---|-----|
| Resumen mensual de Producción y Costos de Barrillas de Estaño hasta Puerto | 105 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina de Sección Mina | 106 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina " Preconcentración | 107 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina Kenko | 108 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina Ingenio | 109 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina Energía y Servicios A | 110 |
| Costo de Operaciones Puesto Mina Administración | 111 |

OTROS BLOCK GRAN CENTRAL Y PARALELA

| | |
|--|-----|
| Planos de Superficie del Stock Llallagua | 112 |
| Corte B-B perfil geológico del Stock Llallagua | 113 |

SIGUE BLOCK GRAN CENTRAL Y PARALELA

| | |
|--|-----------|
| Planos niveles 411 - 551 Recomendaciones de trabajo y muestreo para evaluación Blocks Central y Paralela | 114 - 115 |
| Proyecto para Sistema de transporte e instalación de Servicios en Block Central y Paralela | 116 |
| Proyecto Block Paralela en diferentes niveles (Sistema Trackless Alternativa "B") | 117 - 121 |
| Proyecto Block Caving Paralela Combinado (alternativa "C")..... | 122 - 128 |
| Nivel 650 Galerías y Buzones principales para Block Caving Paralela y Central | 127 |
| <u>Otros:</u> Aspecto Social, viviendas, sanidad y educación | 128 - 134 |

(Catavi, 16 de febrero de 1981)

I N D I C E

DATOS SUMINISTRADOS A MISION JICA SOBRE LAS OPERACIONES EN LAS PLANTAS E INGENIO DE EMPRESA MINERA CATAVI

| <u>D E S C R I P C I O N</u> | <u>Hoja No.</u> |
|--|-----------------|
| Flujograma esquemático con Balance de material alimentado de Planta Sink and Flota | 1 |
| Gráfica de tonelaje tratado en la Planta Sink & Float ... | 2 |
| Gráfica de leyes: cabeza mina, preconcentración y colas de Planta Sink and Float | 3 |
| Gráfica de Recuperaciones y Descartes Planta Sink & Float | |
| Flow Sheet de Planta Sink and Float | 5 a 7 |
| Informe operaciones de Ingenio Victoria gestión 1980 | 8 a 21 |
| Flow Sheet de Ingenio Victoria | 22 a 24 |
| Balance Metalúrgico Planta Flotación Casiterita Kenko - ... | 25 |
| Informe operaciones Planta Flotación Casiterita Kenko | 26 a 43 |
| Flow Sheet Planta Flotación Casiterita Kenko | 44 a 26 |

(Catavi, 26 de febrero de 1981)

OIROS

Yacimiento Aluvional de Estano el Centenario

(23) HUANUNI 鉱山入手資料ⁱⁱ⁽³⁾

| | |
|--|----|
| MAPA FOTOGEOLOGICO DE LA REGION COMPRENDIDA ENTRE CATAVI Y JAPO | 1 |
| PERFILES IDEALIZADOS | 2 |
| RESUMEN DE RESERVAS DE MINERAL DE Sn. AL 31-XII-80 | 3 |
| RESERVAS COMPARATIVAS AL-31-XII-80 | 4 |
| PROGRAMA DE RECONOCIMIENTO Y DESARROLLO. (GESTION 1981) | 5 |
| PROGRAMA DE EXPLORACION A DIAMANTINA (GESTION 1981) | 6 |
| PROGRAMA DE EXPLORACION RECONOCIMIENTO Y DESARROLLO NIVEL - 160 PROMETEDORA AÑO 1981 | 7 |
| PROGRAMA DE EXPLORACION RECONOCIMIENTO Y DESARROLLO NIVEL - 120 PATIÑO AÑO 1981 | 8 |
| PROGRAMA DE EXPLORACION RECONOCIMIENTO Y DESARROLLO NIVEL -80 PATIÑO AÑO 1981 | 9 |
| CORTE LONGITUDINAL DE SUD A NORTE UBICACION DE BUZONES CAJA Y BROZA | 10 |
| PROYECTO NIVEL -160 PATIÑO ZONA PROMETEDORA | 11 |
| PLANO GENERAL DE "HUANUNI" | 12 |
| CAPACIDAD COMPRESORAS | 13 |
| INVENTARIO GENERAL DE EXISTENCIAS DE "CARROS METALEROS" DE MINA, "EN TRABAJO" Y "FUERA DE SERVICIO": AL 15 DE OCTUBRE DE 1980 | 14 |
| LISTA DE SHOVEL | 15 |
| DETALLE INVENTARIADO DE "PALAS CARGADORAS NEUMATICAS" DE LA EMPRESA MINERA HUANUNI, AL 6 DE FEBRERO DE 1981 | 16 |
| RESUMEN MENSUAL DE MAQUINAS PERFORADORAS CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO DE 1981 | 17 |
| CUADRO GENERAL DE WINCHES EN TRABAJO E.M.H. | 18 |
| FLUJOGRAMA DEL INGENIO STA. ELENA | 19 |
| ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA MINERA HUANUNI | 20 |
| PRODUCCION ESTAÑO PROGRAMADAS, REALES Y DIFERENCIAS AÑO 1975, 1976, 1977, 1978, 1979 Y 1980 (MESES DE ENERO A OCTUBRE) | 21 |
| PRODUCCION ESTAÑO PROGRAMADAS, REALES Y DIFERENCIAS AÑOS 1975, 1976, 1977, 1978, 1979 Y 1980 (MESES DE ENERO A OCTUBRE) | 22 |

| | |
|--|----|
| EMPRESA MINERA HUANUNI | |
| PERSONAL EN PLANILLA AL 31 DE ENERO DE 1981 | 23 |
| MINERAL TRATADO TONELADAS MENSUALES | 24 |
| PRODUCCION BARRILLA TONELADAS MENSUALES INGENIO, CASITERITA, MINA Y DECOMISOS | 25 |
| PRODUCCION BARRILLA TONELADAS MENSUALES INGENIO Y PLANTA DE CASITERITA | 26 |
| LEYES Y RECUPERACIONES, RELACION MENSUAL | 27 |
| PRODUCCION TONELADAS METRICAS FINAS AÑO 1980 | 28 |
| COSTO DE PRODUCCION Y RESULTADOS DE OPERACIONES MINERAS AÑO 1980 EMPRESA MINERA HUANUNI | 29 |
| INFORME ANUAL SOBRE OPERACION MINA GESTION 1980 | 30 |

Others: Yacimiento Aluvional de Estaño Verde

(24) SANTA FE 鉄山入手資料^{註(3)}

| | |
|--|----|
| ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO GEOLOGICO | 1 |
| INFORME DE RESERVAS | 2 |
| RESUMEN GENERAL DE RESERVAS DE MINERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980 SECCION SANTA FE | 3 |
| RESUMEN GENERAL DE RESERVAS DE MINERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980 SECCION MOROCOCALA | 4 |
| RESUMEN GENERAL DE RESERVAS DE MINERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980 SECCION JAPO | 5 |
| RESUMEN GENERAL DE RESERVAS DE MINERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980 TOTAL EMPRESA | 6 |
| RESERVAS EN MASIVO PORVENIR (T.M.S.) | 7 |
| DEPTO. DE GEOLOGIA PROGRAMA DE OPERACIONES GEOLOGICAS 1981 EXPLORACION A DIAMANTINA | 8 |
| SECCION SANTA FE NIVEL 140 PROYECTOS DE EXPLORACION Y DESARROLLO | 9 |
| SECCION SANTA FE NIVEL -108 -140 -170 -200 PROGRAMA DE PROYECTOS GESTION 1981 | 10 |
| SECCION MOROCOCALA NIVEL -250 -280 PROGRAMA DE PROYECTOS GESTION 1981 | 11 |
| GRAFICAS DEMOSTRATIVAS DE TONEIADAS FINAS PRODUCIDAS Y % RECUPERACION INGENIO SANTA FE 1980 | 12 |
| BALANCE METALURGICO INGENIO SANTA FE (APROXIMADO) | 13 |
| FLUJOGRAMA INGENIO MOROCOCALA | 14 |
| AMPLIACION INGENIO | 15 |
| FLUJOGRAMA INGENIO SANTA FE | 16 |
| FLOW SHEET DEL INGENIO SANTA FE | 17 |
| BALANCE METALURGICO INGENIO JAPO (APROXIMADO) | 18 |
| PRODUCCION DE MINERAL DESDE 1977-1980 | 19 |
| FLUJOGRAMA INGENIO JAPO | 20 |

| | |
|--|----|
| FLUJOGRAMA DEL INGENIO JAPO CAPACIDAD 180 TONS/DIA | 21 |
| LEY DE CABEZA Y TONELAJE TRATADO EN INGENIO MOROCOCALA | 22 |
| T.M.F. Y Z R INGENIO MOROCOCALA | 23 |
| FLUJOGRAMA INGENIO MOROCOCALA | 24 |
| FLOW SHEET DEL INGENIO MOROCOCALA | 25 |
| COMENTARIO | 26 |
| 1. INGENIO SANTA FE | |
| 2. OPERACIONES MINA | |
| 3. POSICION, LOCALIZACION Y UBICACION DE INSTALACIONES | |
| 4. MATERIALES | |
| 5. PROGRAMA DEL COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA 1981 | |
| SECCION SANTA FE | 27 |
| POSICION, LOCALIZACION, Y UBICACION | |
| INSTALACIONES MINA EN SUPERFICIE | |
| DIAGRAMA DE TRANSPORTE Y EXTRACCION DE MINERAL | 28 |
| SECCION MOROCOCALA | 29 |
| POSICION, LOCALIZACION, Y UBICACION | |
| INSTALACIONES MINA EN SUPERFICIE | |
| DIAGRAMA DE TRANSPORTE Y EXTRACCION DE MINERAL | 30 |
| SECCION MOROCOCALA | |
| SECCION JAPO | 31 |
| POSICION, LOCALIZACION, Y UBICACION | |
| INSTALACIONES MINA EN SUPERFICIE | |
| DIAGRAMA DE TRANSPORTE Y EXTRACCION DE MINERAL "SECCION JAPO" | 32 |
| DEPARTAMENTO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL | 33 |
| EMPRESA MINERA SANTA FE | |
| ORGANIGRAMA EMPRESA MINERA SANTA FE | 34 |
| TOTAL COSTO INGENIO, POR TONS, MINERAL TRATADO | 35 |
| COSTO POR TONELADA METRICA MINERAL "Sn" EXTRAIDO | 36 |
| CUADRO DEMOSTRATIVO DE PRODUCCION MENSUAL "ESTAO" INGENIO SEGUN | |
| PRESUPUESTO PRODUCCION Y CUT-OFF EN LA EMPRESA MINERA SANTA FE | 37 |
| INGRESOS Y GASTOS POR HORA DE TRABAJO | 38 |

| | |
|--|----|
| INGRESOS Y GASTOS POR HORA DE TRABAJO | 38 |
| PERDIDA EN INGRESOS (VALOR PLANTA) POR PARO DE LABORES EN INGENIOS -AÑO 1980 | 39 |
| COSTO POR UNIDAD DE VENTA "ESTAÑO" - LIBRA FINA | 40 |
| PORCIENTO RECUPERACION INGENIO | 41 |
| COSTO POR METRO DE AVANCE EN DESARROLLO VERTICAL | 42 |
| AVALUACION Y RESULTADOS MENSUALES DE LA PRODUCCION "ESTAÑO" EN LA EMPRESA MINERA SANTA FE | 43 |
| COMPARACION DE COSTOS DE PRODUCCION EN LA EMPRESA MINERA "CRUPO SANTA FE" ENTRE LOS MESES DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1980 | 44 |
| COSTO DE PRODUCCION DE MINERAL DE ESTAÑO | 45 |
| INFORME CONSUMO ENERGIA ELECTRICA DE SECCION SANTA FE Y BOLIVIAN POWER CO. | 46 |
| RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS GEOLOGICOS AREA SANTA FE-JAPO ING. H. CLAURE 1979 | 47 |

(25) COLQUIRI 鉱山人手資料^{註(3)}

| | |
|---|---------|
| INFORME ANUAL AÑO 1980 (Depto Geologico) | 1 |
| RESUMEN COMPARATIVO DE RESERVAS DE MINERAL DE ZINC PRO TIPOS Y AÑOS | 2 |
| RESERVAS COMPARATIVAS POR AÑOS SON RESERVAS AL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO-TONS. METRICAS SECAS CON LEY CORREGIDA | 3 |
| PAIAS MECANICAS NEUMATICAS AUTOLOADER EN ACTUAL SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO 1981 | 4 - 1 |
| MAQUINAS PERFORADORAS EN ACTUAL SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO DE 1981 | 4 - 2 |
| WINCHES NEUMATICOS EN ACTUAL SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO DE 1981 | 4 - 3 |
| CARROS METALEROS | 5 |
| DATOS TECNICOS WINCHES Y CABLES | 6 |
| ESQUEMA IDEAL DE BUZONES PRINCIPALES DE MINERAL (MINA) | 7 |
| ESQUEMA DE BUZONES DE MINERAL <u>INTERIOR MINA</u> | 8 |
| MOVIMIENTO DEL INGENIO, MINERAL TRATADO Y PRODUCCION | 9 |
| BALANCE METALURGICO DE LOS AÑOS 1978, 1979, 1980 | 10-1, 2 |
| (PRODUCCION DE Sn) | |
| BALANCE METALURGICO DE LOS AÑOS 1978, 1979, 1980 | 10-3 |
| (PRODUCCION DE Zn) | |
| PRODUCCION Sn. OTRAS FUENTES Y WOLFRAM AÑOS 1978, 1979, 1980 | 10-4 |
| DETAILE DE GANANCIAS O PERDIDAS ESTABLECIDAS EN LAS LIQUIDACIONES MENSUALES DE MINERALES | 11 |

| | |
|--|------|
| MINERAL DE ESTAÑO - EMPRESA | 12 |
| INFORME DE LA PRODUCCION DE ZINC | 13 |
| MINERAL COMPRADO - ESTAÑO (1980) WOLFRAM | 14 |
| MINERAL DE ESTAÑO - EMPRESA (1979) PRODUCCION DE ZINC Y PLATA (1979) | 15 |
| MINERAL COMPRADO - ESTAÑO WOLFRAM | 16 |
| MINERAL COMPRADO - ESTARO WOLFRAM | 17 |
| MINERAL DE ESTAÑO - EMPRESA (1978) PRODUCCION DE ZINC Y PLATA (1978) | 18 |
| PLANO COMBINADO AREA COLQUIRI | 19 |
| DIAMANTINAS Nº 900-902 HACIA PROFUNDIDAD | 20 |
| SECCION LONGITUDINAL | 21 |
| PLANO DE NIVEL 325 M | 22 |
| FLUJOGRAMA DE INGENIO | 23-1 |
| FLOWSHEET PROPUESTO PARA EL REMODELAMIENTO DE LAS SECCIONES DE PRECONCENTRACION Y MOLIENDA DEL INGENIO "SAN JUANILLO" | 23-2 |
| FLUJOGRAMA INGENIO SAN JUANILLO CAPACIDAD 2.200 TONS. POR DIA | 24 |
| ORGANIGRAMA DE FUNCIONES ADMINISTRATIVAS | 25 |
| FLUJOGRAMA IDEAL DE INGENIO | 26 |
| HORNUNI | |

注(3)：本収集資料リスト中(22)～(25)の各鉱山入手資料はこの事前調査での現地予察調査時、各鉱業所からそれぞれ当事前調査団あて1組、鉱山冶金省担当官あて1組が提出されたものの目次を再録・作成し掲げたものである。

- (26) C. Aguitar M. (1968): Informe No.76 "Balance Metalúrgico-Planta de Flotación de Casiterita de Sigto XX-E.M. Catavi"
- (27) Abel Rojas U. (1972): Informe No.373 "Balance Metalúrgico-Sección Lamas Planta Sink and Float-E. M. Catavi"
- (28) Div. de Investigaci6n B6sicas (1978): Informe No.852 "Recuperaci6n de particulas ultrafinas de Casiterita de las colas lamas del Ingenio Victoria de Catavi"
- (29) Depto. de Concentraci6n Div. de Investigaci6n y Experimentaci6n (1980): Informe No.965 "Preparaci6n de Precencontrados para Volatilizaci6n de las colas-arenas antiguas de la E.M. Catavi"
- (30) Depto. de Concentraci6n, Div. de Investegaci6n y Expermentaci6n (1980): Informe No.918" Estudio Pretimunar can la muesta Calas-Arenas Antiques del Ingenio Victoria-E.M. Catavi"

注(3) : 本収集資料リスト中(22)~(25)の各鉍山入手資料はこの事前調査での現地予察調査時、各鉍業所からそれぞれ当事前調査団あて1組、鉍山冶金省担当官あて1組が提出されたものの目次を再録・作成し掲げたものである。

5. 面会者一覧

5.1 Ministerio de Minería Y Metalurgia

Oficinas Centrales:
Av. 16 de Julio, 1769, La Paz,
Bolivia

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Cnl. Carlos Morales Nuñez | Ministero |
| Ing. Guillermo Murgia | Subsecretario |
| Ing. Orlando Salvatierra Mendez | Jefe Departamento Geologico |
| Ing. Victor Castillo Simbron | Jefe Departamento No Metalicos |

5.2 Corporacion Minera de Bolivia (COMIBOL)

Casillas 349-674Y1414
La Paz, Bolivia

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Gral. Abel Martinez | Gerente General |
| Ing. Arnaldo Riveros | Gerente Técnico |
| Ing. Gilberto Hurtado | Subgerente de Proyectos |
| Ing. Narciso Cardozo | Asesor de Proyectos |
| Ing. Estaban Bertsch | Supervisor Mantenimiento Ingenios |
| Ing. Mauricio Valdez | Traductor |
| Ing. Cesar Mercado | Gerente Grupo Central |
| Ing. Francisco Bermudez | Asesor Metalurgista |

5.3 Empresa Minera Catavi (カタビ鉱山)

COMIBOL, Empresa Minera Catavi,
Catavi, Bolivia

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Ing. Walter Garcia R. | Gerente |
| Ing. Alfredo Inculló Vaca Guzman | Mine Superintendente |
| Ing. Jorge Flores D. | Jefe, Depto. Geologico |
| Ing. Oscar Tapia C. | Sub-gerencia de Geologia |
| Ing. Luis Alberto Parra | |

5.4 Empresa Minera Huanani (ワヌニ鉱山)

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| Ing. Boris Ruscevic | Gerente |
| Ing. Abdon Flores | Subgerente |
| Ing. Manuel Deanna Ardez | Jefe Geologo |
| Ing. Joego Asebey Molsles | Geologo Seccional |
| Ing. Aiberto Daniagus Chavez | Geologo Seccional |
| Ing. Victor Taboazs M. | Superintendente Mina |
| Ing. Luis Lecler | Superintendente Ingenio |

5.5 Empresa Minera Santa Fé (サンタフェ鉱山)

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Ing. Manuel Garcia | Gerente |
| Ing. Guillermo Salamanca | Superintendente Mina |

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| Ing. Fernando Ruiz | Superintendente Ingenio |
| Ing. Marcos Brayo | Jefe Dpto. Higiene Y Seugrese |
| Ing. Frandlin Lafente | Surgente |
| Ing. Mario Sanchez | Jefe Geologo |
| Ing. Pedro Lopez | Geologo Seccional |

5.6 Empresa Minera Colquiri (コルキリ鉱山)

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Ing. Walter Rivera | Cerente |
| Ing. Javier Villegas | Superintendente Ingenio |
| Ing. Ciprian Mirayas | Superintendente Negocios |
| Ing. Judian Bersejs | Jefe Geologo |
| Ing. Carlos Collazos | Superintendente Mina |
| Ing. Jose Montes | Subgerente |

5.7 Empresa National de Fundicion (ENAF-製錬会社)

Casilla 4301, La Paz, Bolivia

| | |
|-------------------|-------------------|
| Ing. Luis Montoya | Cerente Técnico |
| Ing. Oscar Ticona | Jefe de Proyectos |

5.8 Instituto de Investigaciones Minero-Metalúrgicas (IIMM-錫山冶金研究所)

**Junín No.1037, Casilla 600,
Oruro, Bolivia**

Ing. Mario Paulsen Tejada Director Ejecutivo

5.9 在ボリヴィア日本大使館

P. O. Box. 2725 Calle Sanchez Lima,
462400. La Paz, Bolivia

| | |
|---------|--------|
| 林 屋 永 吉 | 特命全権大使 |
| 高 畑 敏 男 | 参 事 官 |
| 渡 辺 俊 夫 | 一等書記官 |

5.10 JICA駐在事務所

住所：大使館気付

| | |
|---------|--------------|
| 梅 沢 賢 浩 | ラパス駐在，業務第一課長 |
| 吉 永 寇 生 | 同上駐在員 |

5.11 JICA派遣専門家

| | |
|-----------|-------------------------|
| 佐 原 猛 | (COMIBOL) |
| 大 日 方 司 郎 | (同 上) |
| 根 建 心 具 | (サン・アンドレアス大学，鉱床地質学教室) |
| 草 埜 功 | (同 上) |

6. ボリヴィア 共和国 鉱山施設近代化計画調査仕様書（案）

6.1 背景

ボリヴィア共和国の輸出総額の約70%は錫、銀、亜鉛、タングステン、アンチモニー等を主とする鉱産物であり、特に錫は、このうち68%を占め、当国経済にとり重要な産物である。これら鉱種の鉱山、特に大規模鉱山は、ボリビア国々営企業体である鉱山公社（La Corporacion Minera de Bolivia, 略称COMIBOL）に所属するものの、黒字経営の鉱山数は限られており、COMIBOLの財務状態は必ずしも順調とは言えない。

その原因は鉱石品位の低下、鉱山施設の老朽化等による生産コストの上昇とみられるが、当国にとり鉱山業は前述の如く極めて重要な位置にあり、この各鉱山の経営改善とCOMIBOLの財務状態の改善は重要な課題となっている。

一方、同国は、ボリバル鉱山のパイロットプラント、サンビセンテ及びグランチャョカヤの協力調査をはじめとする我が国の技術能力と実績を高く評価している。

以上を背景としてCOMIBOL総裁より在ボリヴィア林屋大使を通じ、昭和55年4月17日付文書にて、COMIBOL所属の鉱山の施設の更新、近代化のプラン作成のために、日本からの調査団派遣を要請してきた。

これを受けて、日本政府は、国際協力事業団を通じ、昭和56年2月3日～同年3月4日の30日間、同国に事前調査団を派遣し、先方の要請内容を確認すると共に、日本の今後の協力についてCOMIBOLと協議した。

その結果、COMIBOL所属のカタビ鉱山を選定して近代化に関するモデルプランを作成することで合意し、Scope of Workが調印された。

6.2 全体計画

ボリヴィア国の経済、社会等の情勢を考慮し、カタビ鉱山を対象にその現状を把握し、同鉱山近代化計画を策定すると共にその同国経済、社会等の発展への影響及び貢献を考察する。併せて今後の同様調査手法につき問題点、改善点を考察する。

調査は2年度にわたる。初年度である昭和56年度は主に必要な選鉱試験を含む技術的基礎調査とし、現地調査は7～8名程度の専門家よりなる調査団で実施することとする。その期間は2～6カ月、国内解析はそれに引き続く約2カ月間とする。

その結果は中間報告としてまとめられ、その英文ドラフトをCOMIBOLに対して説明し、それに基づき次年度の調査の計画を策定する。その時期は昭和57年3月頃とする。中間報告書の提出期限は昭和57年3月1日とする。昭和57年度の調査は、前年度の結果を踏まえて計画するものとするが、実施する場合は次のようにする。

現地調査は6～7名程度の専門家より成る調査団で実施することとし、その期間は約3カ月間、国内解析はそれに引続く約4カ月とする。

その結果は最終報告として纏められ、その英文ドラフトをCOMIBOLに対し、昭和57年12月頃説明するものとする。最終報告書提出期限は昭和58年3月1日とする。

6.3 調査の概要

調査内容：カタビ鉱山近代化のための課題は多岐にわたるが、その中で最優先されるのは、同鉱山の現状から探査・採鉱・選鉱、特に選鉱の技術的諸問題の解明が必要である。従って本調査は2段階に分け、第1段階において主にこれら技術的諸問題の解明と解決を図り、その結果を踏まえ、第2段階で鉱山近代化計画を策定するものとする（調査内容は仕様書参照）。

- 昭和56年度（基礎調査段階）：主として既存データの検討と所要の諸試験を通じての基礎的調査を実施し、その結果に基づき近代化計画の大概を策定する。
- 昭和57年度（近代化計画段階）：前年度結果に基づき、総合的近代化計画の策定とその経済性の評価、更に社会等への貢献と影響の考察及び将来の同様調査手法についての考察。

報告書：昭和57年3月1日までに和・英文中間報告書ドラフト完成、3月中に現地英文ドラフト説明並びに次年度計画の作成。

昭和57年12月1日までに和・英文最終報告書ドラフト完成、12月中に現地報告。58年3月1日までに最終報告書提出。部数は各年度とも和・英文各50部。

6.4 技術仕様

1. 調査目的：COMIBOLから提案された鉱山についてボリビアの経済社会等の情勢を考慮しつつ、同鉱山及び同鉱山の事業活動に關与する諸要因の現状を把握して、同鉱山近代化計画を策定する。本近代化計画の経済評価を行うと共に、本近代化が同国の経済、社会等の発展にいかなる貢献をするか、又影響を与えるかを考察する。又、将来の同様調査手法につき問題点、改善点について考察する。

2. 調査対象鉱山：カタビ鉱山（Empresa Minera Catavi）

所在地：Provincia Bustillos del departamento de Potosí

3. 鉱山概要：カタビ鉱山はCOMIBOL経営のボリビア国最大規模の錫鉱山で、同国鉱山界のシンボルの存在である。

1872年の開山以来の総産出金属量は50万t以上と言われ、現在は人員約

5,000を擁し、約5,000t/dayの処理を行っている。

鉱床は古生代堆積岩類に貫入した第三紀斑状岩中に胚胎するゼノサーマル型鉱脈鉱床で、鉱石鉱物は錫石である。採鉱法は主鉱脈群については、シュリングージ法を採用しているが、これら鉱脈の枯渇化に伴い、細脈群を対象としたブロックレーピング法が現在の主力となっている。選鉱場は2ヶ所に分かれており、塊鉱の重選、細粒の比重選鉱及び微粒の浮選を行っている。その他に旧選鉱尾鉱よりの再回収のための独立プラントを有している。

4. 調査業務：調査目的に鑑み、調査を2段階に分けて行う。

その内容は下記の通り。

(I) 第1年度(第1段階)の調査概要

i) 採査関係：○既存資料による鉱量品位の再評価を行い、将来の適正生産規模の決定に供する。これには坑内、漂砂、再処理対象の廃滓等全て含む。

○採鉱余地の検討とその最適採鉱方法の立案(コストと工程)

○上記調査に必要な岩石、鉱石試料の採取と研究・分析。分析は現地で分析することとし、分析成分は目的に応じて適宜決定する。(一部を国内チェック分析する)。代表的な岩石・鉱石試料について顕微鏡観察を行う。

ii) 採鉱関係：○本鉱山における採鉱計画と実態に関する調査

○今後の採鉱計画のために通気の現状を把握し、データのコンピューター入力化する。これには自然通気も考慮する。

○漂砂鉱床の採鉱計画立案と開発の可否の検討

iii) 選鉱関係：○現状調査

操業条件及び操業成績、設備の能力及び稼行状況並びに主要物品、電力・用水等の使用量、操業原価等、選鉱操業の実態調査

○選鉱試験

摩鉱、分級、比重選鉱、浮選等の必要選鉱試験の実施及び最適操業条件と操業成績の予想

○旧廃滓、漂砂鉱床の処理

シグロベインテ旧廃滓、ピクトリア旧廃滓、漂砂鉱床処理に関する必要選鉱試験の実施及び最適操業条件と成績の予想

○重液選鉱、錫浮選等の部門の採算への影響

○処理系統

以上の調査、研究の結果に基づき鉱石処理工程と処理系統の決定

iv) 総合解析：○上記調査結果に加え、必要な他部門等の予備調査を総合し、近代化計画の内容及び採算性等の概略を検討する。又第2年度の近代化計画策定の調査計画を立案する。

(2) 第2年度(第2段階)の調査概要

i) 前年度の結果及び少なくとも次の項目についてこの総合的近代化計画を策定する。

a) 適正生産規模と1983年以後10年間の生産計画

(大型ブロックケーシングの採算計画、ケンコー選鉱場、シグロベインテ田廃石、ビクトリア田廃石、セントナリオ鉱床及びカルメン鉱床の稼行検討結果を含む)

b) 所要設備の仕様及び台数の決定

c) 設備配置の決定及び配置図の作製

d) 所要起業工事計画の策定及び起業費の予想

e) 起業工事工程計画の策定

f) 1983年から始まる10年間の追加起業工事計画の策定及び起業費の予想

g) 人員配置及び人員計画の策定

h) 原価の予想

i) 1983年から始まる10年間の採算及び資金収支の予想並びにこれに基づくプロジェクト評価の実施

j) 作業環境の調査及び予測

k) 公害源の実態調査及び予測

ii) 上記の総合的近代化計画のボリヴィア国の社会、経済等に及ぼす影響及び貢献についての考察

iii) ボリヴィア国で行う今後の同様調査手法につき問題点、改善点についての考察