

#### IV Sierra Grande 鉄選鉱プラント及び燐精鉱プラントの解析



## IV Sierra Grande 鉄選鉱プラント及び燐精鉱プラントの解析

燐鉱石生産の原料となるべき尾鉱を供給する源となる Sierra Grande 鉄選鉱プラントの現状についての確認を行う為、現地調査の際、操業中のプラントよりサンプルを採取し持帰った。そのサンプル分析を行なった結果を以下に述べる。

### 1. 試料採取とその分析

Sierra Grande 鉱業所にて採取した sample の sampling 箇所とその分析値(日本鉱業中央研究所分析結果による)を表 N-1 に示す。又現地調査時の鉄選鉱プラント flow sheet 並びに sampling 箇所を図 N-1 に示す。同図で分かる如く flotation には rougher と scavenger を使用しており、両者の froth は合流して尾鉱(4)となっている。

なお、中央研究所にて実施した採取資料の分析結果を Appendix I №1 及び №2 として添付する。

### 2. 分析結果の考察

1) 燐選鉱プラントの原料としては Appendix 1 №1～表1の sample №1, №2, №3 が対象物となる。

sample №6 は燐の含有率が低いので燐選鉱プラントの原料としては不適當である。ただし、sample №3 については Fe 含有率が高いので、燐酸肥料の最終製品の種類によっては燐選鉱プラントの原料から除外することも考えられる。

2) sample №7 及び同 №10A の分析値によれば粗鉱中の P 及び Fe 含有率が比較的低い。これらについては sampling 方法が塊鉱(30～70 mm)を人手で random に少量(3～4個と若干粉鉱混り) sampling しているので全体の代表性には疑問点がある。然し sample №1, №2, №3, №4 については sampling ladle を使用して流れに対して均等に sampling としているので問題はないと判断する。ただし、sampling 方法に問題点はあったとしても粗鉱中の P 含有率が今回の分析結果で低かったということは本ウィーダビリティ・スタディの時点には十分調査する必要があると思う。

なお、現地にて収集した data にはプラント給鉱(mineral 480)で(P 1.32%, Fe 55.72%), (P 1.30%, Fe 55.51%), (P 1.28%, Fe 56.30%)等の分析値が示されている。

3) Appendix 1 №1の図1及び図2に示された検鏡試験結果は反射式であり、Appendix 1 №2のそれは透過式によって得られたもので、後者については sample №1, №2, №3 について実施した。ただし、試料作製の都合上 400 mesh の細粒子を除去している。

Appendix 1 №2 検鏡試験結果を要約すれば次の如くなる。

- i) sample №1 については写真1及び同2より分る如く粒子が粗くて、Apatite は Hematite, Chlorite 等と結合し、所謂片刃状で存在しているから、更に粉碎する必要がある。
  - ii) sample №2 については、写真3及び同4からApatiteが単体分離していることが分る。即ち、50 $\mu$ 程度に粉碎すれば、Apatiteは単体分離し得る。しかし、分離したApatiteにも随半鉱物としてHematite Chlorite, Quartz等がある。
  - iii) sample №3 については、写真5及び同6で分る如くMagnetiteが非常に多い。これは表1の分析値と一致する。又片刃状のApatiteもある。
- 4) Appendix 1 №1～表2及びAppendix 1 №2～表2, X線回折結果より sample №1, №2, №3 には夫々Apatiteが存在し、特にsample №3 にはMagnetiteを多く含んでいることが分る。
- 5) 以下次のように記述する。即ち、sample №1, №2, №3, №4, №6, №7を夫々尾鉱(2)、同(3)、同(4)、鉄精鉱、尾鉱(1)、粗鉱と称す。(表Ⅳ-1)

### 3 鉄選鉱プラント

鉄鉱石の採掘には坑内掘りを行っている。

鉱体は厚さ約10mの堆積鉱床で、地下800mまで延びていることを確認している。採鉱ボーリングは地表より300本、坑内からは長短あわせて数千本試掘し、その結果鉱量は、地下500m迄の分で1.3億ton、地下800mまでの分で2.6億tonあることを確認している。品位は平均1.5パーセント。掘さくされた坑道延長は約45Km。この内、斜坑が地下480mまで掘さくされ、40トンダンプトラックが走行している。現在、堅坑及び全槽を建設中であり、又、-410mLに大型破碎機を据付ける為の据付現場を掘さく整理中である。

上記の状況から、埋蔵鉱量は350万ton/年の採掘計画に対して少くも50年は充分応じ得るものと判断できる。

坑内より採掘、搬出された粗鉱は鉄選鉱プラントにて乾式磁選、湿式一次磁選、湿式二次磁選、rougher scavenger により尾鉱と分離されて鉄精鉱となる。

今回の調査時には rougher 及び scavenger の froth は尾鉱(4)となっているが近い将来 rougher の froth は cleaner にて浮選され、その froth を尾鉱(4)とし、sink は scavenger に戻され、更に scavenger の froth は rougher に戻されることになっている。これらの flow sheet を図Ⅳ-2に示す。又その予想される material balance を表Ⅳ-2に示す。本プラントより産出される鉄精鉱、尾鉱(1)、尾鉱(2)、尾鉱(3)、尾鉱(4)のP及びFe含有率はAppendix 1 №1～表1に示された値を適用し、粗鉱の品位はこれらの産出物より逆算して得た値であり、鉱量については現地情報をベースにした。

#### 4 燐選鉱プラントについて

鉄選鉱プラントより排出される尾鉱(2)、尾鉱(3)、尾鉱(4)を燐選鉱プラントの原料とするが、尾鉱(4)については、前項1-2.1)に記した如く肥料プラントより産出される燐酸肥料の種類によって不相当の場合も考えられるので本プラントの原料とし表Ⅳ-3に示される二案が考えられる。

##### 1) A案について

概略の flow sheet を図Ⅳ-3に示す。

即ち、尾鉱(2)と尾鉱(3)の混合物を spiral classifier 及び cyclone にて分級した後、粗粒物を ball mill にて粉碎し、尾鉱(4)と合流して cyclone にて分級する。cyclone の under flow は ball mill を介して closed circuit される。一方その over flow は rougher, scavenger, 1st ~ 4th cleaner にて浮選鉱され燐精鉱と廃滓とに分離される。図Ⅳ-3に基づく material balance は表Ⅳ-4の通りである。

かくして得られた燐精鉱の生産量と成分を表Ⅳ-5の様推定した。

##### 2) B案について

flow sheet はA案と略同様である。即ち、図Ⅳ-3にて尾鉱(4)を削除したものがB案の flow sheet となり、これによって得られる燐精鉱の生産量と成分を表Ⅳ-5の通り推定した。

##### 3) Utilities について

###### 3.1) 工業用水

燐選鉱プラントの原料は鉄選鉱プラントから排出される尾鉱をそのまま pulp 状で受入れる。

一方、燐選鉱プラントの廃滓が持ち去る水量は鉄選鉱プラント操業だけの場合鉄選鉱プラント尾鉱が持ち去る水量よりも若干少い。(理論的には燐精鉱が脱水された分だけ少い)

よって、燐選鉱プラント操業によって増加する用水使用量は極めて少いが余裕を見込んで用水量を  $1.25 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $= 75 \text{ m}^3/\text{hr}$ ) とする。

一方工業用水の給水設備能力は現地情報によれば  $135 \text{ l}/\text{sec}$  ( $\doteq 8 \text{ m}^3/\text{min}$ ) であり、鉄選鉱プラントの使用水量は  $6 \text{ m}^3/\text{min}$  である故、設備能力に余裕があり問題ないと判断する。

###### 3.2) 電 力

買電方式とする。ただし、受電設備以降は新設するものとする。設備動力(予備及び照明を含む)は  $5,700 \text{ kW}$  で年間消費電力量は約  $2,075 \text{ 万 kWh}$  と推定される。

###### 4) 計画配置

鉄選鉱プラントに隣接して設置するものとする。

## 5 建設費

flow sheet はA案、B案共殆んど変わらないので、建設費もたいした差はないと思われるのでA案により概算を算出したが、表N-6に示した建設費は次の各項目を満たすことを条件としている。

- I) 機選鉍プラントの建設位置は実在の鉍選鉍プラント隣接地とする。
- II) 機精鉍は disc filter の cake として、本プラント内に設置された stock yard に貯蔵されるものとする。
- III) 廃滓は本プラント サイト内の沈殿池に堆積されるものとする。
- IV) 主要機器は日本国より調達されるものとする。
- V) 試運転は調整及び軽負荷時を含めて3カ月実施されるものとする。
- VI) 予備品は6カ月分とする。
- VII) exchange rate は 1 US\$ = 220 ¥ とする。

## 6 操業費

用 役		日本ベース	アルゼンティンベース
電 気	1 2 8 . 0 7 KWH / ton	4 . 0 ¢ / kWh	2 . 0 ¢ / kWh
プロセス水	3 . 2 4 m <sup>3</sup> / ton	2 0 ¢ / m <sup>3</sup>	2 0 ¢ / m <sup>3</sup>
燃 料	0 . 2 8 8 MMBTU / ton	3 . 0 \$ / MMBTU	1 . 5 \$ / MMBTU
固定費			
保 全 費	\$ 4 7 8 . 4 × 1 0 <sup>3</sup>		
労 務 費	4 2 人	日本ベース 1 8 1 8 × 1 0 <sup>3</sup> \$ / 年	アルゼンティンベース 8 . 4 × 1 0 <sup>3</sup> \$ / 年
管 理 費		労務費の 5 0 %	
税 ・ 保 険		工場建設費の 2 %	
Oil	\$ 3 5 × 1 0 <sup>3</sup> / 年		
薬品・消耗品	\$ 1 , 6 8 6 . 4 × 1 0 <sup>3</sup> / 年		
そ の 他	\$ 4 7 × 1 0 <sup>3</sup> / 年		
債 却		土木・建築費 - 1 5 年定額償却 その他投資額 - 1 0 年定額償却 残存率 1 0 %	
金 利		1 0 % 及び 3 % の 2 ケース	

上記の条件により算出した機精鉍の原価を表N-7に示す。

表Ⅳ-1 Sampling 箇所と主な成分の分析結果

sample 名	sampling 箇所	分析値		備考
		P (%)	Fe (%)	
№ 1	湿式一次磁選非磁性物	2.86	31.38	尾 鉍 (2)
№ 2	" 二次 "	4.33	29.81	尾 鉍 (3)
№ 3	rougher の froth と scavenger の froth との混合物	1.39	62.19	尾 鉍 (4)
№ 4	scavenger の sink	0.12	68.87	鉄 精 鉍
№ 5	rod mill 給鉍口	1.19	55.14	
№ 6	乾式磁選非磁性物	0.42	19.76	尾 鉍 (1)
№ 7	" 給鉍口	1.04	43.87	粗 鉍
№ 8	sample 名 № 1 , № 2 , № 3 の混合物	2.74	41.18	
№ 9	pebble mill 吐出部沈澱物	0.72	64.32	
№10 A	坑内鉍の鉍体	0.98	61.51	
№10 B	" 母岩	0.06	2.45	

表Ⅳ-2 鉄選鉱プラントのmaterial balance list

flow No	鉍量 10 <sup>3</sup> ton/年D.B.	P		Fe		備考
		含有率	重量	含有率	重量	
		%	10 <sup>3</sup> ton/年 D.B.	%	10 <sup>3</sup> ton/年 D.B.	
1	3,500	1.19	4,162.6	51.3	1,795.514	粗 鉍
2	3,000	1.32	3,952.6	56.56	1,696.714	
3	500	0.42	2.1	19.76	98.8	尾 鉍 (1)
4	510	1.32	6.719	56.56	288.441	
5	2,490	1.32	3,280.7	56.56	1,408.273	
6	2,170	1.09	2,365.5	60.27	1,307.857	
7	320	2.86	9.152	31.38	100.416	尾 鉍 (2)
8	2,680	1.33	3,037.4	59.563	1,596.298	
9	2,050	0.15	3,095	68.71	1,408.495	
10	630	4.33	27.279	29.81	187.803	尾 鉍 (3)
11	2,000	0.12	2.4	68.87	1,377.4	鉄 精 鉍
12	50	1.39	0.695	62.19	31.095	尾 鉍 (4)



表Ⅳ-3 磷選鉍プラントの原料

呼 称			A	B
組 成			尾鉍(2) + 尾鉍(3) + 尾鉍(4)	尾鉍(2) + 尾鉍(3)
鉍 量		ton/年D.B	1,000,000	950,000
P	含 有 率	%	3.71	3.83
	重 量	ton/年D.B	37,126	36,431
Fe	含 有 率	%	31.93	30.34
	重 量	ton/年D.B	319,314	288,219

表Ⅳ-4 磷選鉍プラントのmaterial balance

flow No	鉍量	P		Fe		備考
		含有率	重量	含有率	重量	
		10 <sup>3</sup> ton/年 D.B.	%	10 <sup>3</sup> ton/年 D.B.	%	
1	950	3.83	36.431	30.3	288.219	
2	880					
3	70					
4	33					
5	55					
6	50	1.39	0.695	62.19	31.095	
7	1,210					
8	670					
9	590					
10	941					
11	336					
12	838	1.67	13.960	37	310.08	
13	103					
14	277					
15	304					
16	277					
17	250					
18	142					
19	233					
20	71					
21	191					
22	29					
23	162	14.3	23.166	5.7	9.234	

表 N-5 磷精鉍の推定生産量及び推定成分

呼 称		A	B
生 産 量	ton/年 D.B.	1 6 2.0 0 0	1 5 4.0 0 0
P	含有率	%	1 4.3
	重 量	ton/年 D.B.	2 3.1 6 6
	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	3 2.7
	(BPL)	%	7 1
SiO <sub>2</sub>	%	2.1 9	2 1 9
CaO	%	4 0	3 8
F	%	1.1 6	1.1 6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2.8	2.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	8.2	7
(Fe)	%	5.7	4.9
付 着 水	% W.B	1 5	1 5
粒 度		- 4 4 μ 9 0 %以上	- 4 4 μ 9 0 %以上

表Ⅳ-6 磷選鉱プラント概算建設費

(単位：10<sup>3</sup> US \$)

製 造 設 備	1 5, 0 2 3. 6 0 ( 照 明 設 備 を 含 む )
基 礎 建 屋	4, 6 7 0. 0 0 ( 倉 庫 ・ 宿 舎 を 含 む )
設 計 料 他	1, 6 3 3. 3 6
予 備 品 他	5 7 6. 0 3
付 属 設 備	( 既 設 )
設 備 費 計	2 1, 9 0 3. 0 0
操 業 準 備 費	2 2 8. 0 0
建 中 金 利	6 6 3. 9 3
投 資 総 額	2 2, 7 9 4. 9 2
運 転 資 金	5 0 4. 3 1

表 M-7

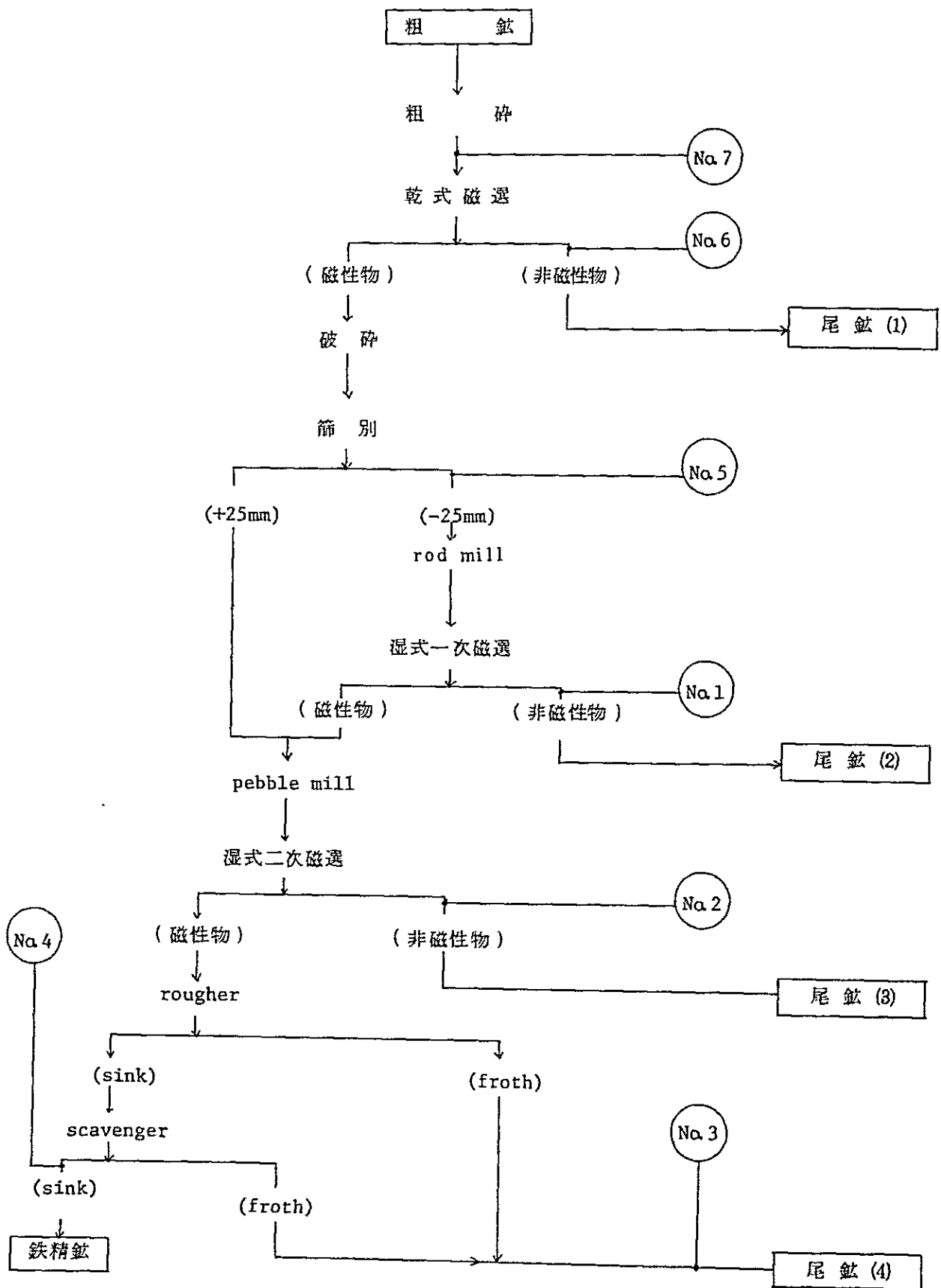
\*\*\* PHOSPHOROUS CONCENTRATE PRODUCTION COST \*\*\*

CASE - 4 - 154,000T/Y, 1979 ARGENTINA BASE, INTEREST 3%

Y220/US\$

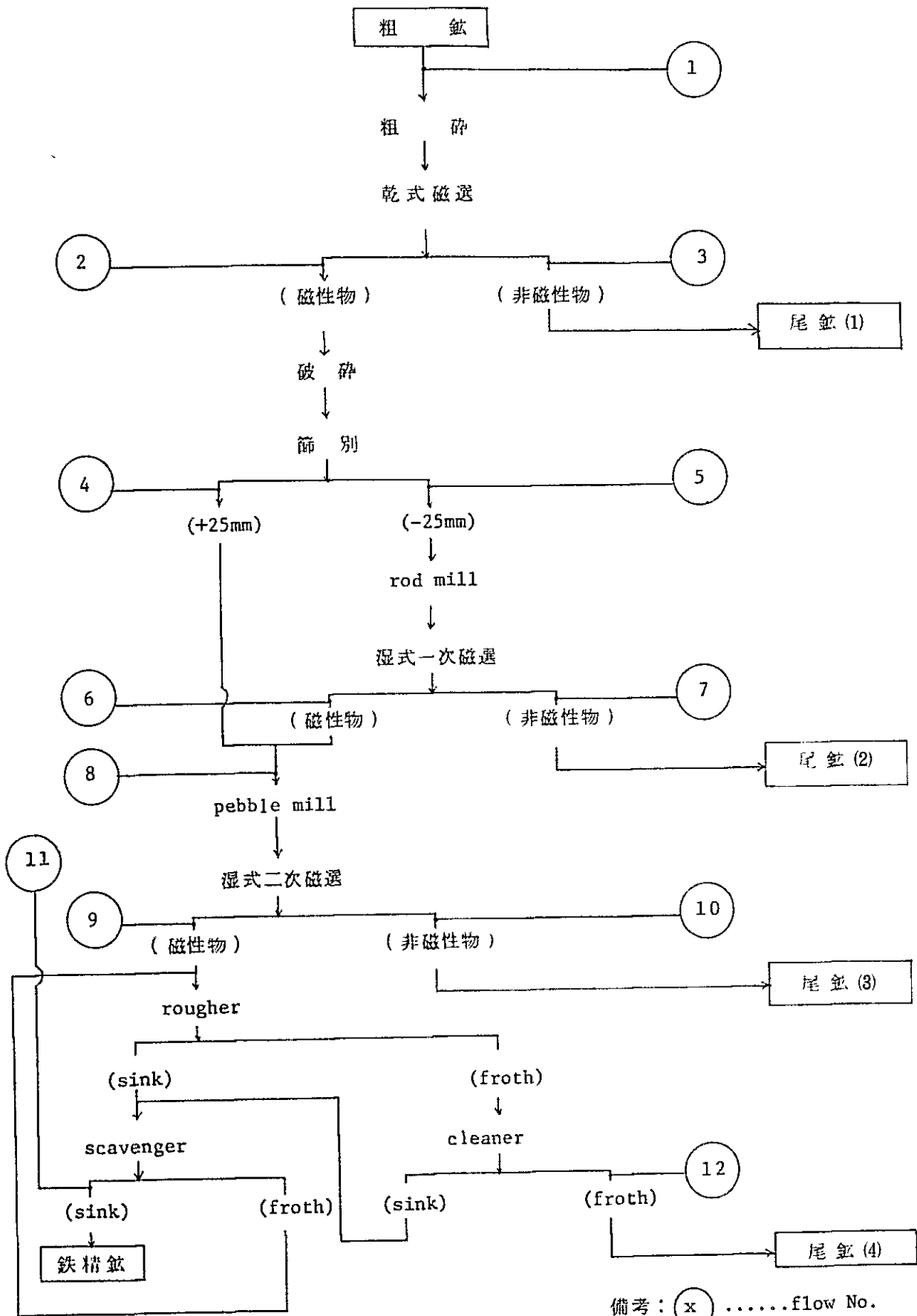
	ANNUAL COST (1000)	UNIT COST (PER TON)	COMPOSITION (PER CENT)
POWER	394.5	2.56	6.5
WATER	99.9	0.65	1.6
FUEL	66.5	0.43	1.1
UTILITIES COST	560.8	3.64	9.2
VARIABLE COST	560.8	3.64	9.2
MAINTENANCE COST	478.4	3.11	7.8
LABOUR	352.8	2.29	5.8
OVERHEAD	175.4	1.15	2.9
OIL	35.0	0.23	0.6
CHEMICALS & CONSUMPT	1686.4	10.95	27.6
OTHERS	47.0	0.31	0.8
TAX & INSURANCE	433.1	2.84	7.2
FIXED COST	2214.0	20.87	52.7
DEPRECIATION - EQUIP	1551.0	10.07	25.4
DEPRECIATION - CIVIL	280.2	1.82	4.6
INTEREST - F.CAPITAL	341.4	2.22	5.6
INTEREST - W.CAPITAL	15.3	0.10	0.2
AM - P&I - OPE	20.5	0.13	0.3
AM - INT. D. CONST	59.8	0.39	1.0
FINANCIAL COST	2262.6	14.73	37.2
INVENTORY COST	57.6	0.37	0.9
PRODUCTION COST	4101.0	39.62	100.0
<hr/>			
PLANT CAPACITY		154000.00	
OPERATION LOAD		1.00	
PLANT COST		15023.00	
CIVIL, CONST		4570.00	
MATERIALS, ENGINEERING		1037.76	
SPECIAL PARTS		376.03	
ELECTRO PLANT COST		21900.00	
DEPRECIATION COST		228.00	
SUB-TOTAL		22131.00	
INTEREST F. CONST.		663.93	
FIXED CAPITAL TOTAL		22794.93	
WORKING CAPITAL		508.42	

図 IV - 1 調査時の鉄選鉱プラントflow sheetとsampling箇所

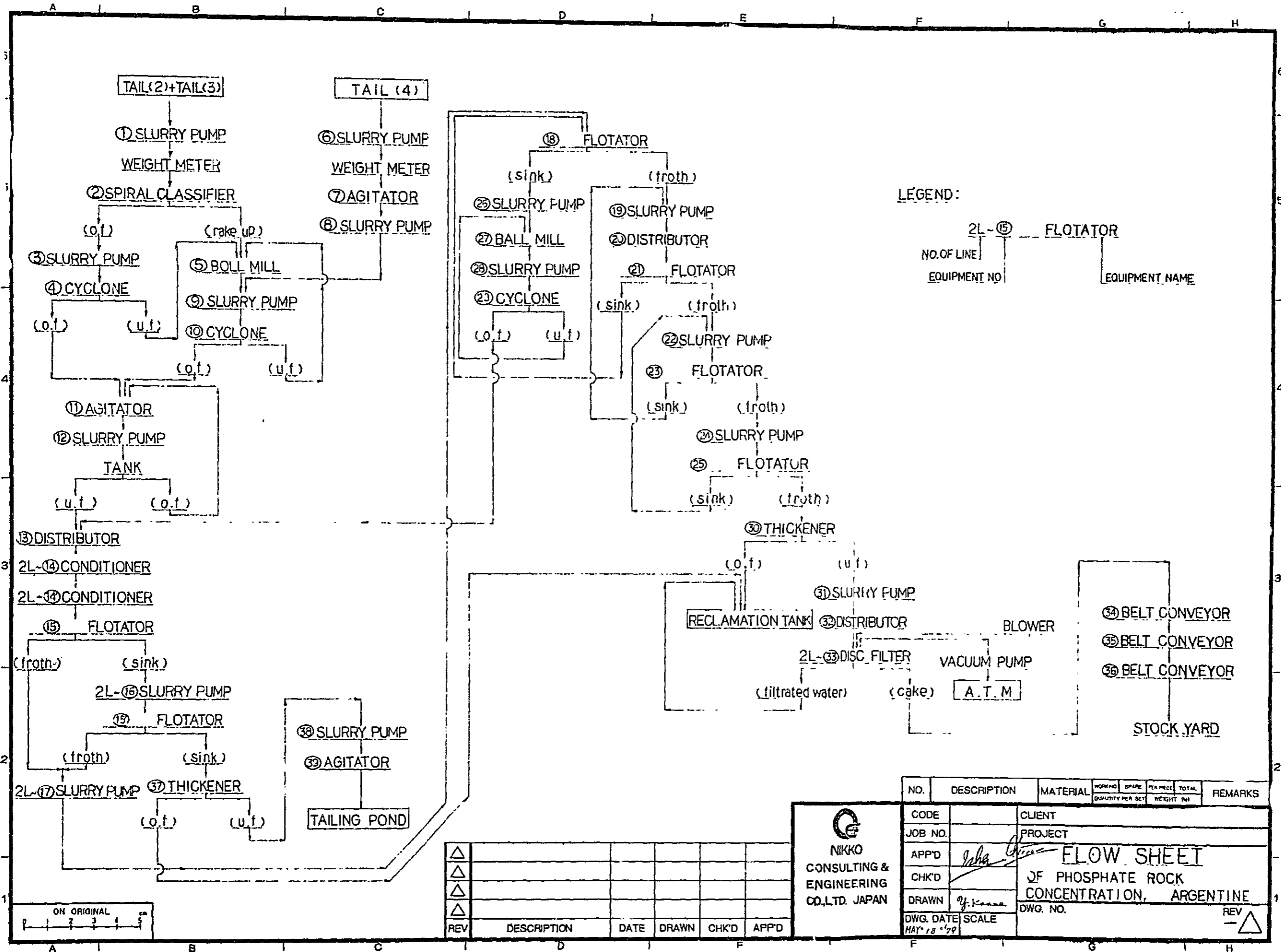


備考：Nox ..... sample No.

図 N - 2 鉄選鉱プラントの flow sheet



備考: (x) .....flow No.



LEGEND:  
 NO. OF LINE | 2L-⑤ | FLOTATOR  
 EQUIPMENT NO | | EQUIPMENT NAME

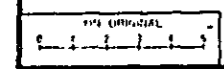
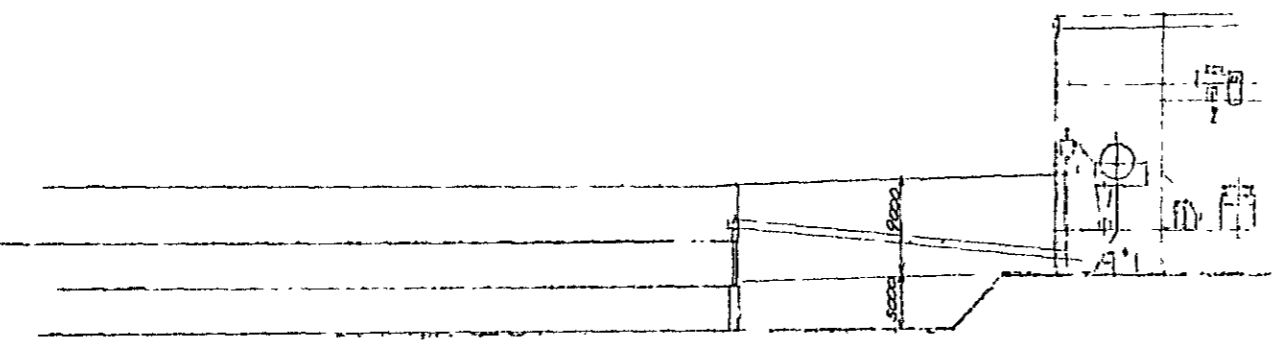
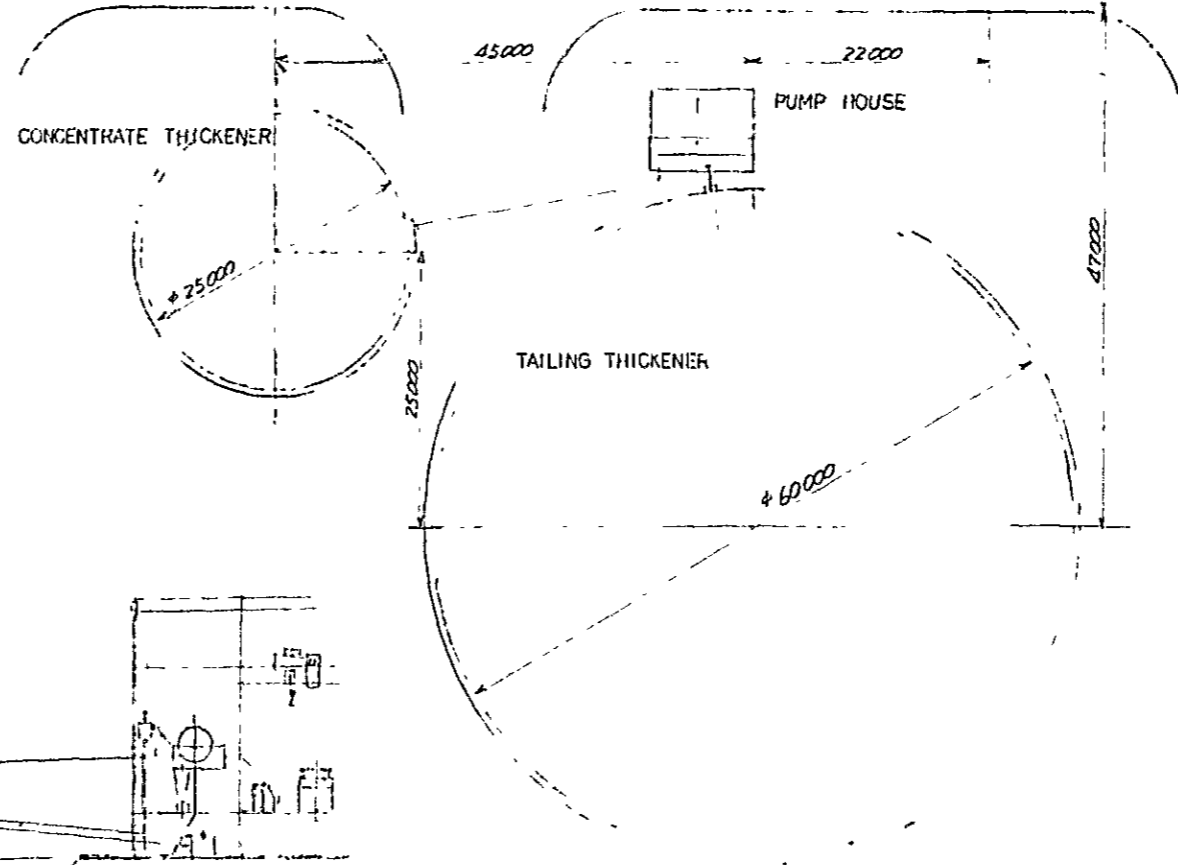
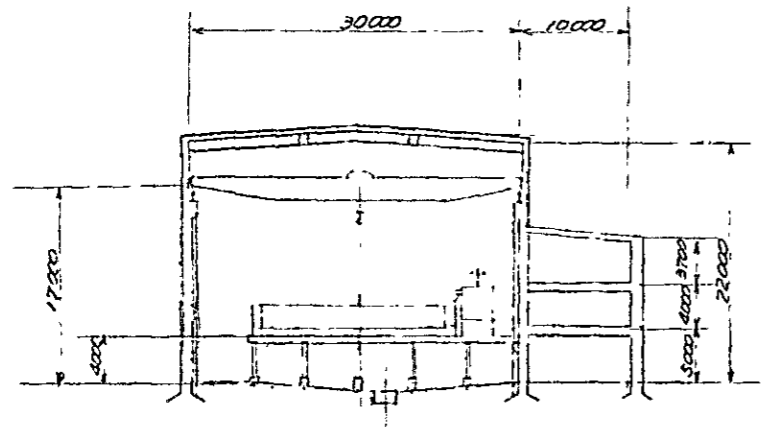
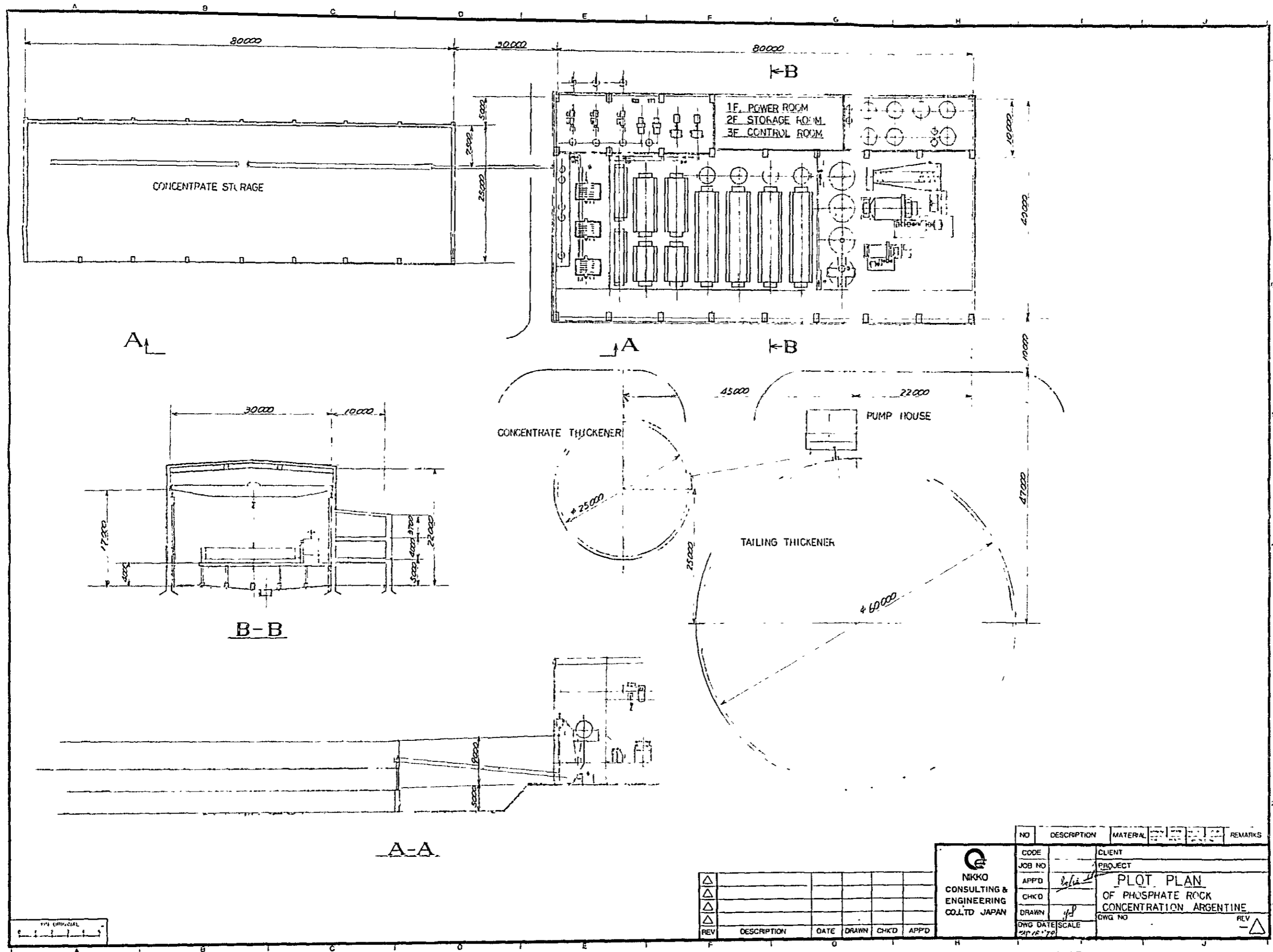
ON ORIGINAL  
 1 2 3 4 5 cm

△					
△					
△					
△					
REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D

NIKKO  
 CONSULTING &  
 ENGINEERING  
 CO., LTD. JAPAN

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	WORKING QUANTITY PER SET	SPARE QUANTITY PER SET	PER PIECE WEIGHT (MT)	TOTAL WEIGHT (MT)	REMARKS
CODE		CLIENT					
JOB NO.		PROJECT					
APP'D	<i>[Signature]</i>	FLOW SHEET					
CHK'D	<i>[Signature]</i>	OF PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION, ARGENTINE					
DRAWN	<i>[Signature]</i>	DWG. NO.					
DWG. DATE	MAY 18 '79	SCALE					REV △





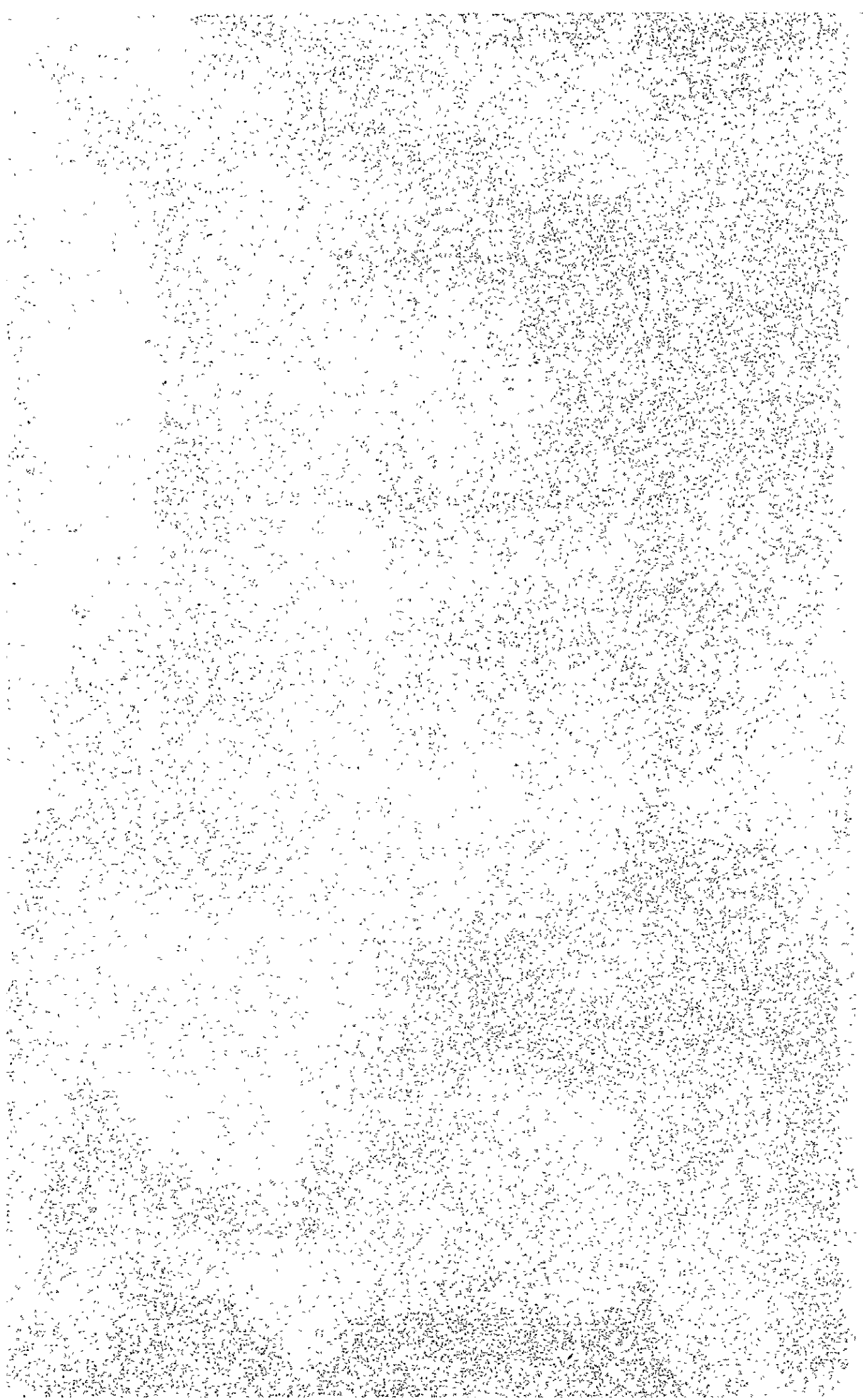
NO	DESCRIPTION	MATERIAL	REMARKS

		CLIENT
CODE	JOB NO	PROJECT
APPD	CHKD	<b>PLOT PLAN</b>
DRAWN	DWG DATE	OF PHOSPHATE ROCK
		CONCENTRATION ARGENTINE
		GWG NO
		REV



## V Sierra Grande 燐鉍石から製造される肥料の生産コスト試算



## V Sierra Grande 燐鉍石から製造される肥料の生産コスト試算

### 1. 製造工程

#### 1-1 過燐酸石灰 (Single Superphosphate)

この肥料は燐鉍石と硫黄を混ぜるのみであるので製造技術としては非常に簡単であるが、今回のプランでは、硫酸を輸入元素硫黄から新設工場で製造すると考えたため、非常に安い価格とはならなかった。もし、現在のアルゼンティンの硫酸設備からの硫酸が利用可能な場合（例えばPETROSURの硫酸を燐安に転換し、硫酸設備を過石用に転用する。）又、硫化鉍の精錬工場からの副成硫酸の利用が可能となるならば、製造原価は大幅に下がることが期待できる。

他方、燐鉍石中に存在する不純物（鉄、アルミニウム）の影響により、製造設備の設計については、本格工場建設に先立ち検討が必要になる。

#### 1) 必要硫酸量の推定

燐鉍石 1,000 Kgを分解して過燐酸石灰にするに必要な硫酸量は

$$\begin{aligned} \text{CaO} & 3.92 \times 1.749 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \quad 8.1 \times 1.842 + \\ \text{Al}_2\text{O}_3 & 2.7 \times 2.886 - (\text{P}_2\text{O}_5 \quad 3.35 \times 0.691 + \\ \text{SO}_3 & 1 \times 1.225) = 6.80 \text{ Kg} \end{aligned}$$

この肥料の問題点は、不純物の鉄の影響によって通常の過燐酸石灰に比較した場合は製品中の水溶性燐酸の量が少くなることである。（Available  $\text{P}_2\text{O}_5$  の内、水溶性  $\text{P}_2\text{O}_5$  30%程度）従って、この水溶性の低下は肥料としての価値に直接影響するものではないが、適用作物の種類や土壌の性質によっては肥効の低下があり得るので、この点についての市場調査がプロジェクトの実施に先立ち行われる必要がある。

#### 2) 原 単 位

SSP生産に必要な原料・用役の原単位は次の様である。

##### 原料

燐 鉍 石      0.626      ton/ton

硫      酸      0.4          ton/ton

##### 用役

電      気      2.4.5      ㎾/ton

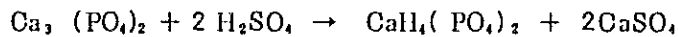
プロセス水      0.8          m<sup>3</sup>/ton

#### 3) プロセスの説明

100 mesh 90% Pass 程度まで微粉砕された燐鉍石の粉末と濃度70%前後の硫酸を一定割合で連続的に混和機的一端に仕込み、攪拌混合し、他端よりスラリー状の混合物を反応機に落とす。反応機の底部はコンベアーになっており、この上に落下し

た混合物は反応が進行しながら40～60分で出口に運ばれる。これをスライサーにかけ、倉庫で1～2週間堆積熟成する。

反応式は



(フローシート及びプロットプラン参照)

## 1-2 重過磷酸石灰 (Triple Superphosphate)

この肥料は有効成分比率の高い燐酸肥料で、その性質はSSPと同様にアルゼンティンのほとんどの地域で肥効が高いと考えられている。

HIPASAMの鉄鉱石選鉱残渣は現在は利用されておらず、濃縮品の組成については中間試験の予備検討結果に示されたデータしか無いので、これをベースにする。

中間試験のデータによれば、Sierra Grande Phosphate Concentrate(以後Sierra Grande 燐鉱石と書く)は、一般に使用されている燐鉱石とは異なり、不純物、特に鉄、アルミの含量が高く、特殊なものとも見ることができる。

従って、一般の燐酸、TSP製造法をそのまま採用することは難かしく、技術的な対応が必要であるとともに製品組成も異なってくる。

従って、より正確な結果を求めるには燐酸、TSPの製造に関してテストを実施し、細部の修正が必要となる。又、装置のエンジニアリングをする上でもテストは必要である。

港湾設備、道路、鉄道、土地造成費は工場の立地条件によって大きく変わるので、この検討の範囲からはずして行った。

一般的なTSPの製造法は、燐鉱石と硫酸から30%燐酸液をつくり、これを濃縮して燐鉱粉と反応させる。

反応の方法にはムロ式或いはスラリー式がある。しかし、Sierra Grande 燐鉱石は前述した様に多量の不純物を含むため、従来法をそのまま採用することができない。即ち、燐酸については液の粘度が高くなり、又、濃縮によって多量のスラッジが生成し、取扱いが困難となると推定される。

従って、燐酸の製造には半水、二水法を採用するが、製品の酸濃度を30%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>でなく、27%に下げて操業する一方、TSPの製造は燐酸を濃縮せず薄酸のまま使用するスラリー方式とする。

### 1) 原 単 位

Sierra Grande 燐鉱石よりのTSP製造について必要な硫酸、燐酸の量については1974年に行われた試験データを基にして次のごとく推定した。

a 燐 酸

組成

T - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3 3.5 %
CaO	3 9.2
CO <sub>2</sub>	0.5 1
SO <sub>3</sub>	0.1 1
F	1.1 6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.7
MnO	0.5 1
MgO	0.3 4
Na <sub>2</sub> O	0.1 4
S	1.2 6
Ignition loss	2.4 1
SiO <sub>2</sub> , 其他	1 0.0 6
計	1 0 0.0 0

粒度 - 63 μ 7 9.8 4 %

硫酸の消費量

分解率 97 % , 収率 96 % , 製品 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.7 % , 含有硫酸 3 % とする。

燐鉍 1,000 Kg 当り

$$\begin{aligned}
 & (1,000) (0.392) \left(\frac{98}{56}\right) (0.97) = 665.42 \\
 & (1,000) (0.335) (0.97) \left(\frac{3}{27}\right) = 36.11 \\
 & - (1,000) (0.001) \left(\frac{98}{80}\right) = - 1.23 \\
 & \text{計} \qquad \qquad \qquad 700.3
 \end{aligned}$$

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,000 Kg 当り

$$\begin{aligned}
 \text{燐鉍石量} & (1,000) / (0.335) (0.96) = 3,109.5 \text{ Kg} \\
 \text{硫酸量 (100\%)} & (3,109.5) (0.7003) = 2,177.6 \text{ Kg} \\
 \text{98\% 硫酸として} & = 2,222 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

燐酸の消費量 燐鉍 1,000 Kg 当り

F は 38 % 揮散するとする。

$$\begin{aligned}
 \text{CaF}_2 \text{ となる CaO} & (1.1.6) (0.62) \left(\frac{56}{38}\right) = 1.0.6 \\
 \text{CaSO}_4 \text{ " " } & (1.1) \left(\frac{56}{80}\right) = 0.8
 \end{aligned}$$

CaO	に対し ( 3 9 2 - 1 0. 6 - 0. 8 ) ( 1 4 2 / 5 6 ) =	9 6 5. 1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" ( 8 1 ) ( 3 5 5 / 1 6 0 )	= 1 7 9. 7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" ( 2 7 ) ( 3 5 5 / 1 0 2 )	= 9 4. 0
MgO	" ( 3. 4 ) ( 1 4 2 / 4 0 )	= 1 2. 1
MnO	" ( 5. 1 ) ( 7 1 / 7 1 )	= 5. 1
Na <sub>2</sub> O	" ( 1. 4 ) ( 1 4 2 / 6 2 )	= 3. 2
	計	1, 2 5 9. 2
燐鉍中の P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		- 3 3 5. 0
燐酸必要量 ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		9 2 4. 2

一方、使用する燐酸液も不純物が多く、フリーの酸が少ないのでこの補正をする必要がある。

#### 燐酸液推定組成

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2 7. 0	%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3. 0	
CaO	0. 2	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5. 7 7	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1. 6 1	
MgO	0. 2 4	
MnO	0. 4 0	
Na <sub>2</sub> O	0. 1 1	

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	に固定される P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( 5 7. 7 ) ( 3 5 5 / 1 6 0 ) =	1 2 8. 0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" ( 1 6. 1 ) ( 3 5 5 / 1 0 2 ) =	5 6. 0
MgO	" ( 2. 4 ) ( 1 4 2 / 4 0 ) =	8. 5
MnO	" ( 4. 0 ) ( 7 1 / 7 1 ) =	4. 0
Na <sub>2</sub> O	" ( 1. 1 ) ( 1 4 2 / 6 2 ) =	2. 5
	計	1 9 9. 0

CaSO <sub>4</sub> となる H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	( 2 ) ( 9 8 / 5 6 ) =	3. 5
フリー H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( 燐酸換算 )	( 3 0 - 3. 5 ) ( 1 4 2 / 9 8 ) =	3 8. 4
フリー HF ( 燐酸換算 )	( 1 1 ) ( 1 4 2 / 3 8 ) =	2 5. 4

従ってHIPASAM 燐酸液中のフリーの燐酸 ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ) は

$$2 7 0 + 3 8. 4 + 2 5. 4 - 1 9 9 = 1 3 4. 8$$

有姿の燐酸必要量は  $9 2 4. 2 / 0. 1 3 4 8 = 6, 8 5 6$



$$P_2O_5 \text{ として } 6.856 \times 0.27 = 1.8511$$

製品出来高 ( 燐鉍トン当り )

燐 鉍	1,000 - 5.1 - ( 11.6 ) ( 0.38 )	=	990.5
	CO <sub>2</sub> 揮散          F 揮散		
燐 酸	( 6.856 ) ( 0.469 )	=	3,215.5
	燐酸中の固型物		
結晶水	( 392 - 10.6 - 0.8 ) ( 18 / 56 )	=	122.3
	燐酸1石灰となるCaO		
附着水		=	228.0
計			4,556.3

前記を T S P トン当りにすると

燐 鉍	( 1,000 ) / ( 4,556.3 )	=	219.5
燐酸液	( 6,856 ) / ( 4,556.3 )	=	1,504.7 ( P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> として 406.3 )
ロス 2%として 燐鉍	219.5 / 0.98	=	224
燐酸	406.3 / 0.98	=	415

製品の TP, AP 推定

$$TP: ( 219.5 ) ( 0.335 ) + ( 1,504.7 ) ( 0.27 ) = 479.8$$

故に TP = 47.98%

分解率 93%として AP = 44.63%

但し、この Available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> は計算値である。又、燐酸中の鉄、アルミ分の多いことから、この Available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の内、水溶性燐酸分は30%程度で、残りは枸橼性 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> となると考えられる。

原料原単位と用役原単位をまとめると次の通りである。

	燐 酸 液		T S P
燐鉍	3,110kg	燐 鉍	224kg
硫酸 ( 100% )	2,178kg	燐酸液 ( as 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	415kg
電力	100 瓩	電 力	150 瓩
		蒸 気	30kg
		重 油	80 ℓ

磷酸液 ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 27% )

原料原単位

燐 鉍 3.110 ton / ton

硫酸 ( 98% ) 2.220 ton / ton

用 役

電 力 100 kW / ton

プロセス水 5 t / ton

排気洗滌水 10 t / ton

操業員

フオアマン 1  
オペレーター 3 × 4 直 } 13名

バッテリーリミット

燐鉍ホッパー、及び硫酸受槽から製品貯槽まで排気洗滌スクラバーは含まれる。

フローシートに示される範囲とする。

T S P

生産能力 310 ton / day

原料原単位

燐 鉍 224 ton / ton

磷酸液 ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ) 415 ton / ton

用 役

蒸 気 30 ton / ton

電 力 150 kW / ton

重 油 80 ℓ / ton

水 10 ton / ton

操業員

フオアマン 1  
オペレーター 3 × 4 直 } 13名

バッテリーリミット

磷酸液貯槽出口ポンプから、製品置場送りコンベヤーまで、製品置場及包装設備はデリバリーの形式によって変わるので除いた。排気スクラバーは含まれるが、排水処理設備は含まない。

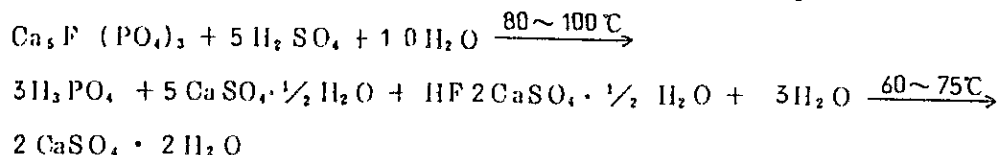
フローシートに示される範囲とする。

## 2) プロセスの説明

### a) 燐酸（湿式方）

製造工程は、分解、結晶、濾過、濃縮の4工程に大別され、分解槽2基、結晶槽には燐鉱石の分解によって生ずるフッ化物の除害装置が設備される。

分解槽に燐鉱粉と希硫酸および予熱燐酸（ $P_2O_5$  約20%）を供給し80～100℃に保つ。燐鉱の大部分は分解され、燐酸と半水セッコウのスラリーを生成する。このスラリーを次の結晶槽に導き、減圧または空気吹きこみによって60～75℃に冷却すると共に、最終結晶槽からスラリーの一部を循環投入する。



このようにして得た燐酸とセッコウのスラリーは連続的に濾過機に送り、燐酸を濾別し、次の濃縮工程へ送る。一方ケーキは、まず希燐酸で洗滌し、ついで水で洗滌する。第一回洗滌は分解工程に循環使用し、最終洗液は希燐酸としてケーキ洗滌液に使用する。

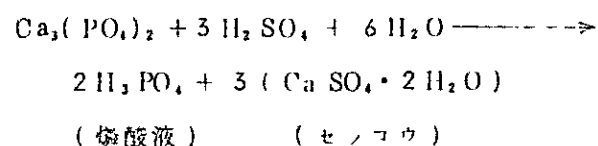
（フローノート及びプロットプラン参照）

### b) 重過燐酸石灰（Triple Superphosphate）

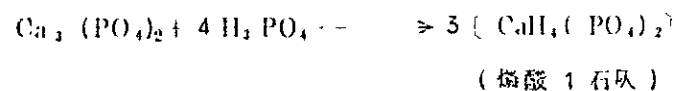
過燐酸石灰製造装置と全く同様で、硫酸の代りに燐酸液を使用することが異なる程度である。造粒設備は、普通化成肥料造粒設備と同一である。

反応式は次の通り

湿式燐酸



重過燐酸石灰



すなわち、上記反応式のように $CaH_4(PO_4)_2$ 燐酸1石灰が重過燐酸石灰の主成分である。燐酸液は燐酸工場にて生産し、その濃度は $P_2O_5$ 含有約27%程度とし、これを原料酸として反応に用いる。重過燐酸石灰用の燐鉱石はボールミルで微粉砕する。その燐鉱粉と燐酸液を混合、反応機にて反応を行わせる。その反応品はボラス状で過燐酸石灰と類似の性状を有する。反応品は裁断機にて砕き、熟成室に堆積する。堆積期間は5日～7日位で、SP/TP=98%～99%となり製品となる（粉状重過燐酸石灰）。さらにこの製品を造粒行程を通過させることにより、粒状

重過燐酸石灰を得ることができる。

( フローシート及びプロットプラン参照 )

### 1-3 熔成燐肥 ( Fused Magnesium Phosphate )

Sierra Grande の回収燐鉍石から熔成燐肥の製造がH I P A S A Mによって強く求められている理由は二つある。一つは、この肥料の製造の原料は燐鉍石と蛇紋岩の様に MgO, SiO<sub>2</sub> を含む鉍物で、このいずれもアルゼンティン国内で容易に、かつ経済的に入手できるためであり、もう一つは回収燐鉍石の化学的性質が通常使用されている燐鉍石に比較し高グレードの熔燐の製造に適していること。これは、フッ素の含有量が約 1.2 %で、通常の燐鉍石の 3.0 ~ 4.0 %より低いことによる。さらに回収燐鉍石から燐安 ( D A P , M A P ) を作る場合に障害となる鉄の含有量が高いことも、この種の肥料では問題とならないためである。

通常日本で使用されている蛇紋岩と同様な原料と Sierra Grande の燐鉍石からの熔燐の製造は次のごとく考えられる。( 蛇紋岩コスト試算は AV-1 参照 )

( Sierra Grande → San Antonio Oeste の燐鉍石輸送費は AV-2 参照 )

	( Ignition Loss )	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	S
<u>原料成分 (%)</u>									
燐鉍石	( 2.4 )	12.2	8.1	2.7	39.2	0.3	33.5	1.2	1.3
蛇紋岩	( 11.7 )	39.2	8.0	0.9	0.6	38.5	-	-	-
<u>原料原単位 成分 (%)</u> ( 製品 1,000 Kg 当り )									
燐鉍石	618 kg	7.5	5.0	1.7	24.2	0.2	20.7	-	-
蛇紋岩	462 kg	18.1	3.7	0.4	0.3	17.8	-	-	-
計	1,080 kg								
<u>製品成分 (%)</u>		25.6	8.7	2.1	24.5	18.0	20.7	-	

通常熔燐の成分のモル比及び計画値は、

	モル比	計画値
MgO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.3 ~ 3.5	3.1
SiO <sub>2</sub> / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.5 ~ 3.5	2.9

CaO / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.5 ~ 4.0	3.0
MgO / SiO <sub>2</sub>	1.0 ~ 1.2	1.05

となっており問題は無いと考えられる。但し、アルゼンティンで経済的に入手できる蛇紋岩又はそれに代る鉱物の組成を確認する必要がある。

又、焙燐の製造は電気炉による場合と平炉を使う場合があるが、回収燐鉱石は粉碎されているので、平炉を使う方が運転が容易であると考えられる。又、炉内で蛇紋岩と燐鉱石の逆混合が起きない様に、蛇紋岩の粉碎が必要となる。

以上のごとく製造技術及び製品品質から考えると、焙燐が望ましい製品形態であることは明白であるが、一方、この種の肥料のアルゼンティン国内マーケットの状況を考えると、全量の焙燐の消化は簡単ではないが、アルゼンティンの周辺地域まで市場として考えるならば充分吸収することは可能とも考えられる。

### 1) 原単位

焙成燐肥製造にあたって必要な原単位は次の様である。

原料

燐 鉱 石 ( 33.5% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.637 ton / ton
蛇 紋 岩	0.476 ton / ton

用役

電 気	1.20 kWh / ton
プロセス水	8 m <sup>3</sup> / ton
燃 料	7.19 MMBTU / ton

### 2) プロセスの説明

燐鉱石と蛇紋岩は、通常、あみ目 15 ~ 20 mm のふるいを通る程度に破碎された上、適当な割合で混合され、ファーネスに充填される。

この粗混合物は、その割合により 1,300 ~ 1,350 °C で焙かされるが、実際のファーネス内の温度は、重油により 1,450 °C まで上がる。

出てきた熔融物は噴射水により水砕・急冷され、カラス状になる。

このカラス状の粒子は水から分離され、ロータリードライヤー内で適当な温度で乾燥され、次にボールミルに送られて粉状にされ、バイウレティング・シーフにより粉末の大きさをそろえられる。

粉状になる前の粒状のDMPも、同様に製品となる。

製品はサイロに貯えられ、ポリエチレンの袋に詰めて送り出される。

また、ファーネスからの排ガスは、フッ素化合物及び酸化硫黄を含んでいるので、排ガスが大気汚染により農作物に被害を及ぼす恐れのある場合には、排ガス処理装置をつける必要がある。

## 機器の概要

—能力	250,000 ton/年 (ファーネス部は2系列)		
—稼働率 (平炉システム)	7,500 時間/年		
—原料処理ユニット	2系列	—乾燥ユニット	1系列
—熔融ユニット	2系列	—微粉碎ユニット	1系列
—冷却ユニット	2系列	—パッキングユニット	1系列
—水流分離ユニット	1系列		

(フローシート及びプロットプラン参照)

## 2 磷酸肥料製造設備の建設費の推定

今回の事前調査に於ける建設費の推定の目的は、現在対象として取り上げられている磷酸肥料が詳細なフィージビリティスタディを実施する対象として選ばれる為に必要な条件 (特に経済性) を備えて居るか否かを判断する為に行われる生産コストの試算に必要なデータを得る事にある。実際に工場を建設する場合は相当な部分の機械、材料がアルゼンティン又は近隣諸国から購入される事になるが、今回の調査では全て日本で調達される価格を基準として算出し、その結果からアルゼンティンに於いて建設される場合の価格を推定した。\*

現段階では最終的な工場立地が決められていない為、港務、鉄道等のインフラに属する設備の詳細は不明の為、建設費からは除外した。なお、機器の輸入に関する税金はないものとし、建設期間は2年で建設期間中の金利は全建設費の一年分相当の金利を加算した。なお1979年に設備されるとしてコストは推定されている。各肥料工場の建設費推算を表V-1に示す。

## 3 製造コスト

V-1で示された原単位及びV-2で推算された建設費に基づき、SSP, TSP及び焙成燐肥の製造原価を算出した。

上記以外の条件は次の通りである。

### 1) 投資関係

- 操業準備費: 労務費の半年分と、用役費の一カ月分とした。
- 建設期間中金利: 3%及び10%の2ケース
- 運転資本: 製品原価、及び原料コストの一カ月分とした。

### 2) 変動費関係

- 電 気: 日本ベース 4.0 \$/kWh  
アルゼンティンベース 2.0 \$/kWh

\* アルゼンティンにおける製造設備費及び付属設備費はフレイト分その他で、日本における場合の金額の15%増しとした。

- 一工業用水：  $20 \text{ ¢} / \text{m}^3$  (日本、アルゼンティンベースとも)
- 一冷却水：  $2 \text{ ¢} / \text{m}^3$  (日本、アルゼンティンベースとも)
- 一燃料： 日本ベース  $3 \text{ \$} / \text{MMBTU}$   
アルゼンティンベース  $1.5 \text{ \$} / \text{MMBTU}$
- 一蒸気(用役)： 日本ベース  $81 \text{ \$} / \text{ton}$   
アルゼンティンベース  $405 \text{ \$} / \text{ton}$
- 一蒸気(副生)： 日本ベース  $136 \text{ \$} / \text{ton}$   
アルゼンティンベース  $68 \text{ \$} / \text{ton}$

### 3) 固定費関係

- 一保全費： 土木・建築費を除いた工場建設価格の3%とした。
- 一労務費： 日本ベース  $\$1818 \times 10^3 / \text{年} / \text{人}$   
アルゼンティンベース  $\$8.4 \times 10^3 / \text{年} / \text{人}$
- 一管理費： 労務費の50%とした。
- 一税及び保険： 工場建設費の2%とした。
- 一金利： 3%及び10%の2ケース  
負債半額返済時の金利を入れた。
- 一償却： 土木建築費分は15年定額償却、その他の投資額は10年定額償却、残存率は10%とした。
- 一袋：  $12 \text{ \$} / \text{ton}$  とした。

以上の条件で試算した結果を表V-2に示す。また、最終製品であるSSP, TSP, 熔成磷肥のアルゼンティンベース、金利3%の場合のコンピューターのアウトプットを表V-3~V-5に示す。

また、金利の差による製造コストの変化及び $P_2O_5$ 換算の輸入TSP価格を図V-1に示す。

表 V-1 磷酸肥料工場建設費の推算 (アルゼンティンベース)

1. SSP 製造		投資総額		4 1, 5 6 1. <sup>55</sup> × 1 0 <sup>3</sup> US\$	
(単位 1,000 US\$)					
	a 磷鉍石濃縮設備	b 硫酸製造設備	c 過磷酸石灰製造設備		
能力 (ton/年)	1 5 4, 0 0 0	9 8, 4 0 0	2 4 6, 0 0 0		
製造設備	1 5, 0 2 3 <sup>60</sup>	6, 6 1 2 <sup>50</sup>	6, 6 3 3 <sup>20</sup>		
基礎建屋	4, 6 7 0 <sup>20</sup>	4 0 0 <sup>00</sup>	3, 1 3 2 <sup>00</sup>		
設計料他	1, 6 3 3 <sup>36</sup>	6 3 6 <sup>40</sup>	上に含む		
予備品他	5 7 6 <sup>03</sup>	8 8 <sup>84</sup>	"		
附属設備	(既設) <sup>00</sup>	6 6 1 <sup>25</sup>	"		
設備費計	2 1, 9 0 3 <sup>00</sup>	8, 3 9 9 <sup>04</sup>	9, 7 6 5 <sup>20</sup>		
操業準備費	2 2 8 <sup>00</sup>	5 2 <sup>52</sup>	9 7 <sup>32</sup>		
建中金利	6 6 3 <sup>93</sup>	2 5 3 <sup>55</sup>	1 9 9 <sup>00</sup>		
投資総額	2 2, 7 9 4 <sup>92</sup>	8, 7 0 5 <sup>11</sup>	1 0, 0 6 1 <sup>52</sup>		
運転資金	5 0 4 <sup>31</sup>	4 5 8 <sup>44</sup>	2, 0 9 3 <sup>50</sup>		

2. TSP 製造		投資総額		5 0, 8 6 6 <sup>46</sup> × 1 0 <sup>3</sup> US\$		
(単位 1,000 US\$)						
	a 磷鉍石濃縮設備	b 硫酸製造設備	c 磷酸製造設備	d 重過石製造設備		
能力 (ton/年)	1 5 4, 0 0 0	9 8, 4 0 0	4 2, 3 4 0 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1 0 2, 0 0 0		
製造設備	1 5, 0 2 3 <sup>60</sup>	6, 6 1 2 <sup>50</sup>	6, 0 6 3 <sup>60</sup>	6, 6 9 0 <sup>43</sup>		
基礎建屋	4, 6 7 0 <sup>00</sup>	4 0 0 <sup>00</sup>	6 8 1 <sup>80</sup>	1, 2 2 7 <sup>30</sup>		
設計料他	1, 6 3 3 <sup>36</sup>	6 3 6 <sup>40</sup>	1, 3 6 3 <sup>60</sup>	1, 1 3 6 <sup>40</sup>		
予備品他	5 7 6 <sup>03</sup>	8 8 <sup>91</sup>	1 0 4 <sup>54</sup>	1 8 2 <sup>97</sup>		
附属設備	(既設) <sup>00</sup>	6 6 1 <sup>25</sup>	6 0 6 <sup>34</sup>	6 6 9 <sup>02</sup>		
設備費計	2 1, 9 0 3 <sup>00</sup>	8, 3 9 9 <sup>04</sup>	8, 8 1 9 <sup>43</sup>	9, 9 0 6 <sup>66</sup>		
操業準備費	2 2 8 <sup>00</sup>	5 2 <sup>52</sup>	7 2 <sup>24</sup>	1 1 9 <sup>80</sup>		
建中金利	6 6 3 <sup>93</sup>	2 5 3 <sup>55</sup>	2 6 6 <sup>77</sup>	3 0 0 <sup>75</sup>		
投資総額	2 2, 7 9 4 <sup>92</sup>	8, 7 0 5 <sup>11</sup>	9, 1 5 8 <sup>94</sup>	1 0, 2 0 7 <sup>44</sup>		
運転資金	5 0 4 <sup>31</sup>	4 5 8 <sup>44</sup>	1, 6 5 6 <sup>55</sup>	2, 2 4 3 <sup>37</sup>		



3. 焙成磷酸肥料製造 投資総額 5 5,9 2 0 <sup>23</sup> × 10<sup>3</sup> US \$

(単位 1,000 US \$)

	a 磷鉍石濃縮設備	b 焙成磷肥製造設備
能力 (ton/年)	1 5 4,0 0 0	2 5 0,0 0 0 <sup>00</sup> / <sub>—</sub>
製造設備	1 5,0 2 3 <sup>60</sup> / <sub>00</sub>	2 1,4 3 2 <sup>00</sup> / <sub>00</sub>
基礎建屋	4,6 7 0 <sup>—</sup> / <sub>36</sub>	6,0 0 0 <sup>—</sup> / <sub>40</sub>
設計料他	1,6 3 3 <sup>05</sup> / <sub>—</sub>	1,1 3 6 <sup>—</sup> / <sub>—</sub>
予備品他	5 7 6 <sup>—</sup> / <sub>—</sub>	—
附属設備	(既設)	2,9 6 4 <sup>01</sup> / <sub>51</sub>
設備費計	2 1,9 0 3 <sup>00</sup> / <sub>—</sub>	3 1,5 3 3 <sup>—</sup> / <sub>—</sub>
操業準備費	2 2 8 <sup>00</sup> / <sub>—</sub>	6 2 7 <sup>19</sup> / <sub>—</sub>
建中金利	6 6 3 <sup>93</sup> / <sub>—</sub>	9 6 4 <sup>81</sup> / <sub>—</sub>
投資総額	2 2,7 9 4 <sup>92</sup> / <sub>—</sub>	3 3,1 2 5 <sup>31</sup> / <sub>—</sub>
運転資金	5 0 4 <sup>31</sup> / <sub>—</sub>	2.5 2 6 <sup>11</sup> / <sub>—</sub>

表 V-2 Sierra Grande 磷鉍石による磷酸肥料製造コスト試算

(単位: US \$/ ton)

	日本ベース		アルゼンティンベース	
	10%	3%	10%	3%
磷鉍石	5 1.2 3	4 4.9 7	4 6.4 9	3 9.6 2
硫酸	3 5.1 5	3 1.1 2	4 0.0 5	3 5.5 5
磷酸 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20.5%)	3 0 9.0 9	2 6 7.9 3	3 0 2.6 4	2 5 7.8 2
過石	7 2.2 4	6 4.1 6	7 0.1 7	6 1.4 2
重過石	1 9 2.0 4	1 6 7.3 5	1 8 0.4 1	1 5 3.7 6
焙成磷肥	1 1 5.8 4	1 0 5.3 4	9 7.1 9	8 5.9 9

注: アルゼンティンベースは日本ベースの製造設備の建設費の15%増しとし、人件費はアルゼンティンの現状により、燃料・電力費については、アルゼンティンの天然ガスによる場合のコストによった。

表 V-3

\*\*\* Sulf. PRODUCTION COST \*\*\*

CASE 4 - 246,000 T/Y, 1979 ARGENTINA BASE, INTEREST 3% -

(Unit: US\$) (¥220/US\$)

	ANNUAL COST	UNIT COST	COMPOSITION
	(000)	(PER TON)	(PER CENT)
P-ROCK	6768.1	27.51	44.8
S-ACID	3498.1	14.22	23.2
RAW MATERIALS	10266.3	41.73	67.9
POWER	120.5	0.49	0.8
PROCESS WATER	39.4	0.16	0.3
UTILITIES	159.9	0.65	1.1
VARIABLE COST	10426.2	42.38	69.0
MAINTENANCE COST	199.0	0.81	1.3
LABOUR	168.0	0.68	1.1
OVERHEAD	84.0	0.34	0.6
TAX & INSURANCE	195.3	0.79	1.3
FIXED COST	646.3	2.63	4.3
DEPRECIATION	597.0	2.43	4.0
DEPRECIATION - CIVIL	187.9	0.76	1.2
AMR - PPE. OPE.	8.8	0.04	0.1
AMR - INT. D. CONST.	26.6	0.11	0.2
INTEREST - F. CAPITAL	152.4	0.62	1.0
INTEREST - W. CAPITAL	63.4	0.26	0.4
FINANCIAL COST	1036.1	4.21	6.9
BAGGING COST	3001.2	12.20	19.9
PRODUCTION COST	15109.7	61.42	100.0
RATED CAPACITY		246000.00	
OPERATION LOAD		1.00	
PLANT COST		6623.20	
CIVIL, CONST.		3132.00	
ERECTED PLANT COST		9765.20	
PPE OPERATION COST		97.32	
SUB-TOTAL		9862.52	
INTEREST D. CONST.		295.88	
FIXED CAPITAL TOTAL		10158.39	
WORKING CAPITAL		2114.67	

表 V-4

\*\*\* TSP PRODUCTION COST \*\*\*

CASE 4 - 102,000 T/Y, 1979 ARGENTINA PASE, INTEREST 3% -

(Unit: US\$) (¥220/JS\$)

	ANNUAL COST	UNIT COST	COMPOSITION
	(000)	(PER TON)	(PER CENT)
P-ROCK (33.5% P2O5)	1004.2	9.84	6.4
P-ACID	10913.6	107.00	69.6
RAW MATERIAL	11917.7	116.84	76.0
POWER	306.0	3.00	2.0
FUEL	455.9	4.47	2.9
STEAM	20.8	0.20	0.1
UTILITIES COST	782.7	7.67	5.0
VARIABLE COST	12700.5	124.51	81.0
MAINTENANCE COST	260.4	2.55	1.7
LABOUR	109.2	1.07	0.7
OVERHEAD	54.6	0.54	0.3
TAX & INSURANCE	198.1	1.94	1.3
FIXED COST	622.2	6.10	4.0
DEPRECIATION - EQUIP	781.1	7.66	5.0
DEPRECIATION - CIVIL	73.6	0.72	0.5
AMR - PRE. OPE	10.8	0.11	0.1
AMR - INT. D. CONST.	27.1	0.27	0.2
INTEREST - F. CAPITAL	154.9	1.52	1.0
INTEREST - W. CAPITAL	69.0	0.68	0.4
FINANCIAL COST	1116.5	10.95	7.1
BAGGING COST	1244.4	12.20	7.9
PRODUCTION COST	15683.7	153.76	100.0

RATED CAPACITY	102000.00
OPERATION LOAD	1.00
PLANT COST	6690.93
CIVIL, CONST	1227.30
KNOW-HOW, ENGINEERING	1136.40
SPARE PARTS	182.97
AUXILIARY FACILITIES	669.07
ERECTED PLANT COST	9906.66
PRE OPERATION COST	119.82
SUB-TOTAL	10026.49
INTEREST D. CONST.	300.79
FIXED CAPITAL TOTAL	10327.28
WORKING CAPITAL	2300.12

表 V-5

\*\*\* FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION COST \*\*\*

CASE 4 - 250,000T/Y, 1979 ARGENTINA BASE, INTEREST 3% -

(Unit: US\$) (¥220/US\$)

	ANNUAL COST	UNIT COST	COMPOSITION
	(000)	(PER TON)	(PER CENT)
P-ROCK (33.5%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6999.1	28.00	32.6
SERPENTINE	2023.0	8.09	9.4
RAW MATERIAL	9022.0	36.09	42.0
POWER	600.0	2.40	2.8
PROCESS WATER	400.0	1.60	1.9
FUEL	2696.2	10.78	12.5
UTILITIES COST	3696.2	14.78	17.2
VARIABLE COST	12718.3	50.87	59.2
MAINTENANCE COST	766.0	3.06	3.6
LABOR	638.3	2.55	3.0
OVERHEAD	319.2	1.28	1.5
TAX & INSURANCE	630.7	2.52	2.9
FIXED COST	2354.2	9.42	11.0
DEPRECIATION - EQUIP	2293.0	9.19	10.7
DEPRECIATION - CIVIL	360.0	1.44	1.7
AMF - PPE. OPE	56.4	0.23	0.3
AMF - INT. D. CONST.	86.8	0.35	0.4
INTEREST - F. CAPITAL	496.9	1.99	2.3
INTEREST - W. CAPITAL	76.3	0.31	0.4
FINANCIAL COST	3374.5	13.50	15.7
BAGGING COST	3050.0	12.20	14.2
PRODUCTION COST	21496.9	85.99	100.0

RATED CAPACITY	250000.00
OPERATION LOAD	1.00
PLANT COST	21427.90
CIVIL, CONST.	6000.00
KNOW-HOW, ENGINEERING	1136.40
AUXILIARY FACILITIES	2964.01
ERECTED PLANT COST	31533.31
PRE OPERATION COST	627.19
SUB-TOTAL	32160.49
INTEREST D. CONST.	964.81
FIXED CAPITAL TOTAL	33125.31
WORKING CAPITAL	2543.25

図 V-1 (1) 金利による製造コストの変化

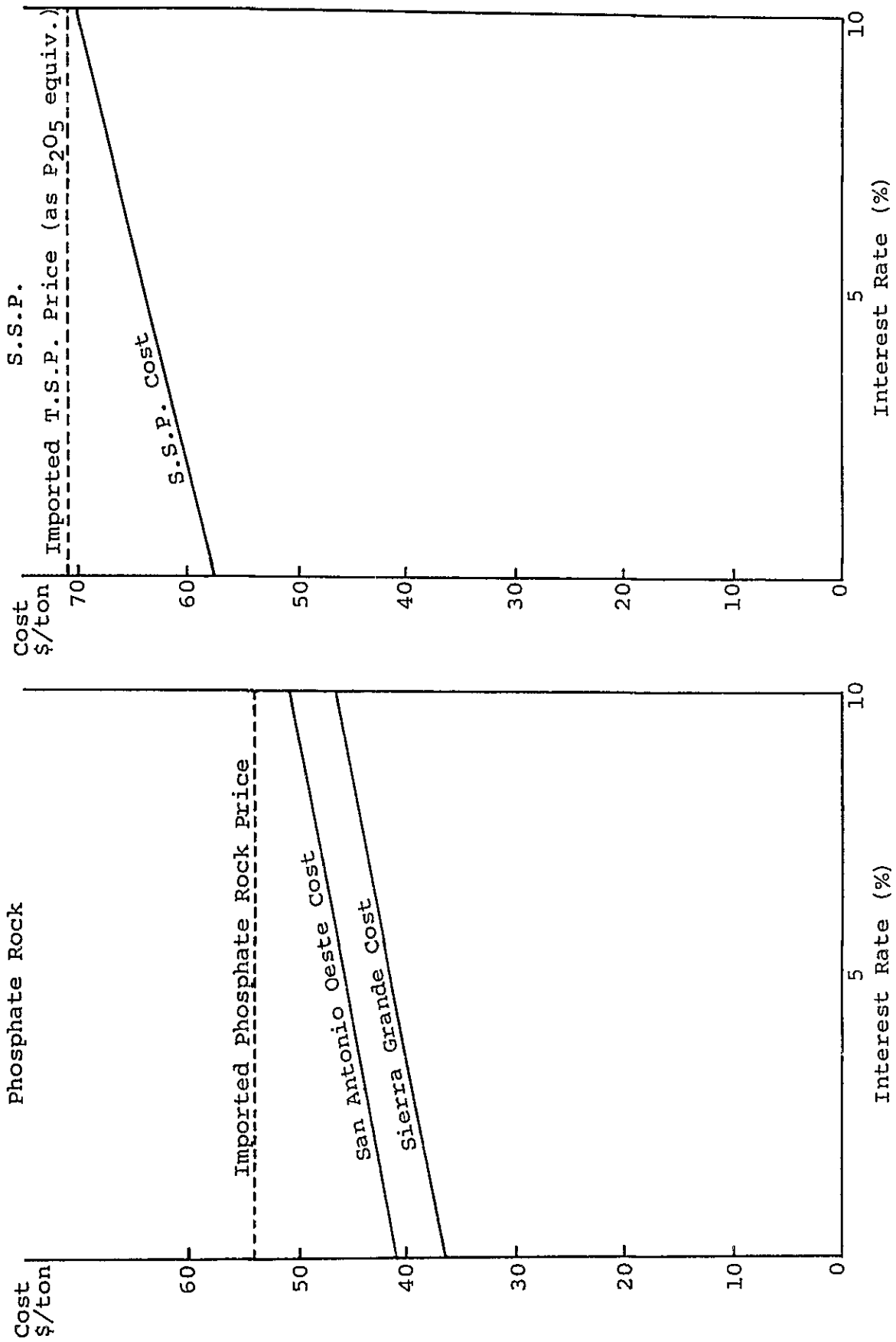
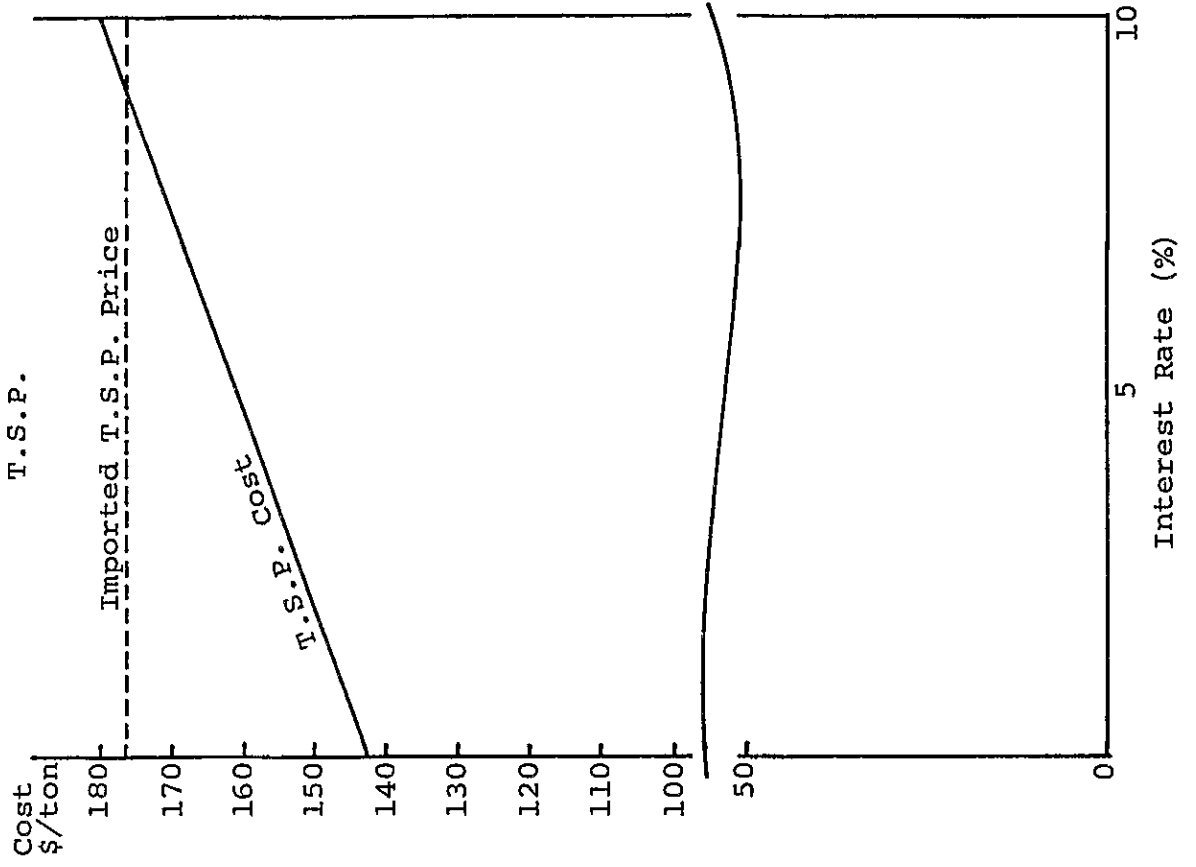
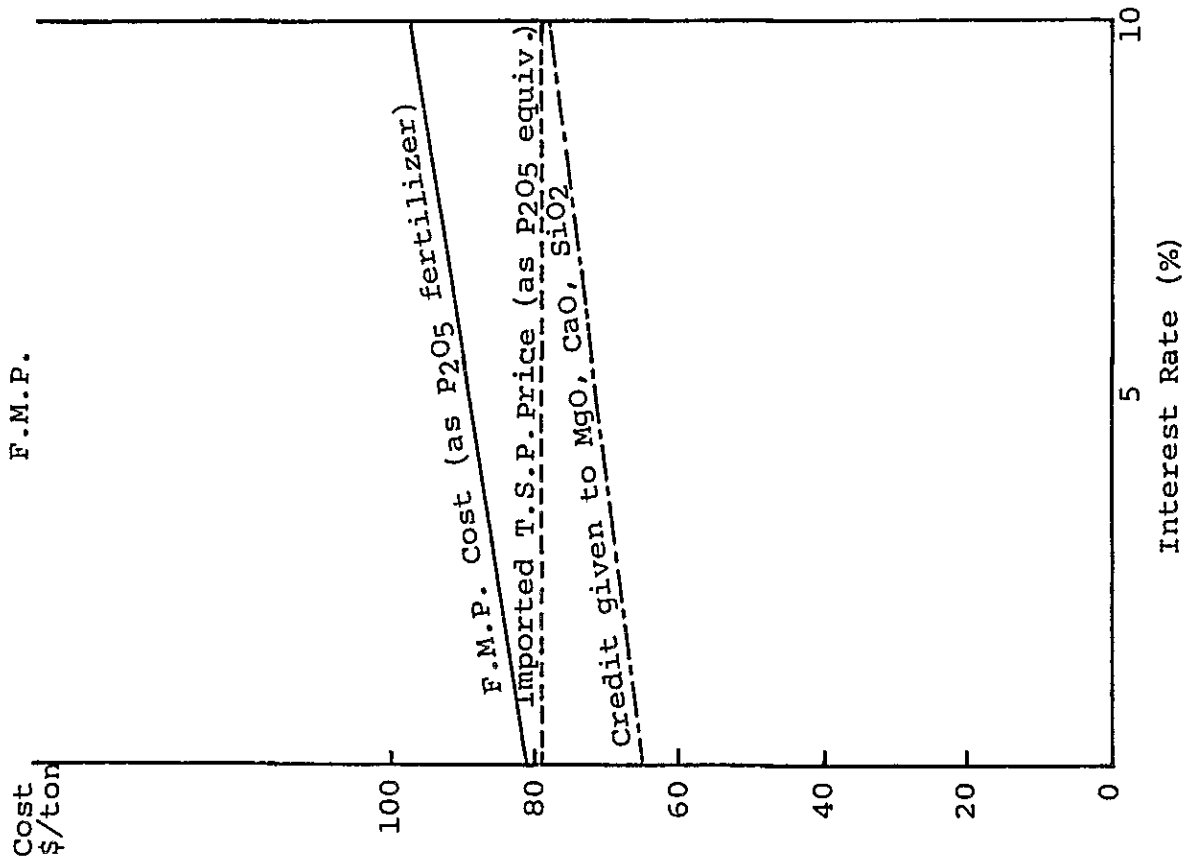


图 V-1 ( 2 )



焙成磷肥 ( F M P ) 副原料 蛇紋岩コスト試算

年間必要量

$$\text{FMP} \quad 250,000 \text{ ton/年} \times 0.462 = 115,500 \text{ ton/年}$$

$$(\text{8時間} \quad 300 \text{日} \quad 50 \text{ ton/時})$$

採掘は露天掘り、採掘された蛇紋岩はクラッシャーにて粗砕した後、ダンプトラックにて約4.0kmの道路(新設)により搬出され、そこから鉄道にて約500km輸送され、工場に到着すると想定した。

採掘機械はリースによると考え、その蛇紋岩の工場渡し価格を推定する。

機 器	仕 様	年 間 コ ス ト
運搬道路償却	幅員 6.0 m 道路長 4,000 m	$24 \times 10^3 \text{ m}^2 \times 18 \times 0.25 = 108,000$
ショベルローダー	50 ton/時 2台	$23.5 \times 2 \times 8 \times 300 = 112,800$
クラッシャー	75 ton/時 2台	$17.0 \times 2 \times 8 \times 300 = 81,600$
ダンプトラック	10 ton/時 6台	$(9.8 + 3.4) \times 6 \times 8 \times 300 = 190,080$
ホッパ	400 ton 1台	2,000
コンベア	40 ton/時 4基	3,200
砕岩機	5台	$4.6 \times 5 \times 8 \times 300 = 55,200$
		小 計 US\$552,880

燃料  $8 \text{ km} \times (400 \div 10) \times 300 \div 3.5 \approx 27,500 \ell$   
 $27.5 \times 100 \$ / \text{kl} \quad \quad \quad \$ 2,750$

労務費 Driver 7名, Worker 9名 = 16名

Overhead, etc 労務費の100%

計 32名

$$32 \times 6,000 = \quad \quad \quad \text{US\$ } 192,000$$

合計 US\$747,630

Profit 10%

US\$74,800

合計 US\$822,430

よって、蛇紋岩は、7.1 \$ / ton FORとなる。これに Rail Fareを10 \$ / ton とすると、工場渡し価格は17.1 \$ / ton となる。

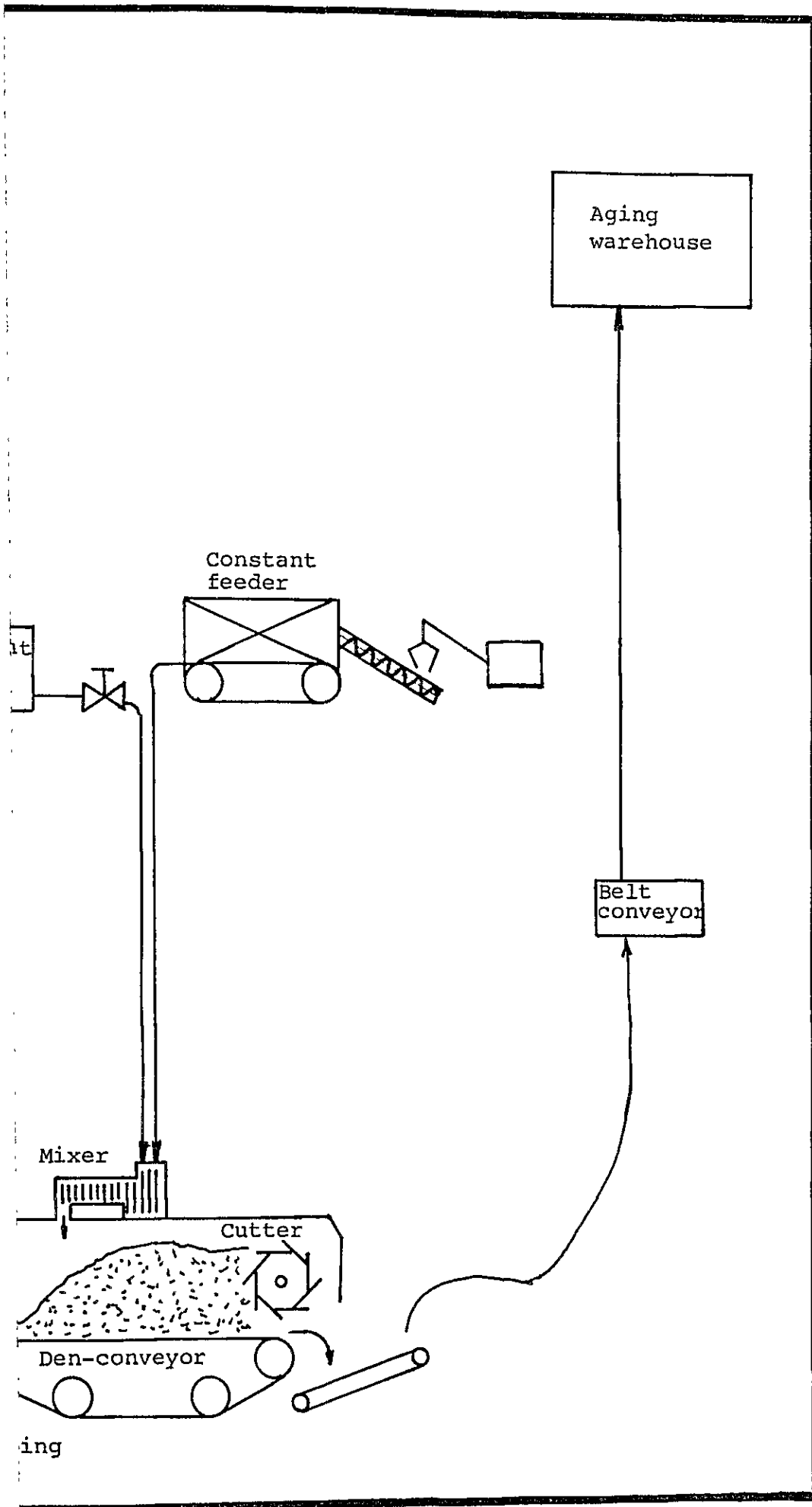
磷 鉍 石 輸 送 費 推 算

条件： 輸 送 量                    1 5 4, 0 0 0 ton / 年  
          輸 送 日 数                3 0 0 日 / 年  
          専用トラック    1 8 台      3 往 復 / 日

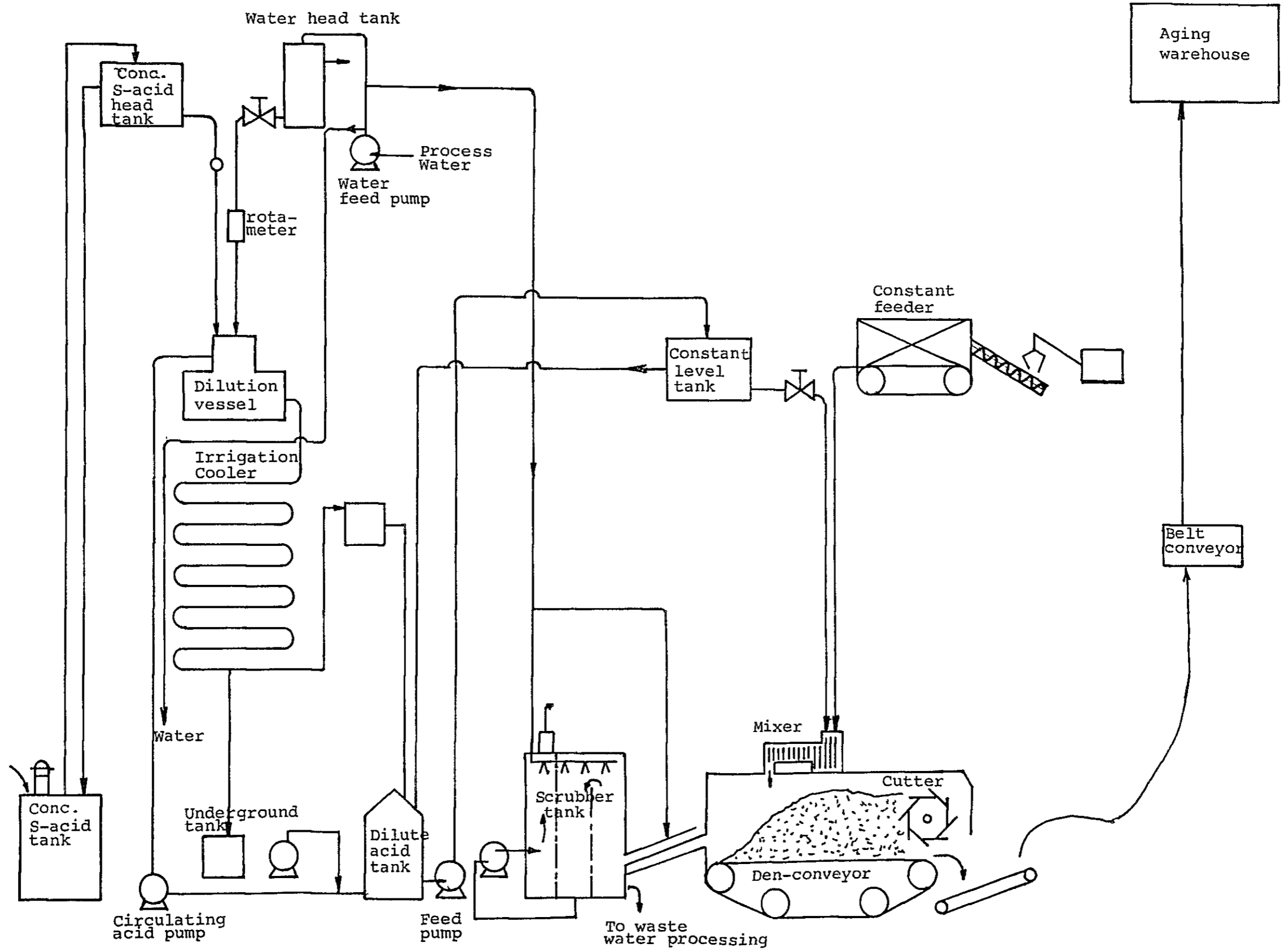
投 資 額            US\$ 6 1 2, 0 0 0  
                       ( US\$ 3 4, 0 0 0 × 1 8 )

項 目	年 間 費 用 ( 10 <sup>3</sup> US \$ )	ト ン 当 り 費 用 ( US \$ )
燃 料 ( $\frac{120 \times 2 \times 47 \times 300 \times}{1.35 \times 10^{-3} \times 80}$ )	7 7. 3	0. 5 0
メ イ ン テ ナ ン ス   コ ス ト 投 資 額 の 1 5 %	9 1. 8	0. 6 0
人 件 費 直 接 人 件 費 ( 2 0 × 6 0 0 × 1 4 ) オ ー バ ー ヘ ッ ド ( 直 接 人 件 費 の 1 0 0 % )	3 3 6. 0 ( 1 6 8. 0 ) ( 1 6 8. 0 )	2. 1 8 ( 1. 0 9 ) ( 1. 0 9 )
償 却    残 存 率   0 % 2 5 % / 年   定 額	1 5 3. 0	0. 9 9
金 利    借 入 金 半 額 返 済 時	( 3 % )   ( 1 0 % ) 9. 2      3 0. 6	( 3 % )   ( 1 0 % ) 0. 0 6    0. 2 0
輸 送 費	6 6 7. 3   6 8 8. 7	4. 3 3   4. 4 7

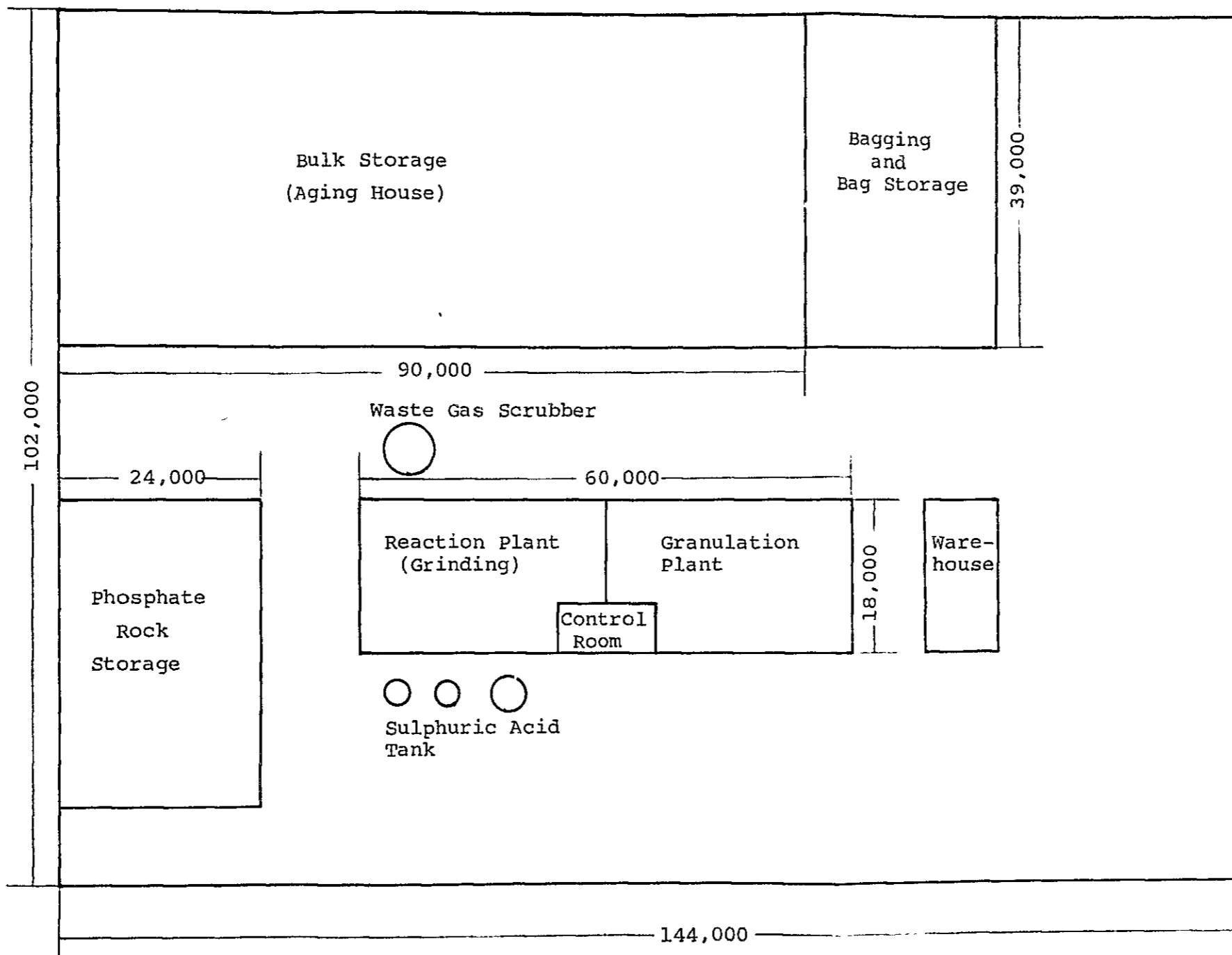




FLOW SHEET - S.S.P. PLANT

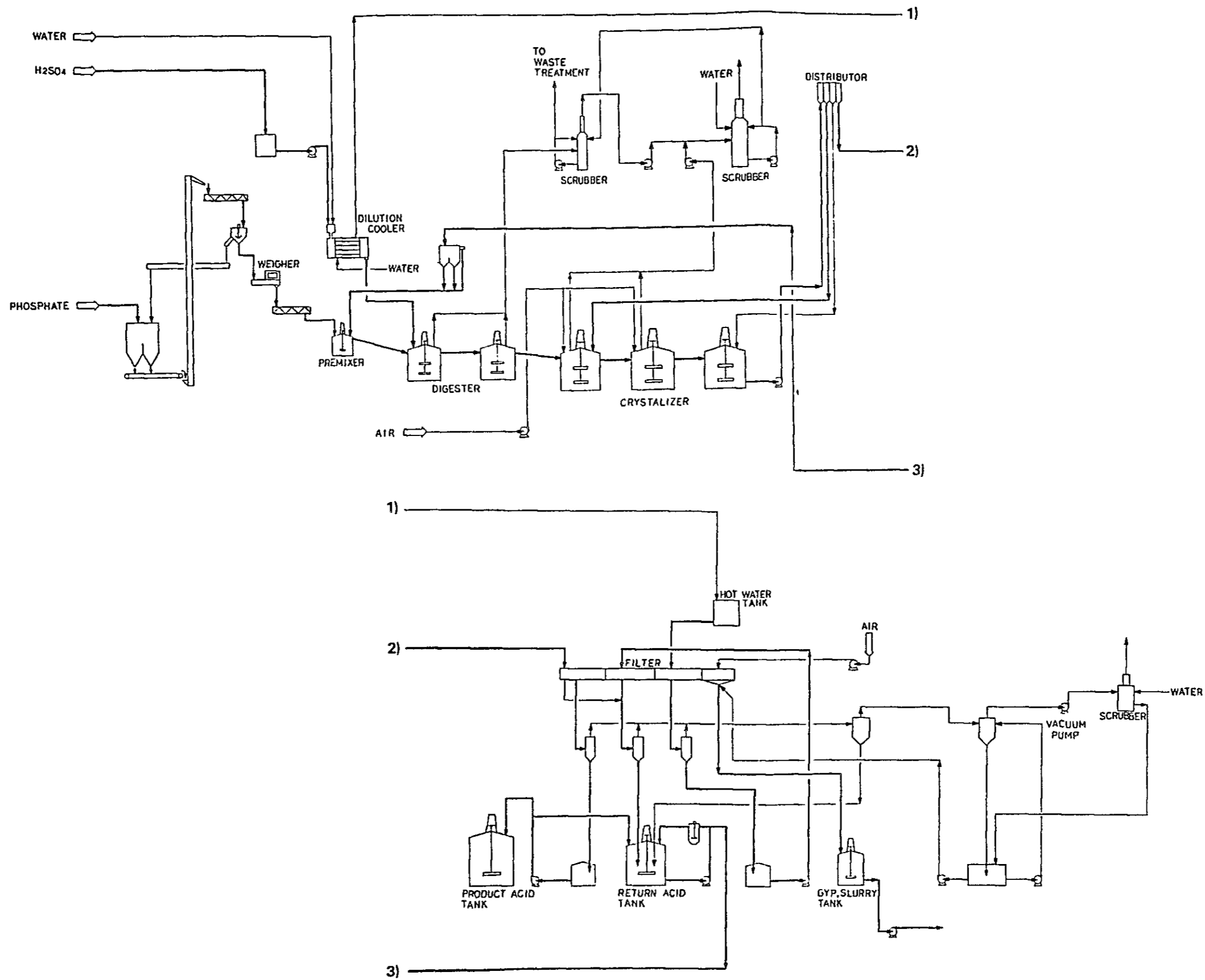


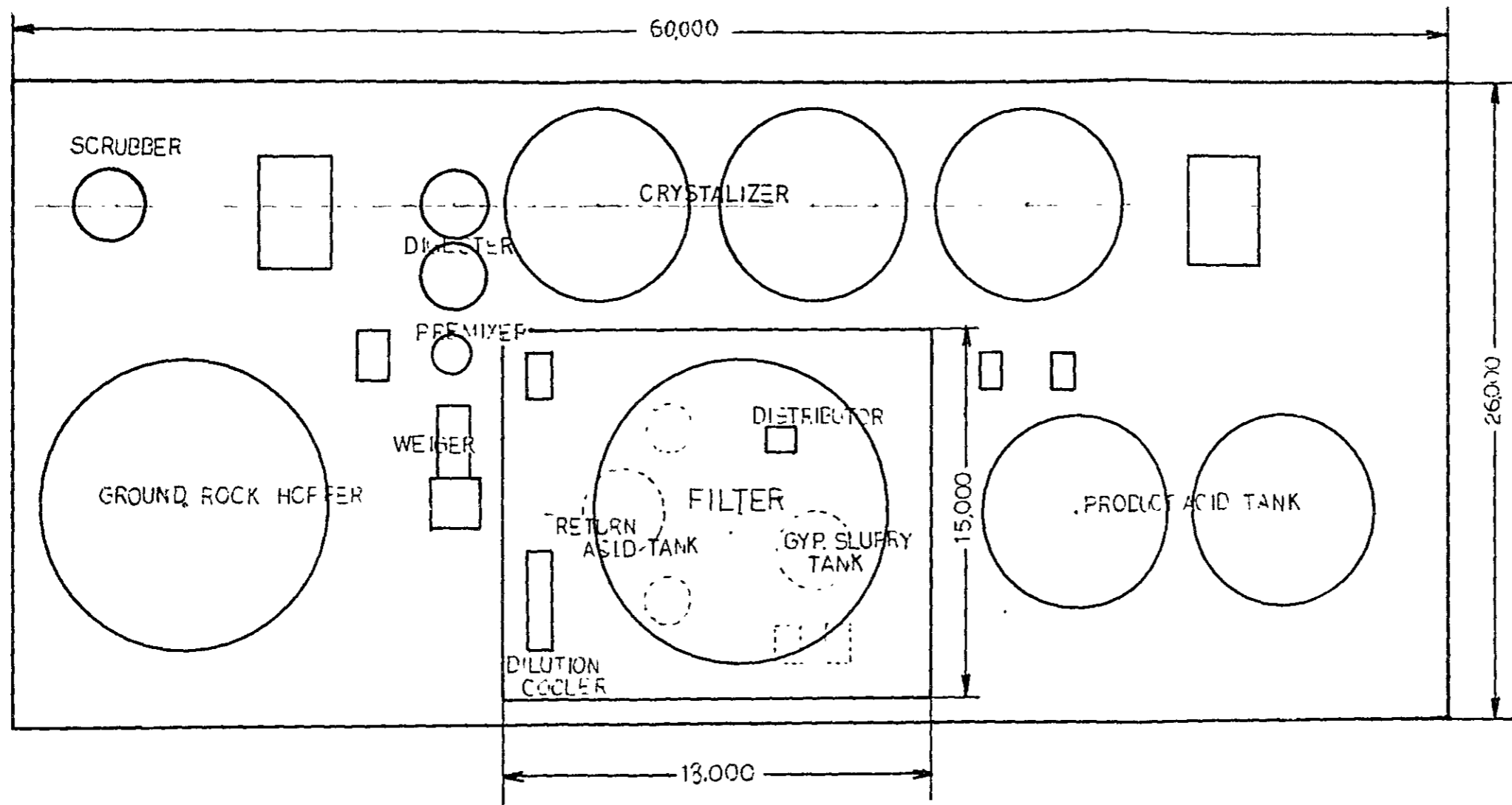
PLOT PLAN - TYPICAL S.S.P. PLANT



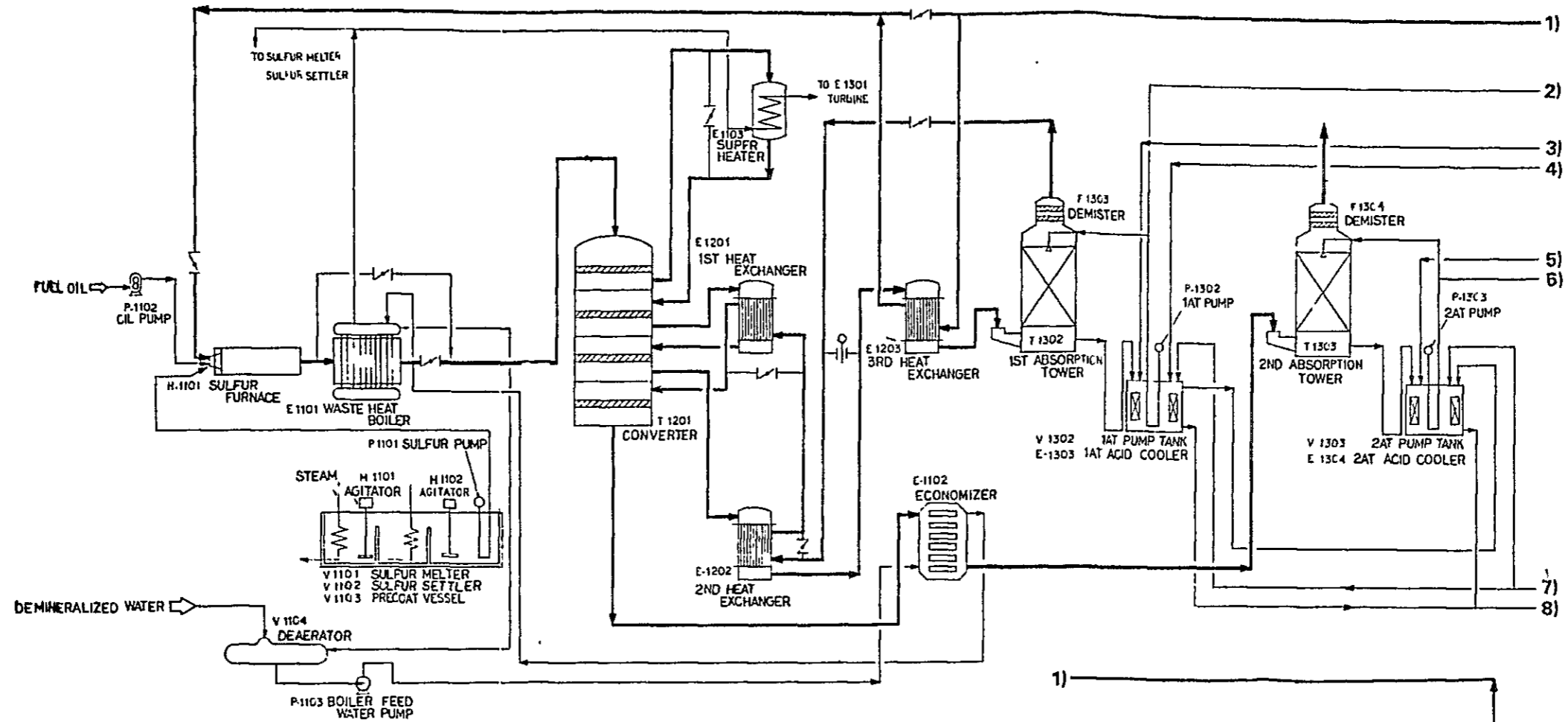
Scale: 1:600

# PHOSPHORIC ACID FLOW SHEET

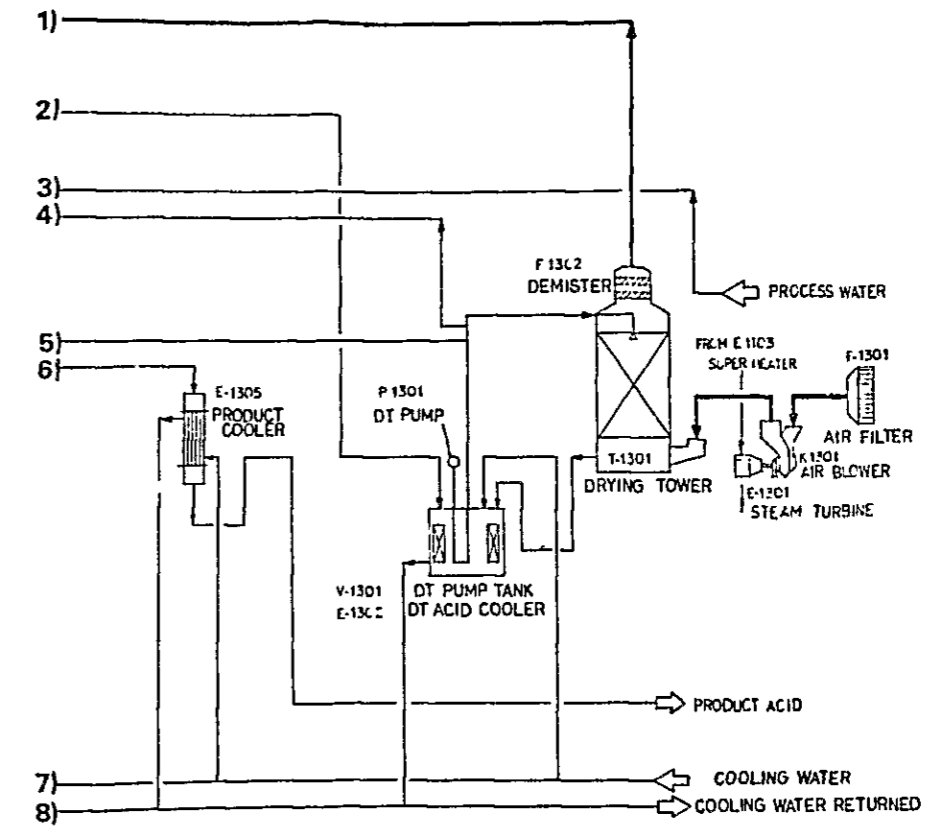




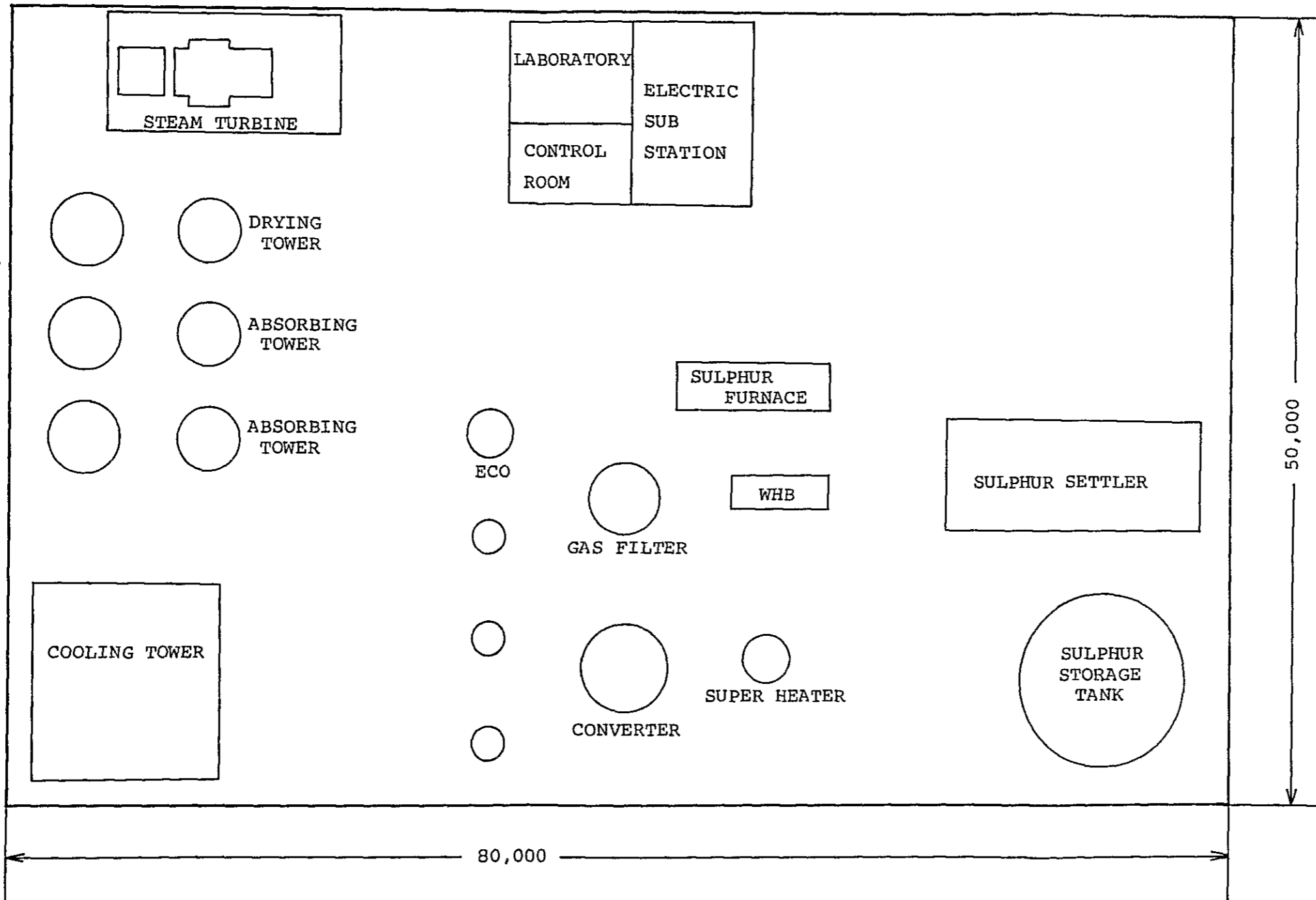
水品	担当	日付	名称	図番
水品	設計	July. 1979	130 1/3 PHOSPHORIC ACID	- /
水品	製図		PLANT: PLOT PLAN.	



SULFURIC ACID PROCESS FLOW SHEET  
DOUBLE CONTACT

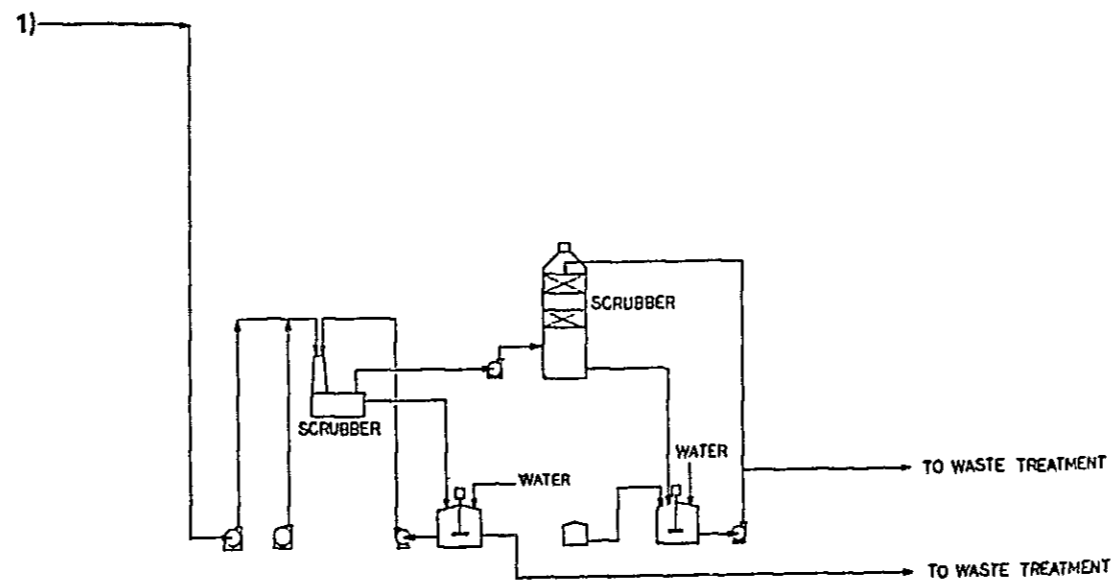
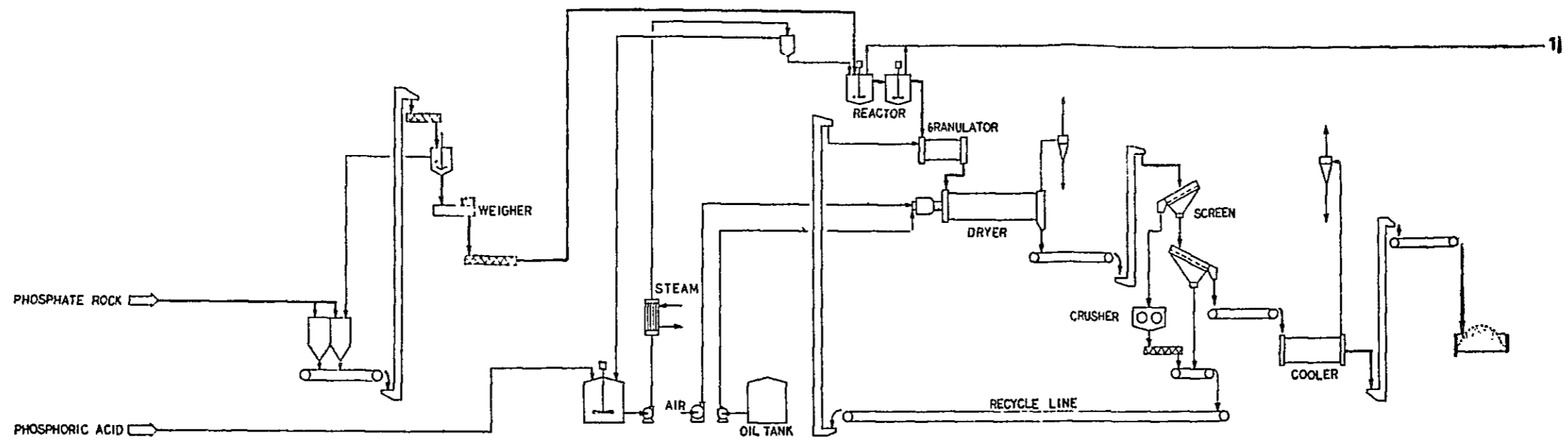


PLOT PLAN - 300 T/D SULPHURIC ACID PLANT

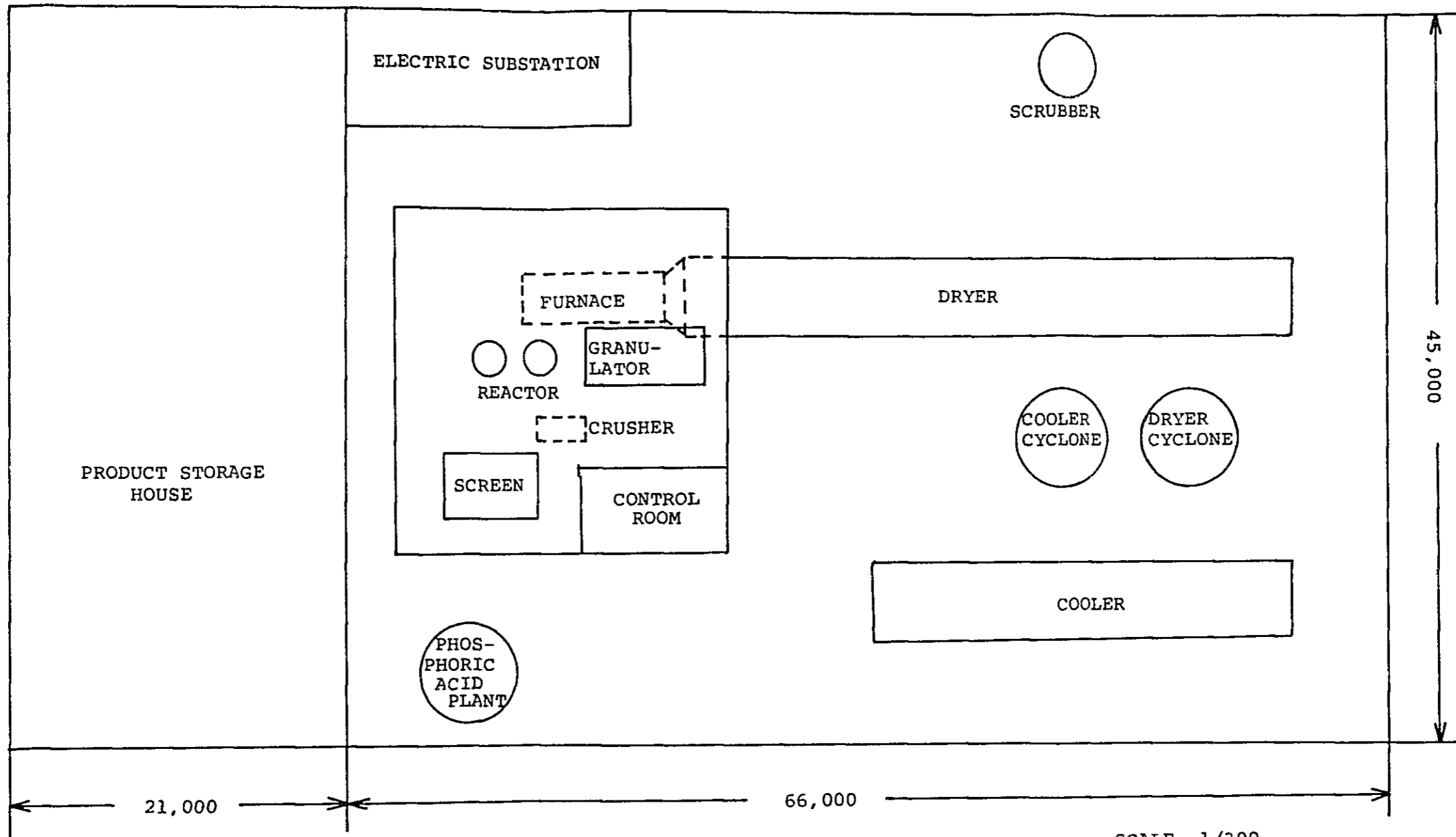


SCALE: 1/300

TSP FLOW SHEET

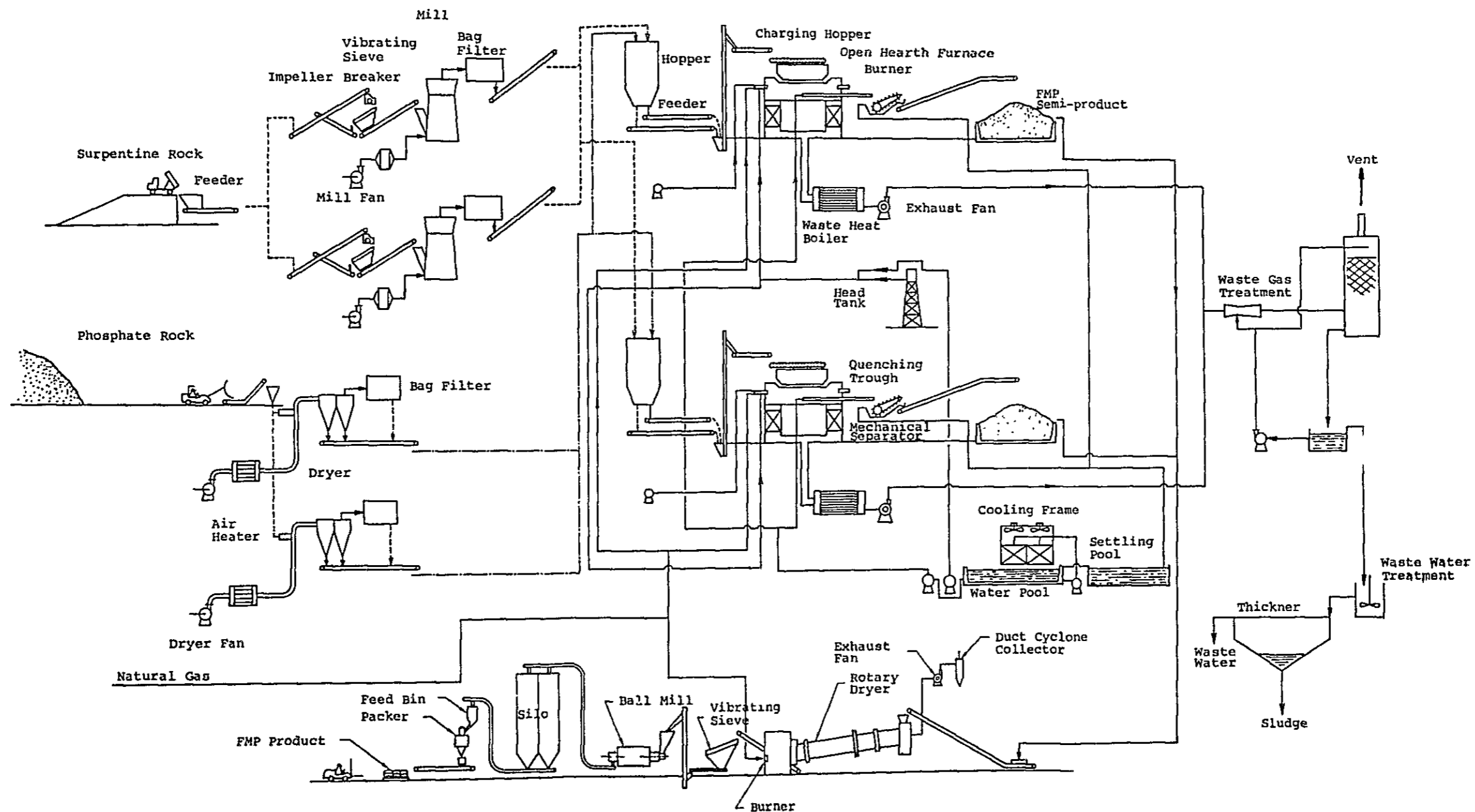




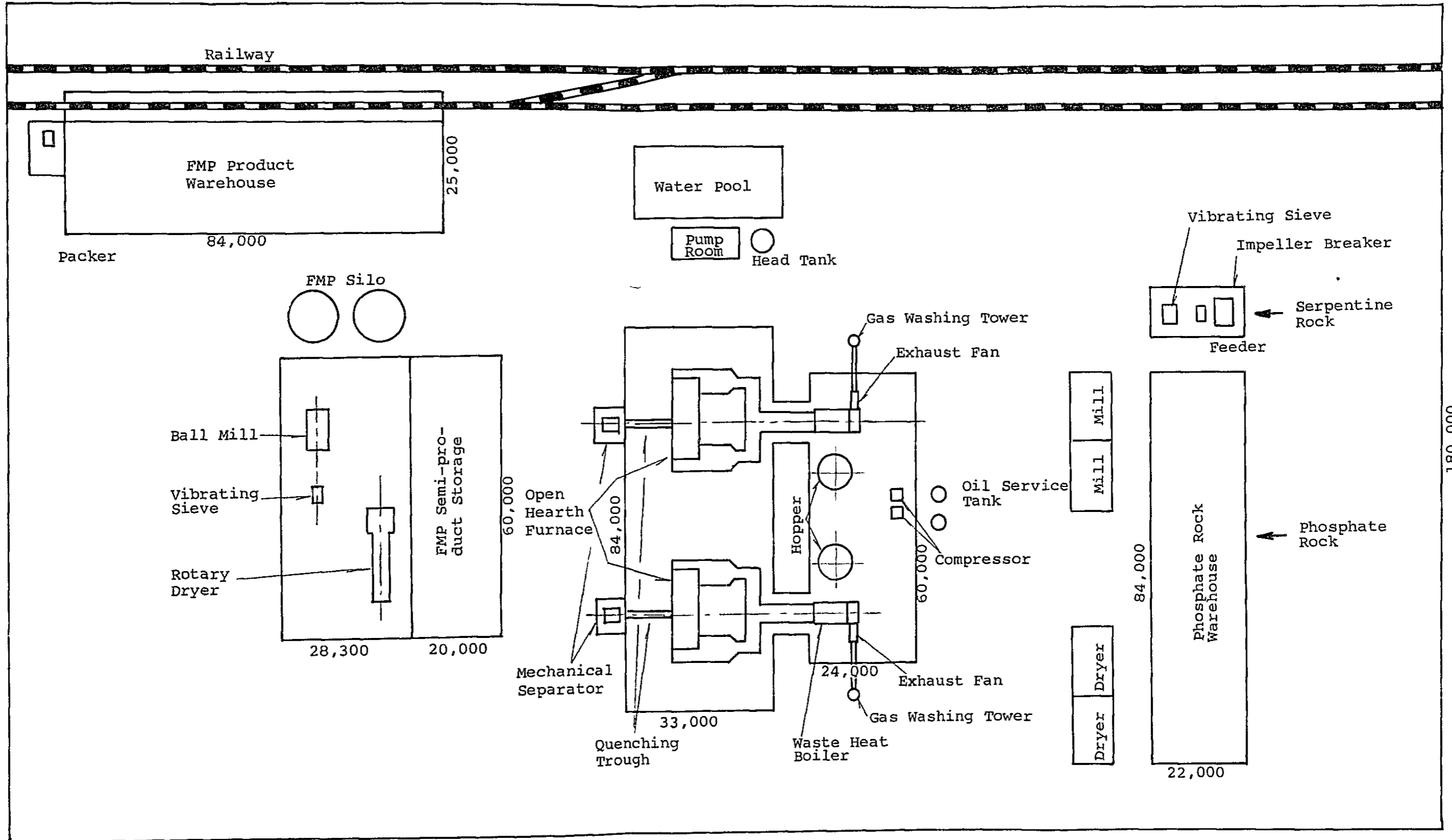


P L O T   P L A N   - 310T/D TSP PLANT -

PROCESS FLOW SHEET OF F.M.P. PLANT BY OPEN HEARTH FURNACE

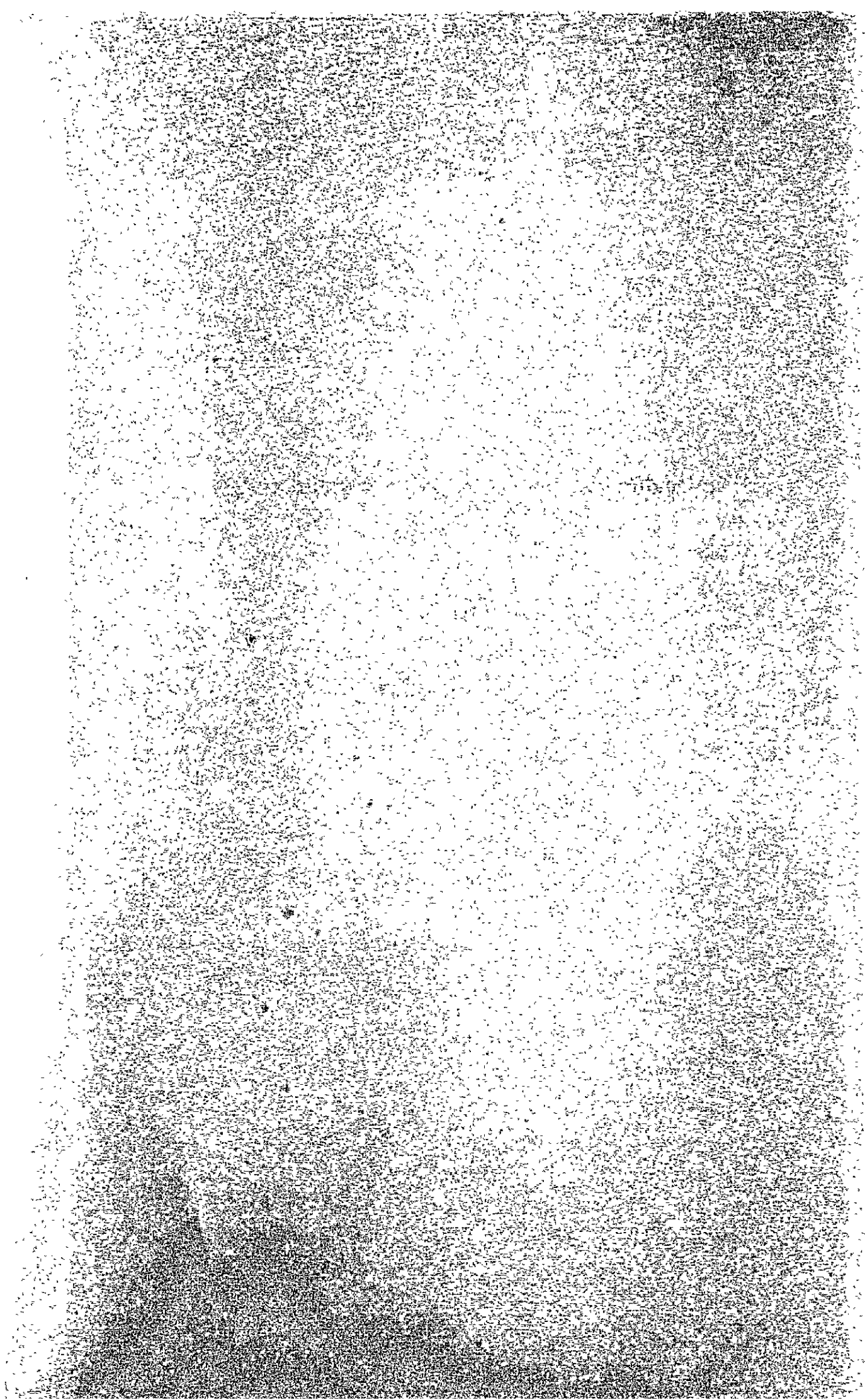


PLOT PLAN - Fused Magnesium Phosphate plant (250,000T/Y)





## VI 磷酸肥料の国際価格と本計画よりの製品価格の比較



## VI 磷酸肥料の国際価格と本計画よりの製品価格の比較

### 1 Sierra Grande 燐鉱石価格とその国際競争力

前節の検討の結果によれば、Sierra Grande に於いて回収される燐鉱石コストは、ton 当り 40 \$ と推定される。一般に燐鉱石が輸入される場合の Freight は、海運市況やその輸送手段や、輸送される燐鉱石の量によって大幅に影響されるが、新造船による輸送コストからの推算を行うと、距離 5,500 海里 ( Tampa, Florida から Buenos Aires の場合 ) 25,000 DWT 級の船の場合が 19.5 \$ / ton, 45,000 DWT 級になると、15 \$ / ton 程度が必要となる。さらに、unloading の諸コスト、輸入税等が C & F 価格の 10~20 % 程度が上積みされるので、現在の Florida の燐鉱石 37 \$ / ton (  $P_2O_5$  32% ) がアルゼンティンに輸入される場合は、 $37 + 15 + 5 = 57$  \$ / ton 程度となることが推定される。(表 VI-1 参照)

従って、燐鉱石の価格で比較する場合、1 ton につき 10~20 \$ 程度の差がある。現在考えられている肥料工場のサイトである San Antonio Oeste までの輸送費を考慮に入れても、工場着で、燐鉱石価格は 45 \$ となり、輸入の場合と比較し 5~15 \$ は安いと考えられる。但し、Sierra Grande の燐鉱石は Florida 等の燐鉱石と比較し、不純物として鉄が多く含まれる為、用途によって ( 燐酸アンモニアの製造 ) は、価格の低減が必要となることも考えられる。しかしながら、燐鉱石が TSP, SSP, FMP の燐系肥料製造原料として使用される場合には、鉄の混入は大きな問題とはならない。一方、燐鉱石の値段として比較する場合は、輸入品の Freight がその差となるが、TSP, DAP のごとき  $P_2O_5$  の含有量の多い輸入燐酸肥料の場合は、 $P_2O_5$  当りの Freight は下がり、Sierra Grande 燐鉱石により生産される肥料との価格差は縮小することになる。(図 VI-1 参照)

従って、燐鉱石製造プロジェクトの経済性の検討は、最終製品である燐酸肥料製造プロジェクトの経済性の検討によることが必要となる。

### 2 輸入肥料の価格の推算

現在典型的な燐酸肥料として輸入されている重過石 ( Triple Superphosphate ) の Farmer's Gate Price は 230~260 \$ / ton ( as product ) となっているが、この価格は地方輸送費及び中間 dealer のコミッションが含まれているので、Sierra Grande よりの燐鉱石より生産される燐酸肥料と比較すべき価格としては、現状で最も経済的と考えられる TSP のバラ輸入物をアルゼンティン国内で袋詰を行ったところでの価格の本プロジェクトの工場価格が比較の対象となると考えられる。

現在輸入肥料の関税は C I F 価格の 10~20 % 程度であるが、長期的にはこの種の関税

は撤廃されるものと考え、その他の輸入手続に等しい duty & charge のみを加算することとする。

過去数年の T S P bulk の米国ガルフ地区の価格は、平均 100 \$ / ton ( 図 VI-2 )、需要期には 110 \$ / ton で推移している。1979 年に入り燐鉱石価格は上昇気味で、今後の価格は 110 \$ / ton を中心とした水準となると考えられる。

米国とアルゼンティン国間の肥料の Freight は、世界の運賃市況によって変動はあるが、現在の価格及び新造船価格と運航経費より推算したコストから考えても、肥料 1.0 ton 当り 20 \$ 程度となる。( Freight の動向は図 VI-1 参照 )

又、将来的にアルゼンティンに於ける燐酸肥料輸入に関する関税は撤廃されたと考えた場合でも、関税以外の輸入に関連した種々の税及び手続費用 ( 商船基金税 - Freight の 12% 統計税 - C & F 価格の 3%、領事査証税 - C & F 価格の 3%、国内消費税 - 最低 C & F 価格の 1% ) が必要となるため、最低 C & F 価格の 10% は上積みされると考えられる。

さらに bulk 輸入であるので、unloading 以外に袋詰のためのコストが加算される。このコストは袋と設備費と労務費で、約 16 \$ / ton と推定される ( 表 VI-2 参照 )。

これらの unloading, bagging に起因する製品のロスと輸入業者のマージン、さらに輸入の為の信用状の開設から代金回収に致る過程での金利負担が加算される。

全ての費用を加算すると 177 \$ / ton となると考えられる。

( 単位 : US\$ )

F.O.B. Price	110
Freight	20
Import Charge - Duty	13
Unloading	2
Bagging Cost	16
Financial Cost	8
Handling Loss & Importer Profit	8

177

現在 T S P のアルゼンティンに於ける Farmer's Gate Price は 235 \$ ~ 260 \$ 程度と言われているが、これは関税、国内輸送費、倉庫敷料、中間業者のマージン等の総和が 50 ~ 80 \$ になっていると考えられる。

又、日本国内では T S P の価格は  $P_2O_5$  34% もので Bagged 245 \$ / ton ( 54,000 ¥ / ton ) 46% ものに換算すれば 331 \$ / ton 前後となっている。

この 177 \$ / ton の T S P (  $P_2O_5$  38.5% ) がアルゼンティンに於ける工場出口での燐酸肥料に要求される Competitive Price とすれば、Sierra Grande



燐鉱石から生産される SSP, TSP, FMP (但し MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> を有効成分として評価)とも、設備資金の金利が 10% 以下であれば充分競争力があることが、前者図 V-1 に示されている。政府開発銀行の 3% 金利が適用されるならば相当の利益が見込める。このプロジェクトの本質的な収益力 (プロジェクトの資金コストによる影響を除外して考える) の判断材料として、SSP, TSP, FMP の IRR (内部収益率) の試算を行うと、次章表 VII-1 ~ 3 のごとくなる。但し、この数値の前提が Ex-factory 価格であることが問題で、プロジェクトの収益性の最終確認のためには、輸入肥料と比較し、アルゼンティンの重要消費地への現在考えられているプラントサイトである San Antonio Oeste からの輸送コストについて、正確な調査が必要となる。

### 3 Sierra Grande 燐鉱石より生産される燐酸肥料の価格

現在及び将来共最も経済的と考えられる輸入燐酸肥料は bulk 輸入の TSP である。このアルゼンティ国内の袋詰後の価格が 177 US\$ / ton と推定される。この輸入価格と今回のプロジェクトによる燐酸肥料価格の比較を行うと表 VI-3 のようになる。

焙成燐肥は、その成分の MgO, SiO<sub>2</sub> が有効である市場、TSP, SSP は枸溶性燐酸が有効な土壌を持つ市場が充分あるとすれば、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Kg 当りのコストは金利 3% の場合、TSP 35.0¢, SSP 33.1¢, FMP 33.6¢ と、いずれも輸入 TSP の 38.4¢ と比較し、安く、充分競争力があると考えられる。

しかしながら、以上の比較は工場から消費者に分配される輸送コストが含まれていないので、この点のさらに詳細の検討が、詳細な Feasibility Study によって行われることが必要である。

表 VI-3 に示された P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 当りの生産コストの内、FMP は製品重量当り SSP, TSP に比較し高くなっているが、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と一緒に含まれている MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> は土壌の改良剤として特定の地域では必要な要素となっており、もし FMP 以外の燐酸肥料が使われる場合は、これらの成分がさらに別施されることが必要となる。現在、FMP が多量に使用されている日本やブラジルでも、この MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> 成分が価格に折込まれて販売されており、同一 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> を含有する SSP に対して 30 ~ 40% 高い価格で取引されている。

即ち、生産コストの競争力の点では、プロジェクト資金が開発銀行から得られれば本プロジェクトによる燐酸肥料は充分輸入される TSP と競争力があること、TSP, SSP, FMP とも P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 当りの工場出口コストはほぼ同様の水準にあり、工場から消費地への輸送コストがプロジェクトの収益性の鍵となること、特に SSP, FMP のごとく P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含有量が TSP に比較して低い製品の場合は成分当りの輸送コストが割高となる為、後述する Barge Line System の導入等によりその輸送コストの軽減を達成することが、TSP 生産との経済性比較を行う為に重要となる。

(AM-1 製品輸送費 San Antonio Oeste - Buenos Aires 参照)

表VI-1 磷鉱石 List Pricesの推移

	フロリダ 磷鉱石 US\$/ton F.O.B Tampa(not incl. severance tax charge in Florida)										
	1964	1971. 7	1972. 7	1973. 3	1974. 1	1974. 7	1974. 10	1976. 1	Informal 1977. 1	1977. 7	1979
64/66 BPL	7.37	7.37	8.37	9.40	18.00	27.50	36.00	30.00	23.00	28.00 ~	31.00
66/68	7.70	7.70	8.70	9.90	20.00	30.00	39.00	33.00	25.00	30.00	33.00
68/70	8.42	8.42	9.42	10.80	22.00	33.00	43.00	37.00	26.50	32.00	35.00
70/72	9.09	9.20	10.02	11.50	24.00	36.00	48.00	41.00	28.50	34.00	37.00
72/73		9.30	10.30	12.00	25.50	38.00					
73/75								47.00	31.00	37.00	40.00
74/75	10.18	10.18	11.18	13.10	27.50	42.00	55.00				
76/77	11.28	11.28	12.28	14.50	30.00	47.50	62.00			39.00	

Note : On 1 April, 1974, the Florida Severance Tax charge was raised from 15 cents to 34 cents/ton

	モロコシ 磷鉱石 US\$/ton Tel qual FAS							
	1972	1974. 1	1974. 7	1975. 1	1976. 1	1977. 1	1979	
Yousoufia(Safi) 68/69 TPL	n.a	37.50	56.25	60.75	43.00	35.25	3525	
70/72							42.00 (70/71)	
74/75	13.0	40.00	60.00	65.00	66.00	38.00	38.00	
Khouribga(Casablanca) 70/72							40.00	
72/73							42.20	
75/76								
75/77	n.a	42.00	63.00	68.00	48.50	39.50	43.00	
76/77								
(Calcinated) 77/79	n.a	47.25	71.00	76.50	51.50	41.75		
Bucraa(El Aaiun) 80/82		50.00	75.00		54.00	44.00		

Note : On 1 Jan, 1974, the standard loading charge was increased to 55 cents / ton

表Ⅵ-2 輸入された Bulk TSP の袋詰コストの推定

Storage and Bagging (100,000 ton / Y)

投資額

Bulk Storage

10,000 ton

2,500 m<sup>2</sup>

$$347 \times 1.1 \times 2,500 = \$954,250$$

Bagging Facility

40 ton / hr

$$1,050,000 \times 1 / 3.75^{0.7} \times 1.05^4 = \$505,970$$

合計 US\$1,460,220

操業費	年間費用 (US\$)	トン当り費用 (US\$/ton)
<u>Variable Cost</u>	<u>1,200,000</u>	<u>12.0</u>
Bag	1,200,000	12.0
Utility (1.5 圓 / ton)	-	-
<u>Fixed Cost</u>	<u>341,710</u>	<u>3.42</u>
Depreciation		
Storage (20年)	47,713	0.48
Bagging Facility (10年)	50,597	0.51
Tax & Insurance	48,000	0.48
Maintenance	15,400	0.15
Labour (15名, 6,000 \$/年/人)	90,000	0.90
Overhead (100% of Labour)	90,000	0.90
合計		15.42

表 VI-3 Sierra Grande 燐鉱石より生産される燐酸肥料の価格

有効成分	生産コスト			
	(\$/ton Products)		(\$/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	
	金利3%	金利10%	金利3%	金利10%
輸入 T S P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 46%	177	177	0.384	0.384
ア国産 T S P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 44%	153.8	180.4	0.350	0.410
ア国産 S S P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 18.5%	61.4	70.2	0.331	0.379
ア国産 F M P (1) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20.5% MgO, CaO, SiO <sub>2</sub> 評価ゼロ	86.0	97.2	0.419	0.474
(2) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20.5% MgO 15%, SiO <sub>2</sub> 20% <sup>1)</sup>	68.8	77.8	0.336	0.379

製品の工場出口価格は、輸入 T S P と P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 換算にて同一として以下の様に考えた。F M P については、MgO, SiO<sub>2</sub> の肥効も評価されると考え、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 換算の 2.5% 増しとした。

$$\begin{aligned} \text{SSP} & \quad \$ 71.2 / \text{ton} \quad (\$ 177 \times \frac{18.5}{46}) \\ \text{TSP} & \quad \$ 169.3 / \text{ton} \quad (\$ 177 \times \frac{44}{46}) \\ \text{FMP} & \quad \$ 98.6 / \text{ton} \quad (\$ 177 \times \frac{20.5}{46} \times 1.25) \end{aligned}$$

1) MgO, SiO<sub>2</sub> はそれぞれ Kg 当り 36¢, 14.5¢ に相当する。肥料で換算すると、焙燐 1.0 ton 当り 40~50\$ に相当する価値があるが、日本の現状からみると P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 当りその 2割から 3割高く評価されている。

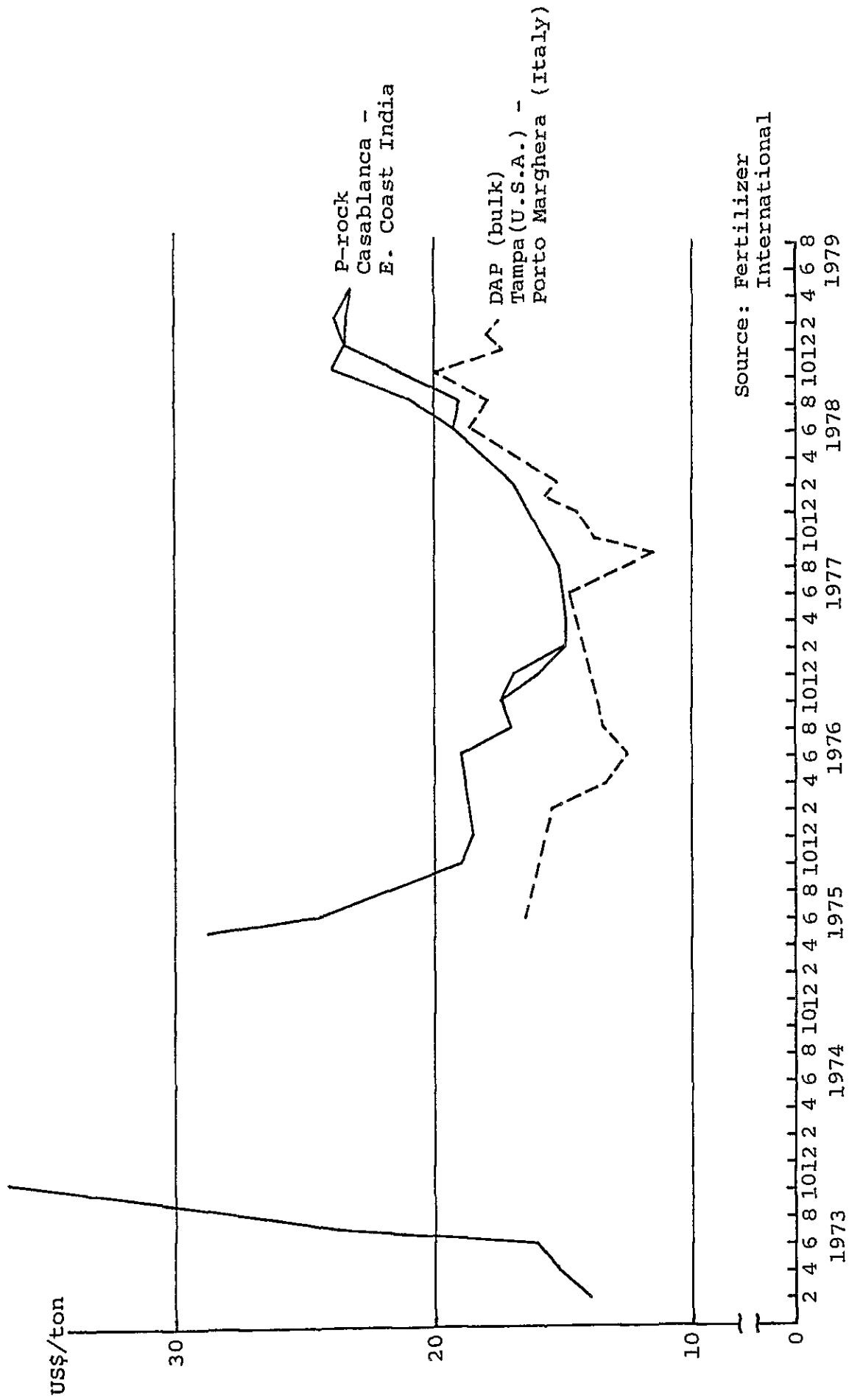
この点を考えると、F M P は一種の混合肥料であること、従って価格には燐とその他有効成分が含まれている。此の分を燐価格から控除すると此の価格になる。

日本での価格例 (末端価格)

(単位：円)

肥料の種類	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20Kg袋詰価格	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1Kg	Index
F M P	20%	762	190	120
T S P	34%	1,080	159	100
S S P	17%	539	159	100

図 VI-1 磷鉍石 Freight の動向



Source: Fertilizer International

Note to 図VI-1

燐鉍石、DAPとも Tampa (USA) から Buenos Aires までの距離とほぼ同じ Casablanca - West Coast India, Tampa (USA) - Porto Marghera (Italy) の freight を基準とした。

Casablanca - West Coast India 間はスエズ運河を通るため通行料を差引く。また、TSPは計算値で、1975年現在17.5\$/tonとし、ここから他の燐鉍石、DAPの freight と同じ傾向をたどるものとした。

燐鉍石 : 21 \$ / ton

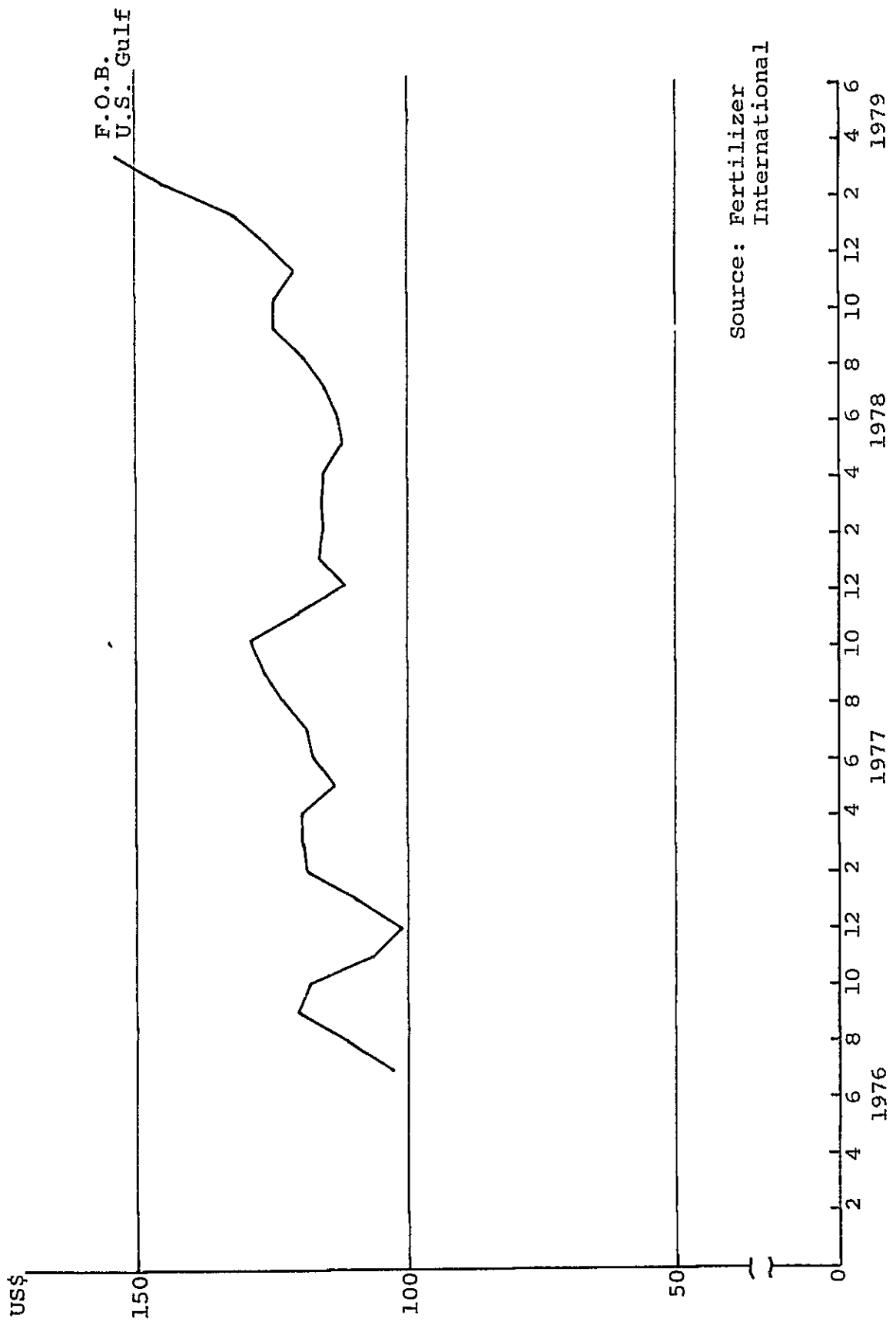
DAP : 18 \$ / ton

TSP : 20 \$ / ton

燐鉍石、DAP、TSPの価格は、それぞれFOBで(バラ積)

	<u>1976~1978</u>	<u>1979以降</u>
燐鉍石 70-72 BPL	: 25~40 \$ / ton	37 \$ / ton
DAP (18-42-0)	: 140 \$ / ton	150 \$ / ton
TSP ( $\frac{46\%}{P_2O_5}$ )	: 100 \$ / ton	年平均需要期 110 \$ / ton

図 VI-2 T S P 価格の推移



製品輸送費 San Antonio Oeste → Buenos Aires  
(Pusher Barge システム採用)

輸送量 250,000 ton/年  
660 海里  
航海可能日数 276日/年

### 1 システムの概要

最近の沿岸大量貨物輸送において、バージラインシステムは、その能率・経済性からにわかに脚光を浴び始めた。これは、連結された数個のバージをブッシャーで押航する新しい海上輸送方式であり、特に肥料等のバルク製品輸送に優れている。

### 2 バージラインの特長

#### 1) お手玉配船

バージとブッシャーがいつでも切り離せるという独立性をフルに生かした配船方式である。目的地ではバージとブッシャーを解き放し、バージの荷役中、ブッシャーは他のバージの押航ができるので、稼働率は非常に高い。この方法は近距離ピストン輸送の場合、特に効果が大きい。

#### 2) 浮かぶコンテナ

バージは必要に応じて自由な船型が可能であるので、狭い港湾河川を利用して工場から需要家の戸口まで必要量を容易に輸送できる。しかも必要に応じて浮倉庫としても利用できる。

#### 3) ブッシャーの多目的利用

連結装置さえ合せておけば、ブッシャーは多種類のバージを押すことができる。時にはブッシャーはタグボートとしても使用可能である。

#### 4) 低廉な建造コスト

機能的に見れば、バージは在来船の船艀部分が独立したものであり、建造にあたっては船の法規に縛られない。したがって目的に最適の設計が可能である。

さらに建造にはバージ専用の設備を必要とせず、技術的にも比較的容易である。

#### 5) 乗組員の節減

バージラインの場合、乗組員はブッシャー乗員のみでよい。輸送貨物量を同一として在来船の乗組員数と比較すれば極めて少なくすむ。例えば、一万吨級貨物船では約20名必要とされているが、バージラインでは10名程度である。

### 3 バージラインシステム仕様

ブッシャー	2	9.0ノット, 3,200馬力/隻
バージ	4	3,400 DWT/台



#### 4. 価 格

ブノシャー	4.0 億円／隻 ( 1 9 7 9 年 )
バージ	2.5 億円／台 ( 1 9 7 9 年 )

#### 5. 輸 送 費

以下で、肥料プラント建設候補地である San Antonio Oeste から Buenos Aires までの製品肥料輸送コストを試算する。投資借入金の半額を返済し終ったものとし、金利は3%と10%の場合とした。いわゆる標準原価計算の方法を採用した。

製品肥料輸送費推算

投資額                      \$ 8,181.8 × 10<sup>3</sup>

項            目	年 間 費 用 (10 <sup>3</sup> US\$)	ト ン 当 り 費 用 (US\$)
燃 料 (276×08×3,200×2×3.3×10 <sup>-3</sup> ×80)	<u>373.1</u>	<u>1.49</u>
<u>メンテナンス コスト</u>	<u>230.9</u>	<u>0.92</u>
ブッシャー価格の 3.6%	130.9	0.52
バージ価格の 2.2%	100.0	0.40
<u>人 件 費</u>	<u>176.3</u>	<u>0.71</u>
オフィサー 4名, 1,000\$/月 (Basic)	48.0	0.19
乗務員 8名, 600\$/月 (Basic)	57.6	0.23
食事代 100\$/月/人 × $\frac{261}{365}$	10.3	0.04
シフトプレミアム他 (0.8×Basic × $\frac{261}{365}$ )	60.4	0.24
<u>海上保険</u>	<u>259.1</u>	<u>1.04</u>
ブッシャー価格の 4%	145.5	0.58
バージ価格の 2.5%	113.6	0.45
<u>その他 (含 オーバーヘッド)</u>	<u>250.0</u>	<u>1.00</u>
<u>償 却</u> 残存率 10%・10年定額	<u>736.4</u>	<u>2.95</u>
<u>金 利</u> 借入金半額返済時	(3%) (10%) <u>122.7</u> <u>409.1</u>	(3%) (10%) <u>0.49</u> <u>1.64</u>
輸            送            費	2,148.5    2,434.9	8.60    9.75

VII Sierra Grande 燐鉍石よりの  
肥料製造プロジェクトの収益性の検討



## VII Sierra Grande 煖鉍石よりの肥料製造プロジェクトの収益性の検討

プロジェクトの収益性の指標には種々あるが、ここではプロジェクトの建設資金の金利に直接影響されない内部収益率 (Internal Rate of Return) により分析を行なった。当然の事では有るが、製品の売値が収益性に大きくする事は基準価格が10%変化した時の収益率の変化によって明白に示されている。又、煖鉍石回収及び肥料製造とも、その収率性に大きな影響を及ぼす要因に、操作度が有る。今回の検討では、操業初年度よりフル操業を見込んでいるが、この目標を実際プロジェクトで達成する為には、製品輸入等を含めたフレマーケティングが必要である。

今回の製品価格の設定は、Sierra Grande 煖鉍石からの肥料は輸入重過石と同一成分 ( $P_2O_5$ ) 価格にて工場出口で取引されると考えた。この考え方は製品の種類と市場と工場的位置によって成分当りの輸送コストに大きな差が有る場合には違ってくる。従って正確な売値の算定の為には主要市場に於ける農家の庭先価格を設定し、さらに生産工場と市場間の輸送コストを算定した後、工場出口価格の設定を行わねばならない。この為には地域別、製品形態別の需要予測と生産工場からの流通機構の調査を行う事によって工場出口価格を設定して収益性の分析を行う事が必要となる。この為には本格的なフィージビリティスタディーが行われなければならない。

今回の収益性の検討では、各々の製品別に全ての投資と生産コストを合算し、最終製品のみ収益と対比して収益率の推算を行なった。

今回のプロジェクトの経済性検討にあたって、製品の工場出口価格は、輸入 TSP と  $P_2O_5$  換算にて同一として以下の様に考えた。FMP については、 $MgO$ 、 $SiO_2$  の肥効も評価されると考え、 $P_2O_5$  換算の25%増しとした。SSP 71.2 \$/ton, TSP 169.3 \$/ton, FMP 98.6 \$/ton である。

その他の条件は原則として、原価計算の場合と同じであるが、金利は10%のみとし、負債は10年で返却するとした。また、各々につき、売値が上記±10%の場合の検討を行った。

	ベース売値 (成分換算)	ベース売値時 IRR	売値10% up時 IRR	売値10% down時 IRR
過石	71.2 \$/ton	11.12%	16.25%	4.16%
重過石	169.3 \$/ton	9.90%	15.47%	2.43%
熔煖	78.9 \$/ton	9.97%	15.74%	2.13%

標準売値のケースのIRRを表VII-1~3に示す。

上記の結果を見ると、市中のコマーシャルレートの金利の資金によってプロジェクトを推進するには、売値が基準価格を10%ほど上廻らないと難しい。此の理由は売値の設定が国際価格基準となっている事。此の国際価格は大型プラント（硫酸、燐酸は330,000 ton/年）によって形成されている事に起因していると考えられる。しかしながらアルゼンティンの農業に与える波及効果、外貨の節約、Patagonia地区の開発等々の経済効果を考慮するならば高いEconomic Rate of Returnを与えると考えられる。この様な国家的な利益についても本格的なフィージビリティスタディーによって定量的に分析される事が必要と考えられる。

表 VII-1 經濟性評價 - S S P

\*\*\* ARGENTINA PHOSPHATE ROCK UTILIZATION PROJECT - S.S.P. \*\*\*  
 IRR CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT  
 CASE 1 SALES PRICE 71.2\$/TON (US\$'000)

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	L-T DEBT	INTEREST ON DEBT	(BEFORE TAX)			(AFTER TAX)		
						RETURN	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE	RETURN	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE
1979	20781.	0.	0.	0.	0.	1.0000	20781.	0.	1.0000	20781.	0.
1980	20781.	0.	0.	0.	0.	0.8799	18701.	0.	0.8399	18701.	0.
1981	0.	-763.	3494.	4156.	6882.	0.8098	0.	5574.	0.8098	0.	5574.
1982	0.	-100.	3494.	3741.	7135.	0.7288	0.	5199.	0.7288	0.	5199.
1983	0.	227.	3494.	3325.	7046.	0.6558	0.	4621.	0.6558	0.	4621.
1984	0.	599.	3494.	2909.	7003.	0.5902	0.	4133.	0.5902	0.	4133.
1985	0.	1003.	3494.	2494.	6997.	0.5311	0.	3716.	0.5311	0.	3716.
1986	0.	1459.	3494.	2078.	7031.	0.4779	0.	3360.	0.4779	0.	3360.
1987	0.	1954.	3494.	1662.	7111.	0.4301	0.	3058.	0.4301	0.	3058.
1988	0.	2499.	3494.	1247.	7240.	0.3870	0.	2802.	0.3870	0.	2802.
1989	0.	3094.	3494.	831.	7424.	0.3483	0.	2586.	0.3483	0.	2586.
1990	-6617.	3614.	3494.	416.	7524.	0.3134	-2074.	2358.	0.3134	-2074.	2358.
TOTAL PRESENT VALUE							37408.			37408.	

\*\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 11.12 PER CENT (BEFORE TAX) 11.12 PER CENT (AFTER TAX)  
 \*\*\*\*\* PAY-OFF PERIOD \*\*\*\*\* 5.92 YEAR (BEFORE TAX) 5.92 YEAR (AFTER TAX)  
 (THE YEAR WHEN THE TOTAL FIXED COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION)

CAPITAL REQUIREMENTS	SOURCE OF FUNDS
LAND AND SITE IMPROVEMENT	0.
BUILDINGS	8202.
EQUIP. & UTILITIES	31865.
CONSTRUCTION FACILITIES	40067.
PRE-OPERATION & START-UP EXPNS.	378.
INTEREST DURING CONSTRUCTION	1116.
TOTAL FIXED CAPITAL	41562.
WORKING CAPITAL	3056.
TOTAL CAPITAL COST	44618.
	SHARE CAPITAL
	LONG TERM DEBT
	SHORT TERM DEBT
	FINANCIAL RESOURCES
	0.
	41562.
	3056.
	44618.

表 VI-2 經濟性評價 - T S P

CASE 1 \*\*\* ARGENTINA PHOSPHATE ROCK UTILIZATION PROJECT - T.S.P. \*\*\*  
 IRR CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT (US\$'000)  
 SALES PRICE 169.3\$/TON

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	INTEREST ON L-T DEBT	RETURN BEFORE TAX	(BEFORE TAX)		DISCOUNT FACTOR	RETURN AFTER TAX	(LESS) INCOME TAX	(AFTER TAX)	
						PRESENT VALUE INVEST.	PRESENT VALUE RETURN				DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE INVEST.
1979	20329.	0.	0.	0.	0.	20329.	0.	1.0000	0.	0.	20329.	0.
1980	20329.	0.	0.	0.	0.	18498.	0.	0.9099	0.	0.	18498.	0.
1981	0.	-1201.	3450.	4066.	6314.	0.	5228.	0.8279	6314.	0.	5228.	0.
1982	0.	-431.	3450.	3059.	6678.	0.	5031.	0.7534	6678.	0.	5031.	0.
1983	0.	-141.	3450.	3253.	6562.	0.	4498.	0.6855	6562.	0.	4498.	0.
1984	0.	190.	3450.	2840.	6486.	0.	4045.	0.6237	6486.	0.	4045.	0.
1985	0.	554.	3450.	2440.	6443.	0.	3637.	0.5675	6443.	0.	3637.	0.
1986	0.	954.	3450.	2033.	6437.	0.	324.	0.5164	6437.	0.	324.	0.
1987	0.	1394.	3450.	1626.	6471.	0.	2041.	0.4699	6471.	0.	2041.	0.
1988	0.	1879.	3450.	1220.	6549.	0.	2800.	0.4276	6549.	0.	2800.	0.
1989	0.	2412.	3450.	813.	6675.	0.	2597.	0.3890	6675.	0.	2597.	0.
1990	-6160.	2998.	3450.	407.	6854.	-2180.	2426.	0.3540	6854.	0.	-2180.	2426.
						TOTAL PRESENT VALUE	36647.				36647.	36647.

\*\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 9.90 PER CENT (BEFORE TAX) 9.90 PER CENT (AFTER TAX)

\*\*\*\*\* PAY-OUT PERIOD \*\*\*\*\* (THE YEAR WHEN THE TOTAL FIXED COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION) 6.27 YEAR (BEFORE TAX) 6.27 YEAR (AFTER TAX)

CAPITAL REQUIREMENTS

		SOURCE OF FUNDS
LAND AND SITE IMPROVEMENT	0.	SHARE CAPITAL
BUILDING	6373.	LONG TERM DEBT
EQUIP. & UTILITIES	31722.	SHORT TERM DEBT
CONSTRUCTED FACILITIES	38701.	FINANCIAL RESOURCES
PRE-OPERATION & START-UP EXPNS	473.	
INTEREST DURING CONSTRUCTION	1485.	
TOTAL FIXED CAPITAL	40659.	
WORKING CAPITAL	4863.	
TOTAL CAPITAL COST	45522.	



表 VII-3 經濟性評價 - F M P

\*\*\* ARGENTINA PHOSPHATE ROCK UTILIZATION PROJECT - F.M.P. \*\*\*  
 IPR CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT  
 CASE 1 SALES PRICE 98.6\$/TON (US\$'000)

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	INTEREST ON DEBT	(BEFORE TAX)			(AFTER TAX)			
					RETURN BEFORE TAX	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE INVEST.	RETURN AFTER TAX	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE INVEST.	
1979	27960.	0.	0.	0.	1.0000	27960.	0.	0.	1.0000	27960.	0.
1980	27500.	0.	0.	0.	0.9093	25425.	0.	0.	0.9093	25425.	0.
1981	0.	-1299.	4713.	5592.	0.8269	0.	7447.	9006.	0.8269	0.	7447.
1982	0.	-588.	4713.	5033.	0.7519	0.	6886.	9157.	0.7519	0.	6886.
1983	0.	-173.	4713.	4474.	0.6837	0.	6149.	8594.	0.6837	0.	6149.
1984	0.	259.	4713.	3914.	0.6217	0.	5525.	8886.	0.6217	0.	5525.
1985	0.	756.	4713.	3355.	0.5624	0.	4989.	8824.	0.5624	0.	4989.
1986	0.	1303.	4713.	2796.	0.5141	0.	4530.	8812.	0.5141	0.	4530.
1987	0.	1905.	4713.	2237.	0.4675	0.	4139.	8855.	0.4675	0.	4139.
1988	0.	2507.	4713.	1678.	0.4251	0.	3808.	8957.	0.4251	0.	3808.
1989	0.	3295.	4713.	1118.	0.3866	0.	3528.	9126.	0.3866	0.	3528.
1990	-8793.	4075.	4713.	559.	0.3515	-3091.	3293.	9367.	0.3515	-3091.	3293.
TOTAL PRESENT VALUE						50294.	50294.				

\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 9.97 PER CENT (BEFORE TAX) 9.97 PER CENT (AFTER TAX)

\*\*\*\* PAY-OUT PERIOD \*\*\*\*\* (BEFORE TAX) 6.25 YEAR (AFTER TAX) 6.25 YEAR  
 (THE YEAR WHEN THE TOTAL FIXED COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION)

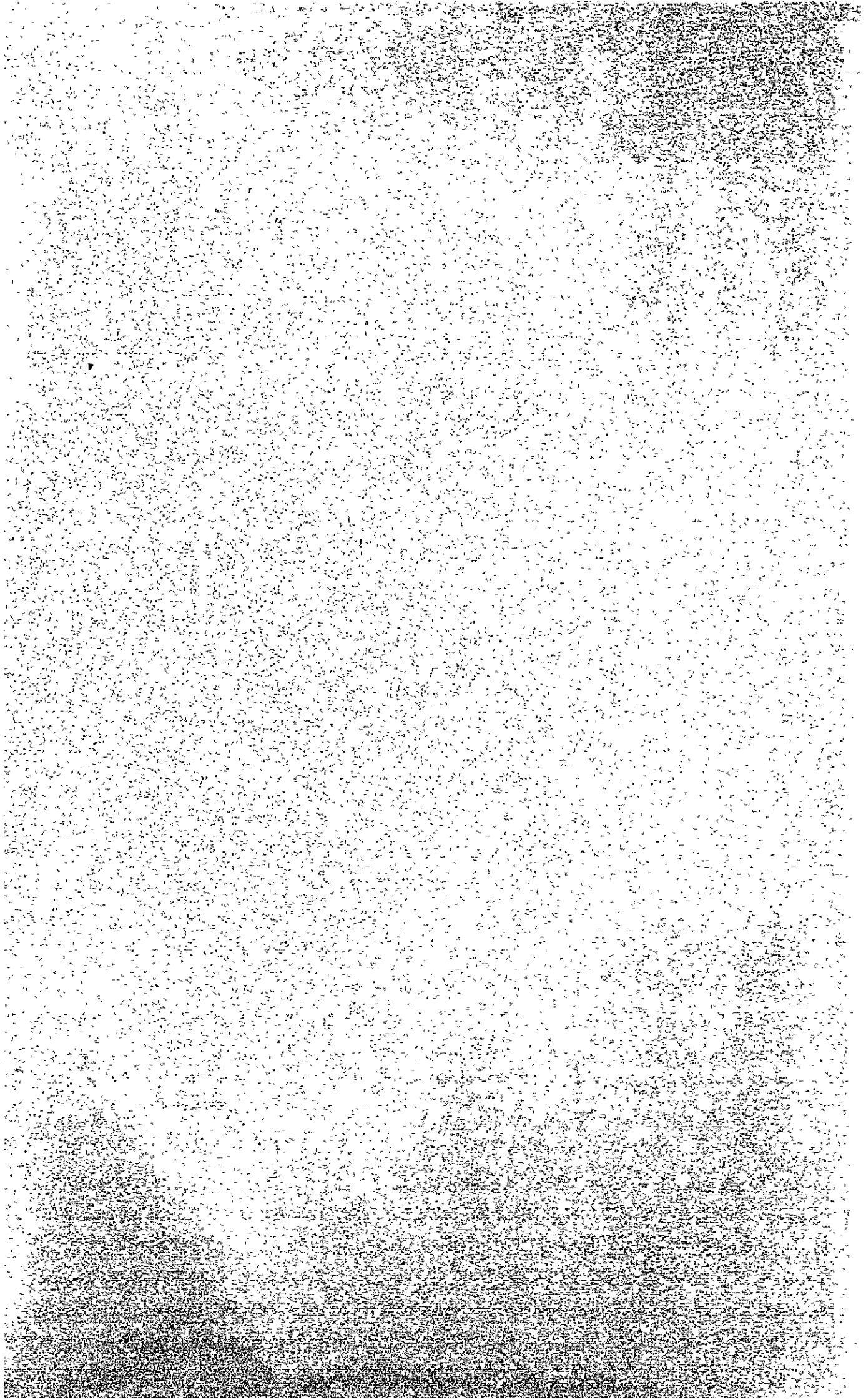
CAPITAL REQUIREMENTS

	SOURCE OF FUNDS
LAND AND SITE IMPROVEMENT	SHARE CAPITAL
BUILDING	LONG TERM DEBT
EQUIP. & OTHERS	SHORT TERM DEBT
CONSTRUCTED FACILITIES	FINANCIAL RESOURCES
PRE-CURTIN & START-UP EXPNS	
INTEREST DURING CONSTRUCTION	
TOTAL FIXED CAPITAL	
WORKING CAPITAL	
TOTAL CAPITAL COST	

0.	0.
10670.	55920.
42766.	3030.
53436.	58951.
855.	
1629.	
55920.	
3030.	
58951.	



アペンディックス I



試 験 報 告 書 ( № 1 )

試験報告番号	SS-504	発行期日	54年 4月27日
題 目	Argentina — Sierra Grande 鉍山 試料の鉍物的検討について		
目 的	Argentina — Sierra Grande 鉍山資料の 鉍物的検討		
試験依頼元	NCE エンジニアリング第1部	試験登録番号	91550009
試験担当者	萩原 博		
試験期間	S 54. 4/2 ~ 4/26	担当者所属	資源研究室
要 旨	<p>NCEエンジニアリング第1部からの依頼によりArgentina — Sierra Grande 鉍山の試料について化学分析、粒度分析、鉍物的検討を実施した。</p>		

# Argentina - Sierra Grande 鉍山試料の 鉍物的検討について

## 1 経 緯

NCE エンジニアリング第1部からの依頼により Argentina - Sierra Grande 鉍山の試料について化学分析、粒度分析、鉍物的検討を実施した。

## 2 試 験 項 目

- 1) 化学分析
- 2) 粒度分析
- 3) 鉍物的検討

X線回析試験

研磨片の検鏡試験

## 3 供 試 試 料

供試試料数は元々10個であったが、№10試料が外観上明らかに異質と見られる黒い色のものと白い色のものの2種類からなっていたのでこれらをA、Bと分類し、計11個の試料を試験に供した。

参考までに試料№と Sierra - Grande 鉍山鉄選鉍の Flow - sheet の関係を付図Aに示した。

## 4 試 験 結 果

- 1) 化学分析および粒度分析結果

結果を表1に示した。

付図 A

Argentina ~ Sierra Grande 鉄山の Sample

1. 鉄選鉱の Flow-sheet と Sample No

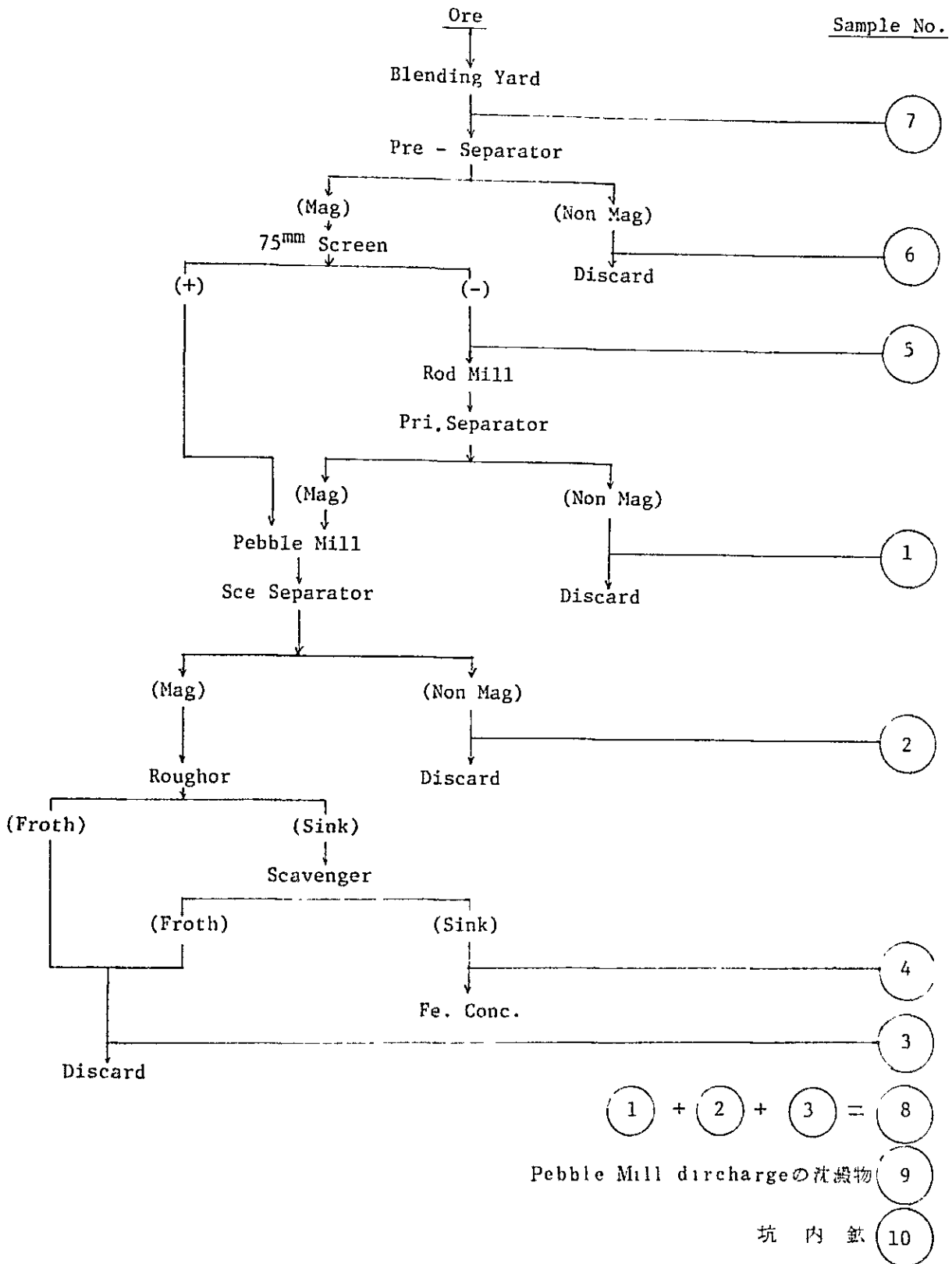


表1 化学分析および粒度分析結果

No	Sample 名	成 分 (%)								粒 度 分 析 -44 $\mu$ (%)
		P	Fe	F	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sup>++</sup> / Fe <sup>+++</sup>	Total S	
1	No 1	2.86	31.38	0.18	10.69	5.10	20.11	7.93/ 23.45	1.77	54.0
2	No 2	4.33	29.81	0.24	11.11	7.44	14.47	10.44/ 19.37	0.93	90.0
3	No 3	1.39	62.19	0.07	2.33	1.88	1.72	17.87/ 44.32	0.21	94.0
4	No 4	0.12	68.87	1.07	1.19	/	/	20.89/ 47.98	/	/
5	No 5	1.19	55.14	0.04	45.6	2.23	7.84	16.36/ 38.78	0.60	/
6	No 6	0.42	19.76	/	/	/	/	/	/	/
7	No 7	1.04	43.87	/	/	/	/	/	/	/
8	No 8	2.74	41.18	/	/	/	/	/	/	/
9	No 9	0.72	64.32	/	/	/	/	/	/	/
10	No 10 A	0.98	61.51	/	/	/	/	/	/	/
11	No 10 B	0.06	2.45	/	/	/	/	/	/	/

2) 鉱物的検討

鉱物的検討は依頼元の要望で試料名 No 1, No 2, No 3, No 5, No 10 A, No 10 B について実施した。

(1) X線回析

X線回析による試験結果を表2に示した。またX線回析チャートを作成した。



表 2 X 線 回 折 結 果

( アルゼンティノ・ノエラグランデ鉱 )

54. 4 13

試 料 №	検出鉱物および回折線強度								備 考
	Q	F	Chl	S	A	Hem	Mag		
№ 1	◎		◎	○	( )	◎	○		不明ピーク…… 4 4. 6°  不明ピーク…… 1 8. 5°
( № 1 磁選試料 )	○		◎	○	( )	◎	◎		
№ 2	○		◎	○	( )	◎	○		
№ 3	△		( )	△	△	( )	◎		
№ 5	○		◎	△	△	◎	◎		
№ 10 A	△		◎		△	△	◎		
№ 10 B	◎	◎	◎	○					

[ 検出鉱物記号 ]

Q …… 石 英                      A …… 燐 灰 石  
 F …… 長 石                      Hem …… 赤 鉄 鉱  
 Chl …… 緑 泥 石                Mag …… 磁 鉄 鉱  
 S …… セリサイト

[ 回折線強度 ]

◎ > (◎) > ( ) > △

備考：№ 1 ~ № 10 A は Co 管球、№ 10 B は Cu 管球を使用。

(2) 研薄片の検鏡試験結果

写真を図 1, 図 2 に示した。

図 1

検鏡試験結果(1)

×80 Scale; 0 100(μ)  
×125 Scale; 0 100(μ)

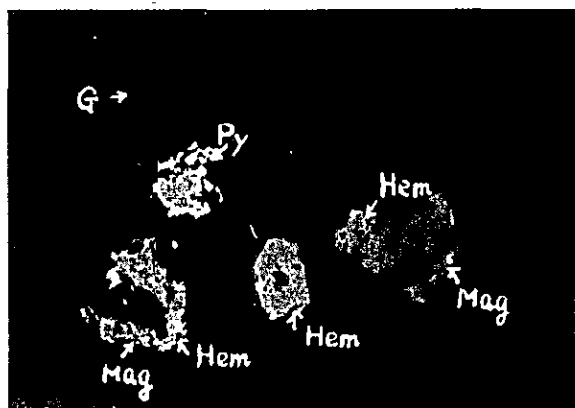


写真1 No.1 試料 ×80

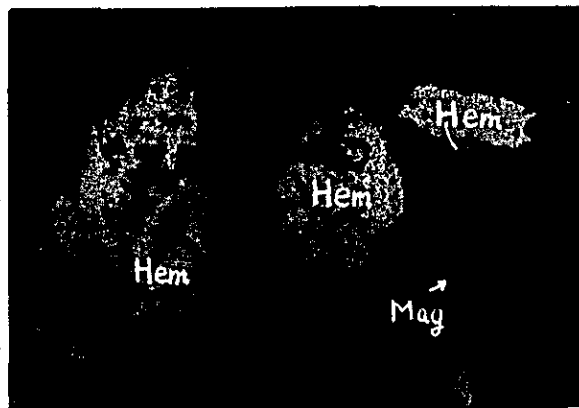


写真2 同左 ×80

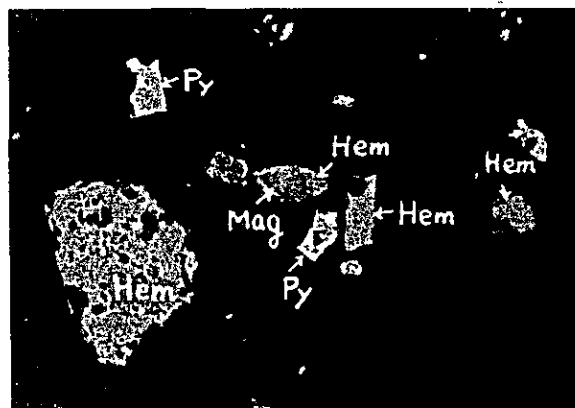


写真3 No.2 試料 ×80

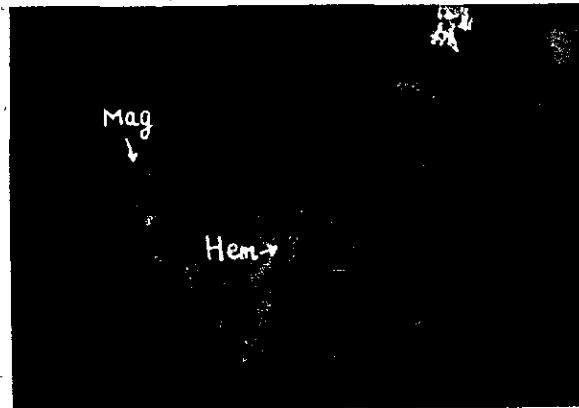


写真4 同左 ×125

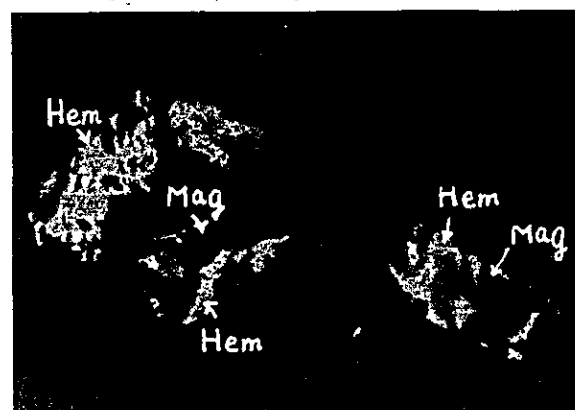


写真5 No.3 試料 ×125

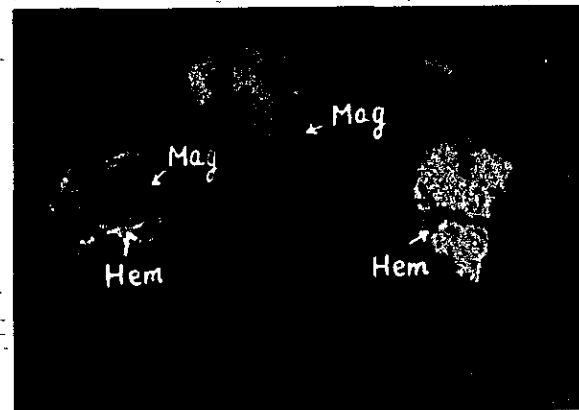


写真6 同左 ×125

[写真記号] Hem.....赤鉄鉱      Mag.....磁鉄鉱      Py.....黄鉄鉱  
Goe.....針鉄鉱      G.....脈石鉱物

図 2

検 鏡 試 験 結 果 (2)

×80 Scale; 0 100(μ)

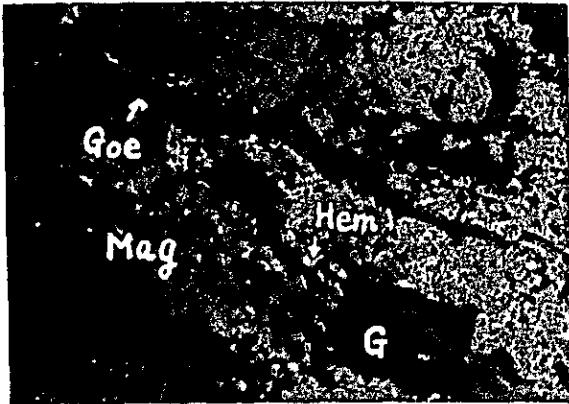


写真 7 № 5 試料 × 8 0

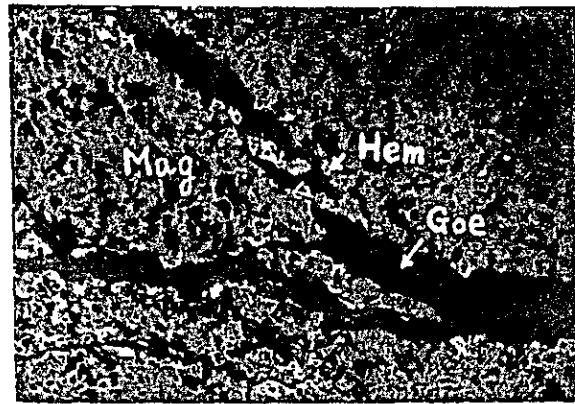


写真 8 同 左 × 8 0



写真 9 № 1 0 試料 × 8 0

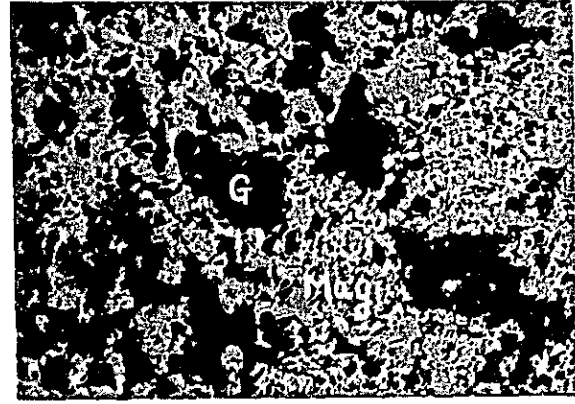
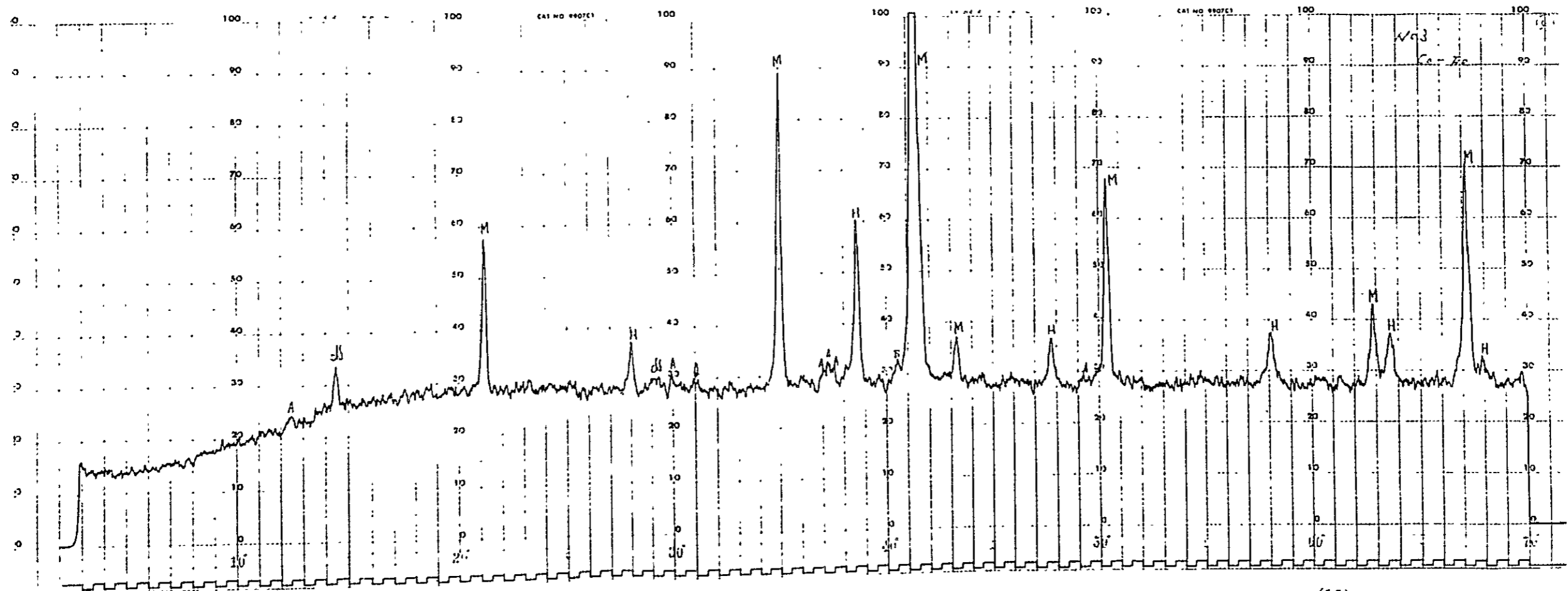
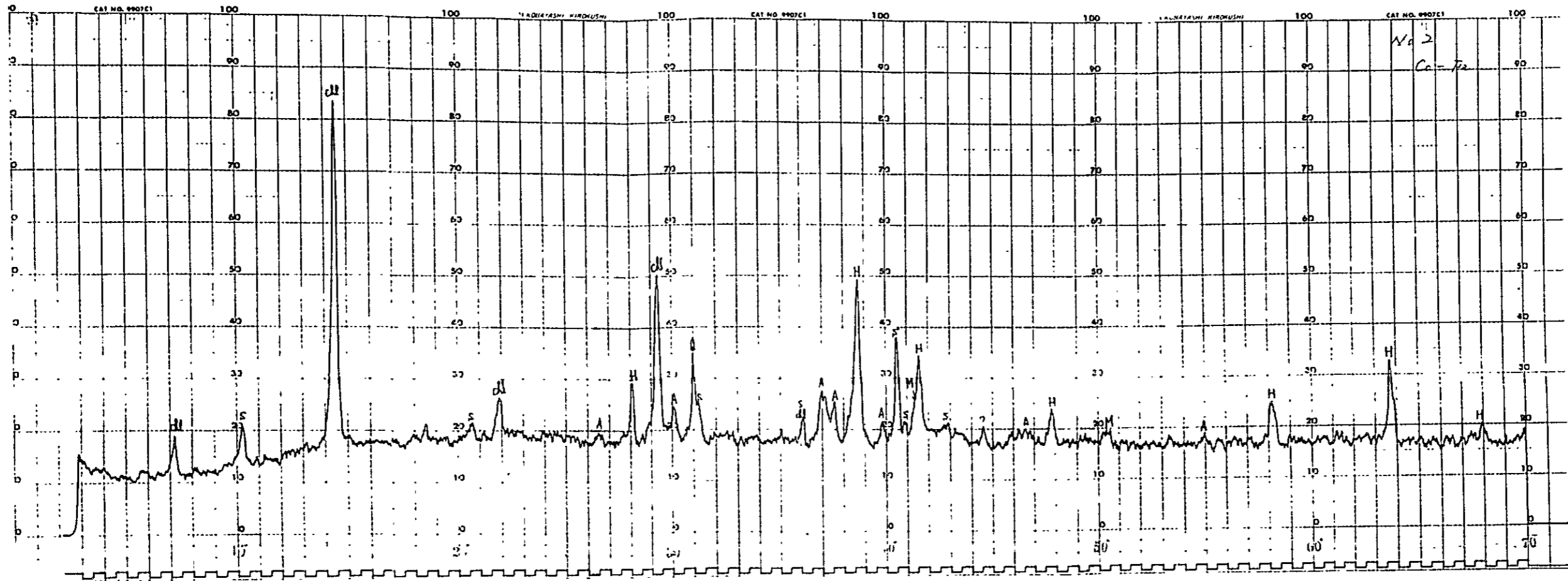
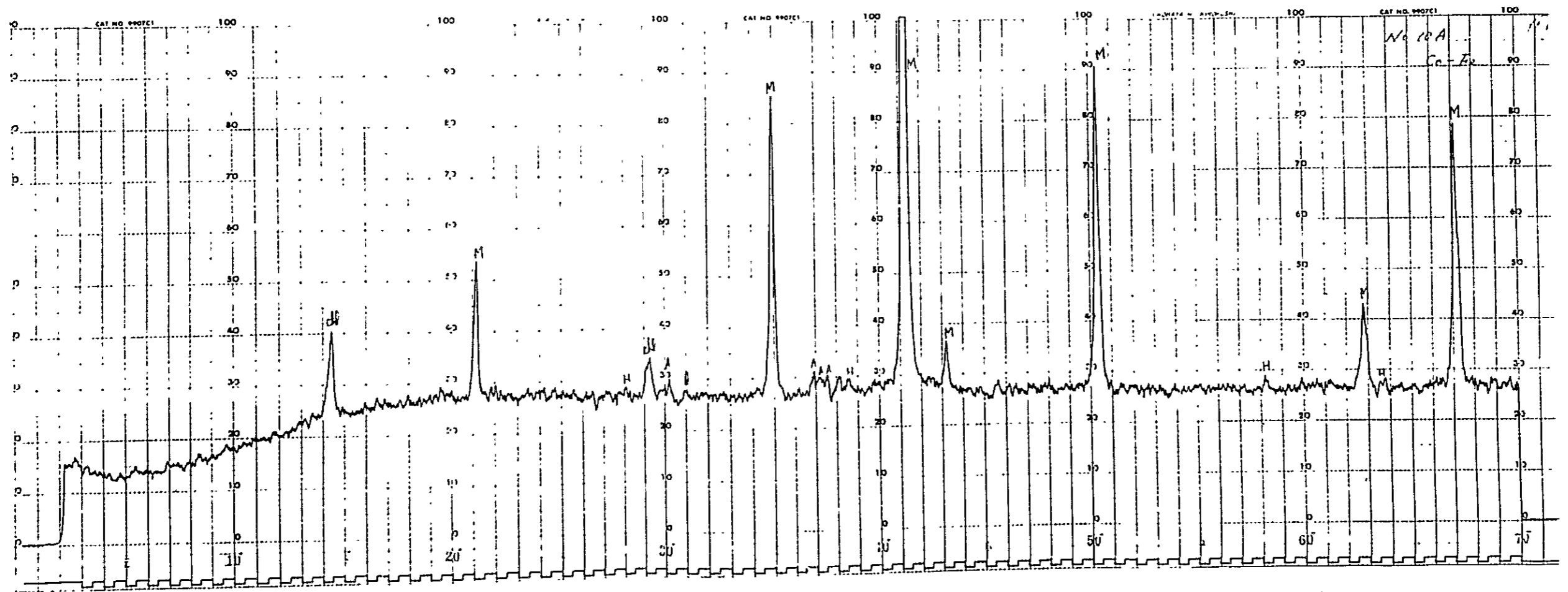
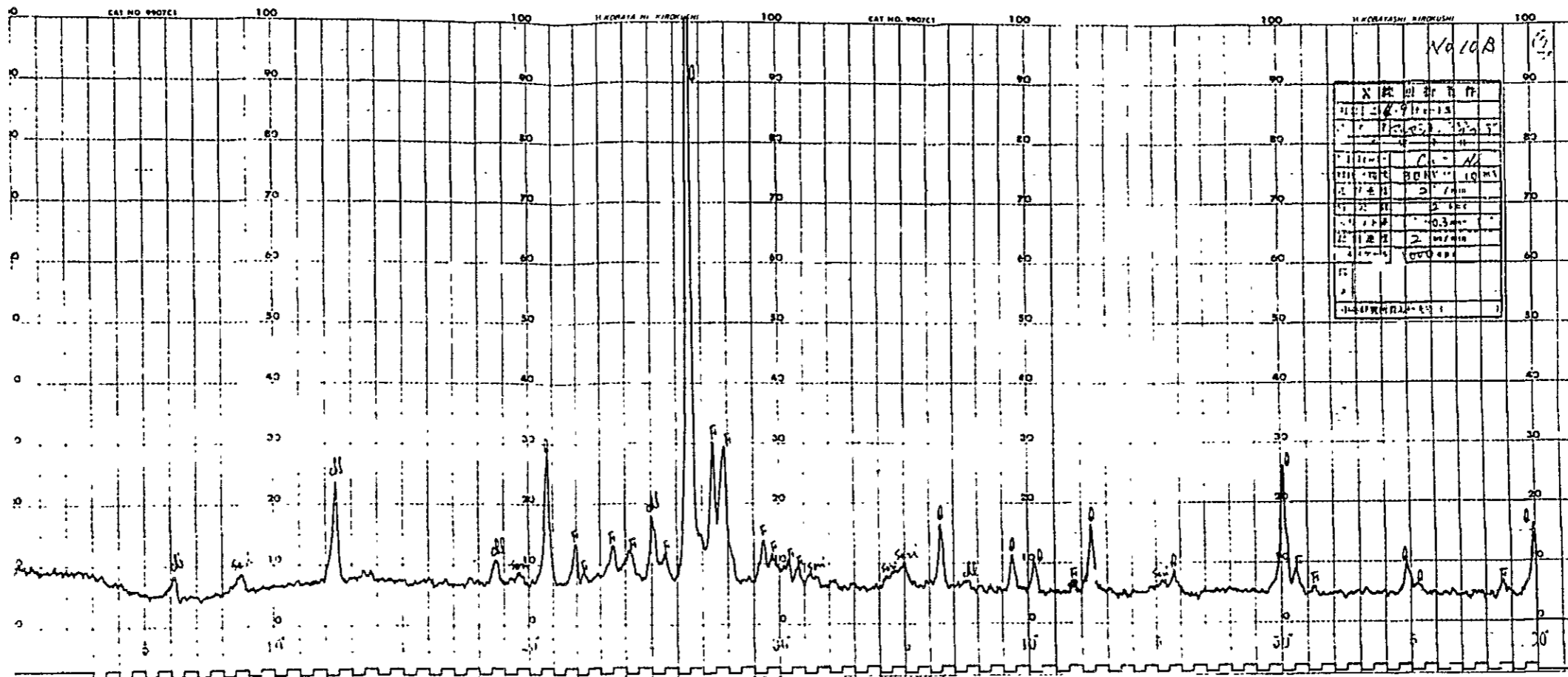


写真 1 0 同 左 × 8 0













試 験 報 告 書 ( 第 2 )

試験報告番号	SM-012	発行規日	S54年 5月25日
題 目	Argentina - Sierra Grande 鉱山試料中の 燐鉍物について		
目 的	鉄選鉍産物中に含まれる燐鉍物の種類と存在状況を把握する目的で、 前回の試験に含まれなかった透過顕微鏡による観察を行った。		
試験依頼元	NCE (株)	試験登録番号	137113
試験担当者	川住 哲美* 畠山 勝 吉 永 豊		
試験期間	S54.5/15~5/23	担当者所属	資源研究室(探査)
要 旨	<p>1. 鉄選鉍産物中に含まれる燐鉍物は燐灰石であった。</p> <p>2. 燐灰石は単体および石英、緑泥石、赤鉄鉍、磁鉄鉍などとの片刃で含まれ、量的には片刃の方がやや多いと考えられる。</p>		

Argentina - Sierra Grande 鋳山試料中の燐鋳物について

資源研究室(探査)

1 目的経緯

NCE(株)より、Sierra Grande 鋳山の鉄選鋳産物中に含まれる燐鋳物の存在状況を検討するよう依頼され、X線回折ならびに顕微鏡観察(薄片)による検討を行った。

この試験は前回報告済の「Argentina - Sierra Grande 鋳山試料の鋳物的検討について」(SS-504)の追試験として行ったものである。

2 試料および分析値

検討対象試料は、図1、鉄選鋳のフローノート中に示すNo.1, No.2およびNo.3の3試料であり、表1にこれらの試料の分析値を示す。これらの試料は微粉末のため縮別けして得た+400mslを試験試料とした。

図1 鉄選鋳のフローノートと試料No.

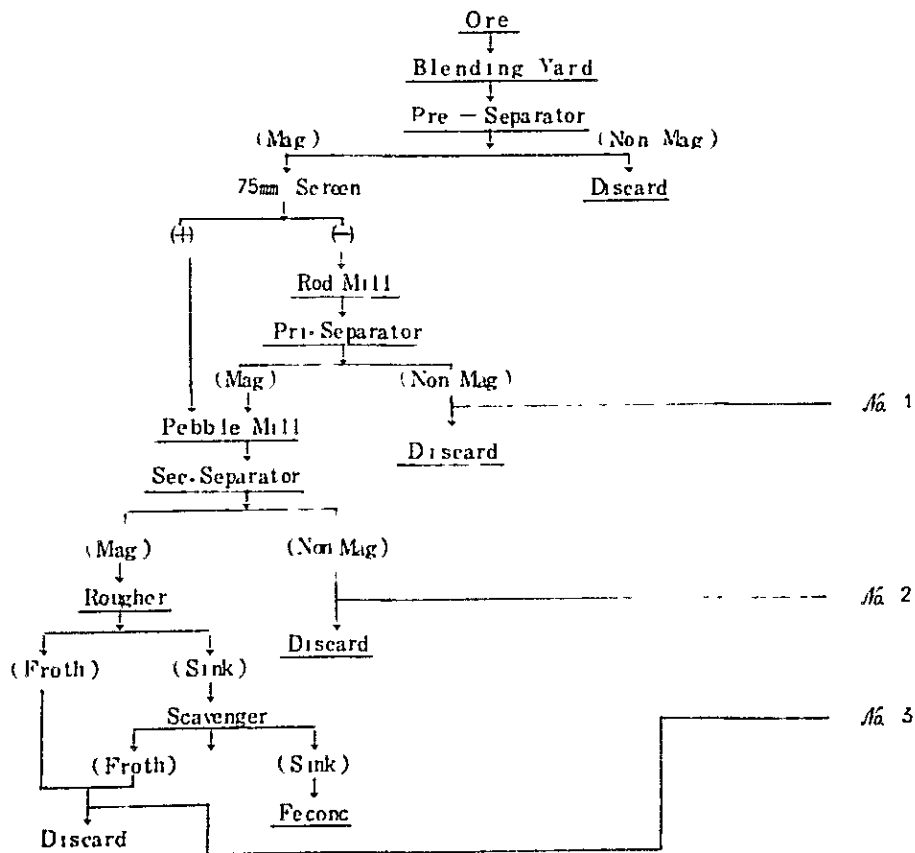


表1 各試料の分析値

試料	成 分 ( % )								粒度分析 -44 $\mu$ (%)
	P	Fe	F	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sup>II</sup> / Fe <sup>III</sup>	Total S	
№1	2.86	31.38	0.18	10.69	5.10	20.11	793/ 23.45	177	54.0
№2	4.33	29.81	0.24	11.11	7.44	14.47	1044/ 19.37	093	90.0
№3	1.39	62.19	0.07	2.35	1.88	1.72	17.87/ 44.32	021	94.0

※ 分析値は篩別け前の試料による。

### 3 X線回折試験

№1～№3 (+400 mesh) 試料のX線回折結果を表2に示す。

表2 各試料のX線回折結果

試料	検出鉱物および回折線強度					
	石英	緑泥石	セリサイト	燐灰石	赤鉄鉱	磁鉄鉱
№1	◎	◎	△	○	◎	
№2	○	◎	○	○	○	
№3	△	◎	△	○	△	○

(回折線強度) ◎ > ○ > △

上表のように脈石鉱物では石英、緑泥石、セリサイトが、また鉱石鉱物では赤鉄鉱、磁鉄鉱が検出されており、検討対象である燐鉱物は、3試料とも燐灰石が明瞭に検出された。

### 4 顕微鏡観察試験

№1～№3 (+400 mesh) 試料の薄片を作成し、透過顕微鏡による観察を行った。

各試料とも構成鉱物は類似し、緑泥石、石英、燐灰石、セリサイト、不透明鉱物が主体をなすが、少量～微量の方解石、黒雲母、長石なども存在した。

このうち不透明鉱物はX線回折の結果より、№1、№2は赤鉄鉱、№3は磁鉄鉱(反射顕

微鏡観察では、磁鉄鉱の一部が赤鉄鉱に変質したことが多い。)であることが判明した。

燐灰石は単体、あるいは他鉱物との片刃で含まれており、量的には片刃の方が多く存在した。(写真1～6参照)

片刃の状態は、燐灰石が緑泥石、石英に結合したり随伴するもの、あるいは燐灰石に細粒の赤鉄鉱、磁鉄鉱を伴うものも多く、粗粒なものではこれらが互いに結合した3～4成分片刃(ex. 燐灰石-緑泥石-赤鉄鉱の結合粒)も認められる。

これら以外の片刃では、燐灰石にセリサイトや黒雲母を伴う、といったものも認められるが、量的に少ない。

参考として、燐灰石の種類にはフッ素燐灰石、水酸燐灰石、炭酸燐灰石などがあるが、この種の判別は鏡下観察では困難であり、X線回折によっても相当商品位のものでないと区別できない。燐鉱物以外の鉱物では、石英、緑泥石は単体、あるいはこれらが互いに結合する脈石鉱物同志の片刃、または赤鉄鉱、磁鉄鉱と結合する片刃が多い。

セリサイト、黒雲母、方解石などは石英や緑泥石に随伴する場合が多い。

赤鉄鉱、磁鉄鉱は単体が多いが、 $\mu 1$ 、 $\mu 2$ では石英、緑泥石など、脈石鉱物との片刃が幾分多く見受けられた。

## 5 ま と め

各試料中に含まれる燐鉱物は燐灰石であり、単体および石英、緑泥石、赤鉄鉱、磁鉄鉱などとの片刃として存在するが、量的には片刃の方がやや多いと判断される。

なお、燐灰石の種類については判然としない。

検鏡試験結果

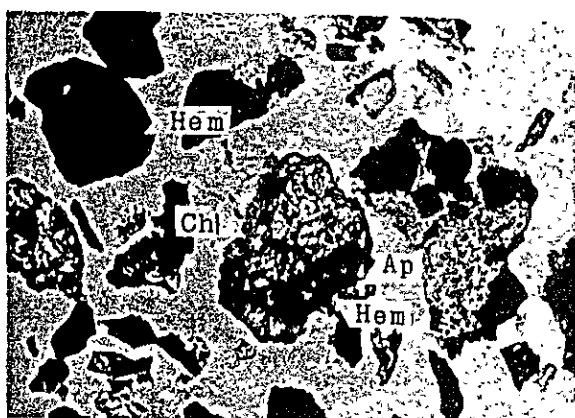


写真1 No. 1 (+400 mesh) 試料  
①=コル ×130

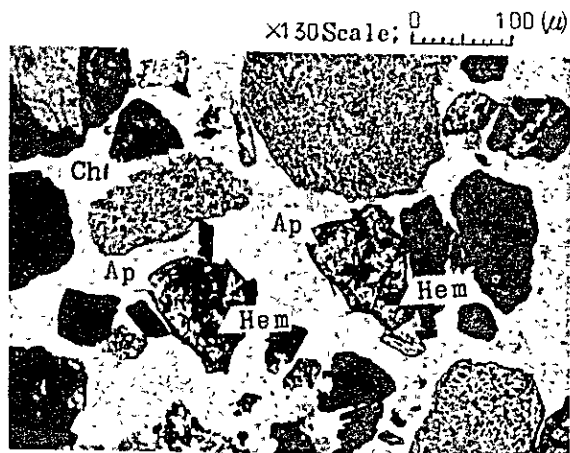


写真2 同左  
①=コル ×130



写真3 No. 2 (+400 mesh) 試料  
①=コル ×130



写真4 同左  
①=コル ×130

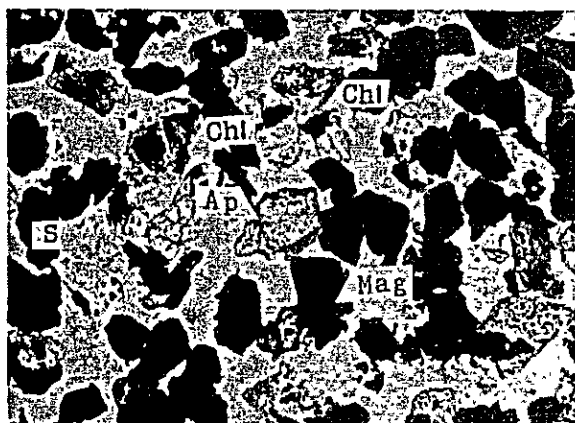


写真5 No. 3 (+400 mesh) 試料  
①=コル ×130

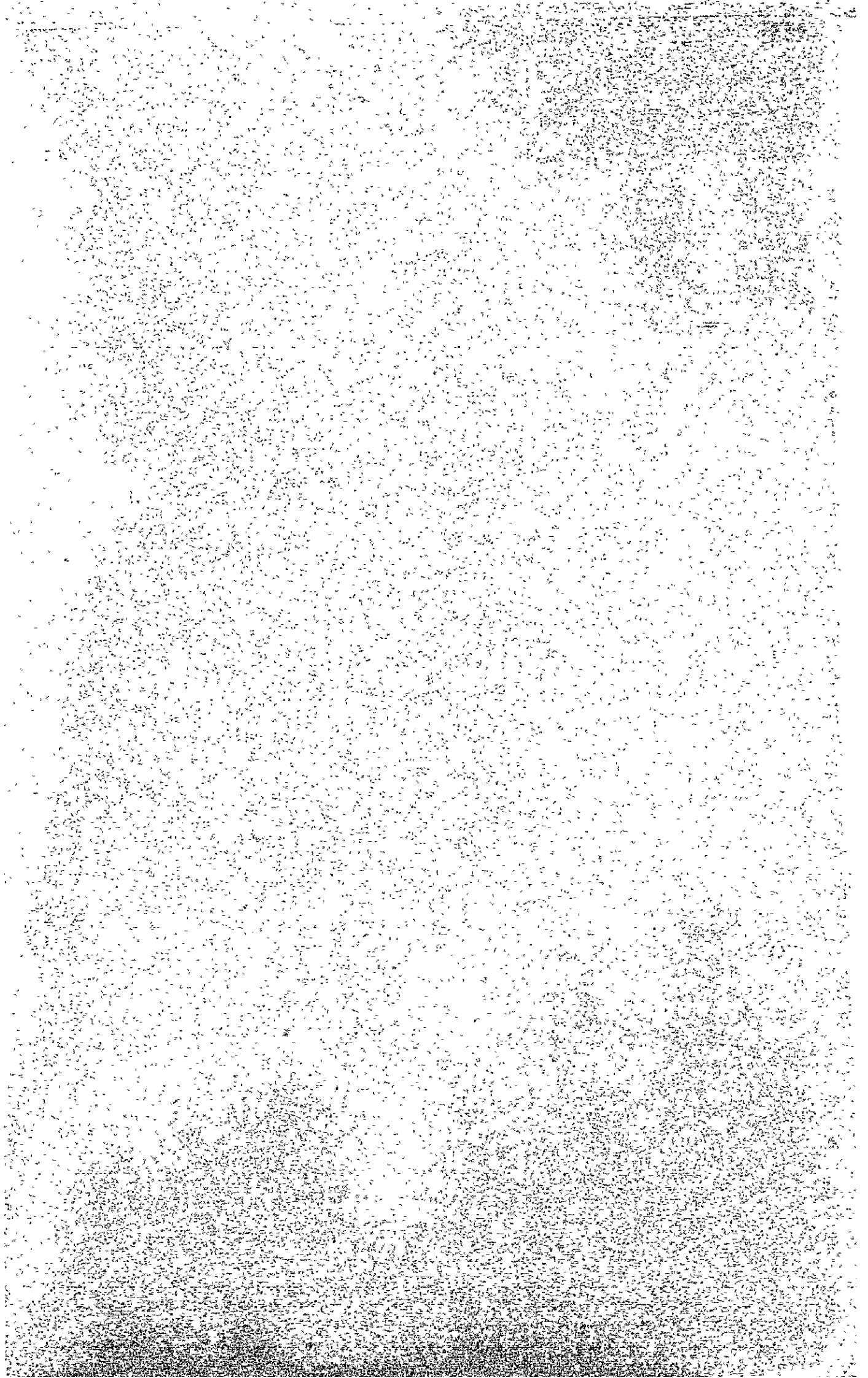


写真6 同左  
①=コル ×130

〔写真記号〕 Ap…… 燐灰石      Bio…… 黒雲母      Hem…… 赤鉄鉱  
Chl…… 綠泥石      Q…… 石英      Mag…… 磁鉄鉱  
S…… セリサイト



アペンディックス II





1972年 4月 3日付

国立農牧技術協会 より

陸軍工廠参謀 Juan Carlos Uriburu

將軍宛て書簡

拝 啓

国立農牧技術協会は、国威の基礎である国土の維持のため、科学的基礎に基づく技術規格設定の責任を有するものとして、農牧産物品質維持のため、土地の肥沃度の増進、回復に全力を注ぐべく、磷肥料の使用を推進するものである。

磷系肥料の欠乏は世界各地で問題となっている。窒素系肥料は豆類（アルファルファ・つめくさ 他）のはたらきにより土壤に固定されるが、磷系肥料はそれが無いため、土壤中の量は比較的乏しいのである。

当アルゼンティンでも、磷系肥料は、世界の類似の農業国と同様、問題となっている。

専門家による調査によれば、アルゼンティンにおける1920～1940年の20年間の農産物の輸出、及び年間消費量から推定した磷の喪失量は次の様である。

喪失：	$P_2O_5$ トン/年
農作物（穀類・根類・脂・砂糖 他）	1 4 1, 0 0 0
残在破壊（切り株・牧草地による燃焼）	4 8, 0 0 0
家畜による産物（肉・乳・毛・骨・グアノ 他）	5 7, 0 0 0
堆肥としての喪失（土壤に還元されない部分）	3 0 6, 0 0 0
総 喪 失 量	5 5 2, 0 0 0

回復：	
土中鉱物からの $P_2O_5$	4 5, 0 0 0
堆 肥	3, 2 0 0
化学肥料	6, 6 0 0
総 回 復 量	5 4, 8 0 0

---

総 喪 失 量 ( $P_2O_5$ )	5 5 2, 0 0 0	トン
総 回 復 量 ( $P_2O_5$ )	5 4, 8 0 0	トン
年 間 欠 損	4 9 7, 2 0 0	トン

この、年間497,200トンに及ぶ年間欠損量をカバーするためには、100万トン以上のTSP（46/47%  $P_2O_5$ ）、又は200万トン以上のSSP（19/20%  $P_2O_5$ ）、又は300万トン以上のトーマススラッグ（14/15%  $P_2O_5$ ）が必要である。ここ数年間、磷系肥料消費及び堆肥の土壤化が進んでいることを考慮に入れても、また上記の数値を埋めるには遠く及ばない。

まず、第一段階として、我々は、磷系肥料を最も必要としている大湿潤地帯、特にブエノスアイレスの南東から南にかけての小麦及びひまわり栽培地域に重点を置き、この約100万haほどの土地に45～50  $Kg P_2O_5 / ha$ （TSP（46/47%  $P_2O_5$ ）100  $Kg$ 、又は300～500  $Kg$ のスラッグに相当）程の磷肥を施肥することを提案する。

この量は合計で、TSP（46/47%  $P_2O_5$ ）100,000トン、又はトーマススラッグ（14/15%  $P_2O_5$ ）350,000トンであり、つまり、このスケジュール開始後数年間の年間消費量が約45,000トンとなることになる。

この量は、自然に肥沃になる耕作地は含まれていない。もし含む場合には、さらに30,000トンの肥料が必要となる。

この数値は、1975年次達成目標を15,000トン以上廻っている。しかし、上述したように、もし燐系肥料が適当な利益こみで、量・種類共に上記の必要量75,000トン $P_2O_5$ 、供給されるならば可能であろう。

これは大変な努力を必要とすることである。なぜならば、単に土壌から奪われた燐を土壌に戻すだけでなく、限られた面積のもとで、量・質共に良い収穫が得られるよう土地の生産力を高めなくてはならないからである。パンパ湿潤地帯では、これ以上耕作地を増やすことは現実的に不可能だからである。

他の地域に対する施肥は第二段階として考える。

これ等の問題の解決については我々は孤立してはいない。というのも、アルゼンティンの土壌に対する燐の施肥の問題にとりくむ総ての機関の協力を得られると確信しているからである。

以上が、我々が陸軍工廠にお手紙を差している理由ですが、これに関してぜひ、貴組織の御協力を御願いたしたいと思います。貴組織は、我国における歴史的なRio Tercero プラントにおける国産肥料製造の当初から指導的な役割りを果たした、また、Zapla 製鉄所における塩基性スラッグ生産においても既に実績を持っております。

この意味で我々は、我々のこの要望に対する貴方の御意見に関心を持つとともに、アルゼンティン農業に必要な燐の自給をできるだけ早く実現することが、輸入の減少にもつながり、必要と考えます。

当、国立農牧技術協会は、燐施肥により、国内のかなりの部分—パンパ湿潤地帯及びメソポタミア地域—への、既に灌漑されている地域への施肥の効果が大きいという、貴重な科学的・経済的データを保有しております。

貴陸軍工廠下、HIPASAMからのスラッグは、鉱石—土壌—栽培—農牧産物という過程を経て、農牧産物の輸出という形で海外へ逃げて行く燐の補給という形で役に立っています。

アルゼンティンの土壤は磷を早急に必要としているため、上記目標は短期に達成されなければなりません。

我々は、技術的・経済的に十分な施肥を行うために、現在のTSPに加えてSSP、及び被活性磷製造の原料となるトーマス スラッグ又はその代替物の生産を増大するよう、貴組織の御協力を御願ひします。

我々は、農業従事者に充分な見返りのある価格で、質・量・種類ともに豊富な磷肥料の自給を目指しています。

敬 白

アペンディックス III



## Typical Terms of Reference

### Objectives of the Feasibility Study

The objectives of the proposed feasibility study will be divided into four principal parts to fulfill the requirement for finalizing the project plan for implementation of fertilizer project. These four parts are;

- Part A. Detailed Fertilizer Marketing and Distribution Study
- Part B. Study of Raw Material for the Fertilizers Production
- Part C. Feasibility of the Proposed Fertilizer Plant
- Part D. Review of Phosphorus Concentration

It is however noted that the objectives described hereafter shall be adjusted in accordance with the Terms of Reference for the proposed feasibility study which will be agreed between the government of Argentina and the government of Japan.

#### Part A. Detailed Fertilizer Marketing and Distribution Study

The objectives of Part A are:

- (1) To review and revise as necessary the relevant forecasts of the demand for fertilizers in Argentina which have been previously made, taking into account more recent development in fertilizer application which is extensively promoted by the Government.  
The forecast of the demand shall be by product, by re-

gion and for each year through at least up to 1990.

- (2) To forecast production requirements of fertilizer, including existing plants in Argentina, through the 1980's in sufficient detail in terms of timing, products, volumes and areas of consumption to serve as a basis on which to determine
  - (a) the output of the proposed plant,
  - (b) transport and distribution costs from the various potential plant sites, and
  - (c) once the location of the plant has been decided, to plan marketing and organize distribution.
- (3) To examine and recommend whether the proposed plant should produce either single superphosphate or triple superphosphate or fused phosphate or other fertilizer, or several straight fertilizers
- (4) To propose and evaluate, based on the market and review of the present marketing and distribution facilities, a marketing and distribution system most suitable for the envisaged project
- (5) To define and evaluate the transportation system needed including any ships and other ancillary facilities, required to implement the distribution system recommended

Part B. Study of Raw Materials for the Fertilizer Production

The objectives of Part B are:

- (1) In order to evaluate the feasibility of production of required sulphuric acids and auxiliary material for the envisaged project, the availability and its cost of essential material for production of sulphuric acid for



rock decomposition, or fused phosphate shall be investigated.

- (2) Feasibility of phosphate fertilizer production in Argentina shall be very much influenced by the cost of sulphuric acid required for processing the phosphorus concentrate. The studies will be performed to determine the most economical way of obtaining sulphuric acid considering the production from elementary sulphur, by-product acid production from smelters of sulphide ore and the production from pyrite.
- (3) Comparing the cost of phosphate fertilizer produced from the phosphorus concentrate from Sierra Grande with price of imported product at farmers' gate in major agricultural area, the acceptable price of apatite concentrate will be estimated. The results will be analyzed with the estimated cost of the phosphorus concentrate in the preceding study.
- (4) The cost of above principal material should be very much influenced by the procedures to transport from the location of the origin to the plant site. An extensive investigation will be performed to determine optimum transportation system to the possible plant site. The selection of plant site should be done to minimize total cost of raw material transportation, production cost and product distribution.
- (5) In addition to the above mentioned principal material, costs of obtaining public utilities as water and electricities are studied. Any future development plan of government on such public utilities and other infrastructure will be taken into consideration to determine the costs of required utilities.

Part C. Feasibility of the Proposed Fertilizer Plant

The objectives of Part C are:

- (1) To determine the plant location based on the availability of raw material, availability of utilities, availability of transportation facilities and other factors.
- (2) To determine the optimum plant capacities and design for individual product based on the results of Part A.
- (3) To prepare design criteria for the proposed facilities for the manufacture of selected fertilizer including any alternative deemed feasible.
- (4) To prepare sufficient financial and economic analysis of all the proposed facilities.
- (5) To propose and adequately document a suitable programs needed for implementation and commercial operation of the proposed facilities.

Part D. Review of Phosphorus Concentration

The objectives of Part D are:

- (1) To confirm the amount and quality of iron ore identified in Sierra Grande mine.
- (2) To confirm the conditions of tail of iron concentration plant, which will be fed to the phosphorus concentration plant, according to the data obtained by the commercial operation.

- (3) To review the previous design of the phosphorus concentration plant prepared by the pilot plant data.
- (4) To estimate the production cost of phosphorus concentrate according to the present conditions.

The result of the previous pilot plant study should be reviewed according to the data and information obtained through the test run and operation of the commercial plant.

The basic design of phosphorus concentration plant and required estimated investment of the plant prepared by the previous pilot plant test will be scrutinized by the results of this supplement study.

#### Work Plan

To achieve the objectives of the study described in this proposal, following work plan is prepared.

#### Part A. Detailed Fertilizer Marketing and Distribution Study

- (1) To review and collect as necessary the data of conditions in the principal agricultural land in Argentina.
- (2) To study the future development of crop pattern of the agriculture of Argentina.
- (3) To investigate expected development of fertilizer application for the agriculture of Argentina.
- (4) To forecast future consumption of fertilizer in the Argentina for the coming ten years.

- (5) To investigate the possibility of exporting certain type of phosphorous fertilizer from Argentina considering international competitive price of such fertilizer
- (6) To prepare recommendation on the type of product and size of the plant for the envisaged project
- (7) To investigate transportation cost of product through the country
- (8) To investigate optimum distribution system for the product and prepare recommendation of the system for the distribution of the product using computer system developed for this type of study

Part B. Study of Raw Material for the Fertilizer Production

- (1) (According to the data from Part C) To determine the cost and availability of essential raw material other than phosphorus concentrate at possible plant site
- (2) To determine the cost of auxiliary material at the plant site
- (3) To investigate suitability of plant site to select a candidate plant site for the project
- (4) To investigate the required investment for offsite facilities
- (5) To investigate cost of utilities at plant site.

Part C. Feasibility of the Proposed Fertilizer Plant

- (1) To collect several processes information from licensers for producing phosphorous fertilizer from the apatite concentrate
- (2) To determine required amount of raw material and utilities requirement for every production scheme
- (3) To investigate the cost of sulphuric acid and other material required for the project to determine optimum system to obtain such raw material
- (4) To determine conceptional design of envisaged production facilities according to the recommendation prepared by Part A study
- (5) To estimate investment cost for the facilities
- (6) To determine production cost of product from envisaged project
- (7) To assess economy of the project
- (8) To prepare project specification for implementing the project

Part D. Review of Phosphorus Concentration

- (1) To estimate the quantity and quality of the tail, which is to be the feed to phosphorus concentration plant, of iron concentration plant
- (2) To assess the data obtained from the operation of the commercial plant

- (3) To review design and investment of phosphorus concentration plant prepared by the pilot plant study
- (4) To conduct laboratory tests to confirm effects of conditions which may be identified as the deviation of design bases adopted in the previous feasibility study
- (5) To provide revised basic design of the phosphorus concentration plant, and to prepare estimation of investment and running cost of the phosphorus concentration plant



