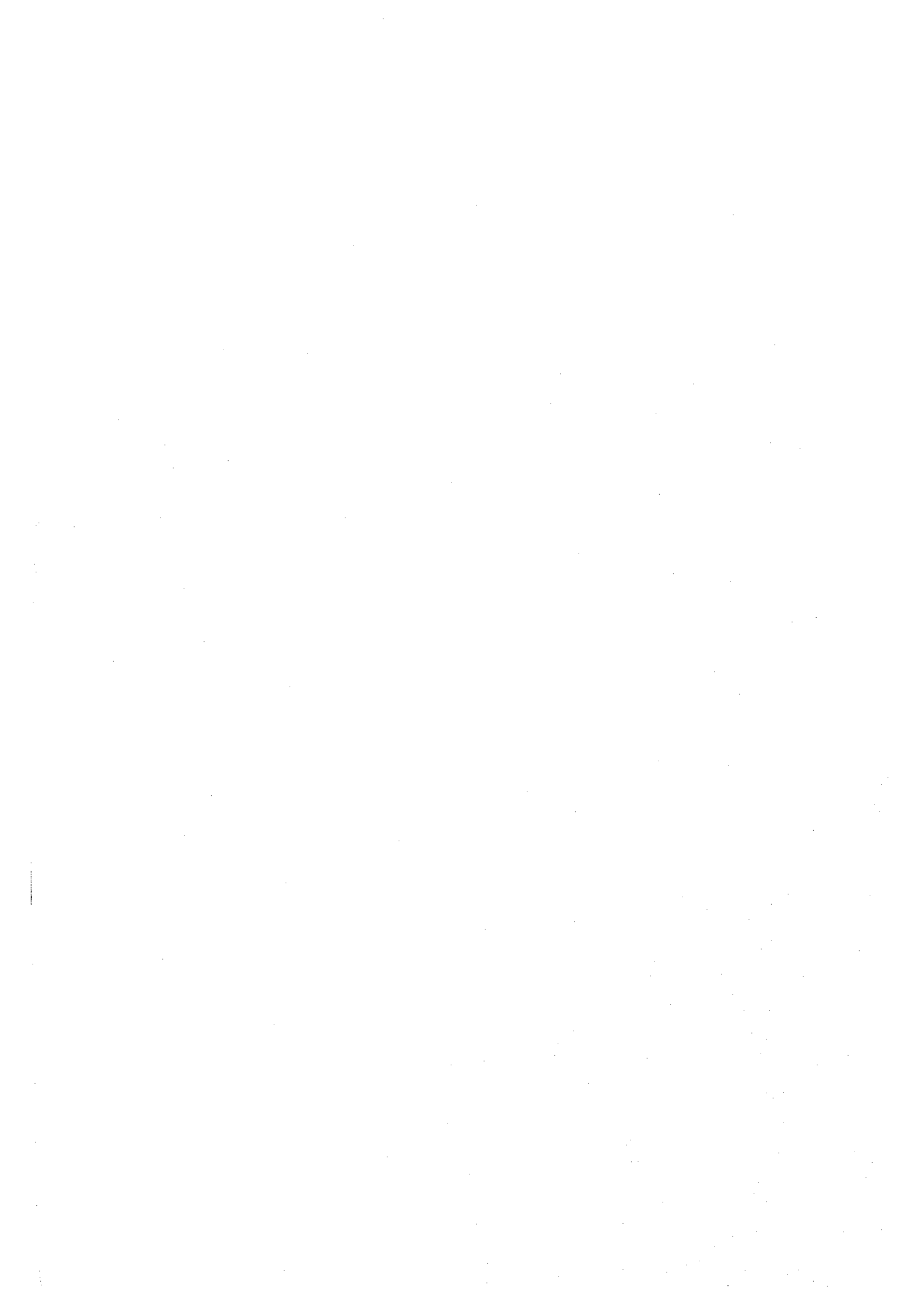


III. 個別専門家チーム派遣「酸化銅リーチングプラント操業改善」概要



チリ共和国・専門家チーム派遣協力
「酸化銅リーチングプラント操業改善プロジェクト」

説明資料

平成10年11月26日

JICA 専門家 竹島聡之

1. プロジェクトの目的

The general objective of the Project is to transfer the oxidizing treatment process using iron-oxidizing bacteria concerning treatment of acidic waste water from oxide copper leaching plant in order to improve the operation performance and the environmental conditions at the above plant.

「鉄酸化バクテリアを利用した酸化処理法」の技術移転を実施して、酸化銅リーチング工場の操業改善と、環境改善を図ること。

★操業改善と環境改善が必要な当面の過大

- ①鉄置換法で銅を回収した後の廃液に銅分が残存→残留銅分の回収が必要
- ②廃液の河川への放流又は貯留池からの地下浸透→環境汚染の防止が必要
- ③廃液中和処理に高価な水酸化カルシウムが必要→処理コストの削減が必要

☆鉄酸化バクテリア法を導入した場合の利点

- ①安価な炭酸カルシウムで廃水の中和処理が可能 →操業コストの削減に寄与
- ②廃水の中和処理で、廃水中の重金属除去も可能 →河川への放流も可能
- ③処理廃水のリサイクルが可能 →残留銅分の回収・用水の節約に寄与
- ④廃水の天日乾燥で回収される沈殿物より中和処理で回収される沈殿物の方が水に溶けにくい →環境改善に寄与

2. プロジェクトの期間

1996年1月1日～1998年12月31日（3年間）

3. 日本側の投入実績

①専門家の派遣

長期 2名

短期 7名

②研修員の受入

6名（各1カ月）

6. 技術移転項目

① バクテリア利用技術の基礎

- ・バクテリアの培養と保存
- ・バクテリアの分離
- ・高性能バクテリアの選別と増殖

バクテリアの取り扱い法一般

② 鉄酸化バクテリア利用酸化処理法（略称：ザ・プロセス）

- ・ザ・プロセスの人工廃水への適用
- ・ザ・プロセスの浸出工場廃水への適用
- ・浸出工場廃水処理工程から排出される沈殿物の処理
- ・廃水処理水の浸出工程における循環使用

③ バクテリア利用試験装置の運転・操作法

- ・バクテリア利用実験装置の運転・操作法
- ・バクテリア利用ベンチスケール試験装置の運転・操作法

④ ENAMI 酸化銅浸出工場の調査

- ・ENAMI 酸化銅浸出工場の現状調査
- ・ENAMI 酸化銅浸出工場の操業に関する勧告

7. 技術移転実施内容

☆☆機材供与の遅れ等により、以下のフェーズに分けて、実施した。

① 基礎試験

フェーズ1：鉄酸化バクテリアの培養技術について重点的に指導

- ・固体、液体培地の作成方法、培養方法等

フェーズ2：高性能バクテリア（耐塩性を持つバクテリア）の分離、単離技術指導

- ・固体、液体培地を使った分離方法、単離方法等

フェーズ3：フェーズ2で得られたバクテリアのスケールアップ

② 応用試験（ベンチユニットを使用した試験）

☆通常、サラダ工場で使用している高塩素濃度の工業用水はバクテリアの生育を阻害するため、直接使用できない。したがって、ベンチユニットに使用する用水はすべて飲料水を使用した。

フェーズ1：硫酸第一鉄試薬にて調整した高濃度鉄廃液を使用してベンチユニットの運転操作の取得、安定した運転条件の設定

- ・原液の流速、pH、栄養塩濃度、凝集剤等の条件設定
- ・ベンチユニット運転の理論
- ・定期分析指導

フェーズ2：小規模リーチング設備によって作成した飲料水使用の廃液と硫酸第一鉄試薬にて調整した高濃度鉄廃液の濃度を変え、運転を行い、挙動を把握する。

- ・メンテナンス運転からの復帰

- ・鉄以外の重金属からの阻害観察
- ・廃液組成の変化による状態把握

現在 4~5 月/日 を 実験中

フェーズ 3 : 小規模リーチング設備によって作成した飲料水使用の廃液中の塩素濃度を变化させた運転を行い、挙動を把握する。

- ・メンテナンス運転からの復帰
- ・状態が悪化した場合からの復帰
- ・実際の工業用水を用いて塩素濃度の調整
- ・塩素濃度による阻害状態の観察

③短期専門家技術指導項目

☆以下の項目は短期専門家、来チリ時にも講義、試験等によって技術移転が行われた。

- ・浸出工場廃水処理工程から排出される沈殿物の処理
- ・バクテリア利用実験装置の運転・操作法
- ・バクテリア利用ベンチスケール試験装置の運転・操作法
- ・ENAMI 酸化銅浸出工場の現状調査
- ・ENAMI 酸化銅浸出工場の操業に関する勧告

④日本における廃水処理技術（法制、技術）

☆この項目は廃水処理技術長期専門家によって講義による技術移転が行われた。

- ・週 1 ~ 2 回開催
- ・英文テキスト及び英語による講義
- ・工場長、副工場長、C/P 3 名、計 5 名の出席

⑤廃水処理水の浸出工程における循環使用 15/16

☆予備試験を行い、通常の浸出よりも良い浸出結果を得たが、鉱石の処理方法（アグロメレーション）等の試験条件に不備があったため、再度、条件を調整し、試験を行う必要がある。

- ・硫酸第一鉄試案にて調整した高濃度鉄廃液をベンチユニットにて処理する。
- ・過去の含銅廃さいを準備
- ・処理後の高濃度第二鉄廃液を用いて上記 2 種の鉱石を対象としてカラムリーチング試験を行った。

8. プロジェクトの成果

①鉄酸化バクテリア利用技術の分野における人材養成の実施

- ・C/P によるバクテリアの取り扱いが可能になった。
- ・C/P によるベンチスケールユニットの運転・保守が可能になった。
- ・C/P による国際シンポジウムへの発表。

②バイオケミカルラボラトリーが ENAMI サラド工場に完成

- ・チリ鉱業界では最新の機器を完備した生物化学実験室として評価されている。

9. プロジェクト終了後の見通し

当面 ENAMI は、下記の試験研究を継続するとしている。

①塩素耐性試験の継続

②塩素濃度の低い工業用水の探索

③バクテリア処理後の廃液による含銅廃さいからの銅の回収

④ENAMI傘下リーチング工場の廃液処理への鉄酸化バクテリア法導入に必要な試験研究

☆今後、他プラントでの適用が図られる場合、当プロジェクトに従事し、鉄酸化バクテリア利用技術を取得したC/Pがそれらの業務に助言等を行うことをENAMI副総裁は表明している。

10. 技術移転の結果（C/Pが取得したノウハウの一例）

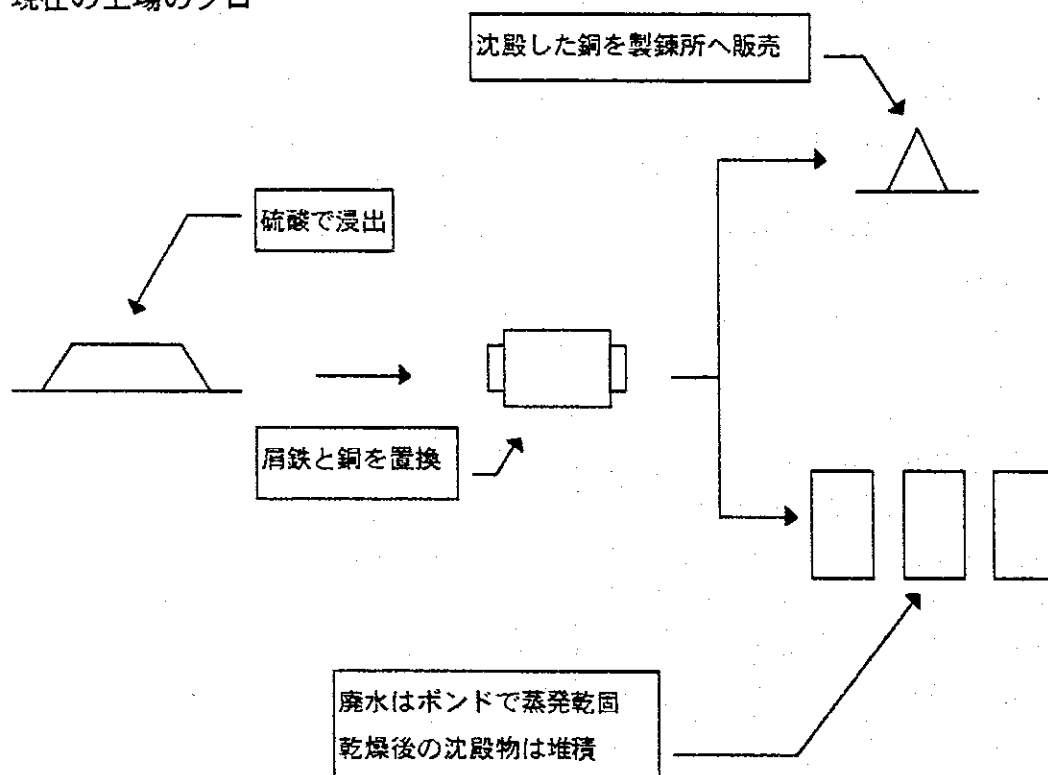
①チリ中部のアンダコージョ鉱山から採取した試料から、塩素耐性を有する鉄酸化細菌を分離・単離し、さらに培養して、日本における成績とほぼ同程度の能力を有する鉄酸化細菌の単離に成功した。

②試薬で調整した高濃度鉄溶液を供試廃水（人工廃液）とし、ベンチユニットで試験を重ね、高濃度鉄廃液でも、酸化率98%で、問題なく酸化出来ることを確認した。

③人工廃液（試薬で調整）と小規模リーチング施設からの廃液を混合し、ベンチユニットで試験を重ね、高濃度鉄廃液でも、また廃液中に各種の重金属が含有されている廃液でも、酸化率約99%で、問題なく酸化出来ることを確認した。

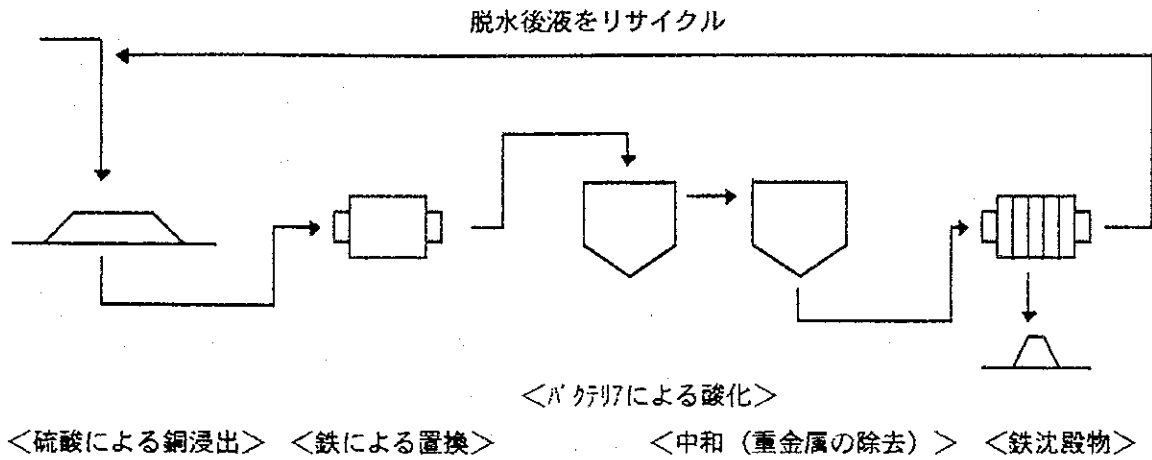
④小規模リーチング施設からの廃液中の塩素濃度の変化が、ベンチユニットによる試験成績に及ぼす影響については、目下、試験継続中である。

11. 現在の工場のフロー

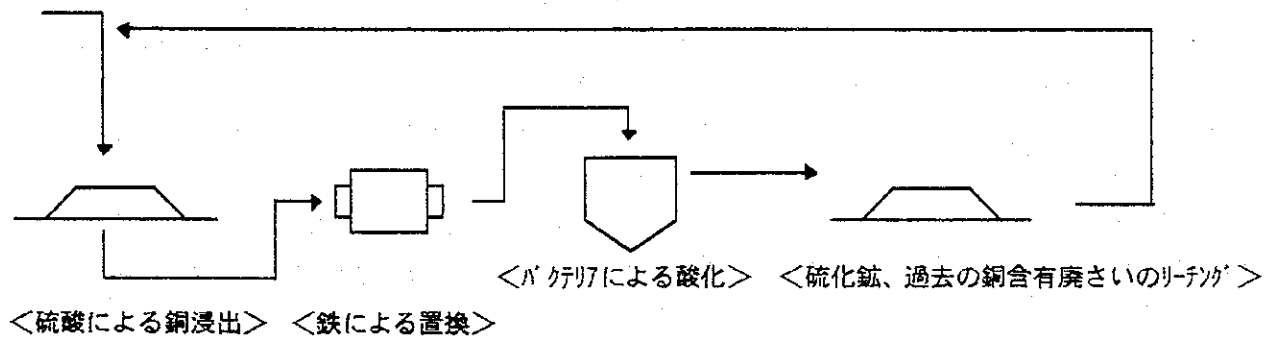


※現在、廃水ポンドから地下への廃水の浸透を防ぐためのシートを敷くため、ポンドを改装工事中。

1 2. 理想的なフローの一例



1 3. 現在、サラダ工場で検討中のフロー



*このフローの実現には塩素濃度の低い（バクテリアが十分に生育できる）工業用水への切り替え及び各種条件を設定するための試験が必要である。

1 4. 終了時合同評価の結果

総合評価は「Excellent」とされたが、個別事項では下記のように評価された。

- ①本プロセスの実操業への適用についてはさらなる検証・評価（パイロットプラント操業などによる）が必要であるとされた。
- ②本プロセスの基本技術の習得については、チリ側は「Excellent」と評価したが、日本側は、今回の技術協力は、人工廃水をベースとしたため、「Good」と評価した。
- ③ベンチスケールユニットの操作と保守管理について、担当短期専門家の派遣期間中にチリ側に起因する種々の問題が発生したため、当初計画通りに技術移転は進捗しなかったが、C/Pは運転・保守に必要な最低限

の技術を習得したとして「Excellent」と評価された。

- ④リーチング工場の操業改善に関する技術指導について、日本側は、各工場はそれぞれ固有の条件を抱えているので、一般的な指導・勧告は困難であったとして、「Fair」と評価した。これに対してチリ側の評価は「Good」で、日本側は成果を過小評価していると指摘し、協議の結果、総合評価は「Good」とされた。
- ⑤研修員受入について、日本側は受け入れ期間が短期であったことなどを指摘して、「Good」と評価したが、チリ側は短期間であったにもかかわらず、十分に研修の目的を達成したとして「Excellent」と主張したので、総合評価は「Excellent」とされた。

15. その他コメント

- ・ENAMI側は長期専門家が着任するころには研究室の改装をすべて終えるなど、ミニッツに記載された事項、調査団で合意した事項についてはおおむねスケジュール通りに実施した。
- ・ENAMI側は長期日本人専門家二名に対し、最終的には大卒技術者三名、補助三名の計六名を配置し、技術取得への強い期待を示してきた。（二四時間運転のベンチユニットについてもチリ人だけで運転、分析を行ってきた。）
- ・研究室の改装については日本人専門家の意見どおりであり、執務室についても日本式の大部屋となり、C/Pとのコミュニケーションが良くとれた。
- ・ENAMI側の体制がシンプルであること、JICA事務所長をENAMI副総裁と同じ位置づけとし、工場長（プロジェクトマネージャー）を専門家と同じ立場としたことなどから、ほとんどの問題は専門家と工場長との間で解決することができた。またプロジェクトの情報はENAMI上層部へきちんと伝わっていた。
- ・当初、ENAMI側はこのプロジェクトによって廃水の問題が100%解決されると思っており、プロジェクト目的とのすりあわせに時間がかかった。
- ・日本側に起因する機材供与の不手際のため、プロジェクトのスケジュールが厳しくなった。（機材調達の遅れ、現地調達機材の間違い＝日本メーカーのミス、調達機材の仕様書との相違、調達機材の一部が使用不可能になっていた。）
- ・ミニッツに反する日本側の一方的な研修員の削除のため、これまでミニッツを遵守してきたENAMI側との間に専門家は挟まれ、非常に苦しい立場となった。（最終的には欠員が生じ、現地事務所との協力によって迅速に手配を行ったため、ミニッツ記載上の研修員の派遣が可能となった。）
- ・プロジェクト半ばでバクテリア利用技術のC/Pが辞職した（引き抜きや、転職ではなく、家庭の事情等によるやむを得ない退職）が、迅速な新C/Pの手配、引継期間を一カ月もうけるなどのENAMI側の協力によって問題は生じなかった。
- ・ENAMI側はプロジェクト開始時にははっきりとしていなかった、各種改装工事（ベンチユニットの据え付け場所）や、小規模リーチング設備の建設についても問題が生じることなく、専門家のアドバイスにしたがって、ローカルコストを負担してきた。

☆☆総括すると、ENAMI側は非常に鉄酸化バクテリアに関する技術の取得に熱心であり、廃水処理のみならず、操業改善の可能性のあるバクテリア技術の応用に強い期待を持っていると感じる。

IV. 参考資料：銅価低迷の影響

平成10年12月17日

98年46号

銅価低迷の与えるチリ鉱山公社(ENAMI)への影響

(サンチャゴ海外調査員 五十嵐吉昭報告)

11年来の最安値を付けた昨今の銅価低迷は、チリにおいて中小鉱山振興を担う鉱山公社(ENAMI)を苦境に追い込んでいる。中小鉱山助成のため加工賃(T/C)を抑え、中小鉱山操業停止により精鉱や鉱石確保もまま成らず、98年の損失は1,550万ドルが見込まれ、99年には損失が3,500万ドルに達すると予測されている。銅価低迷が与えるチリの中小鉱山及びENAMIへの影響をとりまとめた。

1. 中小鉱山の苦境

ヒメネス大臣が11月にEl Mercurio紙に語ったところによれば、小規模鉱山はENAMIの原鉱買い取り価格維持とドル高の影響で回復が見られるが、助成の少ない中規模鉱山への銅価低迷の打撃はより深刻である。チリ国内の中規模鉱山は金属量換算でチリの銅生産の約5%を生産していたが、生産を維持していける銅価格はポンドあたり平均79セントと言われ、昨今の70セントを切る銅価格ではかなり苦しい経営となる。別表にある主な中規模鉱山のうち、10月末までにOjos del Salado鉱山、Punta Grande鉱山、より小規模なAmolana及びSan Rafael鉱山など生産量で約4分の1の中規模鉱山が操業停止に追い込まれていた。また、12月初旬には年間8千トン近い銅を生産していたLas Luces鉱山も操業を中断し、Punta del Cobre鉱山もENAMIのMattaプラントへの硫化鉱供給を停止すると発表した。操業停止による失業者増大も深刻で、Ojos del Salado鉱山の場合、180人の正社員と900人の関連労働者が失職した。チリ鉱業協会(SONAMI)によれば、金属価格低迷により減少した雇用数は、銅及び金鉱山で関連労働者も含めると1万4千人にのぼるとされる(El Mercurio10/23)。

一方、チリにおける銅生産量の1%弱を担うとされる小規模鉱山についても、97年には600社程度存在していたのが、現在では350社程度と言われている。

2. ENAMIの苦境

一年前ENAMIは銅価下落にもかかわらず110万ドルの収益を計上していたが、今年上半期で既に250万ドルの損失を出している。下半期に入り当初今年の損失は800万ドルとされていたが、12月に入りその額は1,550万ドルと大幅に膨れ上がり、さらに来年99年には3,500万ドルの損失が予想されている(El Mercurio紙12/9)。損失の主な原因は銅価低迷にもかかわらず銅精鉱不足からくる製錬加工賃(T/C)の低下と説明されているが、中小鉱山助成のためT/Cを上げられない事情もある(鉱山側からはENAMIのT/Cは外国の製錬所よりかなり高いとの批判がある)。この目減り分はPaipoteやVentanas製錬所で生産コストを13~15%削減したように生産部門のコストダウン、及び販売コスト削減等によりある程度相殺されたが、訴訟など各種法的手続きや退職金の支払い、及びENAMIが10%の権益を持つAndacollo金山やQuebrada Blanca銅山からの収益低下により、結果的に多額の損失を計上することになった。ENAMIの負債は既に4億ドルに達している。

収益にも影響を与えているが、銅価低迷による中小鉱山操業停止による精鉱または鉱石不足も深刻である。ENAMIと取り引きする中規模鉱山の銅生産量は金属換算で今年7万トン程度、昨年9万トン弱から20%以上の減少が見込まれている(11月初旬の見込み)。例えばコピアポにあるPaipote製錬所は年間27万トンの精鉱処理能力があるが、2つの中

規模鉱山、Ojos del Salado及びPunta Grandeの閉鎖により、同製錬所に供給される精鉱は10万5千トンも減少した。同製錬所はアルゼンティンからの精鉱調達も検討していると報じられた。また、同じコピアポにあるMatta選鉱プラントについては、鉱石の70~80%を供給しているPunta del Cobre社が銅価低迷により供給を停止すると発表している。

3. 遅々として進まぬENAMIの近代化

民営化の可能性も含めたENAMIの近代化については、90年にチリが民主化されてから頻繁に議論されてきたテーマである。フレイ政権においても大統領自ら推進してきており、現在の計画案も昨年5月の大統領演説が発端となっている。今年6月初旬には大蔵相、鉱業相及び大統領府長官によってENAMIの近代化戦略を検討する委員会が作られ、民間資本やチリ年金保証協会(AFP)のENAMIへの参入などが協議された。しかしながら、当初6月中に結論がでるはずであったENAMIへの民間資本導入をめぐる労使間の議論は容易に決着せず、最終的にENAMIの理事会が、ENAMIの権益49%を上限として民間資本の参入を可能とする労使間の戦略的同盟(strategic alliance)を承認したのは9月末日のことである。引き続いてENAMIの組合側もこの戦略的同盟を受け入れた。ところがチリ政府はこの合意に先立ち、フレイ大統領任期中における承認が不可能であるとして、ENAMI近代化法案の国会提出を断念すると発表した。ヒメネス鉱業相は、ENAMI近代化計画は国家政策であり政権の交代で変わるべきではないとしながらも、この法案を民間資本参入の上限枠を規制する法律(Ley de Quorum Calificado)として処理する必要があり、現大統領任期中の公布には間に合わず、次期政権に先送りすることを明らかにした。チリ鉱業協会(SONAMI)は、ENAMIへの民間資本参入が49%に限られ引き続き国家により管理されること、及び政府が国会への法案提出を断念したこと等を理由に、ENAMI理事会で反対を表明している。

4. コメント

銅価低迷による歳入不足を補うため、チリ政府は今年既に2億7千万ドルを銅安定化基金から引き出している。年初には18億ドルあった同基金は、既に15億ドル近くまで減少し、CODELCOも昨年に比べ税引き前収益が半減するなど輸出の約4割を占める銅価低落の影響はチリにおいて甚大である。その中でも競争力のない中小鉱山への打撃は特に深刻であるが、ENAMI自体が4億ドルもの巨額な負債を抱えてその責務を果たせなくなりつつある。ENAMI副総裁は小規模鉱山向けの鉱石買い取り価格を現在の95セントから市場価格へ徐々に近づける必要があると10月に発言した。これに対しヒメネス鉱業大臣は中小鉱山に対する特別救済基金の創設を検討し、助成金ではなく銅価格上昇の折に利子を付けて返す貸付金にするとして大蔵省を説得するとした。12月に入り銅価格は70セントの大台を割り込み、年初来の安値を更新している中、精鉱や鉱石の確保にも不自由し、ENAMIの経営は益々厳しい状況を迎えつつある。

チリでは来年大統領選挙の年を迎える。ENAMI近代化に関する法案は既に次期政権に先送りされているため、法案が国会の審議を経て成立するのは早くても2001年の話となる。次期大統領候補については、昨今のピノチェット問題の影響もあり混沌としているが、大統領候補と目される左右両派の有力議員がSONAMIに招かれて別々に語ったところによれば、今後のENAMIの方向性として、中小鉱山振興の役割と製錬所等の生産活動を分けて考え、中小鉱山への支援は維持し、生産部門は民営化とすることで意見が一致している。しかしながら、民営化に対する組合側の強い反対の結果、現在合意されている近代化案では、民間資本参入は49%までと国によるコントロールを保証した形になっている。今後とも政府と組合側の話し合いによって妥協点が探られることになろう。一方、中小鉱山助成策については、CODELCOや外資による大型鉱山だけを見て、国際競争力がある鉱業部門を助成するのはダンピングとの批判も受けかねず見直すべきとの極論もあるが、人口の4割がサンチャゴ首都圏に集中し、湿潤な南部に比べてさしたる産業のないアタカマ砂漠における地域振興の観点からも、財政的に許される範囲で今後も継続されるものと思料される。



チリにおける中規模銅鉱山一覽

操業停止 鉱山・プラント	州	ENAMI 取引	鉱石	生産量 t/年	直接雇用	間接雇用	総雇
Punta Grande	II	○	Su	11,000	200	1,000	
Caleta el Cobre	II	○	Ox	4,212	160	800	
Las Luces	II	○	Su	8,959	172	860	
Valle Dorado	II	×	Ox	4,200	150	750	
Ojos del Salado(Phelps Dodge社)	III	○	Su	20,000	180	900	
Ojanco(Sali Hochschild)	III	○	Su	6,000	160	800	
Amolanas	III	○	Ox	800	110	550	
San Rafael	III	○	Ox	700	110	550	
Tambillo	IV	○	Su	800	100	500	
Gunther Rochefort	V	○	Su	800	100	500	
El Serrado	V	○	Su	700	100	500	
Catemu	V	○	Su	540	30	150	
小 計				58,711	1,572	7,860	

操業中 鉱山・プラント	州	ENAMI 取引	鉱石	生産量 t/年	直接雇用	間接雇用	総雇
Tocopilla	II	○	スラグ	6,501	90	450	
Doña Ada	II	×	Ox	4,440	99	495	
Cerro Dominador	II	×	Su	23,700	250	1,250	
Punta del Cobre(Planta Matta)	III	○	Su	13,302	500	2,500	
Punta del Cobre(San Jose)	III	○	Su	3,642	Planta Mattaに含まれる		
Punta del Cobre(Bio Cobre)	III	×	Ox	9,216	Planta Mattaに含まれる		
Carola-Coemin	III	○	Su	9,907	260	1,300	
San Esteban Minera	III	○	Su	3,963	186	930	
Elisa de Bordo	III	○	Su	972	70	350	
Dos Amigos	III	×	Ox	10,000	85	425	
Cobrex	IV	○	Su	3,160	150	750	
San Geronimo	IV	○	Su	1,603	110	550	
Soexpio	IV	×	Su	1,613	80	400	
Los Maitenes	V	○	スラグ	11,664	n. d.	n. d.	
Las Cenizas	V	○	Su	11,132	250	1,250	
Valle Central	V	○	Su	8,820	96	480	
Cerro Negro	V	○	Su	5,000	n. d.	n. d.	
La Patagua	V	○	Su	1,823	74	370	
小 計				130,458	2,300	11,500	1

合 計				189,169	3,872	19,360	2
-----	--	--	--	---------	-------	--------	---

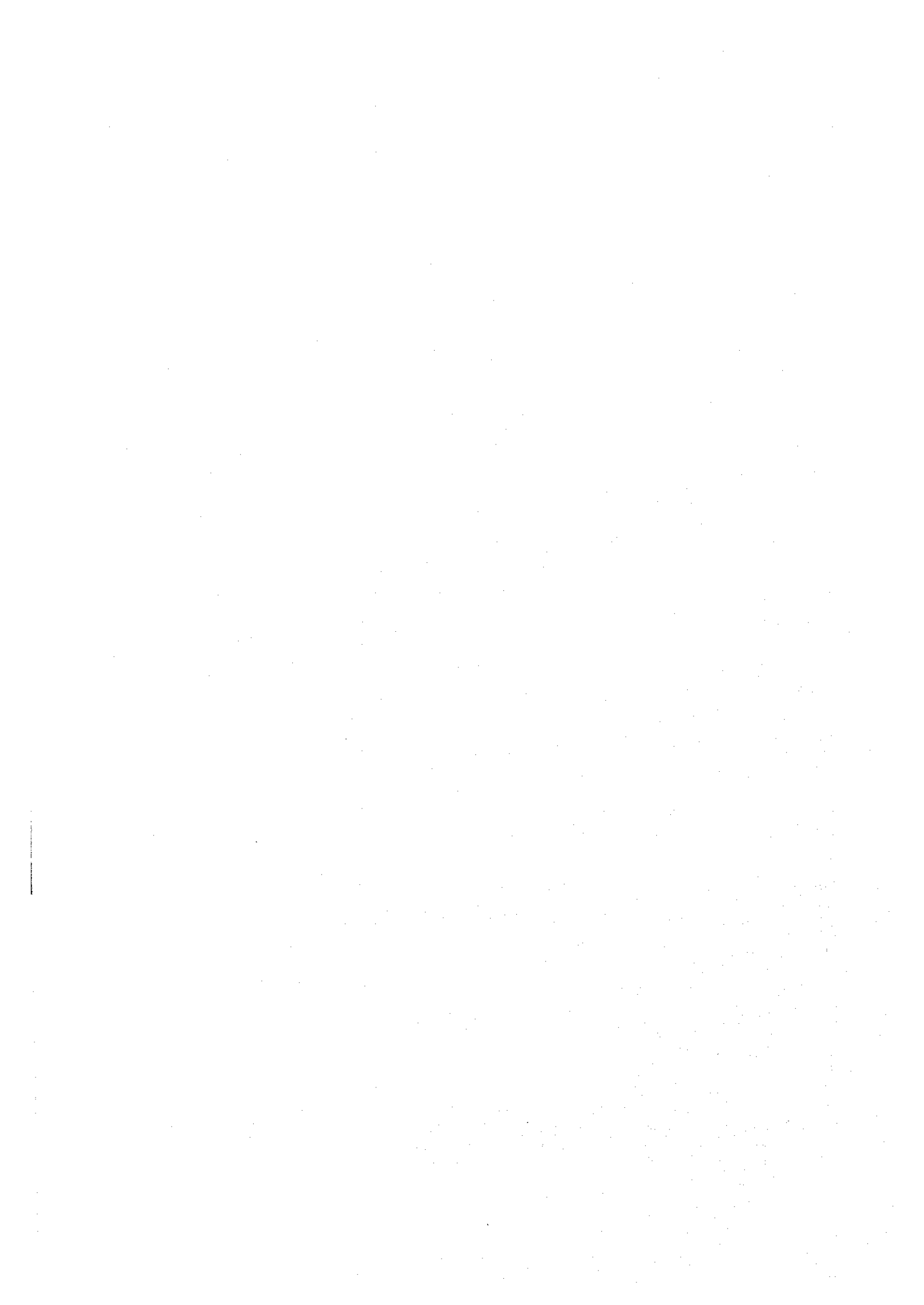
Source : SONAMI (Estrategia紙12/1, Situacion de Mineras Medianasを元に作成)

鉱石 Su : 硫化鉱, Ox : 酸化鉱

生産量 : 金属銅換算の生産キャパシティー

n. d. : no data

おことわり:本レポートの内容は、必ずしも金属鉱業事業団としての見解を示すものではありません。正確な情報をお届けするよう最大限の努力を行っておりますが、本レポートの内容に誤りがある可能性もあります。本レポートに基づきとられた行動の帰結につき、金属鉱業事業団及びレポート執筆者は何らの責めを負いかねます。



V. 排出基準 (抄)

国家環境委員会

廃水を地表水域に排出する際の汚染物質規制に関する基準の最終法案（抄）

1. 環境保護の目的と期待される成果

本基準の目的は、チリ国内の地表の水域（大陸部、島、海域を含む）に排出される廃水を規制することによって、水域の汚染を防止し、環境を守ることである。これによって、水域の環境の質が根本的に改善され、我が国の憲法や法律に保証されている汚染のない環境条件を保持または達成できるであろう。

2. 一般規定

本排出基準は、チリ国内の大陸部、島、海域を含む地表水域に排出施設（排出源）から放流される廃水内の汚染物質濃度の許容限度を定めるものである。本基準は国内全領域に適用される。

3. 定義

省略

4. 廃水を地表の水域に放流するための許容最大値（規制値）

4.1 一般規定

省略

4.2 河川に廃水を放流する場合の許容最大値

4.2.1 排出施設は放流水域の希釈能力を利用して、表1の濃度の限度を拡大することができる。その場合の数式は以下の通りである。

$$C_i = T_{ii} * (1+d)$$

C_i = パラメータ*i*の許容最大値

T_{ii} = パラメータ*i*に対する表1の許容最大値

d = 廃水の希釈率

C_i が表2の数値を上回る場合は、パラメータ*i*の許容最大値は表2の値とする。

以下 省略

表1 希釈能力を持たない河川に排水する場合の許容最大値

パラメータ	単位	表記	許容最大値
アルミニウム	mg/L	Al	5
砒素	mg/L	As	0.5
ホウ素	mg/L	B	0.75
カドミウム	mg/L	Cd	0.01
シアニド化合物	mg/L	CN ⁻	0.2
塩化物	mg/L	Cl ⁻	400
全銅	mg/L	Cu	1
6価クロム	mg/L	Cr ⁶⁺	0.05
全リン	mg/L	P	5
フッ素	mg/L	F	1.5
溶存鉄	mg/L	Fe	5
マンガン	mg/L	Mn	0.3
水銀	mg/L	Hg	0.001
モリブデン	mg/L	Mo	1
ニッケル	mg/L	Ni	0.2
pH		pH	6.0-8.5
鉛	mg/L	Pb	0.05
セレン	mg/L	Se	0.01
全懸濁固形物	mg/L	SS	80
硫酸塩	mg/L	SO ₄ ²⁻	2000
硫化物	mg/L	S ²⁻	1
温度	°C	T°	35
亜鉛	mg/l	Zn	3

(注1)有機系のもの等リーチング工場に関係ないと思われるものは除いた。

表2 希釈能力のある河川に排水する場合の許容最大値

パラメータ	単位	表記	許容最大値
アルミニウム	mg/L	Al	10
砒素	mg/L	As	1
ホウ素	mg/L	B	3
カドミウム	mg/L	Cd	0.3
シアニド化合物	mg/L	CN ⁻	1
塩化物	mg/L	Cl ⁻	2000
全銅	mg/L	Cu	3
6価クロム	mg/L	Cr ⁶⁺	0.2
全リン	mg/L	P	15
フッ素	mg/L	F	5
溶存鉄	mg/L	Fe	10
マンガン	mg/L	Mn	3
水銀	mg/L	Hg	0.01
モリブデン	mg/L	Mo	2.5
ニッケル	mg/L	Ni	0.2
pH		pH	6.0-8.5
鉛	mg/L	Pb	0.5
セレン	mg/L	Se	0.1
全懸濁固形物	mg/L	SS	300
硫酸塩	mg/L	SO ₄ ²⁻	2000
硫化物	mg/L	S ²⁻	2
温度	°C	T°	40
亜鉛	mg/l	Zn	20

(注2)網掛けのものはパニユルシージー工場で許容最大値を超えていると推測されるもの

VI. 鉦山機械一覧、廃液の分析値・浮選成績他、調査団の質問に対する回答



COMPAÑÍA MINERA DE PANULCILLO S.A.
FILIAL ENAMI

GG/009.-

OVALLE, 7 de enero de 1999

Señor
Hideyuki Yoshida
Jefe del Departamento de Proyectos
Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Edificio de la Industria
Avda. Andrés Bello 2777
Piso 27. Oficina 2701
SANTIAGO

De nuestra mayor consideración:


De acuerdo con lo solicitado por el señor Taro Kamiya - en la reunión de cierre de la Misión de Evaluación JICA que se efectuara en Santiago el pasado 31 de noviembre - nos es grato adjuntar a Ud. un documento que contiene los resultados analíticos de muestras de soluciones de descarte de precipitación y de aguas del estero El Ingenio; un croquis esquemático de la hidrografía del estero; algunos antecedentes de los procesos de lixiviación y flotación y un listado de las maquinarias asociadas a este último proceso.

La caracterización química de los concentrados y relaves será remitida a Ud., tan pronto el laboratorio de la Fundición y Refinería de Ventanas nos envíe los resultados analíticos de las muestras.

Atentamente,



Concepción B.
GERENTE GENERAL (S)


MVBG/ESV/mcp.-
cc. Sr. Admor. General Plantas ENAMI.

GERENCIA
Planta La Cocinera
Fonos (33) 620961 - 626703
Fax (53) 621722
Castilla 56
Ovalle - IV Región

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : PRIMERA LINEA DE MOLIENDA

Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones	
Alimentación	341M126	Canal de Descarga	Metálico, buzón-vibrador, 20" x 24" salida	
	341L100	Vibrador	Bobina 0.4 A, 220 V Canal de alimentación metálico	
	341L103	Alimentador de Cal	Tolva D=22", L=32" Vibrador Riley 010, serie 01052, 220 V,	
	341A112	Balanza	Hispana 420, 25 Kg.	
	341M127	Buzón de Entrada	Metálico 1 mt x 84 cm	
M O L I E N D A	341F107	Molino de Bolas	Head Wrightson 7' x 7', 160 ton/día Motor Brush 175 HP, 1485 rpm, 380 V Acople tipo machón motor-reductor Reductor David Brown NHD 12 175 HP, 196 rpm, relación 7.59/1 Acople tipo machón reductor-contraeje Descanso contraeje SNH 524/620, SKF Rodamiento contraeje 22224 Manguito H-3124 Obra civil: Fundaciones molino hormigón armado Lubricación: 1.- Muñón de alimentación Estanque Denco 24.1/4" x 42" x 19.1/2", metálico Motor 1 Asea 4 HP, 1430 rpm, 380 V Bomba 1 de engranaje D.N.=3/4" Motor 2 Corradí 1.5 CV, 1400 rpm, 380 V Bomba 2 de engranaje 1" D.N. 2.- Muñón de descarga Estanque Denco 24.1/4" x 42" x 19.1/2", metálico Motor 1 Asea 4 HP, 1430 rpm, 380 V Bomba 1 de engranaje 3/4" D.N. Motor 2 1.5 HP, 1410 rpm, 380 V Bomba 2 de engranaje D.N.=1" 3.- Corona piñón Compresor Gilo, 1 pistón, GL-15, n°4495, 150 Lb 1.5 HP, 660 rpm, desplazamiento 8.4 pie³/min Estanque de 36 Galones, D=15", L=37" Motor Schorch, 1420 rpm, 5 HP, 380 V, 8.15 A Tablero eléctrico de control Amperímetro Tablero eléctrico circuito hidráulico 1- Interruptor automático 3- Fusibles 380 V 1- Interruptor automático 2- Fusibles 220 V Botonera motor 1 HP Botonera motor 4 HP Botonera calentadores Fusibles 500 A, Molino 7' x 7' 1- Contactor 22E Siemens 3TB 4017-OA Motor 1 HP 1- Contactor 22E Siemens 3TB 4017-OA Motor 4 HP 1- Relé térmico 6.3-10 A Tablero eléctrico compresor Botonera térmica 6-10 A Tablero eléctrico calentador 2- Contactores Siemens 3TA 2112-OA Regulador de tiempo engranaje corona (fuera servicio)	
	341M128	Estanque de Salida	Metálico de 1.40 x 1.12 x 2.20 mt.	
	Clasificación	341N102	Bomba Principal (A1)	Centrifuga Vacseal 3" x 4", 3VRG200 Motor 25 HP, 1440 rpm, 380 V Transmisión por poleas D1=8.1/4", D2=15.1/2" 3 Correa de transmisión en "V" C-75
		341K106	Hidrociclón Principal (A1)	Vulco D-10B, revestimiento de goma
		341N103	Bomba Alternativa (A2)	Centrifuga Vacseal 3" x 4" Motor 25 HP, 1440 rpm, 380 V, 31 A Transmisión por poleas D1=8.1/4", D2=15.1/2" 3 Correa de transmisión en "V" C-70 Tablero eléctrico bomba molino 7' x 7' Interruptor automático 100 A Partidor Siemens 3TA26-6 1- Contactor + Térmico 24-45 A 1- Contactor + Térmico 3-12 A
		341K107	Hidrociclón Alternativo (A2)	Vulco D-10B, revestimiento de goma

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : SEGUNDA LINEA DE MOLIENDA

Subsistema	N°	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Alimentación	361M225	Canal de Descarga	Buzón Vibrador 22" x 24", metálico (salida)
	361L210	Vibrador	Locker tipo 3
			Canal de descarga metálico
			Tablero eléctrico vibrador
361L211	Alimentador de Cal	Tolva D=22", L=32" Vibrador HL-1, motor Conti 0.47 kW, 1410 rpm, rodamiento 6204 ZZ	
M O L I E N D A	361M230	Buzón de Entrada	Metálico 1.24 mt x 0.68 mt
	361F208	Molino de Bolas	Traylor 7' x 6', 140 ton/día
			Motor General Electric sincrónico TSR
			150 HP, 300 rpm, 184 A, 380 V
			Acople tipo machón eje motor - eje piñón conductor
			Descanso metalados
			Obra civil: Fundaciones molino hormigón armado
			Tablero control
			Amperímetro 0-390 V CA
			Amperímetro 0-40 V CC
			Resistencia excitatriz molino
			Interruptor general molino
Fusible 300 A			
Partidor directo con partida excitatriz			
Botonera excitatriz			
Botonera para contactor Lovato			
Contactador bobina 380 V, Lovato G-350			
Contactador S-K35 para excitatriz			
Botonera para contactor S-K35			
Tablero lectura transformador 300 kVA			
1- Amperímetro inducción			
3- Transformadores inducción para amperímetro 600/5 A			
361M297	Generador Corriente Continua	Motor General E. KT-954, 1470 rpm, 10 HP, 380 V Generador General E. CD-73, 1500 rpm, 7 kW, 125 V	
361M231	Estanque de Salida	Metálico 34" x 62" x 60"	
Clasificación	361N204	Bomba Principal (B1)	Centrifuga Vacseal 3" x 4", 3VRG200 Motor 25 HP, 1465 rpm, 380 V Transmisión por poleas D1=8.1/4", D2=15.1/2" 3 Correas de transmisión en "V", C-75
	361K208	Hidrociclón Principal (B1)	Vulco D-10B, revestimiento de goma
	361N206	Bomba Alternativa (B2)	Centrifuga Vacseal 3" x 4"
			Motor Uniclude 25 HP, 1400 rpm, 380 V, 38.5 A
			Transmisión por poleas D1=8.1/4", D2=15.1/2" 3 Correas de transmisión en "V" C-75
	361K209	Hidrociclón Alternativo (B2)	Tablero eléctrico bomba Molino 7' x 6' Interruptor de cuchilla
361J219	Galpon Molienda	Partidor directo Siemens 3TA 22-6 Vulco D-10B, revestimiento de goma Obra civil: Estructura madera y planchas de zinc	

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : MUESTREO CONCENTRACION

Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Muestreo de Cabeza	3623303	Cortador de Muestra	Cortador de muestra Denver Motoreductor Electra 0,5 HP, 1410/14 rpm, 380 V Freno magnético Reuland XHBA3, Torque 3 Lb-pie, 380 V Transmisión por cadena P=3/4" Tablero eléctrico general cortador muestra Interruptor de cuchilla Interruptor automático 100 A Tablero eléctrico Botonera 4.0 A condensador Oke Contactor CR 306 AO Rele de tiempo 0-70 min transformador
	3623332	Estanque de Recepción	Metálico 22" x 22" x 22"
	3623333	Estanque de Salida	Metálico 40" x 40" x 43.1/2"
Muestreo de Concentrado	3623314	Estanque Descarga	Concentrado del cortador de muestra Metálico, 32" x 32" x 15"
	3623304	Cortador de Muestra	Cortador de muestra Denver Motoreductor Electra 0,5 HP, 1410/14 rpm, 380 V Freno magnético, Reuland XHBA3, Torque 3 Lb-pie, 380 V Transmisión por cadena P=3/4" Tablero eléctrico cortador de muestra Botonera 4.0 A condensador Oke Contactor CR 306 AO Rele de tiempo 0-70 min transformador
	3623336	Estanque Descarga	Concentrado Metálico, 32" x 23.3/4" x 34"
Muestreo de Relave	3623306	Cortador de Muestra	Cortador de muestra Denver Motoreductor Electra 0,5 HP, 1410/14 rpm, 380 V Freno magnético, Reuland XHBA3, Torque 3 Lb-pie, 380 V Transmisión por cadena P=3/4" Tablero eléctrico Botonera 4.0 A condensador Oke Contactor CR 306 AO Rele de Tiempo 0-70 min Transformador
	3623336	Estanque Descarga	Relave de la celda Forrester - Tranque Metálico 40" x 40.1/2" x 47"

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : FLOTACION

Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Dosificación	362M433	Estanque de Mezclado	Metálico, 24" x 28" x 46"
	362U401	Dosificador N° 1	Firma, acero inoxidable Motoreductor 0.33 HP, 1385/22 rpm, 220 V, 1.4 A
	362U402	Dosificador N° 2-3	Firma Dúplex/Simplex 15299, acero inoxidable Motoreductor 0.33 HP, 1385/22 rpm, 220 V, 1.4 A
	362U403	Dosificador N° 4-5	Firma Dúplex/Simplex 15299, acero inoxidable Motoreductor 0.33 HP, 1385/22 rpm, 220 V, 1.4 A
	362U404	Dosificador N° 6	Firma, acero inoxidable Motoreductor 0.33 HP, 1385/22 rpm, 220 V, 1.4 A Tablero eléctrico dosificadores Botonera con contactor MS-K10
	362A413	Balanza Marcy	Tacho 1000 cc
Acondicionamiento	362Q402	Acondicionador N° 1	Metálico, D=72", H=85" Motor Schorch 10 HP, 1440 rpm, 15.6 A, 380 V Transmisión por poleas D1=4.1/4", D2=20" 2 Correa de transmisión en "V", B-81 Tablero eléctrico acondicionador 1 1- Botonera térmica 10-16 A
	362Q403	Acondicionador N° 2	Metálico, D=69", H=80" Motor Cic, 10 HP, 1450 rpm, 380 V Transmisión por poleas D1=4", D2=29" 2- Correa de transmisión en "V", B-76 Tablero eléctrico acondicionador N°2 Interruptor automático 30 A Botonera con contactor enfriado por aceite
Celdas	362Q404	Celdas Denver 18 Especial	Banco 1-2, Metálico 95" x 32.1/2" x 40.1/2", 4 paletas Difusor D.eje = 2.1/2" Motor Schorch Kr 751, 1440 rpm, 15.6 A, 380 V Transmisión por poleas D1=5", D2=19" 4- Correa de Transmisión en "V", B-90
			Banco 3-4, metálico 95" x 32.1/2" x 40.1/2", 4 paletas Difusor D.eje = 2.1/2" Motor Schorch K-713/4M, 1435 rpm, 5.5 kW, 380 V Transmisión por poleas D1=6", D2=19" 4- Correa de transmisión en "V", B-90 Paletas L.M de goma L=19.1/2" Motoreductor 1.1 kW, 40 rpm, 4.2 A, 220 V Transmisión por poleas D1=3.3/4", D2=6.3/4" 1- Correa de transmisión en "V", B-40 Eje de paletas D=1.1/4", L=4.93 m. Descanso de madera con buje de bronce Canal de descarga Cimientos extremos metálicos Tablero eléctrico Fusibles 250 A Banco 1-2 Botonera con contactor enfriado por aceite 220 V Banco 3-4 Botonera con contactor enfriado por aceite 380 V Motor de las paletas Botonera con contactor enfriado por aceite 380 V
	362M440	Estanque Descarga	Pulpa de la Denver 18, B-3-4, Krupp B-9-10-11-12 - acondicionador 1 Metálico, 40.1/2" x 40.1/2" x 40.1/2"
	362M406	Bomba Centrífuga	Denver SRL, 2.1/2" x 2" Motor 7.5 HP, 1435 rpm, 380 V, 11.3 A Transmisión por poleas D1=5.1/2", D2=6" 2- Correa de transmisión en "V", L=51" Tablero eléctrico Rele térmico 6.3-10.0 A Rele térmico 12-18 A Contactor M-21CL
362Q406	Celdas Krupp	Metálico 1500 Lts, NR 159 Baujahr 1956 Banco 1-2, Metálico 44" x 102" x 46", 4 paletas Difusor D.eje = 4.1/2"	

C E L D A S			<p>Motor Siemens OR 792-4H, 14 kW, 1445 rpm, 380 V Transmisión poleas D1=6.1/2", D2=32" 5- Correa de transmisión en "V", B-140 Canal de descarga banco 1-2 Banco 3-4, metálico 44" x 102" x 46", 3 paletas Difusor D.eje = 4.1/2" Motor Siemens OR 792-4H, 14 kW, 1445 rpm, 380 V Transmisión poleas D1=6.1/2", D2=32" 5- Correa de transmisión en "V", B-140 Canal de descarga banco 3-4 Banco 5-6, 7-8, metálico 44" x 102" x 46", 2 paletas Difusor D.eje = 4.1/2" Motor Siemens OR 792-4H, 14 kW, 1445 rpm, 380 V Transmisión poleas D1=6.1/2", D2=32" 5- Correa de transmisión en "V", B-140 Canal de descarga banco 5-6, 7-8 Paletas lado motores L= 1 mt Motor Sterling, 2 HP, 1000 rpm, 380 V, 3.8 A Reductor Pekrun AG-3, 45 rpm Acoplamiento tipo machón motor - reductor Acoplamiento directo reductor - eje paletas D. eje=1.1/4", L=10.50 mt Paletas lado poleas L= 1 mt Motor BBC DU26I 1 kW, 920 rpm, 380 V, 2.5 A Reductor Pekrun AG-3, 45 rpm Acoplamiento tipo machón motor - reductor Acoplamiento directo reductor - eje paletas D. eje=1.1/4", L=10.50 mt Tablero eléctrico celda Krupp 1-8 Fusibles 250 A Interruptor automático 100 A Partidor directo Siemens 3TA 22-6 Contactor K915 Rele térmico 20-32 A</p>
	3620406	Celdas Krupp	<p>Metálico 1500 Lts, NR 158 Baujahr 1956 Bancos 9-10, 11-12, 13-14, 15-16 Metálico 44" x 102" x 46", 2 paletas Difusor D.eje = 4.1/2" Motor Siemens OR 792-4H, 14 kW, 1445 rpm, 380 V Transmisión por poleas D1=6.1/2", D2=32" 5- Correa de transmisión en "V", B-140 Canal de descarga bancos 9-10, 11-12 Canal de descarga bancos 13-14, 15-16 Paletas lado motores L= 1 mt Motor Sterling, 1.5 HP, 1450 rpm, 380 V, 2.6 A Reductor Pekrun AG-3, 45 rpm Acoplamiento tipo machón motor - reductor Acoplamiento directo reductor - eje paletas D. eje=1.1/4", L=10.50 mt Paletas lado poleas L= 1 mt Motor Asea 0.5 HP, 1 A, 380 V, 1400 rpm Reductor Pekrun AG-3, 45 rpm Acoplamiento tipo machón motor - reductor Acoplamiento directo reductor - eje paletas D. eje=1.1/4", L=10.50 mt Tablero eléctrico celdas Krupp 9-16 Fusible 250 A Celda 9, interruptor automático 60 A Celda 10-16, interruptor automático 100 A</p>
	3620407	Celda Denver 24 SD	<p>Metálica, L. Total= 7.35 mt Bancos 17-18, 19-20, 21-22 Metálico, 96" x 45" x 48", 2 paletas Difusor D.eje = 3.3/8" Motor Enclosed, 20 HP, 1458 rpm, 380 V Transmisión por poleas D1=6", D2=30.1/4" 6- Correa de transmisión en "V", B-128</p>

C E L D A S			<p>Canal de descarga bancos 17-18-19</p> <p>Canal de descarga bancos 20-21-22</p> <p>Paletas de goma, L= 98 cm</p> <p>Motor Sterling, 0,75 HP, 1460 rpm, 380 V</p> <p>Reductor 3/1, 28 rpm</p> <p>Transmisión por poleas D1=2.3/8", D2=6.3/8"</p> <p>1- Correa de transmisión en "V", B-42</p> <p>Acoplamiento directo reductor - eje paletas</p> <p>D. eje=1.1/4", L=7.67 mt</p> <p>Obra civil: Fundaciones cimientos hormigón Viga I</p> <p>Tablero eléctrico celda Denver 24</p> <p>Interruptor automático 150 A</p> <p>1- Contactor magnético M-21CL</p> <p>2- Contactores magnéticos M-35CL</p> <p>1- Relé térmico 17-24 A</p> <p>1- Relé de tiempo 0-30 s</p> <p>Motor de las paletas botonera térmica 2.5-4.0 A</p>
	342N441	Estanque Descarga	<p>Pulpa de la Denver B.22 - acondicionador N° 2</p> <p>Metálico 40" x 40.1/2" x 48"</p>
	342N407	Bomba Centrífuga	<p>Vacseal 4" x 3"</p> <p>Motor General E. 5K180, 25 CV, 1450 rpm, 380 V</p> <p>Transmisión por poleas D1=7.1/2", D2= 14.1/2"</p> <p>3- Correa de transmisión en "V", C-75 HY-T</p> <p>Tablero eléctrico</p> <p>Interruptor automático 30 A</p> <p>1- Contactor A6UT CL03a III TI</p> <p>1- Contactor A6UT BCL4-1</p> <p>1- Contactor A6UT CK-02a</p> <p>1- Relé de tiempo 1-50 s A6UT RET</p> <p>1- Relé térmico 12-18 A</p>
	342N408	Celda Forrester	<p>Metálica, Largo=7 mt, Ancho=58"</p> <p>Ventilador centrífugo D=37", A=4.1/2", D. eje=1.3/4"</p> <p>Descanso eje ventilador SNU-512-610, FSQ</p> <p>Rodamiento 1310 K, Rodamiento 2310 K</p> <p>Transmisión por polea D1=5.1/2", D2=5.1/2", L. eje=24"</p> <p>3- Correa de transmisión en "V", B-68</p> <p>Motor 20 HP, 2920 rpm, 380 V, 34.7 A</p> <p>Tablero eléctrico ventilador Forrester</p> <p>Interruptor automático 100 A NF-100 CB</p> <p>2- Contactores 220 V</p> <p>Relé de tiempo 1-20 s</p> <p>Relé térmico 30-48 A</p>
	342N442	Estanque Descarga	<p>Pulpa de la Forrester y 17-18-19 Denver - Krupp B. 9</p> <p>Metálico 32" x 31.1/2" x 40"</p>
	342N408	Bomba Centrífuga	<p>Denver SRL, 2.1/2" x 2"</p> <p>Motor Brown Boveri 5 HP, 1430 rpm, 380 V</p> <p>Transmisión por poleas D1=6.3/4", D2=6"</p> <p>2- Correa de transmisión en "V", B-40 HY-T</p> <p>Tablero eléctrico bomba</p> <p>3- Interruptor térmico 10-16 A</p>
	342N409	Bomba Centrífuga	<p>Vacseal 2" x 2", tubería de polipropileno D=100 mm</p> <p>Motor Toshiba 3 kW, 8 A, 1400 rpm, 380 V</p> <p>Transmisión por poleas D1=5", D2=4.1/2"</p> <p>2- Correa de Transmisión en "V", B-68</p>
	342N410	Bomba Centrífuga	<p>Vacseal 2" x 2"</p> <p>Motor Sterling 10 HP, 1450 rpm, 380 V</p> <p>Transmisión por poleas D1=5.1/2", D2=5.5/8"</p> <p>2- Correa de transmisión en "V", BP-60</p> <p>Tablero eléctrico</p> <p>Interruptor automático BM-100 HT</p> <p>Botonera bomba n° 1 concentrado</p> <p>Contactor magnético 380 V</p> <p>Relé térmico 1.0-1.6 A</p> <p>Botonera MT-21CLPB bomba n° 2 concentrado</p> <p>Tubería de polipropileno D=100 mm</p>
	342J428	Galpon Flotación	<p>Obra civil: Estructura madera y planchas de zinc</p>
	Envío Concentrado		

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : ESPESAMIENTO

Subsistema	N°	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Espesado	364B607	Espesador	Dorr Oliver Drive Head Tipo AX, OM505975/ID/A, capacidad 140 m ³ Motor Gec 2 HP, 1410 rpm, 3 A, 380 V Transmisión por cadena Reductor GHT 535, 37,7 rpm Automático del levante Motor levante GEC 1 HP, 920 rpm, 380 V Estanque metálico, D=9 mt, H=3 mt Cimientos de espesador de hormigón armado Tablero eléctrico espesador 2- Contactor BS775, 220 V (sist. levante) 1- Contactor SK-21, 220 V (giro rastra) 6- Contactores 220 V 1- Relé térmico 2.0-4.0 A (motor principal) 1- Relé térmico 2.0-4.0 A (motor elevación) 1- Interruptor 30 A
	3640609	Agitador Floculante	Motor 0.5 HP, 1 A, 1450 rpm, 380 V Reductor Crofts 22 ratio 40 Size 22, relación 1/38 Transmisión por poleas D1=5", D2=5" 1 Correa de transmisión en "V", A-11 D. eje=1.1/4" Estanque metálico, D=38", H=39.1/2"
Bombeo Concentrado	364N611	Bomba Diafragma	Dorr Oliver 42894-1, D, diafr=9", doble impulso Motor Sterling 3 HP, 1450 rpm, 380 V, 5.3 A Transmisión por poleas D1=4", D2=10.1/2" 1 Correa de transmisión en "V", A-65 D. entrada=2", D. salida=2" Interruptor eléctrico Autotransformador Contactor magnético 380 V Relé térmico 1.0-1.6 A
	364V601	Tubería Bomba - Filtro de discos	Acero galvanizado D=4"
Decantado	364N643	Estanque de Traspaso	Espesador - Estanque decantación Metálico 23.1/2" x 23.1/2" x 23.1/2"
	364B608	Estanque Decantación	Hormigón armado 3.20 x 2.20 x 0.75 mt
	364B605	Estanque Decantación	Hormigón armado 1 x 4.25 x 0.75 mt
	364N612	Bomba Centrífuga	Vacseal 2.1/2" x 3" Motor Siam, 10 HP, 1430 rpm, 15.4 A, 380 V Transmisión por poleas D1=9", D2= 14.1/2" 2 Correas de transmisión en "V", B-75 Tablero eléctrico Botonera enfriada por aceite Relé térmico 8-15 A Interruptor BM100-HT, 60 A
	364V602	Tubería Bomba-Estanque canal	acero galvanizado De=3.1/4", tubería de polipropileno D=100 mm

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : FILTRADO

Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Inyección de Aire	354N612	Ventilador Centrifugo	Metálico D=40", D. eje=1.3/4" Motor Continental K932/2M, 18.5 kW, 2920 rpm, 380 V, 18.5 A Descanso eje ventilador SN 610, FAG Transmisión por poleas D1=4.7/8", D2= 5" 3- Correa de transmisión en "V", A-62 3 Rodamientos 6408 SKF, 1 rodamiento 408 N, SKF Tablero eléctrico del ventilador Interruptor automático 100 A Rele de tiempo 0-60 s 3- Contactores LS20/L24, 380 V AEB Rele térmico 22-32 A Amperímetro 0-100 A AC
Filtrado	354K618	Filtro de Disco	Dorr Oliver 39216-2R, D.disco=75", 3 discos Motor Cic, FWF 1 HP, 1460 rpm, 1.9 A, 380 V Reductor de velocidad Reductor relación 1/32 Transmisión por poleas D1=8", D2=8" 1- Correa de transmisión dentada 1922V484 Motoreductor agitador Asea 1.5 HP, 1 kW, 35 rpm, 380 V, 2.8 A Tablero eléctrico del filtro Amperímetro 0-150 A AC (consumo total) Botonera filtro Contactor magnético 380 V Rele térmico 8.5-11.5 A
Aspirado	354N614	Bomba de Vacío	Nash Hytor CL 702 Motor General E. 5K324BK2042, 40 HP, 1470 rpm, 64 A, 380 V Transmisión por poleas D1=8.1/4", D2= 12.1/2" 4- Correa de transmisión en "V", B-96 Enfriador D=23", H=47" Rodamiento 6311 Tablero eléctrico de la bomba vacío 1.- Autotransformador 3.- Contactores AB 73A11, 50 CY, 380 V
	354K621	Torre	Metálico, D=11.1/2", H=25", Dent=3.1/2", Dsal=3.1/2" Torre estructura metálica
	354N644	Estanque	Metálico, D=28", H=28"
	354B610	Acumulador	Metálico, D=31", H=60", P _r =10 - 0 Kg/cm ²
	354N616	Bomba Acumulador	Denver 2" x 2.1/2" 3952004 Motor Schorch KR-631/2M 112S, 2885 rpm, 6.3 A, 380 V Acople tipo machón Tablero eléctrico Botonera Contactor bañado en aceite 380 V Rele térmico 11-16.5 A Interruptor 100 A

AREA : CONCENTRACION
SISTEMA : ALMACENAMIENTO

Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Galpón	2545711	Cancha de Concentrado	Loza de hormigón 41.7 x 36.7 mt , cierre de malla
	3443722	Galpón de Almacenaje	Estructura metálica 11.58 x 12.35 mt cierre planchas de Zinc
AREA : CONCENTRACION SISTEMA : RELAVE			
Subsistema	Nº	Instalación o Equipos	Componentes-Especificaciones
Bombeo Relave	412V803	Tubería Principal	PVC D=150 mm
	412M846	Estanque Traspaso	Metálico de 2 x 1 x 1 mt Tubería PVC 150 mm, c/ unión Gibault
	412N816	Bomba Relavera	Vacseal 3" x 4"
			Motor Enclosed 20 HP, 30.5 A, 1458 rpm, 380 V
			Transmisión por poleas D1=12", D2=16"
3- Correas de transmisión en "V", C-85			
		Tubería de PVC D=120 mm c/unión anger	
		Tablero eléctrico	
		1- Interruptor general 60 A NF-100SS	
		1- Interruptor automático 6 A	
		1- Enchufe hembra 3P+T	
		Tablero eléctrico de la bomba relavera	
		2- Contactores M-50CL 220 V	
		1- Contactor M-35CL 220 V	
		1- Relé de tiempo	
		1- Relé térmico	
		Botonera	
	412K811	Hidroclon	D-10, revestimiento de goma
Tranque Relave	412A814	Balanza	Marcy (densidad del relave)
	412J823	Garita de Relave	Obra civil: Material ligero (madera) 2.3 x 2.3 mt
	412B812	Tranque	Obra civil: Cortina de ripios
Puente de acceso a camaras: Estructura de madera			
			Camara de Hormigón Di=80 cm, De=90 cm, molde bipartido con 4 perforaciones

Compañía minera de Panulcillo S.A.
Lidera el cambio

COMPAÑIA MINERA DE PANULCILLO S.A.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

ANTECEDENTES SOLICITADOS POR EL Ing. SR. TATSUYA NAGAHAMA

Proyecto
Japan International Cooperation Agency JICA

1

COMPAÑÍA MINERA DE PANULCILLO S.A.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

ANTECEDENTES SOLICITADOS POR
EL Ing. SR. TATSUYA NAGAHAMA

1. Análisis de las soluciones de descarte de precipitación.

En el punto de muestreo recomendado - al horario y días solicitados - se tomaron siete muestras de 1.000 ml del descarte de precipitación.

Las muestras fueron analizadas por el laboratorio de la Fundición y Refinería de Ventanas para pH, Fe⁺², Fe⁺³, Cu, Zn, Mn, Mo, Cl, As, Hg y F.

Los resultados analíticos obtenidos, se consignan en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 1. ANÁLISIS DEL EFLUENTE DE PRECIPITACIÓN

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
HORA	09:00	13:00	17:00	21:00	01:00	05:00	09:00
ANÁLISIS							
pH	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	4,0	3,8
Fe ⁺² g/l	20,0	35,2	28,4	39,9	45,8	32,4	19,4
Fe ⁺³ g/l	1,4	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,4
Cu g/l	0,38	0,19	0,25	0,11	0,27	0,019	0,51
Zn ppm	0,27	0,31	0,34	0,39	0,29	0,31	0,31
Mn ppm	1,16	1,45	1,25	1,70	1,61	1,25	1,05
MO ppm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cl ppm	0,10	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10
AS ppm	0,017	0,021	0,012	0,037	0,031	0,018	0,013
Hg ppm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
F ppm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd = no determinado

1.2. Análisis de soluciones de descarte, de los meses de septiembre y febrero.

De acuerdo a lo solicitado, se consignan los resultados analíticos originales del muestreo semanal de soluciones de descarte, efectuados para los meses de septiembre 1996 y febrero 1997.

Las muestras denominadas P1, P2 y P3 corresponden a los siguientes sitios de muestreo:

P1 = A la salida de los estanques de precipitación.

P2 = Después de una antigua planta artesanal de recuperación de Cu con chatarra.

P3 = En el sistema de drenaje que colecta las infiltraciones que se producen desde las piscinas de evaporación solar.

Los resultados originales de los análisis químicos efectuados a esas muestras, se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 1.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL EFLUENTE DE PRECIPITACIÓN, EFECTUADOS POR LA COMPAÑÍA EN SU PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL.

ANÁLISIS	SEPT. SEMANA 1			SEPT. SEMANA 2			SEPT. SEMANA 3			SEPT. SEMANA 4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
pH	3,70	3,60	3,10	3,80	3,75	3,25	3,75	3,75	3,20	3,80	3,55	3,35
Fe+2	23,20	24,50	3,75	23,8	23,5	3,6	23,8	23,8	3,85	23,8	23,8	3,6
Fe+3	5,50	5,50	3,50	5,15	6,20	2,20	5,40	6,60	2,30	5,10	6,30	2,30
Cu	0,05	0,01	0,18	0,05	0,08	0,16	0,05	0,05	0,15	0,05	0,09	0,18
Zn	280,00	330,00	325,00	300,00	330,00	36,00	320,00	315,00	40,00	310,00	300,00	35,00
Mn	825,00	900,00	190,00	866,00	890,00	190,00	850,00	880,00	195,00	870,00	910,00	175,00
Mo	0,30	0,40	0,05	0,40	0,40	0,05	0,35	0,40	0,05	0,30	0,30	0,05

ANÁLISIS	FEBRERO SEMANA 1			FEBRERO SEMANA 2			FEBRERO SEMANA 3			FEBRERO SEMANA 4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
pH	4,05	4,00	3,00	4,00	3,80	3,00	3,75	4,00	2,80	3,80	3,75	2,60
Fe+2	22,50	23,10	3,60	23,00	22,50	3,10	22,00	22,40	3,30	23,00	22,40	3,100
Fe+3	3,95	3,70	1,60	3,85	3,70	1,60	3,90	3,70	1,58	3,70	3,70	1,45
Cu	0,08	0,08	0,15	0,10	0,07	0,15	0,05	0,07	0,20	0,05	0,07	0,15
Zn	240,00	180,00	35,00	210,00	185,00	35,00	200,00	180,00	40,00	220,00	160,00	35,00
Mn	760,00	730,00	200,00	750,00	750,00	200,00	750,00	800,00	180,00	720,00	760,00	195,00
Mo	0,80	0,80	0,10	0,70	0,75	0,10	0,70	0,80	0,10	0,80	0,70	0,10

2. Muestreo del estero El Ingenio.

Se tomaron muestras del estero El Ingenio en los puntos solicitados. El análisis de estas muestras, efectuado en el laboratorio de la Fundición y Refinería de Ventanas, proporcionó los siguientes resultados:

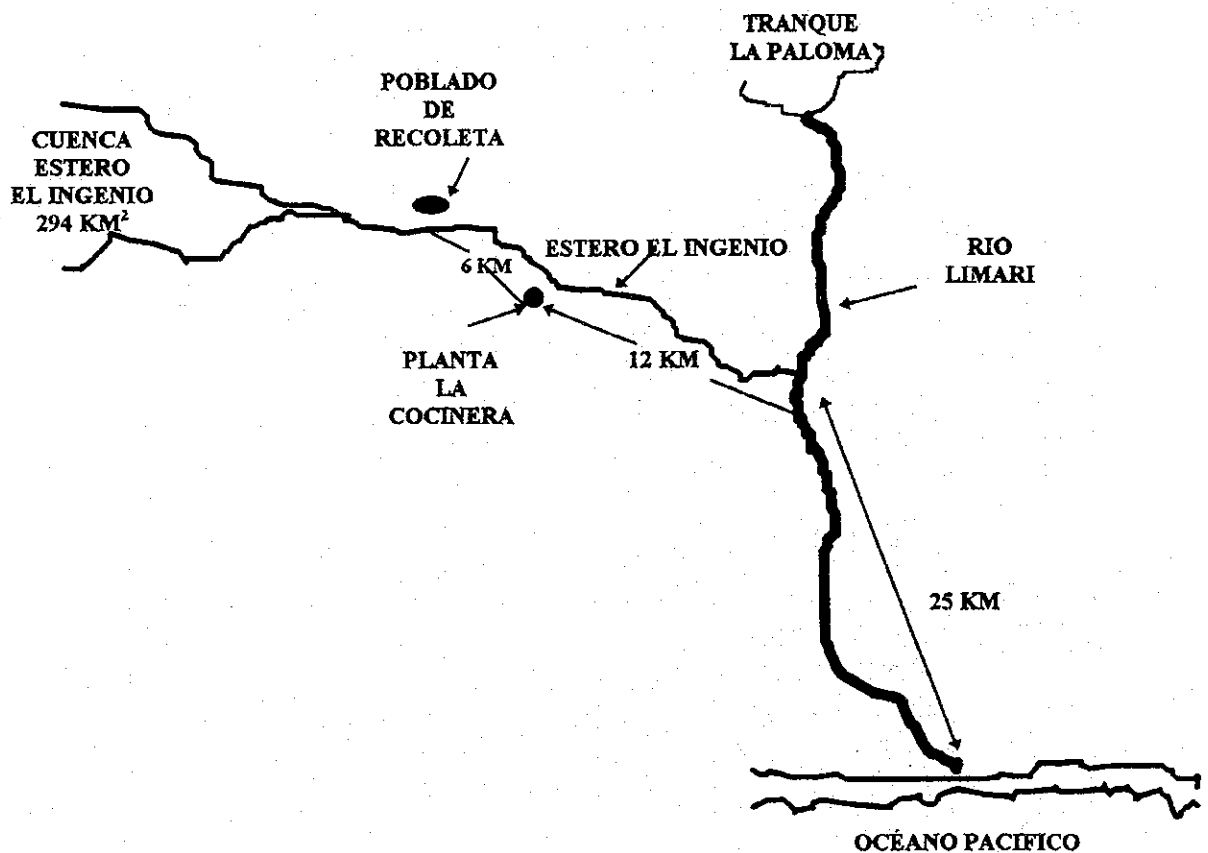
CUADRO 2.1. ANÁLISIS DE AGUA DEL ESTERO EL INGENIO.

DETERMINACIONES	AGUAS ARRIBA	ENTRADA EFLUENTE	500 METROS AGUAS ABAJO	1.000 METROS AGUAS ABAJO	1.500 METROS AGUAS ABAJO	2.000 METROS AGUAS ABAJO
FLUJO ESTIMADO	ND*	3 m ³ /seg	5 m ³ /seg	6 m ³ /seg	ND*	ND*
pH	7,7	2,7	2,7	2,8	6,5	7,5
Fe+2 ppm	nd	100	60	40	nd	nd
Fe+3 ppm	0,5	450	620	510	6,0	0,1
Cu+2 g/t	nd	0,10	0,10	nd	nd	nd
Mn+2 ppm	nd	170	80	nd	nd	nd
Mo+2 ppm	na	na	na	na	na	na
Zn+2 ppm	nd	34	nd	nd	nd	nd

* nd = No determinado

na = No analizado

2.2. Croquis esquemático de la hidrografía del estero El Ingenio.



3. Flotación.

Los siguientes son los antecedentes y resultados analíticos solicitados.

Los antecedentes de consumo de reactivos y energía corresponden al beneficio real del mes de noviembre de 1998.

Los datos analíticos corresponden a un promedio derivado del beneficio correspondiente al mes de noviembre de 1998:

3.1.1. Cabeza.

TONELADA/MES	LEY Cu %	S %	Fe %	As %
7.016	2,80			

3.1.2. Concentrado.

TONELADA/MES	LEY Cu %	S %	Fe %	As %
651	27,39			

3.1.3. Relave.

TONELADA/MES	LEY Cu %	S %	Fe %	As %
6.838	0,27			

3.1.4. Recuperación.

TONELADA/MES	Cu %	S %	Fe %
	90,69		

3.1.5 Reactivos y energía eléctrica (Para un beneficio de

NOMBRE	CONSUMO/MES	PRECIO
Energía eléctrica		0,40 US\$/kwh
Aero 3477	137 kgs	--
Dowfroth 1012	31 kg/mes	-
Dowfroth 250	172 kg/mes	-
Aerofloat 208	159 kg/mes	-
Aerofloat 238	50 kg/mes	-
SF 323	185 kg/mes	-
SF 114	100 kg/mes	-
MIBC	12 kg/mes	-
Aceite de Pino	44 kg/mes	-

3.2. Lixiviación.

3.2.1. Cabeza.

TONELADA/MES	LEY Cu
7.550	1,92 %

3.2.2. Cola (ripios)

TONELADA/MES	LEY Cu
7.435	0,43 %

3.2.3. Cobre metálico.

TONELADA/MES	LEY Cu
136,04	80,87 %

3.2.4. Consumo de fierro (chatarra).

TONELADA/MES

198,8

3.3. Lista de máquinas de concentración.

Se adjunta un listado de la maquinaria utilizada en el área de concentración, que incluye todos los antecedentes solicitados.

RESPUESTA A LAS CONSULTAS EFECTUADA EN JC-875 DEL 0,3.02.1999

1. Respuesta a la consulta N° 1.

Se incluye nuevamente el Cuadro N° 1.2 con indicaciones de las unidades de concentración para cada elemento analizado, el que aparece en la columna rotulada como "ANALISIS"

El valor semanal de cada mes, consignados en este Cuadro 1.2, corresponde a un promedio de seis muestras diarias tomadas por semana a la salida del proceso de precipitación. Las muestras diarias fueron tomadas, alternadamente, un día en la mañana y otro en la tarde.

CUADRO 1.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL EFLUENTE DE PRECIPITACIÓN, EFECTUADOS POR LA COMPAÑÍA EN SU PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL.

ANALISIS	SEPTIEMBRE SEMANA 1			SEPTIEMBRE SEMANA 2			SEPTIEMBRE SEMANA 3			SEPTIEMBRE SEMANA 4		
	P1	P2	P2	P1	P2	P2	P1	P2	P2	P1	P2	P2
pH	3.70	3.60	3.10	3.80	3.75	3.25	3.75	3.75	3.20	3.80	3.55	3.35
Fe +2 g/lit	23.20	24.50	3.75	23.8	23.5	3.8	23.8	23.8	3.85	23.8	23.8	3.8
Fe +3 g/lit	5.50	5.50	3.50	6.15	6.20	2.20	5.40	6.60	2.30	6.10	6.30	2.30
Cu g/lit	0.05	0.01	0.18	0.05	0.08	0.18	0.05	0.05	0.15	0.05	0.09	0.18
Zn mg/lit	280.00	330.00	325.00	300.00	300.00	36.00	320.00	315.00	40.00	310.00	300.00	35.00
Mn mg/lit	825.00	800.00	190.00	865.00	860.00	190.00	850.00	880.00	195.00	870.00	810.00	175.00
Mg mg/lit	0.30	0.40	0.05	0.40	0.40	0.05	0.35	0.40	0.05	0.30	0.30	0.05

ANALISIS	FEBRERO SEMANA 1			FEBRERO SEMANA 2			FEBRERO SEMANA 3			FEBRERO SEMANA 4		
	P1	P2	P2	P1	P2	P2	P1	P2	P2	P1	P2	P2
pH	4.05	4.00	3.00	4.00	3.80	3.00	3.75	4.00	2.80	3.80	3.75	2.80
Fe +2 g/lit	22.80	23.10	3.80	23.00	22.50	3.10	22.00	22.40	3.30	23.00	22.40	3.100
Fe +3 g/lit	3.85	3.70	1.80	3.85	3.70	1.80	3.80	3.70	1.58	3.70	3.70	1.45
Cu g/lit	0.05	0.08	0.15	0.10	0.07	0.15	0.05	0.07	0.20	0.05	0.07	0.15
Zn mg/lit	240.00	180.00	35.00	210.00	185.00	35.00	200.00	180.00	40.00	220.00	180.00	35.00
Mn mg/lit	780.00	730.00	200.00	750.00	750.00	200.00	750.00	800.00	180.00	720.00	760.00	185.00
Mg mg/lit	0.80	0.80	0.10	0.70	0.75	0.10	0.70	0.80	0.10	0.60	0.70	0.10



2. Respuesta a la consulta N° 2.

Por una omisión de tipografía el precio de la energía eléctrica aparece con un valor de US\$ 0,40 por kwh.

El precio real y actual corresponde a **US\$ 0,040/kwh**

3. Respuesta a la consulta N° 3.

El precio del carbonato potásico es de \$US 52,6/kilógramo.

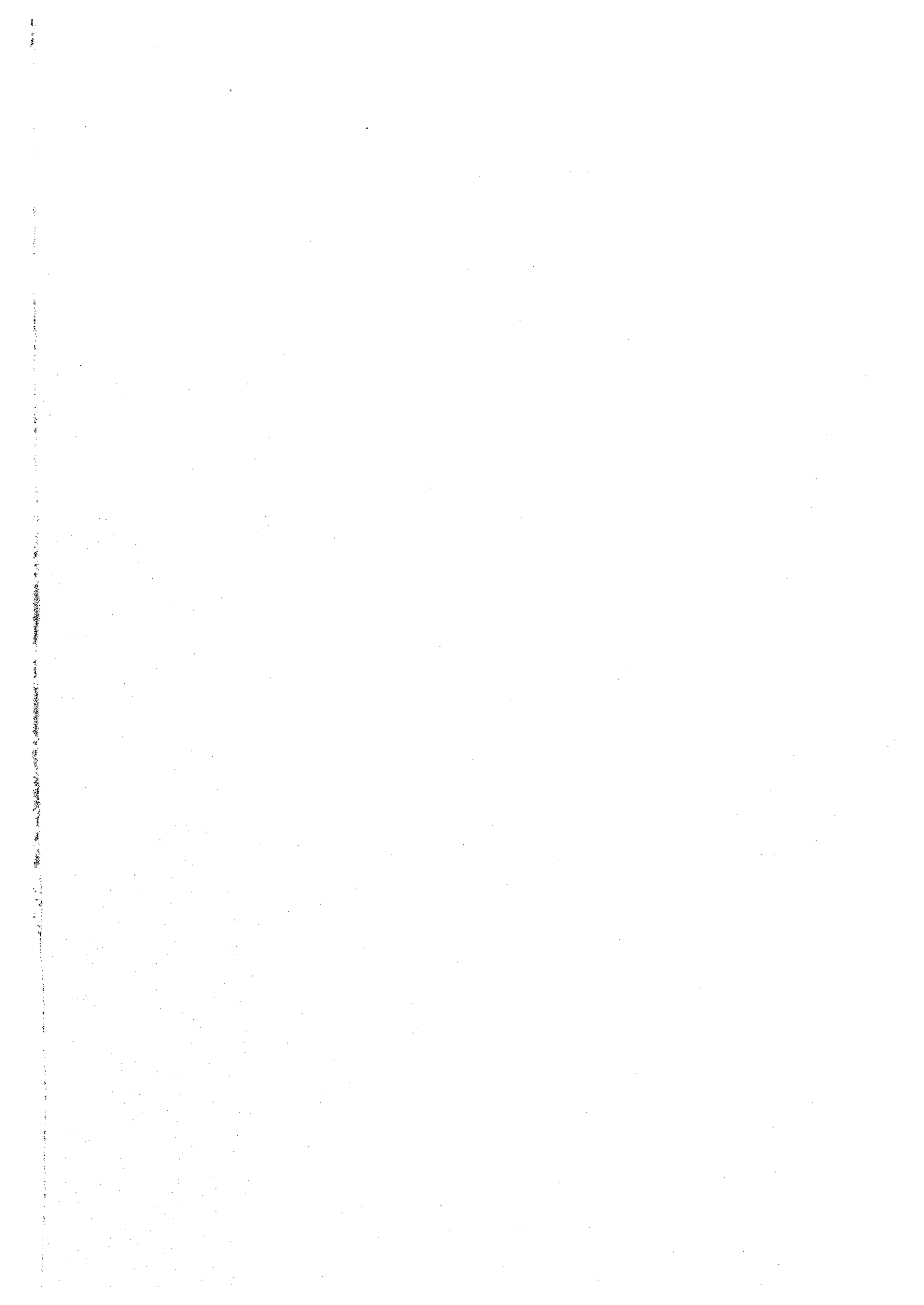
El costo del trabajo es el siguiente:

- Ingeniero Sennior US\$ 45,37/hora profesional
- Ingeniero Trainee US\$ 27,22/hora profesional
- Trabajador maestría US\$ 568,78/mes
- Trabajador normal US\$ 312,08/mes

Tasa de cambio 468,01 \$CH = 1 US\$







JICA