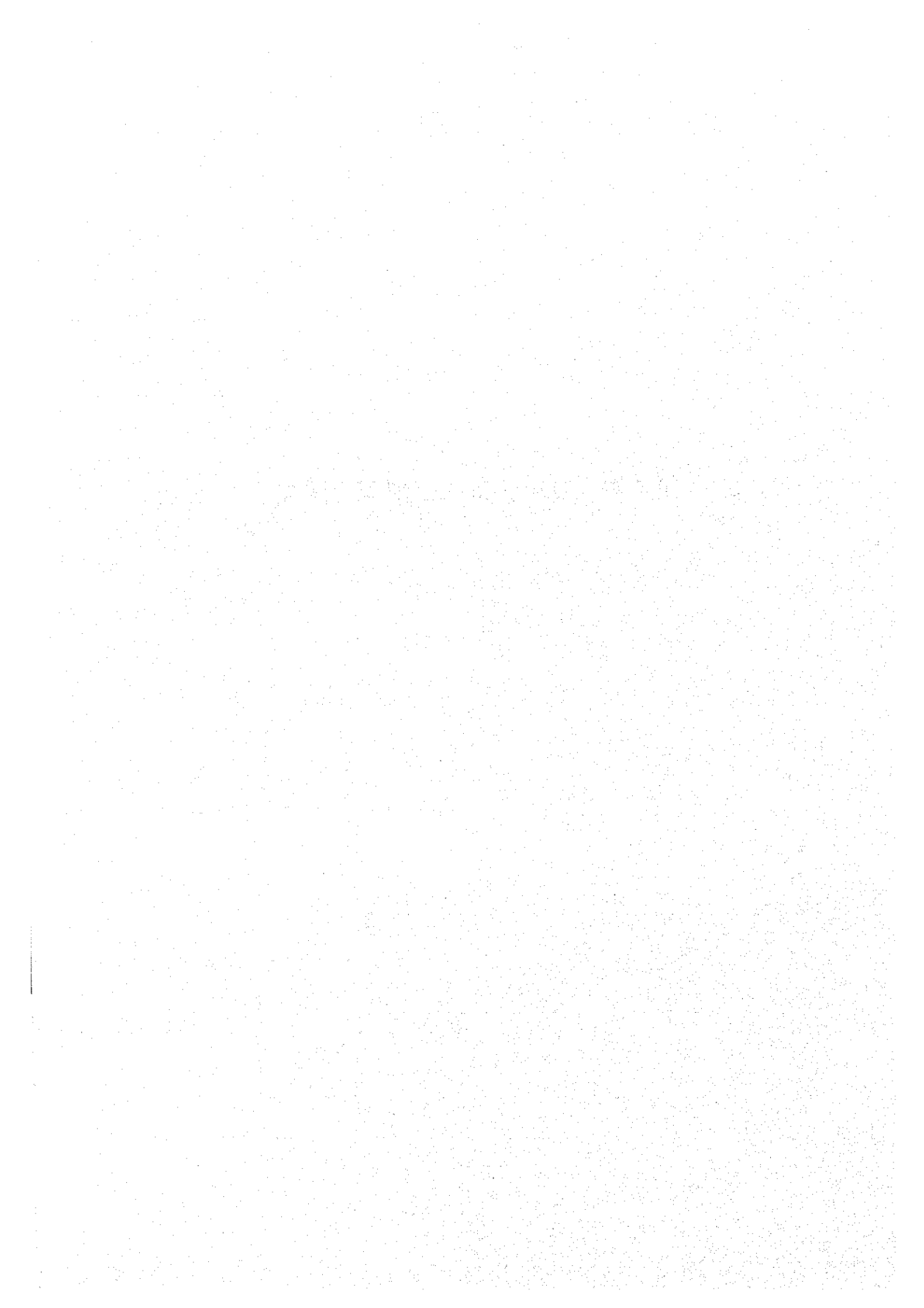


第4章 リーディング工場現況調査



第4章 リーチング工場現況調査

4-1 El Salado工場

4-1-1 工場概要

ENAMI所属のEl Salado工場は、チリ国第3州の州都コピアポの北方、約80kmに位置し、コピアポから車で約2時間の距離にある。コピアポはサンチャゴの北、約700kmにあり、サンチャゴからは空路で毎日3便が運行されている。

El Salado工場は1929年から操業を開始し、1932年に金鉱石のアマルガメーション法を始め、1935年に金鉱石の青化精練を開始した。1946年に硫化銅鉱の浮選及び酸化銅鉱のパーコレイション・リーチングを開始し、青化精練は廃止した。1986年に6,000t月のヒープリーチングを始めた。1991年に沈殿工程の3次拡張工事として4台目のロータリー反応ドラムを設置し、アグロメレーション設備を建設した。1993年に浮遊選鉱は停止して、現在は中小鉱山から買鉱した酸化銅鉱のリーチングのみの操業を行っている。組織は管理部の下に経理部、人事部、倉庫部、修理保全部、操業部があり、従業者数は直轄80人、その他70人、合計150人程度である。

4-1-2 鉱石処理工程

(1) 原鉱石

工場から半径80kmに位置する約60の鉱山から種々の酸化銅鉱を購入している。銅品位は1.6～6%にわたり、平均品位は2.1～2.6%である。

鉱物種は表4-1に示すとおりで、現地のストックヤードではこの他に、らん銅鉱 (Azutite)、はん銅鉱 (Bornite)、硫ひ銅鉱 (Enargite) 等が見られ、銅鉱物の種類が多い。搬入は12tトラックで週5日、1日約600t受け入れ、トラックスケールで秤量後ストックヤードに貯鉱される。

表4-1 El Salado工場に供給される鉱石の鉱物組成

鉱物名	重量%	銅%	硫黄%	鉄%	塩素%
黄銅鉱 Chalcopyrite	0.22	0.07	0.08	0.07	-
輝銅鉱 Calchocite	0.17	0.14	0.03	-	-
コベリン Covelite	0.03	0.02	0.01	-	-
自然銅 Native Copper	0.07	0.07	-	-	-
けい孔雀石 Chrysocolla	2.43	0.88	-	-	-
孔雀石 Malachite	0.40	0.23	-	-	-
アタカマイト Atacamaite	1.08	0.70	-	-	0.18
黄鉄鉱 Pyrite	0.08	-	0.04	0.04	-
赤鉄鉱 Hematite	22.55	-	-	13.59	-
磁鉄鉱 Magnetite	5.99	-	-	4.39	-
褐鉄鉱 Limonite	11.62	-	-	6.97	-
その他	55.36	-	-	-	-
総計	100.00	2.11	0.16	24.95	0.18

(2) 破碎及びサンプリング

鉱石は20"×36"のブレイクラシャーで2"に粗砕され、次いで4'のコーンクラシャーで1/2"に中砕され、その後4.5'のコーンクラシャーで1/4"に細砕される。破碎産物は1000t容量を有するストックパイルに貯蔵される。第3段目のコーンクラシャー排鉱から自動的にサンプリングされ、分析される。

(3) アグロメレーション

ヒープの前処理であり、1.6mφ×4.75mのロータリー・アグロメレイターにおいて、上記破碎産物に硫酸41 ltと用水45 ltを加えて、粉鉱を造粒し、酸養生させる。

(4) ヒープリーチング

54m×30m×1.7mのヒープが4か所あり、各々約6,500tである。このヒープに希硫酸を約0.1 l/m³・min散水し、25日間ヒープリーチングを行い、銅を78%浸出する。ヒープから回収される貴液濃度は銅20g/l、鉄3~5g/lである。25日間ヒープリーチングしたヒープは洗浄され、二次リーチングのため他の場所に移動され、二次ヒープリーチングが行われる。

硫酸はPaipote製煉所から購入し、消費量は1,700t/月である。

(5) 鉄置換

貴液は3mφ×3mのロータリー反応ドラムへ連続流送され、ドラム中の鉄屑と置換反応して沈殿銅が析出する。ドラムは5台あり、3台が稼働していて、貴液処理量は600m³/日、置換率は90%で、鉄屑消費量は350t/月である。ロータリー反応ドラムから排出された沈殿銅はスクリーンで鉄片を除去した後10mφ×3mの木製シックナー及びデカンターで濃縮される。シックナー及びデカンターのオーバーフローは固定式置換槽へ送られ残留銅の鉄置換が行なわれる。

(6) 沈殿銅の脱水、乾燥

シックナー及びデカンターで沈降した沈殿銅は1.6m×3mパンフィルターで脱水され、水分25%の銅ケーキとなる。これは乾燥ヤードに運ばれ、天日乾燥によって水分7~12%、銅75~80%の最終産物となり、アントファガスタ近郊のRefimet製錬所へ販売される。

以上の鉱石処理工程のフローシートを図4-1に示す。

4-1-3 廃液及び廃液処理の概要

上記の固定式置換槽のオーバーフローが最終廃液となり、その廃液のpHは2で、成分分析値は表4-2に示す。

表4-2 El Salado工場の廃液成分分析

成分名	Cl	F	SO ₄	CN	Si	Sn	Zn	Ca	Co
廃液濃度	39.8 g/l	66 mg/l	61 g/l	0.02 mg/l	61 mg/l	293 mg/l	27 mg/l	213 mg/l	99 mg/l
成分名	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Na	Ni	Mn
廃液濃度	23 mg/l	1.8 g/l	21.5 g/l	44 mg/l	103 mg/l	2.8 g/l	11.1 g/l	14 mg/l	0.5 g/l

この廃液はプラントから1km離れた天日蒸発池へポンプ流送され、自然に蒸発乾固される。蒸発池は0.5mm厚さの強化ポリエチレンシートでライニングされ、地下浸透は防止されている。ひとつの蒸発池の面積は23,000m²高さは3mで、その他3か所を含めて、蒸発池の総面積は140,000m²ある。当地区の平均蒸発率は7~8l/m²/日であり、4か所の蒸発池で980~1120m³/日の水を蒸発するので、当工場の平均廃液量（850m³/日）は十分処理できる。

1998年2月と1998年6月の2か月間における日別の工場廃液のpHと銅濃度についての58日分のデータを解析して見ると、pHの平均値は1.83、変動幅はpH0.10~pH4.96、標準偏差は1.01、変動係数は55.2%であり、銅濃度の平均値は0.27g/l、変動幅は0.10g/l~4.96g/l、標準偏差は0.12、変動係数は35.5%であり、日間変動が非常に大きいことが分かる。

4-1-4 ミニプロでの鉄酸化バクテリア酸化テストの状況

200mmφ×1947mmの円筒を4本並べ、直列に連結した酸化槽からなるベンチユニットを用いて、第一鉄濃度20g/lを含む飲料水で作成した人工廃液の連続酸化試験では、鉄酸化率98%を達成している。これに塩素イオンを1.28g/l加えると酸化率は91.6%まで低下するが、5日後には98%に回復している。その後徐々に塩素イオンを増加して4g/l近辺までは回復するが、5g/lでは4日後でも73.6%であり、今後どの位の時間で回復するか試験結果に期待される。

El Salado工場の用水中の塩素イオン濃度は30~35g/lであり、この高濃度では鉄酸化バクテリアは棲息しにくい。El Salado工場では塩素濃度の低い用水を探索しているが、工場廃液に鉄酸化バクテリア酸化を適用するには塩素濃度の低い用水を確保することが重要である。

4-1-5 環境汚染の現状

銅を置換したリーチング廃液は、高濃度の鉄（約20g/l）を含むことから鉱害問題として、リーチング廃液の河川への放流あるいは貯留地からの地下浸透水による地下水汚染の懸念があった。

しかしながら、最近0.5mm厚のポリエチレン製シートを下底に敷いた新貯水池を35万USドル投資して建設したことにより、地下浸透が抑制されている。本工場が立地する地域は、年間降雨量数mmの岩石砂漠地帯にあり、十分な面積の廃液ポンドが建設されれば、リーチング廃液の蒸発乾固が可能である。本地域の平均的な蒸発率（8

l/m²/日)と貯水池面積から算出される蒸発量は、本工場からの廃液量(850m³/日)に相当していることから計算上貯水池からオーバーフローはしない。最終的には、天日乾固による沈殿物が残存するが、工場周辺に新たな貯水池の用地は十分可能であることから廃液による鉱害は当面発生することない状況にある。

4-2 Panulcillo工場

4-2-1 工場概要

(1)立地状況

(ア)位置・交通

パニユルシージョ鉱山株式会社コシネーラ工場(以下「パニユルシージョ工場」)は、南緯30度30分、西経71度6分、標高400mに位置する。チリ共和国第4州の州都ラ・セレナの南南西70km、リマリ地区オバージェ市に属する。交通はオバージェからラ・セレナに通じる43号線を北上し、オバージェの北8kmでラグニージャへ通じる公共道路を左折するところにある。

サンチャゴの北方380kmのラ・セレナからは、車で約1時間半で至る。

(イ)地形

この地域は、海岸山脈を構成するセロ・ネグロと呼ばれる、山岳地帯に含まれ、南はオバージェ市、東はインヘニオ溪谷となっている。工場が位置する土地は、複雑な斜面を造成したものである。廃滓の堆積場はインヘニオの湿地帯に近い台地に位置し、地形的には全くの平地になっている。

(ウ)水文

水原は地表、地下ともに存在しインヘニオ湿地帯を形成して、リマリ川の支流となっている。インヘニオ湿地帯は241km²の地域から集水されるもので、工場の北6kmの河床に湧き出ている。地表の水は、此の地点からリマリ川の合流地点まで14.4km、年間を通じて絶えることがない。湧き出し点からリマリ川合流点まで湿地帯の水量は西側からの流込みによりその水量を増す。これは湿地帯に近い台地の灌漑水路からの漏水によるものと思われる。

(エ)気候・降雨量

ケッペンの気候分類によれば、工場のある地域は”曇りの多いステップ地帯“に該当する。これは、年平均気温15℃、比較的多い湿度と曇りの日が多い事を特徴としている。気候の特徴は、此の地域の蒸発速度が気候の割合には、比較的低いことで、年平均3.65l/m²/日と思われる。

このタイプの年平均降雨量は100～150mmであり、主に冬に集中している。降雨量は長い乾期と短期に(24時間に)集中する降雨期の繰り返しであり、周期は約10年である。

過去48年間(1943年～1991年)における、日別最大降雨量は110mm(1954年)を記録しており、100年確率降雨量は115mm/日、20年確率降雨量は80mm/日である。また、年間降

雨量は3～342mm/年とばらついている。

なお、パニユルシージョ工場から北へ7kmの地点にある、公共事業省の測候所における、最近10年間の降雨実績によれば、1997年に95.7mm/年を記録したが、96年、98年は1mm/年以下であり、93年、94年、95年は8mm/年以下であった。

(2)沿革

パニユルシージョ鉱山会社は、1959年操業を開始した。操業は自山鉱の銅鉱石を採掘して、選鉱並びにパーコレーション法によるリーチングを行った。

1967年、鉱石の枯渇により、原料調達のため買鉱・鉱山借り上げシステムを導入した。

1971年、会社はENAMIとCOMINA (Compania Minería Nacional) に売却された。新オーナーは硫化銅鉱処理のため150t/日の浮遊選鉱場を建設し、これを4年後に300t/日に増強した。

1979年、ENAMIとCOMINAは会社の全株式をオバージェ鉱業協同組合と鉱山協会に売却した。

1981年、後経営の行き詰まりからパニユルシージョ工場の操業は停止された。

1982年、オーナーは会社の株を再びENAMIとCOMINAに売却した。

ENAMIは選鉱工場を整備し、金と銅の鉱石の買鉱システムを確立した。

ENAMIとパニユルシージョ社の間で、マキラ（賃加工契約）が成立。更に、精鉱入荷量の減少に対し、ENAMIはベンターナスとパイポテ両製錬所の鉱滓処理に業務を拡大した。

1987年、ヒープ・リーチング工程を導入、処理量は13000t/月に増強。

1995年、会社はインフラ設備の更新と生産方式の最適化を行うこと、及び会社の全ての行動について、環境と調和を図る事を決定した。この決定に沿って自動アグロメレーション設備、4基の沈殿銅採取設備及び鉱滓処理用のダムが建設された。

新しいインフラにより、アグロメレーション能力が100t/hに、沈殿銅採取能力が240t/月に増強され、鉱滓の堆積システムも更新された。

攪拌とパーコレーション・リーチングにかわり、ダイナミック・ヒープ・リーチング・システムを導入した。

(3)生産実績

パニユルシージョ工場における、1994年から1998年までの年間鉱石処理実績を表4-3に示す。

表4-3 パニユルシージョ工場の鉱石処理実績（単位：トン）

	Cuリーチング	Cu浮選	Au浮選	鉱滓処理	硫酸銅
1994	133,339	26,357	8,824	—	—
1995	141,453	14,117	6,681	34,895	—
1996	108,633	24,017	2,467	34,880	—
1997	59,658	26,826	1,421	36,588	—
1998	41,251	11,320	1,614	13,256	15

さらに、1998年10月現在の選鉱浮選成績を表4-4に、リーチング成績を表4-5に示す。なお、リーチング成績における水量と水質は現地での説明等から推定したものである。

表4-4 パニユルシージョ工場選鉱成績（1998年10月分）

	鉱量		品位	メタル	分布率
	t/月	%	Cu(%)	Cu(Kg)	Cu
原鉱	7,016	100.0	2.80	196,448	100.0
銅精鉱	651	7.3	27.39	178,309	90.8
尾鉱	6,365	92.7	0.27	18,139	9.2

表4-5 パニユルシージョ工場リーチング成績（1998年10月分）

	鉱量 t/月	水量 m ³ /月	品位		メタル kg/月	分布率	
			Cu(%)	Cu(g/l)		Cu(%)	Cu(%)
原鉱	7,550		1.92		144,960	100.0	
浸出液		6,480		17.8	115,200	84.6	100.0
沈殿銅	136		80.88		110,016	80.8	95.5
廃水		6,480		0.8	5,184	3.8	4.5
浸出滓	7,414		0.43		34,944	19.2	

(4) 用水・動力

(7) 用水

工業用水はタルエンからの灌漑用水を使用しており、水質は良好で、El Salado工場の様に塩素イオンは含まれていない。浮遊選鉱系統の銅シックナー溢流及び選鉱廃滓堆積場の上澄水は、工場用水として回収され再利用されている。しかし、リーチング系統の廃液は天日乾燥池で処理されており、再利用していない。

飲料水は、インヘニオ溪谷の湧き水と谷の東側の社有地にある、3本の深井戸から得ている。

原水は飲料水タンクに貯留され、塩素処理の後、各箇所で使用される。

(1) 動力

動力については、電力会社EMECと850kWの契約を結び、6ヶ所の変電設備（計1550kVA）で受電している。このうち、13.2kV、300kVAの変電設備は飲料水と工業用水の供給用であり、更に、ヒープ・リーチングと沈殿銅採取工程の電源ともなっている。400kVA 1ヶ所と300kVA 2ヶ所は、それぞれは、破碎、磨鉱、浮選工程用である。アグロメレーション工程には、独立の150kVAの変電設備があり、保全関係には100kVAの設備がある。

なお、電力単価は0.040US\$/kWhである。

4-2-2 鉱石処理工程

(1) 原鉱石

工場から半径40kmに位置するENAMIに属する中小鉱山から、種々の鉱石を購入している。

会社は、硫化銅鉱石と酸化銅鉱石の他金鉱石を購入して、浮遊選鉱処理並びにリーチング処理している。

また、昔の古いリーチング鉱滓を再回収して処理しており、これは、約200万tと見積もっている。この他、他の製錬所の鉱滓処理も実施している。

主な鉱石鉱物は、

珪孔雀石 (Chrysocolla : $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Cu=36.2%)

孔雀石 (Malachite : $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$: Cu=57.6%)

黄銅鉱 (Chalcopyrite : CuFeS_2 : Cu=34.6%)

輝銅鉱 (Calcocite : Cu_2S : Cu=79.8%)

赤鉄鉱 (Hematite : Fe_2O_3)

磁鉄鉱 (Magnetite : $\text{FeO} \cdot \text{FeO}_3$)

褐鉄鉱 (Limonite : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

原鉱石の水分は平均1.3%、原鉱石の見かけ比重は2.79であり、銅の平均品位は1.98～2.12%、TFe=7.3%、また、他の不純物は表4-6の通りである。

表4-6 原鉱石中の不純物

	Fe	S	Pb	Cd	Zn	Hg	Cl	As
単位	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
含有量	2.83	tr	tr	1.0	92	13	1.8	308

パニユルシージョ工場における選鉱のフローシートを図4-2に、リーチングのフローシートを図4-3に示す。

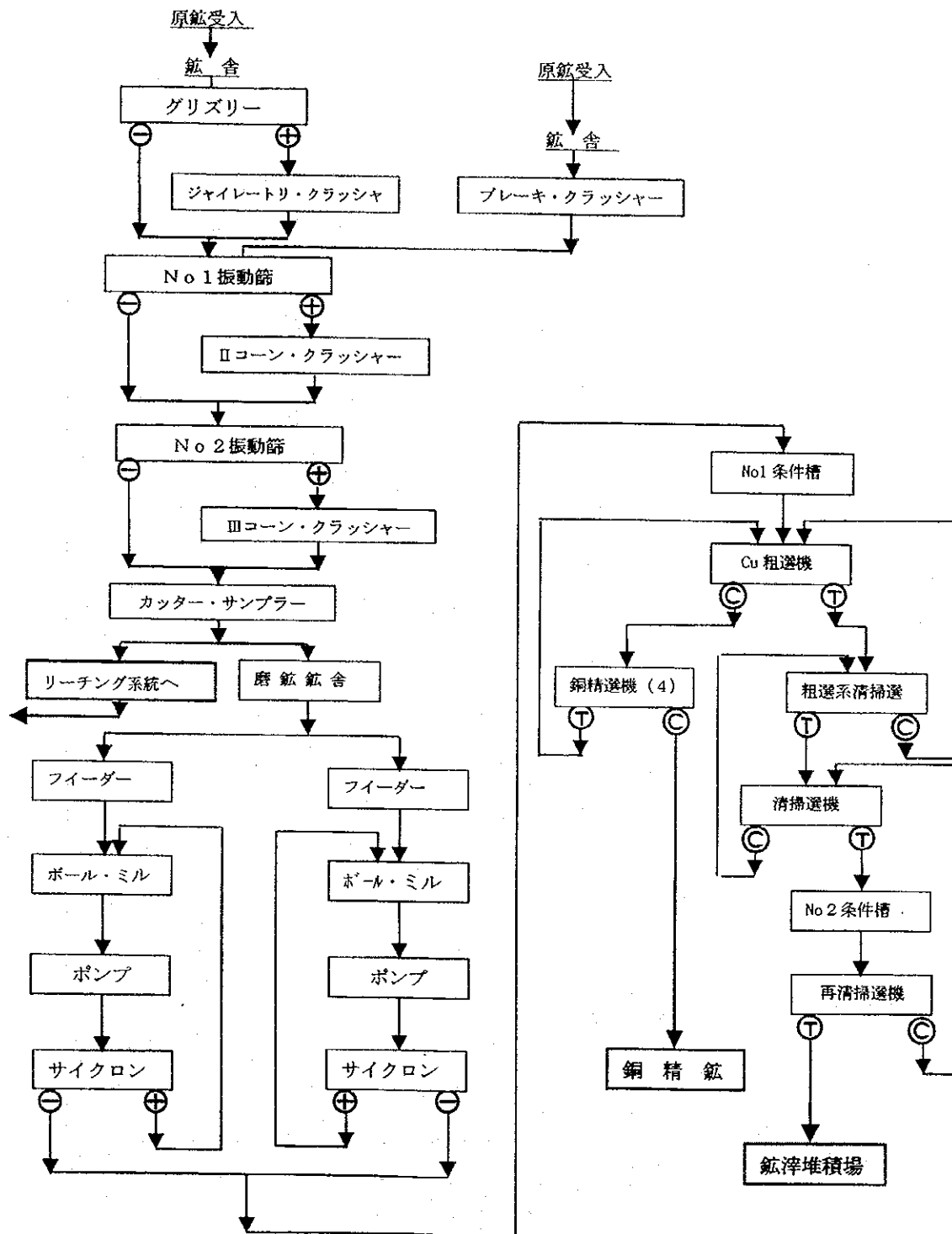


図4-2 パニェルシージョ工場における選鉱のフローシート

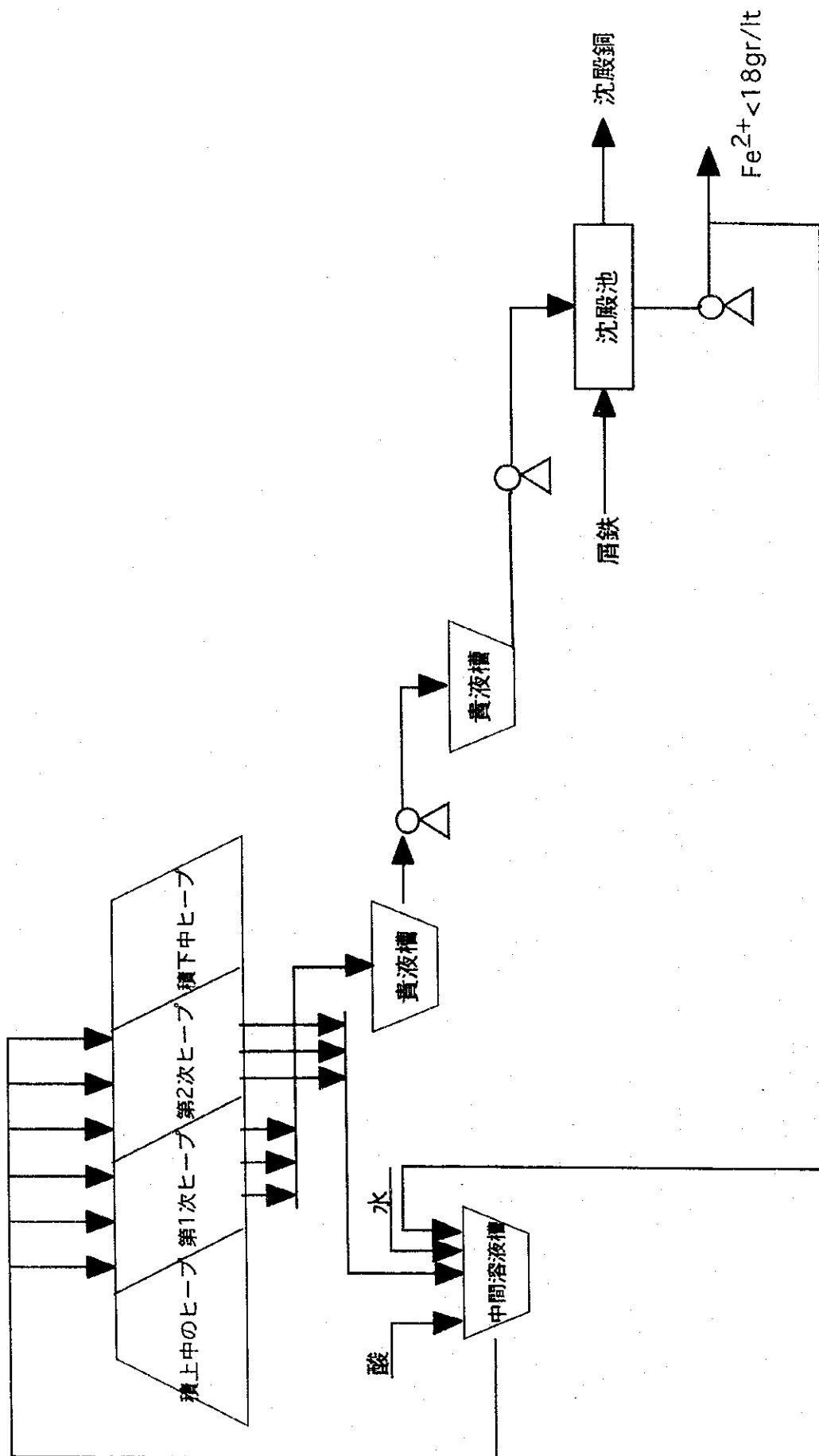


図4-3 パニユルシージョ工場におけるリーチングのフローシート

(2) 破碎系統

(7) 概要

粗鉱の受け入れと粗砕は、ブレーキ・クラッシャー系とジャイレートリー・クラッシャー系の2系統あり、この系統で粗鉱の粒径7"から2(1/2)"まで、大割する。その後、コーン・クラッシャーと振動篩から成る直列2段閉回路ルートで、鉱石は(1/4)"に破碎される。

粗砕機のTraylor TY型、直径3'のジャイレートリー・クラッシャーのルートがメインであり、ブレーキ・クラッシャーは、予備のスタン・バイ・ルートである。

(4) 粗砕・中砕

近郊の中小鉱山から集められた鉱石は、トラック・スケールで秤量後、受け入れ鉱舎を経て、鉱舎のシュートから、引き出され、2(1/2)"目のグリズリー（固定篩）の網目より大なる鉱石は、ジャイレートリー・クラッシャーで粗砕され、その後、グリズリー網下産物と共に、No. 1ベルト・コンベヤー及びNo. 2ベルト・コンベヤーを経て、No. 1振動篩（網目3/4"）にフィードされる。

No. 1篩の網上産物は、2次ショート・ヘッド型サイモンズ・コーン・クラッシャー(3')で3/4"以下に破碎され、No. 1篩下産物と共に、No. 3ベルト・コンベヤーで、No. 2振動篩（網目3/8"）にフィードされ、ここで、再び網上と網下産物に分けられ、網上産物は3次サイモンズ・コーン・クラッシャーで、更に1/4"に砕かれ、網下産物と一緒にされ、No. 4, No. 5, No. 6ベルトコンベヤー等で運び出され、一部は磨鉱、浮選系統へ送られ、一部はリーチング用のヤードへ送られる。

3次コーン・クラッシャー産物は、No. 5からNo. 6ベルト・コンベヤーへ送る途中で、Snyder型サンプラーで自動的にサンプリングされ、分析用試料が取られる。

ジャイレートリー・クラッシャー産物は、No. 1とNo. 2ベルト・コンベヤーの間でシュートのダンパー切替で、第2次コーン・クラッシャーを省略して直接第3次破碎をすることもできる。

酸化銅鉱物の破碎処理は硫化鉱の浮選処理鉱物と全く同じ系統である。

即ち、ジャイレートリー・クラッシャーまたはブレーキ・クラッシャーで粗砕された鉱石は、ショート・ヘッド・コーン・クラッシャー(3')および標準型コーン・クラッシャー(3')及び2台の振動篩で、閉回路2段破碎を受け、鉱石は粒度7"から1/4"に縮小される。

この後、破碎された鉱石は、硫酸と用水をバインダーとして、ロータリー式アグロメレーター（集塊鉱機）で、スポンジ状の小粒径に凝集、集結鉱化され、トラックでダイナミック・ヒープ・リーチング場へ搬出される。

粗砕系の第2系統であるブレーキ・クラッシャー回路は、緊急用の予備ルートである。

第2系統の粗鉱舎から抜き出された鉱石（粒径約7"）は、ブレーキ・クラッシャーで破碎された後、No. 1-Aベルト・コンベヤーで、上記の第1系統のNo. 2ベルト・コンベヤー

へ送られ、以後は第1系統に合流する。

この系統のブレーキ・クラッシャー産物は、シュートの操作で2次、3次破碎を省略して、直接サンプリングの回路への切替も出来、取扱う鉱種によって自由に破碎ルートを選択が出来るようにコンベヤー等がレイアウトされている。

結局、破碎系統では、ベルトコンベヤーが複雑に配置されているが、異種・多様な粗鉱を、そのロットの性状に応じて処理し、夫々別の工程へ送り込む様工夫されたものである。

(3) 浮選処理系統

(7) 磨鉱系統

磨鉱はゴム・ライニングされた7'×7'及び7'×6'の2台のボールミルで行われる。これらのミルは平行に配置されており、分級用Krebsサイクロン(2台)を有している。

各ミルは、夫々別の鉱舎から電磁バイブレーターによって取り出され、ベルト・スケールで秤量された後、一定量ずつ給鉱される。ミル・排出産物はVacesel Galigher型の鉄製ライニングの4'×3"ポンプでサイクロンにフィードされる。サイクロンとポンプは、各ミル共2台ずつ有しており、ポンプが故障した時に、直ちに切り替えて操業を継続する。

サイクロンのオーバー・フローは、シュートで給鉱ボックスへ送られるが、ここでデンプー型のサンプリング・カッターでサンプリングされ、化学分析に供される。サイクロンのアンダー・フローはボール・ミルへ繰り返されて、磨鉱される。

(1) 浮選系統

硫化銅鉱石、金鉱石、並びに製錬所鉱滓は浮選によって処理される。

浮選回路は固定されており、変更されない。

ボール・ミルで磨鉱され、その後、サイクロンで分級されたパルプは、6'×6'、No. 1コンディショナーで条件付与され、8区のKrupp浮選機へフィードされて粗選される。Krupp浮選機の粗選フロス(泡)はデンプー型18番SP浮選機(4区)へ送られ、精選される。精選機のプロスは銅精鉱としてシックナーへ送られ、パルプ濃縮の上、ディスク・フィルターで脱水される。

一方、精選機の尾鉱はKrupp粗選鉱の第1区へ戻される。Krupp浮選機のテールは、同じ形式のKruppの清掃選機(スカベンジャー:8区)とデンプー24番型Sp機(6区)でスカベンジングされ、24番セルのプロスは、Krupp浮選機へ送られ、デンプー24番清掃選機のテール(尾鉱)はポンプで6'×6'、No. 2コンディショナーで再度条件付与され、スーパー・チャージ型のフォレスター浮選機で再清掃選される。

フォレスター浮選機のプロスは、その前段のKrupp浮選機へ送られ、フォレスターのテールは自動サンプラーで、サンプリングされた後、ポンプで鉱滓堆積場へ流送される。

浮選の産物たる銅精鉱は、上述の様に、シックナーで濃縮され、ディスク・フィルターで脱水の上、ヤードに送られる。ヤードで天日乾燥された銅精鉱は、ベンターナス製錬所へ出荷される。

フィルターの濾過液はシックナーへ循環され、脱水用のモイスター・トラップの液は、シックナー溢流と共に、工業用水タンク（浮選・リーチング用）へ送り、再利用される。

また、浮選尾鉱の鉱滓堆積場の上澄水も同様にポンプアップされ、工業用水として再利用されている。

(4) リーチング系統

(7) アグロメレーション

粗砕プラントで $(1/4)$ "に破碎され、粉碎粒鉱化した酸化銅鉱は、濃硫酸と用水をバインダーとして、粉鉱にかけ、ロータリー・アグロメレーターで粉鉱を凝集・集結鉱化する。

(1) ヒープの形成とリーチング

ここでは3つのピラー・ヒープ・リーチングを行っている。ピラーの床面構造は、3つのうち一つがコンクリート製で、他の二つはプラスチックシートを附敷した防水性の床面となっている。

アグロメレートされ、集結塊鉱化したリーチング原料は、先ず、トラックでピラーまで運び込まれ、次いでピラーの必要高さまで積み上げるため、フロントローダーにより積み上げられ後、ピラーの全表面に灌漑が行き渡るよう散水パイプが付設され、スプリングクーラーが取り付けられる。

リーチング溶液は、強い酸性で浸蝕性があるので耐酸性のステンレス製の特殊ポンプで、液を循環し散水する。

各ピラーには夫々集水用の貯水池があり、夫々ポンプで散水する構造である。各ピラーで回収した溶液は隣のピラーへ散水し、最新のピラーの溶液は貴液として沈殿銅採取工程へ送られる。各ピラーと溶液は連結されており、溶液の銅含有量によって、散水方式が変えられるようになっている。

(ウ) 沈殿銅

リーチング工程で得られた貴液は、2つの系統で鉄置換処理される。

第一の系統においては、蓄積池の貴液は2台の鉄置換装置（ボール）、鉄屑によって沈殿銅とされ、ボールから出た産物は、沈殿銅を貯める用水池で重力によって沈殿される。そこから貴液は、6つの沈殿池へ送られる。ここでは、鉄屑が入れられており、さらに、沈殿物がフィルム状になって、鉄屑の表面に付着して処理時間が長くなり、置換の効率が低下することを防止する為、ホースで空気が吹き込まれる。貴液がこれらの沈殿池を通過した後、COLEROと呼ばれるスカベンジャー（清掃）用の2つの池を通り、ここで、液中

の残存銅分の大半を抽出した後、硫酸鉄溶液となって廃液用地へ送られる。

鉄置換の第二系統も、状況は第一系統と同じであるが、ここでは、鉄置換装置は1台のみであり、貴液はそこを通った後、第一系統の沈殿池より、容積の大きい複数の沈殿池を通過する。この沈殿池にも鉄屑が入っており、貴液中の残存銅(置換装置で反応しなかったもの)を沈殿させる。この後、第二系統の池を通りCOLEROを通過する。

このCOLEROでは、溶液中の銅を、最大限抽出するため、硫酸鉄の液をパイプ管で、銅の上澄室 (Camara de decantacion Cu) へ運び、第一系統で処理した液や、カラムから来た液と共に、廃液貯留地へ送る。

鉄置換用カラムは、直列で機能し、溶液がそこを通過していくが、溶液は鉄屑を入れた沈殿池やカラムを通り過ぎて行き(溶液中の銅が抽出される)、このカラムでも、鉄置換をスピード・アップするため、圧縮空気を使っている。こうして出来た産物は、池に落ちて下に沈み、沈殿物は上澄み液を除き回収される。

溶液は、鉄置換のCOLEROへ送られ、この後は、第一系統と同じ工程を辿る。カラムに貯まったものを取り出す時は、他のカラムとは切り離して、そこに貯ったものを徹底的に回収する。

回収した産物は、二つの部分から成っており、一つは沈殿地の底に沈んだもの、二つめは銅の沈殿物とlatilla(?)のミックスしたものを濾過したものである。このlatillaをコーン型トロンメル(回転篩機)を使って水と固形物に分離した後、銅の沈殿物は池の中へ落下し、latillaは手押し車を使って運び出し、篩にかけ水を切り、最終的に、銅を約78%含有する製品が得られる。

4-2-3 廃水処理

(1) 廃液の性状

貴液から鉄置換で沈殿銅を回収した廃液が処理対象となる。

廃液量は520m³/日、廃液のpHは3.85、廃液中の重金属イオン濃度は、銅=0.8g/l、第一鉄=27.4g/l、亜鉛=39mg/lである。

現地で廃液の分析値の提示を求めたが、月平均7データしか示されなかったもので、この月平均値を計算した日割のデータを請求した。さらに、1週間にわたって、新たに7個の日別の廃液をサンプリングし分析することを要請した。前者については、2月と9月の1週間の平均値8データしか提示されなかったもので、El Saladoのごとく解析はできなかった。後者については表47の分析結果が提示された。

これによると、Fe²⁺は19.4~45.8mg/l、Cuは0.019~0.51と変動が大きいですが、他の項目は濃度も低く、比較的安定している。バクテリアの阻害要因と考えられるCl、Asはいずれも低く、HgとFは未検出だった。Cl、Fの濃度はEl Saladoの廃液に比べて非常に低い。

表4-7 Panulcillo工場の廃液成分分析

	月	火	水	木	金	土	日
	09:00	13:00	17:00	21:00	01:00	05:00	09:00
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 g/l	0.27	0.31	0.34	0.38	0.29	0.31	0.31
Mn g/l	1.16	1.45	1.25	1.70	1.61	1.25	1.05
Mo g/l	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	0.016	0.013
Hg ppm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
F ppm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

(2) 廃液処理

上記の廃液は蒸発池へ流送されて、天日で乾燥乾固される。此の付近の自然蒸発量は4 l/m³/日であるが、一日の廃水量520m³を蒸発させる130,000m²蒸発池の面積がない。しかも、蒸発池の底面には不透水膜でライニングをしていないので、廃液が漏水して浸透しており、pH3.06、Fe²⁺=3690mg/l、Fe³⁺=1170mg/l、Cu=150mg/l、Mn=180mg/lの赤褐色の浸透水がインヘニオ溪谷に流失している。

この汚染に対して、過去2回罰金が科せられ改善命令も出されている。

4-2-4 操業改善の必要性の有無

(1) リーチング工程

今回の現地調査では、スケジュールの都合上ヒープ・リーチング場、天日蒸発池（貯留池）、周辺河川の環境汚染状況等については、説明聴取や現地検証できたが、「鉱石の破碎」「アグロメレーション」「鉄置換」「沈殿銅の脱水、乾燥」等では、時間がなく、説明聴取や現地検証ができなかった。この為、銅のリーチングに関する、現場操業の改善の可能性・必要性について、現場に即した技術的な考察やコメントが出来ない状況である。従って、一般論として考えると、パニユルシージョ工場では、リーチングに関しては、既に40年の操業経験を有しており、技術者陣も揃っているため、操業には、各種の経験を有しており、操業状況の研究・改善による、特別大きな効果（リーチング効率の5～8ポイント（%）増）は期待できないだろう。

しかし、酸化銅鉱のリーチングに関しては、構成鉱物の内容、ヒープ・リーチングの浸出材としての粒度、浸出時間等に係る技術調査等を行い、これらのデータを解析、検討す

る事によって、2~3ポイント (%) 程度のリーチング効率向上は可能と期待できる。特に、リーチングの浸出率は、現在80%程度との事なので、この率を向上するための検討として、先ず、酸化銅鉱の比率がどの程度なのか等鉱物学的な調査も必要であろう。また、鉄置換率は約95%であるが、廃水中のCuの含有が800mg/lと高いので、理由の解明が必要であろう。

(2) 浮遊選鉱工程

硫化銅鉱石の浮遊選鉱成績は、月間7,500t/月処理で、銅精鉱品位Cu=25%、銅実収率CuR=90%とのことである。原鉱中の硫化銅浮遊選鉱に不適當な酸化銅鉱の含有割合等基本的なデータが不明であるが、上記した精鉱品位で2~3ポイント (%)、実収率で3~5ポイント (%) の向上は、比較的容易に出来、成績アップは可能と考える。

磨鉱操業では、ボール・ミル2台による、サイクロンとの閉回路一段の並列操業が適切なのか、ミルの粉碎性能がどのくらいか、サイクロンはどのような条件で操業されているのか、磨鉱のパルプ濃度、分級精度は？また、最適浮選粒度はどの程度で、現状の操業回路でこれらを達成しているのか？等々調査・解析すべき項目が多く、これらの研究によって、実収率増加が期待出来よう。

浮遊選鉱操業では、浮選条件、例えば、pH、パルプ濃度、浮選時間、使用試薬等の適否、粗選・精選・清掃選回路の適否等の調査・解析・検討によって、具体的な改善事項の提案が可能であろう。

精鉱の濃縮、脱水工程においても、銅精鉱、浮選尾鉱の沈降特性の把握によって、銅シックナー溢流の清澄化の検討が出来、この清澄水の浮選回路への循環使用によって、浮選成績の向上が期待される。

現在、銅シックナー及びテーリング・ダムの上澄水は回収して、工場全体の工業用水として再利用しているが、回収水の濁度は高く、かつ、アルカリ性なので、リーチング系と浮選系に仕分けすべきである。

なお、これらの操業の改善効果は、生産品の増産を意味し、工場として直接収入増加につながるので、廃水処理費を負担する原資を捻出するプロセスとして、浮選工程の成績改善は、重要なテーマである。

(3) 鉱滓堆積場の安定度解析

チリ国は、地震が多いので、工作物や建設物の設計には、耐震性の考慮が必要である。一昨年、コシネーラ地方で発生した地震によって、No.4廃水貯留地の中仕切が決壊し、No.2廃水貯留地の堤体に大きな亀裂が入った。

今回の「開発調査」においても、現在使用中の鉱滓堆積場や貯留池の堤体の安定度解析を行う事が望ましい。

4-2-5 環境汚染の現状

本工場は、リマリ川の最上流部にインヘニオ湿地帯の斜面に位置している。インヘニオ湿地帯は241km²の地域から集水される湿地帯で、工場の北6kmの河床に湧出しているといわれる。工場のある地域は、年平均気温15℃、年平均雨量100～150mmで、曇りの日が多い天候にあり、蒸発速度は3.6l/m²/日程度と比較的少ない。工場の周辺には、灌漑水を利用した畑や牧草地が広がり、民家が散在している。

本工場のリーチング廃液は貯水池に導水されているが、貯留地からの地下浸透水が、河川に流入して、工場下流域は赤褐色を呈している。工場上流域（水量数m³/分）では、鉄及び銅イオンは測定限界値以下で、自然汚染は認められないことから工場起因の浸透水による汚染は明白である（表4-8）。

表4-8 リーチング廃液によるインヘニオ川の汚染状況

	工場上流域	廃液放流点	500m下流	1000m下流	1500m下流	2000m下流
水量(m ³ /秒)	測定不可	3	5	6	測定不可	測定不可
pH	7.7	2.7	2.7	2.8	6.5	7.5
Fe ²⁺ ppm	測定限界以下	100	60	40	測定限界以下	測定限界以下
Fe ³⁺ ppm	0.5	450	620	510	6.0	0.1
Cu ²⁺ gr/lt	測定限界以下	0.10	0.10	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下
Mn ²⁺ ppm	測定限界以下	170	80	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下
Mo ²⁺ ppm	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下
Zn ²⁺ ppm	測定限界以下	34	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下	測定限界以下

鉱害防止対策としては、サラダ工場と同様、廃液の蒸発乾固が考えられるが、工場用地が限られていること、蒸発率が低いことから廃液量の半分程度に過ぎない。また、シート等により廃液の地下浸透を防止した場合には、水位の上昇によるオーバフローと地震等による堤体崩壊の危険性がある。そのため、工場では地下浸透を黙認している状況にある。

同工場において水質調査を実施した結果によると河川への環境負荷量は表4-10のとおりである。特に鉄と銅が極めて多量に含有しており、工場の下流1kmでさえpH2.6と酸性状態にあり、0.5g/l程度の鉄が認められている。河川水の一部は灌漑に利用されているが、灌漑用水に対する鉄基準をオーバーしているため、その発生源である工場は農業省管轄下の農牧局に初回1,500USドル、2回目3,000USドル、合計4,500USドルの罰金を支払っている。従って、工場では改善対策が緊急に必要であり、セレナ大学と協力して実態調査を実施するとともに廃液処理の検討を行ってきた。今後とも具体的な対策が講じられない場合は、操業停止の事態もあるうるとしている。最近、チリ全土の全産業に適用される排水基準が決定し、まもなく官報に公示され、同基準を含む法案が適用される予定となっている。

同法案によると廃液を河川に放流する場合の許容最大値（希釈能力を持たない河川に放流する場合）のうち関連するパラメーターとしては、pH6.0～8.5、全銅1mg/l、溶存鉄5mg/l、マンガン0.3mg/lである。既存の施設は基準が発効してから1年以内全ての廃水について特性分析を実施し、5年以内に基準の許容限度をクリアしなければならない。

本工場からの廃液浸透水はこれらの基準値を大幅に越えていることから早急な対策が必要となっている。

表4-9 リーチング廃液及び浸透水の性状（9月～2月、6ヶ月平均値）

	pH	Fe ²⁺ (g/l)	Fe ³⁺ (g/l)	Cu ²⁺ (g/l)	Mn(mg/l)	Mo(mg/l)	Zn(mg/l)
リーチング廃液	3.86	23.71	4.1	0.08	805	0.85	264
貯水池	3.84	23.41	4.3	0.07	791	0.83	534
河川浸透水	3.06	3.68	1.17	0.15	180	0.27	39

表4-10 総汚染量（負荷量）

	成分	水量	1ヶ月汚染量
銅	0.15g/l	6.04l/秒	2.34t
全鉄	27.81g/l	6.04l/秒	435,384t
マンガン	180mg/l	6.04l/秒	2,818kg
モリブデン	0.27mg/l	6.04l/秒	4.22kg
亜鉛	39mg/l	6.04l/秒	610kg

4-3 モデル工場の選定

(1) El Salado工場

当工場はチリ国第3州の年間降雨量数mmの土漠地帯にあり、鉱山関係者の住宅以外には田畑や住宅は見受けられない。リーチング廃液の河川への放流あるいは蒸発池からの地下浸透による地下水汚染の懸念があったが、最近厚さ0.5mmの強化ポリエチレンシートでライニングした新蒸発池を建設したことにより、全廃液量の天日蒸発乾固が当地区の平均蒸発率から見て可能となった。これによりオーバーフロー及び地下浸透の問題は解消されている。また、工場周辺には新たな蒸発池用地を十分確保可能であることから、廃液による公害問題は当面発生しないものと考えられる。また工業用水には塩素濃度が非常に高いので第一鉄の酸化に鉄酸化バクテリアを適用するのは難しい。

(2) Panulcillo工場

当工場はチリ国第4州、リマノ川最上流部のインヘニオ湿地帯近傍の斜面に位置し、周囲には農業、牧草地等の農地が広がっている。リーチング廃液の蒸発池から地下浸透した

高濃度の鉄、銅を含有する浸透水が、自然汚染のない、水量数 m^3/min ほどの 溪流に直接流入し、少なくとも工場から2km下流域まで鉄濃度が高い状態にあり、深刻な被害を周辺に与えている。当地区の蒸発率と蒸発池の用地難により、リーチング廃液に対してEl Salado工場と同様の対策をとることは、蒸発率から計算して水位上昇によるオーバーフロー及び地震等による堤体崩壊の危険性があり、さらに公害問題を拡大することになる。河川へ流入する浸透水の水質は、pH 3.06、 $Fe^{2+}=3690mg/l$ 、 $Fe^{3+}=1170mg/l$ 、 $Cu=150mg/l$ であり、特に鉄と銅が極めて多量に流出している現状である。河川の水は灌漑に利用されているが、灌漑用水に対する鉄の基準地をオーバーしているため、その発生源の当工場は農業省管轄下の農牧局に2回にわたり合計4,500US\$の罰金を支払っており、現在、実態調査をセレナ大学と協力して進めているが、具体的対策が講じられない場合には、操業停止もあり得るとしている。以上の通り、Panulcillo工場では、緊急に廃液対策の実施が必要な状態にある。

(3) モデル工場としての評価

上記にEl Salado工場及びPanulcillo工場の廃液処理に関する状況を述べたが、モデル工場としての対象として比較した場合、下記の点から判断して、Panulcillo工場をモデル工場とすることが妥当である。

- 1) 鉍害発生の有無
- 2) 鉍害防止対策の必要性及び緊急性
- 3) 工場改善の余地の大きさ
- 4) チリ側の取り組み及び期待度
- 5) 工業用水中の塩素濃度（鉄酸化バクテリアを利用する場合）

4.4 鉄酸化バクテリア法に対する検討

4.4.1 鉄酸化バクテリア酸化法の現状

JICAの個別専門家チーム派遣「酸化銅リーチングプラントの操業改善」にて鉄酸化バクテリアを利用した鉄酸化処理法の技術移転を実施して、バイオケミカルラボラトリーを建設し、数名の技術者を育てた。ENAMI側には鉄酸化バクテリア法を適用する素地は十分備わっているし、彼らも鉄酸化バクテリア法によるリーチング廃液処理の実用化を望んでいる。

4.4.2 鉄酸化バクテリア酸化法と他方法の比較

リーチング廃液のごとき低pH、高第一鉄濃度、高銅濃度の廃水を処理するには、消石灰単独中和か、炭酸カルシウム（以下「炭カル」と言う）と消石灰の二段中和で、pHを上げれば鉄、銅は沈殿除去でき、その後pHを中性近くに調整すればよいが、処理費が高く、銅の回収もできない。そこで第一鉄を第二鉄に酸化すれば、低pH領域で鉄のみを沈殿除去できる。その点鉄酸化バクテリア法はpH2~3で鉄を酸化できるので、処理費が安

く、用水の再利用、廃液中の残存銅分の回収を考慮すると、魅力的な廃液処理法である。しかし生物を扱う方法なので、バクテリアの管理の面で、種々の対策が必要となる。他の酸化法も含めてリーチング廃液処理方法の比較を表4-11に示す。

4-4-3 現時点での懸念及び課題

(1) 鉱石中の阻害物質

El Salado工場の受け入れ鉱石の中でアタカマイト ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) が1.08%含まれ、ケイクジャク石の2.43%に次いで酸化銅鉱物では第二の含有率であり、アタカマイト中の塩素のため、鉱石中の塩素品位は0.18%となる。この塩素のほとんどが溶出して廃液に含まれる。そのため酸化銅鉱物中26%を占めるアタカマイトの購入を制限しなければならない。

(2) 硫酸

硫酸中には往々にして、ひ素、水銀が含まれるので、硫酸の品質には注意を払わなければならない。

(3) 鉄屑

現在使用中の鉄屑は雑多なもので何が含有されているか分からない。

Panulcillo工場では1月に廃液の亜鉛濃度が通常の400mg/lが1800mg/lまで4.5倍に跳ね上がった。これは空き缶類を使用したことによると言うが、その他鉄酸化バクテリアの棲息を阻害する混入物は抑えなければならない。

(4) 変動

4-1-4で述べたごとく、El Salado工場のベンチユニットを用いた人工廃液の連続バクテリア酸化試験では、鉄酸化率98%の状態の時に、塩素イオンを1.28g/l加えると、鉄酸化率は91.6%に低下したが、98%までに回復するのに5日間要した。また塩素イオンを徐々に増加して5g/lにすると、4日後までのデータしかないが、酸化率は73.6%である。この鉄酸化バクテリアはまだ塩素に対して、馴化していないこともあるが、変動を吸収するには時間が掛かる。

4-1-3で述べたごとく、El Salado工場では、リーチング廃液のpHの日間変動幅がpH0.10～4.96、変動係数が55.2%、銅濃度の変動幅は0.10g/l～4.96g/l、変動係数が35.5%となっており、これだけ変動が大きいと鉄酸化バクテリアの鉄酸化率にも影響を及ぼす恐れがある。pH、銅濃度のみならず、鉄酸化バクテリアに影響を及ぼす変動は極力抑えなければならない。

Panulcillo工場では4-2-3のとおり、廃液成分分析表で見ると、1週間の短期間ではあるが変動は少ない。なお、変動を抑える手段として蒸発池の貯水し、給水口と反対側から取

表4-11 リーチング廃液処理方法の比較

	鉄酸化の有無	鉄酸化の方法	中和剤	初期投資	プロセスの難易	処理単価	処理時間	中和澱物の脱水性	用水の循環	銅の回収
A	なし	—	消石灰	小	容易	高価	速い	悪い	多量の硫酸でpHを下げる必要あり	不可能
B	なし	—	炭カル+消石灰	小～中	容易	高価	速い	悪い	多量の硫酸でpHを下げる必要あり	不可能
C	あり	鉄酸化バクテリア	炭カル	中	バクテリアの管理が必要	安価	他の方法に比べて遅い	良い	pHを下げるための硫酸が少量	可能
D	あり	エアレーション	炭カル+消石灰	小	pHを上げる必要ある	少々高価	pHが上がりれば速い	良い	pHを下げるための硫酸が少し多い	可能
E	あり	化学的酸化	炭カル	小～大	薬剤の取り扱いに注意が必要	非常に高価	速い	良い	pHを下げるための硫酸が少量	可能

り出して鉄酸化バクテリア処理の減水にするのも一方法である。

4-4-4 当面の対応策

鉄酸化バクテリアによるリーチング工場廃液の鉄酸化処理については、鉄酸化バクテリアの棲息条件を整える事が最重要課題である。

リーチング工場廃液には、上記の如く鉄酸化バクテリアに対する阻害要因が多く存在する事が考えられるので、これらの影響度を測定または、調査した上で、パイロット・プラントを設計する必要がある。これには当該工場の廃液で連続パイロット試験を実施し、この結果をプラント設計に反映させる事がよりよい対応策である。

4-5 廃水処理費用の対策

4-5-1 廃水処理コストの試算

(1) 試算の前提条件

(7) 水質想定

パイロット・プラントの水質は、表4-12のごとく想定する。

表4-12 水質予想

	pH	Fe ²⁺ g/l	Fe ³⁺ g/l	Cu ⁺ g/l	処理量 m ³ /日	備考
原水	3~4	27.0		0.8	100	
処理水	3~4	0.3	0.5	0.7	100	循環再使用

(イ) 炭酸カルシウム消費量

pHを3~4として、鉄イオンを水酸化物として沈殿させるに必要な炭酸カルシウムは、鉄イオンの3倍、即ち、80g/lと推定する。・・・(註1)

(ウ) 沈降促進剤

高分子凝集剤 (ポリマー) 2~5mg/l と仮定する。

(エ) 栄養剤

燐酸三アンモニウム 3 mg/l と仮定する。

(オ) 設置動力

100 m³/日規模パイロット・プラントの動力 30kW と想定する。

(カ) 所要人員

リーダー	1名	2,000\$/月	24,000\$/年
組長	1名	600\$/月	9,600\$/年
運転要員	3名	400\$/月	14,400\$/年

交代要員	1名	400\$/月	4,800\$/年
			52,800\$/年

これより直接人件費は53,000\$/年と仮定する。

(2) 材料等の消費量

(7) 処理水量

$$100\text{m}^3/\text{日} \times 365\text{日}/\text{年} = 36,500\text{m}^3/\text{年}$$

(イ) タンカル使用量

$$80\text{kg}/\text{m}^3 \times 10^{-3} \times 36,500\text{m}^3/\text{年} = 2,920\text{t}/\text{年}$$

(ウ) ポリマー使用量

$$4\text{g}/\text{m}^3 \times 10^{-3} \times 36,000\text{m}^3/\text{年} = 146\text{kg}/\text{年}$$

(エ) 栄養材

薬品

$$5\text{g}/\text{m}^3 \times 10^{-3} \times 36,000\text{m}^3/\text{年} = 182.5\text{kg}/\text{年}$$

(オ) 動力

$$30 \times \eta \times 24 \times 365 = 145,000 \text{ kWh}/\text{年}$$

(3) 材料費の単価

現地での購入価格が分からないものについては、予想価格とした。今後の調査で訂正する必要がある。

(4) 直接費用

表4-13 ランニング・コスト試算 (100m³/日)

	単位 Unit	使用量	単価 \$/Unit	金額 \$/年	原単位 \$/m ³	備考
炭カル	t/年	2,920	20.0	58,400	1.60	
ポリマー	kg/年	146	30.0	4,380	0.12	☆
栄養剤	kg/年	182.5	40.0	7,300	0.20	☆
動力	kWh/年	145,000	0.04	5,800	0.16	
小計				75,880	2.08	

☆印：予想価格

人件費を除く直接ランニング・コストは、約 76,000\$/年であり、
人件費を含むと 約129,000\$/年となる。

4-5-2 廃水処理費用の吸収策

(1) 廃水からの遺利回収

現在、廃水に含まれている銅イオンは、そのまま廃棄されているが、本プロジェクトでは、処理水中の $\text{Cu}^{2+}=0.6\text{g/l}$ は、廃棄されることなくリーチング溶液として、繰り返し利用される。従って、パイロット・プラントのみで年間約21tのメタルが遺利回収されることになる。

このメタルは、沈殿銅として売却できる。

$$0.6 \times 10^{-3} \times 100 \times 365 \times 0.95 = 20.805\text{t} \quad \text{回収メタル量}$$

$$20.805 \times (1/0.77) \times 1.08 = 29.18\text{t} \quad \text{沈殿銅相当量}$$

今、沈殿銅の価格を1130\$/tと仮定（註2参照）すると、年間約33.0千ドルの増収となる。これは、直接コストの約43%に相当する。

$$29.18 \times 1130 = 32,974 \rightarrow 33,000\$/\text{年}$$

(2) 選鉱実収率改善による増収

(7) 前提条件・・・次のように想定する。

粗鉱処理量 : 7500t/月、粗鉱品位 Cu=2%、

精鉱 : 品位Cu=25%、実収率 $R_{\text{Cu}} = 90\%$ 、水分W=8%

精鉱の価格 : 単価 310 \$/t → (註2を参照)

(4) 実収率 3% 上昇の場合 (ケース:A)

現在の浮選成績から実収率が3%増加した場合

$$\cdot \text{増産分 } 7500 \times 0.02 \times 0.03 \times (1/0.25) \times 1.08 \times 12 = 233.3 \text{ t/年}$$

$$\cdot \text{増収分 } 233.3 \times 310 = 72,230 \rightarrow 72,000\$/\text{年}$$

(7) 実収率 5% 上昇の場合

$$\cdot \text{増産分 } 7500 \times 0.02 \times 0.05 \times (1/0.25) \times 1.08 \times 12 = 388.8 \text{ t/年}$$

$$\cdot \text{増収分 } 388.8 \times 310 = 120,500 \rightarrow 120,000\$/\text{年}$$

(3) 廃水処理費吸収策

$$\text{ケースA} \cdot \cdot \quad 33,000 + 72,000 = 105,000 < 129,000$$

$$\text{ケースB} \cdot \cdot \quad 33,000 + 120,000 = 153,500 > 129,000$$

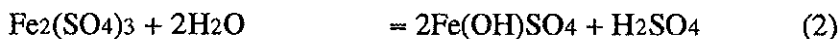
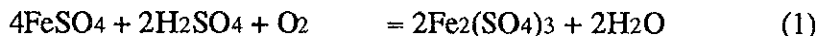
これより、「選鉱実収率の向上」が本プロジェクトの採算性を考えた場合、重要なファクターであることが分かる。

また、本試算ではモデルプラントの100m³/日についてのコストであり、本格プラントでは、当然もっと多くなることを考えておく必要がある。

4-5-3 参考資料

(1) 鉄の沈殿に必要な炭カルの当量 (註1)

廃水中に含まれる硫酸第一鉄 (FeSO_4) は、式(1)のバクテリア酸化によって、硫酸第二鉄 [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$] になるが、その一部は式(2)の加水分解反応によって、直ちに水酸化硫酸鉄 [$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$] として沈殿する。しかし第二鉄 (Fe^{3+}) は、炭酸カルシウムと(3)式の様に反応して、水酸化第二鉄と石膏が生成される。



廃水処理計画では、通常、原廃水を用いた中和適定試験によって、所要中和剤の量を定めるが、今回は、実験データ等が検証出来ないので、上記の反応式から、鉄イオンを沈殿させるに必要な炭酸カルシウムは、第一鉄イオン (Fe^{2+}) に対して、2.7当量であるが操業での安全を考慮して、3当量を要すと予測する。

(2) 銅精鉱及び沈殿銅の販売価格 (註2)

ENAMIの製錬所が、選鉱場から購入する精鉱並びに沈殿銅の経済価値をどの様に評価して、代金を計算し決算するのか、今回は調査できなかった。この為暫定的に、銅精鉱の国際取引の手法に準じて精鉱価格を試算する。

なお、計算に用いた単価は、いずれも、想定または仮定した値である。

今、精鉱品質を「Cu=25%、ペナルティーの成分がない。金、銀は含有量不明につき評価せず」と考え、精鉱1t当たりの製錬費をTC=70\$/t、精鉱のメタル当たり精製費をRC=7~8¢/lb、精鉱のメタル製錬実収率を「品位-1%レス」と仮定すると、

銅の建値：75¢/lbの場合は284\$/t、80¢/lbの場合は310\$/t、85¢/lbの場合は337\$/tとなる。

また、沈殿銅については、通常は銅スクラップの買い入れと同じに評価すると思われるが、ENAMIの具体的な算出方法がわからないので、銅精鉱の計算法に準じて、算出すると銅の建値75¢/lbの場合は1050\$/t、80¢/lbの場合は1130\$/t、850¢/lbの場合は1218\$/tとなる。

第5章 本格調査の概要

第5章 本格調査の概要

5-1 本格調査の目的

5-1-1 要請の背景と目的

チリ国は世界一の銅生産国であり、政府はCODELCO、ENAMIの二つの国有企業により、生産の維持、拡大に努めている。

ENAMI（国立鉱業公社）は中小鉱山振興のために設立された組織で、多数の中小鉱山から鉱石、精鉱を買い上げ、リーチング工場、選鉱場及び製錬所により、年間20万トン以上の電気銅を生産している。

しかし、近年、アジア金融危機などの影響による銅価の低迷が続いている他、リーチング工場、製錬所における環境問題が顕在化し、中小鉱山振興が困難な状況にある。

このため、チリ政府は中小鉱山の経営に大きな影響を持つ、ENAMIの近代化政策を策定中であり、組織管理の改善、人材育成などを進める一方、選鉱場の効率改善・環境対策を積極的に進める意向である。

選鉱場では、硫化鉱については浮選、酸化鉱についてはリーチングによって処理をしており、浮選工程では用水の循環使用が行われているが、リーチング工程ではリーチング廃液を循環利用せず、廃滓ダムあるいは自然界に廃棄しているため、操業成績の悪化、環境への負荷が増大している。

かかる背景から、ENAMIはリーチング工場近代化の基礎となる、リーチング、廃液処理および工業用水などの改善計画を策定するため、『酸性リーチング廃液処理のモデルプラントの設置とその実証試験を含む開発調査』の実施を要請してきた。

5-2 本格調査の概要

5-2-1 調査の範囲・対象

本調査においては、リーチング工場の廃液処理工程に焦点を当てた、リーチング工場の操業改善及び環境対策のモデルを提示する事としており、プロジェクト形成調査において、パルヌシージョ社のコシネーラ・プラントが妥当と判断されたため、コシネーラ・プラントにおいて開発調査を行うものである。

5-2-2 調査の骨子

本調査では、コシネーラプラントにおける銅生産操業の現状を把握し、改善方法の検討を行うと共に、廃液処理モデルプラントを設置し、このプラントの試運転、実証試験を通してモデルプラントの評価を行い、その上で、フルスケールプラントの概念設計を提案する。またコシネーラプラントにおける廃水プラントのランニングコスト吸収策を含めた操業改善及び周辺環境の改善対策を提言すると共に、これら一連の廃水処理プラント設置並びに環境対策についての技術移転を行うものである。

5-2-3 調査期間

現時点では、次のように実際の調査期間としては2.5～3.0年を予想する。

(1) 現状の把握調査	4～6月
(2) モデルプラントの設計	4～6月
(3) モデルプラントの調達	12ヶ月
(4) モデルプラントの実証試験	5～6月
(5) フル・スケール・プラントの概念設計	3～4月
(6) 最終報告書	1～2月
計	29～36月

なお、この他に調査を担当するコンサルタントの選定、プラント調達に係わる入札図書作成等の業務が加わるので、3年で終了するのは難しいとも考えられる。

いずれにせよ、現地の状況を踏まえて、スケジュール短縮の方策を検討する必要がある。

5-3 本格調査の内容

5-3-1 現状把握調査

(1) 事前準備

- (ア) 資料の収集・分析
- (イ) 基本方針・調査方法の検討
- (ウ) サンプルング計画作成
- (エ) 現地再委託内容の検討

(2) 環境汚染状況の把握

- (ア) 水文調査（降雨水量、河川流量、沈殿池浸透水量）
- (イ) 水質調査及びモニタリング（2～3ヶ月）
- (ウ) 土壌調査（河川底質の化学分析）
- (エ) 測量・地形図作成（廃水処理プラント建設予定地）
- (オ) 周辺環境汚染調査
- (カ) インヘニオ川の汚染負荷図作成

(3) 技術調査及び評価・提案

- (ア) 鉱物学的調査
- (イ) 廃水処理基礎試験
- (ウ) 硫化銅鉱の選鉱試験
- (エ) 浮選操業の解析試験
- (オ) 廃滓堆積場の安定解析

- (カ) リーチング廃液の品質安定策
- (キ) リーチング工程の改善
- (ク) バクテリア酸化法のベンチスケールテスト
- (ケ) 工業用水の循環使用法の検討と提案

5-3-2 モデル・プラントの供与

(1) モデル・プラントの設計

- (ア) 設計方針（規模・能力）の決定
- (イ) モデル・プラントの基本設計（B/D）
- (ウ) モデル・プラントの詳細設計（D/D）
- (エ) モデル・プラントの発注仕様書作成
- (オ) 環境改善対策の作成

(2) モデルプラントの調達

- (ア) 入札図書作成
- (イ) 製作・輸送・据付
- (ウ) 現地工事の施工監理

(3) モデル・プラントの実証試験

- (ア) モデル・プラント試運転（コンサルタント側）
- (イ) モデル・プラント運転方法の技術移転

(4) モデル・プラントの評価

- (ア) バクテリア鉄酸化法の評価
- (イ) 発生中和殿物量の予測
- (ウ) 循環再利用される工業用水量の予測
- (エ) モデル・プラントの運転コスト試算
- (オ) 工業用水の循環使用による遺利回収銅分の試算
- (カ) モデル・プラントの運転維持に関する技術移転

5-3-3 フル・スケール・プラント案の提案

(1) 本格設備計画

- (ア) 本プラント及び周辺設備の概念設計
- (イ) 同上設備の建設費及び運転費算出
- (ウ) 同上運転費用の試算
- (エ) 同上の財務評価

(2) 工場の操業改善に関する提言

- (7) 浮選操業に関する改善
- (イ) リーチング操業に関する改善
- (ウ) 操業の改善効果費用の試算

(3) 周辺環境改善対策の提言

5-4 本格調査・人員構成

- (ア) 団長(総括)
- (イ) 水文・水質・環境
- (ウ) 水理地質
- (エ) 選鉱
- (オ) 廃水処理A(バクテリア酸化)
- (カ) 廃水処理B
- (キ) 土木(ダム設計)
- (ク) 設計・積算(機械)
- (ケ) 経済・財務
- (コ) 通訳

5-5 本格調査実施上の留意点

5-5-1 ENAMIの実施体制

(1) バクテリア実験

コシネーラ工場の廃水について、ラセレナ大学で行ったビーカーテストによって、バクテリアによる鉄酸化が可能との実験報告(1998年チリ・ラセレナ大学鉱山学部Hugo Maturanaほか)があるが、ベンチ・スケールのテストは行われていない。バクテリアによる鉄酸化プラントの設計に際して、このベンチ・スケール・テストは重要なので、本計画を進める上で誰が、どこで、いつから実験を開始するかが問題である。

現在、エルサラド工場に於いてバクテリア・リーチングについて実験を行っている技術者は、本件のキーパーソンであり、コシネーラ工場でのバクテリアによる基礎実験、特に工場試験に関与することが重要である。

エルサラド工場で実施中のベンチ・スケール試験装置をパヌルシージョに移設できれば好都合であるが、実験用のカラムのみならず、分析装置なども移転する必要があり、また分析装置は据付時、メーカー技術員による微調整が必要なので、これらを実施するのは容易ではない。

設備の移設ができない場合、パヌルシージョの廃液サンプルをエルサラド工場に運ぶこ

とになるが、輸送中に Fe^{2+} が酸化され、 Fe^{3+} になるので、適切な実験試料とはいえない。パルヌシージョの鉱石・工業用水をエルサラド工場に運び、サンプル用のリーチングを行い、鉄置換をした後、バクテリア酸化実験用のサンプルを準備することになり、これもあまり現実的ではない。従って、コシネーラ工場における実験体制が望ましい。

この為には、ENAMIとしてコシネーラ工場に簡易実験設備を設けることが必要で、これらの体制を構築することが重要課題である。

5-5-2 ラセレナ大学との協力体制

ラセレナ大学の鉱山学部では、コシネーラ工場の廃液（ $\text{pH}2\sim4$ 、 $\text{Fe}^{2+}=20\text{g/l}$ ）を用いて、バクテリアでの固定・分離・培養も行っており、鉄バクテリア酸化について、知見、技術レベルを有している様である。

同大学の鉱山学部の研究設備・実験設備がどの程度のレベルなのかわからないが、本格調査では選鉱技術調査の一環として鉱物研究、浮選試験などが必要なので、実験設備が利用できるか否かは重要である。

いずれにせよ同大学との協力体制が必要である。

5-5-3 調査研究体制の確認と対応

(1) 水文・水理地質

既存の技術資料等によって、コシネーラ工場周辺の水理地質調査が行われている場合は、それらのデータを活用できるが、データがない場合は各種調査が必要である。たとえば、リーチング場及び廃液貯留池周辺の土壌の浸透性などを知るため、トレーサーによる伏流水の追跡、地下浸透流の解析により、将来の予測と対策立案が必要となるので、現地での調査体制の検討を要す。

(2) 選鉱基礎試験

前章4-5で述べたように、コシネーラ工場における廃水処理プラント操業費用を捻出するための浮選系統での銅採取率向上は重要な使命を帯びており、理論的に採集率アップが可能か否かを知るため、硫化銅鉱の選鉱基礎試験は重要である。

主な調査項目としては、

(7) 鉱物学的調査・研究

(4) 磨鉱産物の粒度分析、単体分離度試験

(ウ) 浮選試験（粒度、 pH 、浮選期間、試薬条件など）

等があげられるが、ラセレナ大学で、これら実験を行う設備があり、また実験産物の化学分析が迅速に得られるか？、コストは？、などの確認が必要であり、浮選試験機等不十分な事が予想されるので、この場合は、あらかじめ日本で調達する等の対応を考える必要がある。

(3) 選鉱操業解析試験

浮選系統での回収率向上、あるいはシックナーやテーリングダム溢流の再使用の検討を行うため、次の項目の調査を要す。

- (ア) 浮選操業条件の把握（パルプの流量・濃度、通過時間、粒度の測定）
- (イ) 浮選機ごとの浮選性能の評価と対策
- (ウ) 用水の循環使用の浮選に及ぼす影響

(4) 廃水処理試験

廃水処理プラント設計にあたり、基礎試験として廃水試料について、中和滴定、中和殿物の沈降試験のため、ジャー・テスターなどを要するが、コシネーラ工場でこれら試験装置を所有しているか、またラ・セレナ大学で借りられるかなどの検討が必要である。

(5) バクテリア酸化ベンチスケール試験装置

本件については個別専門家チーム派遣「酸化銅リーチングプラントの操業改善」でも対策を検討していると考えられる。

ENAMIの対応を含め、本調査ではきわめて重要な課題である。

5-5-4 現地再委託業務

(1) 測量・地形図作成

廃水処理プラント建設予定地の地形図(1/500～1/1000)があれば良いが、ない場合ENAMI工場側でも準備できないケースが考えられる。この時は本格調査で地形図を作成することになるので、現地業者の見積を要す。

(2) 化学分析

ルーチンワークとしての重金属成分の分析は、ユシネーラ工場に対応可能であろう。しかし特殊成分については、現地では難しいと考えられるので、ラセレナ大学の設備能力、分析能力を知る必要がある。

(3) 環境影響評価調査

本格調査によって起こるであろう環境への影響を調査するには、現地ローカルコンサルタントに依頼することも選択肢に入れて見積を取っておく必要があろう。

(4) 下請け建設工事業者選定

チリは産銅国であり、銅リーチング工場や廃水処理プラントについて、建設工事経験を有する会社は多いと思われるが、本件調査のスケジュールは期間の面で厳しいので、工程

と期間を厳守できる業者を選定する必要がある。

(5) 建設工事材料費の価格調査

現地業者に再委託する工事について、工事見積価格を評価査定するため、主要工事の数量と材料費の価格調査を行い、概略の工事費を積算しておく。

5-5-5 相手側の要望

S/W調査の際、相手側の要望を聞き、その対応を協議するものとする。

5-5-6 その他

(1) 労務単価

本格調査に必要な現地ローカルコンサルタントの有無、調査アシスタント、通訳・学生アルバイト、秘書などの労務コストを調査する。

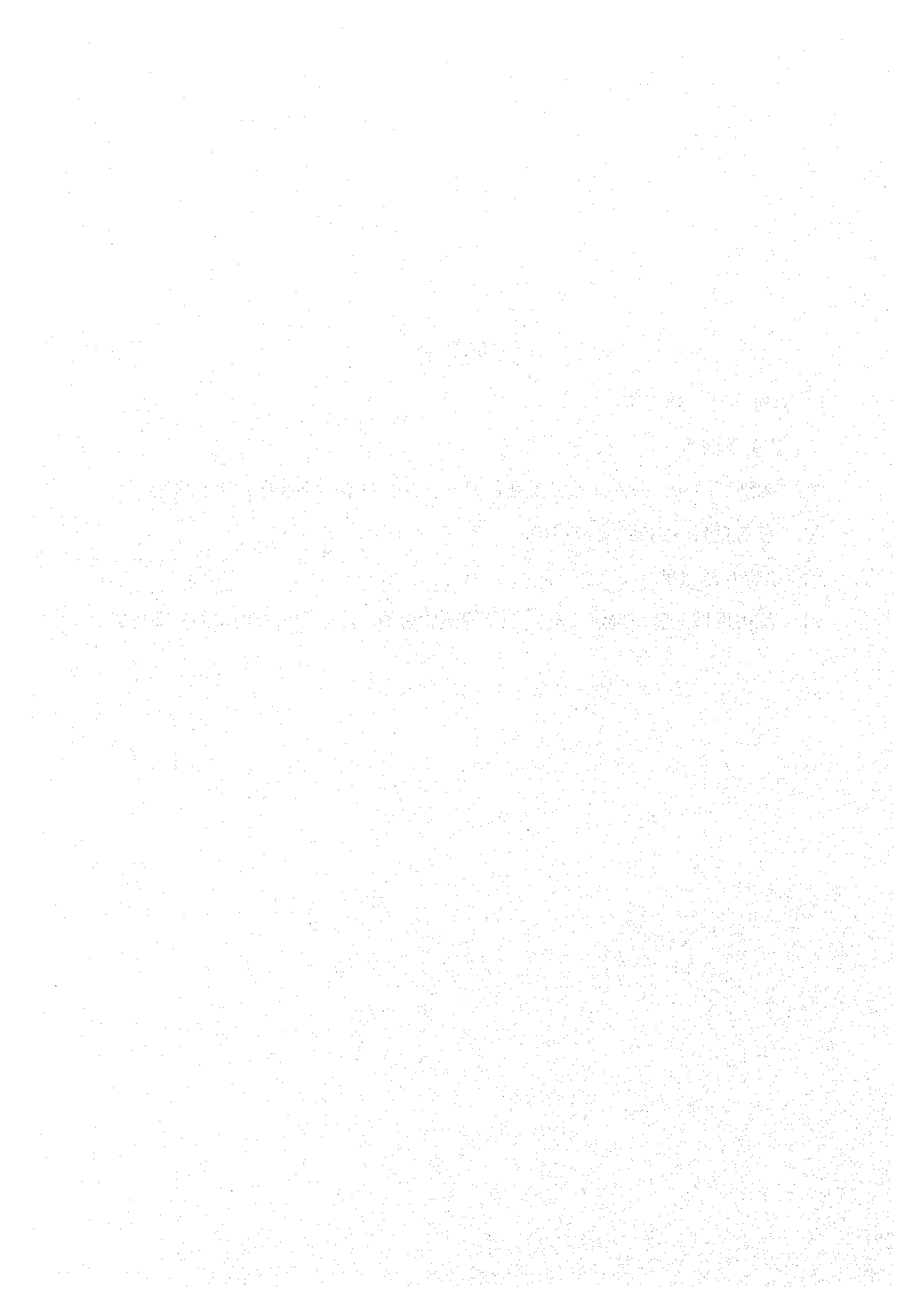
(2) 車輛

本格調査に要する車輛などの借上げ価格の調査を要す。



付属資料

- I. 対処方針会議資料
- II. 質問票回答
- 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
- IV. 参考資料：銅価低迷の影響
- V. 排出基準（抄）
- VI. 鉱山機械一覧、廃液の分析値・浮選成績他、調査団の質問に対する回答



1. 対処方針会議資料

プロジェクト形成基礎調査
(チリ国リーチング工場環境配慮型操業改善計画)

対処方針会議資料

- 1 要請の背景・経緯
- 2 団員構成
- 3 調査日程
- 4 調査団の目的
- 5 プロジェクトの概要
- 6 対処方針（案）

添付資料：（1）モデルプラントの概要（工程図）
（2）質問票

1 要請の背景・経緯

チリは世界一の銅生産国であり、銅を主とする鉱産物の輸出額は総輸出額の約1/2を占めている。銅の生産は経済における政府の最大の関心事であり、CODELCO(Corporacion Nacional del Cobre de Chile:チリ銅公社)、ENAMI(Empresa Nacional de Mineria:鉱山公社)の二つの国営企業により、生産の維持、拡大に努めている。

ENAMIは中小鉱山振興のために設立され、2,000以上の中小鉱山が採掘する鉱石、精鉱を買い上げ、5カ所の選鉱場(Taltal, Salado, Matta, Vallenar, Panulcillo)、2カ所の製錬所(Ventanas, Paipote)により電気銅を生産している。中小鉱山の振興は銅の生産ばかりでなく、過疎地の振興、雇用の創出にも大きな役割を果たしている。

近年、アジア金融危機などの影響による銅価の低迷が続いており、中小鉱山の経営は非常に苦しく、経済的、社会的な問題となっている。また人口分布が少ない砂漠地帯で操業してきたためそれほど取り上げられてこなかった工場廃水などの環境問題が、環境意識の高まりと規制強化等の中で、問題視されてきている。

このため、チリ政府は中小鉱山の経営に大きな影響を持つENAMIの近代化政策を策定中であり、組織管理の改善、人材育成などを進める一方、選鉱場の効率改善・環境対策を積極的に進める意向である。

選鉱場では、硫化鉱については浮選、酸化鉱についてはリーチングによって処理しており、浮選工程では用水の循環使用が行われているが、リーチング工程ではリーチング廃液を循環再利用せず、廃さいダムあるいは自然界に廃棄しているため、操業成績の悪化、環境への負荷が増大している。

かかる背景から、ENAMIはリーチング工場近代化の基礎となる、リーチング、廃液処理及び工業用水などの改善計画を策定するため、酸性リーチング廃液処理のモデルプラントの設置とその実証試験を含む開発調査の実施を要請している。^{註1}

2 団員構成(案)

団長・総括	宇佐美 毅	国際協力事業団専門技術嘱託
鉱山保安政策	立松 博樹	通商産業省環境立地局鉱山保安課
鉱害防止対策	廣川 満哉	金属鉱業事業団環境業務部業務課課長代理
鉱石処理技術	匂坂 和夫	株式会社環境工学コンサルタント
廃水処理技術	長濱 達也	株式会社環境工学コンサルタント
企画・調整	神谷 太郎	国際協力事業団鉱工業開発調査部資源開発調査課
通訳	藤本 巴	財団法人日本国際協力センター

^{註1} なお、ENAMIとしては、廃液処理について鉄酸化バクテリア技術を導入すべくJICAとミニプロ(個別専門家チーム派遣)を実施中であることから、同モデルプラントに鉄酸化バクテリア技術を使うことを要望している。

3 調査日程

日数	月日	行程
1	11月22日(日)	東京12:00-<JL006>-10:15ニューヨーク ニューヨーク22:00-<LA531>-
2	23日(月)	-12:20サンチャゴ
3	24日(火)	日本大使館表敬・打合せ JICAチリ事務所打合せ チリ鉱業関係機関表敬
4	25日(水)	鉱業省・ENAMIと協議
5	26日(木)	サンチャゴ10:45-<LA112>-12:50コピアポ(orチャナラル) 竹島専門家と打合せ
6	27日(金)	El Salado工場調査 コピアポ17:55-<LA119>-18:40ラ・セレナ(orオバジェ)
7	28日(土)	Panulcillo工場調査
8	29日(日)	ラ・セレナ13:30-<UC313>-14:20サンチャゴ
9	30日(月)	鉱業省・ENAMIと協議
10	12月1日(火)	日本大使館、JICA事務所報告
11	2日(水)	サンチャゴ00:40-<AA946>-07:40ダラス ダラス11:00-<AA061>-
12	3日(木)	-15:55東京

4 プロジェクト形成基礎調査団の目的

- (1) 要請内容の確認
- (2) チリ国の鉱害に対する政策・制度の調査
- (3) ENAMIの環境保全に対する取り組みの調査
- (4) リーチング工場周辺的环境汚染の実態調査(現地調査)
- (5) リーチング工場の操業実態の調査及び問題点の抽出(現地調査)
- (6) リーチング工場の廃水の性状の調査及び処理方法の検討(現地調査)

5 プロジェクトの概要

(1) モデルプラントの概要

ENAMI所有のリーチング工場では、酸化銅鉱から硫酸で銅をリーチングし、銅イオンが溶存しているリーチング液に屑鉄を投入し、銅を沈澱させることで、銅を回収している。銅を回収した後のリーチング廃液は強酸性で鉄イオンが大量に含まれているが、現状ではこの廃液の処理をせず放流しているため、工場周辺的环境問題を引き起こすとともに、工業用水の循環使用が行われていない。

モデルプラントは、この廃液を中和処理するとともに鉄を除去し、工業用水の循環使用を図るために設置される。モデルプラントは1) 鉄酸化工程、2) 中和工程、3) 固液分離工程に分けられる。

1) 鉄酸化工程

廃液中に含まれる Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化する。

Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化する方法としては1)空気吹き込み、2)化学的酸化(酸化剤の添加)、

3)鉄酸化バクテリアの利用、等がある。

2) 中和工程

廃液に中和剤を投入し、廃液を中和し、 Fe^{3+} を水酸化鉄(III)として沈澱させる。

3) 固液分離工程

沈澱した水酸化鉄(III)を回収し、上澄液を工業用水として再利用する。

なお、モデルプラントの設置規模は、例えばENAMI Salado工場では、リーチング廃液量は $600\text{m}^3/\text{day}$ であり、全量処理するプラントを予算内で作るのは難しいため、実証試験の結果からフルスケールのプラントの運転を予測することが可能である $100\text{m}^3/\text{day}$ のモデルプラントが適当と考えられる(設置費用約2億円)。

(2) 調査内容

本調査においては、リーチング工場の廃液処理工程に焦点を当てた、リーチング工場の操業改善及び環境対策のモデルを提示することとし、ENAMI所有のリーチング工場からモデルとなる工場を選択し、当該工場を対象として調査を行う。

ア リーチング工場の現状調査及びモデル工場の選択¹²⁾

イ 問題点の把握及び改善方法の検討

(7)操業工程全体を通じての問題点の抽出及び改善方法の検討(品質管理、未沈澱銅の回収 等)

(4)廃液の処理方法

(ウ)工業用水の循環使用 等

ウ 廃液処理モデルプラントの設計及び設置

エ 廃液処理モデルプラントにおける実証試験

オ 廃液処理モデルプラントの評価

(7)発生する中和澱物量の予測

(4)循環再利用される工業用水量の予測

(ウ)モデルプラントの運転コスト

(エ)工業用水の循環使用によるコスト低減効果

カ フルスケールプラント及び周辺設備の概念設計

キ ENAMIリーチング工場の操業改善についての提言

¹²⁾ ENAMIはモデルプラントを設置する工場として、現在ミニプロを実施しているSALADO工場ではなく、PANULCILLO工場を希望している。理由はSALADO工場は砂漠地帯にある一方、PANULCILLO工場は周辺に河川、畑があり、より緊急に廃液処理を必要としているからである。

(3) 期待される効果

- ア 近隣リーチング工場への操業改善及び環境対策実証デモンストレーション
- イ 廃液処理方法に係る技術移転
- ウ プラントの設計・操業に係る技術移転
- エ ENAMIリーチング工場操業改善計画

6 対処方針

(1) 本計画の開発政策上の位置づけ及び優先度について

チリにおいては、1994年に環境基本法が制定され、国家環境委員会のもと、環境保全対策にかなり積極的になっているとされている。特に鉱業部門においては、製錬所からの二酸化硫黄の放出や廃さいダムからの廃水等が問題視されており、鉱業省としても環境保全対策を積極的に押し進める意向の様相である。従って、本プロ形調査ではチリ政府の環境政策を確認し、その政策における本計画の位置づけ及び優先度を確認する。

(2) 本計画の効果と事業化の見込み

本計画では、リーチング工場にモデルプラントを設置することとなるが、これは一工場の環境対策を実施するだけでなく、プロジェクト終了後、他の工場にも適用されることが望まれる。ついては、このような日本側の意向を説明するとともに、チリ側のプロジェクト終了後の事業見込みについて確認する。

(3) カウンターパートについて

本計画の直接のカウンターパートはENAMIとなるが、本計画の効果を考えて、他の鉱業関連機関の関与も考えられるため、監督官庁としての鉱業省や環境対策を担当している国家環境委員会（CONAMA）等を調査し、本計画との関わりを調査する。

また、ENAMIの民営化についてチリ政府内で議論されているとの情報があり、その動向について調査を行う。

(4) 廃液処理方法について

チリ側は本計画を、個別専門家チーム派遣による廃液処理実験の第2フェーズとして位置付けている模様であり、本チーム派遣で行われている鉄酸化バクテリアを利用した方法によるモデルプラントの設置を希望している。ついては、派遣中の専門家の意見や調査対象工場の実態を調査し、廃液処理方法の検討を行う。

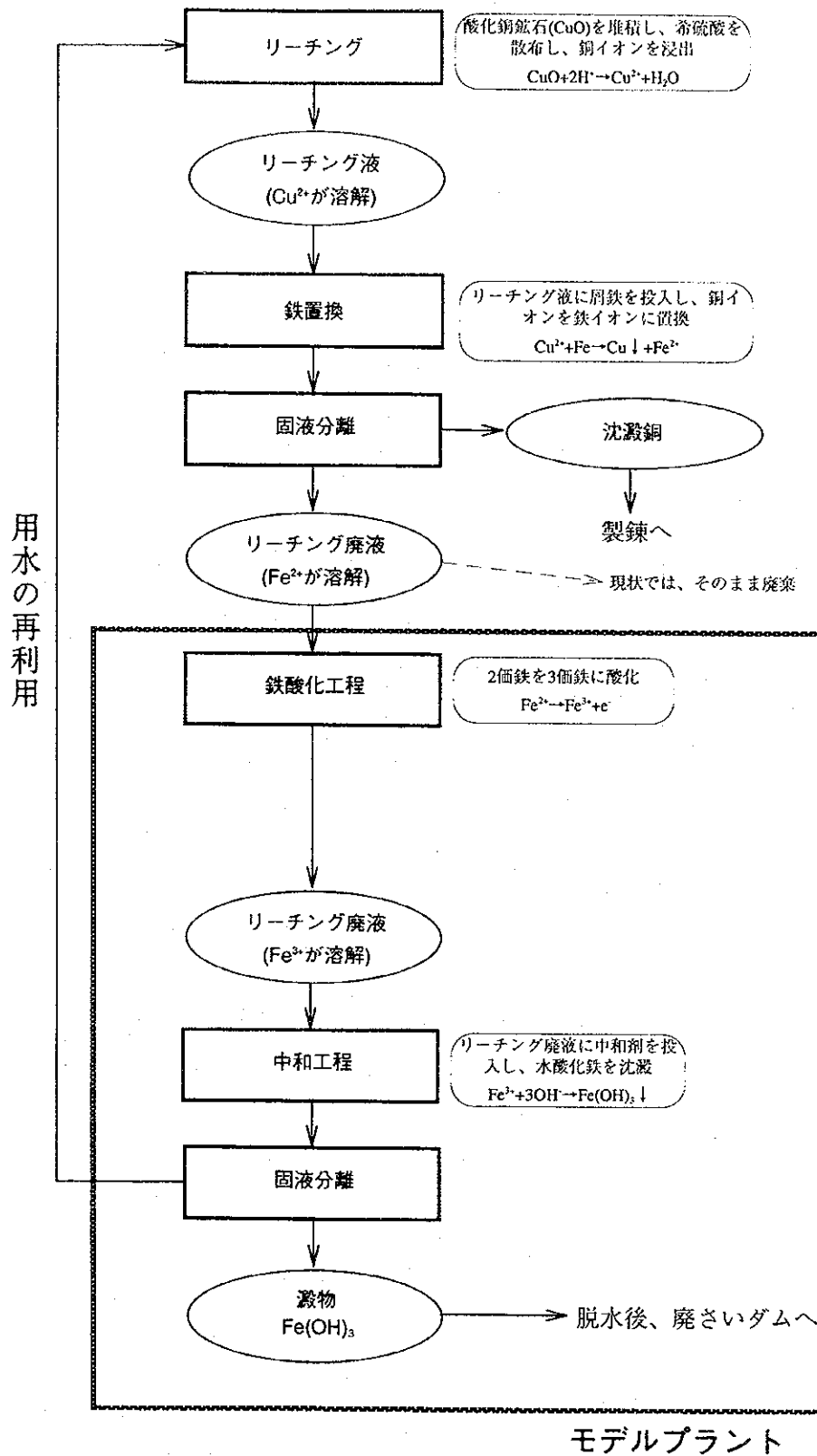
(5) 調査対象となるリーチング工場について

調査対象候補のリーチング工場は個別専門家チーム派遣を実施中のEl Salado工場とチリ側が希望しているPanulcillo工場である。El Salado工場は土漠地帯にある一方、Panulcillo工場は農村地帯にあり、すでに河川に廃液が流れ込んでいることからより緊急性が高い。しかしながら、El Salado工場は個別専門家チーム派遣を実施中であることから、設備・技術者が整っている。このようなことを念頭におき、両工場の調査を行い、どちらの工場が調

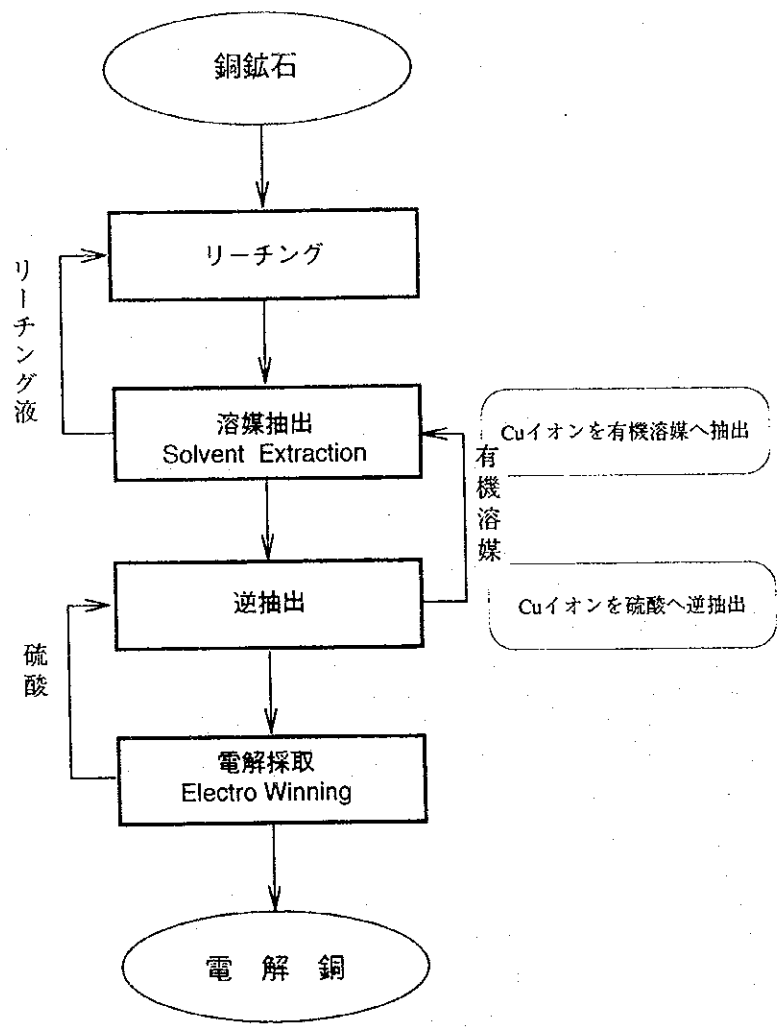
査対象として適当か決定するための調査を実施する。

(6) SX-EW法の導入について

現在、酸化銅鉱の大規模処理にはSX-EW(Solvent Extraction and Electro Winning)の導入が盛んに行われている。SX-EWプラントは閉回路であり、リーチング液を繰り返し使うため、廃液量は格段に減少する。今後のENAMIがSX-EWを導入する計画があるならば、本開発調査の成果が活用されない可能性もあるため、ENAMIよりSX-EWの導入計画について確認することとする。



モデルプラントの概要



SX-EWプラントの概要

鉱工業プロジェクト形成基礎調査（チリ・リーチング環境配慮型操業改善計画）質問票

1. 要請の背景

- (1) 具体的な要請内容
- (2) 本要請の国家開発計画の中の位置づけ
- (3) 予想されるプロジェクトの効果（操業改善される工場の数等）及びプロジェクト終了後の事業化の見込み
- (4) チリの銅の生産見込み及びチリ鉱業公社（Empresa Nacional de Minería: ENAMI）の事業計画

2. チリにおける鉱業関連機関

- (1) 各機関の役割と組織図
 - (a) 鉱業省（Ministerio de Minería）
 - (b) ENAMI
 - (c) 鉱山地質局（Servicio Nacional de Geología y Minería: SERNAGEOMIN）
- (2) 鉱業省とENAMIの関係
- (3) 鉱山保安・環境保全に関して、ENAMIとSERNAGEOMINの協力関係
- (4) ENAMIの操業改善、鉱山保安、環境保全対策（大気、水、有害廃棄物）の面で管理している政府機関はどこになるのか

3. チリ環境委員会（Comisión Nacional del Medio Ambiente: CONAMA）について

- (1) その役割と組織図（特に鉱業関係について）
- (2) 環境基本法の中でCONAMAはどのように規定されているか
- (3) CONAMAと鉱業省、ENAMI、SERNAGEOMINとの関係
- (4) 今回のような政府間環境保全プロジェクトにCONAMAは関係するのか

4. チリにおける鉱害問題

- (1) チリの鉱害問題の現状（大気、水質、廃棄物）
- (2) チリ政府の鉱害問題に対する政策・取り組み
 - (a) 環境基本法の概要及び鉱業に関わる部分
 - (b) 鉱害に関する規制法令の概要、規制項目、規制値（特に今回のプロジェクトに関して）
 - (c) 各鉱業関連機関（ENAMI、SERNAGEOMIN等）の鉱害に対する関わり及び現状の取り組み

5. プロジェクトの候補地 (El Salado及びPanulcillo) に関して

(1) 候補地の鉱害発生の現状

- (a) 候補地における水質汚染の現状 (水量及び水質分析結果、環境規制値との関係)
- (b) 具体的被害の有無
- (c) 河川水の利水状況

(2) 候補地の概要

- (a) 鉱石処理工程 (図面)
- (b) 処理能力及び最近3年間の処理量
- (c) 候補地の気候及び降雨量の変動 (3年分)
- (d) インフラ状況 (交通、電気、水等)

(3) 工業用水について

- (a) 水源からの取水方法 (井戸、灌漑等)
- (b) 取水量
- (c) 水質 (塩素濃度等)
- (d) リーチング液として使用する際の使用量及び水質 (pH等)

(4) リーチング廃液について

- (a) 廃液の季節的、日間の水質の変動 (Max~Min、変動係数)
- (b) 廃液量の季節的、日間の変動 (Max~Min、変動係数)
- (c) 廃液沈澱地の設計図面

6. その他

(1) ENAMIが鉱石を買い上げている鉱山に関して

- (a) 年間買い上げ量 (酸化銅鉱石及び硫化銅鉱石)
- (b) 埋蔵鉱量及びその酸化銅鉱石と硫化銅鉱石の比率
- (c) 酸化銅鉱石の鉱種

(2) SX-EW導入の可能性

(3) 中和処理に係る薬剤 (炭酸カルシウム等) の入手方法と単価

(4) プラント建設敷地の有無

(5) モデルプラント運転費用の負担について (プロジェクト中及びプロジェクト終了後)

(6) 鉄酸化バクテリアに関する設備及び技術者の有無

ESTUDIO BASICO PARA FORMULACION DE PROYECTO DEL SECTOR MINERO/INDUSTRIAL

(CHILE: PLAN DE MEJORAMIENTO DE OPERACION DE LIXIVIACION
FOCALIZADO A MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL)

QUESTIONARIO

1. ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

- (1) Cotenido de la solicitud en forma concreta
- (2) Prioridad del Project solicitado dentro del Plan Nacional de Desarrollo
- (3) Efecto esperado del Proyecto (número de plantas que mejorarían su operación, etc.) y la probabilidad de aplicar el resultado del Proyecto al finalizarlo
- (4) Cantidad estimada de producción de cobre en Chile y plan de actividades de ENAMI

2. ORGANIZACIONES RELACIONADAS AL SECTOR MINERO

- (1) Función de cada organización y su organigrama
 - (a) Ministerio de Minería
 - (b) ENAMI
 - (c) SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería)
- (2) Relación entre Ministerio de Minería y ENAMI
- (3) Cooperación entre ENAMI y SERNAGEOMIN con respecto a la seguridad minera y preservación del medio ambiente
- (4) ¿ Qué organización gubernamental supervisa a ENAMI con respecto al mejoramiento de operación , seguridad minera, control de la contaminación ambiental (aire, agua, desechos tóxicos) ?

3. CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente)

- (1) El rol y el organigrama (especialmente en relación con el sector minero)
- (2) ¿ Como está definida CONAMA en la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente?
- (3) Relación entre CONAMA y el Ministerio de Minería , ENAMI y SERNAGEOMIN
- (4) ¿ Participará CONAMA en este tipo de proyecto de control de contaminación ambiental que se lleve a cabo bajo un acuerdo bilateral ?

4. IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA ACTIVIDAD MINERA

- (1) Situación actual del Impacto ambiental por la actividad minería (aire, agua, desecho)
- (2) Política y medidas tomadas por el Gobierno Chileno ante el impacto ambiental producido por la actividad minería
 - (a) Resumen de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente y parte relacionada a minería
 - (b) Resumen de las leyes y reglamentos relacionados a el impacto ambiental producido por la actividad minería, los ítem y valor de regulación (especialmente en relación con el Proyecto)
 - (c) Actualmente ¿ qué tipo de esfuerzo está haciendo cada organización relacionada al sector minero (ENAMI, SERNAGEOMIN, etc.)?

5. LUGAR DE CANDIDATO PARA EL PROYECTO (EL SALADO Y PANULCILLO)

- (1) Situación actual del contaminación por minería en estos dos lugares
 - (a) Contaminación de agua (cantidad de agua, el resultado de análisis de calidad de agua y la relación con el valor estándar por la reglamentación)
 - (b) ¿ Existe algún daño concreto?
 - (c) Forma de utilización de agua fluvial
- (2) Perfil de los lugares de candidato para el Proyecto
 - (a) Esquema proceso de procesamiento de minerales
 - (b) Capacidad de procesamiento y cantidad procesada en los últimos tres años
 - (c) Variación del clima y la precipitación en los lugares de candidato para el Proyecto (en los últimos tres años)
 - (d) Infraestructura (transporte, electricidad, agua y otros)
- (3) Agua industrial
 - (a) Método de tomar agua desde la fuente (pozo, riego, etc.)
 - (b) Cantidad de agua tomada
 - (c) Calidad de agua (concentración de cloro, etc.)
 - (d) Cantidad y calidad de agua en el uso para la lixiviación (pH, etc.)
- (4) Agua de desecho por la lixiviación
 - (a) Variación de calidad de agua de desecho por estación y por día (Max

- ~Min, coeficiente de variación)
- (b) Variación de cantidad de agua de desecho por estación y por día
(Max~Min, coeficiente de variación)
- (c) Plano de diseño de estanque de precipitación de agua de desecho

5. OTROS

- (1) Minas de las cuales ENAMI compra minerales
 - (a) Cantidad total de compra por año (mineral sulfrado de cobre y mineral oxidado de cobre)
 - (b) Reserva de minerales y la proporción entre mineral sulfrado de cobre y mineral oxidado de cobre
 - (c) Tipo de mineral oxidado de cobre
- (2) Probabilidad de introducción de SX-EW
- (3) Modo de adquirir el neutralizador (calbonato cálcico, etc.) y su precio unitario
- (4) ¿ Es disponible un terreno para construcción de una planta de modelo?
- (5) ¿ ENAMI podrá cargar con los gastos de operación durante y después del Proyecto?
- (6) Disponibilidad de los instalaciones y los técnicos para el proceso de la ferro-oxidación de bacteria

II. 質問票回答

チリ国リーチング工場環境配慮型操業改善計画

鉱工業部門プロジェクト形成基礎調査

JICAの質問票に対する回答

1. 要請の背景

(1) 質問= 具体的な要請内容

回答= 廃液を処理して工程に再利用できる水を回収し、廃液に含まれる汚染物質の安定化を図る。

(2) 質問= 本要請の国家開発計画の中の位置づけ

回答= 1998年11月上旬に承認された新しい基準によれば、自然の河川に汚染物質を含む廃水を排出する事はできないと定められている。

ENAMI では廃液処理問題の部分的解決策として、防水加工を施した貯流池に廃液を封じ込めることにした。この解決策は最終的なものではなく、また発生する廃液の量が大量であるためコストが高くつく。

(3) 質問= 予想されるプロジェクトの効果(操業改善される工場の数等) およびプロジェクト終了後の事業化の見込み

回答= ENAMI 内では、バクテリアを使った処理方法はパヌルシーリョ工場(子会社)とバジェナル工場(購入する鉱石の量が不十分なため、間欠的に操業)に直接的な形で応用できる。タルタル工場とサラダ工場では使っている工業用水がそれぞれ海水とアタカマ塩湖からの水で塩素を含んでいるため、この技術の応用は難しい。

全国レベルで見ると、鉄酸化バクテリア法は沈殿銅の生産工場に応用できるが、これらのプラントは現在、銅価格の低迷から10工場程度であるが、銅価が上昇すれば停止中のものも操業を再開し、銅の価格が1ポンドあたり100セント(US\$)を超えれば、操業する工場の数は20以上となり、純銅の月産量は500トに達するであろう。

新基準によれば、廃液を処理し安定化させるのは、酸化銅をリーチングして沈殿銅を生産する工場の責任である。環境を汚染することなく操業できる方策として、SX-EW法があるが、小規模鉱山の処理レベルが低いことから経済的にみて非常にコストが高くつく。ENAMI は小規模鉱山から酸化銅の鉱石を購入して加工しているが、これらの零細鉱山は銅価格の変動に左右され、安定性を欠く。

ENAMI では質量ともに安定した(鉱石)供給が確保できないので、SX-EW法への投資プロジェクトは実行不可能であり、傘下の工場では沈殿工法を継続しなければなら

い。

(4) 質問= チリの銅の生産見込み及びチリ鉱山公社(ENAMI)の事業計画

回答= 国内の銅生産量	年間	3,392,000 トン	100.0%
ENAMI の生産量	"	97,400 トン	2.9%

ENAMI は年間320,000TMPの電気銅生産能力を有し、それを活用しており、製錬業務サービスを銅の生産会社(Codelco, Compañía Minera Disputada de las Condes, Michi-llaなど)に提供しているが、上記の数値は小規模鉱山から直接購入した鉱石からの生産量である。

2. チリにおける鉱業関連機関

(1) 質問= 各機関の役割と組織図 (a) 鉱業省 (b) ENAMI (c) 鉱業地質局(SERNAGBOMIN)

回答=(a) 鉱業省:

機能: * 鉱業省はチリの国家機関であり、鉱業部門で大統領に提言し、大統領の代行をする。

* 国内鉱業と関連した分野での国家の行動を調整し、国営企業の運営に関しては鉱業大臣がそれぞれの役員会の会長として参加する。

* 国内各州の鉱業省地方局(Secretaria Regional Ministerial de Minería)を通じて、各州で実施される鉱業関連活動を調整する。

* 鉱業部門の安全や環境問題に関しては代行機関を通じて基準の策定やその適用に関与する。[SERNAGBOMIN(鉱山地質局), Unidad Ambiental(環境業務室), Cochilco(チリ銅委員会)etc.]

別添の鉱業省組織図を参照されたい。

(b) ENAMI(チリ鉱山公社)

機能: * 中小鉱山の活動を振興し、以下の鉱業関連ビジネスのすべての段階において有益なサービスを提供してその競争力を高める。

- ・ 鉱業権
- ・ 探査
- ・ フィージビリティスタディ
- ・ 開発と準備
- ・ 鉱山・鉱脈の採掘

- ・ 鉱石選鉱
- ・ 製錬
- ・ 商品化

特に強調すべきは、ENAMI の産業振興活動の主要部分は小規模鉱山経営者を対象にしたもので、単独ではこの業界で生き残っていくことができない彼らが鋼の市場にアクセスできるようにしようとするものである。

別添のENAMI の組織図を参照されたい。

(c) SERNAGBOMIN(鉱山地質局)

(記述なし-訳者)

(2) 質問= 鉱業省とENAMI の関係

回答= ENAMI(チリ鉱山公社)はチリの国営企業で自主経営であり、同社の役員会は会長(総裁)が鉱業大臣で合計9人のメンバーで構成されている。

チリ大統領の代理人 4名

大蔵省の代表者 1名

鉱業公団(Sociedad Nacional de Minería)の代表者 2名

チリ鉱山技師協会 代表者 1名

ENAMI内部での最高責任者は副総裁であり、役員会のすぐ下に位置する。副総裁も首席法律顧問(Fiscal)も大統領が任命し、副総裁が不在の時は法律顧問がその代行を務める。

(3) 質問=ENAMI と SERNAGBOMIN の協力関係

回答= 鉱業地質局は国の機関であり、鉱山保安と環境に関する法律が遵守されているかどうか監督し、規制する。

ENAMI は鉱業地質局から正式に要求される保安と環境に関する報告書を定期的に同局に提出し、それ以外にもENAMI が実施したり参加したりした活動があれば、それについて報告する。

鉱業地質局は自らに付与された権限の中で、国内のすべての鉱業関連施設を監査し(又は)査察することができる。ENAMI は定期的に鉱業地質局の代表者の訪問を受入れ、その際にENAMI が取り組むべき(または)改善すべき活動や課題について取決めて、双方が合意した期間および日程に従ってそれを実行する。

等細鉱山に対し、基本的な安全をサポートするプログラムは(現在)評価の段階にあるが、このプログラムには鉱業省と鉱業地質局、それにBNAMI が参加する予定である。

(4) 質問=BNAMIを管理している政府機関はどこか。

回答=BNAMIは国営企業で自主経営であるため、経営に関しては役員会および国家の上部機関(鉱業省、大蔵省、etc.)が管理する。

その外、安全や環境面については鉱業地質局が現行の法律規定が守られているかどうかを監督する。投資に関しては国家企画省 (Ministerio de Planificación Nacional略称Mideplan) とチリ銅委員会(COCHILCO)の監督を受ける。

3. CONAMA(チリ国家環境委員会)について

(1) 質問= その役割と組織図

回答= その権限については環境基本法Ley19,300の最終章第1節第70条に以下のよう
に定められている。

- ・大統領に対し、環境政策について提言する。
- ・大統領に対し定期的に環境に関する現行の法律の遂行・適用状況について報告する。
- ・州別にまとめた環境に関する公的な情報システムを管理保持する。
- ・全国レベルで環境影響評価システムを運営し、環境の質に関する基準を制定するプロセスを調整し、その基準を遂行するプログラムを決定する。
- ・関係省庁と協力して環境に関する教育や情報普及のプログラムを準備し、承認し展開する。それは環境保護や自然保護、環境資産の保護に対して国民の意識を覚醒し、市民参加を促すためである。
- ・環境プロジェクトへの国際支援に関する事柄について、所轄機関の間の調整役をする。
- ・環境基本法によって自らに与えられるすべての権限・機能を行使する。

(2) 質問= 環境基本法の中でCONAMAはどのように規定されているか。

回答= 環境基本法(Ley19,300)の最終章「国家環境委員会について」第1節第69条の「その性質と機能について」では以下のように定義している。

- ・「機能的には権限を委譲された公的サービス機関であり、法人格と独自の資産を

有し、大統領府省(Ministerio Secretaría General de la Presidencia)を通じて大統領の監督下に置かれる。」

・第69条では又、以下の用に定めている。

「CONAMAの所在地はサンチアゴ市とする。ただし、国内の他の場所にも特別に所在地を定めることも出来る。」

「国家環境委員会を構成するのは理事会、執行部(Dirección Ejecutiva)、諮問委員会、各州の地方環境委員会(Comisión Regional del Medio Ambiente)である。」

(3) 質問= CONAMA と鉱業省、ENAMI、鉱業地質局(SBRNAGBOMIN) との関係

回答= 環境基本法(法律19,300)最終章第2節第71条の規定によれば、以下の通りである。

「国家環境委員会の最高執行機関は理事会であり、そのメンバーは大統領府省大臣(同委員会委員長)と以下の各省の大臣である。経済勸業復興省、公共事業省、農業省、国土省(Bienes Nacionales)、保健省、鉱業省、住宅都市省、運輸通信省、企画協力省。」

ENAMI と SBRNAGEOMIN(鉱業地質局) は共に鉱業省の下部機関であり、環境基本法最終章第2節第71条によれば、鉱業省は国家環境委員会のメンバーとして直接参加することから、これらの機関とCONAMAの関係は明確に定められている。

(4) 質問= 本プロジェクトにCONAMAは関与するのか?

回答= 環境基本法最終章第1節第70条はCONAMAの権限について定めているが、そのa)項でつきのように定義している。

「CONAMAは環境プロジェクトに対する国際支援に関する事項で、所轄機関の間を調整する。」

鉱業省は国際支援に関する事項で所轄機関であるから、JICA プロジェクトは国家環境委員会に報告される。

本プロジェクトが終了すれば、CONAMAはその結果について報告を受け、広報活動を通じて他の鉱石選鉱プラントにおいても環境上のメリットを応用するよう奨励する。

4. チリにおける鉱害問題

(1) 質問= チリの鉱害の現状(大気、水質、廃棄物)

回答= 鉱業部門において、大気中への排出基準は主として国内の製錬所に影響を与える。1991年に公布された鉱業省の政令No. 185は、大気中に排出される硫黄酸化物と浮遊粉塵、砒素の許容限度について定めている。

現在この基準は見直されており、今後6 カ月以内に修正が終わり公式に承認され公布されるであろう。改正後の新基準は現行のものより厳しい内容となる模様。ENAMI は傘下の製錬所の大気中への排出物については現行の基準をクリアしており、現在検討中の新基準値をクリアすべく準備している。これには全処理能力の利用削減案も含まれる。

選鉱工場では砒素およびその他の不純物の大気中への排出抑制を図り、鉱石中の含有量をコントロールする。

水および廃液については、製錬所では中和して溶液から沈殿した固形物は一定の場所に封じ込め、現行の基準をクリアするもののみ周辺環境へ排出する。

選鉱工場では廃液を貯流池に溜めて天日蒸発させるが、恒久的にそれを導入するにはコストが高くつくので、廃液の一部を鉄酸化バクテリア法のような生化学的な処理を施して汚染指数を下げ、水を回収できないかどうか目下検討中である。

(2) 質問= チリ政府の鉱害問題に対する政策・取組み

回答= 1997年3月27日以降、すべての企業は業種を問わず、環境影響調査および(又は)環境影響宣言書の提出が義務づけられている。

環境基本法(Ley 19,300)と鉱業との関係:

90年代初頭、環境問題に関連した分野に適用される政策や法律には指導・調整メカニズムが欠けており、国の諸機関はそれぞれが所管する環境問題で、分野別能力を強化することができなかった。

こうした状況から、現在の環境問題を解決し、将来の環境問題を予防するために社会全体を一つにまとめられるような(法的)枠組みが必要であることは明白であった。

法律No. 19,300 --環境基本法としてよく知られている法律は(特にその枠組み、内容、ねらいとする所に)上記の事柄を考慮に入れた上、1994年3月上旬に公布された。環境基本法が公布されたことにより、チリ国内で生産活動を開始し、運

営し、発展させていく上での非常に重要な法的手段が生まれた。

環境基本法の概要:

法律No. 19, 300 「環境基本法」の主要な(適用) 範囲および規定は以下のとおりである。

「環境基本法」は六つの章と92の恒久的条項、7つの暫定条項から成る。

その主要な章(Titulo)と節(Parrafo)、条項をまとめると以下のとおりである。

*第一章「一般規定」は5つの条項から成り、汚染のない環境で生きる権利や自然を守り環境資産を保全する権利を定めている。その外、環境関連用語の定義や環境を破壊した場面の修復や補償の義務について規定し、国家は環境保護に市民が参加しやすいように便宜を図り奨励すべしという(国家の) 義務について定めている。

*第二章「環境行政の手段について」は7つの節と45の条項から成る。

第一節は環境教育と環境調査に関して述べている。

第二節は環境影響評価システムについての規定で以下のように定めている。

「プロジェクトや(生産) 活動を実施するには事前の環境影響評価が必要である」とし、誰が環境影響調査報告書および(又は) 環境影響宣言書を提出しなければならないのか、環境影響調査にもりこむべきテーマ、(書類) 作成上の基準、評価基準、行政手続き、報告書を評価し処理するための期限について定めている。

第三節は環境影響評価手続きへの地域社会の参加について定めており、提出された環境影響調査報告書の評価プロセスに組織された地域社会が事前に情報を得た上で参加できるようなメカニズムを制定している。

第四節では環境の質に関する基準と自然保護、環境資産の保全に関する基準について定めており、その他にも環境の質に関する第1次基準と第2次基準の制定手続きに関する細則策定について定めている。これら第1次基準と第2次基準は大統領令として公布され、チリの全領土に適用される。

第五節は排出基準について述べており、排出基準はCONAMAが提案し、大統領令として公布され、適用される国土の領域が確定されると定めている。

第六節では係業計画、環境汚染防止計画、環境汚染除去計画に関する記述で、更新可能な天然資源の利用哲学(フィロソフィ) について定め、汚染防止計画や汚染除去計画の策定手続きおよび適用される法律や経済的性格の手段を規定してい

る。

最後に第七節は異議申立ての手続きに関する記述で、環境の質に関する第1次基準および第2次基準、排出基準、(汚染の)潜在地域または飽和地域、汚染防止計画または汚染除去計画について定める大統領令に対して(不服である場合は)所轄判事のもとに異議の申立てができるとしている。

- * 環境基本法の第三章「環境破壊の責任」は二つの節と13の条項から成る。

第一節は環境破壊についての記述で、環境破壊に対する法律的責任を確定し、責任の法律上の推定を定義し、誰が破壊された環境を修復させる権利を有するのか、どのような制裁罰則が適用されるのかについて定めている。

第二節は手続きに関する規定で、環境基本法違反に対して提起される訴訟を審理する(裁判所の)所轄権限を定め、係争中の当事者双方からの異議申立ての期限や証拠、専門家の鑑定、上告訴訟について定めている。

- * 第四章は「監査」で、環境影響調査報告書や宣言書が承認されるベースとなった基準や条件がきちんと守られているかどうかを監査するのは、環境影響評価システムに参加している国家機関であると定めている。

第四章ではその外にも、地方自治体は環境基準が守られていないという市民からの告発を受付けて、それを当該監査機関に通知し、報告書を作成することができる。地方自治体はその報告書のコピーを地方環境委員会(CORDMA)に送付すると定めている。

- * 第五章は「環境保護基金」に関する規定で、CONAMAは環境保護または環境破壊の修復を目的としたプロジェクトや活動の、全部または一部に融資するための環境保護基金の管理を担当すると定めている。

- * 最終章(第六章)は「国家環境委員会」で、六つの節と23の条項から成る。

第一節ではCONAMAの性格と機能について定義している。第二節は理事会の構成と責任に関する規定。第三節ではCONAMAの運営責任者はExecutive Directorであるとしている。第四節はCONAMAの諮問委員会の形態と構成、第五節はCONAMAから各州の地方環境委員会COREMAに対する権限委譲について規定している。第六節はCONAMAの資産、第七節は管理職、専門職、技術職、補助職員といった職員配置に関する規定である。

最後に環境基本法(法律No. 19, 300)の暫定条項は環境影響評価システムの施行細則の策定・公布・効力および地方環境委員会の設立期限に関する規定である。

環境基本法と鉱業の現在および未来の発展との関連性

同法の第二章第二節第10条の規定によれば「(生産活動の) いずれかの段階において環境に影響を与える可能性のあるプロジェクトまたは活動で、環境影響評価システムの審査を受けねばならないものは下記の通りである。」

..i) 鉱業開発プロジェクト これには石炭、石油、ガスの開発が含まれ、探査、採掘、加工処理工場および廃棄物や鉱滓の処理が含まれる。

「前条に記載されているプロジェクトまたは生産活動で、少なくとも以下の影響、特徴、状況を発生させ或いは呈するものは環境影響調査報告書を作成しなければならない... b) 土壌、水、大気を含む更新可能な天然資源の質および量に重大な悪影響...」(第二章第二節の第11条)

「第10条に記載されているプロジェクトまたは生産活動は、事前にその環境に与える影響を評価した上で実施または修正することができる...」(第二章第二節第8条)

「環境関連事項を含む申請に対する許可はすべて、現行の法律に従い国家機関が出さねばならない。或いは出すことができる。環境影響評価システムの審査を受けたプロジェクト或いは活動に対する許可は、この節の規定とその施行細則に従って同システムを通じて出される。」

上記のことから結論すれば、特に鉱業セクターにおいては環境基本法によって課される枠組みは決定的な意味を持ち、同セクターに属する大半の企業は環境意識を生産活動の中に取り込むため多大の努力をしてきたと言える。^(の大半) この法的枠組みから、もしそうしなければ企業の発展や経済的成功の可能性は危うくなるからである。

鉱業省組織図

ORGANIGRAMA MINISTERIO DE MINERIA

MINISTRO DE MINERIA

鉱業大臣

PARTICIPACION EN COMISIONES

各種委員会への参加

AREAS ASESORAS

SUBSECRETARIO DE MINERIA

顧問グループ
鉱業省次官

COMISION CHILENA DE ENERGIA NUCLEAR

核エネルギー委員会

AREAS ASESORAS

CENTRO INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA (CIMM)

鉱山冶金研究所

顧問グループ

SERV. NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

鉱業地質局

COMISION CHILENA DEL COBRE

銅委員会

DEPTO. ADMINISTRATIVO

総務部

UNIDAD AMBIENTAL

環境業務室

DIVISION JURIDICA

法務部

DEPTO. TECNICO

技術部

SECRETARIAS REGIONALES MINISTERIALES DE MINERIA

鉱業省各州地方局

I Región

チリ州

II Región

チリ州

III Región

チリ州

IV Región

チリ州

V Región

チリ州

VI Región

チリ州

VII Región

チリ州

VIII Región

チリ州

IX Región

チリ州

X Región

チリ州

XI Región

チリ州

XII Región

チリ州

Región Metropolitana

首都圏

EMPRESA NACIONAL DE MINERIA ENAMI

CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE CODELCO

EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO ENAP

石油公社

ENAMI

VICEPRESIDENCIA EJECUTIVA N° 163

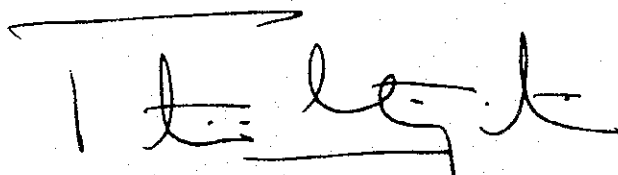
Santiago,

Dr. Eng.
Takeshi Usami
Special Technical Advisor
Japan International Cooperation Agency
JICA
Presente

De nuestra consideración:

Sírvase encontrar adjunto respuesta al cuestionario solicitado por la Misión de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Le saluda atentamente,



**PATRICIO ARTIAGOITIA ALTI
VICEPRESIDENTE EJECUTIVO**

EMPRESA
NACIONAL DE
MINERIA

MAC - IVER N° 459
FONO : 6396061
SANTIAGO
CHILE

ESTUDIO BASICO PARA FORMULACION DE
PROYECTO DEL SECTOR MINERO/INDUSTRIAL
ENAMI - JICA

CHILE:

PLAN DE MEJORAMIENTO DE OPERACIÓN DE LIXIVIACION FOCALIZADO A MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTUDIO BASICO PARA FORMULACION DE
PROYECTO DEL SECTOR MINERO/INDUSTRIAL

**RESPUESTA AL CUESTIONARIO ENVIADO POR
LA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

1.- ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

- (1) Procesar las soluciones de descarte para recuperar aguas para proceso y estabilizar las sustancias contaminantes contenidas.
- (2) La nueva normativa aprobada durante los primeros quince días de noviembre de 1998, establece que no pueden ser desechados residuos contaminantes a cauces de aguas naturales.

La normativa aprobada aún no ha sido publicada en el Diario Oficial, lo que establece el inicio de la aplicación de la norma.

En Enami, la solución parcial del problema ha sido confinar la soluciones en sectores impermeabilizados. Esta solución no es definitiva y es de elevado costo debido a la gran cantidad de soluciones que se producen.

- (3) En Enami, el proceso proyectado a través de bacterias, puede ser aplicado en Panulcillo (Planta Filial), y en Vallenar (Planta propia que opera por campañas por falta de abastecimiento), en forma directa. Esta tecnología presenta dificultades de aplicación en las Plantas de Taltal y Salado, debido a la presencia de cloro en el agua industrial, por provenir del mar y del Salar de Atacama, respectivamente.

A nivel nacional, la tecnología puede ser aplicada en las plantas productoras de precipitado, las que actualmente, debido a la situación de bajo precio del cobre, sólo son aproximadamente 10, a medida que aumente el precio se activarán plantas paralizadas. Con un precio del cobre sobre 100 cUS\$/lb, deberían operar sobre 20 plantas, con una producción de hasta 500 toneladas finas de cobre mensual.

El procesamiento de descartes para lograr su control y estabilización, debido a la nueva norma, debe ser asumido por las plantas que lixivian minerales oxidados y producen precipitado. La alternativa de operación sin contaminar puede lograrse con extracción por solventes (SX) y electro-obtención (EW), lo cual es prohibitivo desde el punto de vista económico debido al bajo nivel de procesamiento (escala) de la Pequeña Minería.

Enami, procesa los minerales oxidados que compra a la Pequeña Minería, la que presenta inestabilidades asociadas a los precios del cobre.

ESTUDIO BASICO PARA FORMULACION DE
PROYECTO DEL SECTOR MINERO/INDUSTRIAL
ENAMI - JICA

Al no poder Enami garantizar un abastecimiento estable en cantidad y calidad en el tiempo, los proyectos de inversión para SX y EW, no han sido factibles, debiendo mantener el proceso de precipitación en sus instalaciones.

(4)	Producción Nacional de Cobre	TMF/año	3.392.000	100,0 %
	Producción de Cobre de Enami	TMF/año	97.400	2,9 %

Enami tiene y utiliza una capacidad de producción de cobre electrolítico de 320.000 TMF/año, la cual utiliza prestando servicios de fundición y refinación a empresas productoras (Codelco, Compañía Minera Disputada de las Condes, Michilla, etc.), la producción indicada en la tabla corresponde a la compra directa al sector de Pequeña Minería.

2. ORGANIZACIONES RELACIONADAS AL SECTOR MINERO

(1) Función de cada organización y su organigrama

MINISTERIO DE MINERÍA

Función:

Es un organismo del Estado de Chile que asesora y representa al Presidente de la República en el área minería.

Coordina las acciones del Estado en materias relacionadas con la Minería Nacional, desde el punto de vista gestión en los casos de las Empresas del Estado, participando el Ministro de Minería como presidente de los respectivos directorios.

Coordina a través de los Secretarios Regionales Ministeriales de Minería de cada una de las regiones del país, las actividades mineras que allí se realizan.

Participa a través de representantes en los aspectos de seguridad y medio ambiente del área minera, en la formulación de normas y su aplicación. (Sernageomín, Unidad Ambiental, Cochilco, etc.)

Se adjunta Organigrama del Ministerio de Minería.

EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA (ENAMI)

Función:

Fomentar la actividad minera de pequeña y mediana escala, mejorando su competitividad a través de la prestación de servicios rentables en todas las etapas de la cadena del valor del negocio minero:

- Propiedad Minera
- Prospección
- Estudios de Factibilidad
- Desarrollo y Preparación
- Explotación de minas y yacimientos
- Beneficio de Minerales
- Fundición y Refinería
- Comercialización

Es importante destacar que la principal acción de fomento de Enami se orienta a entregar al sector minero de pequeña escala, que sola no tiene posibilidad de subsistir en el medio, posibilitando su acceso a los mercados del cobre.

Se adjunta organigrama de la ENAMI

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA SERNAGEOMIN

(2) Relación Ministerio de Minería - ENAMI

La Empresa Nacional de Minería, es una empresa del Estado de Chile, de administración autónoma, para su administración existe un Directorio que está presidido por el Ministro de Minería y conformado por un total de nueve personas:

- 4 Representantes del Presidente de la República
- 1 Representante del Ministerio de Hacienda
- 2 Representantes de la Sociedad Nacional de Minería
- 1 Representante del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile

La máxima autoridad interna es el Vicepresidente Ejecutivo que depende del Directorio. Tanto el Vicepresidente Ejecutivo como el Fiscal son nombrados por el Presidente de la República. El Fiscal reemplaza al Vicepresidente Ejecutivo cuando éste no está disponible.

(3) Cooperación entre ENAMI - SERNAGEOMIN

El Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomín, es la unidad del Estado de Chile que supervisa y controla el cumplimiento de las leyes relacionadas con Seguridad y Medio Ambiente.

Enami informa periódicamente a Sernageomín los aspectos de seguridad y medio ambiente solicitado formalmente por el Servicio, y además informa las actividades adicionales realizadas o en que participa Enami.

Sernageomín, en el contexto de sus facultades, puede revisar y/o inspeccionar todas las instalaciones industriales mineras del país, en ENAMI se reciben visitas periódicas de representantes de Sernageomín,

en la cual se establecen actividades y tareas que ENAMI debe incorporar o mejorar según corresponda, lo cual se realiza en plazos y cronogramas de trabajo acordados.

Se encuentra en etapa de evaluación, incorporar un programa de apoyo en seguridad básica a la Pequeña Minería Artesanal, en el que participarían el Ministerio de Minería, Sernageomín y Enami.

(4) Supervisión a ENAMI

ENAMI, como empresa de administración autónoma del Estado de Chile, responde por su gestión operacional, ante su Directorio y los otros controles superiores del Estado (Ministerio de Minería, Ministerio de Hacienda, etc.)

En forma adicional, ENAMI es supervisada por Sernageomín, en los aspectos de seguridad y medio ambiente, para el cumplimiento de las normativas legales vigentes. El aspecto asociado a inversiones es controlado por el Ministerio de Planificación Nacional (Mideplán) y por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco).

3. CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente)

(1) Funciones:

El Título Final de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente en su Párrafo 1, Artículo 70 - referido a las funciones que la ley le confiere a la Comisión Nacional del Medio Ambiente - establece lo siguiente:

- La CONAMA propondrá al Presidente de la República las políticas ambientales del gobierno.
- Informará periódicamente al Presidente de la República sobre el cumplimiento y aplicación de la legislación vigente en materia ambiental.
- Mantendrá un sistema nacional de información ambiental, desglosada regionalmente, de carácter público.
- Administrará el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a nivel nacional, coordinará el proceso de generación de las normas de calidad ambiental y determinará los programas para su cumplimiento.
- Colaborará con las autoridades competentes en la preparación, aprobación y desarrollo de los programas de educación y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental y a promover la participación ciudadana en estas materias.
- Coordinará a los organismos competentes en materias vinculadas con el apoyo internacional a proyectos ambientales.
- Asumirá todas las funciones y atribuciones que la Ley le encomiende.

(2) Definición de la CONAMA

La Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su Título Final - denominado " De la Comisión Nacional del Medio Ambiente " - Párrafo 1º, referido a su " Naturaleza y Funciones ", Artículo 69, define a la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, como:

- ".....un servicio público funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia ".

- El Artículo 69 establece, además, que:

" El domicilio de la CONAMA será la ciudad de Santiago, sin perjuicio de los domicilios especiales que pueda establecer en otros puntos del país " y que :

Los órganos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente serán el Consejo Directivo; la Dirección Ejecutiva; el Consejo Consultivo y las Comisiones Regionales del Medio Ambiente ".

(3) Relación CONAMA/Ministerio de Minería/ENAMI/ SERNAGEOMIN

La Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su Título Final, Párrafo 2º, Artículo 71, indica que:

"La Dirección Superior de la Comisión Nacional del Medio Ambiente corresponderá a un Consejo Directivo el que estará integrado por el Ministro Secretario General de la Presidencia, quién lo presidirá con el título de Presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y por los Ministerios de Economía, Fomento y Reconstrucción, Obras Públicas, Agricultura, Bienes Nacionales, Salud, **Minería**, Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, y Planificación y Cooperación ".

ENAMI y SERNAGEOMIN son instituciones que dependen del Ministerio de Minería. y, en consecuencia, de acuerdo con lo establecido en el Título Final, Párrafo 2º, Artículo 71 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, en donde se señala la participación directa que le cabe al Ministerio de Minería como organismo integrante del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente la relación entre estos organismos y la CONAMA queda claramente establecida.

(4) Participación de la CONAMA en este Proyecto

En el Título Final, Párrafo 1º, de la Ley 19.300, el Artículo 70, - referido a las funciones que le competen a la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, en su letra g) indica que :

La CONAMA coordinará a los organismos competentes en materias vinculadas con el apoyo internacional a proyectos ambientales.

Puesto que el Ministerio de Minería es un organismo competente en materias vinculadas con el apoyo internacional, el Proyecto JICA será informado a la Comisión Nacional del Medio Medio Ambiente.

Al término del Proyecto, CONAMA dispondrá de los resultados y los divulgará para estimular, en otras plantas de beneficio de minerales, la aplicación de los beneficios ambientales obtenidos.

4. IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA ACTIVIDAD MINERA

(1) Situación Actual

En el área minería, las normativas del aire afectan fundamentalmente a las Fundiciones del país. En 1991, se publicó el Decreto Supremo N° 185 del Ministerio de Minería, que regula la calidad del aire, estableciendo los límites permitidos para SO₂, material particulado y arsénico.

Actualmente esta norma está en revisión y se espera que termine su modificación en el transcurso de los próximos seis meses, cuando se apruebe y publique oficialmente. La norma modificada considera mayores restricciones que las actualmente vigentes.

ENAMI en sus fundiciones ha controlado sus emisiones al punto de cumplir la normativa actual y se ha preparado para cumplir la normativa que está en discusión para aprobación. Esto ha significado incluso disminuir el uso de su capacidad total de procesamiento.

En las plantas de beneficio, se apoya el control de emisiones de arsénico y otras impurezas al aire, controlando su contenido en los minerales.

En cuanto a agua y soluciones, en fundiciones son neutralizadas y se confinan los productos sólidos que precipitan de las soluciones, descartando al ambiente, sólo productos que cumplen las normas vigentes.

En plantas, las soluciones son confinadas para su evaporación solar, solución de carácter parcial, debido a que su implementación definitiva es de alto costo, por lo que se estudian las posibilidades de bajar los índices de contaminación y recuperar agua, a través de procesos bioquímicos, como es la bio-oxidación a través de bacterias.

(2) Políticas y medidas adoptadas por el Gobierno Chileno ante el Impacto Ambiental de la Minería.

A contar del 27 de marzo de 1997, es obligatorio para todas las empresas del país en todos los rubros, la presentación de estudios y/o declaraciones de impacto ambiental

La Ley 19.300 y su relación con la minería.

A comienzos de la década del 90 la política institucional y la legislación existente, aplicable a aspectos vinculados al tema del medio ambiente, carecían de un mecanismo de dirección y coordinación que fortaleciera las capacidades sectoriales de cada una de las instituciones del Estado, en aquellas materias ambientales de su propio campo de competencia.

Esta situación puso de manifiesto la necesidad de generar un marco de referencia, que integrara a la sociedad en su conjunto para abordar la solución de los actuales problemas ambientales y a prevenir los futuros.

Las consideraciones anteriores explican, principalmente, la estructura, contenidos y enfoque de la Ley N° 19.300, más conocida como la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que fuera promulgada a comienzos del mes de marzo del año 1994.

La promulgación de dicha ley constituye un instrumento legal de capital importancia para la implementación, gestión y desarrollo de las actividades productivas en nuestro país.

Resumen de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Los principales alcances y preceptos legales contenidos en la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, son los siguientes:

La Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente está conformada por seis (6) Títulos principales, noventa y dos (92) Artículos permanentes y siete (7) Artículos transitorios.

Los Títulos principales, Párrafos y Articulado, están referidos a los siguientes aspectos:

El Título I, denominado “ **Disposiciones Generales**”, está conformado por cinco (5) Artículos en los que se establece el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, a preservar la naturaleza y a conservar el patrimonio ambiental; la definición de un glosario de términos ambientales; la obligación a reparar e indemnizar el daño ambiental y el deber del Estado a promover y facilitar la participación ciudadana en la protección del medio ambiente.

El Título II, denominado “ De los Instrumentos de Gestión Ambiental ”, está conformado por siete (7) Párrafos y cuarenta y cinco (45) Artículos.

El Párrafo 1º de este Título, en su articulado, se refiere a la Educación e Investigación Ambiental.

El Párrafo 2º, en su articulado, se refiere al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, indicando: los proyectos o actividades que solo podrán ejecutarse previa su Evaluación de Impacto Ambiental; definiendo quién debe presentar el Estudio y/o Declaración de Impacto Ambiental y especificando las materias que deben ser consideradas en los Estudios de Impacto Ambiental incluidas sus normas de elaboración, calificación, procedimientos administrativos y plazos establecidos para evaluarlos y tramitarlos.

El Párrafo 3º, en su articulado, se refiere a la Participación de la Comunidad en el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, estableciendo los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad organizada en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental que se les presenten.

El Párrafo 4º, en su articulado, se refiere a las Normas de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental y dispone, además, la elaboración de un Reglamento que establecerá el procedimiento para la dictación de Normas Primarias y Secundarias de Calidad Ambiental, las que se promulgarán mediante Decreto Supremo y serán de aplicación general en todo el territorio de la República.

El Párrafo 5º, en un Artículo único, se refiere a las Normas de Emisión, señalando que estas, a propuesta de la CONAMA, se establecerán mediante Decreto Supremo, identificando su ámbito territorial de aplicación.

El Párrafo 6° del Título II, referido a los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación, en su articulado, establece la filosofía de uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables; señala el procedimiento mediante el cual se establecerán los planes de prevención o de descontaminación e indica los instrumentos de regulación o de carácter económico aplicables.

Finalmente, el Párrafo 7° de este Título, referido al Procedimiento de Reclamo, en su articulado, señala que los Decretos Supremos que establezcan las normas primarias y secundarias de calidad ambiental, las normas de emisión, las zonas latentes o saturadas y los planes de prevención o de descontaminación, serán reclamables ante el juez de letras competente.

El Título III de la Ley 19.300 - denominado “ **Responsabilidad por Daño Ambiental** ” está conformado por dos (2) Párrafos y trece (13) Artículos.

El Párrafo 1° , referido al Daño Ambiental, en su articulado identifica la responsabilidad legal por daño ambiental, define la presunción legal de la responsabilidad, establece quienes tienen derecho a obtener la reparación del medio ambiente dañado y las sanciones aplicables.

El Párrafo 2° de este Título, referido al Procedimiento, establece la competencia para conocer de las causas que se promuevan por infracción a la ley 19.300 los plazos, pruebas, pericias y los recursos de apelación que podrán ser opuestos por las partes en litigio.

El Título IV de la Ley 19.300, referido a “ **La Fiscalización** ” establece que corresponderá a los organismos del Estado, que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, fiscalizar el cumplimiento de las normas y condiciones sobre la base de las cuales se aprobó el Estudio o se aceptó la Declaración de Impacto Ambiental.

El Título IV establece, además, que las Municipalidades podrán recibir las denuncias que formulen los ciudadanos por incumplimiento a las normas ambientales, poniéndolas en conocimiento del organismo fiscalizador competente para su informe. La Municipalidad remitirá copia de este informe a la Comisión Regional del Medio Ambiente COREMA.

El Título V de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, está referido al “ **Fondo de Protección Ambiental** ” y en su articulado se establece que la CONAMA tendrá a su cargo la administración de un

Fondo de Protección Ambiental - para financiar total o parcialmente proyectos o actividades

orientados a la protección o reparación del medio ambiente - señalando el origen y/o procedencia de estos recursos.

El Título Final de la ley 19.300, referido a la “ **Comisión Nacional del Medio Ambiente** “ está conformado por seis (6) Párrafos y veintitres (23) Artículos.

El Párrafo 1º del Título Final define la Naturaleza y funciones de la CONAMA. El Párrafo 2º establece la composición y responsabilidades de su Consejo Directivo. El Párrafo 3º indica que la CONAMA será administrada por un Director Ejecutivo y señala. El Párrafo 4º se refiere a la conformación e integración del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El Párrafo 5º se refiere a la descentralización

de la CONAMA en Comisiones Regionales del Medio Ambiente COREMA. El Párrafo 6º al patrimonio de la CONAMA y el Párrafo 7º a su planta de personal Directivo, Profesional, Técnico y Auxiliar.

Finalmente, los Artículos transitorios de la Ley 19.300, se refieren a la elaboración, publicación y vigencia del Reglamento que regula el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y al plazo de constitución de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente.

Implicancias de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en el desarrollo actual y futuro de la Minería.

La Ley establece en el Título II, párrafo 2, Artículo 10 que: “ Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases y que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes “ :

...i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los del carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles.....”

“ Los proyectos o actividades enumeradas en el artículo precedente (N* 10) requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias: ...b) efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.....” (Título II, párrafo 2*, artículo 11)

“ Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 solo podrán ejecutarse o modificarse previa Evaluación de su Impacto Ambiental,.....” (Título II, párrafo 2*, artículo 8*)

“ Todos los permisos a pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación , serán otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo a las normas de este párrafo y su reglamento “

De lo anterior se concluye que, particularmente en el sector de la minería, el marco impuesto por la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente ha sido determinante para que en la gestión de la gran mayoría de las empresas ligadas al sector se hayan venido realizando esfuerzos significativos para internalizar el concepto ambiental en sus actividades productivas, ya que, de otra manera, el marco legal amagaría seriamente sus posibilidades de desarrollo y éxito económico.

ORGANIGRAMA MINISTERIO DE MINERIA

