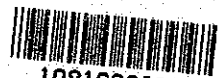


メキシコ合衆国
CFM選鉱場近代化計画
ファイナルレポート
要約

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1081002161

90929

メキシコ合衆国
CFM選鉱場近代化計画
ファイナルレポート
要約

平成2年3月

国際協力事業団



国際協力事業団

20929

目 次

	ページ
要約	1
1. 序論	9
2. プロジェクトの背景	11
3. 現地調査結果のまとめと解析	13
3. 1 地質鉱床の概要	13
3. 2 埋蔵鉱量	14
3. 3 鉱山の概要および採鉱コスト	17
3. 4 選鉱場の概要	17
3. 5 選鉱方法と条件	18
3. 6 選鉱成績	19
3. 7 保全状態	19
3. 8 設備稼働率	19
3. 9 分析部門	20
3. 10 委託買鉱条件	21
3. 11 収支	22
4. 選鉱試験	25
5. 鉱業ポテンシアル評価	29
5. 1 鉱量の評価	29
5. 2 鉱山の生産能力評価	30
5. 3 鉱業ポテンシアル評価	31
6. 選鉱場現状診断の結果と提案	35
6. 1 選鉱実収率の改善案	35
6. 2 操業コストの低減策	36
6. 3 設備稼働率の改善	36
6. 4 保全に関する改善案	38
6. 5 委託／買鉱方式の改善案	40

6. 6 管理運営方法の改善	43
7. 現状の経済評価	47
8. 選鉱場近代化計画	49
8. 1 概要	49
8. 2 選鉱場近代化計画の経済評価	53
9. 結論	57
9. 1 3選鉱場の既存設備の近代化	57
9. 2 各選鉱場に共通する近代化への提言	61

要 約

(1) 鉱業ポテンシャルの要約

1) パラル選鉱場地区

パラル選鉱場を中心とした鉱床地帯は、歴史の古い鉱山地帯であるが、過去に大規模な採掘が行なわれた部分が少ない、また、酸化鉱も十分掘尽くされてなく、さらに硫化鉱は殆ど未採鉱に終わっている。したがって鉱量は十分あるものと推定される。鉱石の品位は高く、安定している。鉱山の操業も安定していて、長期にわたる鉱石の安定供給が期待出来る。

2) グアナセビ選鉱場地区

当地は古くから、大規模採掘の行なわれた鉱山地帯で、酸化鉱および硫化鉱が徹底的に採掘された地区である。したがって残鉱、当時のズリで現在鉱石として出鉱可能なもの等が給鉱の主体をなしており、鉱山は設備的に充実しているものの、鉱量不足となっている。ここ2年間はサンタ・クルス鉱山の採鉱出鉱に依存して、選鉱処理量は維持出来るが、この間にCRM等の協力を得て採鉱を促進し、鉱量を確保する必要がある。

3) バロネス選鉱場地区

多量の鉱脈が密集した、歴史の古い鉱山地帯である。しかし、過去の採掘が酸化鉱を主体に行なわれたため、硫化鉱の発見に期待がもてる。他の2地区と異なり、委託選鉱費が安いこともあって、全般に低品位である。鉱山は活気にあふれ、個人の選鉱場やリーチング・プラントの建設案件がある。長期にわたり、鉱石の生産は維持されると考えられるが、個人の鉱石処理の影響を受けて鉱量、品位ともに変動に富むであろう。

(2) 選鉱試験の要約

調査した18鉱山の鉱物を、化学分析および物理分析した結果、銀鉱物は約70～80%が硫化鉱物であり、残りは自然銀であることが判明した。

選鉱試験については、パラルにおけるカサレ鉱の銀が低実収率であることの原因を

調査した結果、回収困難な銀は石英中に含まれていることが判明した。グアナセビのロサリオ鉱については、その酸化鉱と硫化鉱の混合浮選処理により、銀の実収率が改善されること、およびパロネスのカリカント鉱の酸化鉱と硫化鉱の混合浮選一青化処理が銀の実収率を向上させることを明らかにした。

(3) 選鉱場現状診断の要約

診断結果と提案は3選鉱場に共通している。これらのうち選鉱実収率の改善、操業コストの低減策、設備稼働率の改善案、保全に関する改善案は互いに関連があり、その根底にある基本的な案件は、選鉱場の一部についての計装化・自動化と保全・修理体制の確立、委託選鉱方式の全量買取方式への転換である。

まず計装化・自動化は、経験と勘、多くの人手、過剰な物品、エネルギーの消費およびこれらが結果的に実収率、コスト、稼働率に影響を及ぼしている点を改善し、最終的には安定操業を目標とするものである。このためには各要因すなわち、給鉱量、磨鉱粒度、用水量、試薬添加量、パルプ濃度およびpH値等のコントロールが必要であり、これらの最適条件を把握するには、日常の操業におけるデータの集積が重要である。また客観的、連続的なデータ収集のための計装化も行なう必要がある。さらにこれらのハード部分の他、運転員やスタッフの操業管理技術の習得も並行して行うことが重要である。

次に故障発生時に修理という現状は、工程負荷のバラツキ、運転負荷率の不適性、運転効率の低下、メンテナンス費用の増加、部品、予備品の在庫適量性の欠如そしてこれらの結果としての設備稼働率の低下を招いている。これらへの総合的な対応として保全、修理体制の確立を提案する。具体的にはまず日常の保全点検から始める。これには点検チェック・シート方式による複数人員でのチェックを行なう。次に長期的には年間整備計画と定期的休転整備が必要で、これらは整備機器台帳に記録され、以後の計画整備、部品適正在庫の資料とする。以上に加えて、故障検知機器の導入を図り、監視員の負担減、人為的見落としの防止等へ対応する。

委託・買取混合選鉱方式は、断続運転とこれに伴う運転開始時、休転時の時間ロス、物品浪費、待時間ロス、鉱石毎の操業条件変更、工程の複雑性および最終的には稼働

率の低下と多くの欠点がある。この解決は全量買取方式への切替以外にはない。これにより上記の欠点が改善されるのみならず、月間、年間の計画立案が可能となり、管理選鉱方式の導入が可能になる。このため先ず、過去の選鉱実収率、選鉱試験による実収率を参考に買取実収率条件を一律に決定する。これは毎月の結果を集積し、より現実的条件へと改訂してゆく。買取に当り対象下限品位を設定する。難処理鉱については別途買取条件を設定する。これらに製錬条件、 T/C 、 R/C 、ペナルティーおよび販売費を含めた条件を加味して、鉱石買取方式を決定する。個々の鉱山の鉱石は一見多様多種に見えるが、地質鉱床的には一群の鉱床を対象に採掘しているに過ぎないので、酸化鉱、硫化鉱、高品位鉱、低品位鉱および難処理鉱程度の受入れ区分で十分対応できるであろう。

事務部門の改善案としては、計画管理方式を提案する。これは十分検討して作成された予算を規準に、実算をこれに照合しつつ操業するもので、異常値の把握とその原因の究明と対応、将来の予測とその対応を目的とする。そのデータの蓄積は操業に反映され、収益分析や最適人員計画にも活用される。ここでは年度予算または半期予算を前提に原料繰、処理計画、鉱石受入、分析、事務等の予算に基づき総合収支予算を作成する。さらに人員計画、資金計画も必要である。これらは毎月の実算と比較検討する。その作業の簡素化、省力化、人員の適正化を図るため、パーソナル・コンピューターを導入し、各種帳簿の作成記録、結果の解析を行ない健全なる運営の基礎とする。

(4) 現状の経済分析の要約

1989年1月からCFMでは選鉱費を一斉に値上げし、委託選鉱費はトン当り一律30,000ペソ（買鉱では13US\$, 調査時34,450ペソ、 $1\$ = 2,650$ ペソ）となっている。

しかし、バロネス選鉱場だけは、中小鉱山組合の反対により、値上げ幅が小さく16,500ペソの委託選鉱費（買鉱では17,500ペソ）に抑えられている。このため1989年上半期は処理鉱石トン当り、パラルでは5,228ペソの経常利益、グアナセビが3,815ペソの経常損失となっているのに対し、バロネスでは15,799ペソの経常損失となっている。もし、バロネスが現在と同一条件で委託選鉱費が30,000ペソであると仮定して収支を計算すれば、1,990ペソの経常損失となる。

以上により、選鉱場近代化計画はパラルについては、より効率を高めること、グアナセビは損失の消滅を図り、さらに効率を高めること、パロネスについては損失の幅を可能な限り減少させることが主たるテーマとなる。

1) パラル選鉱場

資産の再評価がされていないことを除けば、健全な運営を行っており大きな問題はない。損益分岐点を見ると、売上高が現在の 2/3 近くに低下しても赤字にならないことを示しており、現状のままでも極めて安定した経営状態にある。

ただし、設備維持、更新のための計画的な投資が長期間行なわれていないため、設備が老朽化している点、将来に不安がある。

資産の再評価を行なって適正な償却を実施すること、および設備維持、更新の投資を実行することが重要である。

2) グアナセビ選鉱場

ほとんど毎年、かなり大幅な赤字を計上している。当地域の鉱業ポテンシャルが低く、今後処理鉱量が低下する傾向にあるため、売上高の大幅増加を期待するのは難しい。

収支改善のためには、操業の合理化を図って原価を大幅に削減する以外に方策はない。例えば、総経費（売上原価＋一般管理費）の14%を削減して初めて収支が均衡する。厳しい操業管理を行なって上記の経費削減を達成する必要がある。

3) パロネス選鉱場

毎年、非常に大幅な赤字操業を余儀なくされており、今回調査した3選鉱場の中では最も大きな問題を抱えた選鉱場である。損失の真の原因は、委託選鉱費と買鉱選鉱費が共に実際の選鉱費から大きくカイ離したレベルに抑えられていることにある。

赤字を解消するには、操業コストの大幅な削減を実行しなければならないが、同時に選鉱費の改訂も必要である。しかし、改訂については地域の政治問題化しており、他の選鉱場並の選鉱費の増額を申し入れても解決は困難であると思われるので、質のよい資金を利用して、近代的な設備を持つ新しい選鉱場を増設し、現在の低い実収率を向上させると共に、操業管理の合理化を断行して、操業コストを大幅に削

減させると同時に、最小限度の選鉱費改訂を実施しなければ改善は実現しないであろう。

(5) 選鉱場近代化計画の要約

各選鉱場単位で述べる。

1) パラル選鉱場既存設備の近代化

設備の老朽化対策、維持さらに効率上昇、操業の安定化、労働条件の改善および省力化を図ることを目的とする。条件として処理鉱量は現状と同一の 6,400t/月、品位Au 0.74g/t, Ag 325g/t, Pb 0.2%, Zn 0.2%とする。近代化により選鉱実収率は各金属につき 2～3%の上昇が可能であり、Au 67.20%, Ag 68.25%, Pb 52.5%およびZn 47.25%の実収率を前提とする。

近代化工事の内容は

- a) 老朽化したボールミルの更新
- b) 破碎系統の粉塵による機械、電気系統の故障、労働者の塵肺への対象としての集塵装置の強化
- c) 操業安定のための計装化
- d) 省力化、正確迅速化のための事務部門の合理化

である。設備投資額は合計14億 9,300万ペソ (56万 3,000US\$) であり、これらにより処理鉱量 t 当り 3,556ペソ改善される。現在の経常利益 t 当り 5,288ペソと合わせ地域鉱業振興に充分寄与できる。

なおIRRは19.9%で、銀建値約10%低下の時18.0%、約10%上昇の時21.7%であり、ARRは18.3%、PBは5.5年である。

なお投資に関わる諸条件は、

- a) 収入計算の基礎となる金属建値は1989年1～6月の国際金属建値の平均値。
- b) 精鉱販売の製錬条件はIMMSA(メキシコの主要製錬会社)の条件。
- c) 金利は5%としたが、これは米州開発銀行等の国際金融機関の融資を前提に考えていることによる。
- d) 減価償却期間は機械・設備が10年、建物・構築物が15年、残存価額5%、定

額償却とした。

- e) US\$とペソとの換算は、調査当時の1\$ = 2,650ペソを用いている。
 - f) 投資相当分の収入増分（選鉱実収率効果）と投資相当分の原価減分（選鉱費、一般管理費のコスト削減効果）を加算したものが改善効果総額であり、これを基準にDCF法によりIRRを求めた。
 - g) 投資効率 ARR(%)は〔改善効果総額－(減価償却費＋金利)〕／投資額
 - h) 回収期間 PBは投資額回収の年数で1／ARRで示される。
 - i) 感度分析は多くの要因、たとえば選鉱実収率、鉱石の品位等があるが、ここでは銀の建値変動を用いた。変動幅はa)の平均値を規準に上下約10%づつとした。
- 以下各選鉱場についても同じ条件である。

2) グアナセビ選鉱場既存設備の近代化

設備の維持、省エネルギー化、操業の安定化、物品費削減および事務部門の省力化と合理化を目的とする。条件として処理鉱量は現状を維持し7,751t/月、品位はAu 1.45g/t, Ag 253g/tとする。近代化によりAu, Agの実収率は現状より約2.3%上昇が可能であり、それぞれ約80%を前提とする。

近代化工事内容は

- a) 省エネルギーのためのフィルタープレスの新設。
- b) 省エネルギーと操業安定化のための磨鉱系統の改善。
- c) 物品費節減と操業安定化に必要な試薬設備の増強。
- d) 省エネルギーのための浮選系統の合理化。
- e) 省力化のための事務部門の合理化。

である。以上の設備投資額は8億1,000万ペソ(30万6,000US\$)であり、収支は処理鉱量t当たり5,155ペソ改善される。現在の赤字を補填してなお1,340ペソの経常利益となる一方、鉱山への負担は発生しない。

なおIRRは49.5%で、銀建値約10%低下の時47.5%、約10%上昇の時51.5%であり、ARRは59.2%、PBは1.7年である。

3) バロネス選鉱場

選鉱場の稼働率が低く、鉱山の出鉱制限、山元での貯鉱が発生している。また高品位、多量出鉱可能な鉱石は、近くの同じCFMのエル・ボテ鉱山において高い委託選鉱費で処理されている。さらに多量の埋蔵鉱量を有する中鉱山は個人選鉱場やリーチングプラント建設を計画し、また中小鉱山の鉱石を対象とした個人の委託、買取り選鉱場建設も行われている。以上の状況とバロネスの安い選鉱費のため、低品位、難処理鉱、小口出鉱はバロネスへ、良質、高品位、多量出鉱は他選鉱場に集中する傾向にある。このためバロネスは実収率、操業率の低下、赤字操業と悪循環を繰り返している。その改善は極めて困難であり、既存設備の改善と併せて、実収率向上と硫化鉱の付加価値上昇を目的とした新選鉱場増設により対応せざるを得ない。

A) 既存設備の近代化

条件として処理鉱量は現状を維持し 9,056t/月、品位はAu 0.47g/t, Ag 175g/t とする。

a) 選鉱試験結果、酸化鉱と硫化鉱の混合処理が、より実収率を向上させることが判明したので、その実現のための浮選、青化処理の系統の改善。

b) 操業安定化、物品費節約、労働条件の改善（監視体制の機械化）を図るための計装化、自動化。

c) 事務部門の省力化、合理化を目的とした改善。

を提案する。その投資額は6億1,200万ペソ（21万1,000US\$）であり、その改善効果は処理鉱量t当り4,262ペソとなる。また、選鉱実収率は、Au 2%、Ag 4%の向上が期待され、人員21名の削減が可能である。

なおIRRは52.7%で、銀建値約10%低下の時51.0%、約10%上昇の時54.4%であり、ARRは63.7%、PBは1.6年である。

B) 近代的新選鉱場の増設工事

現バロネス選鉱場に隣接して、鉛—銅—亜鉛優先浮選の新選鉱場（破碎—磨鉱—浮選—脱水）を増設する。計画処理鉱量は、鉱山側の貯鉱、生産制限および選鉱場の貯鉱等を考慮して、150t/日と200t/日の間に適正量があると考えられる

ので、2 ケースを検討した。品位はAu 0.8g/t , Ag 160g/t , Pb 0.8% , Cu 0.4 % , Zn 1.6% を、選鉱実収率はAu 33 % , Ag 76 % , Pb 73 % , Cu 86 % , Zn 68% を前提とした。人員21名である。

設備は

a) 機械・電機設備

b) 土木・建設

で総額 160億 2,500万ペソ (604万7,000 US \$, 150t/日) または 176億2,800万ペソ (665万 1,000US \$, 200t/日) である。結果、処理鉱量 t 当り 2,762ペソまたは、11,006ペソの利益となる。先の既存設備の近代化による改善と合計し、パロネス全体の近代化の効果は、 8,451ペソまたは12,487ペソとなる。したがって、現状の赤字15,799ペソはなお依然として 7,348ペソまたは 3,312ペソの赤字として残る。この差額は中小鉱山に選鉱費の改訂分として負担して貰わざるを得ない。

結論として近代化計画を実施すると同時に、選鉱費は現行16,500ペソ / t を 25,000ペソ / t に値上げ断行することである。

なお、選鉱場増設に係わる I R R は 150t/日で 6.5% , 200t/日で 9.2% であり、既存設備の近代化と選鉱場増設を合計した場合は、前者で 8.5% , 後者で 10.7% となる。

先述条件に加えて、選鉱場増設は工事期間 2 年とする。

1. 序 論

メキシコ合衆国エネルギー・鉱山・国営企業省（SEMIP）の鉱業振興局（CFM）では、メキシコ政府の経済再建政策に則り、国営事業の合理化、生産性の向上を図るための施策を実施中である。

本件はその一環としてCFMが運営する3ヶ所の選鉱場近代化計画の策定について、1988年9月にCFMと国際協力事業団が合意・署名した、SCOP OF WORKに基づいて調査を実施した結果を報告するものである。

メキシコ国内に分布する民間の中小鉱山は、経済・技術能力が弱く、個々に選鉱場を保有することが不可能である。したがって、これらの中小鉱山の育成・振興を目的にCFMは各鉱山地帯に選鉱場を設置し、管理・運営している。そして千以上の中小鉱山がその恩恵に浴している。しかし、CFM選鉱場の多くは選鉱実収率、設備稼働率等が低く、赤字経営を余儀なくされている。そのため上記策定が決定された。調査対象として選定された選鉱場は下記のとおりである。

- 1) PARRAL選鉱場, CHIHUAHUA州
- 2) GUANACA VI選鉱場, DURANGO州
- 3) BARONES選鉱場, ZACATECAS州

また上記選鉱場に関係した、それぞれ6ヶ所の鉱山を調査した。

これらの選鉱場についての調査目的は次のとおりである。

- 1) 操業コストの削除
- 2) 設備稼働率の向上
- 3) 選鉱実収率の向上
- 4) 生産プロセスの拡張, 多様化, 統合化についての検討と評価
- 5) 予備保全体制の確立による設備稼働率の向上

調査は、現地調査に先立ち日本国内で事前準備を行ない、これに基づいて調査計画を立案しインセプション・レポートを作成した。当レポートをCFMへ提出、説明、協議の後、現地調査を実施した。現地調査では

- 1) 資料収集および整理

- 2) 鉱業ポテンシャル調査
- 3) 選鉱場の現状調査
- 4) 選鉱試験
- 5) 財務・経済データの収集
- 6) 選鉱場の現状診断

を実施後、直ちに調査概要を現地で報告、討議し、これらをまとめて、プログレス・レポートを作成し、CFMへ提出、説明、協議を行なった。

現地調査結果および得られた資料に基づき、日本国内で解析作業および試験を実施した。その内容は

- 1) 現地調査結果のまとめと解析
- 2) 日本国内での選鉱試験の実施と結果解析
- 3) 鉱業ポテンシャル評価
- 4) 選鉱場の現状診断の結論と提案
- 5) 選鉱場近代化計画の策定
- 6) 経済評価

である。以上を総合して、ファイナル・レポートとしての当報告書のドラフトを作成し、これをCFMへ提出、説明、協議し、そのコメントに基づき報告書を完成させたものである。

実施にあたり調査団員6名とこれに対するCFMのカウンター・パートおよび現地側協力として、各現地選鉱場の長以下各担当者、CFM支所の長、地質、採鉱、機械、電気関係者および中小鉱山の鉱山主とその各担当者の協力を得た。さらにCFMのオブザーバーの協力も得た。

現地調査日程は、採鉱・地質および経済・財務部門については、平成元年7月17日から同年9月14日までの60日間、選鉱、選鉱設備、選鉱試験および分析部門については、同年7月17日より同年10月11日までの87日間実施された。さらに当報告書の最終案についての討議を平成2年2月8日から同年2月16日までの9日間現地で行なった。

2. プロジェクトの背景

(1) メキシコ鉱業の現状

メキシコは世界でも有数の鉱物資源保有国である。銀、銅、鉛、亜鉛等の金属鉱物の他、セlestait、螢石、バライト、硫黄等の非金属鉱物資源に恵まれ、豊富な埋蔵量を有している。

メキシコに於ける鉱業は、地域の振興、工業原料の供給、外貨獲得、雇用の獲得といった重要な役目を着実に果たしてきている。全国で約250の市町村に於いて鉱業活動が登録され、221,000人の直接雇用が確保されている。

1987年の鉱業部門の生産額は約38,000億ペソに達し、国内総生産の1.3%を占めた。メキシコが世界（共産国を除く）の生産量の第1～5位にランクする鉱産物は14種の多くに達している1987年の鉱業部門の輸出額は約13,800億ペソで、メキシコの輸出総額の52%であった。このような鉱業生産に携わる企業の形態を生産比率で表すと、国営企業が54%、民間大企業30%、中小鉱山16%となっている。メキシコの鉱業生産の三大柱の一つである中小鉱山（全国に約3,000の鉱山がある）については、これを育成・促進するため、鉱業振興局（CFM）、鉱物資源局（CRM）及びメキシコ非金属鉱物基金といった国家機関を通じ国が鉱業全般にわたる技術・資金面の支援を行っている。今回の調査の対象となったCFMの選鉱場は自家用の選鉱場を持たないこれら弱小中小鉱山から産出される鉱石を処理し製錬原料とするために国の助成策の一環としてCFMが全国各地に設けたもので、中小鉱山の振興のためには無くてはならぬ設備である。

(2) メキシコ鉱業政策

1) 沿革

メキシコの鉱業は、植民地時代には本国スペインにたいする富の供給源であり、独立後の一世紀においても銀の輸出により外貨獲得高の半分を稼いでいた。ポルフィリオ・ディアス時代（1877～1911）になると、金・銀以外の鉱石の採掘や鉱業部門の近代化が始まり天然資源に対する国家支配は放棄されメキシコの鉱業活

動は、完全に外国資本の支配下に置かれ諸外国の工業開発に対する原料供給源となっていた。その後、メキシコ革命を経て革命政権の基盤が強固になるにつれ、鉱業部門に対する国家の支配が段階的に強くなっていき、国家支配権の再構築が図られた。1961年に鉱業法が制定され、鉱山開発の主体はメキシコ政府、メキシコ人あるいはメキシコ資本がマジョリティーを占める法人と定められた。その後、国民経済の発展に伴って、天然資源の有効利用に関する戦略と政策の見直しが必要となり、1975年に新しい鉱業法が制定された。新鉱業法は鉱業権の譲渡を受けたものに対し、開発への早期移行を強く義務付けると共に、国家の鉱業生産活動への直接参加について規定している。基本的には外国資本に支配されていた鉱業のメキシコ化と、そのメキシコ化によって衰退していた鉱業の建て直しが歴代政権によって図られてきたと云える。しかしながら、従来外国資本のメキシコ進出は必ずしも積極的であったとは云えない。国内資本が潤沢ではなく、開発が思うように進まないのが実状であった。

2) 現政権の鉱業政策

現在のサリーナス政権はデ・ラ・マドリツ前政権の政策を踏襲し、更に一步進めて外資導入法の施行規則を定め（1989年5月）、外資の100%参加を成文化すると共に鉱業分野についても新鉱業法の定める外資の最大参加比率（49%但し国家留保地区内では34%）を変更はしないが、メキシコの銀行の信託制度を利用すれば実質過半数の参加率が得られることとなった。サリーナス政権の具体的な鉱業政策は、「国家開発計画1989-94」に基づき今後立案されることになっているがその内容は当然サリーナス現大統領選挙中に開催された鉱業会議の記録「政策の概要1989-94（鉱業編）」の内容を引き継ぐことになる。この中でサリーナス氏は9項目の政策提案を行っており中小鉱山に極めて重要な役割を期しているといえる。

3. 現地調査結果のまとめと解析

3. 1 地質鉱床の概要

3. 1. 1 パラル地区

当地区の基盤は、中生代白亜紀の堆積岩類である。これに不整合で第三紀の堆積岩、火山岩類が重なる。岩脈類の貫入方向はNNW-SSEである。パラル市の南西部にNW-SE方向の大きな断層がある。

鉱床は鉱脈型であり、その母岩は第三紀の岩石である。鉱床生成に関連した変質作用はプロピライト化、珪化、粘土化であり、関係火成岩は第三紀の流紋岩と考えられている。

鉱脈で中小鉱山の稼行対象となっているのは、パラル市の北西部に12km×7kmの範囲に分布するものが主体であるが、このほかにパラル市の南東約19km、南約30kmおよび北北東約40kmに、それぞれ小鉱脈群が分布する。主鉱脈群の方向はN-SからNNW-SSEで、これらは岩脈の方向と調和的である。パラル市北西部鉱脈群の分布は1平方km当り三条の密度である。鉱脈の酸化帯は一般に、地表から50mないし100mである。

3. 1. 2 グアナセビ地区

当地区の基盤岩類は、古生代、中生代ジュラ紀および白亜紀の堆積岩類で、これに不整合で、第三紀層が広く覆っている。岩脈はNW-SE方向に貫入している。大きな断層はSanta Cruz付近にNW-SE方向のものがある。

1ヵ所でマント型鉱床が観察される他は全て鉱脈型鉱床である。これらは第三紀の火山岩類に胚胎する。鉱床生成に関連した変質は、珪化作用と緑泥石化作用である。

鉱床は10km×10kmの範囲に広く分布する。主な脈の方向はNNW-SSEであるが、西部ではNNE-SSW方向が卓越する。鉱脈群の分布は、1平方km当り3～4条の密度である。鉱脈の酸化帯は地表から50m以浅である。

3. 1. 3 パロネス地区

当地区の基盤は三畳紀、ジュラ紀、白亜紀の堆積岩、火山岩類である。以上に不整合で第三紀層の火山岩類が分布している。岩脈は地域中央に露出する北西方向に伸びたプラグで代表される。NNW-SSB方向の古い割れ目が鉍脈で満たされ、その後NNE-SSW方向の断層が生じている。

鉍床は鉍脈型で、基盤岩類に胚胎する。母岩の鉍化変質と広域の変朽安山化作用変質との区別は困難である。鉍床生成に関係した火成岩は、第三紀の流紋岩の活動と思われる。

5つの主な鉍脈群があり、50km×15kmの範囲に分布する。これらの鉍脈群はN45°W～N85°Wの走向、50°～70°SWまたは75°Eの傾斜で、第三紀の岩脈と平行である。鉍床の酸化帯は地表から約50m以浅である。鉍脈は1平方km当り5～6条存在し、非常に高い分布密度である。

3. 2 埋蔵鉍量

今回の調査に係わるメキシコ中小鉍山をJ I Sの中から鉍脈に該当する部分と比較、検討する。

(1) J I Sの鉍量計算基準の概要

- 1) 鉍量は埋蔵鉍量および可採粗鉍量で表す。
- 2) 埋蔵鉍量および可採粗鉍量はそれぞれを確定、推定および予想に分ける。
 - a) 確定鉍量とは3側面以上で囲まれた鉍画をいう。
 - b) 推定鉍量とは2側面以上で囲まれた鉍画をいう。鉍床の容量と品位が充分推定できる部分の鉍画も推定鉍量になる。
 - c) 予想鉍量とは確定および推定鉍量に計上できないが、地質鉍床的に予想される部分の鉍画をいう。また試錐や過去の鉍床特性により鉍床の容量と品位が充分予想される部分の鉍画も対象となる。

3) 鉍量の表示

鉍量を品位別に記載する。最低限界以上の品位を鉍種ごとに標準区分で分類し、

その品位区分に相当する鉱量を計算する。

鉱種が2以上の場合、主要鉱種を基準に、他の鉱種の換算品位を求め、主要鉱種品位に加える。

4) 試料の採取

a) 試料の採取間隔は、金銀鉱床では1 m以下、その他の鉱床では2～3 mとする。

b) 試料採取は、新鮮な箇所では鉱床の全貌を表す線上に幅3～12cm、1～5 cmの溝を掘り、採取試料の全量を成分分析する。

5) 比重の決定

多くの試料について実測して定める。

(2) メキシコ合衆国中小鉱山の鉱量計算の概要

1) 鉱量はJ I Sの埋蔵鉱量と可採粗鉱量の混合型になっている。

脈幅が採掘幅より小さい場合は、採掘幅を鉱脈幅として計上している。この場合鉱量は可採鉱量となるが、ズリ混入は考慮されていない。脈幅が採掘幅より広い場合は埋蔵鉱量として計上されている。

2) 鉱量は確定、推定および予想に分ける。

a) 確定鉱量とは3側面以上で確認された鉱画をいう。

b) 推定鉱量とは2側面以上で確認された鉱画の1/2とする。

c) 予想鉱量とは1側面で確認した鉱画の1/4とする。また試錐によって容易に鉱画が予想され、過去の鉱床特性によって鉱床の容量と品位が充分予想される部分の鉱画の1/4とする。

3) 鉱量の表示

鉱量の品位区分による表示は行っていない。主体鉱種のみを表示する。主要鉱種基準の換算品位表示は行っていない。

4) 試料の採取

a) 試料の採取間隔は、金銀鉱床では1 m毎とする。

b) 試料採取は、新鮮な箇所では鉱床の全貌を表す線上で溝を掘り、採取試料の

全量を成分分析する。

5) 比重の決定

多くの試料を実測して定める。

(3) J I S 鉱量計算基準からみたメキシコ中小鉱山鉱量計算について

1) 鉱量について

鉱脈幅が採取幅より広い場合は、埋蔵鉱量に相当するが、採鉱実収率およびズリ混入率は考慮されていない。しかし、採掘現場では鉱脈のみを採掘しており、ズリの混入は非常に少ない。採鉱実収率はほぼ完全に採掘するため非常に高い。

鉱脈幅が採掘幅より狭い場合は、品位の希釈を招くが、採掘現場では、高品位部分以外の細脈部分は採掘せずに残しているため、品位の低下よりは若干の鉱量の減少を来す傾向がある。

2) 鉱量の確度について

確定鉱量は J I S と同様である。推定鉱量は J I S の 1/2 であり、予想鉱量は J I S の 1/4 である。これらの鉱量計算は、CFM の融資に係わる基礎資料として計算されるため、確度の低い鉱量ほど安全側に計算されている。

3) 鉱量の表示

主体となる鉱種を表示する点、J I S と同様である。

品位区分、主要鉱種基準の換算品位表示は行っていないが、鉱山主が各所の鉱石価値をよく知っており、経済状況に対応して採掘している。

4) 試料の採取

J I S と同様であるが、実際は採取間隔は広がっている。

5) 比重の決定

J I S と同様である。

以上により、メキシコ中小鉱山の鉱量計算は、J I S との比較において

a) 鉱量は可採粗鉱量の性格が強いが、確定鉱量は採掘に当り若干量の修正減、推定、予想鉱量は共に修正増となる。J I S より少ない鉱量が計上され、固い安全サイドの鉱量である。

b) 品位は、試料採取間隔がJ I Sより粗いため、精度は劣るかもしれない。

3. 3 鉱山の概要および採鉱コスト

鉱山の概要および採鉱コストについては一括して Table 3-1 a, b, cに示した。

3. 4 選鉱場の概要

(1) パラル選鉱場

パラル選鉱場は、チワワ州南端のパラル市にある。州都チワワ市～パラル市は車で3時間を要する。

メヒコ～チワワ市間は、空路1時間40分を要する。

1967年、共同組合の運営により、操業を開始。

1983年から、CFM 所有の選鉱場として、買鉱選鉱を開始した。現在処理能力は、浮選処理工程が 400t/日、青化工程が 240t/日となっている。

(2) グアナセビ選鉱場

グアナセビ選鉱場は、デュランゴ州北西端の鉱山町グアナセビにある。州都デュランゴ～グアナセビ町は、車では、約6時間を要する。

1969年、操業開始。

現在では、600t/日の処理能力を有している。

青化処理プラントは計画のペンディングにより、完成度およそ70%程度の状態で屋外に放置されたままで浮選工程のみ稼働している。

(3) パロネス選鉱場

パロネス選鉱場は、サカテカス州の州都サカテカス市の北西約2kmの郊外にある。メヒコ～サカテカス市間は、空路約1時間を要する。

1951年に、個人経営の選鉱場として、操業を開始。

1961年、メキシコ大蔵省が援助策として経営に参加。

1983年、正式に CFMの事業所となった。

処理能力は、現在、浮選系 300t/日、青化系 120t/日である。

3. 5 選鉱方法と条件

(1) パラル選鉱場

浮選方式は、バルク浮選とPb/Zn 分離浮選の2方式を採用しており、処理鉱石に応じ、系統を変更している。

バルク浮選の清掃選尾鉱は青化工程に送られ処理されている。

浮選尾鉱は、NaCN（青化ソーダ）0.3kg/t，消石灰7～9 kg/tを投入し、PH12にて攪拌浸出を行いカウンターカレント方式により約26時間洗浄，亜鉛末置換により，Au，Agの析出を行う。析出した澱物は，Au0.2%，Ag70%を含有している。

選鉱場から排出される廃滓の量は，約6,000T/月で，ダムに堆積されている。また，排水処理は特に行っていない。

用水の総使用量は，2.0 m³/粗鉱tで，そのうち約55%程度は，系内水のリサイクルで補っている。

粗鉱トン当りの電力使用量は，65.0Kwh/t（87.4～88.3平均）である。

(2) グアナセビ選鉱場

グアナセビ選鉱場は，すべて委託選鉱方式で，バルク粗選，同精選及び清掃選からバルク精鉱のみを採取している。

採取した精鉱は，ディスクフィルターで脱水後，さらにロータリードライヤーで乾燥する。

選鉱廃滓の量は，約6,000t/月で，ダムに堆積している。排水処理は特に行っていない。

用水の使用量は，粗鉱トン当たり4.3m³であり，約50%を系内水のリサイクルにより補っている。

粗鉱トン当りの電力使用量は，45.0KWHである。

(3) パロネス選鉱場

硫化鉱は委託方式、酸化鉱は買鉱方式で受け入れ、硫化鉱は浮選工程で、酸化鉱は青化工程で処理している。

浮選では、処理鉱石の組成に応じ、①バルク浮選、②Pb/Zn 浮選、③Pb/Cu/Zn浮選の3方式の浮選操業を行っている。

青化処理工程では酸化鉱は、NaCN 1～1.5kg/t、消石灰8～14kg/tを投入、PH12前後で浸出しカウンターカレント方式亜鉛末置換により、Au、Agを析出させる。析出した澱物は、Au 0.15%、Ag 50～80%を含有している。

3.6 選鉱成績

パラル選鉱場の場合、浮選系におけるAu、Agの実収率はいずれも約50～65%であるが、Pb/Zn 浮選方式の場合が、元鉱品位は低いが、Ag実収は良くなっている。

グアナセビ選鉱場の場合、取扱鉱石による差異はあるが、総合の実収率ではAu、Agとも、77～78%という良好な成績となっている。

パロネス選鉱場の場合、浮選処理対象となっているのは、硫化鉱であるが、他の選鉱場との比較、及び現地の状況から見て、酸化鉱混入の影響が考えられ、混合処理の対策が必要である。

3.7 保全状態

各選鉱場とも、設備保全に関しては、不備な点が多く、機器故障の都度、修理を行うというのが、実情である。

設備故障によるトラブルが、選鉱プロセスそのものの安定性、効率を著しく阻害するという状況を打開するために、設備に関する予防保全の計画立案、体制確立が早期に必要である。

3.8 設備稼働率

三選鉱場共通する問題は、突発的な故障による休転が非常に高いことである。設備修理のための休転は、設備稼働率向上を阻害する一因となっている。

各選鉱場の操業形態が多数の鉱山から出鉱される鉱石を、委託或いは買鉱という方式で処理するため、鉱種の切替時に、無負荷運転を余儀なくされたり、工程間にブランクが生じたりするが、それが一時的な鉱石の不足を招いて、設備稼働率を下げる大きな要因となっている。同時に、選鉱のプロセスにおいても、有価金属の回収ロスを増加させている原因の一つでもある。機器保全に関する問題や、操業形態に起因する鉱石不足の問題等は、十分に改善の余地を残し設備稼働率向上のためには、この二つの問題の解決に取り組むことにより、大きな改善が図られると判断された。

3. 9 分析部門

(1) パラル選鉱場

パラル選鉱場の分析部門はサンプリング、前処理、湿式分析、乾式分析に分かれており、Au、Agは乾式法でPb、Zn、Fe (Cu)は原子吸光法により、分析している。

分析室は各機器がよく整理されているが、故障中のものが多く、修理が必要である。原子吸光分析装置は、時々不安定になり、メンテナンスが必要である。

(2) グアナセビ選鉱場

グアナセビ選鉱場の分析部門は、ストックヤードのサンプリング、操業サンプルのサンプリング、乾式分析に分かれており、乾式法でAu、Agを分析しており、湿式法は行っていない。

器類は概ね順調に稼働しているがPb、Zn分析用に原子吸光分析装置を設置することが望ましい。

(3) バロネス選鉱場

バロネス選鉱場においては、鉱石のサンプリングと分析はそれぞれ担当が完全に分かれサンプリング部門では受入れ鉱の計量、ストックヤードのサンプリング、プラント操業サンプルのサンプリング、前処理を行なっている。

分析室では、乾式法でAu、Agを分析しているCu、Pb、Zn、Feの分析は、従来滴定

法で行なわれてきたが、1989年9月より原子吸光分析装置が設置された。

したがって、プラントの操業管理に大いに貢献できると考えられるが精度を高めるよう練習が必要である。

三選鉱場の共通の課題としてテカマチャルコ研究所を中心に分析技術向上のための講習会を開催することが望ましい。

3. 10 委託・買鉱条件

現状の問題点は次のとおりである。

- ① 鉱山毎に個別処理する必要があるので、鉱石を切り替える時に休転ロス時間が生じる。
- ② 鉱石を混合しないために、ビンの残鉱落し作業が生じ操業人員が多い一因となっており、また粉じんのため作業環境も悪い。
- ③ 委託処理の場合精鉱産物も鉱山毎に別々に脱水する必要があるので、作業量の増加をきたし精鉱のロスも多い。
- ④ 同一鉱石の処理日数が短いので、安定した操業状態を継続することができず、最適条件での操業が困難である。
- ⑤ 鉱山毎の鉱石及び産物（精鉱）を個々に分析する必要があるので、サンプリング及び分析の件数が多くコスト高要因となっている。
- ⑥ 少量サンプルの選鉱試験によって、鉱石買取りの選鉱実収率を設定することは、かなり無理がある。
- ⑦ 実際の操業に於る分析結果からバランスを計算して、実収率を決める方法も、設備内の鉱石、滞留が問題となり、各鉱山個別の実収率としては必ずしも正確ではない。
- ⑧ 採掘量が月間数十～数百トンの小鉱山の鉱石は、個別処理の必要上、鉱石代金が確定するまでに長期間かかる。
- ⑨ 数十の中小鉱山から鉱石を受入れており、各鉱山個別の条件によって鉱石代金を計算する必要上、非常に煩雑な事務管理を余儀なくされている。
- ⑩ 委託の場合には、実収率がどうなろうと直接的には選鉱場の収支に関係がなく、

選鉱操業担当者の改善意欲が高まらない原因の1つになっていると推測する。

3.11 収支

(1) 三選鉱場に共通した基本的問題点として次の諸点が挙げられる。

- 1) 設備が甚だしく老朽化している。このため、選鉱場の稼働率・実収率の低下をきたしている。
- 2) 全てロット別（鉱山主別）に鉱石を管理・選鉱している。コストが増加する他、選鉱の稼働率を悪化させていると思われる。
- 3) 従業員数が可成り多い。相当大巾な人員削減が可能なのではないかとと思われる。
- 4) 資産の再評価を行っていない。償却を行っているが、現在価値とは大きくカイ離している。
- 5) 利益追求精神・コスト管理意識が全く欠除している。また、予実算管理も行われていない。

(2) 三選鉱場での現状調査と調査後の印象・コメントは下記の通りである。

1) PARRAL選鉱場（能力：浮選400t/日、青化240t/日、従業員数79名）

黒字経営でもあり、鉱石の買取り方式一本で、比較的の問題の少ない選鉱場であるが、考察点は次の通り：

- a) 操業上の工夫により可成りのコスト・ダウンが可能であると思われる（選鉱の欄参照）。
- b) 買鉱方式でありながら、完全にロット別の選鉱を行っており、鉱石の管理・選鉱が複雑となっている。
- c) 比較的高品位の鉱石を受入れており、実収率も良好と云える。操業コストも可成り高いが、選鉱費として鉱石代から控除する金額（13ドル/t）も多いため利益を出している。マイニング・ポテンシャルの高い地域でもあり今後も安定した操業が期待出来る。

2) GUANACEVI 選鉱場（能力：浮選600t／日，従業員数96人）

こゝでの問題は下記の通りである：

- a) 選鉱委託量が減少傾向にあり，今後増々減少していくことが予想される
— 収入減。採鉱を行う事が不可欠（鉱業ポテンシアルの欄参考）。
- b) 浮選のみを行っているにもかかわらず，選鉱コストが非常に高い。電力費・人件費・試薬使用量，精鉱の脱水・乾燥費等についてはコストの削減が可能な筈である（選鉱の欄参照）。
- c) 過去に青化法の設備新設を計っており，全設備の約70%は出来上がっている。その後，酸化鉱の減少もあり，計画を中止した。

酸化鉱が出ないとの予想は計画時点でも予知可能であったのではないかとと思われる。

3) BARONES 選鉱場（能力：浮選300t／日，青化120t／日，従業員数 122名）

こゝでの問題点は下記の通りである：

- a) 鉱石品位が低い上，難処理鉱物が多く実収率が低い。
売上げが少いことが収支に大きく影響している。
- b) 選鉱コストが委託選鉱費＝Moquila(16,500ペソ／t)や買鉱時の受取り選鉱費(17,500ペソ／t)を大巾に超えており，赤字の大きな原因となっている。但し，選鉱費の引き上げについては，中小鉱山の存続にかかわる。

大問題として非常に根の深い地域問題化しており，選鉱場の設備が老朽化する以前にあげていた実収率を上廻る程の改善が見られない限り，中小鉱山主の了解を得ることは困難であろうと云われている。

- c) 大口の鉱山主が自家用選鉱場を建設する計画が進んでおり，極く近い将来に鉱石をBARONES 選鉱場に持ち込まなくなることが予想される。その分，小口の鉱山主から鉱量が確保出来ても，低品位化，鉱種の多様化等により，実収率・稼働率共に現在より更に下げる要因になる可能性がある。

- d) 周辺に委託選鉱を実施している選鉱場がある。

委託費はそれぞれ BARONES選鉱場より可成り高いが，実収率はより良いようで，比較的品位の高い鉱石はそちらに流れ，BARONES 選鉱場には低品位鉱が送

られている模様である。

4. 選鉱試験

選鉱試験は調査対象18鉱山の鉱物の形態分析、および操業の合理化を目的とした混合処理を検討するための試験を中心に実施した。さらに、現状調査の結果に基づいて各プラントがかかえる問題点を取り出し、その解決のための調査、試験を実施した。選鉱試験の概要は次表に示す。

プラント	サンプル	目的	試験内容	考察
	18鉱山の鉱石	サンプルの分析、鉱物の同定	完全分析, X線回折, 顕微鏡分析, EPMA	1. Ag鉱物は硫化鉱物が主体 (70~80%) 自然Ag (20~30%) も確認。
	カサレ鉱	低Ag実収率の原因調査	1. 浮選試験, 青化試験 2. 湿式化学分析, 顕微鏡分析, EPMA	1. 浮選, 青化で回収されないAgは石英内に包含されている。
バラ	サンルイスII鉱 ノチエブエナ鉱 ラウニオン鉱	混合処理による操業の合理化	1. 単独浮選試験と混合浮選試験	1. 分析結果が不良で評価できず。
	オセガリンド鉱	破碎の粉じん, および青化の濁り対策	1. 水洗試験及び摩鉱試験	1. 1次, 2次スライムのAg品位高く, 水洗による対応は困難。
	ロサリオ酸化鉱	Ag実収率の向上	1. 浮選試験	1. 適切な操業で, 操業成績改善可能。
グアナヤビ	ロサリオ酸化鉱と硫化鉱	混合処理による操業の合理化	1. 単独浮選と混合浮選試験	1. 混合試験で効果あり, Ag実収率向上の可能性あり。
	ラ・プリエタ鉱	Mnを含むAg鉱物に対するバクテリアリーチングによる前処理の影響について	1. バクテリアリーチングによる前処理試験, その後青化及びチオ尿素によるAg溶解試験	1. 青化・チオ尿素試験においてバクテリアリーチングによる前処理の効果は認められない。 2. 硫酸酸化能力を有するバクテリアでMnの溶解が認められる。 3. チオ尿素でMnの浸出率が高い。

プラント	サンプル	目的	試験内容	考察	察
パロネス	ベタリダダ鉱	Ag実収率の向上	1. $Pb(NO_3)_2$ 添加による青化試験 2. 摩鉱、粒度別による青化試験	1. $Pb(NO_3)_2$ 200 g/T添加でAg実収率が向上。 2. 摩鉱強化でAg実収率向上。	
		青化の濁り対策（初生スライム除去の影響）	1. 元鉱の水洗有無別に摩鉱、その後沈鉱試験	1. 2次スライム生育により、水洗の有無かかわらず、沈澱時間に差がなく、初生スライム除去の効果は認められない。	
	ドンフェス 他6鉱山	破碎の粉じん対策	水洗によるスライム除去試験	1. 初生スライムのAg品位が高く水洗による対応は困難。	
	カリカント硫化鉱 酸化鉱	混合処理による操業の合理化	単独浮選、青化試験と混合浮選、青化試験	1. 混合処理も浮選—青化の直列運転によりAg実収率向上の可能性あり。	
	サントマルタ鉱	Zn低実収率の原因調査	化学分析、顕微鏡分析、E P M A	1. 回収出来ないZnは酸化Znと推定。	
	サンベルナベ鉱	Pb/Zn 優先浮選による選鉱成績の予測	浮選基礎試験 Pb/Zn 優先浮選	1. Pb-C : Pb品位61% , Pb実収率90% 2. Zn-C : Zn品位47% , Zn実収率61% 3. Ag実収率57%と推定	

5. 鉍業ポテンシャル評価

5. 1 鉍量の評価

CFMによる鉍量計算は、各種融資、鉍石・選鉍の前渡金等のクレジットのため、固い安全側の算定となっている。したがって、JIS並にみれば、確定鉍量以外は基本的に鉍量増加になる。ただし、鉍山主に開発の意思があれば、推定、予想の増加分は意味があるが、開発しない場合推定、予想の増加は意味がなくなる。

以上を前提に鉍量の検討を行った結果、パラル地区の La Presa 鉍山、パロネス地区の San Bernabe 鉍山および Las Cumbres 鉍山で鉍量の一部修正を行った他は特に鉍量的な問題はない。

(1) パラル地区の探鉍ポテンシャル

調査 6 鉍山中、鉍量が多量にあり、脈幅、品位共に安定しているのは La Revanncha, La Presa, Unifocacion Cordero であり、La Esperanza と Tilita は、探鉍余地はあるが、鉍脈が不安定である。La Fortuna は休止中である。

これらが当地区の代表鉍山であるとすれば、何れの鉍山も探鉍余地は十分にあるので、探鉍ポテンシャルの高い地区と言えよう。過去に大型開発がなされていないため、酸化帯、硫化帯共に残されており、今後発展する鉍山地帯である。全般に品位も高い。

(2) グアナセビ地区の探鉍ポテンシャル

優良な鉍山は、San Rafael 及び Ampl. Al Alto Nuevo Porvenir であり、これらは品位的にも鉍量的にも、期待がある。その他の 4 つの鉍山、San Jose Chico, Barradon, Capuzaya および Noche Buena は、過去の大型採掘跡の残鉍と、昔の低品位鉍が稼行されている。

以上により一部を除き探鉍の余地がほとんどなく、比較的早い時期に鉍量は枯渇するものと考えられる。政府による揚水費の負担、CRMによる試錐探鉍等の各種援助が考えられる。

(3) バロネス地区の探鉱ポテンシアル

San Roberto, San Bernabe, Calicanto および California の各山は、全区域を通じて、規模、鉱量および探鉱余地が十分あり、中規模鉱山の代表と言える。一方、Las Cumbres および Amplificacion San Miguel は、小規模であるが品位が高い。

当地区はグアナセビ地区と異なり、酸化帯のみが採掘され、硫化帯が残されているので、硫化帯の鉱量に十分期待がもてる。低品位鉱を採掘しているのは安い選鉱費に救われているからである。今後は浮遊選鉱による各成分の回収を図り、鉱石の付加価値を高めることが、操業維持の基本になろう。

5. 2 鉱山の生産能力評価

鉱量の品位に基づいて収支バランスを試算した。これにより、金属価格の変動、一時的鉱況の変化等に対応しつつ操業を維持できるか否か、およびヒ押坑道の低品位部における掘進可否の判断（探鉱への切替）の一つの指標性が解る。

試算結果に基づき、各地区の生産能力を述べる。

(1) パラル地区

各鉱山は、資金的な余裕がある。特に鉱脈が不安定な La Esperanza, Tilita にとって資金的余裕は重要であり、採掘の深部化によるコスト高に、ある程度対応できると考えられる。一方、La Revancha は、収入対象が銀単味であり、また選鉱実収率が低いため、キャッシュフロー水準が低い。高品位部と鉱量の増加を求め、深部展開が必要になるが、それには運搬系統の変更を伴い、採掘コストの増大が予想され、かなり厳しいものとなろう。

こうした不安定要素はあるが、当地区全体としては生産能力は高いと、判断される。

(2) クアナセビ地区

コスト割れの鉱山は、早晚休止に追い込まれるものと予想される。また探鉱余地の限られる San Rafael, 鉱床の形態上、能率的採掘方法の導入が困難な Ampl.

Al Alto Nuevo Porvenir等は、増産は勿論、長期安定出鉱は望めない。

(3) バロネス地区

何れの鉱山も収支プラスであるが、一部の鉱山は、他の2地区と比較して選鉱費が低いことにより救われている。全般に、やや品位の低い鉱石を出鉱しているが、広範囲に大小の鉱脈が密集している点、鉱量的ポテンシャルは大きいので、潜在的生産能力は高い。

5. 3 鉱量の評価

(1) パラル地区

a) パラル市北部 (12km×7 km) およびサンフランシスコ・デル・オロからサンタ・バーバラにかけて (12km×8 km) の2つの大きな鉱脈群と、その他の小鉱脈群が分布する。パラル市北部と、その他の小鉱脈群を中小鉱山が稼行している。

b) パラル市北部地区では一部の鉱脈はすでに採掘が終了しているものの、多くの鉱脈が未開発または多少採掘された状態で残されているので、地区の鉱量的ポテンシャルは高い。

c) 鉱脈は、脈幅、鉱石品位共に安定しているものと、不安定なものとの認められる。鉱脈の安定性に応じて出鉱量の安定性が定まるので、不安定な鉱脈稼行の影響が僅かながらあるものと思われる。

d) 中小鉱山の生産能力は、その収益性から判断して現状を維持すると考える。また生産量を高める動きがないこと、鉱量の減少で生産を低下させる鉱山がないことにより、安定した鉱量の供給が行われるであろう。

e) 金、銀の建値低下および委託選鉱費の上昇を反映して、実収率の低い酸化帯の鉱石を温存し、硫化帯の鉱石を稼行する傾向にある。従って、今後パラル選鉱場の受入れ鉱石は、硫化鉱が増加するであろう。

f) La Revancha のような選鉱実収率の低い鉱石の選鉱学的研究が必要である。

(2) グアナセビ地区

a) 鉱床は、東西10km、南北10kmの範囲内に密集した鉱脈群で構成され、その一部を中・大企業が稼行または探鉱しているほかは、中小鉱山により稼行されている。

b) 昔、酸化帯から硫化帯までの鉱石が、深部まで大規模に採掘されている。従って、当地区の稼行鉱石は、

① 旧鉱山のズリが、現在は鉱石になるもの。

これらは、地表に堆積されている Terrero と坑内に充填されているものがある。

② 旧鉱山の残鉱。

③ 最近発見された新鉱床

に分けられる。出鉱の主力は①、②である。これらは銀建値の低下および委託選鉱費の上昇により、生産量減少の傾向にある。また残鉱量が減少しつつある。③については今後も発見が期待できるが、探鉱範囲が限られるので多量にはない。以上により、今後の生産量は次第に減少する傾向にある。

c) 中小鉱山の生産能力は、ある程度の機械導入と、整備された坑内により、充分であるが、埋蔵鉱量が少ないため、生産量の維持が困難となる鉱山が多い。また出鉱品位が低く、赤字化している鉱山は早晚閉山せざるを得なくなる。

d) 以上の生産量の減少は、ペニョレスのサンタ・クルス鉱山が、今後2か年にわたり 5,000 t /月の鉱石をグアナセビ選鉱場へ委託選鉱することにより、補填されるであろう。

e) 今後2か年間に新鉱床の発見が必要であり、CRMの協力による探鉱促進などが考えられる。なお、当地区には推定鉱脈の探鉱余地はある。

f) また、当地区は地下水の湧出により、下部開発が困難になったので、CFMの補助金等を検討し、中小鉱山の振興に資すればよいであろう。

(3) パロネス地区

a) 鉱床はサカテカス市から北方へかけて5つの大きな鉱脈群があり、50km×15

kmの範囲に分布している。このうち、Veta Grande 鉍脈群の一部はベニョレス鉍業により採掘済みであり、Cantera 鉍脈群の一部はCFMのEl Bote 鉍山として稼行中である。これら2ヶ所をのぞく部分が中小鉍山により稼行されている。

b) 昔の採掘は地表から酸化帯までを対象とし、硫化帯には主要坑道の掘進のみで終わっている。現在、中小鉍山が稼行している鉍石は、

- ① 旧鉍山の当時のズリが、現在は鉍石になるもので、地表に堆積している Terrero と称する鉍石。
- ② 旧鉍山の酸化帯の残鉍と硫化帯の鉍石。
- ③ 最近発見された新しい鉍床の鉍石。

これらのうち多くの中小鉍山は②の鉍石を出鉍しているが、①、③共に規模の大きなものがある。

以上により当地区の鉍量ポテンシャルは高い。

c) 中小鉍山の生産能力は充分であるが、バロネス選鉍場の受入れ制限により、山元貯鉍や生産制限が生じている。しかし、一部では委託選鉍費が安い故に継続可能な鉍山もある。

d) 選鉍処理制限のため、民間選鉍場を建設して自山鉍や他の中小鉍山の鉍石の選鉍をしたり、Terrero のヒープリーチングなどの計画がある。

e) バロネス選鉍場の稼働率および実収率の上昇が必要である。

6. 選鉱場現状診断の結論と提案

6. 1 選鉱実収率の改善案

(1) 安定操業による最適条件の把握

選鉱実収率を向上させるためには、常にその時点での、試薬添加量、pH値などの最適条件を把握することが重要である。

現場操業に於る最適条件は、実験室での選鉱試験によって求められる最適条件とは必ずしも一致するものではないので、安定した操業を継続し、浮選フロスの状態、分析値などを見ながら、試薬添加量をコントロールして、最適条件での操業を行なって実収率向上を達成しなければならない。

(2) 計装化による操業の安定化

三選鉱場とも、ほとんど計装化されていないのが現状であるが給鉱量、用水量、パルプ濃度、磨鉱粒度、pH値、試薬添加量などの重要な要因を一定にコントロールしなければ操業が安定しないので、計装化と一部自動化を実施する必要がある。

(3) 委託、買鉱条件の改善による操業の安定化

現在の委託、買鉱方式は、こま切れ運転となり、安定した連続操業が出来ないので、後述する新しい、オール買取り方式を採用することによって、操業を安定させる必要がある。加えて、オール買取り方式を採用すれば、硫化鉱と酸化鉱との混合処理が可能となり、各選鉱場の実態に合せた処理方式を選択することができ、実収率向上につながる。

(4) 操業管理技術のマスター

実収率向上は、近代的設備が導入されただけでは達成されるものではなく最も重要なことは、運転員及びスタッフが近代的設備の操業管理技術を完全にマスターすることである。そのためには、近代的設備をもった選鉱場において OJT ON THE JOB TRAINING を行うことが望ましい。

6. 2 操業コストの低減策

(1) 計装・自動化によるコストダウン

計装・自動化によって操業状態が安定すれば運転員の仕事量が減少し、省力化されると同時に試薬消費が節減されるなど、諸々のロスが減少する。

(2) 省エネルギー

システムの合理化によって生じる余剰機械設備を休転し、省エネルギーを推進しなければならない。

運転台数が減少すれば、メンテナンス費も減少する。

(3) 委託・買鉞条件の改善によるコストダウン

オール買取り方式を採用することにより、個別処理の手間と頻繁さが減少し、同時に設備稼働率が向上し、コストダウンとなる。

事務も簡素化され省力化できる。

(4) 事務管理部門の合理化

パソコンの導入により、事務管理を効率化し、省力化する必要がある。

6. 3 設備稼働率の改善

設備稼働率の検討において、これを向上するために、解決することか必要ないいくつかの問題点が明らかになった。すなわち、

突発故障の発生

複数鉞山からの選鉞受託という操業方式

その他、用水の不足、設備能力のアンバランスな点

等である

1) 突発故障発生の減少策

保全に関する考察の中で詳細は述べられているが、まず、計画的な保全、修理の

体制を作り出すことである。本来、選鉱プラントのような装置産業は予定した操業期間中は、ほぼ 100%近く稼働することが一般的であり、またそれが可能になるようメンテナンスが計画されている。CFMの選鉱場の場合は長期的な休転整備計画は組まれていないが、年間を通じた保全計画と日常の管理を適切に実施する体制が確率されれば、現在のような突発的な故障はほとんど解消可能であると思われる。これには、異常を早期に検知、発見するために、各種の計測器、メーター、警報システムの導入等も効果を発揮するであろう。

2) 受託（委託）選鉱方式について

現在、設備稼働率のみならず、機器の運転効率やメタル実収率の面でも大きなマイナス要因となっているのがこの問題である。

この解決には、受け入れる鉱石は、すべて買鉱とするのが最良策であると考えられる。

オール買鉱方式とした場合は、現在の「こま切れ」的な操業状態を脱却し連続性のある一括した形とすることが可能となる。鉱種切替時の待ち時間、ブランクの解消、始運転、休転時のロス削減等が期待できる。

工程ごとの稼働状態のバラツキについても鉱石の連続処理や、ある程度の粗鉱ブレンドング或いは、混合処理等を行うことにより、各機器の運転負荷率を適性な状態で運転し、各工程の能力を十分に引き出し、操業可能となるだろう。プロセス内の状態を迅速に把握するためのX線分析装置等を、設置活用することができれば理想的である。

この問題の解決は、設備稼働率の向上のみならず、実収率の向上や、機器の運転効率の改善等相乗的な効果も多く含んでいると考えられる。

加えて、前出の予防保全体制を確立するために無理の無い操業日程を計画することが可能となり、故障の減少にも貢献することが可能である。

3) その他

設備能力のアンバランスな点、言い換れば、各工程負荷にバラツキが出るという問題については、前項（2）の買鉱方式への転換というのがソフト面での一つの解決策であろう。ハード面においてこれに対応することを考えると、まず、各装置へ

の鉾石供給を安定化することである。例えばコンスタントフィードウェィアの装置により、磨鉾系へのフィードを安定的、かつ可変性のあるものとし、プロセス全体のバランスを見て、処理鉾量の微調整を行ったり、各種の計装設備の設置により、各工程及び機器の負荷状態を知ることが有効である。

6. 4 保全に関する改善案

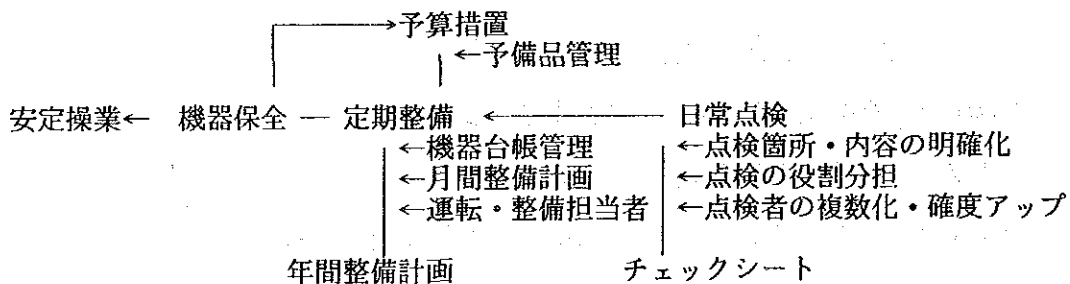
安定した選鉾場の操業を行うには、まず設備面での不安解消することが不可欠である。そのためには、予防保全体制の導入が是非とも必要である。

現状とのギャップを考慮すれば、即座に保全体制を改良することには、困難な点もあると考えられるが、将来的に、理想的な保全体制を確率することを念頭に置いて次のような保全業務の改善案を提案する。

1) 保全体制の概略

現在、各選鉾場とも、休転整備の期日は、あまり計画的には設定されておらず、休日以外は、故障が無い限り、機器のメンテナンスは特に行わず、運転操業を続け、故障発生の都度、関連機器、工程を止め、修理を行うという方式をとっていることが多い。これにより、設備稼働率の面等で不都合が生じている。これを改善するには、定期的に休転整備を実施し、運転時には、設備のフルキャパシティで操業可能とすることが必要である。

このために必要な機器保全に関する措置を図式にすると次のようになる。



2) 年間整備計画の策定

各工程における主要機器について年間の整備計画を作る。これは、過去の修理記録に基き、消耗部分の点検等を、適当な間隔で行うものである。

計画の立案には、対象機器の台帳を準備し、そのスペックや、修理記録等のデータを蓄積してゆくことが必要である。この機器台帳は、できれば、プラントで使用しているすべての機器について作製することが望ましい。主要機器の点検、整備を定期的に計画、実施することで、重要な故障の90%は防止可能となるだろう。また、これに伴い取替部品、予備品のうち特殊なものを前もって準備することも可能となり、物品調達面での改善や、保全コストの予算を各月バランスのとれた計画的なものとする事ができる。

整備計画の基礎となる機器台帳は、消耗部品の平均寿命の推定や故障頻発箇所の追求、改善や、予備品の在庫管理を行う上でも効果を発揮する。

3) 日常点検の励行

主要機器類の定期整備は、保全担当者の専門的な知識や経験を要するが、これを支え、日々の順調な採業を可能とするのは日常点検の励行である。

日常点検は、操業管理担当の職長や、一般の作業員も行えるように、高度の技術を必要としないで、実施可能としなければならない。その意味で、チェックシートの準備、活用は、非常に効果的である。チェックシートの内容は、点検機器の良否を確実にチェックできるポイントを選び、その状態を具体的かつ簡略に表現できるようなスタイルが良い。理想的なものとしては良・不良のような判断に個人差の出るような書式は、できるだけ避けて、数値等で表現できるようにすれば、後になって故障原因の追求や経時変化、或いは、装置やプロセス改善のための基礎データとして有効なものとなる。種々の測定器が整備されるまでは、まず、日報のスタイルで、工程、機器の良否だけでも記入する習慣をつけるべきである。

また、日常点検は、固定された特定の担当者だけが行うのではなく操業の各シフトごとに、役割分担を行い、複数の人が、共通の判断基準を持って行うことが大切である。ダブル・トリプルチェックを実施することによって異常の早期発見に努めるべきである。この点検作業を確実に行うことは、順調な操業維持に効果的であるだけでなく、点検者各自の機器に関する知識・技能のレベルアップや、関心を高めるといふ点でもメリットが生じよう。

4) まとめ

単なる修理体制の整備ではなく、保全管理の体制、意識が定着化することにより、操業の安定性が向上すると同時に消耗部品の材質の検討や、形状の改善、各機器の消耗部品の共通化等の改善効果が期待できる。一般に故障の頻度の高い機器や、その内容は限定されており、機器修理、部品交換の記録が充実して来れば、誰にでも、問題となる箇所が見えて来る。その改善に検討、工夫を重ねることで、保全体制の一層の充実、コストダウンといった成果が実現し、次の改善へとつながって行く。

6. 5 委託/買鉱方式の改善案

現状の問題点を解決するために次のような改善案を提案する。

(1) オール買取方式

鉱石は受入れ時点（破碎処理時）で、鉱量及び品質を確定し、各鉱山に対し同一の条件で算定した鉱石代金を支払う、オール買取り方式とする。条件は出来る限り単純にする。

(2) 処理方式

各鉱山の鉱石を混合処理するか、あるいは単独（単一）で処理するかは、その時の事情により、自由を選択する。いずれの場合も、鉱山毎に鉱石あるいは産物（精鉱）を個々に区別する必要はなく、連続操業を継続することが可能であり、大きな実収率の向上、及びコストダウンをもたらすことになる。

(3) 基本となる選鉱成績（年間生産計画）

各鉱山の鉱石を混合処理あるいは連続一括処理することを前提として年間生産計画をたて、過去の操業実績と実験室での選鉱試験結果に基づいて、月間平均選鉱成績を設定する。この選鉱成績は選鉱場単位で総合して1つにすることが望ましいが、いくつかの鉱種別に異なる成績を設定することも可能である。

(4) メタル代金

各精鉱毎に製錬所が支払ってくれるメタル代金については、生産計画の選鉱成績で決定された選鉱実収率（計画値で固定）に製錬売鉱条件の製錬採収率を掛け合わせた総合実収率（固定）を算定する。鉱石に含まれる各メタルは、この総合実収率で買取る。メタル建値は、買取る時期の国際相場を使用する。

(5) 粗鉱下限品位

各メタル毎に粗鉱下限品位を設定して、この品位未満の成分については無代価とする。

(6) 選鉱費

選鉱費として、選鉱操業費、一般管理費及び減価償却費等選鉱場で発生する費用すべてを含んで見積り、メタル代金合計から差引く。各鉱山の鉱石1トン当たり同一額を一律に差引く。

(7) 精鉱販売費及び製錬T/C, R/C

精鉱販売費及び製錬条件によるT/C, R/C は、粗鉱の鉛、銅、亜鉛品位に比例して変動するので、生産計画の粗鉱品位を基準として、比例計算し、各メタル代金から差引く。

(8) 製錬ペナルティー

製錬ペナルティーは鉱石トン当たり金額にすると小額となるので、実績をふまえ、0.1USドル程度として固定し、一律に選鉱費に加算してメタル代金から差し引く。

(9) 選鉱場の収支

この買鉱条件によって鉱石を買取れば、生産計画と同じ操業成績が達成された場合に選鉱場としての収支はほぼゼロとなるが、実際には、実操業結果と生産計画の差が差益あるいは差損として生じ、収支は変動する。

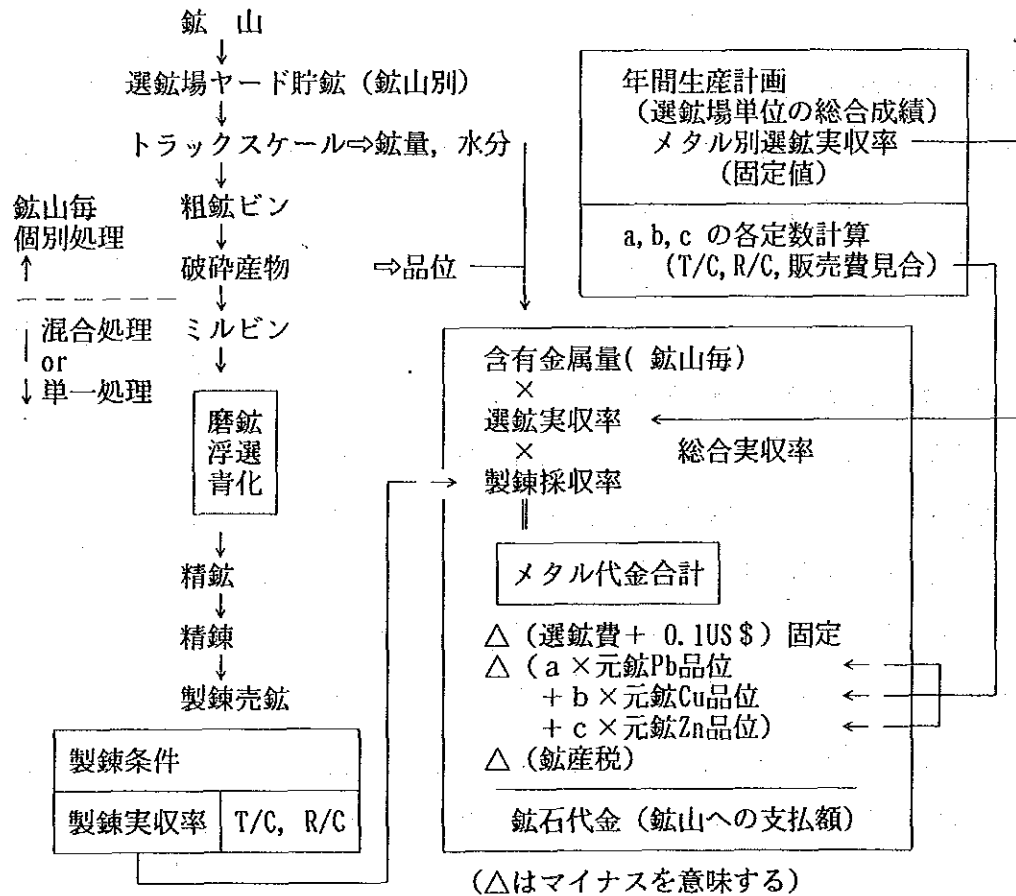
(10) 条件の見直し

年間生産計画及び選鉱費見積りは、前年度の実績をふまえて、毎年改訂し、それに基づいて、選鉱実収率あるいは選鉱費等の条件を見直す。

(11) 難処理鉱石の個別条件

選鉱実収率が特別に低い難処理鉱石については、例外として、別途個別に鉱山と協議して、単独の買鉱条件を設定することとする。

(12) 改善案の買鉱手順と鉱石代計算法



(13) 鉱石代金計算例

(第7章7.6 パロネス選鉱場の増設計画の買鉱鉱石代金計算を参照のこと)

6. 6 管理運営方法の改善

各選鉱場の経営改善を実施するに充たり、重要な要因として管理運営方法の改善がある。

管理運営は、操業に基づいたものであることは必要不可欠であるが作業環境、事務内容の見直しを行ない迅速かつタイムリーな情報を経営者、操業管理者、従業員に提供することが必要である。

今回の3選鉱場の調査の結果、各選鉱場とも予算の策定を行なっておらず、場渡り的な操業管理を行なっている傾向が強い。又、コンピュータの導入は図られているものの、その活用が充分行なわれていない。

従ってこの上記状況を鑑み、予実算管理の徹底、コンピュータの有効活用を改善点とする。

(1) 予実算管理

1) 予算作成

各選鉱場毎に年に1度もしくは、半期に1度を一単位として月額予算の策定を行なう。予算を策定するにあたっての留意点を作成資料、資料作成要領の側面から後述する。

a) 原料繰り予算

購入原料は多岐阜にわたっているが、各々の鉱山（買鉱先）からどの程度の品位のものをどの程度量購入するか、時期をも含め予算策定する。

b) 処理計画

原料繰り予算に従い、混合処理を行なうのか単独処理を行なうのか、又、休転による設備メンテナンス等、操業の大きな変動要因を考慮した予算を策定する。

コストに関しては、管理組織毎にコスト管理単位を設定し、処理計画に対応する処理コストの算出を行なう。

上記事項に基づき、収支予算を策定する。

c) 管理・補助部門予算

事務部門・分析部門・鉱石受入部門等毎にコスト予算を作成する。

d) 総合収支予算

bにより計算した収入に基づき、Bのコスト、Cのコストを配賦した総合収支予算を策定する。

e) 人員計画

f) 資金計画

2) 運 用

現在のCFMの管理は本部集中管理であるが、これでは各選鉱場における細かな管理が不可能である。従って、各選鉱場の事務部門で予実算資料を作成し、各選鉱場にて予実算比較分析、予算を下回っている場合の対応策を毎月実施する。諸資料を本部へ連絡し本部の承認及び本部からの指示を受けることが望ましい。

3) 予実算管理実施のための方案

現在の各選鉱場の事務担当者の数は量的にも質的にも不足しているが、細かな管理また現在実施していない予実算管理の新規導入のためには、事務の合理化、簡素化が必要である。

これを実現させるため、諸々帳簿作成のためにコンピュータの導入及び有効活用を提案する。

(2) コンピュータの導入及び有効活用

コンピュータの導入及び有効活用を推進するにあたり、現作業におけるコンピュータへの置換作業の取捨選択、新規作業（予実算管理帳簿）のコンピュータ導入項目の選択、運用、導入費用の算出、導入効果の側面から後述する。

1) 現作業におけるコンピュータへの置換作業

a) 鉱石代計算書（売鉱）

b) 原料代計算書（買鉱）

c) 原料受払表

d) 貯蔵品受払表

e) 給与計算書

- f) 固定資産台帳
- g) 減価償却費計算書
- 2) 新規作業（予実算管理帳簿）のコンピュータ導入項目
 - a) 要素別予算比較表 別添資料参照
 - b) 損益計算書

3) 運 用

別添の事務合理化flow chartの様に現場、事務サイドでのデータをもとにキー入力する。出てきた一次帳簿を基に要素別予実算比較表、製品受払台帳、損益計算書への必要データを再入力する。

初期データ入力のみで、各種帳簿を一括作成することはシステムの作成費用がかかるためやめ、できるだけ既製ソフトを使って対応することとした。

4) 導入費用の算出

コンピュータ導入に係る費用は別添、コンピュータ導入コスト表にある通り、ハード代US \$ 20,000、ソフト代US \$ 20,000の合計US \$ 40,000が必要であると見込まれる。なお、既製ソフト代は日本国内における類似品の価格を基礎としている。又ソフト作成代はメキシコ人技術者によるソフト作成費用としている。

7. 現状の経済評価

本経済評価では、それぞれの選鉱場の売上高の内訳及び売上原価の内訳と、操業利益、一般管理費・販売費、経常利益についてその概要と一般的な経済指標を記し、最後に原価総額の変動費比率を算出して損益分岐点と経営安全率を求めることとした。

また、現在赤字操業をしている Guanacevi と Barones の両選鉱場については収支を均衡させるためにはどの程度の収入増若しくは経費の削減をしなければならないかについても若干の記述を加えた。

また、CFMでは選鉱場の資産の再評価を行っていない。メキシコに於ける近年の激しいインフレを考慮に入れると、総資本回転率や総資本経常利益率等の経営指標を貸借対照表から求めても余り意味がない。したがって本経済評価は主に損益計算書を基に行うこととした。また、損益計算書の年度別比較も行わないこととし、一番新しい1989年度上半期（1～6月）の資料を主に分析を試みた。

(1) PARRAL選鉱場

資産の再評価をしていないことを除けば、極めて健全な運営を行っており、大きな問題点は存在しない。

損益分岐点比率を見ると、売上高が現在より32.52%低下しても赤字にならないことを意味しており、現状のままでも極めて安定した経営状態である。但し、更に一層収支改善の努力を行う余地が残されており、より合理的な運営を行って、選鉱費を一定期間据置く等の措置をとることが出来れば、地域の鉱業振興に寄与することとなる。

(2) GUANACEVI 選鉱場

'84年と'87年を除き、赤字操業である。

損益分岐点売上高1,836百万ペソを得るためには、委託選鉱費をトン当たり40,200ペソに引上げなければならない(67%up)。逆に現在の委託費を据置いた場合は、処理鉱石量を61,200t/期に増量(34%増)する必要がある。

この地域のマイニング・ポテンシャルが限られており、今後処理量が低下する傾向にあることを考えると、上記のいずれも実現は困難であると思われ、操業を合理化して、原価を削減する以外に収支改善の方策は考えられない。つまり人件費総額(278百万ペソ)の1/3(96百万ペソ)をcutした上、材料費511百万ペソと電力費207百万ペソ合計718百万ペソの15%(108百万ペソ)cutする等の大胆な合理化を行えば経常段階で30百万ペソ程度の利益を計上出来る。

(3) BARONES 選鉱場

毎年、非常に大巾な赤字操業を余儀なくされており、今回訪問した3ヶ所の選鉱場の中では一番大きな難問を抱えた選鉱場である。

赤字を解消するためには選鉱費を改訂し増収を計らなければならないが、小鉱山主の力が強いこともあって、地域の政治問題化しており、単に経済的な面からだけでは解決が難しいというのが実態である。

赤字の真の原因は、委託選鉱費と買鉱選鉱費が共に実際の選鉱コスト(操業原価)から大きくカイ離したレベルに抑えられていることにある。

選鉱費が低額に抑えられているため、この選鉱場には低品位の難処理鉱が多く集まる。設備が老朽化していることもあり、選鉱実収率は上がらない。従って選鉱費の増額を申し入れても鉱山主側に受入れられないといった完全な悪循環をたどっていると云える。

Guanacevi での提案と同様の大巾な合理化を断行すると共に近代的な設備を備えた選鉱場を建設して、操業上の無駄を無くし、実収率も改善するといった大改革を実行しなければ収支改善のための選鉱費の改訂に対する鉱山主側の理解は得られないであろう。

8. 選鉱場近代化計画

8. 1 概 要

各選鉱場の設備近代化計画として、次の4つの計画を策定する。

- a) パラル選鉱場既存設備の近代化計画
- b) グアナセビ選鉱場既存設備の近代化計画
- c) バロネス選鉱場既存設備の近代化計画
- d) バロネス選鉱場新プラントの増設計画

8. 1. 1 処理鉱量及び品位

パラル選鉱場及びグアナセビ選鉱場は、増産体制はとらず、現状維持のそれぞれ6,400 t/月、7,500 t/月処理、既存設備の近代化工事のみを計画した。一方バロネス選鉱場は、既存設備の近代化工事に加えて3,900 t/月処理あるいは5,200 t/月処理の近代的プラントの増設工事を計画し、総合では現在の9,100 t/月処理から13,000 t/月あるいは14,300 t/月処理へ、増産する計画とした。

処理鉱石品位は、パラル、グアナセビは現状と同じとしたが、バロネスは増設プラントの処理鉱石Ag品位を15 g/t程度高く設定した。

処理鉱量及び品位

	処理鉱量					
	t/月	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Cu %	Zn %
パラル	6,411	0.74	325	0.6	—	0.2
グアナセビ	7,751	1.45	253	—	—	—
バロネス合計	12,956	0.57	170	0.2	0.1	0.5
既存設備	9,056	0.47	175	—	—	—
増設プラント	3,900 5,200	0.80	160	0.8	0.4	1.6
バロネス現状	9,056	0.46	155	0.3	0.1	0.5

(1989年実績)

8. 1. 2 パラル既存設備近代化の概要

三選鉱場の既存設備の近代化計画の概要をまとめて、Table 8.1.1に示した。

パラル選鉱場の近代化計画は、破碎プラントの粉じん対策のための集じん装置強化工事、操業安定化のための計装化工事、老朽化したボールミルの更新工事及び省力化のための事務管理部門の合理化計画からなっている。設備投資額の合計は、1,493百万ペソ(563千USドル)である。

改善効果は、各メタル2～3%の実収率向上によって粗鉱トン当たり約5,100ペソ、加えて青化ソーダ使用減等のコストダウンによって粗鉱トン当たり約700ペソとなる。

減価償却及び金利は、粗鉱トン当たり約2,300ペソで、これを差し引いた収支改善金額としては粗鉱トン当たり約3,500ペソとなる。

投資効率は、ARRが18.3%、BPが5.5年である。

8. 1. 3 グアナセビ既存設備近代化の概要

グアナセビ選鉱場の近代化計画は、操業安定化と省エネルギーのための磨鉱改善工事、省エネルギーのための浮選系統合理化工事、操業安定と試薬節減のための試薬設備増強工事、精鉱脱水、乾燥費削減のためのフィルタープレス新設工事、及び省力化のための事務管理部門の合理化計画から成っている。

設備投資額の合計は約810百万ペソ(306千USドル)である。改善効果は、Au、Ag実収率が約2%向上することによって粗鉱トン当たり約3,500ペソ、加えて省エネルギーなどのコストダウンによって粗鉱トン当たり約2,700ペソとなる。

減価償却費及び金利は粗鉱トン当たり約1,000ペソで、これを差し引いた収支改善金額は粗鉱トン当たり5,200ペソとなり投資効率は、ARRが59.2%、BPが1.7年である。

8. 1. 4 バロネス既存設備近代化の概要

バロネス選鉱場の既存設備近代化計画は、酸化鉱と硫化鉱が混合している現状に対処し、酸化鉱と硫化鉱の混合鉱を浮選-青化系ストレート処理する方式を行なうための系統改善工事、操業安定化と省力化のための計装化工事及び省力化のための事務管理部門の合理化計画から成っている。

設備投資額の合計は、約 612百万ペソ（231千USドル）で改善効果は、Au、Ag実収率がそれぞれ2%、4%ずつ向上することによって、粗鉱トン当たり約3,000ペソ、加えて、既存プラントの人員を21人削減することなどによるコストダウンが粗鉱トン当たり約1,200ペソとなる。

減価償却費と金利は、粗鉱トン当たり約700ペソで、これを差し引いた収支改善金額は粗鉱トン当たり約3,500ペソである。

投資効率は、ARRが63.7%、BPが1.6年となる。

8. 1. 5 バロネス選鉱場増設計画の目的及び必要性

バロネス選鉱場に隣接して、近代的プラントを増設する目的並びに必要性は、次のとおりである。

a) 増産

サカテカス地区の民間中小鉱山はバロネス選鉱場の現在の処理能力を上まわる量の鉱石処理を希望しているので、3,900 t/月増産する。

b) 既存プラントのコストダウン

バロネス選鉱場は、現在大巾な赤字操業を余儀なくされているので、既存プラントからの人員配転、一般管理費及び分析・実験室などの固定費の負担軽減などコストダウンを行なう必要がある。

c) 近代的設備一式を備えた新プラント

既存設備はかなり老朽化しており、現プラント建家内での増設あるいは全面的な設備更新は、投資効率が低いので、破碎から磨鉱、浮選、精鉱脱水までの近代的設備一式を備えたプラントを新規に建設する方が得策であると判断した。

d) 技術研修及び教育・訓練

近代的設備の運転技術並びに近代的な操業管理技術をマスターするためには、OJT方式 (ON THE JOB TRAINING)が最良と考えられるので、その研修並びに教育・訓練の場としても利用できる。

e) 高実収率の達成

オール買鉱方式及び近代的な設備予防保全体制を導入し、高度に教育された運転員とQC手法をとり入れた近代的操業管理技術を身につけたスタッフが計装・自動化された近代的なプラントを操業することによって、常に最適条件に近い状態で操業可能となり選鉱実収率は大幅に向上する。

f) 多種類精鉱の生産

Au, Agのみではなく、Pb, Cu, Znも高品位、高実収率で回収することを目的とし、将来は含Au, Ag硫化鉄(FeS)精鉱の回収も検討することとする。

8. 1. 6 バロネス選鉱場増設計画の概要

バロネス選鉱場敷地内にPb-Cu-Zn優先浮選法の新プラント(破碎-磨鉱-浮選-脱水)を建設する。処理鉱量は、1日当り150トンあるいは200トンで、月間26日操業として、月当り3,900t/月あるいは5,200t/月で、粗鉱品位はAu 0.8g/t, Ag 160g/t, Pb 0.8g/t, Cu 0.4%, Zn 1.6%と設定した。

選鉱実収率は、Au: 33%, Ag: 76%, Pb: 73%, Cu: 86%, Zn: 68%と、いずれもバロネスの実績(1989年1月~6月平均)のAu: 21%, Ag: 43.3%, Pb: 57.5%, Cu: 73.1%, Zn: 42.9%よりは高いが、Table 4. 2. 13に示す、San Bernabe 鉱のバッチ試験からの予想成績の実収率、Ag: 68%, Pb: 91.9%, Zn: 89.6%と比較すればPb, Znなどについては逆に低い。

8. 2 選鉱場近代化計画の経済評価

8. 2. 1 経済評価の方法

三選鉱場の既存設備の近代化計画並びにパロネス選鉱場の新プラント増設計画における設備投資の評価を、投資効率の指標として、Discount Cash Flow (DCF)の Internal Rate of Return (IRR) を計算することによって行った。

IRRは操業期間内で次式がゼロとなるようなDR (Discount Rate)として求められる。

$$\sum_{n=1}^m \frac{NCF}{(1+DR)^n} = 0$$

NCF : Net Cash Flow

m : 操業期間

8. 2. 2 経済評価の前提条件

(1) 生産高

1989年1～6月の操業実績に基づいて、全鉱山の鉱石、並びに全処理系統を総合して、各選鉱場で、唯一つの総合選鉱成績を計算し、その生産物(精鉱)をメキシコ国内の製錬所に売鉱する場合の売上高をもって、各選鉱場の現状の生産高とした。この生産高は各選鉱場の決算に於る生産高とは必ずしも一致しない。なぜなら、委託処理の場合には精鉱売上高代金は選鉱の生産高には含まれず、委託費(選鉱処理費見合)だけが選鉱場の生産高となる。加えて、買鉱の場合においても、選鉱場から各精鉱を製錬所へ販売する数量は、在庫の受払いの関係で、必ずしも生産実績とは一致しないからである。

(2) 製錬条件

各精鉱の売鉱先は、メキシコ大手製錬会社であるIMMSA社の製錬条件を使用して計算した。

(3) 金属建値

金属建値は、次に示す1989年1～6月平均の国際メタル価格を使用した。

Au : 384.119USドル/TOZ

Ag : 569.291USセント/TOZ

Pb : 633.944USドル/MT

Cu : 131.951USセント/LB

Zn : 1819.577USドル/MT

(4) 鉱山-選鉱連結収支

選鉱場が各鉱山から鉱石を受入れる条件により、すなわち、委託あるいは買鉱方式の違いにより評価が変動することを避けるために、鉱山の採鉱費（その地区全鉱山の平均）を推定して見積り、鉱山と選鉱を連結させた収支を試算し、経済評価を行った。

(5) 選鉱費などのコスト

現状の選鉱費、販売費、一般管理費などは、1989年1～6月の実績値を使用し、近代化後は、これをベースに改善効果を見積もって算定した。

(6) 金利

設備投資の金利は営業外費用として計上した。なお、金利は5%としたが、資金調達を米州開発銀行 (IDB: Inter-American Development Bank) などの国際金融機関の融資を想定して、その利率を設定した。

(7) 償却費

減価償却費は、機械設備10年、建物構築物15年、残存価格5%として計算した。

(8) 交換レート

外貨交換レートは1USドル=2650ペソとして計算した。

8. 2. 3 経済評価の結論

IRRの計算は、各選鉱場について、Ag価格を標準ケース（1989年1～6月実績の国際価格平均：569.281USセント/TOZ）、約10%アップケース(630USセント/TOZ)及び約10%ダウンケース(510USセント/TOZ)の3ケースについて試算した。

なお、バロネス選鉱場の増設計画では、プラントの処理鉱量を150t/日及び200t/日の2ケースに加えて前者の場合のAg価格10%アップケース並びに後者の場合の10%ダウンケースの計4ケースについて試算し、それぞれのケースについて、バロネス既存設備の損益と結合した場合についても4ケースについて試算した。これらをまとめると次のとおりとなる。

(1) 既存設備の近代化

		パラル既存	グナセ既存	バロネス既存
設備投資 (千ペソ)		1,493,275	809,392	612,050
IRR (%)	ケース A(Ag価格標準) 569.281 (USセント/TOZ)	19.9	49.5	52.7
	ケース B(10%アップ) 630	21.7	51.5	54.4
	ケース C(10%ダウン) 510	18.0	47.5	51.0

グアナセビ及びバロネスのIRRはいずれのケースも50%前後であり、投資効率が
高い。

(2) バロネス増産計画

処理鉱量	t/日	150	200
	t/月	3,900	5,200
設備投資 (千ペソ)		16,025,000	17,628,000
IRR (%)	ケース A(Ag価格標準)	6.5	9.2
	ケース B(10%アップ)	8.0	(試算せず)
	ケース C(10%ダウン)	(試算せず)	7.8

いずれのケースもIRRが10%以下と低い。

(5) バロネス総合評価

バロネス既存設備の近代化計画及び増産計画を総合して評価すると、Table 6.8.17~20の試算結果のとおりで、まとめると次のようになる。

	処理鉱量 (t/月)	12,956	14,256
	設備投資 (千円)	16,637,050	18,240,050
IRR (%)	ケース A(Ag価格標準)	8.5	10.7
	ケース B(10%アップ)	9.8	(試算せず)
	ケース C(10%ダウン)	(試算せず)	9.2

いずれのケースもIRRが10%以下と低い。

9. 結 論

9. 1 3 選鉱場の既存設備の近代化

(1) パラル選鉱場

鉱業ポテンシアル上は、酸化鉱の残鉱があること、硫化鉱は殆ど未採掘であることにより、埋蔵鉱量は十分あり、鉱石の品位は高く、安定している。鉱山の操業も順調で長期間の鉱石安定供給が可能である。

経済的には資産の再評価を行なって適正な償却を実施すること、および設備維持、更新の投資を実行することが重要である。

近代化は、設備の老朽化対策、効率上昇、操業安定化、労働条件改善および省力化が目的である。処理鉱量は現状 6,400t/月、品位Au 0.74g/t, Ag 325g/t, Pb 0.2%, Zn 0.2%とする。選鉱実収率はAu 67.20%, Ag 68.25%, Pb 52.5%およびZn 47.25%までの上昇を前提とする。

工事は

- a) ボールミルの更新。
- b) 破碎系統の集塵装置の強化。
- c) 各所の一部計装化。
- d) 事務部門の合理化。

で、投資額合計14億 9,300万ペソ (56万 3,000US\$) であり、処理鉱量t当り 3,556 ペソ改善される。現在の経常利益t当り 5,288ペソと合わせ 8,844ペソの利益となる。

なおIRRは19.9%で、銀建値約10%低下の時18.0%、約10%上昇の時21.7%であり、ARRは18.3%、PBは5.5年である。

なお投資に関わる諸条件は、

- a) 金属建値は1989年1～6月の国際金属建値の平均値とした。
- b) 精鉱販売の製錬条件はIMMSA (メキシコの主要製錬会社) の条件による。
- c) 金利は5%は米州開発銀行等の国際金融機関の融資を前提に考えた。
- d) 減価償却期間は機械・設備が10年、建物・構築物が15年、残存価額5%、定

額償却とした。

e) US\$ とペソの換算は、調査当時の 1 \$ = 2,650ペソを用いている。

f) 投資相当分の収入増分(選鉱実収率効果)と原価減分(選鉱費、一般管理費のコスト削減効果)を加算したものが改善効果総額であり、これを基準にDCF法でIRRを求めた。

g) 投資効率 ARR (%) = [改善効果総額 - (減価償却費 + 金利)] / 投資額

f) 回収期間PB = 1 / ARRで、年数で示す。

i) 感度分析は多くの要因、たとえば選鉱実収率、鉱石の品位等があるが、ここでは銀の建値変動を用いた。変動幅はa)の平均値を基準に上下約10%づつとした。以下各選鉱場についても同じ条件である。

(2) グアナセビ選鉱場

鉱業ポテンシャルとして、酸化鉱および硫化鉱が徹底的に採掘されてしまい、現在はその残鉱と当時の低品位鉱が給鉱の主体であり、鉱量は枯渇しつつある。今後2年間はサンタ・クルス鉱山の採鉱出鉱により選鉱処理量は維持出来るが、CRM等の協力を得て採鉱を促進し、鉱量を確保することが重要である。

経済的には、今後処理鉱量の低下が予想され、売上高の増加は期待できない。操業の合理化を図り原価の大幅削減が必要である。人件費総額の1/3削減、電力費・材料費の15%削減により収支均衡する。

近代化は、設備の維持、省エネルギー化、操業安定化、物品費削減および事務部門の省力化と合理化を目的とする。処理鉱量は7,751t/月、品位はAu 1.45g/t、Ag 253g/tとする。近代化により、Au、Agの実収率は、それぞれ約80%を前提とする。

工事は

a) フィルタープレスの新設。

b) 磨鉱システムの改善。

c) 試薬設備の増強。

d) 浮選システムの合理化。

e) 事務部門の合理化。

である。設備投資額は8億1,000万ペソ(30万6,000US\$)で、処理鉱量t当り5,155ペソ改善される。現在の赤字3,815ペソを補填してなお1,340ペソの経常利益となる。

なおIRRは49.5%で、銀建値約10%低下の時47.5%、約10%上昇の時51.5%であり、ARRは59.2%、PBは1.7年である。

(3) バロネス選鉱場

鉱業ポテンシャルは、酸化鉱が採掘終了に近く硫化鉱は殆ど未採掘である。選鉱費が安い他地区では採算に乗らない低品位鉱まで採掘されている。長期間、鉱石の生産は維持され得るが、個人選鉱場建設の影響で処理鉱量、品位共に変動しうである。

経済的には、1989年1月にCFMは選鉱費を値上げし、委託選鉱費はトン当り30,000ペソ(買鉱13US\$)となった。しかし、バロネス選鉱場だけは16,500ペソの委託選鉱費(買鉱17,500ペソ)に抑えられている。1989年上半期は処理鉱石トン当り、パラルでは5,228ペソの経常利益、グアナセビが3,815ペソの経常損失となっているが、バロネスでは15,799ペソの経常損失となっている。もし、バロネスが他選鉱場並の委託選鉱費であると仮定すれば、1,990ペソの経常損失となる。

赤字削減には、選鉱場の努力も必要であるが、契約選鉱費の改訂も必要である。近代化としては、質のよい資金を利用して、最新設備を持つ選鉱場を増設し、実収率の向上を図る共に、操業コストを大幅に削減させる必要がある。

選鉱場の稼働率が低く、鉱山の出鉱制限、山元での貯鉱が発生している。高品位、多量出鉱可能な鉱石は、近くのCFMエル・ボテ鉱山で高い委託選鉱費で処理されている。多量の埋蔵鉱量を有する中鉱山は個人選鉱場やリーチングプラント建設を計画し、また個人の委託、買取り選鉱場建築も行われている。これらの現状とバロネスの安い契約選鉱費のため、低品位、難処理鉱、小口出鉱はバロネスに集中する傾向があり、このため実収率、操業率の低下、赤字操業になっている。その改善は極めて困難であり、既存設備の改善と併せて新選鉱場を増設し、実収率向上と硫化

鉍の付加価値上昇により対応せざるを得ない。

既存設備の近代化は処理鉍量は 9,056t/月、品位はAu 0.47g/t, Ag 175g/t とする。選鉍実収率は現状よりAu 2%, Ag 4%の上昇を前提とする。

工事は

- a) 酸化鉍は硫化鉍の混合処理による実収率 上昇を図る、浮選、青化処理系統改善。
- b) 各所の計装化、自動化。
- c) 事務部門の改善。

である。投資額は6億 1,200万ペソ (21万 1,000US\$) で、改善効果は処理鉍量 t 当り 4,262ペソである。人員21名の削減が可能である。

なおIRRは52.7%で、銀建値約10%低下の時51.0%、約10%上昇の時54.4%であり、ARRは63.7%、PBは 1.6年である。

2. バロネス選鉍場新プラント増設計画

現バロネス選鉍場に隣接して、鉛-銅-亜鉛優先浮の新選鉍場(破碎-磨鉍-浮選-脱水)を増設する。計画処理鉍量は、鉍山側の貯鉍、生産制限、選鉍場の貯鉍等を考慮して、150t/日から200t/日の間に適正量があると考えられるので、両端の2ケースを検討した。品位はAu 0.8g/t, Ag 160g/t, Pb 0.8%, Cu 0.4%, Zn 1.6%を、選鉍実収率は Au 33%, Ag 76%, Pb 73%, Cu 86%, Zn 68%を前提とした。人員21名。

設備は

- a) 機械・電気設備
- b) 土木・建設

で総額 16億 2,500万ペソ(604万 7,000US\$, 150t/日) または 176億 2,800万ペソ(665万 1,000US\$, 200t/日) であり、処理鉍量 t 当り 2,762ペソまたは11,006ペソの利益となる。先の既存設備近代化の改善と併せ、バロネス全体の近代化効果は、8,451 ペソまたは12,487ペソとなる。しかし現状の赤字15,799ペソは、7,348 ペソまたは 3,312ペソの赤字として残る。この差額は中小鉍山の契約選鉍費

の改訂により負担して貰わざるを得ない。

結論としてパロネスでは、近代化計画を実施すると同時に、契約選鉱費は現行の16,500ペソ/tを25,000ペソ/tに値上げ断行することである。

なお、選鉱場増設に係わるIRRは150t/日で6.5%、200t/日で9.2%であり、既存設備の近代化と選鉱場増設を合計した場合は、前者で8.5%、後者で10.7%となる。先述条件に加えて、選鉱場増設は工事期間2年とする。

9.2 各選鉱場に共通する近代化への提言

3選鉱場に共通した近代化としての選鉱実収率の改善、操業コストの低減策、設備稼働率の改善案、保全に関する改善案は、その根底に基本的な方法があり、それらは選鉱場の一部計装化・自動化、保全・修理体制の確立、委託・買取り選鉱方式の全量買取方式への転換である。

計装化・自動化の目的は安定操業である。このため各選鉱要因をコントロールする必要があり、その最適条件把握のため日常のデータの集積が重要である。その連続的データ収集には計装化も必要である。また、同時に、運転員やスタッフの操業管理技術の習慣も重要である。

保全・修理体制の確立は、各所負担の適正化、各種費用の節減、部品在庫の適量化、結果としての設備稼働率の上昇を目的とする。日常の保安点検から始め、点検チェック・シートによる複数人員でのチェックを提案する。また年間整備計画の導入と整備機器台帳の活用で今後の計画の資料とする。故障検知機器の導入により監視員の負担減、人為的見落とし防止等を図る。

委託・買取混合選鉱方式は、時間的、経済的な浪費と作業の複雑性を発生させ、最終的に稼働率低下を招いている。全量買取方式へ切替ることにより、改善と同時に管理選鉱方式の導入が可能になる。方法的には過去の選鉱実収率、試験実収率により買取実収率条件を決定し、毎月の実績を参考に適正条件へと改訂してゆく。これに製錬条件と販売費を含めた鉱石買取方式を決定する。受け入れ鉱石は酸化鉱、硫化鉱、高品位鉱、低品位鉱および難処理鉱の区分を基本に混合処理する。

事務部門では計画管理方式を提案する。すなわち予実算を基準に、異常の発見とそ

の対応、将来予測を目的とする。また事務作業の簡素化、省力化、迅速化を図るため、パーソナル・コンピューターの導入を提案する。

以上を総括すると、この調査において策定した3選鉱場の近代化計画における投資総額（パロネスが200t/日増産計画の場合）は、約205億4,300万ペソ(775万2,000USドル)となる。3選鉱場合計の生産量（処理鉱量）は現状の月当り23,218tが5,200t増加して月当り28,413tとなり、処理量増及び近代化の効果によって生産高は現状の月当り約20億ペソが約30%増加して、月当り約26億ペソとなる。

収支改善金額の総計は月当り1億6,500万ペソとなり、3選鉱場の大幅な収支改善が達成され、同時に3地区の鉱業発展に大きく寄与することになる。

CFMはメキシコの民間中小鉱山をさらに一層振興・育成させるために、この調査で提案した近代化計画に基づき早急に諸施策を講じ、必要な資金調達を行なって3選鉱場の近代化工事に着手すべきである。

これら3選鉱場で実行される近代化の成果が、他のCFM選鉱場のモデルケースとなり、近代的選鉱技術が全国に波及し、メキシコ国全体の鉱業の発展に寄与することを心から期待する。

JICA