

ペルー共和国  
P V C工場建設計画  
調査報告書  
(要約版)

昭和59年1月

国際協力事業団

工計鉦

84 - 22



ペルー共和国  
P V C 工場建設計画  
調査報告書  
(要約版)

JICA LIBRARY



1030378[2]

昭和59年 1 月

国際協力事業団

鉦計工
C R (5)
84 - 22

国際協力事業団

受入 月日 '84. 6. 21	709
	688
登録No. 10429	MPI

# 目 次

序	
概 要	
要約と結論	
第1章 背 景	1
1.1 本計画の背景と調査の経緯	1
1.2 調査の目的と範囲	1
1.3 調査の実施方法	2
第2章 ベルギー国とPVC産業	5
2.1 自然条件と人口	5
2.2 社会経済的背景	5
2.3 プラスチック産業	8
第3章 原料および電力	9
3.1 石灰石産地および性状	9
3.2 炭素源	9
3.3 電 力	13
3.4 塩素源	13
3.5 その他	13
第4章 市場と需要	15
4.1 プラスチック市場概要	15
4.2 国内市場の現状	16
4.3 輸入の現状	18
4.4 価格動向	19
4.5 用途別に見た需要予測	20
4.6 相関分析による需要予測	23
4.7 他プラスチックの代替と需要開拓	27
4.8 アンデス諸国への輸出	28
4.9 カルシウム カーバイド、石灰窒素、生石灰、消石灰の需要	29

4.10	まとめ	29
第5章	プロジェクトスキーム	31
5.1	検討された代案	31
5.2	石灰石鉱山の選定	35
5.3	設備建設予定地の選定	35
5.4	決定されたプロジェクトスキーム	36
第6章	石灰石	39
6.1	石灰石の品質	39
6.2	採鉱計画	39
6.3	輸送方法と道路状況	39
6.4	環境問題と対策	45
第7章	設備建設予定地	47
7.1	概要	47
7.2	設備建設予定地の自然条件	47
7.3	現地調査	47
7.4	ユーティリティー	47
7.5	インフラストラクチャーとタウンシップ	48
第8章	製造工程および設備	53
8.1	既存設備の状況および評価	53
8.2	生石灰とカーバイド	55
8.3	アセチレン, VCM, PVC	55
8.4	環境対策	62
8.5	マテリアル, ユーティリティーおよび燃料のバランス	62
8.6	プロットプラン	62
8.7	工場管理および組織	62
第9章	建設工事	71
9.1	石灰石鉱山開発工事	71
9.2	工事建設方法	71

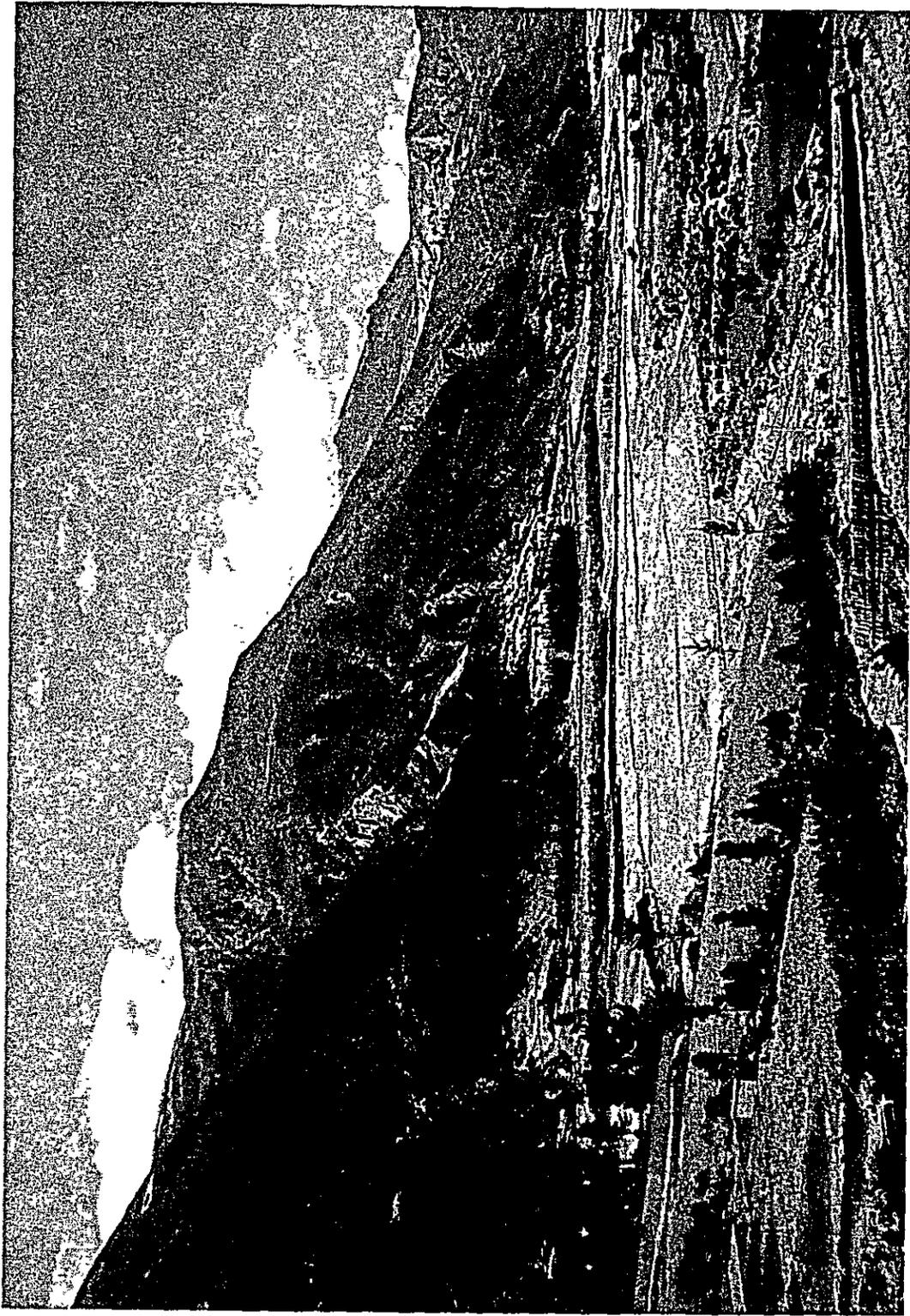
9.3	機械類の搬入	71
9.4	土木建設工事	72
9.5	プラント類の建設	72
9.6	スケジュール	73
第10章	所要総資金	75
10.1	概要	75
10.2	資金調達計画と建中金利	76
10.3	投資スケジュール	77
第11章	運転費用	79
11.1	概要	79
11.2	運転費用の内訳	79
第12章	財務分析	81
12.1	財務分析の主要前提条件	81
12.2	財務分析手法	84
12.3	財務分析結果	84
12.4	感度分析	84
12.5	考察	86
第13章	経済分析	89
13.1	概要	89
13.2	経済的費用と便益	89
13.3	経済的便益	89
13.4	経済的費用	90
13.5	経済的内部収益率（EIRR）の算出	93
13.6	インダストリアルコミュニティと税収入	93
13.7	外貨収支への影響	93
第14章	総合評価	95
14.1	概要	95
14.2	技術評価	95

14.3	市場評価	95
14.4	財務評価	96
14.5	社会経済評価	96
14.6	総合評価	96
第15章	提 言	97



PARAMONGA (PLANT SITE)





PARIAHUANCA (LIMESTONE DEPOSIT)



## 序

本調査報告書は、ペルー共和国におけるカーバイド法PVC工場建設計画に関するものの要約版である。本調査はPariahuanca（後述）に埋蔵されている石灰石を利用し、パラモンガ社の主力工場であるパラモンガ工場において、石灰石とコークスを主原料としてPVCを製造する一連の設備建設計画の企業化可能性を検討するものである。また石灰石鉱山については、数多くの候補地の中から、パラモンガ市の北方約200kmに位置するPariahuancaを選定した。

本計画はパラモンガ社（以下SPLと略す）およびペルー国に対してきわめて大きい意味を有している。SPLはモラシスを発酵して得たアルコールを原料として年間約7,000tのPVCを製造する設備を所有している。しかし、アルコール価格の高騰によりエチレン法に打ちできなくなり、1981年11月から生産を休止し、現在は二塩化エチレン（EDC）を輸入して年間約7,000tのPVCを生産している。さらにペルーは年間約7,000tのPVCを輸入しており、このため貴重な外貨を支払っている。したがって本計画の実施は、数々の利益を同国にもたらすものと期待される。まず国産の原料を使用してPVCを生産することによって外貨の節約を図ることができ、さらに国産資源、特に石灰石と電力の利用を推進することになり、また、現在海中に投棄されている余剰塩化水素の相当量を使用するため、環境公害の緩和にも貢献する。これは水産業が大きな役割を果たしているペルーにとっては重要なことである。そのほかにも、雇用機会の増大、中央および地方政府の税収の増大、海外からの技術移転、PVCの国内市場価格の安定化、国内関連産業の景気刺激効果なども期待される。

本調査の結果、調査団は上記の利点を確認すると共に、投資コスト、製品PVCの価格、操業費、電力コストなどに関し、現実的な前提条件を設定したところ、本計画が技術的および財務・経済的に成立し得ることを明らかにした。また本調査報告書では、本計画の実施方法に関する提言も行なった。なお、本報告書の内容の詳細についてはオリジナルレポートを参照されたい。

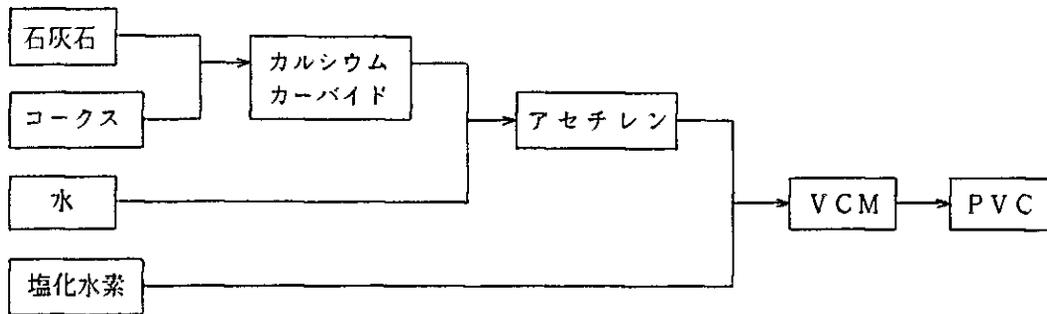


## 概 要

### 1. 計画概要

本計画はペルー国産の石灰石、比較的安価で豊富な水力電気、および現在用途なく海中投棄している塩化水素、ならびに輸入コークスを原料とし、カルシウムカーバイド、アセチレンを経由してPVCを製造するものである。

#### (1) 製造工程



#### (2) 物質収支 (トン/年)

石灰石	58000	カルシウムカーバイド	35000	PVC	25000
コークス	19800	VCM	25500		
塩化水素	15300				

(3) 実施主体: SOCIEDAD PARAMONGA LIMITADA S. A.  
(SPL)

(4) 工場立地: 現SPL パラモンガのアルカリ工場、PVC工場の隣接地、リマ北方  
約200km

(5) マーケット: 国内市場

#### (6) 総所要資金

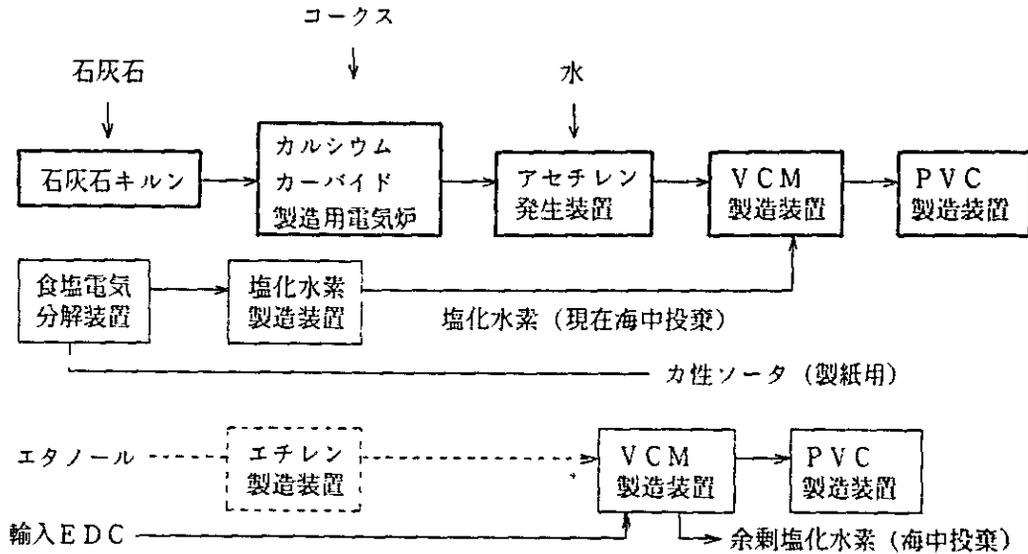
機器類に対する輸入税込み	75,072	千US\$
機器類に対する輸入税を除く	59,845	千US\$

#### (7) プロジェクトスケジュール

スタートアップ	1988年央
1年目稼働率%	80
2年目 "	90
3年目以降 "	100

(8) 既設々備との関係 (—— 新設、—— 現在、…… 休止中)

既設工場より提供：ユーティリティ、ただし電力は20,000 KW追加



## 2 計画の概要

(1) 評価項目：1 原料、2 市場、3 技術、4 財務、5 社会経済、6 自然条件、7 社会環境

(含インフラストラクチャー) 8 政治経済環境、9 人材、現地側技術、10 実

施主体

(2) 原料 石灰石 Pariahuanca の石灰石鉱床を開発使用

- 石灰石品質 …… 要求規格に合格
- 鉱 量 …… 本計画用に充分
- 開発技術上の問題 …… 特になし
- 石灰石輸送 …… パラモンガにハイウェイにて直結
- 開発に伴う公害 …… 特になし

塩化水素 隣接のアルカリプラントより供給

- 量 …… 現在の海中投棄量 20,000～25,000トン/年、本計画の必要量 15,300トン/年は充分あり

• 供給に伴う技術上の問題 …… 特になし

• 公 害 …… 海中投棄量を大幅に削減、公害防止に貢献

コークス 当初は輸入

- 量、品質とも輸入により問題なし

・将来は国内無煙炭の開発により相当量が国産品に置換可能  
 その他副原料まで含め確保に問題なし

(3) 市場： P V C需要予測

- ・ペルー国内市場のみを対象
- ・他のプラスチック（P E、P P）の置き替え需要は見込まない
- ・パイプ、フィルム／シート、びん、被覆電線、くつ、レコード、  
床タイルなどの各用途別需要の積み上げ需要予測
- ・G D P 相関による需要予測

結 論

- ・プロジェクト規模 25,000トン／年は妥当
- ・1988年央稼働と仮定し
 

1年目	%	80
2年目	"	90
3年目以降	"	100の運転を期待できる
- ・残留モノマーの少ない製品を製造する必要あり
- ・品質管理組織が必要

- (4) 技術： 製造技術 すべて実証済の技術  
 工場用地 広さ、位置は良好 一部地耐力若干不足の所もあるが杭打て改良可能  
 公害 公害を起こす心配なし V C M製造用には通常水銀系触媒を用いるが非水銀系触媒使用可能 塩化水素による公害防止に貢献

- (5) 財務： 収 益 率 下記収益率を得た

C A S E 6はバイアブルな領域にあるが F I R R on E 15.5パーセントと市中金利と比べ充分でないため有利な条件のファイナンスが望まれる。

	FIRR on I		FIRR on E	
	Before Tax	After Tax	Before Tax	After Tax
Case 1	11.2	5.3	8.9	マイナス
2	13.2	6.3	12.8	5.7
3	13.2	6.3	12.8	6.2
4	14.1	7.1	14.5	8.1
5	14.1	10.3	14.7	11.5
6	16.8	11.9	19.7	15.5

Case	1	2	3	4	5	6
・塩化水素価格	101 \$/ton	0	0	0	0	0
・ロス繰り越し	なし	なし	あり	あり	あり	あり
・Internal tax refund	なし	なし	なし	あり	あり	なし
・Reinvestment による Income tax reduction	なし	なし	なし	なし	あり	あり
・機器輸入税免除	なし	なし	なし	なし	なし	あり

(6) 社会経済： 国際収支

プロジェクト期間を通じて108百万US\$の貢献をする

間接便益

- ・雇用機会の増大（直接増 250人）
- ・塩化水素海中投棄による公害の防止
- ・現地エンジニアリング企業の起用、現地資材の使用

(7) 自然条件： 概して温和で特に障害にはならない

(8) 社会環境： インフラストラクチャー

- ・良好
- ・港湾はリマのCallaoまたはChimboteを使用
- ・道路、パラモンガはPan American Highway 沿いで便利

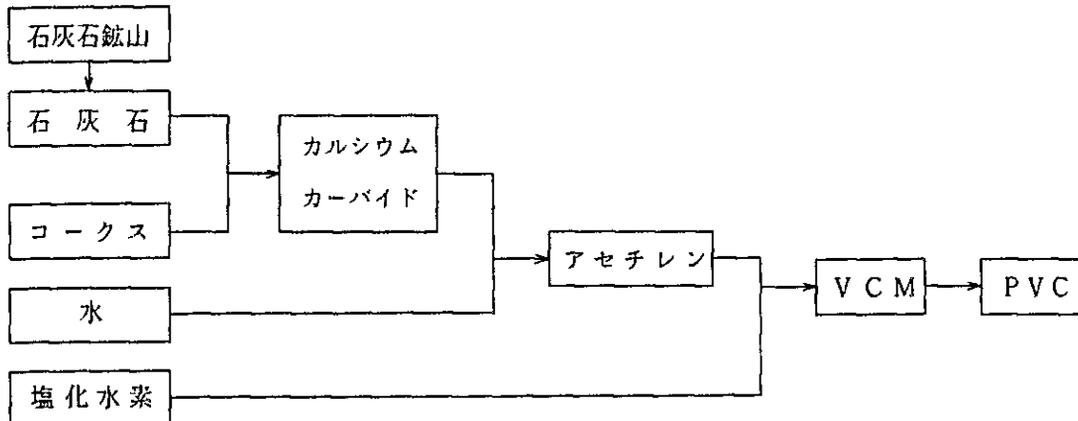
(9) 政治経済環境： 概して良好

(10) 人材現地側技術： 現場工事など現地企業使用可 SPLのレベルは高い

(11) 実施主体： SPLの技術経営能力は高い

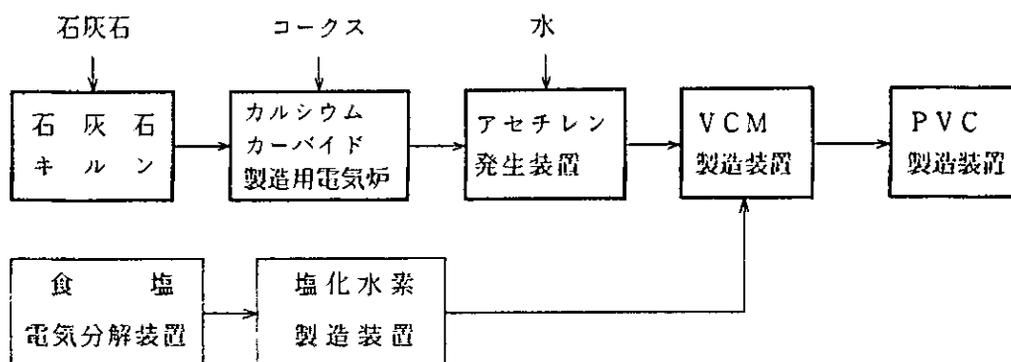
## 要約と結論

- (1) 本計画はペルー国産の石灰石を使用してPVCを製造する工場の建設計画である。その簡単な製造工程を下記する。



- (2) 国際協力事業団は、ペルー共和国政府の要請により本調査報告書の作成を行なった。この要請は1983年2月に派遣された事前調査団の団長、岩口健二とバラモンガ社の代表、総裁 Carlos Orams Basadre と技術部長 Alvaro Vargas Guacucano との合意のもとになされたものである。そこで本調査団は同年6月4日より7月14日まで現地調査を行なった。
- (3) 本計画の生産規模は25,000メトリックトンである。(以下メトリックトンはtと略す)
- (4) 本計画の実施主体はSPLである。SPLはCOFIDE (Corporacion Financiera de Desarrollo、金融公社)の子会社であり、かつペルー最大の国営化学会社である。紙、カ性ソーダ、塩素、塩、次亜塩素酸ソーダ、サラン粉、酢酸、アルコール、アルコール飲料、PVCなどを製造している。同社の本社はリマにあり、国内6ヶ所に12の工場を有している。主力工場はバラモンガ市にあり、紙、アルコール、カ性ソーダ、PVCを製造している。
- (5) バラモンガ市はリマの北方、Pan American Highwayに沿って約200km離れたところに位置している。太平洋に面する小都市で人口は約30,000人である。
- (6) 本計画では、バラモンガ市に既存のアルカリおよびPVC製造装置に隣接したフラントサイトに全ての製造設備、すなわち石灰石キルン、カルシウムカーバイド製造用電気炉、アセチレン発生装置、PVC製造装置を建設する。

また別案として、石灰石鉱山の近辺に石灰石キルンとカルシウムカーバイド製造用電気炉を設置することも検討したが、全設備をバラモンガ周辺にまとめて建設することのほうが有利であるとの結論に達した。下図に示されるのがその製造工程であり、太線で縁取られているものが、新たに建設されるべき装置である。



17) 石灰石鉱山は、多くの候補地の中より Pariahuanca を選定した。バラモンガ市の北方約 200 km、Ancash 地方に位置し、隣接する Pan American Highway を利用して一日当たり 200 t の石灰石の輸送が可能である。

近隣の土地の買収には支障はないと思われるが、電線や農業用水路の保護措置が必要である。同鉱山の所有者は、Comunidad Campesina de Shumay (農業協同組合) と Eduardo Navas という個人である。

18) 需要予測の結果、PVC 生産能力は年間 25,000 t が妥当であると判断される。中間製品の年間生産量と主要原料の所要量は下記の通りである。

中間製品	(単位: t / 年)
VCM	25,500
アセチレン (※)	9,945,000
塩化水素	15,300
カルシウムカーバイド	35,000
生石灰	32,200
主要原料	
石灰石	58,000
コークス	19,800

(※) 立方メートル / 年 (標準状態下)

- (9) コークスは石灰石と共に重要な原料である。これは無煙炭でも代用することができ、Oyonの周辺には無煙炭の鉱床が存在するが、商業規模の生産が行なわれていないため、量的かつ質的に不安定なので、現時点では輸入コークスを利用することとした。
- (10) 塩化水素は、バラモンガ工場内で量的には十分入手可能である。こうした状況は将来においても全く変わることはないと思われる。
- (11) その他の副原料すなわち電極、触媒、重合に用いる分散剤、シリカゲルはアメリカ合衆国その他よりの輸入が可能である。電極ペーストはブラジル産のものが使用可能である。
- (12) 本計画は、塩化水素とユーティリティーの供給を既存の工場より受けるため、これら既存設備の状態がきわめて重要となる。バラモンガ工場の既存設備は総じて良好であり、保守管理を適切に行なえば十分利用できるであろう。
- (13) しかしながら、1981年11月より休止している塩化水素ストリッパーは建て替えが必要である。
- (14) プラントサイトの予定地の面積は、製造設備、石灰石、コークスの貯蔵地および製品保管倉庫などを建設するのに十分である。ただし、一部地耐力の弱い所があり、重量物の基礎として杭打ちが必要である。
- (15) SPLは現在約7,000 t/yのPVC製造装置を運転している。本計画の生産規模を25,000 t/yにするために、次の二案を検討した。
- a) 7,000 t/yの既存設備は今まで通り操業を続け、新たに18,000 t/yの設備を建設する。
- b) 7,000 t/yのプラントは休止し、25,000 t/yの設備を新設する。
- 現地調査の結果、b)案が採用された。その理由は25,000 t/yと18,000 t/yのプラント建設に要する投資コストの差はわずかであり、プラントを二箇所に分散して操業するのは非常に効率が悪いと判断したためである。
- (16) バラモンガ周辺のインフラストラクチャーは全般的に良く整っているが、電話によるコミュニケーションが多少不便である。
- (17) 本計画を実施するに当り、必要な電力は20,000 kwである。これは約2,000 mの電線を延長することによって利用可能である。
- (18) バラモンガ工場の工業用水の供給は十分である。ただし新規に1,800 t/hの冷水塔を建設することが必要である。
- (19) 本計画において消費されるスチーム量は10 t/hときわめて少ない。供給は6インチのパイプによりボイラーから直接行なわれる。
- (20) その他のユーティリティー設備として不活性ガス発生装置、計器用空気系統、圧縮空気系統、消防設備などが建設予定地に新設される。

21 今回の調査の限りでは、パラモンガ地区には公害規制に関する明文化された法律はない。本計画が適切に実施されるならば、公害問題が生じる可能性は非常に低い。すなわち、石灰石鉱山地区の人口密度は希薄であり、石灰石運搬に使用する道路はさほど交通量が激しくない。製造装置は最も近代的な基準に基づいて設計および操業が行なわれる。また現在海中に投棄している塩化水素を使用するため、かえって環境汚染を軽減することになる。またSPLが希望するのであれば、アセチレンと塩化水素の反応に広く使用されている水銀系触媒の代わりに、貴金属系触媒の使用も可能である。その場合でも、設備の変更は伴わない。

22 財務経済分析は、1983年6月の米ドル（US\$）をベースとする。現地通貨はこの時点の換算率で換算することとした。総所要資金は75,072千US\$と見積もられ、そのときの収益率は以下の通りである。

IRR on I (税引後) 103%

IRR on I (税引前) 141%

第12章「財務分析」で詳しく述べる通り、本計画の収益率はさらに改善されるものと思われる。総所要資金の20%は設備にかかる輸入税によるものであり、それは除けば総所要資金は59,845千US\$となる。減少した総所要資金に対する収益率は以下の通り向上する。

IRR on I (税引後) 11.9%

IRR on I (税引前) 168%

23 本計画を経済的に十分成り立つものとするためにも、SPLが輸入税の課税控除を受けるために努力することが望まれる。

24 第13章「経済分析」で説明するように、本計画はペルーの社会経済にとって有益な効果をもたらすものである。そして第14章「総合評価」にて述べるごとく本計画は実施に値するものであると結論する。

# 第1章 背景

## 1.1 本計画の背景と調査の経緯

ペルー共和国においてPVCの需要は安定しており増大傾向にある。国内生産により内需の約半分を供給し、残り半分を輸入に頼っている。一方同国唯一のPVC生産企業であるSPLは、1981年11月までモラシスよりの発酵アルコールを原料としてPVCの生産を行ってきたが、アルコール価格の高騰により、この操業を休止せざるを得なくなった。それ以後SPLは輸入EDCからPVCを生産する方法に切り替えて現在に至っている。

このような状況のもとで、SPLはペルーに豊富に賦存している石灰石と、現在利用されずに海洋投棄されている塩化水素を利用して、PVCを生産する計画を立案した。ペルー共和国政府は1982年8月日本国政府に対し、この構想に基づくフィジビリティスタディ(F/S)の実施を要請した。これを受けて国際協力事業団を初めとする日本政府の関係各省は、本計画が検討に値するものであることを合意した。事業団は、岩口健二を団長とする事前調査団をペルー国に派遣し、F/SのスコープオブワークについてSPLと協議を行なった。こうした経緯を経て本調査が実施されることとなった。

## 1.2 調査の目的と範囲

本調査の目的を要約すれば

- (1) 本計画の技術・経済両面の実現可能性の検討
- (2) 本計画を実施するための適切な提言の提示

である。

事業団とSPLとの間で合意されたF/Sのスコープオブワークは次の三項目から成っている。すなわち

- (1) 製品PVCおよび副製品の市場調査
- (2) 石灰石鉱山の選定、石灰石の工場建設予定地への輸送、石灰石キルン、カーバイド電気炉、アセチレン発生装置、VCM製造装置、PVC製造装置などの一貫製造設備の建設、またサイト、ユーティリティー、付帯設備、インフラストラクチャーなどの調査と技術面の検討
- (3) 本計画の財務・経済分析および適切な提言の提示

である。

### 1.3 調査の実施方法

本調査の実施方法は次ページのスタディーフローダイアグラムに表わされる通りである。

スタディーの実施スケジュールは

- (1) 現地調査のための準備期間
- (2) 現地調査
- (3) 国内作業
- (4) ドラフトミーティングとファイナルレポートの作成

の四期に大別され、29の作業ユニットから構成される。

事業団の調査団は国内にて十分事前調査を行なった後、SPLの協力を得て、効率的な現地調査を実施した。本調査の前提となったプロジェクトスキームは、SPLと調査団との間で十分な討議を行ない合意されたものである。最終的なプロジェクトスキームは、作業ユニットC-6において再度検討を加えた後確認したものであり、全ての評価はこのプロジェクトスキームに基づいて行なわれた。

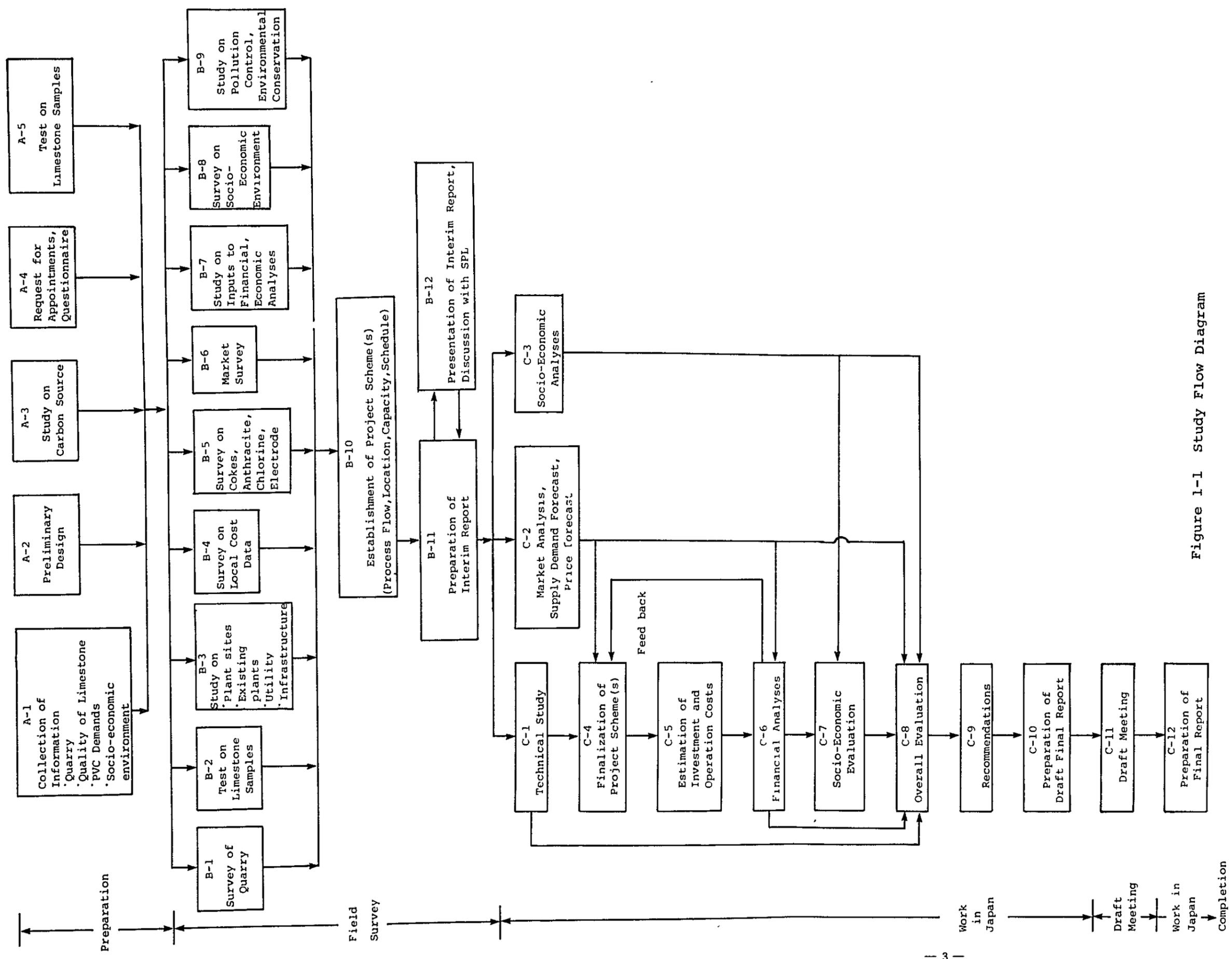


Figure 1-1 Study Flow Diagram



## 第2章 ペルー国とPVC産業

### 2.1 自然条件と人口

ペルーは約1,300,000平方キロメートルの国土を有する南アメリカで三番目に大きな国である。南緯18°~21°に位置し、北はエクアドル、コロンビア、東はブラジルとボリビア、南はチリに隣接し、太平洋に面する西側の海岸線は2,300kmにわたって続いている。ペルーはその地形と気候により、地理的に三つの地域に区分される。細長い海岸地帯 (costa)、中央山岳地帯 (sierra) としてアマゾン上流盆地帯 (selva) である。selva が総面積の約半分を占め、costa と sierra でその残りをほぼ等分に分けあっている。

costa は川沿いや地下水の湧き出る低地を除いて、きわめて乾燥した砂漠地帯となっているが、海岸に沿って北流するフンボルト海流の影響により、赤道直下に近い熱帯地域の割には比較的涼しい。またこの海流は多くの豊富な海産物をペルーにもたらし、同国の漁業の源泉となっている。

sierra は300~400kmの幅に、海拔1,700~6,500mの高度をもってペルーを縦断している。この地帯は多くの鉱物資源を産するほか、小麦、とうもろこし、からす麦、じゃがいも、豆類などを産出する農業地帯でもある。selva は年間2,500mm以上の降水量を有する高温多湿地帯であり、深い熱帯の密林におおわれ、人口もきわめて少ないが土地は肥沃であり、将来の農業地帯として大きな可能性を有している。ペルーの人口は現在約1,800万人を数え、その住民の大半はcosta と sierra に暮らしている。

### 2.2 社会・経済的背景

ペルーは1968年以来続いてきた軍事政権の後、1980年7月より現在のFernando Belaunde Terryが大統領に就任している。政府の最優先施策は経済問題の解決である。資源の有効利用、経済統制の緩和、民間企業活動の活発化などによって経済の発展を図ろうとしている。過去、ペルーの経済は、GDPの総額に関する限り成長しているように見えるが、実際はGDPの成長率よりも人口の増加率のほうが高くなっている。(Table 2-1、2-2 参照)

1971年~1981年の人口増加率は2.9%である。またGDPの各分野別内訳はTable 2-3の通りである。

これによれば、ペルーの産業構造が過去10年間ほとんど変化していないことがわかる。また輸出の面では鉱業と石油産業がきわめて重要な役割を果たしている。(Table 2-4 参照)

Table 2 - 1 Gross Domestic Products

Year	Million of 1975 US\$	Million of Current US\$	Per Capita Current US\$
1971	9,024	6,870	494
1977	10,914	12,267	757
1978	10,718	12,991	773
1979	11,123	14,945	864
1980	11,457	17,411	978
1981	11,902	19,892	1,087

(Sources: Banco Continental)

Table 2 - 2 Population

	<u>Million</u>
1971	13.8
1977	16.2
1978	16.8
1979	17.3
1980	17.8
1981	18.3

(Sources: Banco Continental)

Table 2 - 3 GDP Breakdown

Year	1973	1977	1978	1979	1980	1981
Agriculture	13.5	13.0	12.8	12.7	11.7	12.7
Fishing	0.8	1.0	1.3	1.3	1.2	1.1
Manufacturing	25.2	25.4	25.3	25.3	25.9	25.4
Mining & Petroleum	7.1	8.3	9.6	10.2	9.6	8.9
Construction	4.6	5.4	4.6	4.5	5.2	5.5
Government	7.9	8.2	8.3	7.9	7.8	7.7
Commerce & Service	40.9	38.7	38.1	38.1	38.6	38.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 2 - 4 Contribution to Export

(Million US\$)

Year	1973 **	1977 **	1981 *	1982 *	1982%
Fishery Products	149	208	141	202	6.3
Copper	284	363	529	459	14.2
Other Minerals	278	511	896	751	23.2
Petroleum	4	42	692	715	22.1
Agricultural Products	246	391	172	218	6.7
Others	80	139	827	885	27.5
Total	1,041	1,654	3,255	3,230	100.0

Sources : \* Instituto Nacional de Estadística  
 \*\* Ministerio de Economía y Finanzas

ペルーの国際収支はあまり芳しくなく、Table 2-5と2-6に示す通り、公共部門、民間部門共に対外債務が大きい。ほかの南アメリカ諸国と同様に、ペルーも慢性的な対外債務に苦しんでいる。

Table 2 - 5 Balance of Payments

(Million US\$)

Year	1975 **	1980 **	1981 *	1982 *
Trade balance	(1,099)	836	(548)	(557)
Export	1,291	3,898	3,255	3,230
Import	2,390	3,062	3,803	3,787
Service & transfer	(439)	774	(965)	(1,090)
Long-term capital account	1,135	460	635	1,264
Short-term capital account,	(173)	199	374	515
SDR allocations,error				
Overall balance	(576)	721	(504)	132

Sources : \* Banco Nacional de Estadística  
 \*\* Instituto Nacional de Estadística

Table 2 - 6 Foreign Debt (Cumulative)

(Million US\$)

Year	1975	1980	1981	1982
Long-term debt	4,352	8,125	8,172	9,629
Short-term debt	1,872	1,436	1,501	1,982
Total	6,224	9,561	9,673	11,611
Ratio of debt to GDP	0.45	0.56	0.48	0.57
Breakdown of long-term debt				
Public sector	3,066	6,043	6,210	7,258
Central Bank	-	710	455	707
Private sector	1,286	1,370	1,507	1,664

(Sources: Banco Central de Reserva)

### 2.3 プラスチック産業

ペルーの製造部門がGDPに占める割合は約25%である。ペルーには多種多様な製造業があり、消費材、耐久消費材を供給している。そのほかにもChimboteの製鉄業、Talaraの肥料プラント、Cachimayoの車輛組立工場、Callaoの製紙工場と砂糖プラントそしてSPLのPVCプラントなど技術・資本集約型産業をも有している。プラスチック産業の上流部門ではSPLのPVCプラントがペルー唯一のものである。一方下流部門ではPVCレジンからハイク、シート、フィルム、びん、玩具、そのほかの成型品を製造する多くの企業がある。そのほか、被覆電線、くつ、床タイルなどの製造業も存在している。ペルーは現在ポリエチレン、ホリプロヒレン、ホリスレンそしてPVCなど総量にして年間約42,000tを輸入している。

## 第3章 原料および電力

本計画で使用される主要原料である石灰石、炭素源、電力、塩素源および電極ペーストのペルーでの入手可能性（量、質、価格）について、現地調査の結果を以下に述べる。

石灰石、電力および塩素源はペルー国内で調達可能であり、炭素源および副原材料の多くは、当面輸入する必要がある。

今回の現地調査において、踏査した石灰石鉱床および訪問した工場をFigure 3-1に示す。

### 3.1 石灰石産地および性状

本計画における石灰石は電炉法カーバイド製造の原料として使用されるため、以下のような条件を満たすことが要求される。

- 1) 良好な熱割れ特性
- 2) 純度98%以上、 $MgO + Al_2O_3$  10%以下、 $SiO_2$  1.5%以下
- 3) 年間58,000トンの採鉱に耐える埋蔵量
- 4) 工場建設予定地までの輸送費が妥当なものであること。

#### (1) 石灰石調査結果の概要

今回、SPLの担当者の案内で踏査した地域は、北からCasma、Yautan、Pariahuanca、Ticapampa、Tumac、Tinta、Chacapalpaなどである。調査の結果Pariahuanca鉱床は必ずしもカーバイド用原料として最適ではなかったが、他の地域に比較すれば、岩質、鉱量、地形などからみて開発が可能であると思われる。したがって、今回の調査の結果では、Pariahuanca鉱床を開発候補地として選定した。

踏査した地域の地質図をFigure 3-2に示す。石灰石の品質、採鉱計画などは第6章で述べる。

### 3.2 炭素源

カルンウムカーバイド製造に使用されている炭素材には以下のような性質が要求される。

- 1) 固有電気抵抗が高いこと
- 2) 反応性が良く、気孔率が高いこと
- 3) 固定炭素が多いこと
- 4) 灰分が少ないこと

以上述べた条件を満たすものとして、本計画では当初は輸入冶金用コークスと石油コークスを7/3の比率で使用するのが良いと考える。

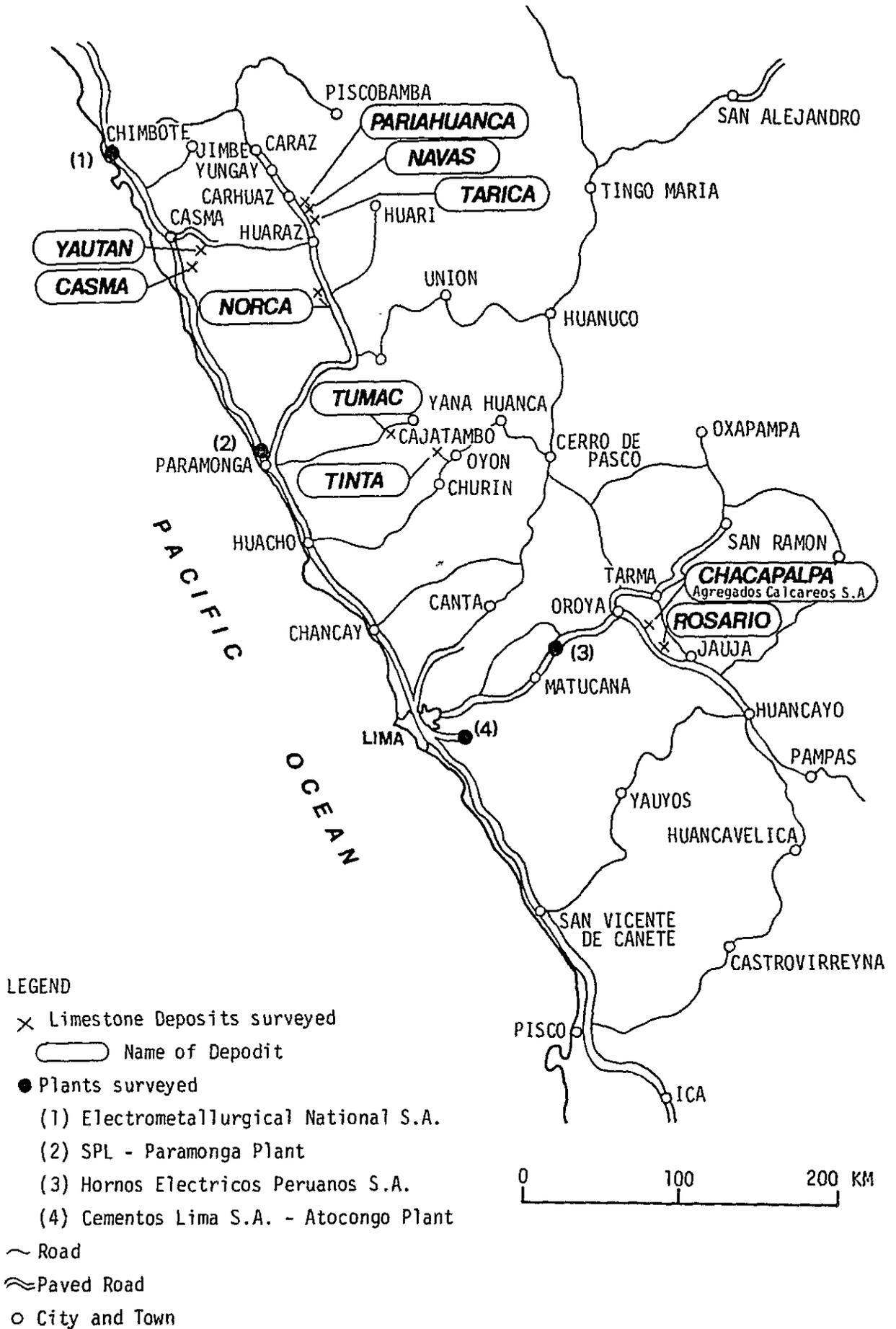
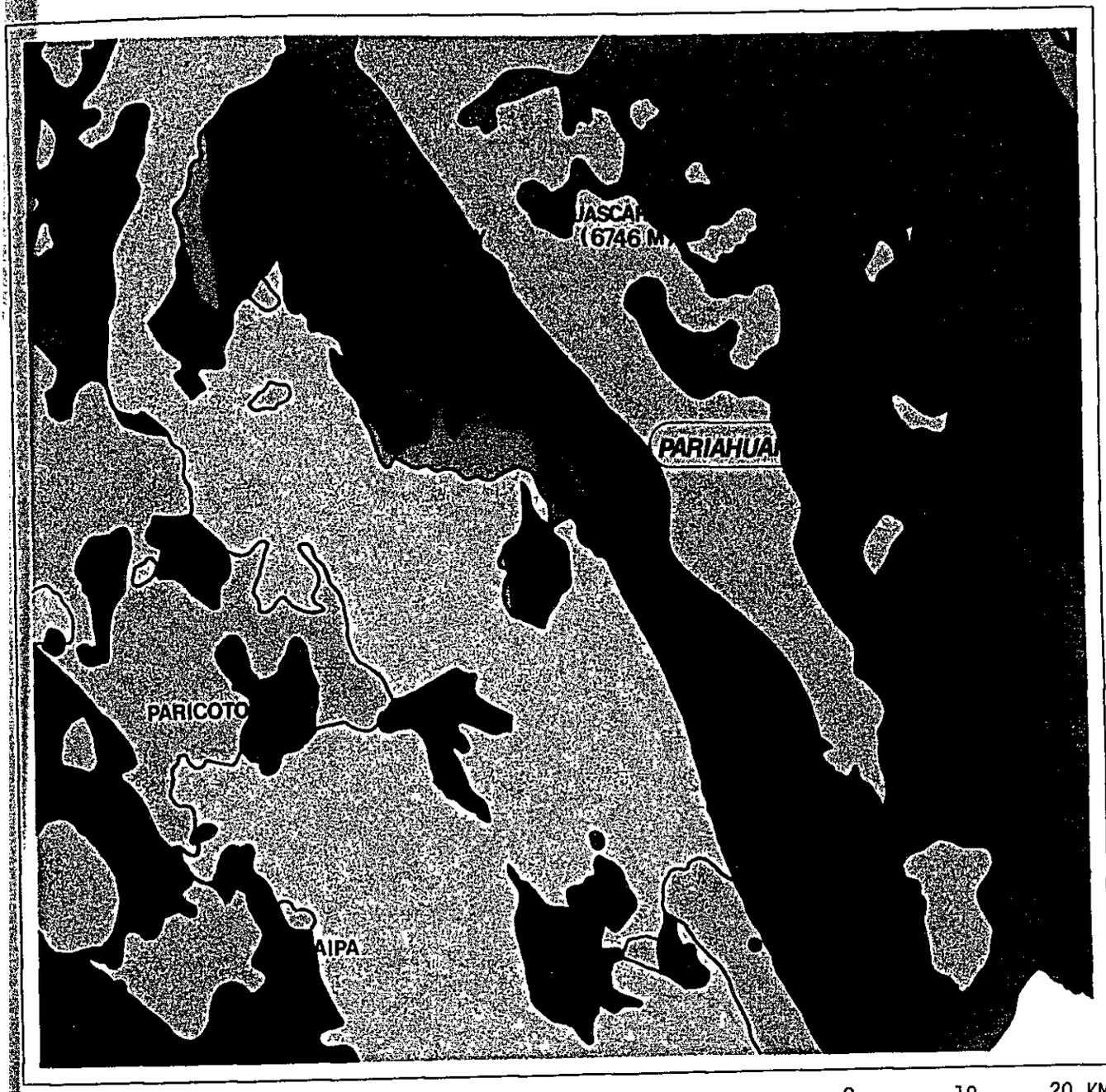
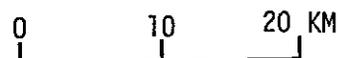


Figure 3-1 Location Map of the Surveyed Limestone Deposits and Plants



LEGEND

- Town
- ▲ Mountain



Geological Classification

Age	Mark & Color	Formation or Rock
Quaternary	Q	Gracial deposit
	KTi-a	Adamellite, Granite
Tertiary	Ts-i	Ignimbrite
	KTi-t	Tonalite, Granodiorite
	KTi-vca	Calpuy form. Andesite Pyroclastic
	KTi-g	Gabbro, Diorite
Cretaceous	Ki-c	Casma form
	Ki-a	Pariahuanca form
	Ki-saca	Carhuaz form
	Ki-chim	Chimu form
Jurassic	Js-ch	Chicama form

Figure 3-2 Geological Map of Pariahuranca Area



ペルーで入手出来る輸入コークスの単価は18665 US \$ / t と見込まれる。将来ペルー国内産品で質、量ともに充分確保可能となった時点で、輸入品との混合使用あるいは専用使用を検討するものとする。

### 3.3 電 力

カーバイドの製造は、電気炉法のため電力の使用量が多く、電力は原料の一つに考えられている。したがってカーバイド工業が成り立つためには、価格、供給安定性などの電力の供給条件が重要な要因となる。

パラモンガ市地域はHidrandina社の供給地域である。したがってSPLパラモンガ工場に供給されている電力は、Hidrandina社の幹線から分岐している。幹線の供給電力量は充分であるので、既設の42,000 KW の受電設備に加えて、新プラント用に約20,000 KW の増設をしても充分余裕がある。電力料金は1983年6月現在で平均約0.035 US \$ / KWhである。

### 3.4 塩素源

既設食塩電解能力NaOH 42,000 t/y、Cl<sub>2</sub> 27,275 t/y、塩酸合成能力HCl 43,750 t/y に対し、塩素または塩酸の現状使用量が約12,000 ~ 17,500 t/y (液塩、晒液、他) で、余剰HClが約20,000 ~ 25,000 t/y ある。

既設食塩電解、塩酸合成の設備機器は1959年に建設されたものでまだ使用が可能である。本計画で必要な塩酸の所要量は15,300 t/y であり既存設備は十分な供給能力を有する。

塩酸価格は塩素ガス価格 (159.424 Soles/t) をもとにすると  
154,633 Soles/t = 100.6 US \$ / t となる。

### 3.5 その他

ブラジルのCARBOINDUSTRIALS S.A.社がELKEM S.A.の技術で製造し、ペルー国内のカーバイドメーカーに納入しているSöderberg 式電極ペーストが本計画用にも利用できるものと考えられるが、これは一般的に大型密閉式電気炉で使用しているものとは同一品位と考えられる。

実使用に際し、サンプルによる詳細テストは必要であるが、カーバイド電気炉用ペーストとしては使用可能と考える。CARBOINDUSTRIALS 社のカーボンペーストの価格は、FOBブラジルで492 US \$ / t であり、ペルーでのカーボンペースト購入価格は1,240 US \$ と見込まれる。



## 第4章 市場と需要

### 4.1 プラスチック市場概要

現在、ペルーのプラスチック消費市場の規模は、比較的小さく、国民一人当りの需要量も約0.8kgと1kgに満たないほどである。

消費されているのは、PVCをはじめ、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）などの汎用プラスチック類が大半であり、エンジニアリングプラスチックなどの特殊プラスチックの消費は今のところきわめて少ない。しかしながら、今後より一層の工業化や近代化が進むにつれて、住宅などの建設用や、木材や皮革の製品類の代替品として、広く使われることが充分期待される。

PVCの需要は約14,000t/yであり、このうちの約半分を唯一の国内メーカーであるSPLが供給しており、残りを輸入に依存している。PE、PP、PSは全量輸入によってまかなわれ、それらの量は1982年のデータによると、PEが約25,000t/y、PPが約4,000t/y、そしてPSが約5,000t/yである。輸入プラスチック類の現在の価格状況は、PVCの約1,000US\$/tが最も安価であり、低密度ポリエチレン（LDPE）、高密度ポリエチレン（HDPE）が1,200～1,300US\$/t、PPおよびPSが約1,600US\$/tで販売されている。国産PVCの価格は輸入品より若干高いため、販売量を確保することが容易ではない状況下であり、品質の向上と価格を安定させて、輸入品との競争力を高めることがユーザーから求められている。

現在のところPVCの用途としては、硬質パイプ用やフィルムおよびくつ類が多く、この三分野の消費が全体の70%以上を占めている。しかしながら、全般的にみると、昨今の経済不況の影響をまともに受けて、ほとんどの分野で需要の伸び悩みに直面しており、消費の再活性化が待たれている。ペルーから他国へのプラスチック類の輸出は、加工製品の形で一部行なわれてはいるものの、樹脂としては行なわれていない。近隣のアンデス諸国への輸出は、潜在市場の大きさを考えると、近い将来、実現の可能性は残されているものの、ベネズエラ、コロンビアなどの設備能力の増設計画も明らかになっているため、ペルーからの輸出が容易に実現するとも思われない。

以上のような厳しいPVC市場の現状からみて、将来を予測することは多くの困難を伴うが、これまでペルー経済がたどってきた歴史を振り返っても、現在の不況から立ち直す十分な国力を有しており、近い将来において堅実な需要の回復も期待される。以下の各項では、PVCの市場および需要動向を中心にながめ、本計画の規模を市場予測の観点から検討する。

## 4.2 国内市場の現状

### (1) 市場規模

1982年のペルーにおけるPVC総需要量は、14,460 t/yである。人口が約1,800万人であるから、人口一人当りのPVC消費量は約08kgである。Table 4-1は、1976年以降7年間の市場規模の推移を示したものである。

Table 4-1 Historical PVC Market in Peru

Year	Demand(t/y)
1976	15,720
77	18,443
78	12,057
79	11,454
80	14,153
81	16,280
82	14,460

(Source.SPL)

### (2) 用途別需要

#### 1) PVCの主要用途

ペルーで消費されているPVCの主要用途は、下記の通りである。

##### a) 日用品

- ・食油容器
- ・化粧品容器
- ・フィルム
- ・シート
- ・くつ
- ・レコード

##### b) 建設材料

- ・パイプおよび付属品
- ・床材
- ・被覆電線

##### c) 医療器具

- ・輸血・点滴用具
- ・細管

##### d) その他

2) 用途別需要内訳

主要用途別消費内訳を、Table 4-2 に示す。

Table 4-2 PVC Demand Breakdown

(Unit tons per year)

Year	Pipes	Film/Sheet	Bottle	Insulation	Shoes	Record	Floor	Others	Total
1978 (%)	5,115 (42.4)	1,438 (12.0)	1,473 (12.2)	1,315 (10.9)	1,922 (16.0)	399 (3.3)	367 (3.0)	28 (0.2)	12,057 (100.0)
1979 (%)	4,580 (40.0)	1,780 (15.5)	1,460 (12.7)	1,042 (9.2)	1,790 (15.6)	487 (4.3)	290 (2.5)	25 (0.2)	11,454 (100.0)
1980 (%)	5,100 (36.0)	1,743 (12.3)	1,770 (12.5)	1,500 (10.6)	2,754 (19.5)	703 (5.0)	500 (3.5)	83 (0.6)	14,153 (100.0)
1981 (%)	6,100 (37.5)	2,420 (14.9)	2,000 (12.2)	1,940 (12.0)	2,870 (17.7)	500 (3.0)	350 (2.1)	100 (0.6)	16,280 (100.0)
1982 (%)	6,250 (43.1)	2,370 (16.3)	1,730 (11.9)	1,410 (10.0)	2,070 (14.3)	340 (2.4)	240 (1.7)	50 (0.3)	14,460 (100.0)

3) 販売価格

1983年6月14日時点のSPL製のレジンとコンパウンドの国内販売価格は、Table 4-3 にまとめた通りである。

Table 4-3 SPL Domestic Sales Price

(US\$/t)

a) レジン	
・ホモポリマー	1,100
・コポリマー	1,316
b) コンパウンド	
・シャンプー容器	1,794
・カバーフィルム	1,794
・医療用器具	1,868
・一般用びん	1,868
・耐衝撃性びん	1,943
・レコード	1,890
・ダイナマイト導線	1,645
・くつ	1,645
・くつ底	1,868
・電線被覆	1,566
・ホース	1,566
・細管	1,418
・食油びん	1,764

### 4.3 輸入の現状

1982年におけるペルーのPVC輸入量は約7,200t/yであり、これは総需要の約半分に相当する。本項では、PVCを初めとするプラスチック類の輸入の現状をまとめ、輸入品と国産品の競合性などを検討する。

#### (1) PVCの輸入

##### 1) 輸入量と価格

過去のPVC需要とそれを満たすために輸入されたPVCの量と割合をTable 4-4にまとめた。過去7年間、平均して需要の50%以上を輸入に依存している傾向が続いており、常にSPLが供給する国産品との価格競争が展開されてきたことが想像できる。輸入PVCのタイプはサスペンションタイプがほとんどであり、エマルジョンタイプの輸入はきわめて少ない。

1982年以降の価格動向をTable 4-5に示す。

1983年6月現在の総コストは約871US\$/tとなっている。上述した輸入PVCの総コスト計算の典型例をTable 4-6にまとめる。

Table 4-4 Historical PVC Demand and Import

Year	Demand(t/y)	Import(t/y)	Share(%)
1976	15,720	8,483	54
1977	18,443	12,468	68
1978	12,057	3,837	32
1979	11,454	6,166	54
1980	14,153	6,649	47
1981	16,280	10,087	62
1982	14,460	7,150	49

Table 4-5 Price of PVC Resin(Homopolymer)  
(US\$/t)

Year	Month	FOB	CIF
1982	1	538.6	665.3
	2	528.8	637.9
	3	502.9	597.0
	4	497.2	577.1
	5	533.0	672.0
	6	435.0	552.4
	7	533.1	658.9
	8	500.5	521.8
	9	441.0	566.7
	10	457.3	582.8
	11	448.0	563.1
	12	467.1	584.9
1983	1	445.4	576.0
	2	490.2	614.1
	3	434.4	560.9
	4	398.5	522.1

Table 4 - 6 Typical Cost of Imported PVC  
(as of June 14, 1983)

(1) FOB	450	(US\$/t)
(2) Freight	100	
(3) C&F	550	
(4) Insurance	8.25	
(5) (3) × 1.5 %		
(5) Sub Total	558.25	
Taxes		
(6) 40% CIF	223.30	
(7) Freight marine (2) × 10%	10.00	
(8) Financial Cost (FOB × 8.4 %)	37.80	
(9) Commission etc (6)+(7) × 15%	34.995	
(10) Total Taxes	306.095	
(11) Freight(Callao~Lima)	7.00	
(12) Grand Total (5)+(10)+(11)	871.345	... Total Cost
Relation : $\frac{(12)}{(1)} = 1.936$		

2) 輸入元と輸入PVCの主要顧客

最近ペルーへPVCを輸出している主要国は、南アフリカ共和国、アメリカ合衆国であり、その他西ドイツ、メキシコ、ベルギーなどからも輸入されている。

南アフリカ共和国のAECI、アメリカ合衆国のB. F. GoodrichとCONOCO Chemicals、西ドイツのChemische Werke Hulsなどが代表的な輸出メーカーである。南アフリカ共和国とアメリカ合衆国による輸入量は全体の約7割を占めるほどであり、輸入依存度の大きさを物語っている。

4.4 価格動向

(1) 概要

ペルーにおけるPVC価格は変動が激しく、輸入PVCのFOB価格も下記の通りである。

Table 4 - 7 FOB Price of Imported PVC

年	FOB 価格 (US\$/t)
1975	549
1976	357
1977	471
1978	441
1979	618
1980	741
1981	577
1982	490
1983 (4月までの平均)	442

## (2) 製品コストと製品販売価格

SPLの製品の製造コストは1983年5月の時点で、レジンは914 US\$/t、コンパウンドが1,500 US\$/tである。

国産および輸入PVCレジンの販売価格の推移をTable 4-8に示す。これをみると政府より価格統制が行なわれた1979年までは、国産品の優位性が保たれていたが、その後は輸入品の方が安価となっており、1983年平均予想価格の価格差は55 US\$/t位になると思われる。ペルー国内のPVC製品メーカーの中の何社かがSPL製のものから輸入品へと原料を転換している理由はひとえにこの価格差にあると思われる。

現在、アンデス諸国からの輸入品には、本来ならば課せられるFOB価格の40%相当の輸入税が相互に免除されるという保護政策が実施されている。そのためコロンビアはC&F価格で750 US\$/t、リマ渡し価格850 US\$/tで販売することを計画し、ヘルーの輸入業者に積極的に働きかけている。

Table 4-8 Historical Sales Price of PVC  
(US\$/t)

Year	Domestic	Imported
1977	892(*)	-
1978	961(*)	-
1979	995(*)	1,310
1980	1,434	1,199
1981	1,119	980
1982	843	825
1983	1,107	1,052
( Estimated Average )		

(\*) Subject to Government Control

## (3) 今後の価格動向

最近報せられたところによると、米国でのPVC需要は好転し、価格も上昇しつつある模様である。需要の低迷状況も回復へとむかい、景気も底離れ傾向にあるため、今後のPVC需要は住宅建設等の活発化と共に安定した伸びが予想され、それに伴い価格も強含みて推移するものと思われる。

## 4.5 用途別にみた需要予測

予測に当って、需要の用途別タイプを次の8項目に分けた。

- (1) パイプおよび付属品
- (2) フィルム・シート

- (3) びん
- (4) 電線被覆
- (5) くつ
- (6) レコード
- (7) 床材
- (8) その他

需要の予想伸び率および得られた予想需要量をTable 4-9と4-10に示す。用途別需要予測の前提についてはオリジナルレポートを参照のこと。

Table 4-9 Demand Growth Rate by Use

Year	Pipes	Film/Sheet	Bottle	Insulation	Shoes	Record	Floor	Others
1982								
1983	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	3.0	3.0	5.0
1984	5.0	5.0	4.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0
1985	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0
1986	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0
1987	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0
1988	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0
1989	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0
1990	8.0	8.5	6.0	10.0	7.0	6.0	7.0	5.0

Table 4-10 Demand Forecast by Use

(Unit : tons per year)

Year	Pipes	Film/Sheet	Bottle	Insulation	Shoes	Record	Floor	Others	Total
1982	6,250	2,370	1,730	1,410	2,070	340	240	50	14,460
1983	6,440	2,440	1,780	1,480	2,150	350	250	50	14,940
1984	6,750	2,560	1,850	1,580	2,260	370	260	60	15,690
1985	7,290	2,780	1,960	1,740	2,420	390	280	60	16,920
1986	7,870	3,020	2,080	1,920	2,590	410	300	60	18,250
1987	8,500	3,270	2,200	2,100	2,770	440	320	60	19,660
1988	9,180	3,550	2,340	2,320	2,960	460	340	70	21,220
1989	9,920	3,850	2,480	2,550	3,170	490	360	70	22,890
1990	10,710	4,180	2,630	2,800	3,390	520	390	70	24,690

1978年以降1982年までの需要実績の推移と今回行った1980年までの需要予測値をグラフに表わしたものがFigure 4-1である。

1982年以降、破線で示した曲線は、今回の予測値の±10%の値を結んだものであり、斜線で囲んだ領域は、1984年以降の伸び率が6%と10%の曲線で囲まれた部分である。このよう

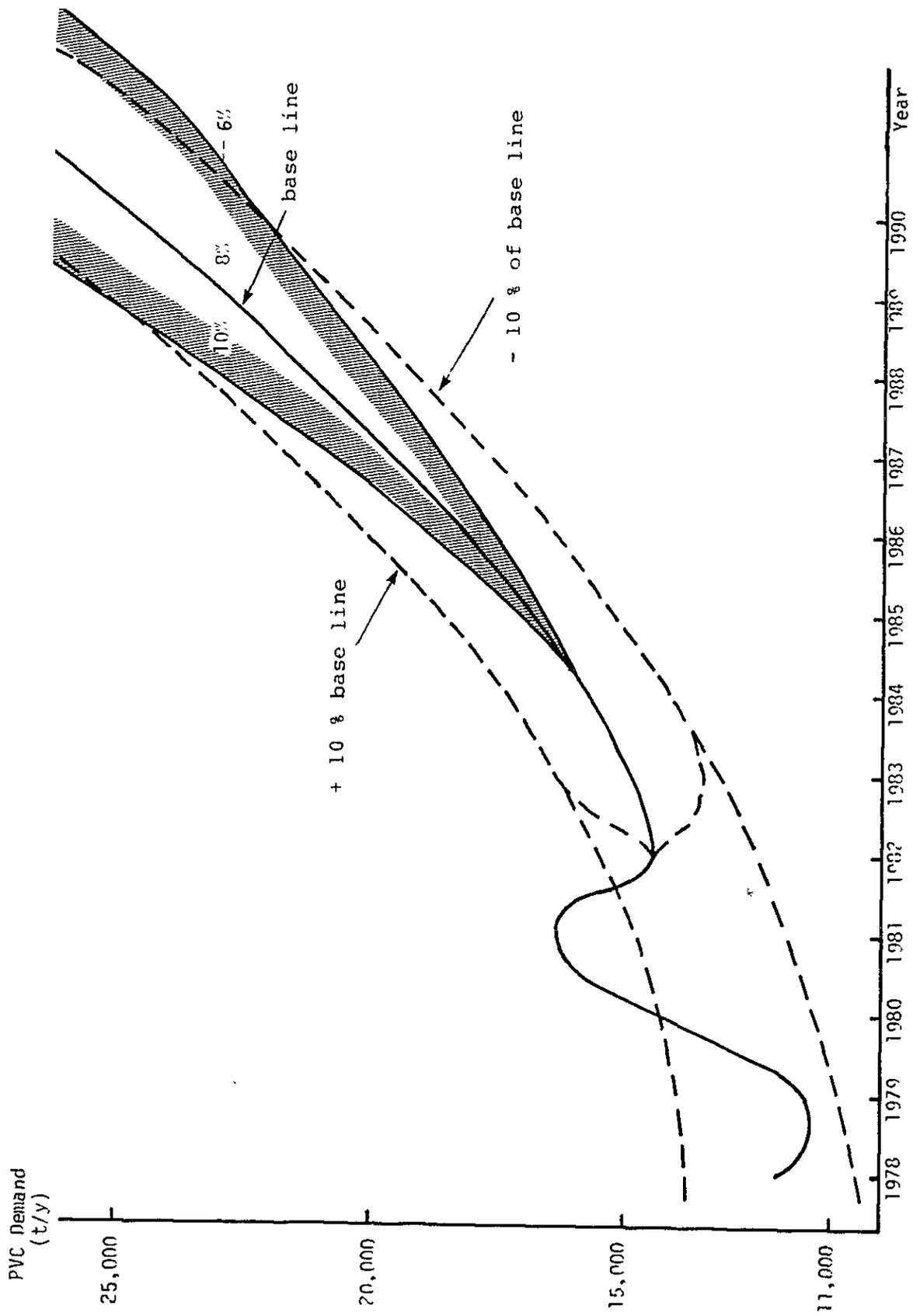


Figure 4-1 Historical PVC Demand and its Forecast until 1990

に数値に幅をもたせた予測結果をみても、1988年時点では19,000 t/y以上の需要が見込まれることがわかる。

Figure 4-2は1990年までの予測値を1995年まで外挿したもの（ヘース曲線）であり、あわせて1990年の需要量の+10%から-15%までの変動を想定したグラフである。ベース曲線を見れば、1995年には約30500 t/yの需要が予測されることになる。25,000 t/yの需要が達成されるのは、+10%の場合か1989年、-10%では1992年そして-15%においては1993年半ば頃であろう。

したがって、1988年の商業生産開始初年での需要量の予測結果からみても、本計画の生産規模は約25,000 t/yが適当と考えられる。

#### 4.6 相関分析による需要予測

国民一人当たりの国内総生産額（GDP）と、国民一人当たりのPVC需要量の相関関係を調べてヘルレーの将来の需要動向を予測するために、30カ国のデータを用いて相関分析を行なった。

##### (1) 分析手法

まずTable 4-11にまとめたデータをロジスティック曲線にあてはめてグラフを作成し、将来の予想される一人当たりのGDPの値とPVCの一人当たり需要量の関係を求める。人口の伸び率を想定して設定された年次における総人口を求め、それに一人当たりの需要量を掛け合わせてPVCの総需要量を予想するというのか手法の概要である。ロジスティック曲線を採用した理由は、この種の需要は国の経済力の増加に伴って一人当たりのGDPが増え、一定水準に達すると需要が横ばいになるものと考えられるためである。

得られたロジスティック曲線はFigure 4-3のように描かれる。

Table 4-11 GDP vs. PVC Demand in 1981

No	Country	GDP per capita (US\$)	PVC demand per capita /kg	Remarks
1	Korea	1,698	6.28	
2	Japan	9,878	9.65	
3	Thailand	765	1.12	
4	Malaysia	1,680	2.29	
5	Philippines	785	1.09	
6	Indonesia	456	0.72	
7	India	241	0.12	
8	Australia	10,888	11.10	
9	Canada	11,724	9.38	
10	United States	12,569	12.79	
11	France	10,561	13.68	
12	Spain	5,640	5.48	•
13	Greece	4,181	4.90	•
14	Rumania	6,227	9.25	••
15	Turkey	1,254	0.64	•
16	Hungary	2,334	10.55	
17	Norway	13,937	17.07	
18	Sweden	13,521	14.42	
19	Denmark	11,246	13.48	
20	United Kingdom	9,353	5.81	•
21	Netherland	9,798	11.94	•
22	Belgium	12,080	10.75	•
23	W Germany	11,142	20.66	•
24	Switzerland	15,926	8.32	•
25	Mexico	2,591	1.75	•
26	Colombia	1,218	1.16	•
27	Venezuela	4,315	4.46	•
28	Peru	1,160	0.89	•
29	Chile	2,530	1.17	•
30	Brazil	2,021	2.82	•

Remarks : \* 1980 data  
\*\* 1980 GNP data

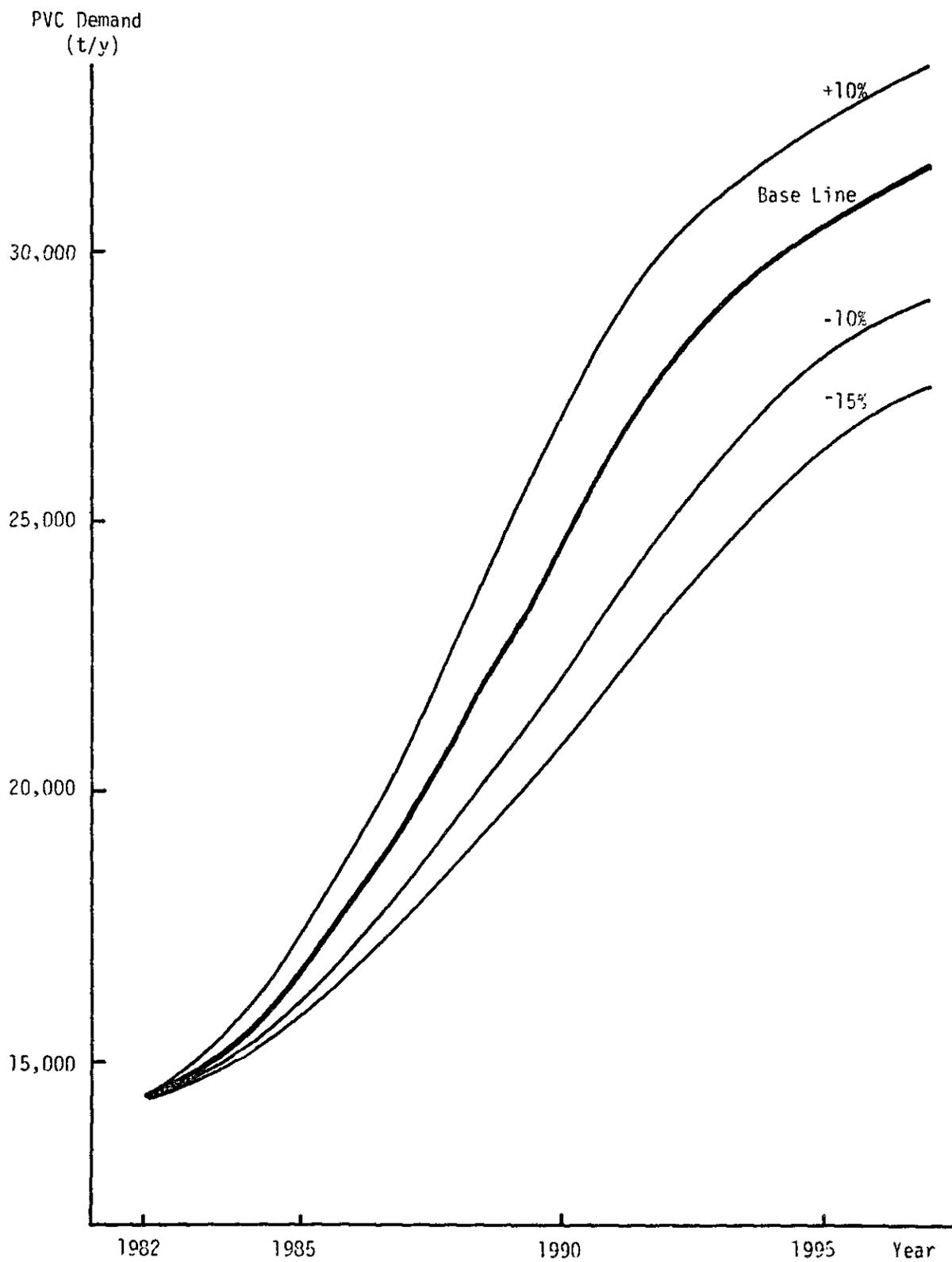


Figure 4-2 PVC Demand Forecast until 1995

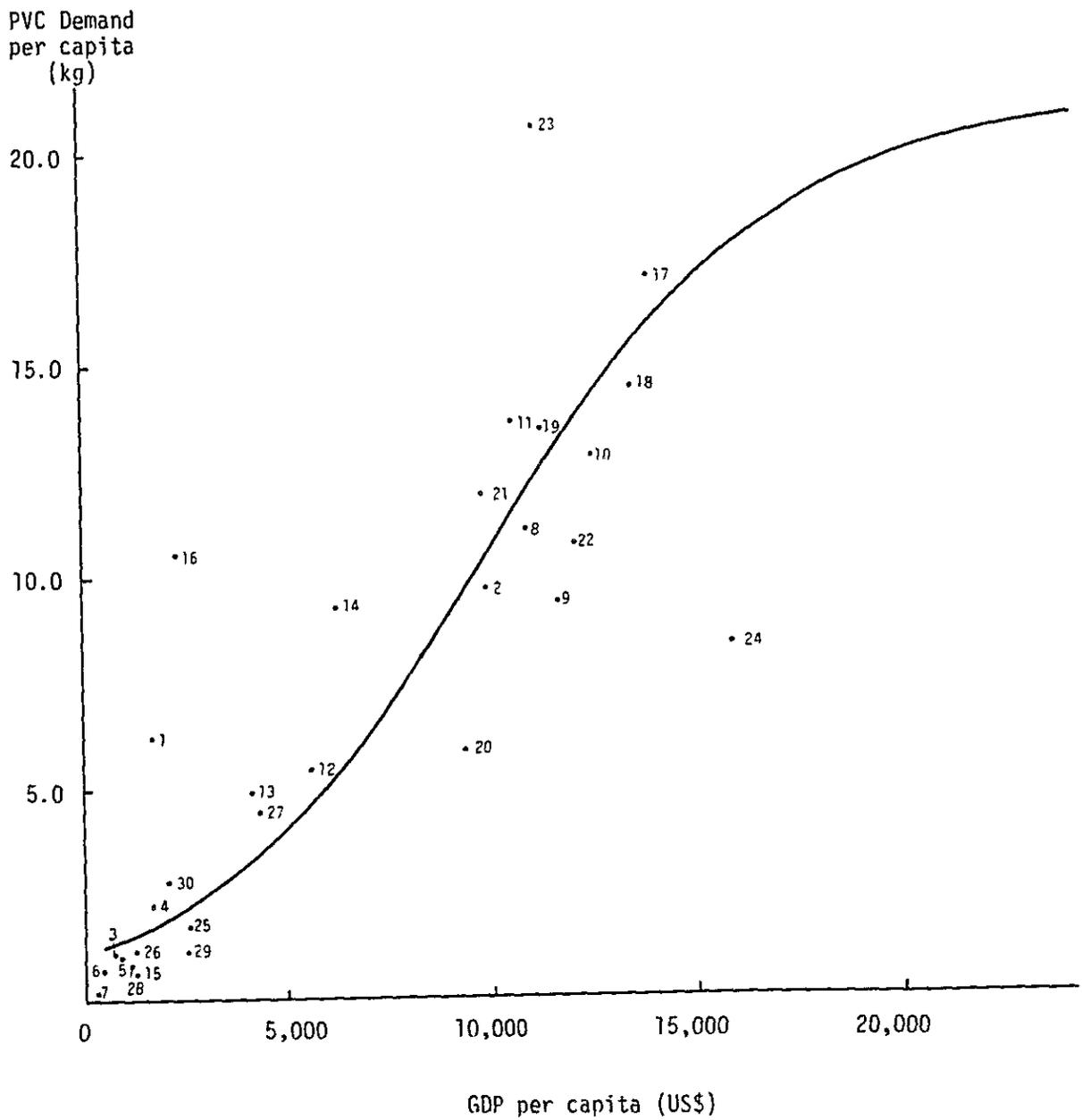


Figure 4-3 Original Plot and Logistic Curve for Correlation Analysis

## 12) 需要予測の結果と報告

30カ国のデータのオリジナルプロットをみると、グラフ上一部はらつきがあるものの全体としては得られた曲線の近辺に位置しており、GDPとPVCの需要に相関関係があることを裏付けている。今、仮にGDP一人当りの伸び率を2%から6%まで1%きさみに設定する。曲線グラフを用いて1988年時点の一人当りGDPを計算し、各々の値に対応する一人当りPVC需要量を求める。(Table 4-12参照)一方、1981年のヘルーの総人口約1,828万人をもとに、年率2.8%の人口伸び率を仮定すると1988年には約2,218万人に達することになる。したがって一人当りPVC需要量に総人口を掛け合わせることで1988年の年間PVC需要量が得られる。この結果をまとめてTable 4-13に示した。

ヘルーの1981年における一人当りGDPは1,000US\$であり、近隣の諸国に比べても低い値となっている。PVCの需要量も0.89kg/人と小さい。

得られた曲線に沿って1988年時点で予想されるGDPの値まで移動させると最も低い伸び率2%を仮定しても、34,000t/yのPVC需要が予想される。この結果は前項で述べた用途別の積み上げによる需要予測値約21,200t/yよりはるかに大きいものである。このことは、ヘルーか他の諸国と比べて、GDPのレベルの割にはPVC消費が少ない国であることを意味している。つまり、相関分析の手法による需要予測結果は、ヘルーの現実を見る限り楽観的すぎる予測と言わざるを得ず、プロジェクトサイズを決定するための指標とはならないものと思われる。逆の見方をすればヘルーはPVCの消費の面では大いに潜在力を有しており、市場としては有望であることを意味している。今後のヘルーにとって、国の近代化や工業化の度合をさく一つの目安あるいは目標値として扱えられるべき情報であろう。一般的に言って、一人当りのPVC消費量が3kgに達していれば、PVC消費からみた先進国として分類されるものと思われる。

以上より市場調査の結果からみると、本計画のプロジェクトサイズとしては、用途別積み上げの結果得られた25,000t/yを採用するのが妥当と判断され、需要の伸び動向をながめながら本計画実現後、設備能力の増大などを検討する方がふさわしいと考える。

Table 4-12 Result of Correlation Analysis

GDP per capita (US\$)	PVC demand per capita (kg)
500	1.27
1,000	1.45
1,500	1.67
2,000	1.90
2,500	2.17
3,000	2.47
3,500	2.81
4,000	3.18
4,500	3.59
5,000	4.05
5,500	4.55
6,000	5.09
6,500	5.67
7,000	6.29
7,500	6.95
8,000	7.64
8,500	8.37
9,000	9.11
9,500	9.87
10,000	10.63
11,000	12.15
12,000	13.60
13,000	14.93
14,000	16.11
15,000	17.11
16,000	17.95
17,000	18.64
18,000	19.18
19,000	19.63
20,000	19.95

Table 4-13 GDP Growth Rate vs. PVC Demand

GDP per capita growth rate (%)	1988 GDP per capita (US\$)	PVC demand per capita (kg)	PVC demand in 1988 (t/y)
2	1,264	1.56	34,600
3	1,353	1.60	35,500
4	1,448	1.64	36,400
5	1,548	1.69	37,500
6	1,654	1.74	38,600

#### 4.7 他プラスチックの代替と需要開拓

今後PVCが他プラスチック類と代替して需要量を伸ばしていくことか見込まれる分野は、包装用のフィルムであろう。PVCが食品や医薬品の包装フィルムとして今後消費を増やしていくためには、現在問題となっているフリーモノマー成分の含有量を低下させ、製品の規格を若干変更することが望まれる。このようにPVCの新規需要開拓には、難点が多く、他プラス

チックからの代替量はさほど多くは期待できないものと思われる。さらに将来PVCの需要を伸ばす要因の一つには、硬質製品用に使われているPE、PPの代替が考えられるが軟質用途と同様、ユーザーの要望に合致した製品の供給に努めつつ消費拡大を図っていくことが重要である。

以上の通り、PVCと他のプラスチック類は用途ごとに相互に代替して新規需要を生んでいく関係にあり、近い将来本計画から供給されるPVCが大幅に他プラスチックを代替していくことは考えにくい。

#### 4.8 アンデス諸国への輸出

##### (1) アンデス諸国のPVC生産と需要

アンデス諸国のうち、現在PVCを生産・供給しているのはコロンビア、ベネズエラ、ペルーの三カ国のみである。各国の現有生産能力はTable 4-14に示す通りである。

また、各国における生産企業は以下の通りである。

Table 4-14 PVC Production Capacities for Andean Countries

国名	生産能力 (t/y)
コロンビア	46,500
ベネズエラ	36,000
ペルー	7,200
計	89,700

##### ・コロンビア

- ・ Petroquímica Colombiana
- ・ Colcarburo

##### ・ベネズエラ

- ・ Petroplas
- ・ Tablazo

##### ・ペルー

- ・ SPL

1981年時点のアンデス諸国のPVC需要の合計は、約120,000t/yであり、約32,000t/yを輸入によってまかなっているのが現状である。コロンビアのPetroquímica Colombianaは現在の42,000t/yの設備能力を72,000t/yまで拡張させる計画がある。また同国のColcarburoはカーバイド法による4,500t/yのプラントを12,000t/yに増大させることをもくろんでいる。これが実現すればコロンビアの生産能力は84,000t/yとなり他のアンデス諸国への輸出余力さえ生じる見込みである。

本計画が実現した際のアンデス諸国のPVC需給バランスは、Table 4-15のごとくなるものと考えられる。不足分は輸入によって補充しなければならず、ヘル国内の需要が1988年時点で、予想値の約20,000 t/yに達しない場合でも、本計画による生産分をアンデス諸国へ輸出する可能性のあることを意味している。

Table 4-15 Forecast PVC Demand in Andean Countries  
(Thousand t/y)

Year	Demand Growth Rate	
	5 %	10%
1981 (actual)	119.9	119.9
1982	125.9	131.9
1983	132.2	145.1
1984	138.8	159.6
1985	145.7	175.5
1986	153.0	193.1
1987	160.7	212.4
1988	168.7	233.7

#### 4.9 カルシウムカーバイド、石灰窒素、生石灰、消石灰の需要

カルシウムカーバイドの国内需要の現状を調べ、近い将来における消費見通しをさぐったか、当面大きな伸びが期待されないことが明らかになった。

Hornos Electricos社からの供給ではほぼ需要は満たされており、新規需要もあまりなさそうである。また農業用石灰窒素の導入はまだまだ先になると思われ、需要開拓に時間がかかる。さらに生石灰、消石灰の需要見通しも調査したが、いずれも近い将来まとまった量の需要は望めそうもない。

#### 4.10 まとめ

上述した市場と需要の調査により得られた結論を要約すると以下の通りである。

##### (1) PVC国内需要の規模

PVCの用途別の需要調査から得られた予測量は1988年に約20,000 t/yであった。これは相関分析手法を用いて得られた需要量よりは少ないものの、より現実的な値と判断され、相関分析の結果は、やや楽観的な予測と理解される。今後の市場動向の変動を考慮して需要予測地の±10～15%の幅を想定して検討を加えたが、やはり本計画の生産規模としては25,000 t/yが適当であり、これ以上の規模の設定は需要面からみて危険であると結論する。

##### (2) PVC価格

1983年6月時点の国産PVCの価格1,100 US\$/tは輸入品と比べても競争性がある。もちろんその時々 CIF 価格や関税率によって価格の優位性は逆転するが、1,100 US\$/tという値は本調査の前提として妥当なものと思われ、この価格で製品が供給されれば現在輸入しているPVCも本計画によって代替されることか可能であろう。したがって本調査の財務経済評価は1,100 US\$/tを採用して行なうことが適当と判断する。

(3) 他プラスチックの代替

他プラスチックをPVCが代替することから生ずるPVCの新規需要量は計上しなかった。なぜならば、逆に他プラスチックがPVCを代替する可能性も充分考えられるからであり、現時点でどちらがより進行するかを定量的に予測することはきわめて難しいからである。製品PVCの品質向上により、現在PEが主流である食品などの包装用途向にPVCの需要が増加することか予想される。

(4) 輸出可能性

同様に本PVCのアンデス諸国への可能輸出量も本調査に計上しなかった。国内価格および輸入関税率いかんでは逆に輸入のほうか多くなることもあり得るからである。本計画にとっては、現下の厳しい世界市場に輸出することよりも、国内市場を制することのほうかより重要と思われる。

(5) 中間製品および副製品の需要

本計画から得られる中間製品および副製品の需要はほとんど認められない。したがってこれらを製造するための追加投資を行なうべきではない。しかし、本調査の最終段階に入手したSPLからの情報によると、SPLのコンプレックスで製糖用に約9,000 t/yの消石灰の需要か見込める可能性か示唆された。今後検討の価値がある。

(6) 品質管理

輸入品との競争性において製品の品質管理を適確に行なうために、品質管理部門を設置することが必要である。

## 第5章 プロジェクトスキーム

### 5.1 検討された代案

現地調査以前の段階で三つの基本スキームが立案された。(Figure 5-1、5-2、5-3参照)プロジェクトスキーム(1)(Figure 5-1)は石灰石の採石からPVC重合に至るプロセスの中で、PVCのみを生産する最も簡単なスキームである。プロジェクトスキーム(2)(Figure 5-2)はPVCと共に石灰窒素を生産するものである。石灰窒素はすぐれた窒素肥料であり、殺虫効果や土壌中和作用を有している。しかもカルシウムカーバイドに窒素を吹き込むだけで簡単に製造できる。(1)、(2)案どちらも、VCMはアセチレンおよびパラモンガ工場で生産される塩化水素の反応によって生産・供給される。第(3)案はこれらと異なり、輸入EDCを利用してVCMを製造している現有プラントはそのまま残して使用するのて、VCMと塩化水素が既存生産ラインから供給される。もし生石灰やカルシウムカーバイドそしてアセチレンの需要が確認されれば、こうした中間製品の生産能力はその需要量に基づいて決定される。第(2)案採用の可能性は石灰窒素の需要いかににかかっている。現地調査の結果、近い将来需要が見込めることが明らかになったか、今のところ消費の実績がないのか実情である。今のところ知名度が低い上に、PETROPERU社が生産している尿素が市場に広く出回っているなど石灰窒素の市場開拓にはまた時間がかかりそうである。こうした状況から、石灰窒素の生産を本計画に組み入れることは冒険的であると判断し、SPLもこれに同意したため第(2)案の採用を取りやめた。

プロジェクトスキーム第(3)案は前述の通り輸入EDCを利用する既存のPVC設備も使用してPVCを生産するものである。現在SPLが海中投棄している塩化水素は年間20,000～25,000tもありこれを使えばPVCに換算して33,000～42,000t/yの供給が可能である。第4章の市場調査に詳しく述べられているが、PVCの需要見通しからみて年間25,000tを超える規模で本計画を行なうことは妥当とは思われない。それゆえ第(3)案は現実性を欠くものとして不採用とした。こうして第(1)案がプロジェクトスキームの最終案として選定された。

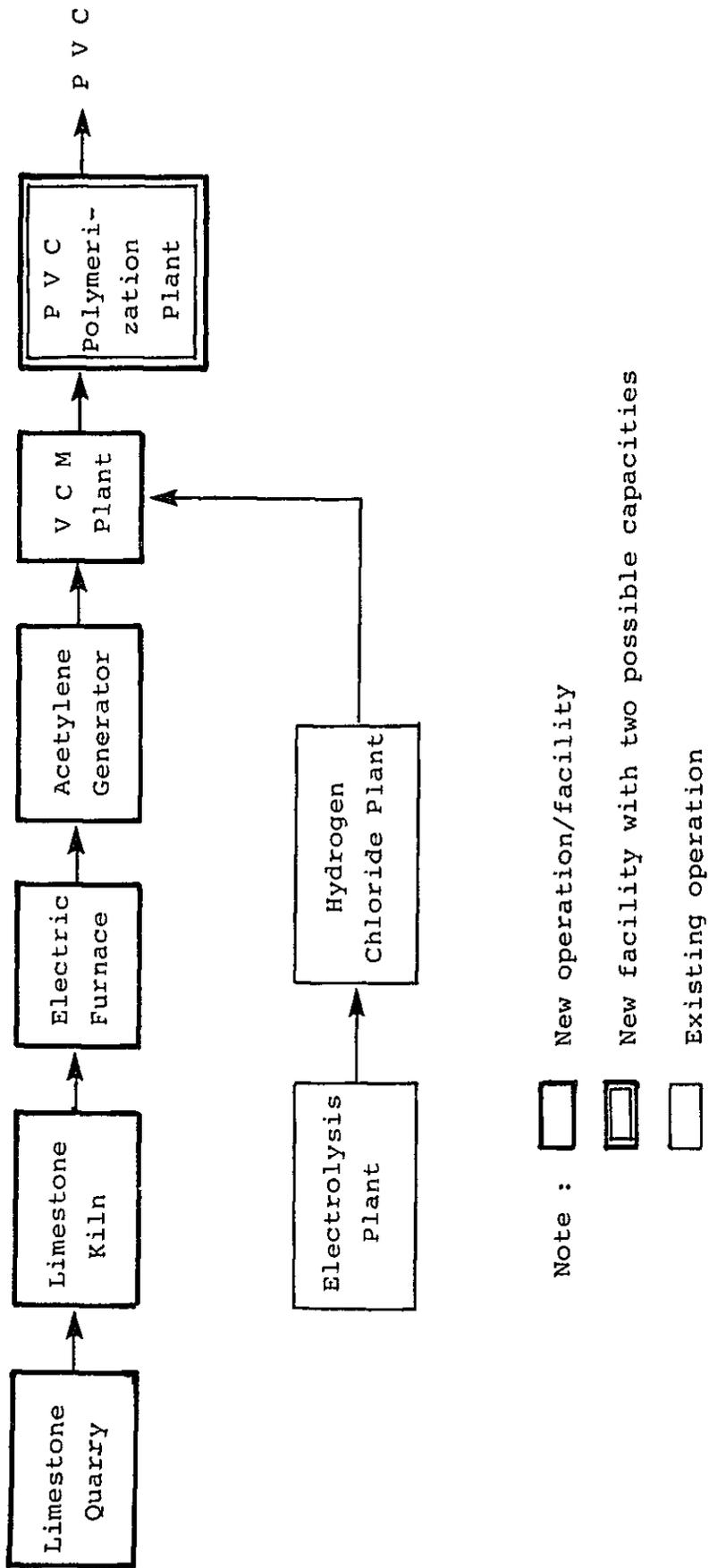


Figure 5-1 Project Scheme (1)

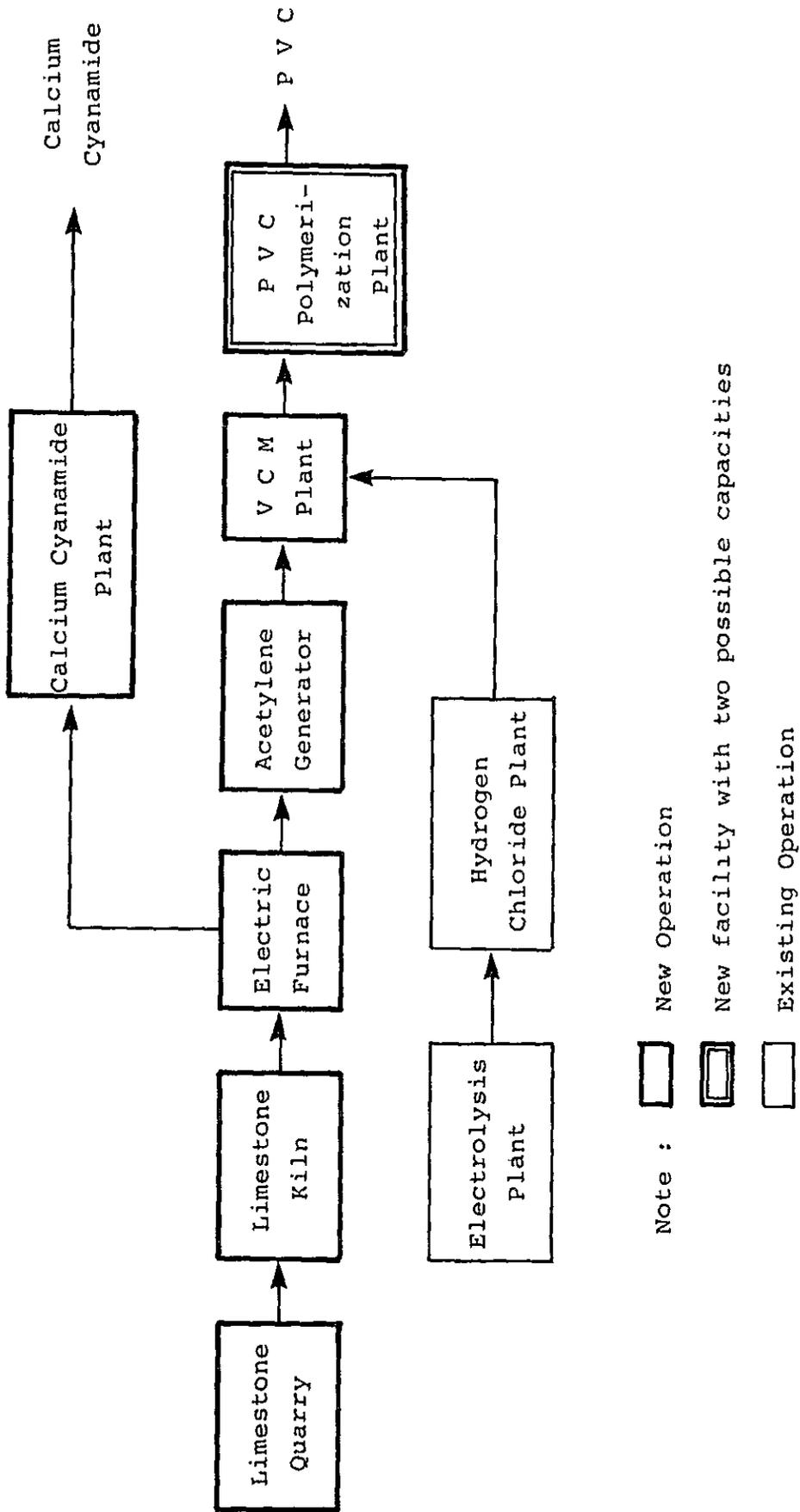


Figure 5-2 Project Scheme (2)

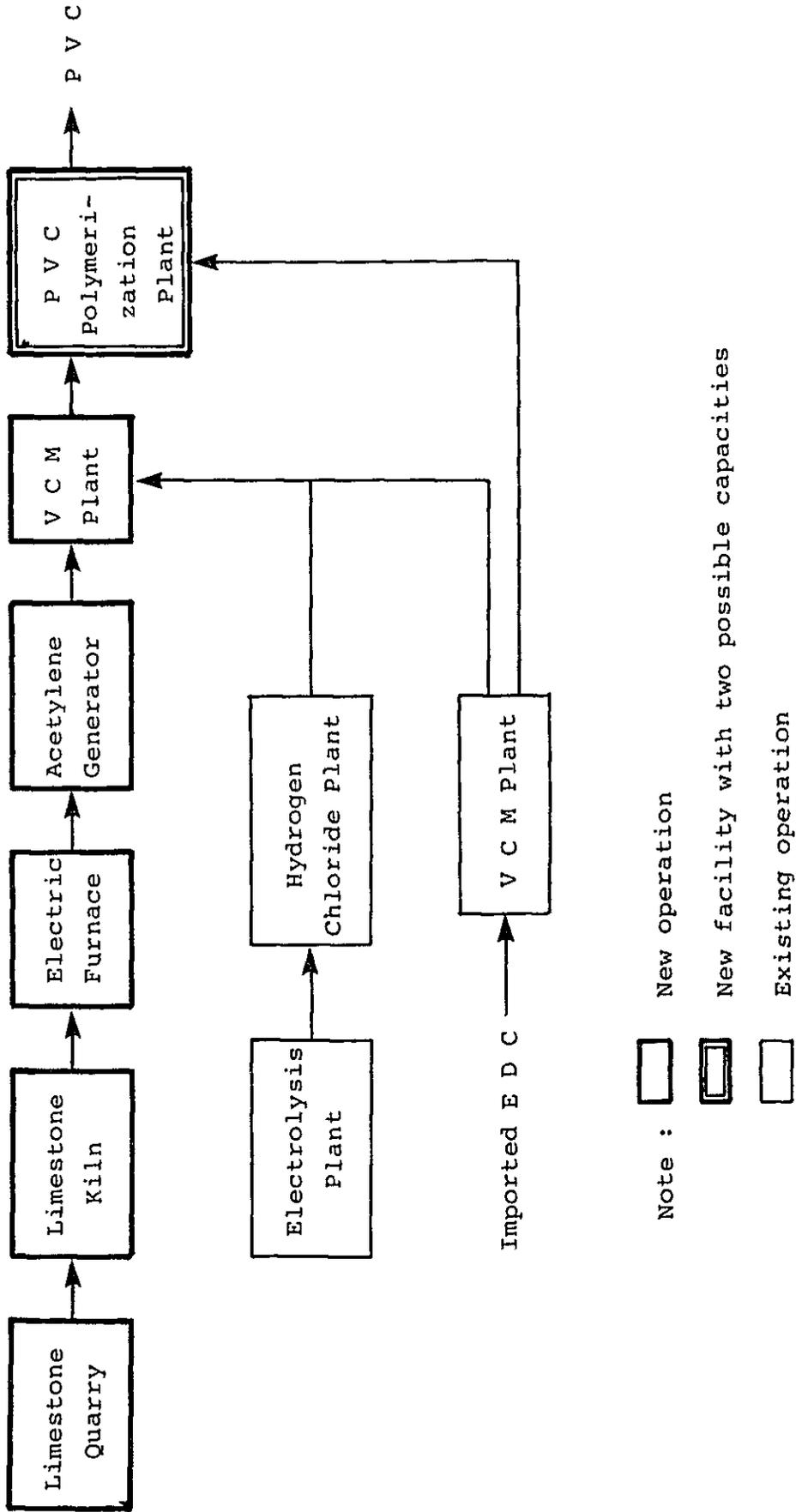


Figure 5-3 Project Scheme (3)

## 5.2 石灰石鉱山の選定

石灰石鉱山を選定するための要因は下記の通りである。

(1) 以下の条件に見合う石灰石を豊富に埋蔵していること。

CaCO<sub>3</sub> 98%以上

SiO<sub>2</sub> 15%以下

(2) 設備建設予定地までの輸送距離が短いこと。

(3) 周辺のインフラストラクチャーが満足できる状態にあること。

調査団は上記を念頭に置き次の9ヶ所の候補地を調査した。

1) Casma

2) Yautan

3) Tinta

4) Norca

5) Tarica

6) Pariahuanca

7) Tumac

8) Navas

9) Chacapalpa

これら9ヶ所の候補地を調査の末、石灰石鉱床の状態や鉱山周辺の環境、またサンプル試験の結果に基づき Pariahuanca が原料石灰石の供給地として選定された。他は石灰石の品質、大規模開発の可能性、輸送の容易さなどの点から総合的に判断すると Pariahuanca より劣ると結論された。

## 5.3 設備建設予定地の選定

石灰石キルンとカーバイド電気炉を既設バラモンガ工場に隣接する用地に設置する場合と原料の石灰石を採取する Pariahuanca に設置する場合の二つのケースにつき比較検討を行なったところ、バラモンガに全ての製造設備を建設することのほうが経済的に有利であるとの結論に達した。

年間輸送コストの総額を比べると Pariahuanca の方が有利であるか、Pariahuanca に上記設備を建設する場合、建設コストの増加や経営上の不便さ、人件費の増加などの不利な点もあるためこの輸送コストの差額は十分相殺されてしまうものと思われる。

バラモンガはプラントの建設、運転の面からみて現状で考えられる唯一の候補地であると思われる。

## 5.4 決定されたプロジェクトスキーム

検討の末、プロジェクトスキームを以下のように決定した。

### (1) 製造工程案

製造工程案は Figure 5-1 に示したプロジェクトスキーム(1)と基本的に同してある。新たに 25,000 t/y の規模をもつ PVC 重合装置を建設するもので、最終的に採られたスキームが次ページの Figure 5-4 に示される。

### (2) 生産規模

	年間 (t/y)	操業一日当たり (t/d)
PVC 重合装置	25,000	75
VCM 製造装置	25,000	77
アセチレン発生装置	9,945,000 *	29,865 *
カーハイド用電気炉	35,000	101
石灰石キルン	32,200	93
石灰石採石	58,000	168

\* 単位 立方メートル (標準状態)

### (3) 石灰石

石灰石の採石場は Pariahuanca とする。所定の大きさに分類された石灰石がハラモンガの設備建設予定地に輸送される。

### (4) 設備建設予定地

石灰石キルンから PVC 重合装置までの全ての製造設備は、ハラモンガの建設予定地に設置される。

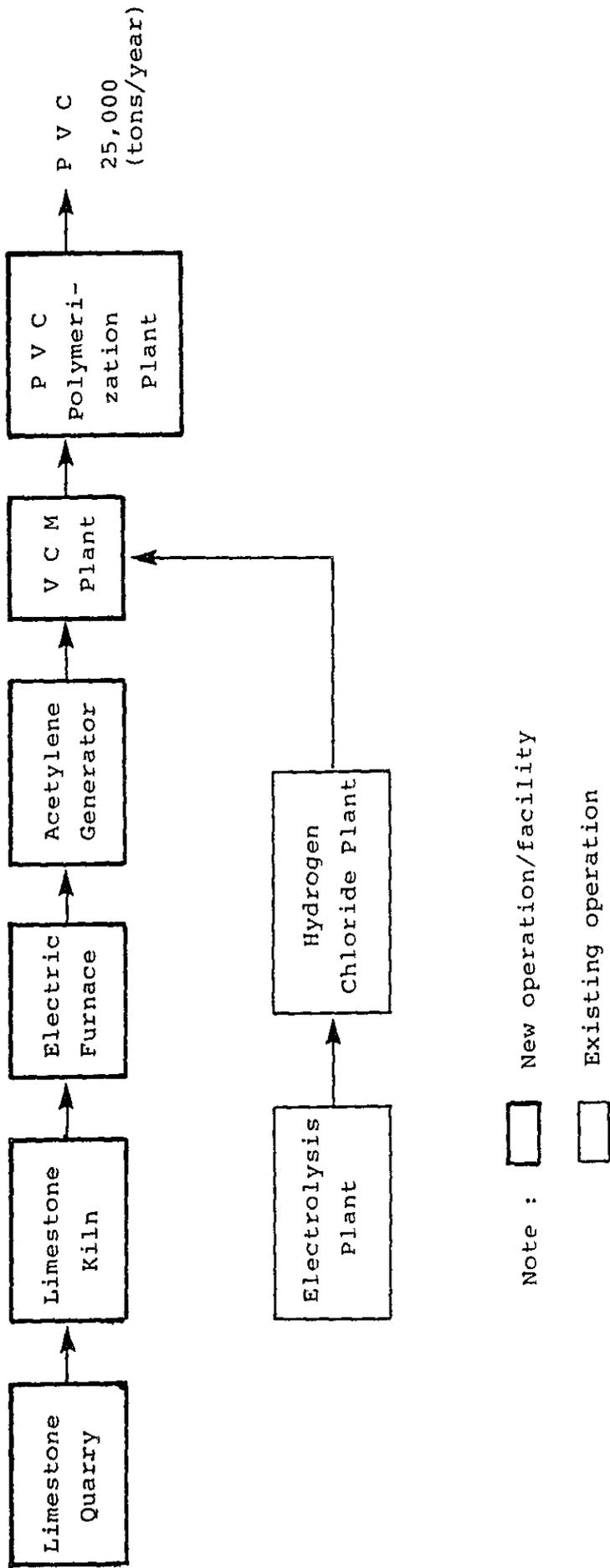


Figure 5-4 Project Scheme (Final)



## 第6章 石灰石

前述の通り、Pariahuancaのみが石灰石の採鉱場所として必要な条件を満たしたので、本計画の原料供給候補地である同地の状況を詳しく調べた。

### 6.1 石灰石の品質

Pariahuanca 鉱床は、上部と下部に二層の露頭があり、ほぼ同じ走向で断続している。下部鉱床は三つのブロックに分かれ、西面が岩壁になっている。(Figure 6-1) 下部鉱床の岩質は、鉱体の中間および上部に白色～白桃色の泥質岩を介しているが、サンプルの平均  $\text{SiO}_2$  は 1.01% と比較的良質である。また熱特性は、1300℃ 2時間の焼成テストで、サンプルのほとんどが合格している。

採取石灰岩の分析結果はオリジナルレポートにまとめてある。

### 6.2 採鉱計画

開発計画を具体化するには、精密な地質調査、試錐調査、鉱量計算を行なって、開鉱方法を充分検討する。採掘場所は、当初より下部、上部両鉱床を対象とし、切羽を複数化することによって、可採鉱量の増大と成分調整を図る。(Figure 6-2、6-3 参照)

破碎プラントは、PA 鉱体の下部か、PA～PD の中間斜面を利用し、精鉱 (70～30 mm)、粉鉱 (< 30 mm) の貯鉱場は下部平坦地 (耕地) に設ける。

採鉱法は、ベンチカット方式とし、クローラードリルによるさく岩発破を行なう。ベンチ高さは 8 m を基準とし、残壁角度を平均 60° とする。切羽運搬はホイールローターによるロートアンドキャリー工法を採用し、200 m 以上の遠距離運搬にはダンプトラックを使用する。破碎プラントは、一次スカルヒン、ジョークラッシャー、二次スクリーン (網目 70 mm、30 mm 二床式) とし、70 mm 以上はリサイクルしてクラッシャーに戻す。精鉱サイズは 70～30 mm として、塊鉱歩留りを 50% とした。30 mm 以下の粉鉱は、廃石として処理する。精鉱は、一時ストックして、採鉱用ホイールローダーでダンプトラックに積込んでハラモンガ工場へ運搬する。

### 6.3 輸送方法と道路状況

ハラモンガ工場と開発予定地の運搬距離は約 230 km、高度差最高 4200 m あり、ほぼ全線がアスファルトで舗装されている。Tarica～Pariahuanca の間が砂利道になっているが、大型トラックの通行は充分可能である。運行時間は、平均 50 km/h で走行すると片道約 4.5 時間、積込・休憩時間を含めて一往復約 10 時間である。運搬車は、1 台 16 t 積 (11 t 車) として、200 t/d を運搬するのに 11 台のダンプトラックが必要である。

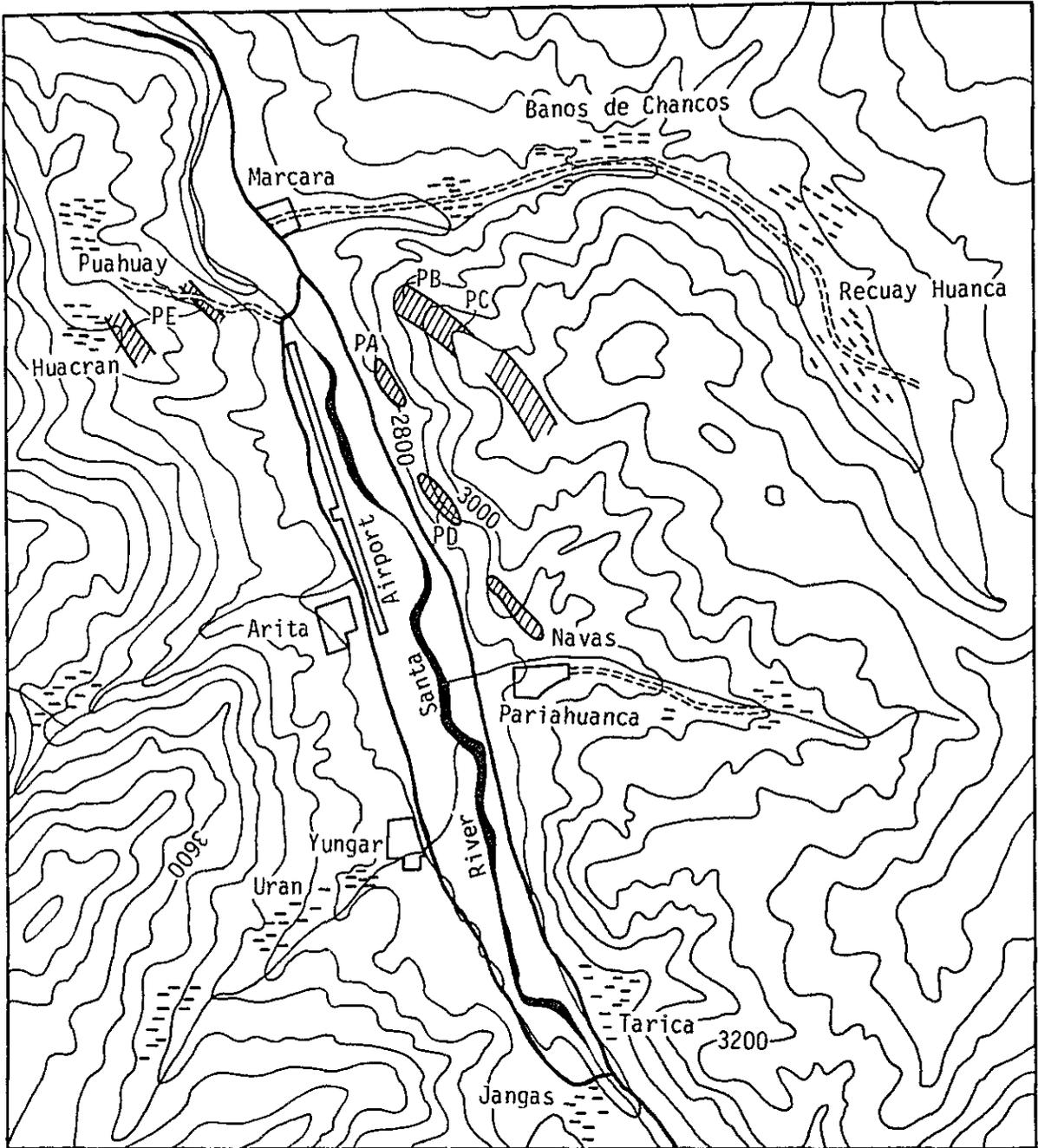
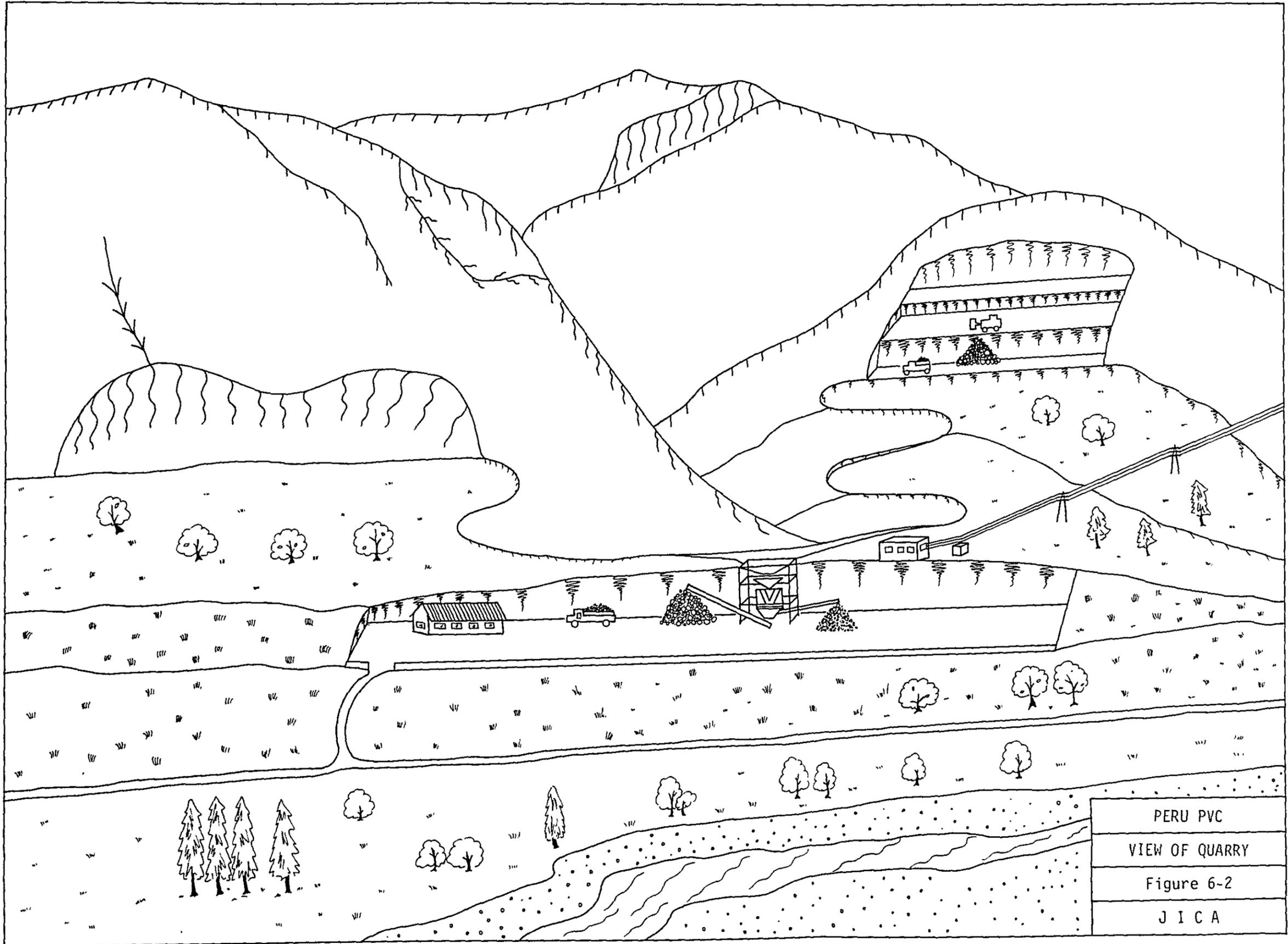
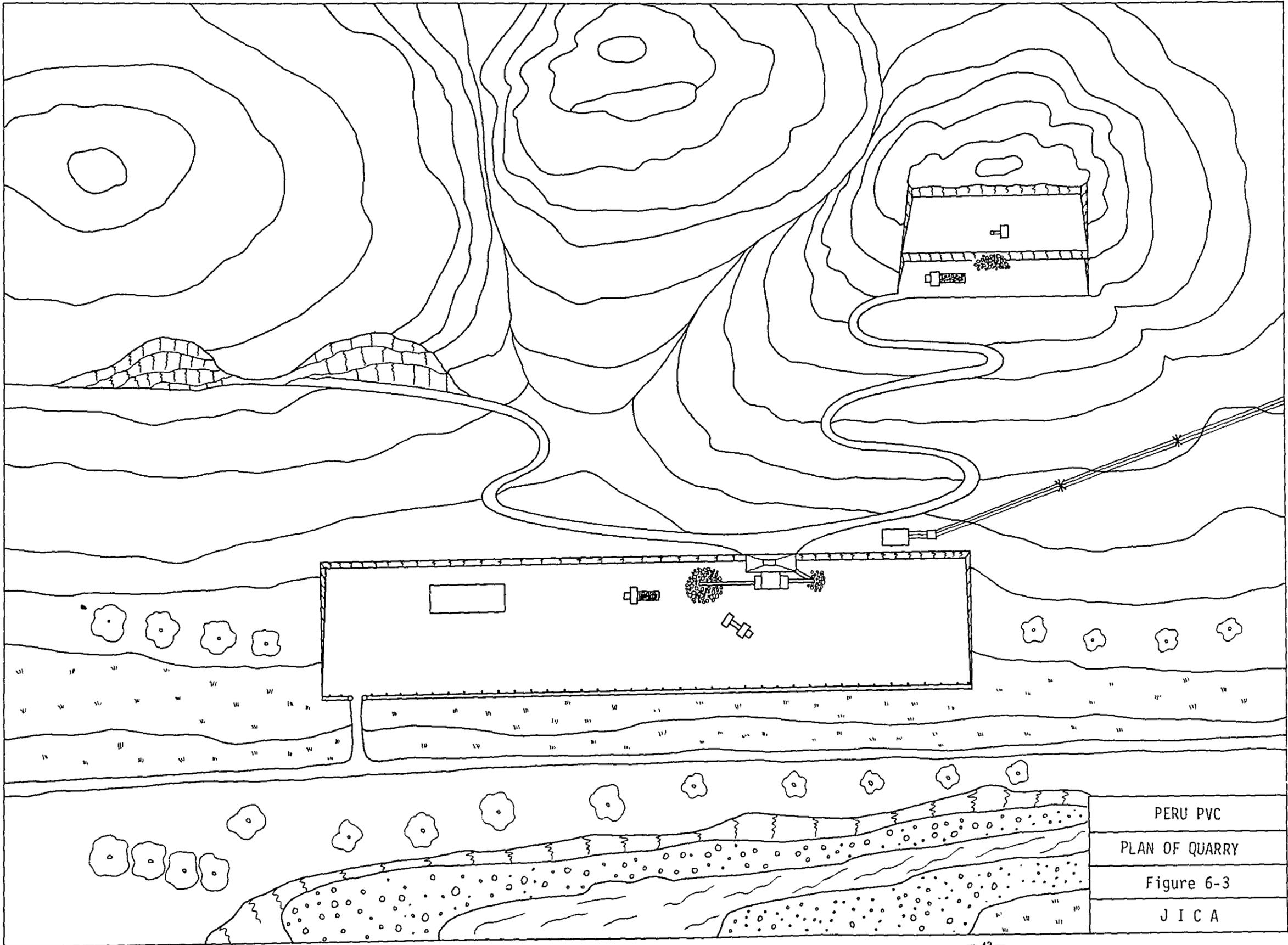


Figure 6-1 Topography of Pariahuanca Area

LEGEND

- |   |                      |   |         |
|---|----------------------|---|---------|
|  | Limestone deposit    |  | Town    |
| PA-PE   | Location of sampling |  | Village |
|  | Asphalt road         |  | River   |
|  | Sand road            |   |         |





PERU PVC
PLAN OF QUARRY
Figure 6-3
J I C A



## 6.4 環境問題と対策

鉱害を規制する法律は特にないと理解しているが、鉱物を稼行する場合に予想される問題については、以下のように対処する。

- (1) 鉱業権を取得する。
- (2) 鉱山予定地に近接して存在する民家（1戸）は移転する。
- (3) 鉱山予定地に存在する用水路および送電線は保護措置を講ずる。
- (4) 落石、飛石、粉塵、騒音および発破震動に対する適切な措置を講ずる。
- (5) 表土堆積場を設置する。
- (6) 降雨時の汚濁水対策を講ずる。



## 第7章 設備建設予定地

### 7.1 概要

本計画の設備建設予定地は、石灰石採鉱、精鉱地区と、カーバイド、PVC製造地区の二つに分けられる。石灰石採鉱、精鉱地区は標高3,500 m前後のアンデス山脈にある Pariahuanca であるが、これについては第6章で詳述した。したがって本章ではカーバイド、PVC製造設備建設予定地である、SPLバラモンガ工場サイトについて記述する。

### 7.2 設備建設予定地の自然条件

自然条件のうち、気温、湿度、風速、風向、降雨量、地震などの天災などにつき調査した。その結果ハラモンガの設備建設予定地の自然条件は、全般的にみて非常に好ましいものと判断する。

### 7.3 現地調査

SPLバラモンガ工場の所在するハラモンガ市は、ペルー共和国首都リマ市北方200 kmにある。建設予定地はバラモンガ工場既設PVCプラントの北部に隣接した空地である。このサイトはほとんど平坦であり、特別な整地作業は不要である。広さは東西700 m南北400 mある。したがって裸火の出る電気炉、石灰炉と引火性、着火性のあるアセチレン、VCMを製造する設備との安全距離を取った配置が可能である。また、この地区は昔河川敷であったので表面は玉石混りの砂礫層であるが、下層も同じと思われる。しかしバラモンガ工場のデータによると、地耐力は10 t/m<sup>2</sup>なので、大きな建物、重量機器の基礎はボーリング調査をして杭打ちの可否を決定する必要がある。

### 7.4 ユーティリティー

#### (1) 用水

用水はバラモンガ市北部を流れる Rio-Fortaleza 支流から工場の西南西約3 kmの場所に取り水堰を設け、ここより地下に直径36インチ(900 mm)パイプを埋設して工場まで導水している。取水量は25,000 ガロン/分(5,677 t/h)で、清澄装置で薬注除濁して各プラントに配水している。PVCプラントには、直径8インチ(200 mm)パイプで2,000 ガロン/分(450 t/h)送水されている。水温は22℃である。新プラント用にもこのパイプラインからの水が利用されるが、調査の結果約1,800 m<sup>3</sup>/hの能力をもつクーリングタワーを新設しなければならないことがわかった。通常メークアップ水は43 m<sup>3</sup>/hのみが

必要である。

## (2) 電力

### 1) 受電設備

第3章で述べたように、パラモンガ工場は、工場の北西300 mの所に Hidrandina 社の送電線より直接分岐した42,000 kwの受電能力をもったサブステーションがある。新フラントは約20,000 kwの電力を必要とするから、既設設備では不足するので新しく一系統受電設備を設置する。受電設備は遮断器と138,000 V / 13,800 Vの変圧器を既設サブステーション内に設置する。ここよりサイトまで高さ25 mの鉄塔で2 km配線する。サイトでは各フラント毎に受配電、変電設備を設置し各機器に配線する。

### 2) 電力料金

電力料金の算定方法は、基本電力量の単価と基本電力量オーバー分の単価とが決められており、それぞれの単価×量の和に25%の税率を乗じた合計がその月の使用電力料金となる。なお、パラモンガ工場の1983年6月現在の平均電力料金は約0.035 US \$ / kwhである。

## (3) 蒸気

ハラモンガ工場には現在ボイラーが5基設置されており、設備能力は740,000 lb/h (333 t/h)、圧力450 psi (32 kg/cm<sup>2</sup>) である。また現PVC設備にはボイラー室より直径6インチ(150 mm)パイプで配管されており、14,000 lb/h (6.3 t/h) 程度使用されている。

新フラントの蒸気必要量も10 t/h程度なので、現在の配管を延長するだけで十分間に合う。

## (4) その他のユーティリティー

その他、不活性ガス発生装置、計装用空気システム、一般用空気システムおよびブライン冷凍設備などが必要である。

## 7.5 インフラストラクチャーとタウンシップ

### (1) ハラモンガ市 (Figure 7-1 Paramonga City Map 参照)

#### 1) 人口

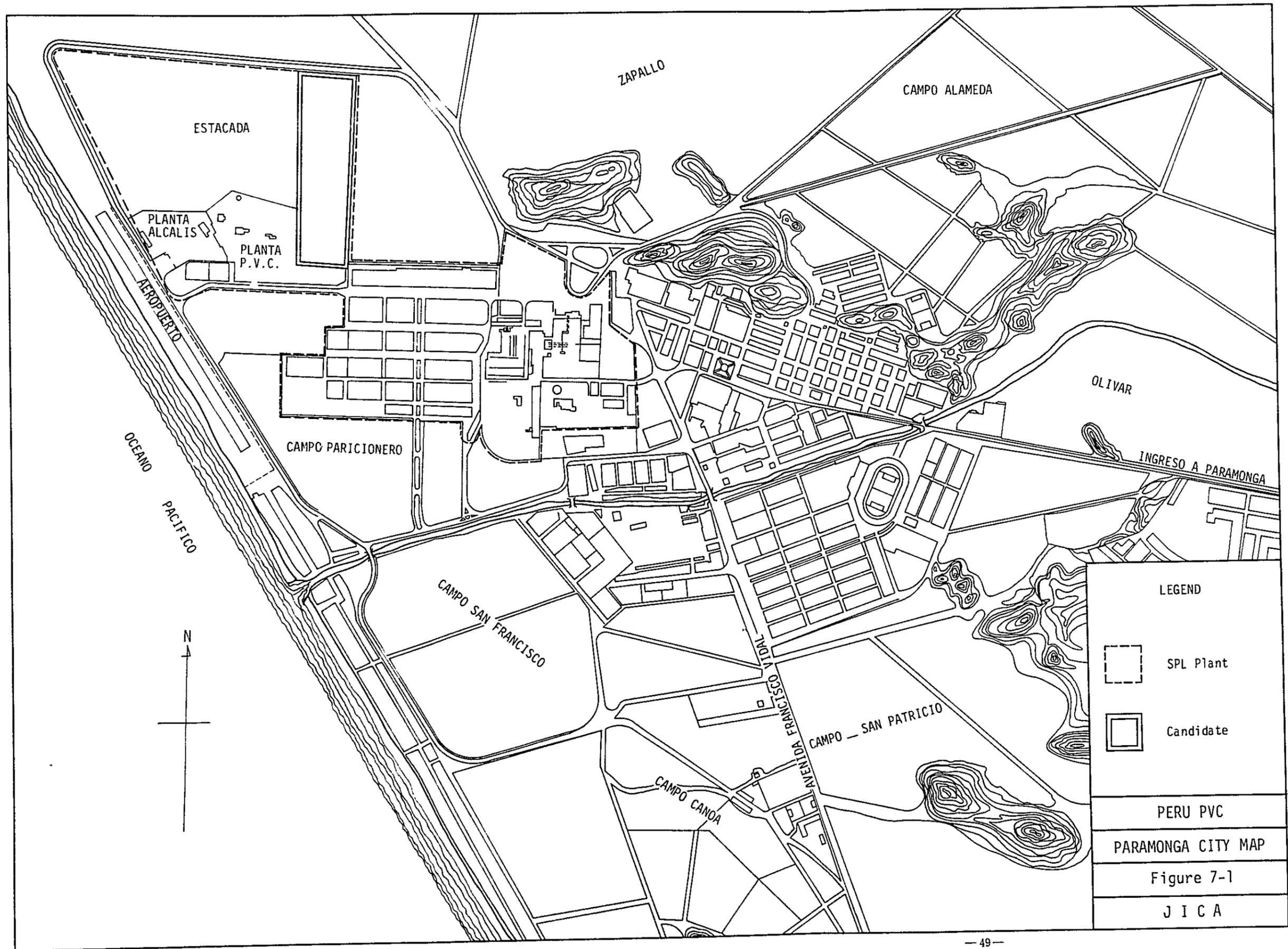
約30,000人

#### 2) 学校

市立小学校(6年制)、男子校、女学校各1校 生徒各2,000人

市立中学校(5年制)、男女共学 1校 生徒1,500人

私立小中併設校、男女共学 2校 生徒、1,000人、400人





### 3) 病院

総合病院 1院

ベッド数 90床

医師12名(外科2名、内科、小児科、産婦人科)

その他に歯科医1名と心臓専門医が週1回来院する。

開業医 数院

### 4) マーケット

スーパーマーケットが大小3ヶ所あり、日用品雑貨、生鮮食料品を売っている。生鮮品売場には衛生状態の悪い場所がある。

### 5) ホテル

バラモンガ市にはホテルがない。約10km南、車で15分のBarranca市に150名収容できるホテル1軒と他に小さな宿が1軒ある。

### 6) レストラン

日系人(二、三世)経営の中華料理店他が数軒ある。

### 7) 銀行

Banco de Credito 外1行がある。

### 8) その他のタウンシップ

教会、市民ホール、映画館、水道局、警察など一通りの設備がある。

### 9) 交通

ペルー共和国には鉄道がごく一部の区間しかないので、交通はもっぱら自動車である。太平洋岸にはPan American Highwayがあり、ハラモンガ市から沿岸都市へは、このハイウェイを利用する。近隣のBarranca市へは中央ターミナルよりバスが発着しており、朝夕は発着回数が多い。またタクシーも中央ターミナルにタクシー乗場があるが、これは6人乗りの相乗りタクシーである。

## (2) 通信機関

バラモンガ市には郵便局があり、手紙、電話などの通信設備はある。ただし電話の市外通話は時間がかかり、とくに海外には2時間位かかる。また、テレックスは、ハラモンガ工場にある。

## (3) 道路

先に述べたようにPan American Highwayが市内を通過しており、また市内の道路も幅員が20m~30mと広く建設機材の搬入には問題がない。建設機材はリマ市から陸送されるが、海岸線を通るハイウェイバイパスを通ると、距離は近いが20km程砂山の断崖を通るので危険である。また原料コークスはChimbote市から陸送されるが、途中高さ6mの

トンネルがある。

14) 港湾

バラモンガ市の南にリマ市郊外の Callao 港と北に Chimbote 港と2つの国際外航路の入港できる港がある。距離はいずれもバラモンガ市より200～220 kmある。建設用の機械・材料は Callao 港より陸揚げされ、コークスは Chimbote 港より陸揚げされる。

15) 近隣都市			人口
北	Chimbote	220 km	500,000 人
▲	Casma	170 km	15,000 人
	ハラモンガ		30,000 人
	Barranca	10 km	40,000 人
▼	Huacho	50 km	50,000 人
南	リマ	200 km	5,000,000 人

## 第8章 製造工程および設備

本章では石灰石の受入れからPVCの袋詰までの工程について、製造工程および設備の概念設計を説明する。工程は無機部門と有機部門とに二大別される。無機部門は石灰石の受入れ、生石灰の製造、カーバイドの製造およびカーバイドの粉砕が主な工程である。有機部門はアセチレン発生、VCMの製造およびPVCの製造が主な工程である。

### 8.1 既存設備の状況および評価

#### 1) 食塩電解、塩酸合成

SPLの既設食塩電解・塩酸合成設備は、カ性ソーダ42,000t/y、塩素37,275t/yの能力を有する。カ性ソーダ40,000t/yの生産に対し、塩素または塩酸は約12,000～17,500t/yを自家使用して、約20,000～25,000t/yを海に廃棄している。したがって、本計画のVCM用原料の塩酸はこの余剰塩酸で十分まかなえる。

#### 2) エチレンおよびEDC

EDCプラントに塩酸ストリッパ設備HCl14t/y(4,900t/y)1基があるが2年近く停止しており、老朽化が著しいので、この設備は本計画のVCM用への使用は不可能である。

#### 3) VCM

EDCを約10,000t/y輸入し、VCMプラント(EDCクラッカー)でVCM約6,500t/yを製造し、副生塩酸(HCl約3,800t/y)を海に廃棄している。

#### 4) PVC

重合缶(15m<sup>3</sup>ガラスライニング(GL)×3基)、乾燥機(ロータリー式×1基)他の設備により、懸濁重合/ストレートおよび酢ビコポリマー三品種で6,000～7,000t/y製造している。VCM、冷却水、スチーム、動力の原単位が大きく、また、重合罐の生産性はかなり小さい。PVC設備(重合、脱水、乾燥、袋詰、他)はまた使用可能であるが、能力が本計画PVC25,000t/yの1/3であり、これを使用した場合の設備減少は小さく、操業上のデメリット(工場が2つに分かれ、原料、副原料、ユーティリティ、要員が多要)を考え、既設を使用しないで新設することにする。

Figure 8-1に現在のバラモンガ工場のスキームに関して、生産規模と物質収支をまとめる。



## 8.2 生石灰とカーバイド

### (1) 概要

カルシウムカーバイド製造に必要な炭素材の乾燥設備、生石灰製造設備、カルシウムカーバイド製造用電気炉設備、カーバイド冷却破砕貯蔵設備の概要について説明する。

### (2) プロセススキーム

Figure 8-2 に生石灰、カルシウムカーバイドの製造工程図を示す。またこの工程における主要設備である石灰炉と電気炉との概略内面図をFigure 8-3 と8-4 に示す。主要設の能力はTable 8-1 に示す通りである。

Table 8-1 Capacity of Inorganic Plants

石灰炉 (生石灰)	32,200 t/y、93 t/d	1 基
炭素材乾燥機 (炭材)	19,800 t/y、580 t/d	1 基
電気炉 (カーバイド)	35,000 t/y、101 t/d (15 MW)	1 基

## 8.3 アセチレン、VCM、PVC

### (1) 概要

製造されたカルシウムカーバイドを原料とするアセチレンの製造、このアセチレンと、既設食塩電解、塩酸合成設備で製造される塩酸からのVCMの製造、およびPVCの製造の各工程について説明する。

### (2) プロセススキーム

アセチレン発生設備の主要機器の能力をTable 8-2 に、概略立面図をFigure 8-5 に示す。

またVCMおよびPVCの操業原単位をTable 8-3、8-4 に各設備の能力をTable 8-3、8-4 に各設備の能力をTable 8-5、8-6 にまとめる。

Table 8-2 Specifications of Acetylene Generator

カーバイド粉砕設備	10 t/h × 1 系列
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 発生機	750 m <sup>3</sup> /h × 2 基
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ガスホルダー	1,500 m <sup>3</sup> × 1 基
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 清浄設備	1,500 m <sup>3</sup> /h × 1 系列
廃水処理設備	70 m <sup>3</sup> /h × 1 系列

Table 8 - 3 Production Capacity and Unit Consumptions  
of VCM Manufacturing Facilities

所要生産量 (25,000) (1.02) = 25,500 t/y  
 操業原単位 (VCM t 当り)

C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	390	m <sup>3</sup>	
HCl	0.60	t	100% HCl
触媒	1.0	kg	
硫酸	2.5	kg	98%硫酸
シリカゲル	0.2	kg	
冷却水	250	t	25°C
スチーム	1.3	t	
動力	350	KWh	7 kg / cm <sup>3</sup> G
N <sub>2</sub>	20	m <sup>3</sup>	
計装空気	47	m <sup>3</sup>	7 kg / cm <sup>3</sup> G
雑用空気	16	m <sup>3</sup>	7 kg / cm <sup>3</sup> G
冷凍	38	JRT	ブライン - 5 ~ 0°C
純水	0.5	t	

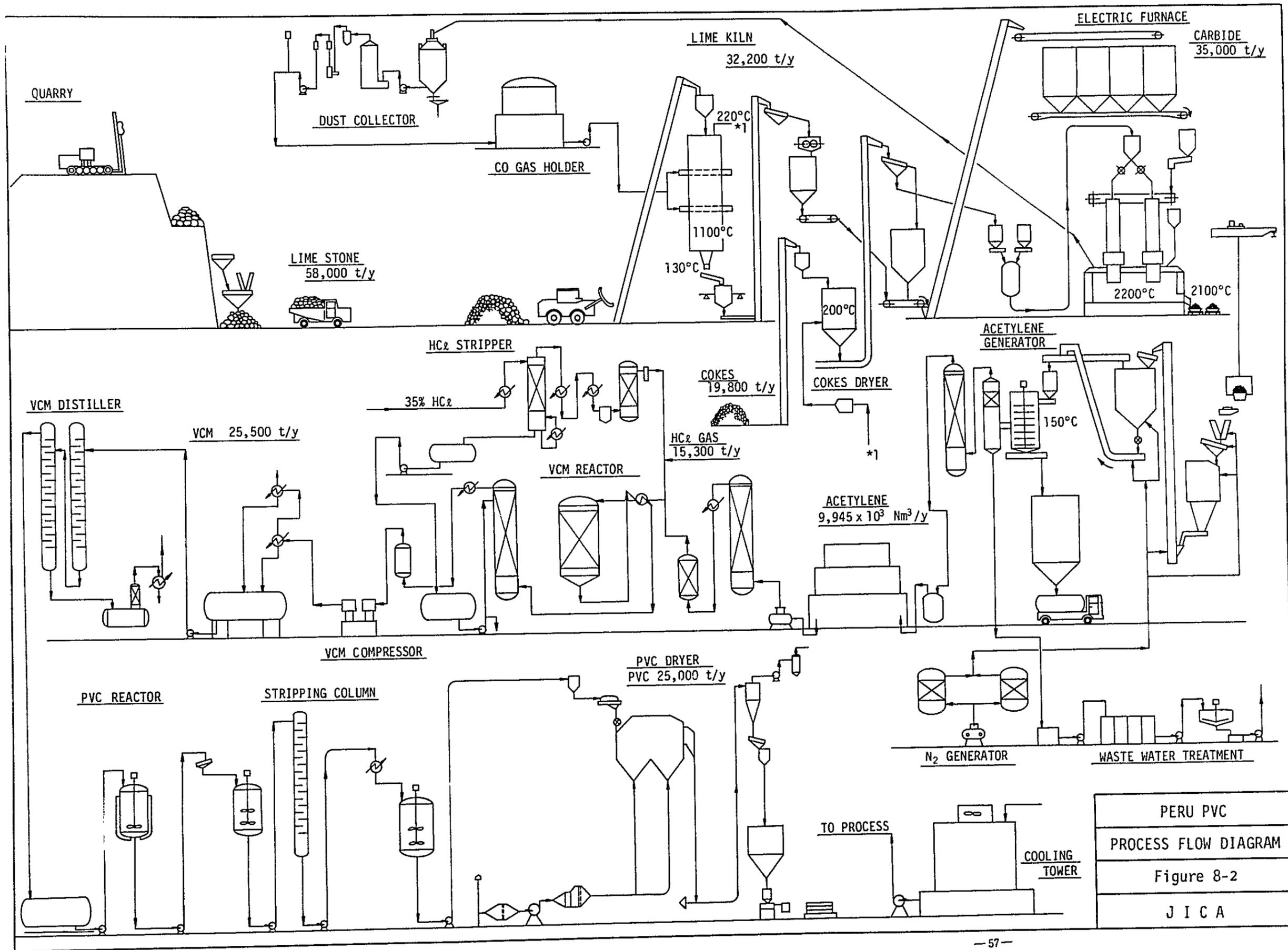
Table 8 - 4 Production Capacity and Unit Consumptions  
of PVC Manufacturing Facilities

所要生産量 25,000 t/y  
 操業原単位 (PVC t 当り)

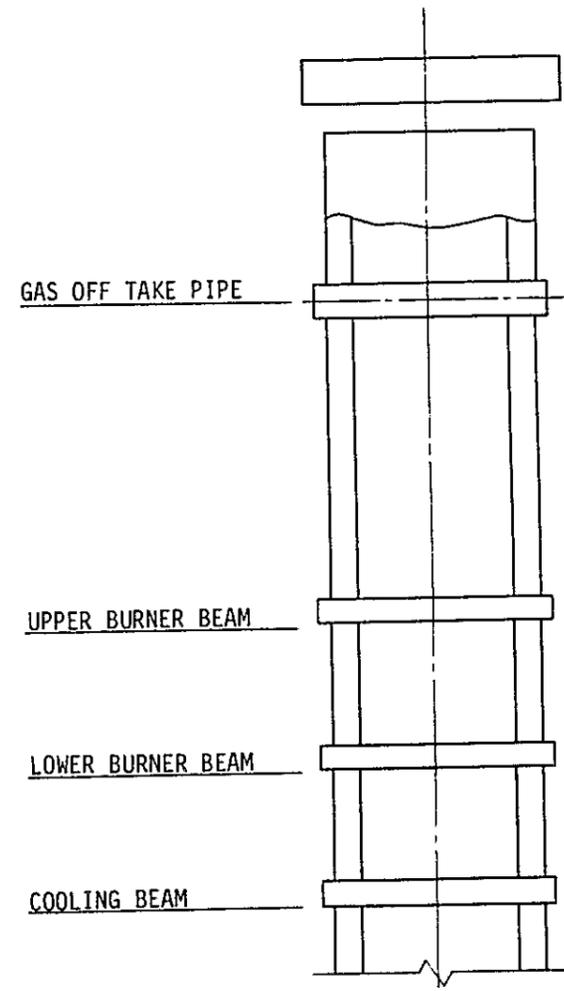
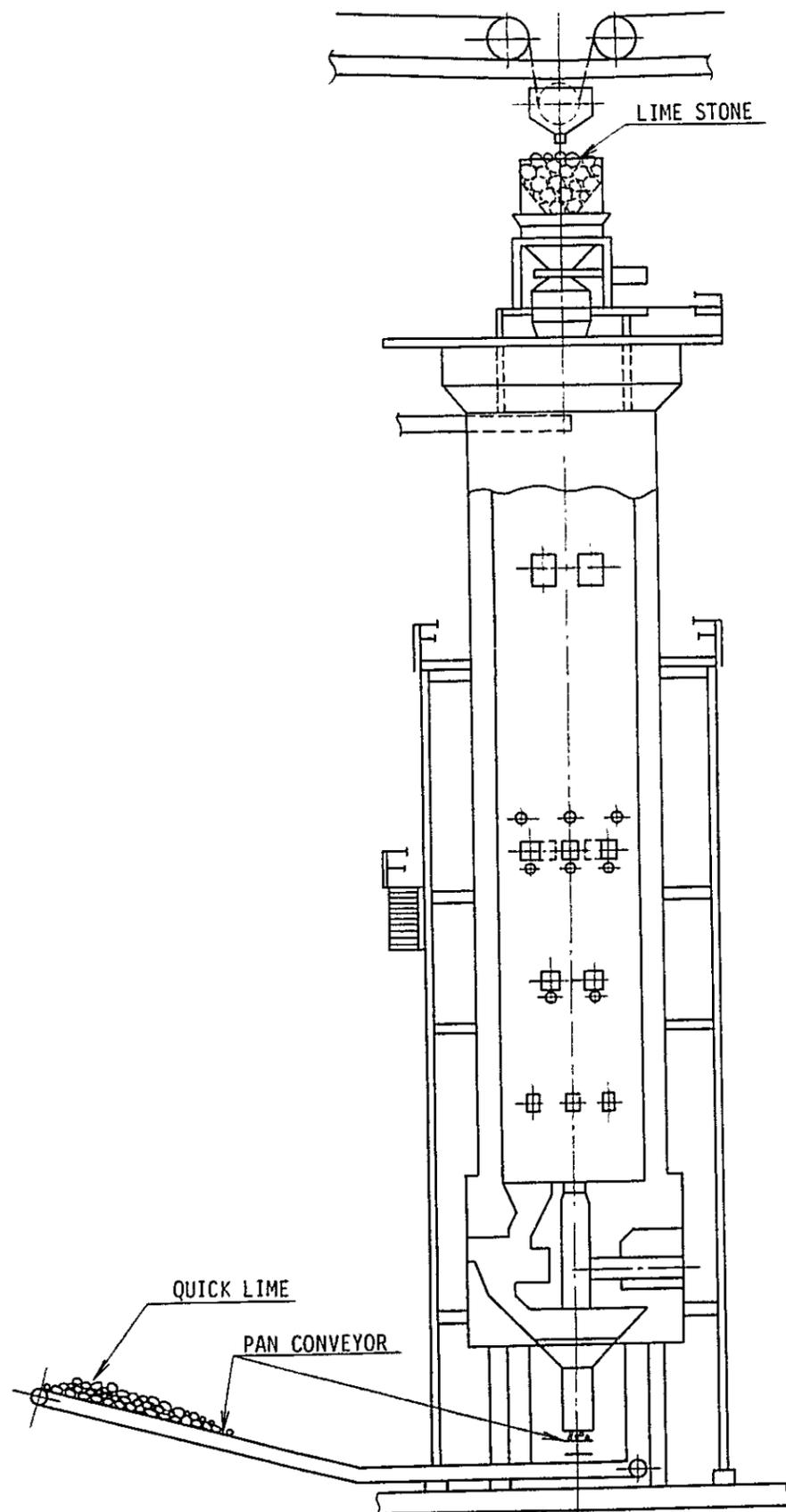
VCM	1.02	t	
純水	3.5	t	
触媒	0.35	t	
分散剤	0.75	t	
冷却水	100	t	25°C
スチーム	1.5	t	7 kg / cm <sup>3</sup> G
動力	200	KWh	
計装空気	48	m <sup>3</sup>	7 kg / cm <sup>3</sup> G
雑用空気	8	m <sup>3</sup>	7 kg / cm <sup>3</sup> G

Table 8 - 5 Specifications of VCM Facilities

HCl 放散塔	30 t/d × 2 基
VCM 反応缶	5 基
触媒製造設備	150 kg / d × 1 系統
VCM 圧縮機	450 m <sup>3</sup> / h × 10kg / cm <sup>3</sup> G × 4 基
VCM 蒸留塔	4 t/h (2 塔式) × 1 系列
VCM 回収ガスホルダー	1,500 m <sup>3</sup> × 1 基



PERU PVC  
 PROCESS FLOW DIAGRAM  
 Figure 8-2  
 JICA



PERU PVC
LIME KILN
Figure 8-3
J I C A



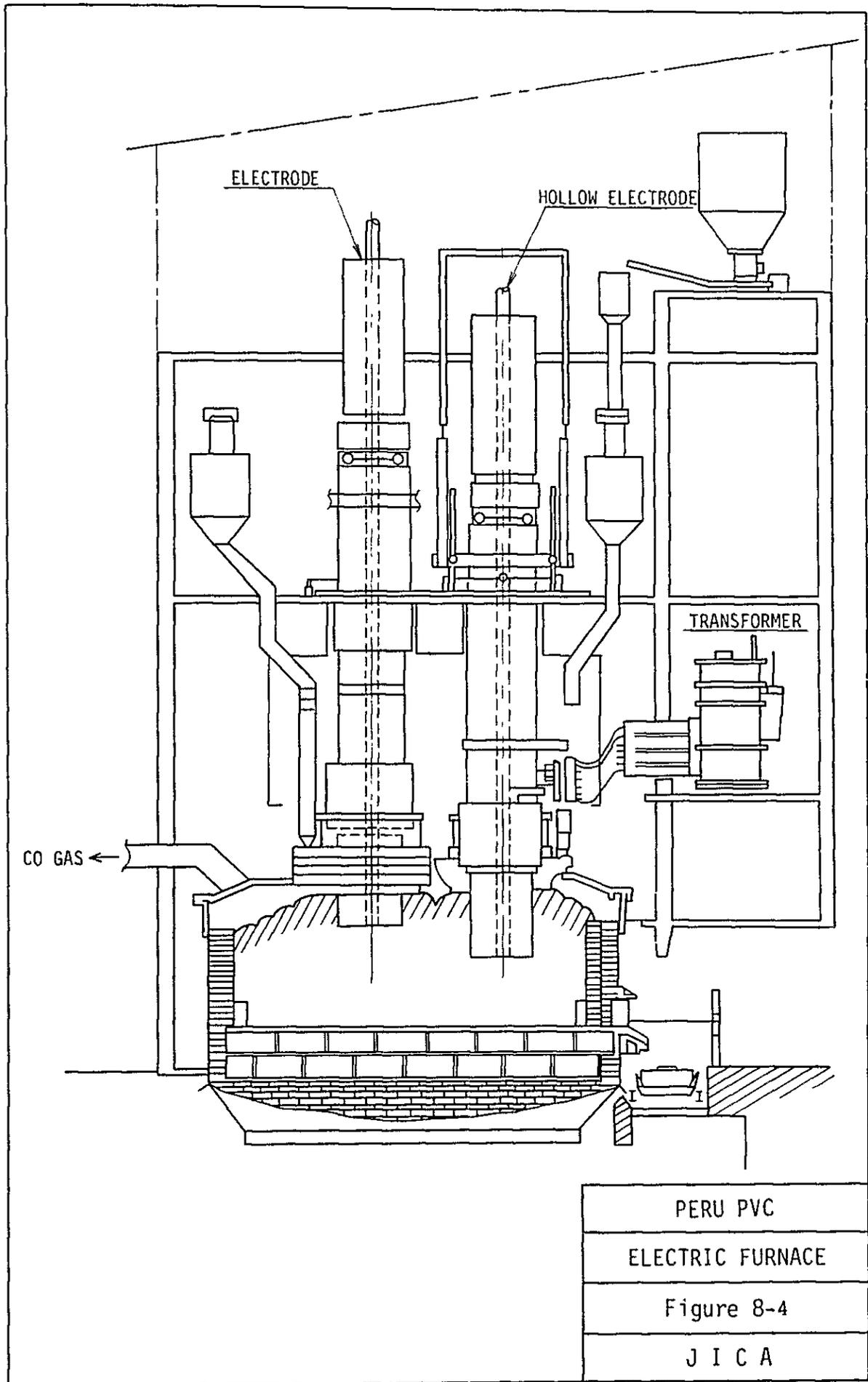


Table 8-6 Specifications of PVC Facilities

PVC 重合缶	50m <sup>3</sup> GL 11kg / cm <sup>3</sup> G × 3 基
脱 VCM 設備	4 t/h × 1 基
PVC 脱水機	2 t/h 遠心分離型 × 3 基
PVC 乾燥機	4 t/h 横型一般ブロー × 1 基
PVC 袋詰機	3 t/h × 4 基

#### 8.4 環境対策

本計画を実施するに伴って発生する環境問題はほとんど考えられない。環境保護の対策が十分考慮されたプロセスおよび設備を採用しているからである。むしろ、現在海中投棄している塩化水素が利用されることにより、環境汚染が軽減されることになる。

#### 8.5 マテリアル、ユーティリティーおよび燃料のバランス

Figure 8-6 にマテリアルバランスを示し、ユーティリティーおよび燃料のバランスを Table 8-7 にまとめる。

#### 8.6 フロットプラン

Figure 8-7 にフロットプランを、Figure 8-8 に部分的な立面図を示す。

#### 8.7 工場管理および組織

新設工場の管理および組織は、新設部分の性格を明確にするため、SPL 社既存部門への編入や既存部門人員の利用を考慮せず、独立した工場として検討する。工場組織は業務の性格より採鉱課、有機課、技術課、工務課および総務課の6つの課と、これらを統括する工場長、副工場長各1名から構成されている。

Figure 8-9 に各課に所属する係も含めた工場の組織図を示す。工場全体の所要人員を Table 8-8 に示す。

Table 8-8 Required Plant Personnel

Position	Daytime
Plant General Manager	1
Assistant General Manager	1
Secretary	1
Mining Dpt.	26
Inorganic Process Dept.	94
Organic Process Dept.	59
Technical Dept.	7
Maintenance Dept.	31
General Affairs Dept.	18
Quality Control Group	12
Total	250

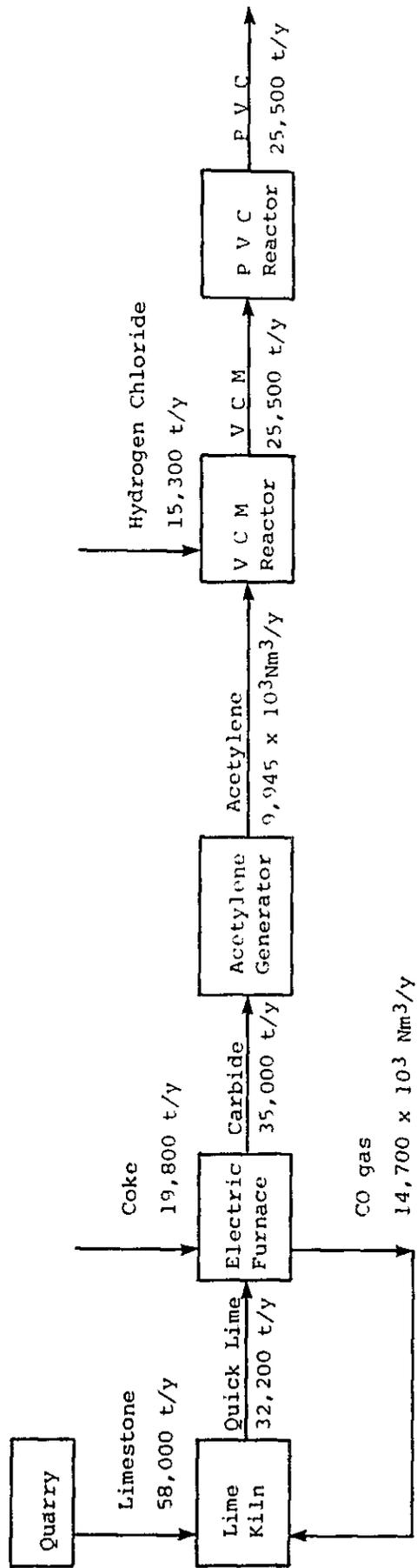
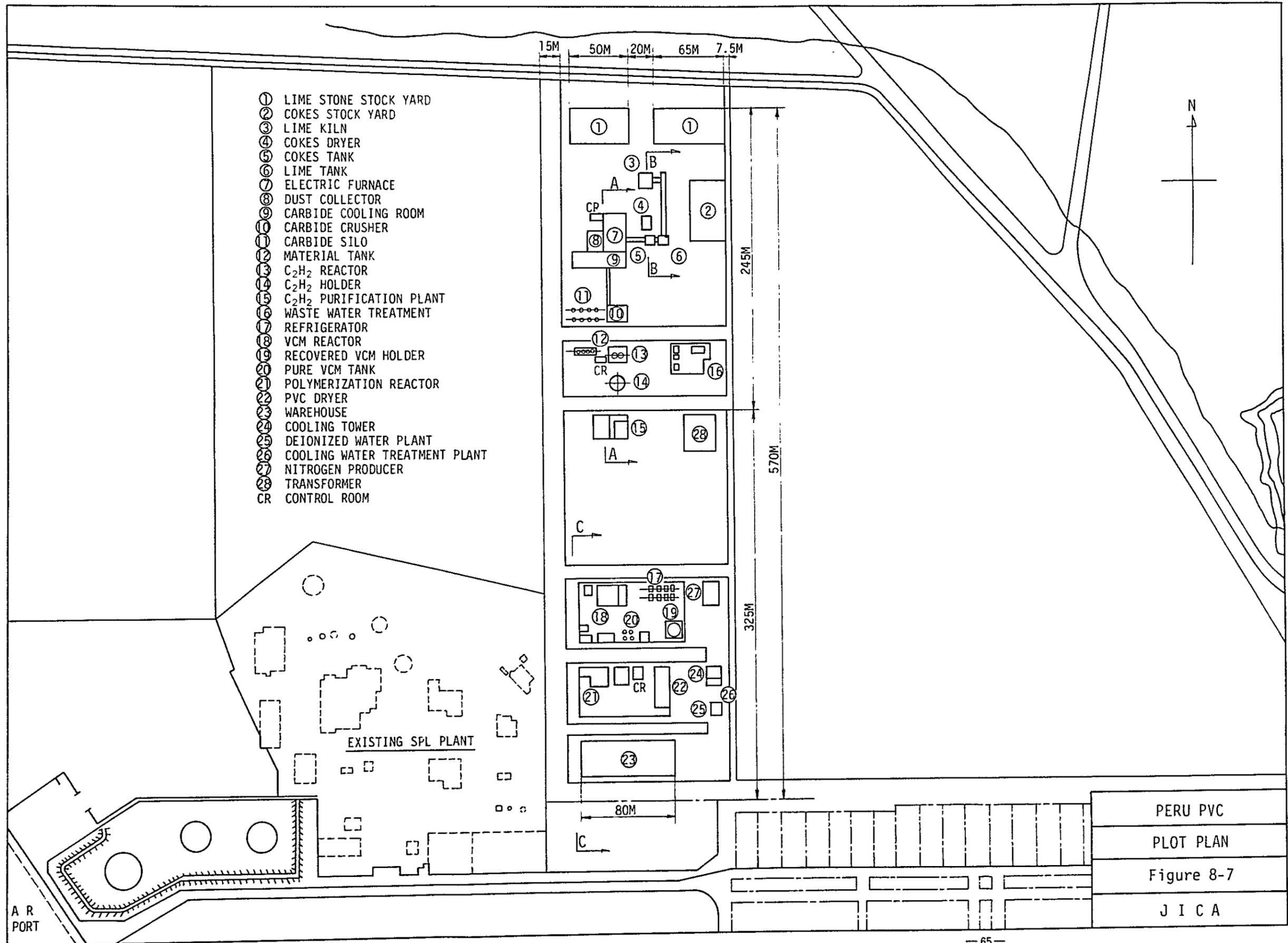


Figure 8-6 Overall Material Balance

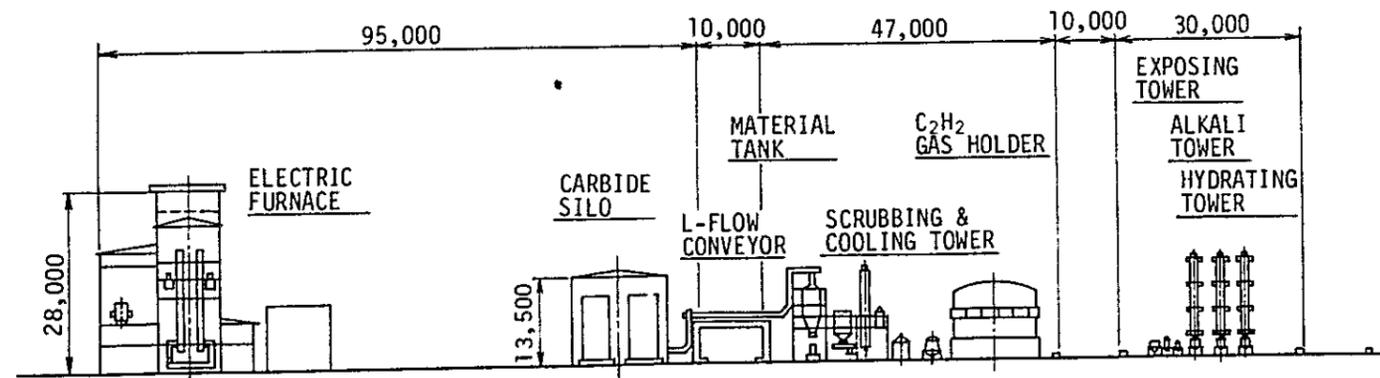
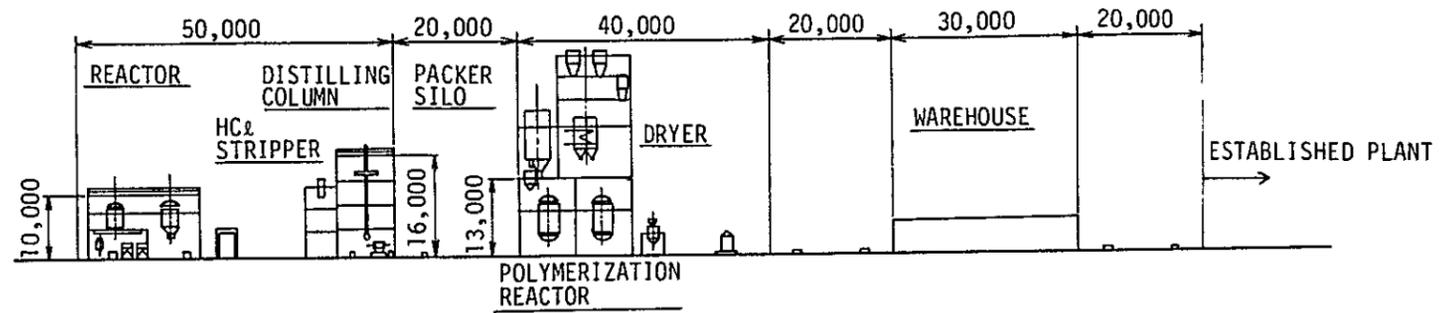
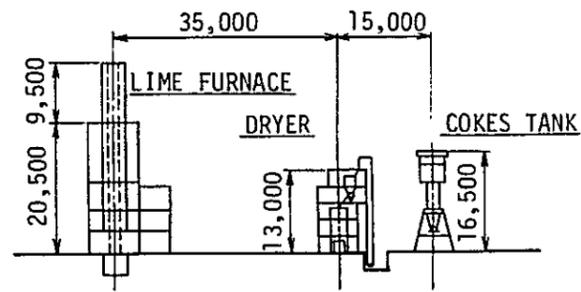
Table 8-7 Utility and Fuel Balance (25,000 ton PVC)

(Unit: per year)

	Electricity (10 <sup>3</sup> kWh)	Fuel (10 <sup>6</sup> kcal)	Steam (ton)	DMW (ton)	CW (10 <sup>3</sup> ton)	Notes
Quarry	122	-	-	-	-	Limestone 58,000 ton
Limestone Kiln	2,254	33,810	-	-	8	Quick Lime 32,200 ton
Coke Dryer	554	2,970	-	-	-	Coke 19,800 ton
Electric Furnace	115,710	-39,690	-	-	30	Carbide 35,000 ton
Acetylene Generator	1,740	-	-	-	398	Acetylene 9,945x10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup>
VCM Reactor	8,925	-	33,150	12,750	153	VCM 25,500 ton
PVC Reactor	5,000	-	37,500	87,500	60	PVC 25,000 ton
Common	5,120	-	-	-	9	Compressors, Cooling Tower, Office, etc.
Plant Total	139,425	-2,910	70,650	100,250	658	



SCALE 1/1000



PERU PVC
ELEVATION VIEW
Figure 8-8
J I C A



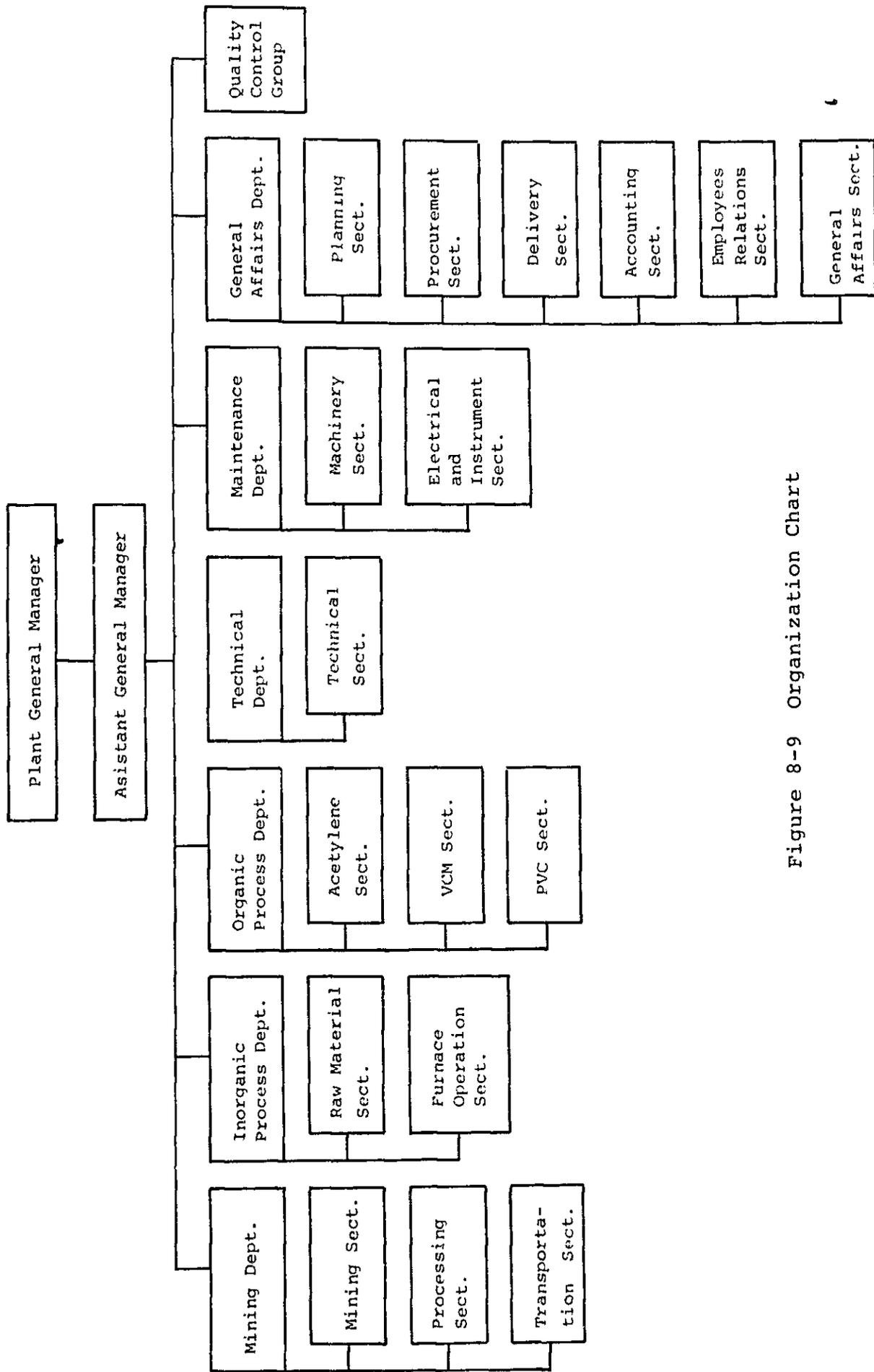


Figure 8-9 Organization Chart



## 第9章 建設工事

### 9.1 石灰石鉱山開発工事

鉱山開発にあたり、専門の鉱山開発会社による精密な地質調査、試錐調査、鉱量計算および開発工事計画の策定を行なう必要がある。

- (1) 石灰石鉱山開発予定地付近に走っている既設道路より採掘場に通ずる進入路を造る。
- (2) 採掘場（bench）の造成、破砕プラント敷地（300m×150m）の整地と、表土堆積物（200m×100m）を設ける。複数の切羽を設けるのでその連絡路を造る必要がある。
- (3) 破砕プラント敷地内に、事務所、休憩所、備品倉庫などの関連設備を設置する。
- (4) その他に6.4項で述べたように、用水路、送電線の保護工事や鉱害対策工事が必要となる。

### 9.2 工場建設方法

本プラントの建設方法は、国際入札方式の一般的方法で施工するものとする。

プロセスオーナーはノウハウとベーシックエンジニアリングを提供し、メインコントラクターがフルターンキーベースで詳細設計、機器調達、現地工事を行なうものとする。現地調査の結果によると、ペルー共和国では本プラントの機器はほとんど国産できない。また現地工사용資材も、セメント、骨材、汎用鋼材、汎用電線が調達できる程度である。したがって大部分の機器材料は輸入によるものとする。

また現地工事はペルー国内業者を起用することになるが、機器材料の入手の不確実性、熟練技術工確保の困難性、現地工事工程管理の困難性などの理由で、予定された工期より大幅に遅延することも予想される。したがって、建築用鉄骨、大管径配管材料はできる限り輸出国内でプレハブ化し、現地サイドでは組立てるだけにして現地工事の手間を省き、工事の質と工期の確実さを達成する。

### 9.3 機械類の搬入

メーカー工場で作製され組立てられたプラント機器は、入念な検査及びテストの後、ペルー共和国リマ市郊外のCallao港まで海上輸送される。ここで輸入通関を行なった後、Pan American Highwayを通り、建設予定地まで陸送される。サイトではあらかじめ指定され用意された場所に注意深く荷降ろしする。

## 9.4 土木建築工事

### (1) 土木工事

第7章3項で記述したように、サイト地盤は詳細不明のためボーリング調査を実施し、その結果により重量物基礎は杭基礎工法とする。杭打ちは現場打ち鉄筋コンクリート杭とする。軽量物基礎は現地盤掘削の上直接基礎工法とする。

### (2) 建築工事

バラモンガ地方は雨も降らず風も吹かないので、建物はカーバイド製造関連設備建屋および計器室のみ屋根、側壁付きの建物とするが、他の建物は極力屋根、側壁を簡略化した構造とする。構造としては、カーバイド電気炉、石灰炉、アセチレン発生機、VCM反応缶、PVC重合缶など重量機器を設置する建屋架構は鉄筋コンクリート、あるいは重量鉄骨造とするが他は軽量型鋼造とする。

外力として水平震度0.2の地震を考慮するが、風速力は考慮する必要はない。また、屋根、側壁はスレートふき、ただし計器室は鉄筋コンクリート造レンガ積みとし、VCM、PVC計器室は二重ドア内圧保持方式とする。

## 9.5 フラント類の建設

機器の現場据付工事開始までに、関連する建物および機械基礎工事が完了している必要がある。また、同時に機器据付用の建設機械・車輛、工事材料、消耗品などが準備されていなければならない。本プラントのうち電気炉、石灰炉、ガスホルダー、大型貯槽などの鋼材は、あらかじめ輸出国で裁断曲げ加工穴明けなどプレハブ加工して輸入する。サイトでは溶接組立、レンガ積、保温、塗装などを行なうのみとする。

その他中小型機器塔槽類は完成品を輸入する。また、配管工事でも大口径鉄管とステンレス管は輸入品となるが、これもてきめる限り輸出国でプレハブ加工して輸入する。小口径管は国産品があるが価格が高いため価格によっては輸入した方が安くなるものもある。電気、計装工事でも主要機器は、輸入しなければならず、また配線工事用の電線、通信線は国産品があるが、これも価格により輸入品の方が安い場合もある。

現地工事期間中、熟練工、非熟練工あわせて多数の労働力を必要とするが、熟練工が少ない場合は、外国人を派遣する必要がある。また、現地の工員も宿泊設備が不足する場合は、サイト付近にキャンプ場を設置する必要がある。単一ユニット機器およびガスホルダーなどの現地組立工事が必要な機器は、メーカーから据付、試験運転指導員を派遣してもらい、万全を期すことが必要である。

## 9.6 スケジュール

建設スケジュールは、メインコントラクター決定から生産開始までとする。

この期間に契約、基本設計、詳細設計、機器調達、土木建築、据付配管工事などがあり、工事完了後試運転を行ない最後に保証運転を実施し、保証事項達成をもって本プロジェクト完了とする。その建設スケジュールをFigure 9-1に示す。

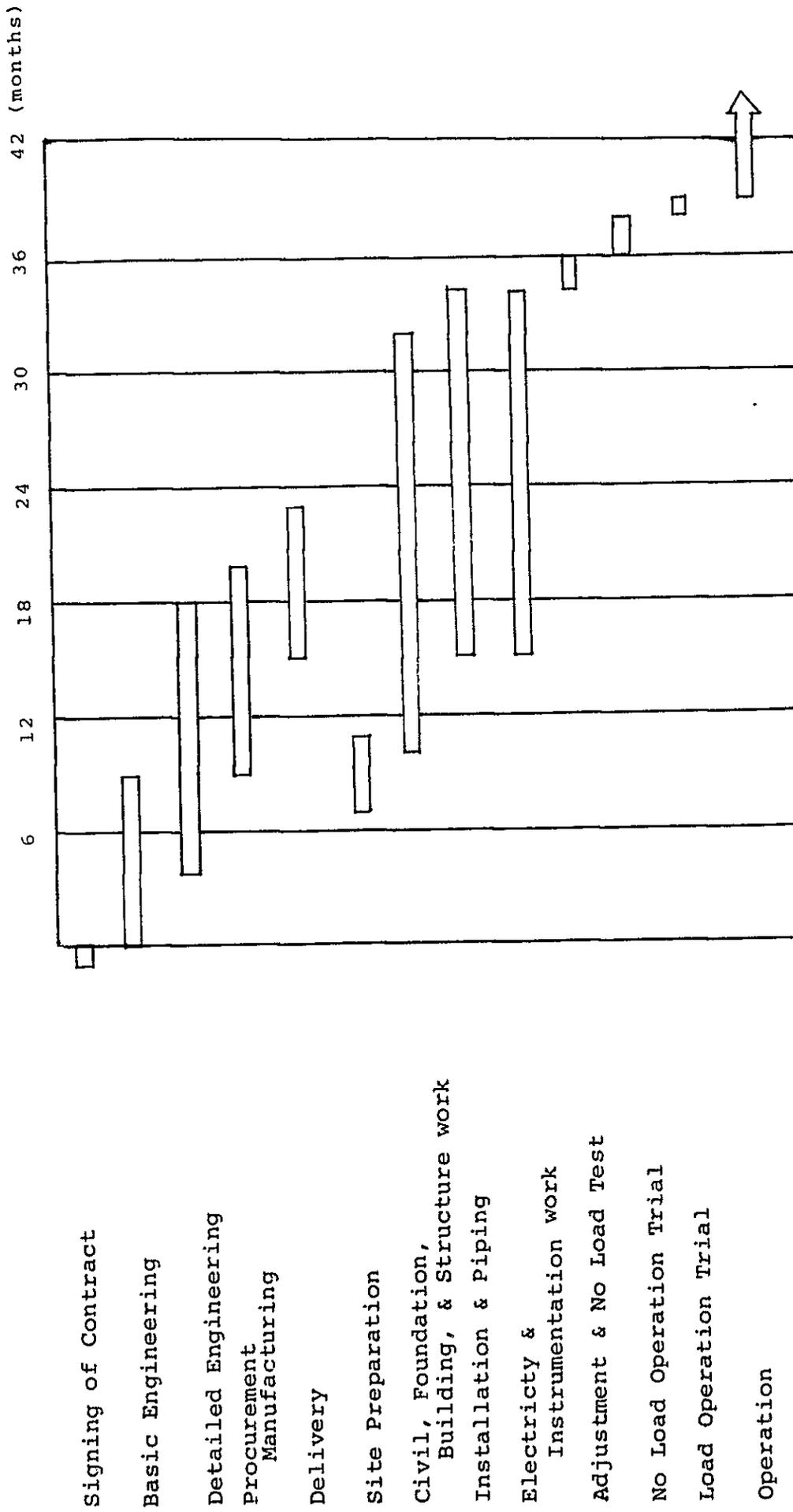


Figure 9-1 Estimated Plant Construction Schedule

## 第10章 所要総資金

### 10.1 概要

本計画の所要総資金と資金調達について本章で検討する。その前提条件は以下の通りである。

- (1) 価格の基準 : 1983年の価格を基準とし、エスカレーションは見込まない。したがって、建設費に関しても1983年固定価格とする。
- (2) 通貨と換算率: US \$単位で計算する。1 US \$ = 1536 65 Soles  
1 US \$ = ¥242の換算率を使用する。
- (3) 工場建設方式: フルターンキー契約とし、輸入機器の関税については各機器の関税率にしたがって計算する。

所要総資金は商業運転を開始するまでに投資される資金の総計である。上記前提条件に基づき、所要総資金を集計した結果をTable 10-1にまとめる。

Table 10-1 Fixed Capital Requirement (Unit: 1,000 US\$)

	Foreign Currency Portion	Domestic Currency Portion		Total
		Domestic Works	Duty	
Construction Cost				
Construction of mine	1,918	1,499	1,257	4,674
Construction of plant				
Site preparation	0	579	0	579
Equipment and machinery	22,953	0	12,135	35,088
Inland transportation	0	82	0	82
Erection works	0	7,197	0	7,197
Civil works	2,235	3,372	992	6,599
Engineering fee	5,165	0	0	5,165
Contingency	1,756	0	0	1,756
Construction expenses	5,165	0	0	5,165
Sub-total	39,192	12,729	14,384	66,305
Pre-operating expense	278	1,540	96	1,914
Initial working capital	566	1,896	378	2,840
Interest during construction				
Without duty (const.)	3,170	0	0	3,170
With duty	4,013	0	0	4,013
Total capital requirement				
Without duty (const.)	43,206	16,165	474	59,845
With duty	44,049	16,165	14,858	75,072

検討した費用項目は次の通りである。

- (1) 鉱山開発費
- (2) プラント建設費
  - 1) 整地費用
  - 2) プラント機器費
  - 3) 国内輸送費
  - 4) プラント機器据付費
  - 5) 土木建築工事費
  - 6) 設計監督費
  - 7) 予備費
  - 8) 建設経費
- (3) 土地購入費
- (4) 操業前費用
  - 1) 要員訓練費
  - 2) 管理費
  - 3) 試運転用原材料費
  - 4) 諸権利類購入費
- (5) 運転資金

## 10.2 資金調達計画と建中金利

建中金利を計算するため、以下の条件の設定した。

### (1) 資本金

所要総資金の40%は自己資本にあたる払込み資本金でまかなうものとする。

### (2) 長期借入金借入れ条件

所要総資金のうち自己資本でまかなえない60%を長期借入金とした。金利および元金の返済条件は次の通りとする。

金 利：年率 11.0%および保証料 2.5% 合計 13.5%

元金返済：3年間据置の後、元金均等、返済期間10年

10回の条件で返済

### 10.3 投資スケジュール

建設期間中の所要総資金の投資スケジュールをTable 10-2に示す。

Table 10-2 Disbursement Schedule (Unit: 1,000 US\$)

	- 3	Year - 2	- 1	Total
Without duty case				
Construction cost	5,550	27,219	19,152	51,921
Pre-operating expense	121	121	1,672	1,914
Initial working capital	0	0	2,840	2,840
Interest during const.	0	459	2,711	3,170
Total	5,671	27,799	26,375	59,845
With duty case				
Construction cost	5,550	37,621	23,134	66,305
Pre-operating expense	121	121	1,672	1,914
Initial working capital	0	0	2,840	2,840
Interest during const.	0	459	3,554	4,013
Total	5,671	38,209	31,200	75,072



## 第11章 運 転 費 用

### 11.1 概 要

運転費用は変動費および固定費から成り、変動費には原料費、副資材、用役費が含まれるものとする。また、固定費には、直接人件費、管理費、保険費、修繕費、固定資産税が含まれるものとする。なお、各工程で生成する中間製品は全て本プラント内で消費され、最終的にはPVCとして得られるので、各中間製品に要する費用は求めずプラント全体の運転に必要な費用を計算する。

### 11.2 運転費用の内訳

運転費用には以下の項目が含まれる。

- (1) 石灰石鉱山操業費
- (2) 石灰石輸送費
- (3) 原料費
- (4) 補助原料費
- (5) ユーティリティー費
- (6) 労務費
- (7) 管理費
- (8) 修理保守費
- (9) 保険費

以上の項目につき検討した結果得られた運転費用をTable 11-1 にまとめる。塩化水素の価格をゼロと評価した場合と、101US\$/tと仮定した場合の両方について計算した。また鉱山機械、VCM合成部門、塩酸および電気炉部門では設備の入れ替えを行なうことが必要なので、Table 11-2 に示したように再投資が行なわれる。

Table 11-1 Operating Cost Summary  
(25,000 ton/year PVC)

	Annual Consumption	Unit Price (US\$/ * )	Annual Cost (x 10 US\$)		Cost per 1 ton of PVC (US\$)
			A	B	
Variable Costs ( * )					
Coke(ton)	19,800	187	3,703	3,703	148.12
Hydrogen chloride(ton)	15,300	0	0	-	0
Hydrogen chloride(ton)	15,300	101	-	1,545	61.80
Auxiliary materials			2,051	2,051	82.04
Electricity(x 10 <sup>3</sup> kwh)	139,425	35	4,880	4,880	195.20
Steam(ton)	70,650	21	1,484	1,484	59.36
Sub-total			12,118	-	484.72
Sub-total			-	13,663	546.52
Fixed Costs					
Labor expense			1,014	1,014	40.56
Plant overhead			1,142	1,142	45.68
Maintenance			1,240	1,240	49.60
Insurance			332	332	13.28
Local tax			24	24	0.96
Sub-total			3,752	3,752	150.08
Total			15,870	-	634.80
Total			-	17,415	696.60

Note A : Hydrogen chloride priced zero  
B : Hydrogen chloride priced at 101 US\$ per ton

Table 11-2 Reinvestment  
(Unit: 1,000 US\$)

Year	8	10	13	15	Total
Mining machinery	2,171	0	0	2,171	4,342
Plant equipment	0	2,406	2,597	0	5,003
Total	2,171	2,406	2,597	2,171	9,345

## 第12章 財務分析

### 12.1 財務分析の主要前提条件

本財務分析では本計画の建設期間を契約後3年間とし、かつ耐久年限を操業開始後20年として本計画の予想される財務状態を計算した。本財務分析の手法は、製品販売収入と、建設コスト、製造コストなどのコスト合計を対比させて収益計算を行ない、プロジェクト期間内の収益表、キャッシュフロー表などを求めるものである。またプロジェクトの将来性については、内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）を算出の上評価を行なった。

本計画の財務分析を行なうのに必要な主要前提条件を以下にまとめる。

#### (1) プロジェクトの期間

建設期間 : 3年間

操業期間 20年間

#### (2) 通貨と換算率

US\$単位で計算する。換算率は以下の通り。

1 US\$ = 1,536.65 Soles

1 US\$ = ¥ 242

#### (3) 価格の基準

1983年の価格を基準とし、エスカレーションは見込まない。すなわち、製造コストに占める各単価および製品価格に関しても1983年固定価格とする。

#### (4) 工場生産能力

塩化ビニル樹脂 25,000t/y

#### (5) 操業率（無機部門：345 d/y、有機部門：333 d/y）

操業初年度 80%

操業2年度 90%

操業3年度—最終年度 100%

#### (6) 短期借入金

操業開始後資金不足が起きた場合、短期借入金てまかなう。

金利 : 16%/y

返済 : 資金繰り上黒字になり次第返済

#### (7) 減価償却

減価償却方法をTable12-1にまとめる。

Table 12-1 Depreciation and Amotization

	Depreciation Method	Salvage Value (%)
Machinery and equipment for quarry, vehicle	5 yr straight line	0
Machinery and equipment for plant	10 yr straight line	0
Civil and building	30 yr straight line	0
Pre-operating cost and interest during construction	10 yr straight line	0

(8) インダストリアルコミュニティ

税引前利益に対し、27%の率でインダストリアルコミュニティが徴収される。

(9) 法人税

法人税は累進課税となっており、税引前利益に対し規定された税率で課税される。

(10) 地方税

既存プラントに対する地方税としては、原則としてバラモンガ市に37,500 U S \$ /y またライセンス税として7,500 U S \$ /y、合計45,000 U S \$ /yであるが、本計画に対しては、下記の課税額が適用される。

地 方 税	20,000 U S \$ /y
ライセンス税	4,000 U S \$ /y
合 計	24,000 U S \$ /y

(11) 財務計算上の優遇策

1) 赤字の繰延

損益計算上欠損が出た場合、5年間の繰延べができる。

2) 再投資による税金の一部免除

再投資が行なわれた場合課税率が下げられる。

3) 輸入税の一部返還

売上高の16%が機器類に課税された輸入税の返還として戻される。ただし返還総額はプラントなどの建設のため輸入したインターナル税の合計額を上限とする。

12 所得総資金の年度別支出計画

所要総資金は、以下のスケジュールで支出されるものとする。

一方、所要総資金の40%は自己資金とし、残りの60%は長期借入金にてまかなうものとする。

Table 12-2 Disbursement Schedule of Total Capital Requirement  
- Without Duty Case -

	Year (Unit:%)		
	- 3	- 2	- 1
Construction cost	10.7	52.4	36.9
Pre-operating expense	6.3	6.3	87.4
Working capital	0	0	100.0
Interest during construction	0	14.5	85.5

Note: (-) in year indicates construction period.

13 販売計画

製品の販売量と売上高をTable12-3にまとめる。

Table 12-3 Sales Volume and Revenue of PVC  
(Unit: 1,000 US\$)

	Year		
	1	2	3
Sales Volume, t/y PVC	20,000	22,500	25,000
Slaked lime	7,200	8,100	9,000
Unit price, US\$/t PVC	1,100	1,100	1,100
Slaked lime	50	50	50
Revenue, 1,000 US\$/yr	22,360	25,155	27,950

14 製造コスト

製造コストは運転費用と減価償却費および借入金金利の合計とする。

## 12.2 財務分析手法

これまでに述べてきた検討結果および前提条件に基づき、次の財務諸表を作成して財務分析を行なう。

- (1) 損益計算書 (Profit & loss statement)
- (2) 現金流入分析表 (Cash flow analysis table)
- (3) バランスシート (Balance sheet)

なお本調査では、収益性の分析方法としてFinancial Internal Rate of Return (FIRR)を採用した。

### 1) FIRR on I (FIRR on Investment投下資本内部利益率)

FIRR on Iとは、全投下資金を自己投資でまかなうと仮定した場合のIRRのことであり、借入金の融資条件、自己資本比率の変化などの影響を除外した計画本来の採算性を示す指標である。

### 2) FIRR on E (FIRR on Equity自己資本内部利益率)

FIRR on Eとは投資金に対するIRRを示し、融資分を除いた資本金のみの採算性を示す指標である。

## 12.3 財務分析結果

### (1) 財務分析結果の要約

財務分析結果をTable 12-4にまとめる。

### (2) 収益性

本計画の収益性をTable 12-5に示す。

## 12.4 感度分析

基本ケースに対して次の要因につき数値を変化させて感度分析を行なった。

- 建設費の変化
- 販売価格の変化
- 運転費の変化
- 電力費の変化
- 金利の変化
- 資本金の変化
- 再投資による優遇策が適用されない場合
- 塩酸コストを 101 US \$ / tで評価する場合

Table 12- 4 Summary of Calculation

	<u>FIRR on I</u>	<u>FIRR on E</u>
Total capital requirement		
Finance		
Equity	56,675	23,938
Dept	—	35,907
Total	56,675	59,845
Annual revenue		
Revenue, 1,000 US\$	27,950	27,950
Net production cost		
Annual, 1,000 US\$	21,026	25,706
Cost,US\$/ton PVC	841 04	1,028 24
Profit before tax		
Annual, 1,000 US\$	6,924	2,244
Profit,US\$/ton PVC	276 96	89 76
Taxes		
Annual, 1,000 US\$	2,842	921
US\$/ton PVC	113 68	36.84
Profit after tax		
Annual, 1,000 US\$	4,082	1,323
US\$ /ton PVC	163 28	52 92
Cash flow		
Annual before tax, 1,000 US\$	12,080	4,126
after tax, 1,000 US\$	9,238	3,205
FIRR (before tax),%	16 8	19 7
FIRR (after tax),%	11 9	15.5
Payout period,year	6.5	5 4

Table 12- 5 FIRR for Base Case

	<u>FIRR on I</u>	<u>FIRR on E</u>
Before tax, %	16 8	19.7
After tax, %	11 9	15.5
Payout period, year (After tax)	6 5	5 4

## 12.5 考 察

以上述べて来た分析に加え、さらに順次優遇策を適用した場合の評価を行なう。各ケースの内部収益率の計算結果とその前提を以下にまとめる。

(Unit : %)

	FIRR on I		FIRR on E	
	Before tax	After Tax	Before tax	After tax
Case 1	11.2	5.3	8.9	minus
Case 2	13.2	6.3	12.8	5.7
Case 3	13.2	6.3	12.8	6.2
Case 4	14.1	7.1	14.5	8.1
Case 5 (B)	14.1	10.3	14.7	11.5
Case 6 (A)	16.8	11.9	19.7	15.5

Case 1 : Duty included, hydrogen chloride cost 101 US\$/ton without loss carry forward, without internal tax refund, without income tax reduction for reinvestment.

Case 2 : Hydrogen chloride cost zero, all other conditions remain as Case 1.

Case 3 : 5 year loss carry forward included, all other conditions remain as Case 2.

Case 4 : Internal tax refund included, all other conditions remain as Case 3.

Case 5 (B) : Income tax reduction by reinvestment included, all other conditions remain as Case 4.

Case 6 (A) : Exemption of duty and associated expenses included, all other conditions remain as Case 5.

上記のケース1は、いかなる優遇策も適用されないケースであり、内部収益率の値はかなり低い。

カ性ソーダの生産に伴って副生する塩酸は現在捨てられている。本計画ではこの塩酸を使用するので、塩酸のコストをゼロとみなすこともでき、この場合をケース2とする。このケースはケース1と比較してかなり内部収益率の値が改善される。さらに5年間の赤字の繰延べ、インターナル税（輸入税の一部）の返還と再投資による税金の減額などの公的に認められた優遇策を適用すると、ケース5に示されるごとく収益性はかなり良くなる。さらに機器の輸入税が

免除されるならば、ケース6に示すごとくIRR on E（税引後）は15.5%に達する。しかし、金利と比較すると、15.5%は充分魅力ある値とは言い難く、したかってもし低金利のローンが本計画に利用できるならばIRR on E（税引後）はさらに高められ、本計画の財務性は大幅に良くなる。



## 第13章 経済分析

### 13.1 概要

本計画の財務評価については第12章にその詳細を述べたが、さらにペルー国家に与える経済的影響を分析することか本計画の性格を確認するうえできわめて重要であると考えられる。

本章では経済的費用便益、経済的内部収益率の算出、税収入および外資収支効果などを分析する。なお、ナショナルハラメーターを用いて財務的費用および利益を経済的費用便益に換算し、経済的内部収益率を算出する。

本分析に用いたハラメーターを下表にまとめる。

Table 13-1 National Parameters  
(as of 1982)

Foreign exchange premium	$\phi = 2.65$
Unskilled labor premium	$\lambda = 0.33$
Domestic skilled labor premium	$x = 0.69$
Social rate of discount	$i = 6.00\%$

### 13.2 経済的費用と便益

本計画の経済的費用と便益を算定するために、本計画が実施された場合の経済的影響をTable 13-2にまとめる。

Table 13-2 Economic Cost and Benefit

Cost	Benefit
Investment cost	PVC production
Raw materials and utilities	Slaked lime production
Labor cost	Development of infrastructure
Other expenses for plant operation	Increased employment opportunities
	Utilization of HCl now disposed of
	Foreign currency saving

### 13.3 経済的便益

#### (1) 直接便益

100%稼働時における経済的直接便益をTable 13-3にまとめる。

Table 13-3 Economic Value of Products

	Unit Price (US\$)	Production (t/y)	Benefit (1,000 US\$)
PVC	558	25,000	13,950
Slaked lime	50	9,000	450
Total			14,400

Note: PVC price is on CIF as of 1983

## (2) 間接便益

### 1) 雇用機会の増大

運転開始後の要員として250人分の雇用機会の増加が見込まれる。

### 2) 関連産業への波及効果

関連産業への波及効果としては、本プラントの建設に伴う鋼材など建設資材の需要増とエンジニアリング・建設業の育成が期待できる。また本プラントの運転に伴い、副資材の需要が増す。

### 3) その他の間接便益

現在、塩酸の一部は海に廃棄されており、本計画の実施によりこの塩酸を回収し利用することができると見られる。このように本計画は海へ塩酸を捨てることを止めさせ、結果として漁業に好影響を与える。

また、本計画の実施によりPVCの海外市場の需給動向に影響されることなく、PVCの供給および価格を安定させることになる。

## 13.4 経済的費用

本計画の経済的費用としては、以下の項目があげられる。

### (1) 初期費用

初期費用は、鉱山の開発、鉱山およびハラモンガでのインフラストラクチャーの整備に要する費用および工場の建設費用、試運転費用などである。Table 13-4に財務的所要資金をまとめる。

### (2) 労働資金とその他費用

生産費用としては要員費用と本計画で消費する原燃料費、副資材費、さらに設備の保守修繕費用などを計上する。これら費用をパラメーターを用いて経済費用に換算する。また税法に基づき課される税金、借入金に対する返済、金利および保険費用は、経済分析では譲渡費用なので、費用としては計上しない。

Table 13-5に経済的コストをまとめる。

Table 13-4 Financial Capital Requirement

	Foreign Currency Portion						Domestic Currency Portion						Total								
	-3			-2			-1			-3				-2			-1				
	Person'l	Mat'l		Person'l	Mat'l		Person'l	Mat'l		U.S.L.	S.O.L.	S.D.L.		Duty	U.S.L.	S.D.L.	S.D.L.	Mat'l	Duty		
1. Land Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2. Land Preparation for Mining	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	62	93	-	-	-	-	-	-	-	186	
3. Access Road	-	-	-	-	-	-	-	-	-	255	270	158	-	-	-	-	-	-	-	653	
4. Civil & Buildings	-	-	-	-	30	-	-	7	-	0	0	0	0	10	12	11	14	10	6	128	
5. Mining Machinery	-	-	-	-	1,644	-	237	-	-	-	-	-	-	-	-	1,075	-	-	155	3,111	
6. Construction Work	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	90	108	63	130	85	-	579	
7. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	256	332	251	0	100	120	84	1,096	3	17	4,874	
A. Sub-Total	-	-	-	-	1,674	-	244	-	-	97	192	290	-	0	0	0	0	0	-	579	
8. Land & Site Preparation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	82	66	100	65	242	200	301	
9. Civil	-	-	-	-	151	-	0	-	-	0	0	0	0	370	97	725	247	65	642	202	
10. Buildings & Machinery	-	-	-	-	1,633	-	451	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,392	
11. Equipment & Machinery	-	-	-	-	16,100	-	6,853	-	-	-	-	-	-	-	-	8,516	-	-	-	35,088	
12. Erection Works	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	595	481	730	-	1,758	1,443	2,190	
13. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	-	-	16	82	
B. Sub-Total	-	-	-	-	17,884	-	7,304	-	-	97	192	290	0	1,047	644	1,856	9,306	2,247	1,708	3,149	
14. Engineering & Consultants Fee	2,410	-	-	1,210	-	-	1,545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165	
15. Contingencies - Physical	0	0	0	200	678	-	200	678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,756	
16. Construction Expenses	-	1,722	-	-	1,722	-	1,721	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165	
C. Sub-Total	2,410	1,722	-	1,410	2,400	-	1,745	2,399	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,086	
TOTAL (A+B+C)	2,410	1,722	-	1,410	21,958	-	1,745	9,947	-	353	524	541	0	1,147	764	1,940	10,402	2,361	1,852	3,247	
17. Pre-Operating Expenses	-	-	-	-	-	-	134	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	
18. Working Capital	-	-	-	-	-	-	-	566	-	-	121	-	0	-	121	-	-	448	850	378	
19. Interest during Construction	-	-	-	-	459	-	-	3,554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,013	
GRAND TOTAL	2,410	1,722	-	1,410	22,417	-	1,879	14,211	-	353	645	541	0	1,147	885	1,940	10,402	2,361	2,300	5,993	
																					4,456
																					75,072

Person'l : Personnel  
 Mat'l : Material  
 U.S.L. : Unskilled labor  
 S.D.L. : Domestic skilled labor

Table 13-5 Economic Cost for Investment

	Foreign Currency Portion						Domestic Currency Portion						Total											
	-3			-2			-1			-3				-2			-1							
	Persn'l	Mat'l		Persn'l	Mat'l		Persn'l	Mat'l		U.S.L.	S.D.L.	Mat'l		Duty	U.S.L.	S.D.L.	Mat'l	Duty	U.S.L.	S.D.L.	Mat'l	Duty		
1. Land Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2. Land Preparation for Mining	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	16	35	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0	-	55
3. Access Road	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	70	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156
4. Civil & Buildings	-	-	-	-	30	-	-	7	-	0	0	0	0	0	1	4	-	-	-	1	4	4	0	53
5. Mining Machinery	-	-	-	-	1,644	-	-	237	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,881
6. Construction Work	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	11	28	24	-	-	13	34	32	-	1,42
7. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	86	95	0	-	12	31	32	0	-	14	38	37	0	6
A. Sub-Total	-	-	-	-	1,674	-	-	244	-	32	86	95	0	-	12	31	32	0	-	14	38	37	0	4,674
8. Land & Site Preparation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	50	109	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0	-	171
9. Civil Buildings	-	0	-	-	151	-	-	0	-	0	0	0	0	0	10	17	38	0	-	30	52	114	0	412
10. Equipment & Machinery	-	0	-	-	1,633	-	-	451	-	0	0	0	0	0	46	25	362	0	-	31	17	242	0	2,807
11. Erection Works	-	0	-	-	16,100	-	-	6,853	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,953
12. Inland Transportation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	74	125	275	-	-	219	376	826	-	1,895
13. Sub-Total	-	0	-	-	17,884	-	-	7,304	-	97	50	109	0	-	130	167	700	0	-	280	445	1,188	0	28,289
14. Engineering & Consultants Fee	2,410	-	-	-	-	-	-	1,545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165
15. Contingencies - Physical	0	0	200	678	200	678	200	678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,756
16. Construction Expenses	-	1,722	-	-	1,722	-	-	1,721	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,165
C. Sub-Total	2,410	1,722	1,410	2,400	1,745	2,399	1,745	2,399	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,086
TOTAL (A+B+C)	2,410	1,722	1,410	21,958	1,745	9,947	1,745	9,947	44	524	204	0	0	142	198	732	0	294	483	1,225	1,225	0	0	42,650
17. Pre-Operating Expenses	-	-	-	-	-	-	-	134	144	-	32	-	0	-	-	121	-	-	0	116	321	0	0	779
18. Working Capital	-	0	-	-	0	-	-	566	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,281
19. Interest During Construction	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	0
GRAND TOTAL	2,410	1,722	1,410	21,958	1,879	10,657	1,879	10,657	44	168	204	0	0	142	230	732	0	294	599	2,261	2,261	0	0	44,710

Person'l : Personnel  
 Mat'l : Material  
 U.S.L. : Unskilled labor  
 S.D.L. : domestic skilled labor

### 13.5 経済的内部収益率（EIRR）の算出

本計画の経済的便益、経済的費用を定量的に測定し、内部収益率を計算する。貯蓄、所得分配などの効果も定量的に考察し、社会経済評価を行ない本計画を分析することが望ましいが、これらの効果を十分に評価するのに必要な資料が不足しているため、ここでは経済的評価のみにとどめる。得られたEIRRはTable 13-6に示す。

### 13.6 インダストリアル・コミュニティと税収入

本計画の実施によりインダストリアル・コミュニティおよび事業税として20年間合計で約8,700万US \$の税収が期待できる。この収入は労働者への再配分と国家による再投資財源となり、ヘル国経済に大いに貢献するものとする。

### 13.7 外貨収支への影響

本計画の実施により、20年間で合計108百万US \$の外貨節約が達成されるものと期待される。

Table 13-6 Calculated EIRR

	(Unit: %)			
<u>Base Case</u>	<u>Case 1</u>	<u>Case 2</u>	<u>Case 3</u>	<u>Case 4</u>
12.0	17.5	5.2	9.6	15.4
Case1 :	Economic benefit		+20%	
Case2 :	Economic benefit		-20%	
Case3 :	Economic cost for investment		+20%	
Case4 :	Economic cost for investment		-20%	



## 第14章 総合評価

### 14.1 概要

本調査の終了に当たり本章で総合評価を行なう。本計画を財務的に成り立つものとするには輸入機器類の輸入税が免除されること、および有利な条件のファイナンスを利用することが重要な鍵となる。採用するプロセスは技術的に実証済みであり、原料の供給、サイトの状況、インフラストラクチャーの整備状況、自然環境そしてSPLの技術レベルなど、いずれも本計画を具体的に実施するのを妨げる要因とはならない。またPVCの需要予測結果は、本計画の生産規模が妥当なことを裏付けている。さらに本計画の実施は何ら環境上の公害問題を引き起こさないし、ペルーにとって大きな社会・経済的効果をもたらすであろう。むしろ、現在海中に投棄している塩化水素を利用することにより、環境汚染を軽減することになる。

### 14.2 技術評価

本計画は技術面から十分成り立つものと判断される。Pariahuancaからは必要な品質の石灰石が供給されるし、位置的にみてもハイウェイ沿いにあり石灰石を約200 km離れたパラモンガに輸送するのも便利である。もう一つの重要な原料であるコークスも、当面輸入により高品質のものが利用可能である。電力、スチーム、工業水いずれも問題なく利用できる上、採用される製造プロセスは既に商業化されている実績をもつものである。25,000 t/yという生産規模も経済的な生産を保証する範囲内にある。また設備建設予定地とその周辺の整備状況は全般的に良好であり、ほぼ現状のままプラントを建設することが可能である。またSPLは高い技術力を有しており、本計画実施の際には適切な技術移転が行なわれれば、設備を正確に運転操業することが十分可能であろう。以上のことにより、本計画は技術的には問題がないものと評価される。

### 14.3 市場評価

第4章の市場調査の中で詳しく論ぜられた通り、PVCの国内需要は1990年頃には年間25,000 tを越えるほどの量が予測される。本調査では様々な角度から需要をながめたが、その結果上記の見解に達した。SPLはペルー唯一のPVC製造業者であり、同社の供給するPVCが価格と品質面において輸入品と十分競合できるならば、本計画が製造するPVCがペルーの全需要を満たすことが十分考えられる。また本計画はできる限り経済的に設計されかつ最高水準の製品を製造することを前提としている。

カーバイド、石灰窒素、生石灰、消石灰の需要は今のところほとんど期待できない。したがって本計画ではPVCのみを製造することとする。しかし、SPLの砂糖プラントで年間9,000 t

の消石灰を消費する可能性が示唆されており、今後の検討が必要である。

SPLが生産コストの低減に努力を続けると共に、ユーザーの要求する高品質の製品を供給するならば、市場面からみても十分成立しうる計画であると判断する。

#### 14.4 財務評価

本計画の所要総資金は、輸入税を含んだ場合が75,072千US\$、免除された場合が59,845千US\$である。輸入税額が非常に大きいことが銘記されなければならない。輸入税込みの場合の標準ケースで税引き後の内部収益率（IRR）は103%であり、輸入税が免除された場合同一前提下で11.9%に上昇する。FIRR on Eの結果をみると利息分の影響が大きいことがわかる。つまり、できるだけ低金利のファイナンスを利用することが必要であることを意味している。このように上記の条件が満たされれば本計画は有望と判断される。

#### 14.5 社会経済評価

本計画は12%の経済的內部収益率を示している。この値は必ずしも高いとはいえないものの、国家経済的観点からは十分評価される。また、本計画の実施はペルーの国際収支に良い結果をもたらすものと考えられる。本計画の実施期間を通じて108百万US\$の外貨収支の黒字が期待され、ペルーの抱えている多額の負債を軽減するのに大いに貢献する。また本計画は国産の無煙炭の開発を促し、安定した需要を生み出すであろうし、言うまでもなく雇用機会は増大する。さらに現在海中投棄している塩化水素を有効利用するわけであるから、環境汚染を減少させる効果もある。

#### 14.6 総合評価

上記の通り本計画は、次章「提言」で述べるような条件が整えば技術・経済的に十分成り立つものである。アルコールや輸入EDCを利用してPVCを製造する他の方法と比較すると、本計画のほうが有利であることがわかる。第13章で説明したように、現在行なっている輸入EDCを用いる方法は、国際収支面からみれば明らかに不利である。さらにこの方法では塩化水素の海中への投棄量が増々ふえることになる。アルコール法は技術的には可能だが、SPLはかつてこの方法を検討したものの結局EDC法を採用したという経緯がある。またアルコール原料のモラシスの供給と値段は現状では不安定であり、安定した原料を使用する本計画のほうが好ましいと思われる。

結論として、本計画はSPLおよびペルー国にとって様々な良い効果をもたらすものであり実施に移すべき計画であると判断する。

## 第15章 提 言

本調査の結果に基づき、下記の提言を行なう。

- (1) 本計画は総合的に評価した結果、実施に値するものであると結論される。したがって、SPLに本計画の具体的実施を勧めるが実施に当り以下に述べる条件を整えることが望ましい。
- (2) 輸入税が本計画の経済性に及ぼす影響がきわめて大きいことに鑑み、SPLは輸入税控除の策を積極的に検討する必要がある。
- (3) SPLは本計画のためにできるだけ有利なファイナンスを求めるべきである。ペルーが慢性的に多大の負債を負っていることを考慮すれば、できるだけ有利な公的融資を用いることが望ましい。
- (4) SPLはパイプ、絶縁電線、くつ、床材、玩具、家庭用品、事務用品などの成形品、シートなどの製造業者やプラスチック類の卸売業者に対し、安定した販売ルートを確認すべきである。
- (5) SPLは本社と工場の双方に、生産部門とは独立して品質管理を行なう組織を新設する必要がある。本社の品質管理部門は市場の要求に関する情報を入手分析して生産に反映させる。工場の品質管理部門は規格不合格品の出荷が行なわれないよう点検することが必要である。
- (6) 電力費の増加は、本計画の経済性に多大の影響を及ぼすので、SPLは特恵料金で電力の供給が受けられるよう交渉に努めるべきである。
- (7) 石灰石の採鉱よりPVC生産に至る一連の生産プロセスには、経験的知識を必要とするので、SPLは工業的に既に確立した技術のみを採用し、経験豊かなプロセスライセンスヤーやエンジニアリング会社を起用すべきである。
- (8) SPLは操業に当り、エンジニア、オペレーターの訓練を実施する必要がある。訓練は実地訓練が望ましく、始業運転、正常運転、操業停止、定期点検なども含むべきである。
- (9) 石灰石鉱山を実際に開発するのに先立ち、詳細な地質調査、ボーリングテスト、鉱量評価、鉱山開発計画の立案などが専門家により行なわれるべきである。





JICA

Vertical text or noise along the right edge of the page.

Vertical text or noise at the bottom right corner of the page.