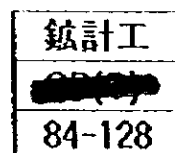
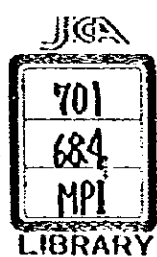


アルゼンティン共和国
燐酸肥料計画調査
報告書
(要約)

1984年8月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1030019(2)

アルゼンティン共和国
磷酸肥料計画調査
報告書
(要約)

1984年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 9. 21	701
登録No. 10714	689
	MPI

マイクロ
フィッシュ作成



GENERAL MAP OF ARGENTINE AND SITE FOR PROPOSED PROJECT

ABBREVIATIONS AND CONVERSION FACTORS

for The Feasibility Study on the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in the Argentine Republic

General

BPC	Base Project Cost which is estimated as of June 1, 1983
C & F	Cost & Freight
CIF	Cost, Insurance and Freight
ERR	Economic Internal Rate of Return
ENPV	Economic Net Present Value
FRR	Financial Internal Rate of Return
FNPV	Financial Net Present Value
Fiscal Year	From January 1 to December 31 in Argentine
FOB	Free on Board
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
IDC	Interest during Construction
IWC	Initial Working Capital
IRR	Internal Rate of Return
NPV	Net Present Value
NA	Not Available
₱	Pesos Argentinos, Currency Unit in Argentine
ROI	Return on Investment
ROE	Return on Equity
S/W	Scope of Work
TCR	Total Capital Required at Commencement Date for Commercial Production
USD	U.S. Dollar
Exchange Rate (Effective June 1, 1983)	USD1.00 = ₱ 8.86 (Mercado Oficial), USD1.00 = ₱ 11.30 (Mercado Libre) ₱ 1.00 = USD 0.1129 (Mercado Oficial), ₱ 1.00 = USD 0.0885 (Mercado Libre) Denomination of Pesos (Ley 18,188) \$10,000 to Pesos Argentinos ₱ 1.00 has been effected on June 1, 1983

Organization

AAN	Armada Argentina Servicio de Hidrografía Naval
AAT	Armada Argentina Servicio de Transportes Navales
ACINDAR	Acindar SA
AGTF	Administración general de transporte fluvial
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
AyE	Agua y Energía Eléctrica
AGROMAX	Agromax SAIC
ALECY	Alecy SA
BNA	Banco de la Nación Argentina
BGA	Banco Ganadero Argentino
BND	Banco Nacional de Desarrollo Caprolactama SA
CAC	Camara Argentina de la Construccion
CIS	Centro de la Industria Siderurgica
CNT	Centro de Navegación Transatlantica
CTI	Consejo Técnico de Inversiones SA
CIADE	Compañía Italo-Argentina de Electricidad
CF Río Chubut	Corporación de Formento del Rsio Chubut
CF Río Colorada	Corporación de Formento del Río Colorada
CORCEMAR	Corporación Cementera Argentina
DALMINE	Dálmine Siderca SA
DGCEE	Dirección General de Centrales Electricas del Estado
DGFM	Dirección General de Fabricaciones Militares
DNEM	Dirección Nacional de Economic Minera
DNFCA	Dirección Nacional de Fiscalizacion y Comercializatisón Agrícola
DNRO	Direccion Nacional del Registro Oficial de la Secretaria de Informacion Publica de la Presidencia de la Nacion
DOW	Dow Química Argentine
DUPERIAL	Duperial SAIC
EFEA	Empresa de Ferrocarriles Nacionales
EFFDEA	Empresa Flota Fluvial del Estado Argentino
ELMA	Empresa Lineas Maritimas Argentinas
EPEC	Empresa Provincial de Energía de Córdoba
FERTILIZAR	Fertilizar SA
FANF	Flota Argentina de Navegación
GAS DEL ESTADO	Gas del Estado
GURMENDI	Gurmendi SA
HINODE	Hinode Kagaku Kogyo KK, Japan
HIPASAM	Hierro Petagónico de Sierra Grande Sociedad Anónima Minera
IDS	Ingenieria del Suelo SRL
IPAKO	Industrias Petroquímicas Argentinas
IMPAGRO	Industras Petroquímica Palalelagro
INDQUICAS	Industrial Químicas SAIC

IRAM	Instituto Argentino de Racionalización de Materiales
IDEVI	Instituto de Desarrollo del Valle Interior del Río Negro
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
ICC	International Chamber of Commerce
INVAP	INVAP SE
NIKKO	Nippon Mining Co., Ltd., Japan
NISSAN	Nissan Chemical Industries Ltd., Japan
NORSK HYDRO	Norsk Hydro sa, Norway
PASA	Petro Química Argentina SA
PETROSUR	Petrosur SA
PQBB	Petroquímica Bahía Blanca SAIC
MOSCONI	Petroquímica General Mosconi SAIC
HOECHST	Química Hoechst SA
SDM	Subsecretaría de Minería
SEAGN	Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación
SEDI	Secretaría de Estado de Desarrollo Industrial
SEGBA	Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires
STN	Servicios de Transportes Navales
SIDERSUR	Siderúrgica del Sur SA
SOMISA	Sociedad Mixta Siderurgia Argentina
SUDAMFOS	Sudamfos SA
SULFACID	Sulfacid SA
YCF	Yacimientos Carboníferos Fiscales
YPF	Yacimientos Petrolíferos Fiscales
ZARATE	Zárate Sulfúrico

Units

Acre, A	1.0 Acre = 4,047 m ²
BBL	Barrel, 1.0 BBL = 42.0 US Gallon = 34.97 Imperial Gallons
BSCF, BCF	Billion SCF
BSCFD	Billion SCF per Day
BTU	British Thermal Unit, 1.0 BTU = 0.252 kcal
Bushel	1.0 Bushel = 31.25 Liters
DWT	Dead Weight Ton
EL	Elevation Level
Fanga	Unit of Volume in Argentine 1.0 Fanga = 1.57 US Bushels = 1.52 Imperial Bushels = 55.4 Liter
ha	Hectare, 1.0 ha = 10,000 m ² = 2,471 Acres (A)
HHV	High Heating Value
Gallon	1.0 US Gallon = 0.003785 m ³
kVA	Kilovolt-Ampere
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-Hour = 3.413 BTU
LHV	Low Heating Value
MW	Megawatt, Million Watt
MMBTU	Million BTU
MMSCF	Million SCF
MMSCFD	Million SCF per Day
MSCF	Thousand SCF
MSL	Mean Sea Level
Nm ³	Normal Cubic Meter measured at 0°C and 1.0 ata
psi	Pound per Square Inch 1.0 psi = 0.07031 kg/cm ²
Quintal	1.0 Quintal = 100 kg
SCF, CF	Standard Cubic Feet measured at 60°F and 14.7 lb/in ² 1.0 SCF = 0.0283 Nm ³
SCFD, CFD	Standard Cubic Feet per Day
STB	Standard Tankage Barrel 1.0 STB = 159 Litre (60°F)
TSCF, TCF	Trillion SCF
TPH	Ton per Hour
TPD	Ton per Day
TPY	Ton per Year
Ton, ton	Metric Ton

K, K ₂ O	1.0% K = 1.2016% K ₂ O
	1.0% K ₂ O = 0.8302% K
P, P ₂ O ₅ , BPL	1.0% P = 2.2914% P ₂ O ₅
	= 5.0073% BPL
	1.0% P ₂ O ₅ = 0.4361% P
	= 2.1853% BPL
	1.0% BPL = 0.1997% P
	= 0.4576% P ₂ O ₅
Fe, FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄	1.0% Fe = 1.2865% FeO
	= 1.3320% Fe ₂ O ₃
	= 1.4297% Fe ₃ O ₄

Fertilizer

Apatite	Major Calcium Phosphate Mineral of $\text{Ca}_x(\text{PO}_4)_y(\text{CO}_3, \text{OH})_z(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})_w$ in General Formula
AN	Ammonium Nitrate Fertilizer
AP	Ammonium Phosphates (MAP and/or DAP) Fertilizer
AS	Ammonium Sulfate Fertilizer
BPL	Bone Phosphate of Lime in Terms of $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{BPL} / \text{P}_2\text{O}_5 = 2.1853$
CAN	Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer
CN	Calcium Nitrate Fertilizer
DAP	Diammonium Phosphate Fertilizer
FMP	Fused Magnesium Phosphate Fertilizer
GGPR	Granulated Ground Phosphate Rock Fertilizer
K_2O	Potash Nutrient Expressed in Terms of K_2O $1.0\% \text{K}_2\text{O} = 0.8302\% \text{K}$
N	Nitrogen Nutrient Expressed in Terms of N
NP	Nitrophosphate Fertilizer (Specifically Compound Fertilizer by Nitric Acid Decomposition Process)
NP/NPK	Compound Fertilizer or Complex Fertilizer
MAP	Monoammonium Phosphate Fertilizer
MOP	Muriate of Potash, Potassium Chloride Fertilizer
P_2O_5	Phosphate Nutrient Expressed in Terms of P_2O_5 , $1.0\% \text{P}_2\text{O}_5 = 0.4361\% \text{P}$
SOP	Sulfate of Potash, Potassium Sulfate Fertilizer
SSP	Single Superphosphate Fertilizer
TCP	Tri-Calcium Phosphate; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
TPL	Tri-Phosphate of Lime; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
TSP	Triple Superphosphate Fertilizer
Urea	Urea Fertilizer

アルゼンティン共和国
燐酸肥料計画調査
報告書
(要約)

1984年8月

国際協力事業団

目 次

アルゼンティン共和国および本計画立地地図

略語および換算表

序

頁

第1章 計画の概要

- 1.1 計画の概要S-1
- 1.2 工場設備S-1
- 1.3 財務分析, 経済評価S-2

第2章 調査結果の要約

- 2.1 農業概要と肥料市場S-3
- 2.2 肥料工業と肥料原料S-4
- 2.3 磷鉱石の濃縮および供給S-5
- 2.4 磷鉱石濃縮工場および磷酸肥料工場計画の技術的検討S-7
- 2.5 財務分析および経済評価S-10

第3章 結論および提言

- 3.1 結 論S-12
- 3.2 提 言S-12

序

本報告書はアルゼンティン共和国磷酸肥料計画調査報告書の要約版である。

本調査の目的は HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro の鉄鉱石濃縮工場より排出される尾鉱からの燐鉱石濃縮試験および鉱物学的検討を行なうとともに、燐鉱石代表サンプル 15 kg の製造を行ない、燐酸肥料代替案 7 種について燐鉱石の評価試験と燐酸肥料製造の可能性調査を実施した。

アルゼンティン共和国の原料供給、工場立地、土壌および農業状況、投融資条件などに関する現地調査は 1983 年 5 月に実施され、HIPASAM 尾鉱の代表サンプル 700 kg を現地にて採取した。

尾鉱からの燐鉱石濃縮試験および鉱物学的検討を行なうとともに燐鉱石代表サンプル 15 kg の製造を行ない燐酸肥料代替案 7 種について燐鉱石の評価試験と燐酸肥料製造の可能性調査を実施した。

調査の結果は Sierra Grande 鉱石の特異性のため得られた燐鉱石の品質、回収率が低く製造コストが高むことになり、燐酸肥料製造の際に種々の技術的および経済的障害となることが判明した。調査の結果を集大成し、燐鉱石濃縮工場および燐酸肥料工場を統合した計画案について代替案の選択を行なうとともに、Viability が高いと考えられる 2 つのケースについて財務分析および経済評価を行なったが、Feasibility のある計画案を見出すことは出来なかった。

しかし、本調査を通じ Sierra Grande 鉱石の鉱物学特性が解明され、また、各種燐酸肥料製造に関する有益な知見が得られたので、今後のアルゼンティン共和国の肥料計画の推進についての提言を行ない本報告をまとめた、詳細については報告書本編を参照されたい。

第1章 計画の概要

1.1 計画の概要

アルゼンティン共和国の唯一の焼鉱石資源である HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro の鉄鉱石濃縮工場で排出される尾鉱(Non-Magnetic Tails: P_2O_5 ; 7.08%, Fe; 27.53%, 1990年の排出量; 921,620.7 TPY)を原料とする焼鉱石濃縮工場を建設し、焼鉱石(P_2O_5 ; 35.65%, Fe; 5.80%, 年産能力; 100,000 TPY)を製造する。更に Bahia Blanca, Buenos Aires に天然ガスを副原料とし硝酸化成肥料を製造する焼酸肥料工場を建設し、焼鉱石を Sierra Grande より Bahia Blanca まで道路輸送 (528 km) し、硝酸化成肥料 (肥料成分; (20.80-20.80-0.0), 年産能力; 163,676.7 TPY) および副産窒素肥料 (肥料成分; (26.00-0.0-0.0), 年産能力; 139,708.8 TPY) を製造し、包装製品をアルゼンティン共和国内の市場に販売するものとする。

本計画は製品代替案7種のなかから最も Viability の高い計画として選定されたものであるが、副産窒素肥料を含めて製品の国内市場性に問題があり、工場操業率が低く抑えられる結果となり財務分析および経済評価の結果は Feasibility はないとの結論である。

しかし、充分高い操業率を確保できると仮定した場合は、財務的に Marginal は Feasibility があると判断されるので、この様な仮定の下での計画の内容を次に示す。

1.2 工場設備

	焼酸肥料計画案	
	焼鉱石濃縮工場 (PC-1, PR)	焼酸肥料工場 (PF-7, NP/CAN)
工場建設予定地	Sierra Grande, Rio Negro, (PS-1)	Bahia Blanca, Buenos Aires, (PS-3)
原料	HIPASAM 尾鉱	焼鉱石 天然ガス
製品	焼鉱石(PR)	硝酸化成(NP) 硝酸アンモニウム カルシウム (CAN)
工場能力, 日産量	336.7 TPD	1,021.5 TPD
年産量	100,000.0 TPY	303,385.5 TPY

主要プロセス プラント	燒鈦石濃縮(摩鈦, 浮選, 沝過, 乾燥)	アンモニア, 硝酸, 硝酸化成
主要付帯設備	製品貯蔵, 用役, 工場管理, 保全	原料, 製品貯蔵, 用役, 工場管理, 保全
工場用地	40,000 m ²	135,000 m ²
工場建設予定		
工場建設開始年	1987	1987
工場建設完了年	1989	1989
商業生産開始年	1990	1990
工場建設費(輸入品の税金を含まず)		
Base Project Cost - 1983	USD 33.65 MM	USD 180.63 MM
総所要資金		
Total Financing Requiaed - 1990	統合計画 USD 421.79 MM	

1.3 財務分析, 経済評価

製品の需要が充分あると仮定した場合の分析, 評価結果は次の通りである。

一経営形態	HIPASAM を主体とする独立経営とする。		
一組織	役員	6名	
	本社	13	
	工場	610	
		<u>659</u>	
一所要資金	外貨部分	USD 193.3 MM	(45.8%)
	アルゼンティン通貨部分	228.5	(54.2)
		<u>421.8</u>	(100.0)
一資金計画	資本金	USD 126.5 MM	(30.0%)
	長期借入金	295.3	(70.0)
		<u>421.8</u>	(100.0)
一財務分析, 経済評価 (内部収益率)	FIRROI--DCF, %		EIRROI--DCF, %
	税引前	税引後	
時下通貨基準	15.7	14.0	9.6
実質通貨基準--1987	8.9	7.4	3.2

第2章 調査結果の要約

2.1 農業概要と肥料市場

アルゼンティン共和国の国内総生産に占める農業生産の地位は1980年で13%、また輸出総額に占める農産物および一次産品の割合は75%に達し、農業は同国経済の最も重要な産業である。

農業の生産性は高いが、農産物の輸出市場への距離が遠く、輸出競争上不利な地理的条件にある。同国の農業の特徴は栽培の形態上 Extensivo 農業および Intensivo 農業が共存していることである。Extensivo 農業は、Pampeana 地域における小麦、トウモロコシなどの穀物生産に代表される農業用地の粗放的利用による農業生産性向上が特徴的で、小麦輸出などに大きく貢献している。一方、Intensivo 農業は Mendoza 地域における野菜、果実などの生産に代表される農業用地の集約的利用による農業であり、果実およびブドウ酒の輸出などに大いに貢献している。

肥料の使用は最初 Intensivo 農業に導入され、Intensivo 農業では現在肥料使用は既に高い水準にある。一方、Extensivo 農業への肥料使用は近年に行なわれるようになり、小麦を対象に急速に普及しはじめている。肥料需要は農産物の価格変動に応じ変動が激しいが、Table 1 に示すように 1965/1975 年の窒素肥料 40,000 TPY-N、燐酸肥料 24,000 TPY-P₂O₅、加里肥料 6,000 TPY-K₂O の水準から最近では、50,000 TPY-N、50,000 TPY-P₂O₅ および 6,000 TPY-K₂O の肥料需要水準へと増加を示している。Intensivo 農業では窒素肥料と同時に燐酸肥料が使用されるが、Extensivo 農業では窒素肥料あるいは燐酸肥料の片方が単肥として使用される傾向が依然強い。

燐酸肥料の需要は現在、50,000 TPY-P₂O₅ の水準にあると推定されるが、その地域別および対象作物別需要は Table 2 に示すように Pampeana 地域が 70% を占め、需要の中心は Bahia Blanca 地域である。作物的には小麦用が 30%、草地在 25%、野菜が 15%、果物が 10% と推定される。

燐酸肥料の将来需要予測は、Table 2 に示すように 1990 年に 78,400 また 1995 年には、106,700 TPY-P₂O₅ に増加すると考えられる。需要予測の前提として下記のことが考察される。

- (1) 各農作物の作付面積の急速な変化はない。但し、大豆については作付面積の拡大が続く。
- (2) Intensivo 農業の肥料使用量は既に高い水準に達しているため、今後更に急速に消費が増加することはない。
- (3) Extensivo 農業のうち小麦については Buenos Aires 州南部の燐酸欠乏土壌地域を中心

とし消費が増加し、施肥作付面積率は40%に上昇すると推定される。全国では1982年の施肥作付面積率は6%であったが将来は14%まで増加する。

- (4) Extensivo 農業のうちトウモロコシおよび草地については、磷酸欠乏地域であっても農産物の価格水準が大巾に上昇しないかぎり、施肥量が急速に増加することはない。

磷酸肥料製品代替案の農業特性よりの比較評価については次の如く判断される。

- (1) 一般に水溶性磷酸(W-P₂O₅あるいはAv-P₂O₅)の高い肥料が適している。酸溶解性磷酸(C-P₂O₅あるいはF-P₂O₅)はアルゼンティン北東部の酸性土壌地帯の多いMesopotamia地域あるいは草地用に需要が限定される。
- (2) Intensivo 農業には複合肥料が使用されるが、Extensivo 農業では窒素肥料あるいは磷酸肥料が単独で使用される。
- (3) 農業特性より磷酸肥料代替案のうち水溶性磷酸の高い磷酸アンモニウム(MAPあるいはDAP)あるいは重過石(TSP)が最も適している。
代替案のうち酸溶解性の熔磷(FMP)および磷鉍粉肥料(GGPR)は不適當である。
- (4) 磷酸-アンモニウム(MAP)については国内需要は充分あるが、本計画案が実施されてもその製品は1995年に於ける国内需要の三分の一を充足するにすぎず、引き続き磷安(MAPあるいはDAP)の輸入が行なわれることになる。
- (5) 硝酸化成(NP)については消費実績はないが、今後Intensivo 農業を中心に市場開拓は可能と判断される。しかし、Pampeanaの小麦、馬鈴薯地帯では磷酸肥料の単肥が使用されて来た経緯より判断して、現状のDAP使用からNPへの急速な転換には疑問がある。
- (6) 硝酸化成(NP)製造に伴う副産窒素肥料(CAN)については、Pampeana 東南部の小麦用の窒素肥料使用が普及すれば市場開拓は可能と判断されるが、現存する窒素肥料工場(PETROSUR, Campana, アンモニア生産能力190 TPD, 1968年完成)の稼働が続くと判断すると、本計画案工場の製品の市場は小さく、操業初期の稼働率は低く抑えられることになる。
- (7) 硝酸化成および副産窒素肥料の市場開拓には強力な普及活動および輸入製品によるPremarketingが必要と判断される。

2.2 肥料工業と肥料原料

窒素肥料については、天然ガスを原料とするPETROSURのアンモニア、尿素および磷安工場およびDGFМの小規模アンモニア、硝酸、磷安工場(主に化学用)ならびにコークス製造に伴うアンモニア回収の磷安工場があるが国内窒素肥料需要を充足することは出来ず、主に尿素的の輸入により供給を補っている。天然ガス資源は豊富で、大型および小型アンモニア工場計

画が検討されているが工場建設段階には達していない。したがって、本調査の磷酸肥料計画のための副原料としてアンモニアあるいは硝酸の国産品の供給体制はない。

磷酸肥料については商業規模の磷鉱石資源は確認されていない。かつて、DGFМによる Thomas Phosphate および AGROMAX による Hyperphosphate の生産が行なわれたことがあるが現在は生産を停止しており、需要はほぼ全量倭安などの輸入品により充足されている。磷鉱石資源としては本調査の HIPASAM 尾鉱のみが確認されている。加里肥料は、資源がなく、少量の輸入により充足されている。

化成肥料は、国産および輸入原料により PETROSUR の Bahia Blanca 工場で製造が行なわれているが、生産は極めて低迷している。

磷酸肥料製造原料用の硫酸は、輸入硫黄ならびに金属精錬廃ガスを原料とする硫酸工場があるが、本調査の磷酸肥料計画のための原料として国産品を供給する余力はない。

蛇紋岩資源は充分あり、需要に応じ増産出来る状況にある。

肥料規格については、IRAM により肥料品質規格および公定分析法が定められている。磷酸肥料代替案の特性に応じ、 $T-P_2O_5$ 、 $Av-P_2O_5$ 、 $C-P_2O_5$ 、 $F-P_2O_5$ および $W-P_2O_5$ の5種類の品質保証のうち、1種あるいは2種の規定が適用される。製品代替案の商品評価は IRAM に準拠して実施した。

肥料工業の現状および国内資源の供給性により将来の肥料工場計画としては、天然ガス利用の窒素肥料および HIPASAM 鉄鉱石濃縮尾鉱磷鉱石ならびに輸入硫黄と輸入磷鉱石を原料とする窒素、磷酸肥料計画を調査すべきと判断される。

2.3 磷鉱石の濃縮および供給

アルゼンティンには商業規模で開発可能な磷鉱石資源の賦存は確認されていない、唯一の可能性は、HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro の鉄鉱石濃縮工場(年産能力 2,000,000 TPY) より排出される尾鉱に含まれる Apatite 系の磷鉱石資源の有効利用である。

鉄鉱石磷鉱石は Magnetite が主体で、品質は Fe : 54.8%, P_2O_5 : 3.28% で製鉄原料として不適当であり、 P_2O_5 を除去するため鉄鉱石濃縮工場では、Fe : 68.5%, P_2O_5 : 0.32% の鉄鉱石を製造すると同時に Fe : 27.53%, P_2O_5 : 7.08% の尾鉱 (Non-Magnetic Tails) を分離廃棄している。その尾鉱に含まれる磷鉱石資源は 65,250 TPY- P_2O_5 に相当する。

鉄鉱石濃縮工場の尾鉱からの磷鉱石の濃縮回収については、スウェーデン王国に2工場またアメリカ合衆国に小規模工場があることが知られている。スウェーデンの SSAB, Grängesberg および LKAB, Kiruna の磷鉱石生産能力は各々 75,000 および 200,000 TPY で良質の磷鉱石を製造している。

本調査では 1983 年 6 月および 10 月に HIPASAM 尾鉱の代表サンプル 700 kg を採取し、実験室規模での磷鉱石濃縮試験および鉱物学的検討を加え、磷鉱石濃縮工場の概念設計を行なう

とともに燐鉍石代表サンプル 15 kg を製造し、各種燐酸肥料製品の代替案に関し得られた燐鉍石の評価試験を実施した。

尾鉍の濃縮試験の結果を総括すると、

- (1) 尾鉍に含まれる燐鉍石は Fluorapatite および Hydroxyapatite を主体としており、Apatite 結晶は鉄鉍石および緑泥石と片刃を形成していることが確認された。
- (2) Aptite 以外に鉄分を含有し、青色および褐色を呈す燐酸化合物が混在する。
- (3) Aptite の結晶中に鉄鉍石が取りこまれ、結晶内で一部熔融したと推定される鉍石が存在することが確認された。
- (4) Aptite の結晶の全面に微量の鉄分が均一に分布していることが、X 線試験により推定された。
- (5) 尾鉍を平均粒子径 0.02 mm 以下に摩鉍しても、鉄鉍石と燐鉍石の単体分離は不可能であることが確認された。
- (6) 浮選濃縮の際尾鉍に含まれている緑泥石 (Chlorite, 鉄を含む) は Zeta Potentials が Apatite と類似しているため、浮選により燐鉍石を濃縮し、鉄分を完全に除去することは困難である。
- (7) 各種濃縮試験を実施した結果、尾鉍を微粉砕し、粗浮選と精浮選 5 段を組み合わせることにより、品位 P_2O_5 : 35.65%, Fe : 5.8% の燐鉍石製品を 55.5% の P_2O_5 回収率で製造することが可能であることが判明した。
- (8) 残存鉄分の最低限度を確認する目的で HGMS (High Gradient Magnetic Separation) 処理を行なったところ、品位 P_2O_5 : 39.55%, Fe : 1.84% の燐鉍石が得られ、品位は大巾に向上したが、 P_2O_5 回収率は 22.1% に止まり工業的実用性はないと判断された。
- (9) 燐鉍石濃縮は浮選によることになるが、Sierra Grande 鉍石の特殊性より技術的問題として摩鉍に要する電力および浮選に要する化学薬品のコストが高く、また P_2O_5 の回収率が低いことが指摘される。今後の試験、研究による技術向上を計ることが必要である。

各種の濃縮試験の結果より燐鉍石濃縮工場 (PC-1) の概念設計については、次の基本条件を設定することが合理的と判断された。

(1) 燐鉍石品質

P_2O_5	35.65%
Fe	5.80%

(2) 尾鉍よりの P_2O_5 回収率 55.50%

(3) 濃縮プロセス 磨鉍, 粗浮選, 精浮選 (5 段), 沈降, 浮遊および乾燥

- (4) 焼鉱石生産量 100,000 TPY (336.7 TPD×297 DPY)
P₂O₅ 換算生産量 35,650 TPY-P₂O₅
- (5) 工場立地 Sierra Grande, Rio Negro

この様にして得られた焼鉱石は P₂O₅ 品位は充分高いが、残存鉄分は依然高く、また P₂O₅ 回収率もスウェーデンの実績に比較すると低い。その理由は尾鉱の鉱物学差違によるものと推定された。国際貿易取引対象の一般的焼鉱石の品質は、P₂O₅ : 30%以上、Fe : 0.6%以下、また 3成分不純物 (Fe₂O₃ + Al₂O₃ + MgO) は 3.0%以下の水準にあるが、本調査で得られた焼鉱石の不純物濃度は 10.09%に達し焼鉱石商品としての一般的評価を得るに至らなかった。また製造コストも輸入焼鉱石に比し高く価格競争力はなく、濃縮の採用技術についても商業的実証性は不十分である。

この様な品質の焼鉱石から焼酸肥料を製造している実績は世界的にないため、各代替案について焼酸肥料製造試験を実施し、その結果より焼酸肥料工場概念設計を行なうことが必要となった。

この様な焼鉱石使用の肥料製造は、技術的問題のみならず原料および用役使用量の増大ならびに製品の品質の低下があり、製造コストも密高になり、かつ製造技術の商業的実証性も不十分とならざるを得ない。焼鉱石濃縮試験により得られた焼鉱石代表サンプルの分析値を Table 4 に示す。

2.4 焼鉱石濃縮工場および焼酸肥料工場計画の技術的検討

焼鉱石濃縮工場および焼酸肥料工場建設予定地については、原料、副原料および用役の供給性と、最終製品焼酸肥料の消費地までの輸送ならびにインフラストラクチャーの相互比較を行ない、次の 3 地点より最適工場用地を選定した。

Code	地 名	略 号
PS-1	Sierra Grande, Rio Negro	SG
PS-2	San Antonio Oeste, Rio Negro	SAO
PS-3	Bahia Blanca, Buenos Aires	BB

工場用地の概要および工場設計条件を Table 5 および 6 に示した。

磷酸肥料製品代替案については、磷鉱石の評価試験、副原料および用役の供給性、製品品質、アルゼンティン土壌および農業特性への適応性に関する相互比較を行ない、次の7種の代替案より最適肥料を選定した。

Code	製品代替案	略号
PF-1	微粉磷鉱粉肥料	GGPR
PF-2	熔成磷肥	FMP
PF-3	過磷酸石灰	SSP
PF-4	重過磷酸石灰	TSP
PF-5	磷酸一アンモニウム	MAP
PF-6	硝酸化成および硝酸アンモニウム カルシウム (アンモニア輸入)	NP/CAN
PF-7	硝酸化成および硝酸アンモニウム カルシウム (アンモニア製造)	NP/CAN

磷鉱石濃縮工場 (能力 100,000 TPY) およびこれに統合される磷酸肥料製品代替案工場の様式については Figure 1 に図式的に示した。

磷鉱石の磷酸肥料製造評価試験は、磷酸肥料製造技術に十分な実績を有する次の各社にて実施し、工場設備の概念設計を行なった。

日之出化学工業株式会社	日本
日産化学工業株式会社	日本
Norsk Hydro sa	Norway

これらの評価試験の結果、判明した Sierra Grande 磷鉱石の特徴は次の通りである。

- (1) 磷鉱石中の P_2O_5 濃度は充分高い。
- (2) 磷鉱石中の鉄含量が高く、この鉄分のため磷酸肥料の品質は一般に低下し、特に水溶性磷酸分が低くなる。
- (3) 鉄分は第1鉄 Fe(II) が主体である。
- (4) 磷鉱石は微粉末状であるが、酸との反応性は極めて低い。
- (5) 有機物および炭酸塩の含有量は低く、酸との反応に際して発泡性はない。

製造技術評価の結果は次の通りである。

代替案	製造技術評価	原単位評価	製品品質評価
GGPR, PF-1	製造可能	製造可能	C-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , F-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ が低く、品質評価は低い。
FMP, PF-2	製造可能	製造可能	C-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ は充分高く、品質は良好。
燐酸(P ₂ O ₅), PF-4, PF-5	製造可能なるも濃縮には限界あり、SO ₂ 発生	硫酸使用量大、製品中の残留硫酸が多い	製品の粘度高く、スラッジ生成のため P ₂ O ₅ 濃度は 40% が限度 (一般品は 51%)
SSP, PF-3	硫酸との反応性低く、製造困難	硫酸使用量大	Av-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , W-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ が低く、遊離酸高く品質評価は低い。
TSP, PF-4	燐酸との反応性低く、製造困難	硫酸使用量大	Av-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , W-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ が低く、遊離酸高く品質評価は低い。
MAP, PF-5	製造可能、鉄分は製品 MAP に含まれることになる。	製造可能	Av-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , W-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , W-N/T-N が低く品質評価は低いが国内消費なら品質適格性あり。
NP/CAN, PF-6, PF-7	製造可能、鉄分の一部は除去される、NO _x 発生	製造可能	Av-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ , W-P ₂ O ₅ /T-P ₂ O ₅ は充分高く、品質評価は良好。

工場建設予定地について各種の比較を行なった結果では、燐鉱石濃縮工場 (PC-1) は Sierra Grande (PS-1) が、燐酸肥料工場については原料および製品輸送などの観点より GGPR (PF-1) および TSP (PF-4) の場合は Sierra Grande, FMP (PF-2), SSP (PF-3), MAP (PF-5), NP/CAN (PF-6, PF-7) の場合は Bahia Blanca (PS-3) が適していることが判明した。

また、燐酸肥料工場計画は原料燐鉱石の年間供給量を 100,000 TPY, 年間実動稼働日数を 297 DPY と仮定して設計した。

この様にして代替案 7 種につき技術的検討結果を生産量、製品品質、P₂O₅利用率および製造

原単位につきまとめて Table 7, Table 8 および Table 9 に示した。更に、この7種の代替案につき国産副原料の供給性、製品品質、製造技術上の問題点、製品販売および市場開拓の必要性などにつき総合的評価を行ない、その結果を Table 10 に示した。

この比較評価により選ばれた代替案は、MAP (PF-5) と NP/CAN (PF-7) の2つのケースであり、焼鉱石濃縮工場と焼酸肥料工場の両工場を統合した焼酸肥料計画の財務分析を実施し、計画の Feasibility を判断した。

この2つのケースの工場統合の計画案の概要を Figure 2 および Table 11 に示した。

2.5 財務分析および経済評価

市場調査および技術検討結果より、製品代替案のうち2つのケースを選出した。その工場建設計画をまとめ、併せて財務分析および経済評価を行なった結果は次の通りである。

ケース I (PC-1/PF-5)：焼安 MAP 製造計画は財務的にも経済的にも計画案としての Feasibility は認められない。その主な理由は、次の通りである。

- (1) 焼鉱石の残留鉄分が高いにもかかわらず、焼酸製造は技術的に可能であると判断されたが、硝酸使用量が多く製品品質も評価もやや低い。
- (2) 副原料およびアンモニアは輸入依存となり原料コストが高い。
- (3) 本計画の焼安設備能力は、中間原料焼鉱石の供給往 (336.7 TPD) より 243.8 TPD と小規模となり、固定費が割高となっている。現時点の World Scale の焼鉱石工場は 10,000 ~ 20,000 TPD, また焼安工場は 1,000 ~ 2,000 TPD の能力規模にあり、北アフリカ諸国およびアメリカ合衆国の輸出指向の原料立地工場からの輸入品と比較し価格競争力に乏しい。
- (4) なお、本計画工場では焼安の国内需要の三分の一を供給できるにすぎない。

ケース II (PC-1/PF-7)：硝酸化成 NP/CAN 製造計画は、製品の販売の面より工場建設の初期の操業率が低く抑えられるため、財務的にも経済的にも Feasibility は認められない。

その主な理由は次の通りである。

- (1) 肥料製品中の窒素成分が、焼酸成分に比し高く、伝統的な焼酸肥料 (DAP, TSP) との置換は急速には進まない。
- (2) 肥料製品中の窒素の約半量が、硝酸態窒素であり伝統的な窒素肥料 (尿素, 焼安) との置換は急速には進まない。
- (3) この計画に含まれるアンモニア工場の能力は 303.0 TPD の小規模工場であるにもかかわらず、国内需要予測と既設アンモニア工場の稼働を考慮すると設備能力が過大となる。現時点の World Scale の天然ガス産出国の 1,000 ~ 1,500 TPD 規模の輸出指向アンモニア工場からの輸入品と比較し、価格競争力に乏しくもちろん輸出競争力はない。

しかしながら、ケース II については、充分操業率が確保できると仮定した場合には、製造技術上は Viability があり、製品品質も IRAM 規格に合致し、更に財務的にも Marginal な Feasibility があると判断されるため、本計画推進上の問題点と前提条件を明示し、計画案の評価を行ない計画案としての特殊性を説明した。

第3章 結論および提言

3.1 結 論

アルゼンティン共和国の唯一の磷鉱石資源である HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro の鉄鉱石濃縮工場で排出される尾鉱より磷鉱石を濃縮し、得られた磷鉱石を中間原料としアルゼンティン共和国に適した磷酸肥料を製造する計画について7種の製品代替案について広範な試験、研究および調査を実施した結果は、磷鉱石濃縮工場および磷酸肥料工場統合計画について Feasibility の高い計画案は得られなかった。

Feasibility の低い主な理由は (i) Sierra Grande 鉱石の特殊性から磷鉱石濃縮コストが高い、(ii) その上品質が低く(残存鉄分が多い)、(iii) 一部の磷酸肥料製品の商品価値が低い、(iv) 磷酸一アンモニウム肥料の製造は技術的に可能であり、製品販売上も問題はないが、製造規模が小さくまた副原料のアンモニアおよび硫酸が輸入依存となり、製造コストが高く計画の財務評価が低い結果となった。

アルゼンティン共和国に豊富に賦存する天然ガスを副原料とする窒素肥料と磷酸肥料を組み合わせた硝酸化成肥料計画についても調査したが、副産する窒素肥料を含めて国内需要が低く、また製品の輸出競争力にも乏しいと判断されたため、製造規模が過大となり操業率が上らず Feasibility の高い計画案とはならなかった。硝酸化成肥料計画は磷酸一アンモニウム肥料計画より高い Feasibility を示すことが判明した。

3.2 提 言

本調査では Feasibility が高く直ちに工場建設準備開始を勧告できるような磷酸肥料計画を提案することは出来なかった。しかし、本調査を通じ今後の検討課題として次の提言を行なう。

- (1) HIPASAM 鉄鉱石濃縮工場を計画通り稼働させ、尾鉱の生産量および品質が確保されるよう努力すること。更に HIPASAM が現在計画中の鉄鉱石の品質改良が実行に移され、尾鉱の品質が磷鉱石濃縮に有利な状況になるよう努力すること。
- (2) 尾鉱より磷鉱石濃縮の試験、研究を続け、品質、回収率および濃縮コストの低減を計ること。
- (3) HIPASAM 尾鉱よりの磷鉱石とともに天然ガスを原料とする窒素肥料製造計画と統合された磷酸肥料計画を調査すること。場合によっては磷酸肥料の製造規模を拡大するため輸入磷鉱石の一部使用を考慮すること。

Table 1 FERTILIZER SUPPLY/DEMAND SITUATION IN ARGENTINE

(Unit: TPY)

	Yearly Average					Yearly		
	1964/1966	1969/1971	1974/1976	1978	1979	1980	1981	1982
Nitrogen Fertilizer (N)								
Production (A)	-	-	-	30,652	27,305	30,437	25,124	30,596
Consumption (B)	27,321	40,445	39,043	44,412	60,576	65,355	51,173	50,926
Balance (A)-(B)	-	-	-	-13,760	-33,271	-34,918	-26,049	-20,330
Phosphate Fertilizer (P₂O₅)								
Production (A)	-	-	-	1,121	1,541	498	89	0
Consumption (B)	14,010	24,816	23,068	32,551	64,660	50,013	28,885	45,719
Balance (A)-(B)	-	-	-	-31,430	-63,119	-49,515	-28,796	-45,719
Potash Fertilizer (K₂O)								
Production (A)	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumption (B)	6,231	7,687	5,233	5,694	12,261	8,752	5,301	5,660
Balance (A)-(B)	-6,231	-7,687	-5,233	-5,694	-12,261	-8,752	-5,301	-5,660

Table 2 ESTIMATED CONSUMPTION OF PHOSPHATE FERTILIZER IN ARGENTINE

(Unit: TPY-P2O5)

	Phosphate Fertilizer Consumption		
	1972 (Estimate)	1982 (Estimate)	1990 (Projection)
By region			
Pampeana	25,600	34,900	59,300
Andina	5,300	5,300	6,300
Noroeste	2,900	2,700	2,600
Mesopotamia	4,600	5,600	6,100
Patagonia	2,100	2,600	4,100
Chaquena	0	0	0
Total	40,500	51,100	78,400
By Crop			
Wheat	5,800	15,900	39,900
Other cereals	800	700	700
Pasture	13,300	13,300	13,300
Fruits	4,600	5,000	6,700
Vegetables and Potato	8,500	8,100	10,200
Grapes	3,400	3,400	3,400
Others	4,100	4,700	4,200
Total	40,500	51,100	78,400
Average Annual Growth Rate, %/Year	2.35	5.50	6.36

Table 3 SALES PLAN FOR DOMESTIC MARKET

	1990						1995						
	Sales Volume		Total Demand		Sales Potential		Sales Volume		Total Demand		Sales Potential		
	Product ton	N P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	Product ton	N P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	'000 N '000 P ₂ O ₅	Product ton	
Case I (PC=1/PF=5)													
MAP													
Pampeana	64,400	6,400	29,000	53.0	59.3	13.1	58.9	66,700	6,700	30,000	68.8	85.6	18.9
Mesopotamia	1,800	200	800	3.5	6.1	1.2	5.6	1,400	100	650	3.9	6.5	1.3
Noroeste	1,400	100	650	15.9	2.6	0.5	2.3	1,200	100	550	16.2	2.7	0.5
Andina	7,900	800	3,550	10.2	6.3	1.3	6.0	6,400	600	2,900	11.2	7.2	1.5
Patagonia	4,900	500	2,200	6.5	4.1	0.8	3.7	4,700	500	2,100	7.6	5.5	1.1
Total	80,400	8,000	36,200	89.1	78.4	16.9	76.5	80,400	8,000	36,200	107.7	106.7	23.3
(Production capacity)	(72,409)	(7,386)	(33,243)					(72,409)	(7,386)	(33,243)			
Case II (PC=1/PF=7)													
NP													
Pampeana	37,000	7,400	7,400	53.0	59.3	11.1	11.1	51,500	10,300	10,300	68.8	85.6	16.0
Mesopotamia	3,500	700	700	3.5	6.1	3.5	3.5	4,000	800	800	3.9	6.5	3.9
Noroeste	4,500	900	900	15.9	2.6	2.3	2.3	5,000	1,000	1,000	16.2	2.7	2.4
Andina	25,000	5,000	5,000	10.2	6.3	6.2	6.2	28,500	5,700	5,700	11.2	7.2	7.1
Patagonia	16,500	3,300	3,300	6.5	4.1	4.1	4.1	22,000	4,400	4,400	7.6	5.5	5.5
Total	86,500	17,300	17,300	89.1	78.4	27.2	27.2	111,000	22,200	22,200	107.7	106.7	34.9
(Production capacity)	(163,677)	(34,045)	(34,045)					(163,677)	(34,045)	(34,045)			
CAN													
Pampeana	17,600	6,000	-	-	-	23.7	-	20,000	6,800	-	-	-	28.1
Mesopotamia	0	0	-	-	-	0	-	0	0	-	-	-	0
Noroeste	0	0	-	-	-	13.6	-	0	0	-	-	-	13.8
Andina	8,200	2,800	-	-	-	4.0	-	8,500	2,900	-	-	-	4.1
Patagonia	5,000	1,700	-	-	-	2.4	-	4,400	1,500	-	-	-	2.1
Total	30,800	10,500	-	-	-	43.7	-	32,900	11,200	-	-	-	48.1
(Production capacity)	(139,709)	(36,324)	(-)	(-)	(-)			(139,708)	(36,324)	(-)	(-)	(-)	

Table 4 ANALYSIS OF PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM IRON ORE CONCENTRATION NON-MAGNETIC TAILS OF HIPASAM, SIERRA GRANDE, ARGENTINE

(1) CHEMICAL ANALYSIS

As Element	Weight Percent	As Oxide	Weight Percent	Equivalency for 100g Sample
P	15.56%	P ₂ O ₅	35.65%	(-) 1.507
C (Carbonate)	0.09	CO ₂	0.33	(-) 0.015
F	1.50	F	1.50	(-) 0.079
Cl	0.01	Cl	0.01	(-) 0.0005
OH	-	OH	(3.88)	(-) (0.2285)
S (Total)	-	S and Oxides	-	(-) -
S (Sulfide)	0.48	S	0.48	(-) 0.030
S (Sulfate)	-	SO ₃	-	(-) -
Si	1.98	SiO ₂	4.24	(-) 0.141
Fe (Total)	5.80	Fe Oxides	7.67	(+) 0.233
Fe (II)	4.36	FeO	(5.61)	(+) (0.156)
Fe (III)	1.44	Fe ₂ O ₃	(2.06)	(+) (0.077)
Al	1.46	Al ₂ O ₃	2.06	(+) 0.162
Mn	-	MnO	-	(+) -
Ca	31.66	CaO	44.30	(+) 1.580
Mg	0.22	MgO	0.36	(+) 0.018
Na	0.15	Na ₂ O	0.20	(+) 0.006
K	0.07	K ₂ O	0.08	(+) 0.002
Others	-	Others	-	-
Free Moisture	0.14	Free Moisture	0.14	-
Organics	-	Organics	-	-
Ignition Loss	1.68	Ignition Loss	1.68	-
Total	65.95	Sub-total	102.58	(-) 2.001
		Adjustment for F	(-) 0.63	(+) 2.001
		Total	101.95	(+) 0.000

(2) PHYSICAL PROPERTY

Color	Gray
Size Distribution (Tyler Mesh and Millimeter)	
(+) 400 Mesh (0.0370 mm)	15.9%
(+) 468.4 (0.0316)	18.4
(+) 677.8 (0.0219)	36.1
(+) 993.3 (0.0149)	52.5
(+) 1,309.7 (0.0113)	64.5
(-) 1,309.7 (0.0113)	35.4
	100.0
Density	3.27
Bulk Density - Packed	1.67
- Loose	1.27
Angle of Reponse	43.0°
Free Moisture of Filter Cake, %	13.0
Specific Surface Area, cm ² /gr	2,770

(3) FERTILIZER PROPERTY

	Weight Percent	Solubility Percent
Total P ₂ O ₅	35.65%	100.0%
Nitric Acid Soluble P ₂ O ₅	35.60	99.9
Hydrochloric Acid Soluble P ₂ O ₅	35.11	98.5
Citric Acid Soluble P ₂ O ₅	7.96	22.3
Formic Acid Soluble P ₂ O ₅	5.69	16.0
Ammonia Citrate Soluble (AV) P ₂ O ₅ (Neutral)	0.00	0.0
Water Soluble P ₂ O ₅	0.00	0.0

Notes: - Sample tails (Fe=27.53%, P₂O₅=7.08%) were taken on October 6, 1983 at HIPASAM and concentration test and analysis were made at NIKKO Consulting and Engineering Co. Ltd., Japan in January, 1984. Recovery of P₂O₅ is 55.5%. Fertilizer property was determined at Nissan Chemical Industries, Ltd., Japan in March, 1984.

- Ignition loss is measured by heating at 900°C for 0.5 hours.
- Free moisture is measured by heating at 105°C for 5.0 hours.
- (OH) is estimated to keep balanced equivalency.

Table 5 (1) SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT, HIPASAM, ARGENTINE

Items	Project Site Alternatives		
	(PS-1) Sierra Grande, Rio Negro	(PS-2) San Antonio Oeste, Rio Negro	(PS-3) Bahia Blanca, Buenos Aires
GENERAL DESCRIPTION	Within the Iron Ore Concentration Plant of HIPASAM	Close to Muelle Este- Puerto San Antonio and Proposed site for SIDERSUR	Close to the Puertos de Bahia Blanca and Parque Industrial
LOCATION			
Longitude, West, Degree	65°20'	64°45'	62°15'
Latitude, South, Degree	41°30'	40°45'	38°45'
Height, Meter above Sea Level	268.0	10.0	10.0
CLIMATIC CONDITIONS			
Temperature, °C			
Absolute Maximum	37.0 (Feb)	41.7 (Jan)	41.9 (Jan)
Absolute Minimum	(-) 5.2 (Jun)	(-) 7.5 (Jun)	(-) 8.5 (Jun)
Average	13.5	-	14.8
Design, Maximum/Minimum	42.0 / (-) 10.0	42.0 / (-) 10.0	42.0 / (-) 10.0
Rain Fall, mm			
Annual	258.0	245.0	604.0
Monthly Maximum	44.7 (Dec)	29.0 (Oct)	88.0 (Mar)
Daily Maximum	54.5	-	-
Design, Daily	60.0	60.0	60.0
Relative Humidity, %			
Monthly Maximum	85.0 (Jun)	-	-
Monthly Minimum	60.0 (Jan)	-	-
Design	75.0 (35°C)	75.0 (35°C)	75.0 (35°C)
Wind			
Velocity, km/hour			
Absolute Maximum	147.0	-	-
Average of Daily Maximum	32.0	28.0	26.0
Design	120.0	120.0	120.0
Direction	SW	NW	NNE
Atmospheric Pressure, ata	0.968 ± 0.003	1.999 ± 0.003	1.001 ± 0.003
Annual Evaporation, mm	750.0	750.0	750.0

Table 5 (2) SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT, HIRASAM, ARGENTINE

Project Site Alternatives			
Items	(PS-1) Sierra Grande, Rio Negro	(PS-2) San Antonio Oeste, Rio Negro	(PS-3) Banfa Blanca, Buenos Aires
SOIL CONDITION			
General Conditions	Flat (Not Developed)	Flat (Not Developed)	Flat (Developed)
Soil Structure	Silty Sand Stone (0.5-1.0m) (3.0m-)	Silty Sand	Sandy Soil
Soil Bearing Capacity, Ton/m ² Surface	20.0	15.0 (Estimate)	15.0 (Estimate)
Ground Rock	100.0 (3.0m)		
Vegetation	None	None	None
Seismic Zone and Coefficient	0.013 (Zone VI: Minor)	0.013 (Zone VI: Minor)	0.013 (Zone VI: Minor)
UTILITY SUPPLY AND PRICE			
Water, Existing	A Pipeline from Arroyo de los Berros and Arroyo de la Ventana: 486m ³ /h(120km)	Canal Pomona (37km) from from Rio Negro: 1,100m ³ /h	DOSBA
Water, Potential	A Pipeline from Arroyo de los Berros: 79m ³ /h(120km)		
Electric Power	AYE: 50 MW, 132 KV, 50 Hz	AYB: 12 MW, US\$0.015/kWh 132 KV, 50 Hz	DEBA: 132 KV, 50 Hz
Natural Gas	Gas del Estado: US\$0.045/Nm ³ , 25 acg, 8 inch Diameter	Gas del Estado: 2.5 Mmm ³ /day US\$0.045/Nm ³	Gas del Estado: US\$0.045/Nm ³
Fuel Oil	Lorry Supply	Lorry Supply	Lorry Supply
Waste Water Treatment	None	Yes: 800m ³ /hr	Yes:
INFRASTRUCTURES			
Access Road	Paved Road with 7 meter Width	Paved Road with 7 meter Width	Paved Road with 7 meter Width

Table 5 (3) SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT, HIPASAM, ARGENTINE

Project Site Alternatives	
Items	(PS-3) Bahia Blanca, Buenos Aires
	(PS-2) San Antonio Oeste, Rio Negro
	(PS-1) Sierra Grande, Rio Negro
State High Way Connection	A 38km for Ruta 3, Ruta 251, Ruta 308 and Ruta 23
Rail Road Connection	A 25km for San Antonio Oeste of EPEA
Ocean Port Connection, km	166.0
Punta Colorada (27ft, No Crane)	32.0
San Antonio Oeste (40ft, 45 Ton Crane)	134.0
Puerto Madryn (30ft, 12 Ton Crane)	144.0
Bahia Blanca (36ft, 50 Ton Crane)	528.0
Buenos Aires (27ft, 150 Ton Crane)	1,213.0
Air Port Connection, km	A 160km for Viedma (Heliport at San Antonio Oeste)
	A 208km for Trelew
	A 3km for Ruta 3
	A 134km for San Antonio Oeste of EPEA
	A 5km for Ruta 3, Ruta 33, Ruta 35 and A 35km for Ruta 22
	A 5km for Bahia Blanca of EPEA
	528.0
	394.0
	672.0
	10.0
	685.0
	A 10km for Bahia Blanca
ACCOMMODATIONS	
Community	San Antonio Oeste
Population	9,000
Motel	Yes
School	Yes
Hospital	Yes
Grocery	Yes
Telecommunication	Yes
Construction Camp	(Yes)
	Bahia Blanca
	180,000
	Yes
	Yes
	Yes
	Yes
	Yes
	(Yes)
	(None)
	(None)
	Yes
	Yes
	Yes
	(None)
	(Yes)
	-
	-
INVESTMENT INCENTIVES	
Provincial Incentives	Yes
Equity Participation	Yes
Loan Financing	(None)
Industrial Park	Yes
Utility Supply	Yes
Training Subsidy	Yes
Housing Subsidy	Yes
Research Assistance	Yes
Local Tax, %	-
Local Tax Holiday, Year	-

Table 6 BRIEF DESIGN CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT, ARGENTINE

	Project Site Alternatives		
	PS-1 Sierra Grande, Rio Negro	PS-2 San Antonio Oeste, Rio Negro	PS-3 Bahía Blanca, Buenos Aires
Location			
Longitude, West/ Latitude, South	65°20'/41°30'	64°45'/40°45'	62°15'/38°45'
Height, Meter above Sea Level	268.0	10.0	10.0
Climatic Conditions			
Temperature, °C			
- Maximum	42.0	42.0	42.0
- Minimum	(-)10.0	(-)10.0	(-)10.0
Humidity, % (Temperature, °C)	75.0 (30.0)	75.0 (30.0)	75.0 (30.0)
Rainfall, mm			
- Daily Maximum	60.0	60.0	60.0
Wind Velocity, km/hour (Direction)	120.0 (SW)	120.0 (NW)	120.0 (NNE)
Atmospheric Pressure, ata	0.968 (+)0.003	0.999 (+)0.003	1.001 (+)0.003
Soil Conditions			
Bearing Capacity, Ton/m ²	20.0	15.0 (Estimate)	15.0 (Estimate)
Seismic Coefficient (Zone, Magnitude)	0.013 (VI, Minor)	0.013 (VI, Minor)	0.013 (VI, Minor)
Utility Supply Condi- tions			
Raw Water			
- Analysis, ppm			
Total Hardness, CaCO ₃	125.0	119.0	-
SO ₄	88.0	18.0	-
Cl	-	23.0	-
pH	-	7.5	-
- Source	Arroyo de los Berros, Arroyo de la Ventana	Canal Pozona from Rio Negro	Pipeline from Rio Colorada
- Supply Location	Battery Limit	Battery Limit	Battery Limit
Electric Power			
- Conditions	132 KV, 50 Hz	132 KV, 50 Hz	132 KV, 50 Hz
- Source	3 Phase, 3 Wire	3 Phase, 3 Wire	3 Phase, 3 Wire
- Supply Location	Aye Battery Limit	Aye Battery Limit	Beba Battery Limit
Natural Gas			
- Heating Value, Cal/Nm ³ , LHV/HKV	9,012/9,970	9,012/9,970	9,012/9,990
- Pressure, ata	25.0	25.0	25.0
- Source	Gas del Estado	Gas del Estado	Gas del Estado
- Supply Location	Battery Limit	Battery Limit	Battery Limit

Table 7 ALTERNATIVES OF PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE

Product	Daily Production	Production Specification, %										Other Major Raw Material and Utility Daily Consumption		
		T-N	A-N	N-N	T- P ₂ O ₅	AV- P ₂ O ₅	C- P ₂ O ₅	P- P ₂ O ₅	W- P ₂ O ₅	W- K ₂ O	Free Moisture		Free Acid	
PF-1, GGR, Granular, Bagged	347.4	0.0	0.0	0.0	33.07 (24.0)	0.0	7.60	5.40 (14.4)	0.0	3.00	0.70 (4.0)	0.0	MOP	17.9 TPD
PF-2, FMP, Sandy, Bagged	569.0	0.0	0.0	0.0	20.68	20.30 (11.9) for Escorias Thomas	9.27	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	Serpentine	289.1 TPD
PF-3, SSP, Granular, Bagged	572.0	0.0	0.0	0.0	20.57 (19.5)	16.04	-	10.70 (18.0)	0.0	3.00 (4.0)	4.0 (3.7)	0.0	Sulfur	66.0 TPD
PF-4, TSP, Granular, Bagged	243.3	0.0	0.0	0.0	47.33 (45.0)	35.50	-	31.00 (40.0)	0.0	3.0 (4.0)	7.0 (4.0)	0.0	Sulfur	63.3 TPD
PF-5, MAP, Granular, Bagged	243.8	10.20 (11.4)	10.20	0.0	46.80	45.91 (48.0)	-	30.42	0.0	0.9	0.0	0.0	Ammonia, Sulfur	31.2 TPD 90.2 TPD
PF-6, NP, Granular, Bagged	551.1	20.80 (20.0)	11.40	9.40	21.10	20.80 (19.0)	-	15.83	0.0	0.60	0.0	0.0	Ammonia,	306.0 TPD
PF-7, NP, Granular, Bagged	470.4	26.00 (20.50)	13.00	13.00	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	Natural Gas	2,788 MMBTU -LHV/D
Averaged Total	1,021.5	23.19	12.14	11.05	11.38	11.22	-	8.54	0.0	0.51	0.0	0.0	Natural Gas	10,025 MMBTU -LHV/D
PF-7, NP, Granular, Bagged	551.1	20.80 (20.0)	11.40	9.40	21.10	20.80 (19.0)	-	15.83	0.0	0.60	0.0	0.0	Natural Gas	10,025 MMBTU -LHV/D
PF-7, NP, Granular, Bagged	470.4	26.00 (20.50)	13.00	13.00	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.40	0.0	0.0	Natural Gas	2,788 MMBTU -LHV/D
Averaged Total	1,021.5	23.19	12.14	11.05	11.38	11.22	-	8.54	0.0	0.51	0.0	0.0	Natural Gas	10,025 MMBTU -LHV/D

Notes: 1) Production is designed to consume 336.7 TPD (100,000 TPD/297 DPT) of phosphate rock (P₂O₅; 35.65%, Fe) 5.8% which is recovered from non-magnetic tails at phosphate rock concentration plant, Sierra Grande, Argentina.

2) Requirement at fertilizer control order in Argentine (IRAM) is referred by underlined analysis and its figure is indicated in parenthesis.

Table 8 PROJECT ALTERNATIVES FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE

Project Plant and Product	Site Location	Daily Production and P ₂ O ₅ Efficiency			Annual Production			
		Material TPD	Total P ₂ O ₅ (Efficiency, %)	Effective P ₂ O ₅ (Efficiency, %)	Material TPY	N TPY	Effective P ₂ O ₅ TPY	X ₂ O TPY
Phosphate Rock Concentration Plant PC-1, PR Concentration, Bulk	PS-1, Sierra Grande	336.7	120.0 (100.0)	F-P ₂ O ₅ / (16.0)	100,000	0.0	5,690.0	0.0
Phosphate Fertilizer Plant PF-1, CCPR Granular Ground Phosphate Rock, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	347.4	117.7 (98.1)	F-P ₂ O ₅ / (15.6)	103,178	0.0	5,571.6	3,095.3
PF-2, FMP Fused Magnesium Phosphate, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	569.0	117.7 (98.1)	C-P ₂ O ₅ / (96.3)	168,993	0.0	34,305.5	0.0
PF-3, SSP Single Super Phosphate, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	572.0	117.7 (98.1)	W-P ₂ O ₅ / (51.0)	169,884	0.0	18,177.6	0.0
PF-4, TSP Triple Super Phosphate, Bagged	PS-1, Sierra Grande	243.3	115.2 (96.0)	T-P ₂ O ₅ / (96.1)	72,260	0.0	22,400.6	0.0
PF-5, MAP Monoammonium Phosphate, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	243.8	114.1 (95.1)	AV-P ₂ O ₅ / (93.3)	72,409	7,385.7	33,242.8	0.0
PF-6, NP/CAN Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate by Ammonia Import	PS-3, Bahia Blanca	1,021.5	116.2 (96.8)	AV-P ₂ O ₅ / (95.5)	303,386	70,355.1	34,039.9	0.0
PF-7, NP/CAN Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate by Ammonia Production	PS-3, Bahia Blanca	1,021.5	116.2 (96.8)	AV-P ₂ O ₅ / (95.5)	303,386	70,355.1	34,039.9	0.0

Table 9 BASIS FOR FINANCIAL ANALYSIS OF PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION

Product and Production		Consumption/Ton of Product, Bagged											
Product Specification	Daily Production (TPD)	Fertilizer Nutrients, %		Liquid Ammonia	Phos-phate Rock	Potassium Chloride	Sulfur Pentoxide	Sulfur Pentoxide	Natural Gas	Electric Power (KWH)	Raw Water	Chemicals and Catalysts (USD)	Fertilizer Bag, (Sheet)
		N	P ₂ O ₅										
PF-1, GPR	347.4	0.0	33.87 (5.40) = 3.0	-	0.9692	0.0515	-	-	0.555	55.50	0.25	-	20.20
			W=										
PF-2, RMP	569.0	0.0	-20.30	-	0.5917	-	-	0.5080	6.050	155.50	5.60	1.250	20.20
			G=										
PF-3, SSP	572.0	0.0	-20.57 (10.70) = 0.0	-	0.5886	-	0.1154	-	-	69.23	4.40	0.275	20.20
			W=										
PF-4, TSP	243.3	0.0	-47.33 (31.00) = 0.0	-	1.3839	-	0.2802	-	-	139.74	7.37	0.271	20.20
			W=										
PF-5, MAP	243.0	10.2	-45.91	0.1279	1.3687	-	0.3698	-	-	180.49	7.38	0.373	20.20
			AV=										
PF-6, NP/CAN	551.1	20.80-20.00	-0.0	0.2996	0.3296	-	-	-	2.730	171.1	5.47	0.984	20.20
		26.00-0.0	-0.0										
		23.19-11.20	-0.0	1,021.5									
			AV=										
PF-7, NP/CAN	551.1	20.80-20.00	-0.0	-	0.3296	-	-	-	9.815	419.7	7.06	1.525	20.20
		26.00-0.0	-0.0										
		23.19-11.20	-0.0	1,021.5									
			AV=										

Table 10 EVALUATION AND SELECTION OF ALTERNATIVES FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE

Alternatives	Evaluation and Selection Items and Criteria										Overall Evaluation
	Raw Materials Availability in Argentine, Foreign Currency Saving	Utility Consumption (Low)	Product P ₂ O ₅ Evaluation in Argentine (IRAM)	Product P ₂ O ₅ Solubility (High)	Product Physical Property	Product Market Development	Phosphate Rock Applicability to Conventional Production Process	Plant Investment Costs (Low)			
PF-1, CCPR	B	A	D (Formic)	D	A	C	A	A	A	C	
PF-2, FMP	A	B	A (Citric)	D	B	D	A	A	A	B	
PF-3, SSP	C	A	C (Total/Water)	C	C	C	C	C	A	C	
PF-4, TSP	C	A	C (Total/Water)	C	C	D	C	C	B	B	
PF-5, MAP	D	A	B (Citrate)	D	A	A	D	D	B	A	
PF-6, NP/CAN -Ammonia Import	D	D	A (Citrate)	A	A	A	A	A	C	B	
PF-7, NP/CAN -Ammonia Production	A	D	A (Citrate)	A	A	A	A	A	C	A	

Table 11 SUMMARY OF SELECTED PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT IN ARGENTINE

Product	Phosphate Rock Concentration Plant		Phosphate Fertilizer Plant		Integrated Plants Project	
	PC-1	PP-5	PP-7	Case I	Case II	
Product Grade, % (T-N, T-P ₂ O ₅ (AV-P ₂ O ₅), W-K ₂ O)		0.0-35.65(0.0)-0.0	10.20-46.8(45.91)-0.0	23.19-11.38(11.22)-0.0	10.20-46.8(45.91)-0.0	
Product, TPD	336.7	243.8	1,021.5	243.8	1,021.5	
TPX	100,000	72,409	303,386	72,409	303,386	
Plant Location	Sierra Grande, PS-1	Bahia Blanca, PS-3	Bahia Blanca, PS-3	Sierra Grande/Bahia Blanca, PS-1/PS-3	Sierra Grande/Bahia Blanca, PS-1/PS-3	
Site Area, m ²	40,000	97,500	135,000	137,560	175,000	
Production Start Year	1990	1990	1990	1990	1990	
Total Number of Employee	238	298	440	517	659	
Raw Project Cost, USD, MM - 1983, Without Taxes	33.65	46.44	180.63	80.09	214.28	
Consumption, TPD of Product						
- Liquid Ammonia	0.00	0.1279	0.00	0.1279	0.00	
- Phosphate Rock (P ₂ O ₅ ; 35.65%)	(1.00)	1.3687	0.3296	0.00	0.00	
- Transport of Phos Rock (528km)	0.00	0.00	0.00	USD 10.2653	USD 2.4720	
- Sulfur	0.00	0.3698	0.00	0.3698	0.00	
- Non-Magnetic Tails (P ₂ O ₅ ; 7.08%)	9.2163	0.00	0.00	12.614	3.0377	
- Natural Gas, MMBTU-LHV	0.55	0.00	9.815	0.7527	9.9963	
- Electric Power, kWh	338.58	180.49	419.70	643.90	531.30	
- Raw Water,	0.784	7.38	7.06	8.453	7.318	
- Chemical and Catalysts	USD 12.50	0.373	1.525	17.482	5.645	
- Fertilizer Bag, Sheet	0.00	20.20	20.20	20.20	20.20	

Notes: 1) Production of NP/CAN is weighted average for the 551.1 TPD of NP(20.80-20.80-0.0) and 470.4 TPD of CAN(26.0-0.0-0.0).
 2) Cost for the transport of phosphate rock and chemicals and catalysts in USD-1983 and taxes are not included.

FIGURE 1 OVERALL FLOW SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE

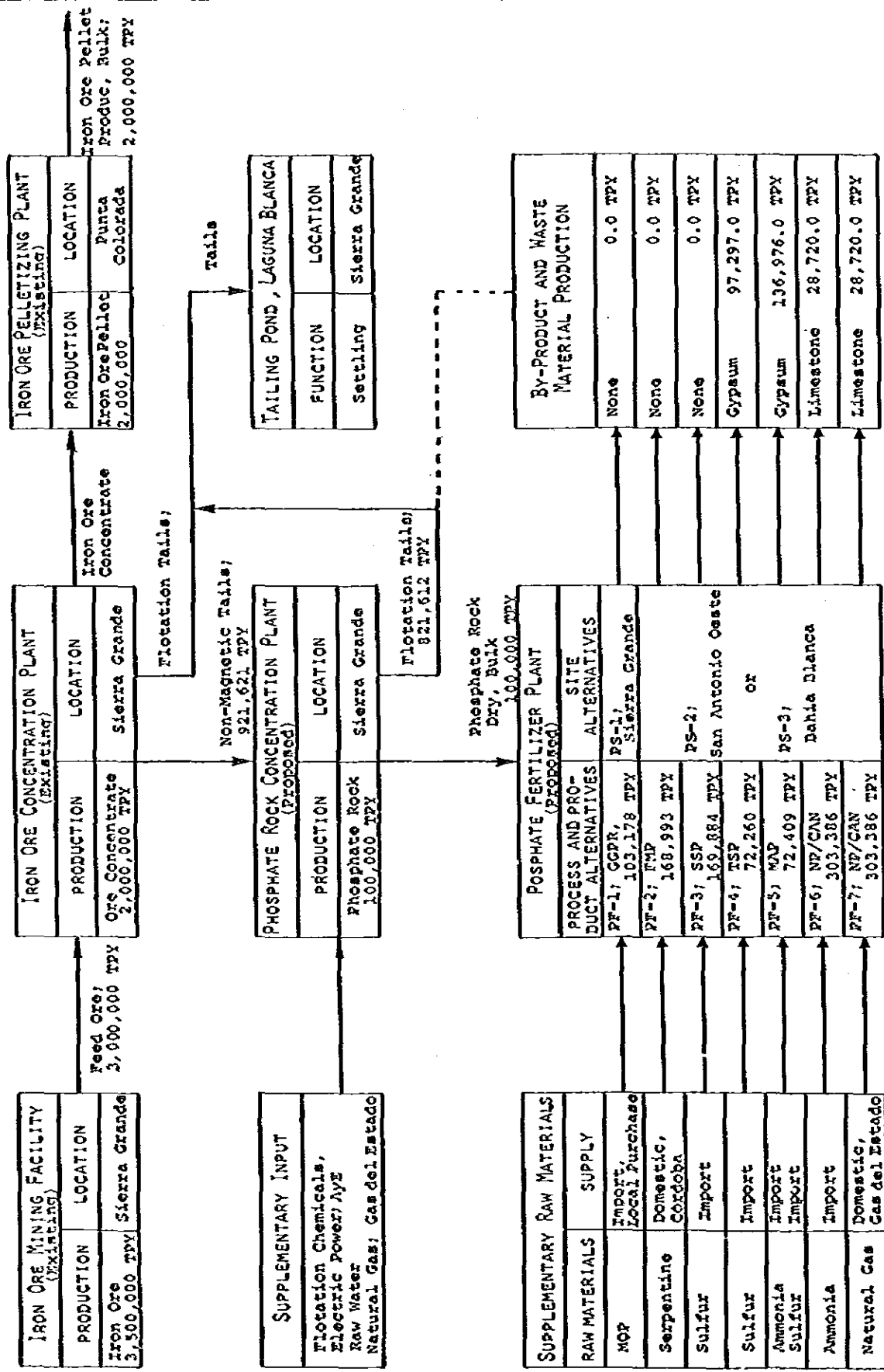
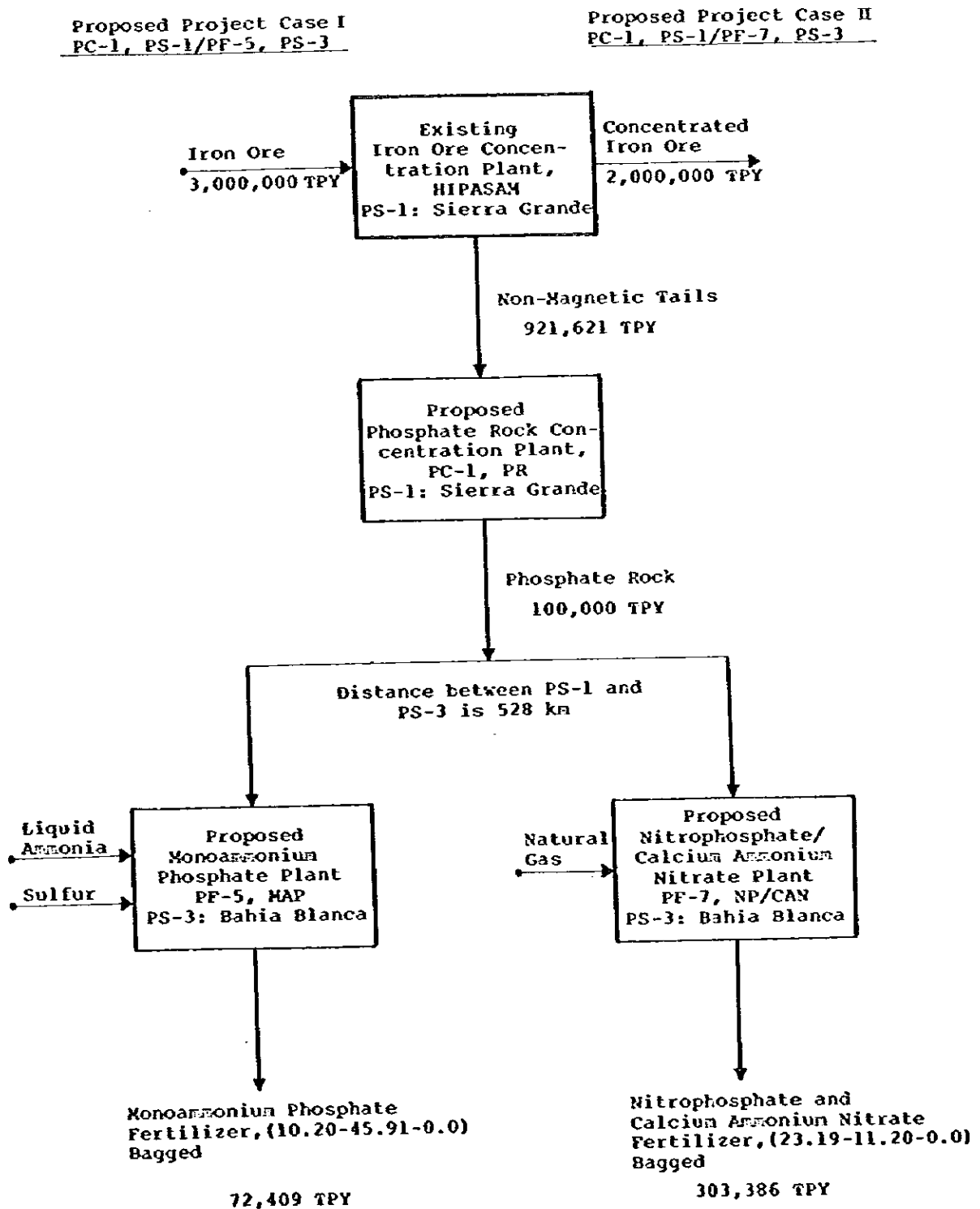


Figure 2 PROPOSED INTEGRATED PROJECTS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION PLANT AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT IN ARGENTINE



JICA