第 III 編

アルゼンティン共和国の肥料工業と肥料原料

第 III 編

アルゼンティン共和国の肥料工業と肥料原料

第1章 緒　論

アルゼンティン共和国の肥料生産については、肥料要素三成分（窒素、燐酸および加里）のうち、窒素成分については天然ガスよりアンモニア、尿素、硝酸、硝安および硫安が生産されているが国内需要を充足することは出来ず、海外からの輸入に依存している。燐酸肥料については製鉄工場の副産物として僅かな量の Thomas Slag を製造したことがあるが、国内需要の大部分は DAP、TSP、NPK などの輸入に依存している。加里肥料の生産は行なわれていない。

燐鉱石については商業規模の資源埋蔵は確認されておらず、HIPASAM の鉄鉱石濃縮工程より排出される尾鉱に含まれる燐酸資源が唯一の資源である。本報告書の調査目的はこの尾鉱から燐鉱石を濃縮回収し、アルゼンティン共和国に適した燐酸肥料の製造法につき調査することである。したがって、まずアルゼンティン共和国の肥料工業の実体を調査し、アルゼンティン共和国の肥料の製造、販売、消費の特徴を解明し、次に燐酸肥料製造に必要な副原料（アンモニア、硝酸、天然ガス、硫黄、硫酸、蛇紋岩）の供給可能性に関する調査を、更に肥料の製品規格につき調査し、燐酸肥料製造計画の調査結果に反映させることとした。

肥料の生産は、PETROSUR および DGFM の二社により行なわれているが、製品は各々確立した消費先を有しているため燐酸肥料計画の副原料用にアンモニア、硝酸、硫酸などを現設の工場より供給することは不可能である。

蛇紋岩については熔成燐肥の原料として、良質のものを充分な量、供給出来る体制にある。

アルゼンティン共和国の肥料規格についても整理し、燐酸肥料製造計画の製品評価と価格設定に反映させることとした。本調査の対象製品である燐酸肥料7種は、各々の製品評価法が異なり、製品品質評価はこれを基準とすることとした。

アルゼンティン共和国の肥料工業の特徴は、肥料価格がほゞ1ケ月毎に改定されること、また肥料購入が現金支払いで行なわれること、肥料施肥が6月より10月に集中しているため、出

荷は極めて季節的にならざるを得ないことにある。したがって長期生産計画を立てることは困難で生産は季節的とならざるを得ない。しかし、化学肥料工業では通年操業となるため工場における製品在庫を充分持つための対策が必要である。また輸入原料については、輸入代金支払いと製品販売の間の替為変動、価格変動が大きく、更に製品販売量の予測が困難な状況では充分なる配慮が必要とされる。

第2章　肥料工業

2.1　PETROSUR

PETROSUR SA はアルゼンティン共和国最大の肥料製造企業であると同時に、肥料原料および肥料最終製品の輸入、国内販売を行なっており、アルゼンティン共和国の肥料工業に大きな影響力を有している。

PETROSUR は肥料製造設備として Campana、Buenos Aires に天然ガスを原料とする窒素肥料工場を有し、また Bahía Blanca に粒状化成肥料工場を、更に国内の主要肥料消費地区に包装製品肥料倉庫を有し、総合的肥料製造および販売活動を行なっている。

(1)　PETROSUR の Campana 窒素肥料工場

PETROSUR の Campana 窒素肥料工場は Buenos Aires 市北西 75 km の Campana にあり、天然ガスを主原料とし、アンモニア、尿素および硫安を製造している。工場立地は Río de la Plata の支流に近接しているが、製品の河川輸送の設備は無い。また鉄道設備も無く、製品出荷は道路輸送に依存している。Campana 工場の製品とその日産能力は次の通りである。

PRODUCT AND PRODUCTION OF RETROSUR, CAMPANA

Product	Capacity	Remarks
—Ammonia	190 TPD	—Mostly captively consumed for urea production
—Prilled Urea	285	—Mostly sold as bagged in 50kg PE bag
—Ammonium Sulfate	130	—Mostly sold as bagged in 50kg PE bag
—Liquid Carbon Dioxide	60	—For soft drinks
—Electric Power	4 MW	—Captive use

硫安原料の硫酸は PETROSUR 工場隣接の DUPERIAL の輸入硫黄を原料とする日産能力 130 TPD の硫酸工場より供給を受ける。PETROSUR の工場は 1968 年に完成し、Contractor は三菱重工(株)、日本である。なお同工場は 1982 年に改造工事を行ない、尿素工場を部分循環式より完全循環式とし、更に結晶法より直接造粒法に変更し、尿素能力を 160 TPD より 285 TPD に増加させ、硫安の生産を低下させている。製品尿素中の Biuret 含有量は 0.7 %である。

同工場の主要 Inputs は次の通りである、

INPUTS AT PETROSUR, CAMPANA (Unit : Daily Use)

Input	Daily Use	Remark
—Natural Gas	0.326 MMNm³	Natural Gas from Campo Durán and others
—Atmospheric Air	0.180 MMNm³	
—Raw Water	5,800 m³	Well Water
—Sulfuric Acid	100 Ton	From DUPERIAL
—Electric Power Purchase	1.0 MW	

また、アンモニア工場の天然ガス原単位は次の通りである、

(Unit : For 1.0 Ton of Ammonia)

NATURAL GAS CONSUMPTION AT PETROSUR, CAMPANA

Item	Consumption	Remark
—Process	640 Nm³/Ton-NH_3	—Steam Reforming
—Fuel	280	—Steam Reforming
—Turbine	235	—Steam and Electric Power Generation
	1,155	

製品貯蔵設備は包装肥料で、40,000 Ton またアンモニアは 1,600 Ton およぎ 150 Ton 能力があり、肥料需要期に対応し 1 月より 5 月にかけて在庫を増加させるためこの期間は包装製品を野積み貯蔵することが必要になる。製品出荷は 85 %が包装製品、15 %が Bulk、100 %道路輸送である。また、少量の加圧液体アンモニアを窒素肥料の直接施肥用に出荷している。同工場は従業員 200 名で、定期修理に年間 20 日を要し、稼動可能日数 345 日に対し、製造稼動率 95 %の高能率で運転している。

製品尿素および硫安の一部は、PETROSUR の Bahía Blanca の粒状化成肥料に送られ、化成肥料原料として使用されるとともに、同社の Mendosa、Salta、Bahía Blanca の倉庫に送られ、アルゼンティン共和国内で販売される。当工場は窒素肥料 (N 換算) 51,100 TPY の能力があると推定されるが、アンモニア、硫酸、硫黄とも HIPASAM の新規燐酸肥料工場計画に原料として供給する余力は無い。

(2) PETROSUR の Bahía Blanca 粒状化成肥料工場

PETROSUR の Bahía Blanca 粒状化成肥料工場は Bahía Blanca 港の北東部約 15 km に位置し、工場敷地 20.2 ha (202,000 m²) で年産能力 40,000 TPY の粒状化成肥料工場と 20,000 Ton 能力の倉庫を有する。

Bahía Blanca 工場は、AGROMAX 社が 1974 年に完成させた Hyperphosphate (Granluar Ground Phosphate Rock, T-P_2O_5：29 5 %、Av-P_2O_5 10.2 %、300 Mesh through 90 %) 工場を PETROSUR が 1981 年に買収し、PETROSUR 社が Rosario に所有していた、粒状化成肥料工場の機器を移設(Relocation)して、Bahía Blanca 粒状化成肥料工場としたものである。

Bahía Blanca 工場は DAP、TSP、MOP および SOP などの輸入原料および尿素、硫安などの国産原料を使用し、Pug Mill および Pan Granulator (4 3 mD) にて粉体配合法 (Solid Mixing Process) により粒状化成肥料を製造している。主な製品銘柄は (15-15-15)、(12-6-12-6)、(10-20-20-S)、(9-15-25) および (6-21-21) である。製品の規格は粒度分布 2.0～3.5 mm が 80 %、水分 0.5～1.0 %、また全製品は 50 kg 包装とし PP Woven Bag および PE Inner Bag 製の肥料袋に充填され出荷される。

輸入原料は主にアメリカより輸入されるが Bahía Blance 港にて貨物船より Truck に Direct Unloading され、工場倉庫に搬入される。貨物船(Bulk)の平均能力は 5,000 Ton、8 Ton Crane および 10 Ton Hopper を使用しており、Unloading 能力は 1,500 TPD である。

粒状化成肥料の製造は、製品販売が定価表 (Secretary of Commerce により 1 ケ月 1 回程度の頻度で改訂される) による現金払いであり、製品輸送費は購買者負担のため、ほゞ受注生産にならざるを得ず、販売の季節的変動は極めて高く、製造は常時は昼間のみとし、消費期には 2 方 (Shift) 生産を行なう。なお、1 方の従業員は 25 名である。

1982年の製品製造の季節変動は次の通りであった。

MONTHLY FLUCTUATION OF COMPOUND FERTILIZER PRODUCTION AT BAHIA BLANCA PLANT OF PETROSUR

January	0.64 %	July	17.74 %
February	0.33	August	23.39
March	8.31	September	18.56
April	0.00	October	11.37
May	2.14	November	5.31
June	11.10	December	1.11
			100.00

製品販売量は6月より10月までの5ケ月に82%に達しており、輸入原料の手配の困難性、製品販売の高度季節性ならびに販売量の予測困難性がアルゼンティン共和国の化成肥料事業の特徴である。製品出荷モードは、鉄道が50%、トラック出荷が50%で主に購買者側の選択となっている。PETROSURの化成肥料製造能力は40,000 TPYに対し、1982年は11,000 TPYを記録したに止まり、低迷状況を続けている。このため同社は化成肥料製造販売と共に輸入MAP、DAP、TSP、MOP、SOPなどの肥料包装販売事業を行なっている。

PETROSURは年間30,000 TPY程度のDAPを輸入しており、アルゼンティン共和国で燐酸肥料が国産化されれば外貨節約および製品の安定供給確保の点で利点あるためMAPあるいはDAPの国産化が行なわれた場合は、製品購入の希望が強い。但し、AGROMAXのHyper-phosphateの製造販売の経験より、水溶性燐酸の高い製品がアルゼンティン共和国に適していると判断しており、水溶性の低い燐酸肥料の市場は牧草地帯に限定されていると考えている。

2.2 DGFM

DGFMはアルゼンティン共和国最大の鉱工業企業体であり、肥料および肥料中間体関連の工場としてCórdobaの小型アンモニア工場、Jujuyの製鉄所に副産Thomas Slag工場を有し、更にCórdobaおよびBerissoに輸入硫黄を原料とする小型硫酸工場を所有している。しかし、これ等工場はいずれも、その製品あるいは中間原料をアルゼンティン共和国の新規燐酸肥料計画に供給する余力はない。

(1) DGFM の Córdoba アンモニア工場

DGFM は Río Tercero、Córdoba の Fábrica Militar Río Tercero に 40 TPD のアンモニア工場を有し、製品アンモニアを中間原料として、硝酸（130 TPD）および工業用の硝安（25 TPD）を製造しているが、一部のアンモニアは工業用液体アンモニアとして、年間約 1,000 TPY を外販している。

同工場は 1951 年に木炭を原料として、Casale 法アンモニア工場として建設されたものであるが、1981 年に天然ガス原料へ転換され、同時に Pintsch Bamag 法の硝酸工場が Espindesa、Spain により建設された。硝酸は主に Petroquímica Río Tercero SA（TDI；Tolylene Diisocyanate、能力 16,000 TPY）の TDI 製造のため工業用原料（濃度 98 %）として外販されている。なお硝安製品は結晶法により製造されており、Prilling 硝安は製造していない。

(2) DGFM の Thoman Slag 工場

DGFM は Jujuy に木炭を燃料とする粗鋼 300,000 TPY の転炉製鉄工場を所有し、Thomas Slag（Escorias Thomas）を副産し、燐酸肥料として販売していたが、最近その生産は停止している。1972 年には年間 10,000 TPY の生産があったと記録されている。DGFM の Thomas Slag 製品の標準分析値を次に示す。

STANDARD SPECIFICATION OF THOMAS SLAG FERTILIZER

(Unit：Wt%、Dry Basis)

Total P_2O_5	18	(17—19)	SiO_2	8 %
Citric Acid Soluble P_2O_5	15	(14—16)	MnO	5
CaO	24	(45—50)	MgO	3
Fe_2O_3	17		Al_2O_2	2

(3) DGFM の硫酸工場

DGFM は輸入硫黄を原料とする小型硫酸工場を Berisso（能力；33,000 TPY）および Río Tercero（能力；36,000 TPY）に所有するが、いずれも小型設備でありアルゼンティン共和国の新規燐酸肥料計画に硫酸を供給することは出来ない。

(4) SOMISA の硫安工場

SOMISA は San Nicolás に Coke Oven Gas よりアンモニアを回収する 20 TPD の硫安製造工場を有し、製品を肥料用および工業用に販売している。同工場は 1951 年に完成したものである。

2.3 SUDANFOS の燐酸工場

SUDANFOS は Buenos Aires に輸入元素燐を原料とする工業用燐酸および燐酸塩製造工場を所有している。元素燐は主に Canada より 200 Liter Drum (340 kg) にて輸入しており、空気酸化により燐酸を製造し、更に各種の塩基と中和反応させ Rotary Dryer および Spray Dryer にて燐酸塩を製造している。工場能力は年間元素燐にて 10,000 TPY (P_2O_5換算 22,914 TPY) であるが 1983 年の稼動は、元素燐にて 3,500 TPY (P_2O_5換算 8,020 TPY) と推定される。

同社は原料の元素燐を輸入燐鉱石を使用し国産化する計画は無いが、新規燐酸肥料工場計画にて、湿式燐酸が製造されることになれば、これを購入し、溶剤抽出法にて精製し原料転換することに興味を示している。SUDANFOS は西独企業 Hoechst の小会社であり、Hoechst は湿式燐酸の溶剤抽出精製法の技術を所有している。同種プロセスにより、西欧、日本では湿式燐酸より精製燐酸を製造することが商業規模で実施されており、アルゼンティン共和国でも同様スキームが実用化される可能性はある。

従業員は約 150 名、燐酸塩以外に、炭酸カルシウムなども製造している。工業用燐酸塩の需要は今後大幅に増加することは期待されていない。主な製品は次の通りである。

—$Na_5P_3O_7$ 、 —$Na_2H_2P_2O_5$ 、 —Na_2HPO_4

—$(NaPO_3)n$ 、 —$Ca(H_2PO_4)_2$ 、 —$CaHPO_4$

—H_3PO_4

同社工場は最初は国産の牛骨より燐酸を製造する工場としてスタートしたが、原料元素燐の入に転換した経緯がある。

2.4 AGROMAX の Hyperphosphate 工場 (Uruguay)

Uruguay 共和国の Montevideo に AGROMAX の Hyperphosphate 工場があり、製品の一部がアルゼンティン共和国へ輸出されているので、同工場の概要をまとめて参考とする。

AGROMAX は Montevideo 郊外に Hyperphosphate および粒状化成肥料工場を有し、1982 年には約 50,000 TPY の製造を行ない、このうちアルゼンティン共和国に約 5,000 TDY の製品輸出を行なっている。

Hyperphosphate は、Tunisia、North Carolina あるいは Israel などの Carbonate 系燐鉱石の微細粉（270 Mesh Through 80%）を粉状のまま、あるいは造粒助剤として塩化カリまたは硫安を 5 %加え粒状化して、燐酸肥料とするものである。Hyperphosphate の一般的規格は次の通りである。

—Total P_2O_5	30 %
—Citric Acid Soluble P_2O_5	12 %
—Formic Acid Soluble P_2O_5	21 %
—Available P_2O_5	5 %
—Water Soluble P_2O_5	0 %

同工場の主要設備は Hyperphosphate（粉砕）能力 20 TPH、Mixing 20 TPH および粒状化成肥料（Pan—Pug Mill Granulation）15 TPD であり、工場従業員は 70 名である。
主な製品銘柄は次の通りである；

—〔0—29(C—P_2O_5；12)—O〕：	Granular Hyperphosphate
—〔0—30.5(C—P_2O_5；12)—0〕：	Powder Hyperphosphate
—〔0—40(C—P_2O_5；31)—0〕：	TSP＋Hyperphosphate
—〔0—44(C—C_2O_5；42)—0〕：	TSP＋Hyperphosphate
—〔15—16(Av—P_2O_5；)—15〕：	NPK
—〔13—46(Av—P_2O_5)—0〕：	NPK
—〔7—41(Av—P_2O_5)—7〕：	NPK

このうち Hyperphosphate は Total P_2O_5 および Citric Acid Soluble P_2O_5 にて成分保証し、DAP 系の NP/NPK は Available P_2O_5 にて成分保証が行なわれている。

また、同工場の用役原単位は次の如く推定される、

UTILITY CONSUMPTION AT AGROMAX, URUGUAY

(Unit : per 1.0 Ton of Product)

	Granular Hyperphosphate	Granular NP/NPK
—Electric Power、kWh	40	15
—Fuel Oil、Liter	16	10
—Raw Water、m^3	0.12	0.05
—Steam、Ton	0.01	0.01

Hyperphosphateの成分分析はUruguay共和国では$C-P_2O_5$（55％以上）、ECでは$F-P_2O_5$（55％以上）、また西ドイツおよびアルゼンティン共和国では$F-P_2O_5$（60％以上）となっていることに留意すべきである。

また、Hyperphosphateの肥効については、土壌酸性度と密接な関連があり、土壌pHが6では$T-P_2O_5$基準でSSPと同等。また、土壌pHが6.5より7.0の範囲では、肥料重量基準でSSPと同等と考えられており、販売価格面ではSSPと重量基準で同価格で取引されている。

AGROMAX社は1974年には120,000 TPYの販売をあげたが、近年では需要が減少し、約50,000 TPYになっている。なお、製品は全て50 Kg PE包装品で出荷され、アルゼンティン共和国への輸出は全てトラック輸送で最終消費地まで直接配達し、Transshipmentを行なわないことを原則としている。

第3章　肥料原料

(1)　天然ガス

アルゼンティン共和国の天然ガス資源の埋蔵量(1983年1月1日)は25.2 TCFと報告されて居る。主要天然ガス田はJujuy、Salta、Mendoza、Neuquen、Santa Cruz、Río NegroおよびTierra del Fuegoに分布している。最近の探鉱活動により新らしい天然ガス田の確認が行なわれているため非公式埋蔵量は40.0 TCF以上に達していると伝えられている。

天然ガスの生産については、1983年の年間累積量で0.5496 TCFである。天然ガスの開発は主にYPF、またパイプライン輸送はGas del Estadoにより行なわれて居る。天然ガスのパイプライン地図をFigure III－1に、天然ガスの仕様をTable III－1に示す。

アルゼンティン共和国では、天然ガスの埋蔵量は豊富であり、その開発も発達している。良質の天然ガスを利用し、既に窒素肥料および石油化学製品の製造が行なわれて居るが、今後の天然ガス利用計画として、窒素肥料、メタノール、石油化学およびLNG（Puerto Madrynにおける646 MMSCF能力工場計画）などがある。また直接還元法によるスポンジ鉄の生産も計画されている。

燐酸肥料計画に使用する原料および用役用天然ガスの供給性については品質、量とも問題ないと結論される。燐酸肥料工場計画予定地のSierra Grande(PS－1)、San Antonio Oeste(PS－2)およびBahía Blanca（PS－3）ともGas del Estadoの既設の直径30 Inchの高圧パイプラインより供給を受けることが可能である。

天然ガスの価格についてはGas del Estadoにより燃料用と化学工業用の用途別二水準の価格設定があり、また、消費地（Zona IよりZona IX）により価格比は100から45まで格差が設定されている。

(2)　アンモニアおよび硝酸

アンモニアは燐酸肥料のうち、燐安（Monoammonium Phosphate；MAP, Diammonium Phosphate；DAP）の製造の原料であり、硝酸は硝酸化成肥料(Nitrophosphate；NP)製造の原料である。アルゼンティン共和国内での供給可能性について調査した。なお、アンモニアは天然ガスを原料とし、硝酸はアンモニアを原料として製造される。

アルゼンティン共和国のアンモニアおよび硝酸工場の概要については既に PETROSUR および DGFM の工場に関連して説明した。アンモニアおよび誘導体工場の概要を Table III-1 に示す。アンモニアの生産能力は 240 TPD あるいは 71,280 TPY であり、硝酸は 130 TPD あるいは 38,610 TPY である。

これらの製品は、いずれも消費先が確定して居り、新規燐酸肥料計画に供給する余裕量は無い。また、新規にアンモニア、尿素、硝酸の製造について Table III-2 に示す様に 5 計画があるが、いずれも現状では燐酸肥料計画への原料供給源として期待は出来ない。

したがって、現状ではアンモニアについては、輸入あるいはアルゼンティン共和国内でのアンモニア工場新設を含めて、燐酸肥料工場計画を検討する必要がある。燐酸肥料計画の所要アンモニアについては、燐酸肥料の形態にもよるが、9,300 より 90,000 TPY の範囲である。

窒素肥料製造の新規計画は、INPAGRO SAICF が最も先行していて、Decreto No. 2,2333 にて政府認可が得られているが、工場建設実施計画は未だ確定して居ない。最近に至り、Neuquēn および Salta にも小型窒素肥料製造計画が進められているが工場建設段階に達して居ない。

(3) 硫黄および硫酸

アルゼンティン共和国では Mendoza 及びその他の地域に硫黄（Brimstone）の賦存があり、かつて 20,000 TPY 程度の生産があったが、現在では生産は大巾に低下している。硫酸製造は輸入硫黄に依存して居り、国産硫黄の供給余力は無い。

硫酸については、Table III-3 に示す様に 1982 年の設備能力は 392,600 TPY、また生産は 280,000 TPY で設備稼動率は 71.4 %であった。硫酸製造の原料については一部に金属精錬排ガスを利用しているものがあるが、主体は輸入硫黄に依存して居る。

硫酸工場は 9 工場あるが大部分は国内消費で、少量の輸出入があるが、生産と消費はほぼ均衡して居ると推定される。硫酸製造の新規計画も検討されて居るが、新規燐酸肥料製造計画のための硫酸供給源としては現状では期待出来ない。新規燐酸肥料計画のためには輸入硫黄による新規硫酸工場を新設することが必要である。なお、新規燐酸肥料計画に要する硫酸量は製品によるが 58,500 より 80,200 TPY の範囲である。

アルゼンティン共和国の硫酸統計を次に示す。

SULFURIC ACID IN ARGENTINE

(Unit : 98 % H_2SO_4、TPY)

Year	Production	Import	Export
1977	244,000	400	100
78	244,800	1,400	100
79	278,000	400	700
1980	241,000	2,400	600
81	225,600	—	—
82	280,000	—	500

アルゼンティン共和国の硫黄の輸入は主にカナダ、アメリカ合衆国あるいはメキシコより行なわれて居る、輸入価格については歴史的に変動が激しいが、1983 年の価格は Table III-4 に示すように USD 97～125/Ton-Solid C & F であった。

(4) 燐鉱石およびカリ塩

アルゼンティン共和国では Jujuy, Neuquén, Mendoza および San Juan の各地に燐鉱石の賦存が報告されているが、品位および埋蔵量に関する調査は行なわれて居らず、現状では商業生産の可能性は期待出来ない。

唯一の可能性は HIDASAM, Sierra Grande, Río Negro の鉄鉱石濃縮に伴なう尾鉱に含まれる燐鉱石であり、尾鉱の品位は P_2O_5 : 7.08 %、Fe : 27.53 %で生産量は近い将来、1,000,000 TPY の水準に達するものと考えられる。この燐鉱石の濃縮が本調査の主要調査研究課題であり本報告書第IV編に供給可能性の調査結果を報告する。

カリ塩の賦存についても商業開発の可能性のあるものは確認されていない。

(5) 蛇紋岩 (Serpentine)

蛇紋岩は $(Mg、Fe)_3SiO_2(OH)_4$ を一般式とするマグネシアの珪酸塩であり、燐酸肥料の一種である熔成燐肥 (Fused Magnesium Phosphate, FMP) の製造原料として使用されるためアルゼンティン共和国の蛇紋岩の埋蔵量、産出量、品質および供給価格について調査した。

熔成燐肥は酸化鉄、アルミナあるいはマグネシア含量の高い燐鉱石からでも燐酸肥料の製造

が可能であることが特徴で、他の燐酸肥料の様に、硫黄、硫酸、硝酸など高価格の原料を使用することなく、低品位燐鉱石から国産原料の蛇紋岩を原料として燐酸肥料の製造出来る利点がある。

アルゼンティン共和国では Córdoba および Mendoza に蛇紋岩の賦存が報告されている。埋蔵量についての精度の高い報告は無いが、3百万トン以上あると推定されている。

蛇紋岩の産出については、1980年度の報告では Córdoba の 30,000 トンまた、Mendoza の 1,000 トンの記録がある。用途は主に建設資材として使用されている、他に少量は HIPASAM にて鉄鉱石の造粒および焼結剤としても使用されている。

Códoba の蛇紋岩は Alta Gracia, Santa Rosa de Calamuchita および Río de Los Sauces 地区で Molinos Tarquini SAIC あるいは Màquinas Minas Minerales SAIC などの採掘業者により生産、販売が行なわれて居り、需要により生産増加は可能な体制にある。なお、本計画の熔成燐肥製品に要する蛇紋岩は年間 86,000 トンである。

蛇紋岩の品質を次に示す。なお、参考までに日本で熔成燐肥製造に使用されている日本産の蛇紋岩の標準分析値も示した。

SPECIFICATION OF SERPENTINE

Item、%	Alta Gracia, Córdoba,Argentine	Río de Los Sauces, Córdoba,Argentine	Japan
SiO_2	36-40	36.7	38.0
MgO	34-38	37.4	38.5
CaO	—	4.5	2.3
Al_2O_3	1.9-2.0	1.0	5.0
Fe_2O_3	—	7.7	4.0
Ignition Loss	15-17	16.3	9.5
Bulk Density	1.5	1.5	1.5

HIPASAM、Punta Colorada にて購入して居る蛇紋岩の仕様を Table III-5 に示す。

価格についてはCórdobaの採掘場にてUSD 7.90/Ton-1983年、またCórdobaよりPunta Colorada, Río Negroまでの道路輸送（約1,550 km）の運賃はUSD 22.57/Ton-1983年と推定される。

アルゼンティン共和国の蛇紋岩は品質、供給量とも熔成燐肥の製造に差しつかえないと結論出来る。

第4章　肥料規格

4.1　肥料規格

アルゼンティン共和国の肥料規格およびその測定法はIRAM（Instituto Argentino de Racionalización de Materiales）によって規定されている。

IRAMによって制定されている肥料関係の規格には肥料の定義、肥料成分および物理特性の最低所要基準また水分、遊離酸およびBiuret含量の最高制限基準が規定されており、アルゼンティン共和国での肥料生産、輸入および販売はこの規格が適用される。

IRAMの規格の肥料関係の概要をTable III-6に示す。燐酸肥料の製造および品質評価について留意すべき点は各肥料の形態により有効燐酸成分の分析法およびその最低基準が各々規定されていることである。

燐酸肥料の品質評価には、次の5法がIRAMによって指定されており、燐酸肥料の形態によりこのうち1つあるいは2つの評価が行なわれる。

—Total P_2O_5 ; T-P_2O_5
—Available P_2O_5 (Asimilable, Water Soluble plus Neutral Ammonium Citrate Soluble) ; Av-P_2O_5
—Formic Acid Soluble P_2O_5 ; F-P_2O_5
—Citric Acid Soluble P_2O_5 ; C-P_2O_5
—Water Soluble P_2O_5 ; W-P_2O_5

このことは燐酸肥料の製品価格評価に関係して来るため第V編に再度議論する。

なお、肥料の窒素成分はTotal Nitrogen ; T-N、または加里成分はWater Soluble Potash ; W-K_2O評価である。また、IRAMは原則として肥料成分標示は元素重量百分率（N、P、K）であるが、酸化物百分率（N、P_2O_5、K_2O）も許容されているので本調査報告書には後者を使用し、その換算式を報告書の最初に示してある。

Table III-1 NATURAL GAS SPECIFICATION IN ARGENTINE

	Location				
	San Sebastian	Canadon Piedras	Canadon Alfa	Condor Oeste	Condor
Analysis, Molar Percent					
N_2	2.26	1.32	1.48	1.85	1.08
CO_2	0.01	0.04	0.02	0.07	0.24
CH_4	94.35	89.53	89.00	90.54	91.06
C_2H_6	2.96	5.05	5.22	4.12	5.14
C_3H_8	0.40	2.31	2.48	1.88	1.35
Iso-C_4H_{10}	0.01	0.63	0.67	0.36	0.26
Normal-C_4H_{10}	0.01	0.72	0.78	0.48	0.36
Iso-C_5H_2	-	0.19	0.16	0.17	0.12
Normal-C_5H_{12}	-	0.12	0.13	0.12	0.10
C_6H_{14}	-	0.06	0.04	0.24	0.17
C_7H_{16} and Higher	-	0.03	0.02	0.17	0.12
High Heating Value,					
Cal/m^3	9075	9944	9970	9780	9725
MJ/m^3	37.98	41.62	41.72	40.93	40.70
Low Heating Value,					
Cal/m^3	8179	8987	9012	8836	8783
MJ/m^3	34.23	37.61	37.72	36.98	36.76
Specific Gravity (Air=1)	0.583	0.636	0.639	0.631	0.621
Specific Heat at Constant,					
Pressure, Cal/m^3°C	0.362	0.384	0.385	0.381	0.378
Volume, Cal/m^3°C	0.278	0.300	0.301	0.297	0.294
Constant, K=Cp/Cv	1.301	1.279	1.278	1.283	1.285
Combustion Air, m3/m3	9.58	10.50	10.52	10.33	10.27
Flue Gas,					
Dry, m3/m3	8.61	9.44	9.47	9.29	9.23
Wet, m3/m3	10.60	11.57	11.60	11.39	11.33
Explosive Limit,					
Low, % gas/air	4.98	4.59	4.58	4.66	4.67
High, % gas/air	15.24	14.68	14.68	14.83	14.82
Compressibility, 15°C, 1.0 ata	0.9980	0.9975	0.9974	0.9976	0.9976
Supplier	Gas del Estado				

Notes: 1) The data is compiled at Gas del Estado, Argentine in 1982.

Table III-2 AMMONIA AND ITS DERIVATIVES PLANTS IN ARGENTINE

Firms	Location	Products	Capacity TPD	Raw Material
EXISTING PLANT				
Petrosur SAIC	Campana, Buenos Aires	Ammonia	190.0	Natural Gas
		Urea	285.0	
		Ammonium Sulfate	130.0	
		Nitrogen Equivalent	156.2	
Petrosur SAIC	Bahía Blanca Buenos Aires	Granular Compound Fertilizer	133.0	Urea, AS, DAP
		Nitrogen Equivalent	0.0	
Direccion General de Fabricaciones Militares	Río Tercero, Córdoba	Ammonia	40.0	Natural Gas
		Nitric Acid	130.0	
		Ammonium Nitrate	25.0	
		Nitrogen Equivalent	32.8	
Sociedad Mixta Siderúgica	San Nicolás, Buenos Aires	Ammonium Sulfate	20.0	Coke Oven Gas
		Nitrogen Equivalent	4.2	
Electrochlor SAIC	Capitán Bermúdez Santa Fé	Ammonia	10.0	Electrolysis of Sodium Chloride Solution
		Nitrogen Equivalent	8.2	
	Nitrogen Equivalent Sub-Total		201.4	
STUDY STAGE PROJECT				
INPAGRO SAICF	Rosario, Buenos Aires	Ammonia	1,000.0	Natural Gas, (Decreto No. 2,2333 December 18, 1981)
		Urea	1,435.0	
		Nitric Acid	229.0	
		Ammonium Nitrate	295.0	
		Nitrogen Equivalent	822.0	
Fertilizates Neuquinos SA	Praza Huincul, Neuquén	Ammonia	175.0	Natural Gas
		Urea	300.0	
		Nitrogen Equivalent	143.0	
Salta Province	Salta, Salta	Ammonia	200.0	Natural Gas
		Urea	345.0	
		Nitrogen Equivalent	164.4	
Pérez Companc	Punta Loyola, Santa Cruz	Ammonia	1,350.0	Natural Gas
		Urea	1,750.0	
		Nitrogen Equivalent	1,110.0	
Magallanes	Tierra del Fuego	Ammonia	1,500.0	Natural Gas
		Urea	1,900.0	
		Nitrogen Equivalent	1,220.0	

Table III-3 LIST OF SULFURIC ACID PLANTS IN ARGENTINE

(Unit: 100 % H_2SO_4, TPY)

	Organization	Location	Capacity	Raw Material
(1)	Existing Facilities			
	- Compania Química SA	Buenos Aires	70,000	Imported Sulfur
	- Cooperativa de Trabajo Zarate LTDA	Buenos Aires	18,000	Zinc Smelting
	- Duperial SA	San Lorenzo	80,650	Imported Sulfur
	- Duperial SA	Campana	43,550	Imported Sulfur
	- Dirección General de Fabricaciones Miltares	Berisso	33,000	Imported Sulfur
	- Dirección General de Fabricaciones Miltares	Río Tercero	36,000	Imported Sulfur
	- Comisión Nacional de Energía Atómica	Malangue	8,800	Imported Sulfur
	- Obras Sanitarias de la Nación	Buenos Aires	30,600	-
	- Sulfacid SAIFC	San Lorenzo	72,000	Zinc Smelting
	Sub-total		392,600	
(2)	Study Stage Projects			
	- Bajo de la Alumbrera	Catamarca	350,000	
	- El Pachón	San Juan	350,000	
	Sub-total		700,000	

Table III-4 SULFURIC ACID IN ARGENTINE

(Unit: TPY)

	1981	1982	1983
(1) Production and Raw Material from			
Brimstone		191,000	
Pyrite	-	-	-
SOF		49,000	
	228,000	240,000	
(2) Consumption and Uses for			
Fertilizer		30,000	
Non-Fertilizer		210,000	
	228,000	240,000	
(3) Import of Brimstone from			
Canada		91,600	
USA		7,600	
Mexico		37,700	
	85,000	136,900	
(4) Brimstone Price, US$/Ton			
FOB Price			
Canada, Vancouver	105/120	110/113	83/100
Poland, Gdansk	120/140	115/140	100/115
USA, US Gulf	120/135	110/135	85/110
Middle East, Gulf	140/150	112/130	93/108
C&F Price, Solid			
Europe	140/150	118/135	97/120
Asia	125/180	125/160	110/125
South America	140/175	118/160	97/125

Sources: "Sulphur" by British Sulphur Corp., Ltd. and IFA

Table III-5 SPECIFICATION OF IRON ORE CONCENTRATE OF HIPASAM AND OTHER CHEMICALS USED AT HIPASAM, ARGENTINE

(Unit: Wt%, Dry Basis)

Analysis	Iron Ore Concentrate of HIPASAM	Bentonite	Limestone	Serpentine	Dolomite	Silica Sand
Fe (Total)	68.50	3.10	1.0	5.10	0.70	0.50
Fe (II)	22.20	-	-	-	-	-
P	0.14	0.01	0.03	0.05	-	0.02
SiO_2	1.60	61.80	12.00	38.50	8.70	96.00
Al_2O_3	1.70	19.80	4.00	1.40	0.30	0.40
CaO	0.40	1.20	63.00	2.20	31.50	0.24
MgO	0.10	3.20	3.00	35.60	16.00	0.06
S	0.06	0.39	0.09	0.03	-	0.03
Na_2O	0.02	1.90	0.05	0.11	<0.01	-
K_2O	0.03	0.26	0.30	0.04	<0.01	-
TiO_2	0.11	0.19	0.06	-	0.01	-
V_2O_5	0.20	0.02	-	-	-	-
MnO	0.04	0.02	-	-	0.06	-
Ingnition Loss	0.70	5.4	15.80	14.10	42.70	1.00

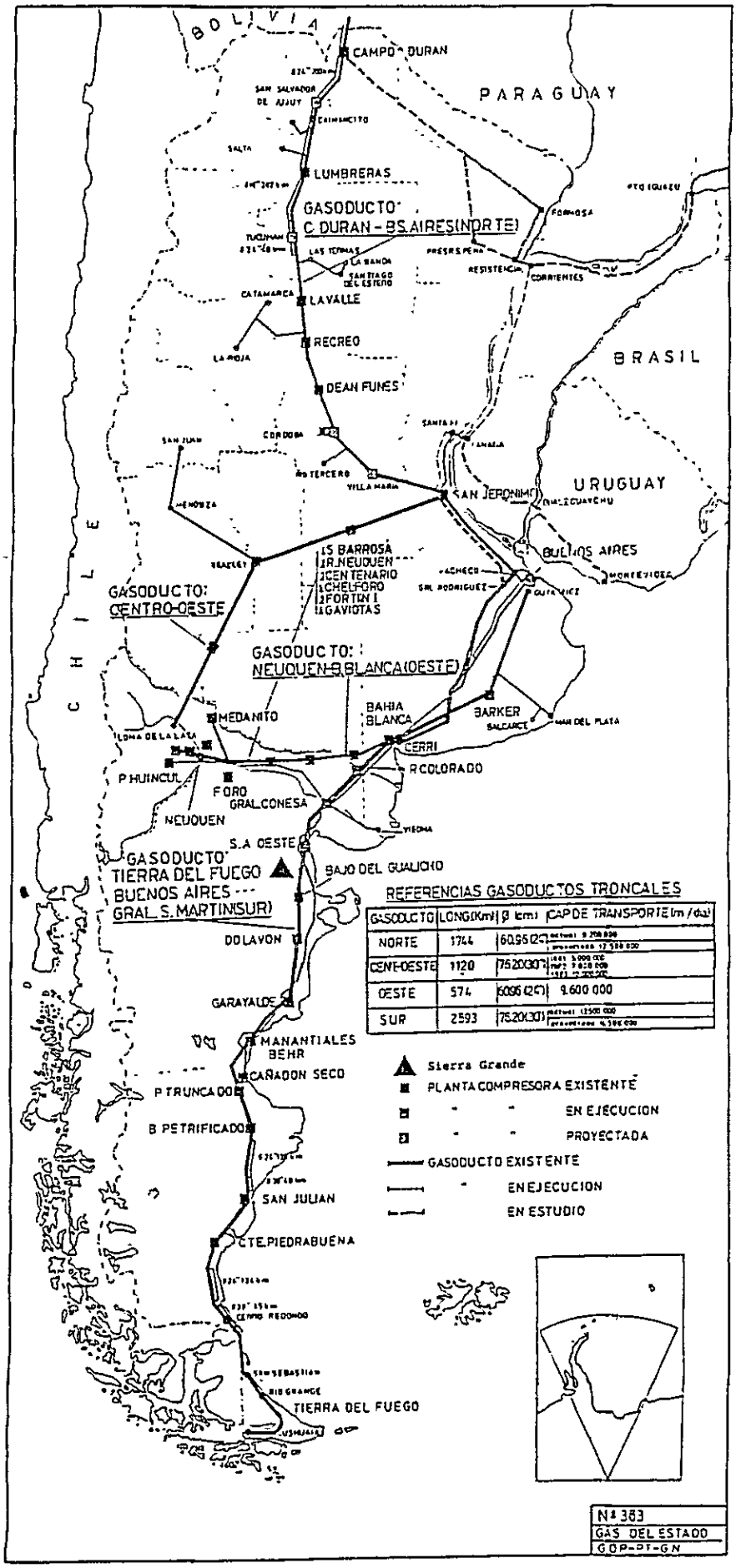
Table III-6 FERTILIZER QUALITY STANDARD AND CONTROL ORDER IN ATGENTINE

Fertilizer Quality Standard

Code Norma IRAM	Publication Date	Code Title	Contents	Fertilizer	Type	Grade, % N	Grade, % P_2O_5	Grade, % K_2O	Analysis Method	Moisture, wt%	Size, mm
12-401	May 22, 1962	Definition	Definition of Terms and 53 Kinds of Fertilizer with Minimum Nutrients	Escorias Thomas	-	0.0 -	11.9 -	0.0	C - P_2O_5	-	-
				Amonia		82.0 -	0.0 -	0.0	T - N		
				MAP		11.0 -	48.0 -	0.0	Av - P_2O_5		
				DAP		21.0 -	53 0 -	0.0	Av - P_2O_5		
				Guano		5.0 -	9.8 -	0.0	Av - P_2O_5		
				AN		33.5 -	0.0 -	0.0	T - N		
				CAN		20.5 -	0.0 -	0.0	T - N		
				NP		20.0 -	19.0 -	0 0	Av - P_2O_5		
				NP		26.0 -	14.2 -	0.0	Av - P_2O_5		
				AS		20.5 -	0.0 -	0.0	T - N		
				SSP		0.0 -	17.8 -	0.0	Av - P_2O_5		
				TSP		0.0 -	39.8 -	0.0	Av - P_2O_5		
				Urea		45.0 -	0.0 -	0 0	T - N		
				MOP		0.0 -	0.0 -	57.8	W - K_2O		
				SOP		0.0 -	0.0 -	48.0	W - K_2O		
12-402	June, 1964	Sample Preparation	Sample and Preparation		-	-	-	-	-	-	-
22-407	July 1963	Determination of P_2O_5	Method of Analysis - Total P_2O_5 - Water Soluble P_2O_5 - Ammonium Citrate Soluble P_2O_5 - Available P_2O_5 (Asimilable)		-	-	-	-	-	-	-
22-407 (II)	June, 1, 1979	Determination of Water Soluble P_2O_5	A 5 gr Sample in 450 ml Water at 20°C, 35 RPM for 0.5 hours		-	-	-	-	-	-	-
22-407 (III)	Junly 1, 1978	Determination of Ammonium Citrate Soluble P_2O_5	Residue of 22-407 (II) in 100 ml at 65°C, 35 RPM for 1.0 hours		-	-	-	-	-	-	-
22-407 (IV)	July 16, 1979	Determination of P_2O_5	Vanadomolybdate Gravimetric		-	-	-	-	-	-	-
22-407 (V)	August, 1978	Determination of P_2O_5	Vanadomolybdate Gravimetric		-	-	-	-	-	-	-
22-407 (VI)	June 18, 1979		Vanadomolybdate Gravimetric		-	-	-	-	-	-	-
22-419	September, 1979	SSP	Product Quality	SSP	I (Powder)	0.0 -	18.5 - (17.0)	0.0	Av, W - P_2O_5	8	(-) 4.5, (+) 1.4mm, 80%
				SSP	II (Granular)	0.0 -	19.5 - (18.0)	0.0	Av, W - P_2O_5	4	(+) 6.3mm, 0%
22-420	June, 1965	Guano	Product Quality	-	-	5.0 -	6.0 -	0.0	T - N, Av - P_2O_5	10	-
22-423	June, 1965	Ammoniated Superphosphate	Product Quality	Amm SSP	I	4.0 -	12.6 -	0.0	T - N, Av - P_2O_5	10	-
				Amm TSP	II	4.0 -	37.8 -	0.0	T - N, Av - P_2O_5	12	-
22-425	September, 1979	Urea	Product Quality	Urea	A	46.0 - (1)	0.0 -	0.0	T - N, Biuret	0.5	-
				Urea	B	45.0 - (1)	0.0 -	0.0	T - N, Biuret	0.5	-
22-441	November, 1979	Natural Phosphate	Product Quality For Direct Application	Phosphate	A (Powder)	0.0 -	26.0 - (15.6)	0.0	T, F - P_2O_5	8	(-) 0.63mm, 90%
				Phosphate	B (Granular)	0.0 -	24.0 - (14.4)	0.0	T, F - P_2O_5	4	(-) 0.125mm, (+) 0.663mm, 20%
22-442	May, 1977	Determination of Formic Acid Soluble P_2O_5	1.0 gr Sample in 100 ml Formic Acid (2.0% HCOOH), at 20°C, 35 RPM for 3.0 hours	-	-		-		F - P_2O_5	-	-
22-446	February 2, 1979	Determination of Citric Acid Soluble P_2O_5	A 5.0 gr Sample in 450 ml Citric Acid (2.0%), at 20°C, 35 RPM for 0.5 hours	-	-		-		C - P_2O_5	-	-
22-450	November, 1979	TSP	Product Quality	TSP	I (Powder)	0.0 -	44.0 - (39 0)	0.0	T, W - P_2O_5	6	-
				TSP	II (Granular)	0.0 -	45.0 - (40.0)	0.0	T, W - P_2O_5	4	(-) 4.5mm, (+) 1.5mm, 80%

Notes: 1) IRAM: Instituto Argentine de Racionalización de Materiales, Chile 1192, Buenos Aires, Argentine
2) Fertilizer nutrients are expressed in terms of elements (N, P and K) primarily, but oxides (N, P_2O_5 and K_2O) forms are also allowed as alternative. In commercial fields, N, P_2O_5 and K_2O expressions are widely accepted.)
3) Av = Available (Asimilable), T = Total, C = Citric Acid Soluble, F = Formic Acid Soluble, W = Water Soluble. K_2O is always expressed in water soluble form.

Figure III-1 NATURAL GAS PIPELINES IN ARGENTINE



第 IV 編

燐鉱石の濃縮および供給

第 IV 編

燐鉱石の濃縮および供給

第1章 緒　論

アルゼンティン共和国の堆積性燐鉱石は探査活動の結果1982年までにJujuy, Neuquén, MendozaおよびSan Juan地区の6ヶ所で資源賦存が確認されているが、いずれも成分品位および埋蔵量の確認は行われていず、現状では商業生産の可能性はない。唯一の可能性はHIPASAMのSierra Grandeの鉄鉱石濃縮工場の尾鉱に含まれる燐鉱石資源と考えられる。HIPASAMの鉄鉱石の採掘、濃縮、造粒の実体と尾鉱よりの燐鉱石濃縮の可能性につき調査した結果を報告する。

HIPASAMの鉄鉱石原鉱の採掘能力は3,500,000 TPY、これより濃縮鉄鉱石2,000,000 TYPを製造するもので、この尾鉱の成分はP_2O_5；7.08％、Fe；27.53％で近い将来その生産量は1,000,000 TPYの水準に達すると考えられる。燐鉱石資源としては尾鉱のうちNon-Magnetic Tailsのみが利用可能と考えられる。

これに含まれるP_2O_5は約65,250 TPY、種々の濃縮試験の結果、約55.5％のP_2O_5回収率で燐鉱石が得られることが確認されたので、燐鉱石濃縮工場を建設することにより約35,650 TPYのP_2O_5資源の回収が可能となる。本編ではHIPASAMの鉄鉱石開発の現状と本調査で実施した尾鉱からの燐鉱石濃縮試験の概要を説明する。濃縮試験の詳細については本報告書のAnnex IVに説明することとした。

Sierra Grandeの鉱床生成過程は含鉄鉱石が侵食によって運搬され湖底に水酸化鉄として沈澱して鉄鉱床を生成し、これが沈下および火成岩の貫入による熱動力変成を受けると共に背斜構造を形成し、張力による破断、次いで堆積構造に転位が起こり、鉱床の西部が侵食を受け、後構造運動により細分化された後に、再び火成岩の噴出貫入により生成したものであると推察されている。

火成岩の主体は石英斑岩、即ち流紋岩である。これを鉱物種について説明すると、最初湖に沈澱した水酸化鉄（Limonite）が赤鉄鉱（Hematite）に変わり、熱変成作用により磁鉄鉱（Magnetite）となり、更に二度目の火成岩の貫入を受けた部分では磁鉄鉱は再結晶作用により結晶成長が行なわれた。

Sierra Grande 鉱床の主要鉱物は磁鉄鉱、マータイト (Martite)、赤鉄鉱であり、脈石として緑泥石 (Chlorite)、長石、燐灰石 (Apatite) を含み、僅かではあるが天藍石や紅柱石も認められる。Sierra Grande 鉱床の埋蔵鉱量は Table IV-1 に示す通り現在採掘の対象としている南鉱区だけで 213 百万 Ton に達し、鉱山寿命は 50 年以上に及んでいると考えられる。また全鉱区の埋蔵量は 500 百万 Ton と推定されている。

Cut-Off 品位は Magnetic Iron として 30 %、Magnetite として 41.42 %である。鉱体の平均品位は Table IV-1 に示す通りであるが、その平均組成は鉄 (Fe) 54.80 %、P_2O_5 濃度 3.28 %で、鉱体の上部では Martite が主体 (Magnetite 5% + Martite) であるのに対して下部では磁鉄鉱が主体をなしている (Magnetite 70% + Martite) のが特徴的である。

Sierra Grande の鉄鉱石は燐酸化合物の含有量が高く、製鉄原料とするには不適当であり、粉砕、磁力選鉱および浮選により燐酸化合物を除去してから製鉄原料として居る。この濃縮工場より排出される尾鉱は現在廃棄されているが、これより燐酸資源を濃縮し燐酸肥料を製造する可能性を調べることが本調査の目標である。

鉄鉱石の燐酸化合物は P_2O_5 標示で 3.28 %の濃度を示しているのでしたがって South 鉱体中の燐酸資源は P_2O_5 換算で 6.98 百万 Ton と計算される。HIPASAM の鉄鉱石濃縮工場では鉄鉱石中の Fe 濃度を 68.48 %まで高め、P_2O_5 濃度を 0.14 %以下に低下させており、濃縮工程で排出される尾鉱 (Non-Magnetic Tails) は Fe 濃度が 27.53 %で、また P_2O_5 濃度は 7.08 %まで高くなっている。

第2章　鉄鉱石の採掘と濃縮

2.1　採掘

現在採掘の対象となっている南鉱体は傾斜(Dip)55～60°、層厚10～14 mであり、Level Span 70 m、Sub-level Span 23 mのSub-level採掘法を適用している。盤孔にはFan発破で約350 Ton起砕する。爆薬量は鉱石1.0 Ton当り150～180 grである。切羽は現在8ケ所設けてあり、4ケ所が稼働中である。

起砕された鉱石はローダーとダンプカーで各Levelの鉱石シュートへ落とし、最下底Levelの鉱石Binに集める。この採掘原鉱は坑内で一次破砕された後、坑外へ搬出される。破砕能力および搬出能力は各々800 TPHおよび700 TPHである。

2.2　予備選鉱

搬出後に貯蔵された鉱石は底抜きのコンベアーで予備鉱場へ運搬する。予備選鉱場では鉱石を2段の乾式磁選で選別して非磁性物を廃石として棄却する。また、磁性物は破砕し目開き25 mmの振動節で処理し、網上産物はPebble Millへ、網下産物はRod Millで更に粉砕される。なお、予備選鉱場内の設備は同一の処理能力を有する3系列から成っている。

2.3　鉄鉱石濃縮工場

鉄鉱石濃縮は摩鉱から浮選までの分離工程は同一の処理能力を有する3系列から成り、沈降濃縮工程は1系統となっている。この工程について、次の5工程に分割し説明する、鉄鉱石濃縮工場はSierra Grande, Río Negroに位置して居り、濃縮鉄鉱石はPunta Coloradaまで輸送され、ペレット製品に加工され製鉄原料として販売されている。

- 一次摩鉱／一次磁選
- 二次摩鉱／分級／二次磁選
- 逆浮選による鉄鉱石濃縮
- 尾鉱からのScavenging
- 鉄鉱石濃縮スラリーと尾鉱処理

2.3.1 一次摩鉱／一次磁選

本工程の目的は原鉱を粗砕して、粗粒の脈石を除去することにある。

原鉱を Rod Mill（3.9 mD×5.2 mL×1,000 kWh）に給鉱し、Mill 内濃度約 70 %にて 1 mm 以下が 97 %～99 %になるまで湿式粉砕する。Mill 排鉱は一次湿式磁選機(9.16 mD×1.8 mL×2 Drum）へ給鉱し、燐鉱石および脈石等の不純物を尾鉱として取り除くことにより、Fe；61～62 %、P_2O_5；2.18 %濃縮鉱石を得る。

2.3.2 二次摩鉱／分級／二次磁選

この工程の目的は、鉄鉱石と脈石鉱物との単体分離が概ね完了する粒度まで鉱石を砕いた後、二次湿式磁選にかけて燐鉱石などの不純物を除去して精鉱の鉄品位を高めることにある。

一次磁選濃縮鉱石は、Pebble Mill（5.9 mD×10.5 mL×4,800 kWh）とサイクロンの閉回路で粉砕し二次磁選機へ給鉱する。

Pebble Mill の摩鉱材としては、予備選鉱で採取した（－）75、（＋）25 mm の塊鉱を用いている。二次選鉱はドラム式磁選機（0.916 mD×2.4 mL×6 Drum）で行い、Fe；66 %、P_2O_5；0.92 %程度の品位の二次磁選濃縮鉱石を採取する。

2.3.3 逆浮選による鉄鉱石濃縮

二次磁選濃縮鉱石には、なお微粒の脈石鉱物が含まれているので、この工程では石ケン浮選によりこれら脈石鉱物を浮遊させて除去する。

二次磁選はソーダ灰、オレイン酸補収剤および水ガラスで条件づけされた後、浮選機（12.8 m^3× 5 基）に給鉱され最終濃縮鉄鉱石を得る。オレイン酸補収剤は等量の燃料油と少量の苛性ソーダを加えて加温攪拌し、エマルジョンとして添加する。

2.3.4 尾鉱からの Scavenging

逆浮選によって得られたフロスは浮選機(3.2 m^3× 3 基)にて清掃された後、三次磁選機(0.916 mD×0.9 mL)、再摩鉱 Ball Mill（2.1 mD×2.8 mL)、及び四次磁選機（0.916 mD×0.9 mL）にて処理される。その結果採取された磁鉄鉱は最終濃縮鉄鉱石に合流させる。また、三次磁選尾鉱は一次磁選尾鉱に合流させてサイクロンにて濃縮し、四次磁選尾鉱は二次磁選尾鉱に合流させて尾鉱沈降槽（75 mD）にて濃縮し、各々の濃縮パルプを五次磁選機（0.916 mD×1.8 mL）に供給して磁鉄鉱を回収しそれを一次磁選機に返送する。

2.3.5 鉄鉱石濃縮スラリーと尾鉱処理

最終濃縮鉄鉱石は沈降槽(25 mD)に供給される。その Spigot はパルプ濃度 65 %のスラリーとして抜き出されペレタイジング工場のある Punta Colorada までパイプ輸送される。スラリーはまず尾鉱沈降槽に供給され、そのオーバーフローは原水タンクに返されて再使用に供せられる。濃縮鉄鉱石の品位は Fe；68 %、P_2O_5；0.32 %である。

五次磁選尾鉱とフロスを混合し尾鉱沈殿池のある Laguna Blanca へ廃棄されている。

選鉱場のフローシートと処理実績を Figure IV-1 に示した。燐鉱石濃縮の原料は一次および二次湿式磁選機の Tails であり、1983 年 10 月 6 日の代表サンプル採取時の仕様は Table V-2 に示す様に Fe；27.35 %、P_2O_5；7.08 %を含み、粒度分布 0.2 mm より 0.002 mm の微粉を含む 4 %スラリーとして得られる。

第3章　濃縮鉄鉱石のペレタイジング

ペレタイジング工場はSierra Grandeより東に約35 kmの距離にある大西洋の海岸に面したPunta Coloradaに設置されている。濃縮鉄鉱石はこの間を約63％濃度でパイプ輸送され沈降槽（25 mD）にて75％に濃縮後、Disc Filterにて10.5％水分まで脱水される。脱水されたケーキには副原料としてBentonite（0.7％）、Dolomite（1％）、Calcite（0.25％）およびHydrated Lime（0.3％）が加えられDrum Pelletizer（3.6 mD×9.6 mL）にてGreen PelletとしてMidrex Furnace（2.4 mD×3.6 mH）に供給して焼結することによってBurned Pelletを得る。Midrex Furnaceでは天然ガス燃焼により、炉内最高温度1,350°C、平均滞留8時間の条件で焼結する。

Midrex Furnaceまでは4系列でGreen Pellet処理能力は75 TPHである。Burned Pelletは直接船積みされるか、または一時ストックヤードに貯蔵される。接岸船の最大能力は70,000 Tonで、出荷能力は1,200 TPHである。

概略の物質収支をFigure IV-2に示す。工場のペレット生産能力は4系列で268 TPHであり、1983年6月には約41％の水準で操業されていた。

HIPASAMでは現在、鉄鉱石の濃縮およびペレタイジング工程の改善およびBurned Pelletの品質向上試験を実施し、直接還元製鉄用鉄鉱に供し得るペレットの生産のためにベンチテストおよび工場に於て試験研究を行っている。

第4章　鉄鉱石の品質と生産計画

HIPASAMのSierra GrandeおよびPunta Coloradaの鉄鉱石ペレット製造工場は、1979年より稼動を開始し、製品の初出荷は1979年9月10日に行なわれた。設備の設計能力は2,000,000 TPYで製品はアルゼンティン共和国内のSOMISAの高炉式製鉄原料を主体として、DALMINEおよびACINDARの直接還元製鉄原料に供給する計画である。

HIPASAMの鉄鉱石ペレットの生産実績および生産計画は次の通りである。

年　度	鉄鉱石ペレット生産量－HIPASAM
1979（実績）	79,800トン
1980	133,100
81	297,200
82	620,200
83	800,000
84（計画）	1,000,000
85	1,560,000
86	1,500,000
87	2,000,000

SOMISAはHIPASAMのペレットとブラジルより輸入した鉄鉱石のシンターを混合し製鉄原料としている。ペレットの混合比率は1983年では45％であるが、将来は50％までとしSOMISAの高炉（No.1およびNo.2）で大半が使用され、DALMINEおよびACINDARの原料使用量の20％をHIPASAMが供給する予定である。更に、SIDERSURがSan Antonio Esteに550,000 TPYの直接還元製鉄所を建設する計画であり、もしこの工場が計画通り1989年に完成すればペレット需要は大巾に増加することになる。現在、HIPASAMは製品の一部を輸出して稼動率を上げるとともに、工程改良により製品改良に努力して居り、燐酸肥料工場計画の工場稼動予定の1990年にはペレットの生産は設備能力に達し、燐鉱石濃縮用原料の尾鉱も計画数量の産出があるものと予測される。また、濃縮鉄鉱の品質および尾鉱の品質も向上するものと期待される。したがって、尾鉱の品質についてはP_2O_5濃度が高まり、Fe濃度が低下し燐鉱石濃縮に好都合となるものと期待される。

HIPASAM 製品の鉄鉱石ペレットの品質を Table　IV－3 に示す。この表には SOMISA、ACINDAR、DALMINE の原料仕様およびブラジルからの輸入鉄鉱石の仕様との対比を行なった。HIPASAM ペレットは燐含有量がやや高く、粒度分布が広く、また破砕強度が低いことが認められる。

HIPASAM は直接還元製鉄用ペレットとして P：0.02％まで低下させた鉄鉱石も製造することを計画して居り、その様な製品の製造が行なわれれば、排出される尾鉱の組成と数量も当然変化することになろう。

第5章　燐鉱石の濃縮試験概要

5.1　緒　言

HIPASAM、Sierra Grande の鉄鉱石濃縮工程で除去される燐酸塩は主に Non-Magnetic Tails と Flotation Tails に移行し廃棄されるが、Flotation Tails 中の燐酸塩の量は 17.5 %で、大部分は Non-Magnetic Tails に移行するので、Non-Magnetic Tails より燐鉱石を回収することをまず検討した。

Sierra Grande の Non-Magnetic Tails からの燐鉱石の濃縮については 1972 年に小規模試験が行なわれ、Non-Magnetic Tails と Flotation Tails の合量よりの燐鉱石の濃縮については P_2O_5 回収率で 62.5 %、製品燐鉱石の品位は P_2O_5；32.7 %、残留する鉄分については Fe；5.7 %の成績が得られている。

一方、世界的に鉄鉱石濃縮の脱燐尾鉱からの燐鉱石の濃縮回収についてはスウェーデンの SSAB、Grängesberg および KLAB、Kiruna で各々Magnetite 選鉱尾鉱より 75,000 TPY および 200,000 TPY の燐鉱石の製造が行なわれている。またアメリカ合衆国の Pea Ridge でも小規模の回収が行なわれていることが知られている。スウェーデンの実績はいずれも P_2O_5 回収率 85 %以上、燐鉱石の品質は P_2O_5；35 %以上、また残存鉄（Fe）濃度；1.0 %の高成績を示している。

本調査では HIPASAM の鉄鉱石濃縮工場にて 1983 年 10 月 6 日に Non-Magnetic Tails 約 500 kg の代表サンプルを採取し、日本で各種の濃縮試験を実施するとともに Non-Magnetic Tails および回収された燐鉱石の鉱物学的検討を加えた。また、スウェーデンの Grängesberg の尾鉱と回収燐鉱石についても対比検討を加え、Sierra Grande と Grägesberg の原料鉱物特性の相違点を明確にする様に努力した。

Sierra Grande の Non-Magnetic Tails の代表サンプルについては、粉砕、粗浮選、精浮選の実験を行ない、燐鉱石濃縮工場の概念設計基礎資料を得るとともに、製品燐鉱石を更に加工する目的で各種の燐酸肥料製造試験用の代表サンプル 15 kg を製造した。燐鉱石濃縮試験の結果では、粗浮選および 5 段の精浮選の組み合せで、製品燐鉱石の P_2O_5 回収率は 55～59 %、製品は P_2O_5；35～36 %、Fe；5 ～ 6 %の範囲の成績が得られた。

これらの試験結果より、設備概念設計は原料と工程変動の影響を吸収する余裕を考慮し、P_2O_5 回収率 55.50 %、製品燐鉱石の P_2O_5：35.65 %、Fe：5.80 %の基本条件を前提とすることとした。なお、燐酸肥料製造用の代表サンプル燐鉱石についても同一条件下の製品となっている。

製造された燐鉱石の代表サンプルの分析値を Table IV－4 に示す。これより理解されることは、燐鉱石中の P_2O_5 濃度は充分高い水準にあるが、不純物（$Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO$）濃度は 10.09 %に達することであり、また粒度分布が極めて小さく、平均径は 0.028 mm の微粒品であることである。この燐鉱石は鉱物学的には Fluorapatite および Hydroxyapatite を主体とするもので、Chloroapatite あるいは Carbonateapatite ではない。

濃縮燐鉱石の残存鉄分を減少させる目的で多段（7段）精密浮選および HGMS（High Gradient Magnetic Separator）にて処理した結果、浮選では Fe：2.4 %（P_2O_5 回収率は零の点に外挿）また HGMS では Fe：1.84 %〔(－) 400 Mesh の原料につき 20,000 Gauss 処理で P_2O_5 回収率 22.0 %〕の成績が得られたが、いずれも工業的には採用出来ない条件である。

Sierra Grande 尾鉱の特徴は粒度が小さく、Apatite 結晶中に Chlorite など鉄化合物の結晶が取りこまれていたり、片刃を形成し、更に Apatite 結晶に全面的に鉄化合物が合散して居ることであり、この点では Grängesberg 燐鉱石と大きな相違があり、濃縮の性能にもその差が現われているものと判断される。

一般的に国際貿易の対象となっている燐鉱石の品質水準は、P_2O_5 濃度 30 %以上、不純物（$Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO$）は 3.0 %以下である。したがって、Sierra Grande の尾鉱より濃縮回収された燐鉱石を出発原料とする燐酸肥料の製造試験は、不純物濃度および粒度分布の双方で、従来の試験条件の範囲外にあるため、製造条件、原単位および燐酸肥料製品の品質評価についても試験を実施した。

Table IV－5 に上記 Grängesberg 濃縮燐鉱石の品質を Sierra Grande 燐鉱石と比較して示した。

5.2 燐鉱石の濃縮試験概要

5.2.1 粗浮選

1983年10月6日にHIPASAMにて採取したNon-Magnetic Tailsにつき燐鉱石濃縮試験を実施した。種々の予備試験から、浮選によって濃縮するのが最適でまた粗浮選と精浮選の2段処理が経済的であると判断された。

粗浮選はNon-Magnetic Tailsより高収率でP_2O_5成分を回収することを目的とし、P_2O_5回収率90％、鉄の残存率30～40％を目標とし、鉄の分離は主目的として居ない。

粗浮選の主要試験項目として次のものがある。

- 捕収剤の選定
- 一次粉砕粒度の検討
- 粗浮選のpHの検討
- 分散剤の選定

捕収剤として、石油系スルフォン酸塩、オレイン酸塩、および陰イオン系脂肪酸塩につき比較検討したが、陰イオン系脂肪酸塩がP_2O_5回収率および鉄分の除去とも最も優れて居り、この捕収剤を中心に粗浮選と精浮選を試験することとした。捕収剤として陰イオン系脂肪酸塩であるスウェーデンのKeno Gard ABの製品のLilaflot BS-130 FT、730 F、OS-130などが優れた性能を示した。

一次粉砕の度合によりP_2O_5の回収率は上昇するが、鉄の同伴率の上昇も認められ、適度の粉砕が最適であることが判明した。また、粗浮選系のpHの適正範囲は比較的狭くpHは10近辺が最適条件である。更に水ガラスの添加は分散剤として有効であるばかりでなく、鉄分を抑制するためにも効果があることが判明した。しかし、磁選、スライム除去およびScavengerはP_2O_5回収および鉄の分離に期待される程効果のないことが判明した。

5.2.2 精浮選

粗浮選工程にて得られる粗浮選濃縮燐鉱品は、P_2O_5：14％、Fe：23.3％、またP_2O_5回収率は90.0％であり、これを更に精浮選によって燐鉱石として濃縮することになる。

鉱石中の鉄化合物と燐酸化合物は微細な片刃結晶を形成していること、鉄化合物である緑泥石がApatiteの結晶内に取りこまれていること、また、結晶内に広く均一に鉄化合物が分散していること（EPMA：Electron Probe Micro Analysisにより確認された）などの理由により選鉱は困難を伴うことになる。

したがって再摩鉱により結晶の単体分離を行ない、緑泥石を精浮選の際、抑制し、燐鉱石の濃縮を促進することが必要であるが、緑泥石とApatiteはゼータ電位が接近しているため、浮選による分離は困難であることが判明した。

緑泥石の浮選抑制剤として水ガラス、デキストリン、澱粉、ヘキサメタ燐酸ソーダおよびQuebrachoなどにつき比較検討を行なった。試験の結果、鉄化合物を抑制分離するためには、水ガラスとデキストリンあるいは澱粉の併用が最も効果的で、Quebrachoとヘキサメタ燐酸ソーダは無効であることが認められた。

精浮選については7段までの試験を実施した結果、工業設備の概念設計には粉砕と5段の組み合わせによる処理が実際的であり、その期待成績はP_2O_5回収率で55±2～59±2、燐鉱石品位はP_2O_5が36±0.2～35±0.2％、Fe濃度は5±0.2～6±0.2％の範囲内にあることが判明した。

粗浮選および精浮選を組み合わせた場合の総合濃縮成績については、燐鉱石濃縮工場の概念設計の基本条件としてTable IV－6にその概要を示した。

5.2.3 HGMS

Sierra Grande の Non-Magnetic Tails の燐酸化合物と鉄化合物は、強固に結合しているため、浮選ではこの完全分離は技術的に不可能であるが、燐酸塩と鉄化合物の磁着性の差を利用した分離を試みた。

種々の予備試験の結果、慣用の Magmetic Separator (1,000 Gauss 以下) では、分離は不可能であることが判明しているので、高性能の HGMS (High Gradient Magnetic Separator ; 1,000～20,000 Gauss) により、精浮選にて回収した燐鉱石を試料(Fe : 5.74 %、P_2O_5 : 36.0 %、粒度分布 ; (+) 0.002 mm 30.4 %) を使用し、濃縮試験を実施した。試験結果は Table IV－7 に示す。

HGMS は燐鉱石中の鉄分を分離するに極めて有効であり、残留 Fe を 1.84 %に下げることが出来る。しかしながら、HGMS は同時に P_2O_5 の損失も伴ない、実用的ではないと判断される。HGMS により得た燐鉱石の品位の最も良いものは、P_2O_5 : 39.55%、Fe : 1.84 %であり、総合 P_2O_5 回収率 (浮選および HGMS) は 22.1 %であった。

5.2.4 鉱物学的検討

Sierra Grande および Grängesberg の鉄鉱石濃縮工程で発生する Non-Magnetic Tails および、これより燐鉱物濃縮を行なった製品についての鉱物学的検討を行なった。

検討結果の詳細は、本報告書の Annex IV にまとめてあるが、検討の手段として下記のものを使用した。

- 化学分析
- 粒度分布測定
- 検鏡試験
- X 線回析
- X 線マイクロアナライザー
- 赤外線吸収

鉱物学的検討結果を Table IV－8 およびIV－9 にまとめた。また、代表的試料の顕微鏡写真を Figure IV－3 および IV－4 に示す。

これらの検討結果から Sierra Grande の濃縮燐鉱石の特徴的なことは、次の様に結論される。

(a) 濃縮燐鉱石は Fluorapatite および Hydroxyapatite を主体とする燐酸塩鉱物よりなる。

(b) これらの Apatite 以外に、Fe、Ca を含み、青色および褐色を呈する燐酸塩鉱物が含まれていて、製品の残存 Fe 濃度を高めている。

(c) 浮選濃縮燐鉱石には緑泥石が含まれ、製品の残存 Fe 濃度を高めている。緑泥石の陽イオンは、Fe を主体とするものである。

(d) 燐鉱石には Apatite が鉄化合物、あるいは緑泥石と切刃を形成するものが多く、一部には Apatite 結晶中にこれらの鉱物が取りこまれ、一部熔融したと考えられるものが存在する。

(e) Apatite 結晶の全面に亘り、微量の鉄化合物が分散していることが X 線像により認められる。Grängesberg の濃縮燐鉱石については Flourapatite を主体とするが、緑泥石は混入していない。片刃を一部形成しているが、対象鉱物は鉄化合物とともに角閃石である。

鉱物学的検討結果の詳細は、本報告書の Annex IVに付した。

Table IV-1 IRON ORE RESERVES AT SIERRA GRANDE, RIO NEGRO, ARGENTINE

(1) Reserves

	Reserves (Unit: Million Ton)			
	South	East	North	Total
Proved	113	6	20	139
Probable	100	4	20	124
Sub-total	213	10	40	243
Possible	-	-	-	500

The iron ore is mined at present from the south reserve, the design capacity of HIPASAM is 3.5 million TPY.

(2) Analysis of Ore in the South Researve

Chemical Analysis;

Fe	54.80 ± 1.57%
P	1.43 ± 0.057%
P_2O_5	(3.28)
S	0.44
SiO_2	5.95
Al_2O_3	4.85
CaO	3.27

(3) Minerals

Principle Minerals;

Magnetite	Fe_3O_4
Martite	Fe_2O_3
Hematite	Fe_2O_3

Secondary Minerals;

Chlorite	$(Mg,Fe,Al)_6(OH)_8(Si,Al)_4O_{10}$
Feldspar	$(Na,K)AlSi_3O_8$
Apatite	$3Ca_3(PO_4)_2Ca(OH,F)_2$
Lazulite	$2AlPO_4(Fe,Mg)(OH)_2$
Andalusite	Al_2SiO_5
Pyrite	FeS_2
Quartz	SiO_2
Iimonite	$2Fe_2O_33H_2O$
Mica	$(K,Na,Ca)(Mg,Fe,Li,Al)_2(Al,Si)_4O_{10}(OH,F)_2$
Calcite	$CaCO_3$

Table IV-2 RAW MATERIAL CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION PLANT

1. Source: Non-Magnetic Tails from Magnetic Separator (Between 828/9 to 850) at Iron Ore Concentration Plant, HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro, Argentine

2. Specification:

-Analysis, Dry Weight	
Fe	27.53%
Fe (II)	13.78
Fe (III)	13.75
K_2O	0.67
Na_2O	0.23
MgO	1.14
CaO	3.93
Al_2O_3	14.23
P	3.09
P_2O_5	(7.08)
SiO_2	19.29
S	2.28
F	0.23
Cl	0.001
CO_2	0.16
-Size Distribution	
(+) 0.2 mm	5.0%
(+) 0.1	15.0
(+) 0.05	35.0
(+) 0.02	55.0
(+) 0.01	70.0
(+) 0.005	75.0
(+) 0.002	82.0
(-) 0.002	18.0
-Conditions	
Pressure	1.0 ata
Temperature	10.0°C
Solid Content	4.0%
Water Content	96.0
Specific Gravity	1.03

Table IV-3 IRON ORE PELLET SPECIFICATION AT HIPASAM, ARGENTINE
(Steel Production Process and Pellet Specification)

		Blast Furnance		Direct Reduction					
		SOMISA Argentine	HIPASAM Argentine	ACINDAR Argentine	DALMINE Argentine	SIDERSUR Argentine	HIPASAM Argentine	CVRD Brazil	SAMARC Brazil
1. Chemical Analysis,%									
Total Fe,	Min	65.0	65.0	67.0	-	-	66.95	67.5	67.0
SiO_2,	Max	4.0	4.20	2.0	-	-	2.43	1.93	1.8
Al_2O_3,	Max	1.0	1.75	1.10	-	-	1.19	0.63	0.9
CaO,		2.0	0.95	1.10	-	-	0.68	0.76	2.8
MgO,	Max	0.5	0.27	0.30	-	-	0.40	0.10	2.8
S,	Max	0.08	0.003	0.006	-	-	0.002	0.002	0.001
P,	Max	0.05	0.10	0.045	-	-	0.063	0.035	0.035
$Na_2O + K_2O$,	Max	0.15	0.10	-	-	-	-	-	-
2. Physical Properties									
Tumble Test,	Min	92.0	93.0	-	-	-	-	-	-
Abrasion Test,	Mix	5.0	5.0	7.0	-	-	5.0	4.3	-
Crushing Strength,	Min	230	250	250	-	-	280	400	350
Below 80 kg,	%	5	3	-	-	-	-	-	-
Porosity		25	27	-	-	-	-	-	-
Size Distribution,%									
+ 19 mm		0	2.5	-	-	-	-	-	-
- 19 + 8 mm	Min	90	92.0	-	-	-	-	-	-
- 4.75 mm	Max	5	2.5	5.0	-	-	3.0	-	-
3. Metallurgical Properties									
Crushing Strength after Reduction	Min	45	55	40	-	-	45	82	-
Reducibility									
Index,	Min	60	61.3	-	-	-	-	-	-
Speed,	Min	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-
Swelling,	Max	20	8	-	-	-	-	-	-
Disintegration,%									
+ 9.53 mm	Min	60	76.5	-	-	-	-	-	-
+ 6.35 mm	Min	65	83.5	-	-	-	-	-	-
- 0.5 mm	Max	20	6.7	-	-	-	-	-	-
Metallization		-	-		-	-	95.8	92.5	-
4. Remark									
Process, Source Capacity		Blast 2.0 MMTPY	Pelletizing 2.0 MMTPY	Midrex 0.35 MMTPY	Midrex 0.32 MMTPY	HYL 0.55 MMTPY	Test Production	Import	Import

Notes:
- No imported pellets from Brazil are used at SOMISA's blast furnaces.
- Present raw material mix in SOMISA's No. 1 blast furnace is 40% pellets and 60% sinter. Pellet ratio will be increased to 50% at the end of 1983.
- Future raw material mix in SOMISA's No. 2 blast furnace which will be started operations in 1984, will be approximately 50 % each of pellets and sinter.
- Prices of HIPASAM pellets are at the international level.

Figure IV-

Table IV-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_2O_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_2O_3	(2.06)	(+) (0.077)
Al	1.46	Al_2O_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_2O	0.20	(+) 0.006
K	0.07	K_2O	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_2O_5	35.65%	100.0%
Nitric Acid Soluble P_2O_5	35.60	99.9
Hydrocholoric Acid Soluble P_2O_5	35.11	98.5
Citric Acid Soluble P_2O_5	7.96	22.3
Formic Acid Soluble P_2O_5	5.69	16.0
Ammonium Citrate Soluble (AV) P_2O_5 (Neutral)	0.00	0.0
Water Soluble P_2O_5	0.00	0.0

Notes: Sample tails (Fe=27.53%, P_2O_5=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 P_2O_5 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 IV-5 ANALYSIS COMPARISON OF PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM NON-MAGNETIC TAILS OF IRON ORE CONCENTRATION PLANTS

	Phosphate Rock		
	HIPASAM, Sierra Grande, Argentine	SSAB, Grängenberg, Sweden	LKAB, Kiruna, Sweden
Plant Completion Year	1990	1975	1981
Phosphate Rock Capacity, TPY	(100,000)	75,000	200,000
Phosphate Rock Product			
Analysis, %			
- P	15.56	16.92	15.70
- P_2O_5	(35.65)	(38.77)	(35.97)
- Fe	5.80	0.36	0.70
- Al	1.46	0.07	0.14
- Ca	31.66	38.10	35.02
- Mg	0.22	0.15	0.57
- F	1.50	4.80	2.80
- Cl	0.01	0.02	0.05
- CO_2	0.03	0.50	-
Size Distribution, %			
(+)0.037mm	15.90	37.50	38.50
(+)0.022	36.10	57.40	50.00
(+)0.011	64.50	80.00	70.00
Average Diameter, mm	0.028	0.049	0.030
Non-Magnetic Tails as Feed			
Analysis, %			
- P	3.09	4.98	4.60
- P_2O_5	(7.08)	(11.41)	(13.06)
- Fe	27.53	3.24	-
P_2O_5 Recovery, %	55.50	87.00(Winter) 90.00(Summer)	89.20

Notes: 1) HIPASAM; Hierro Patagonico de Sierra Grande, SAM, Argentine
2) SSAB; Svenskt Stål AB, Sweden
3) LKAB; Luossavaara Kirunavaara AB, Sweden

Table IV-6 CONCENTRATION OF PHOSPHATE ROCK BY FLOTATION

Fraction	Performance				
	Analysis, %		Recovery, %		
	Fe	P_2O_5	Weight	Fe	P_2O_5
Inputs;					
Non-Magnetic Tails	27.50	7.08	100.00	100.00	100.00
Outputs;					
Design Basis,					
-Phosphate Rock	5.80	35.65	11.02	2.32	55.50
-Tails	30.18	3.54	88.98	97.68	44.50
Range of Test Results,					
(H)-Phosphate Rock	5∓0.2	36±0.2	10.80	2.00	55±2
-Tails	30.20	3.60	89.20	98.00	45∓2
(L)-Phosphate Rock	6∓0.2	35±0.2	11.90	2.60	59±2
-Tails	30.40	3.30	88.10	97.40	41∓2
Flotation Extrapolation,					
-Phosphate Rock	2.40	41.02	0.00	0.00	0.00
-Tails	27.50	7.08	100.00	100.00	100.00

Notes: 1) Non-magnetic tails of the iron concentration plant, HIPASAM, Sierra Grande, Argentine is treated at grinding, rougher and five stage cleaner flotation using anionic fatty acid derivatives for flotation collector.

2) The concentration tests were carried out at the Technical Research Center of Nippon Mining Co., Ltd., Japan.

Table IV-7 CONCENTRATION OF PHOSPHATE ROCK BY HIGH GRADIENT MAGNETIC SEPARATORS

Fraction		Magnetic Field, Kilo Gauss	Performance				
			Analysis, %		Recovery, %		
			Fe	P_2O_5	Weight	Fe	P_2O_5
F-5,	Feed Phosphate Rock	0.0	5.74	36.00	100.0	100.0	100.0
N-01,	Non-Magnetics	1.0	4.88	36.54	86.3	73.3	87.6
M-01,	Magnetics	1.0	11.11	32.52	13.7	26.6	12.4
N-05,	Non-Magnetics	5.0	2.87	38.83	63.5	31.7	68.5
M-05,	Magnetics	5.0	10.52	30.15	22.8	41.7	19.1
N-20,	Non-Magnetics	20.0	1.84	39.55	36.2	11.6	39.7
M-20,	Magnetics	20.0	4.21	37.97	27.3	20.1	28.8

Notes: 1) Feed phosphate rock is flotation concentration product by rougher and five stage cleaner from non-magnetic tails of HIPASAM, Sierra Grande, Argentine which P_2O_5 recovery is 55.5%. The particle size is 30.4% for (+)0.02 mm and 69.5% for (-)0.02 mm fraction.

2) Fraction of N-01 is fed to obtain N-05 and M-05 and fraction N-05 is further fed to obtain N-20 and M-20.

3) The concentration tests were carried out at Nittetsu Mining Co., Ltd., Japan using the cyclic type HGMS (10-15-20), Sala Magnetics, Inc., USA.

4) Applied magnetic field is measured in terms of Gauss/cm.

Table IV-8 MINERALOGICAL STUDY RESULTS OF NON-MAGNETIC TAILS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION

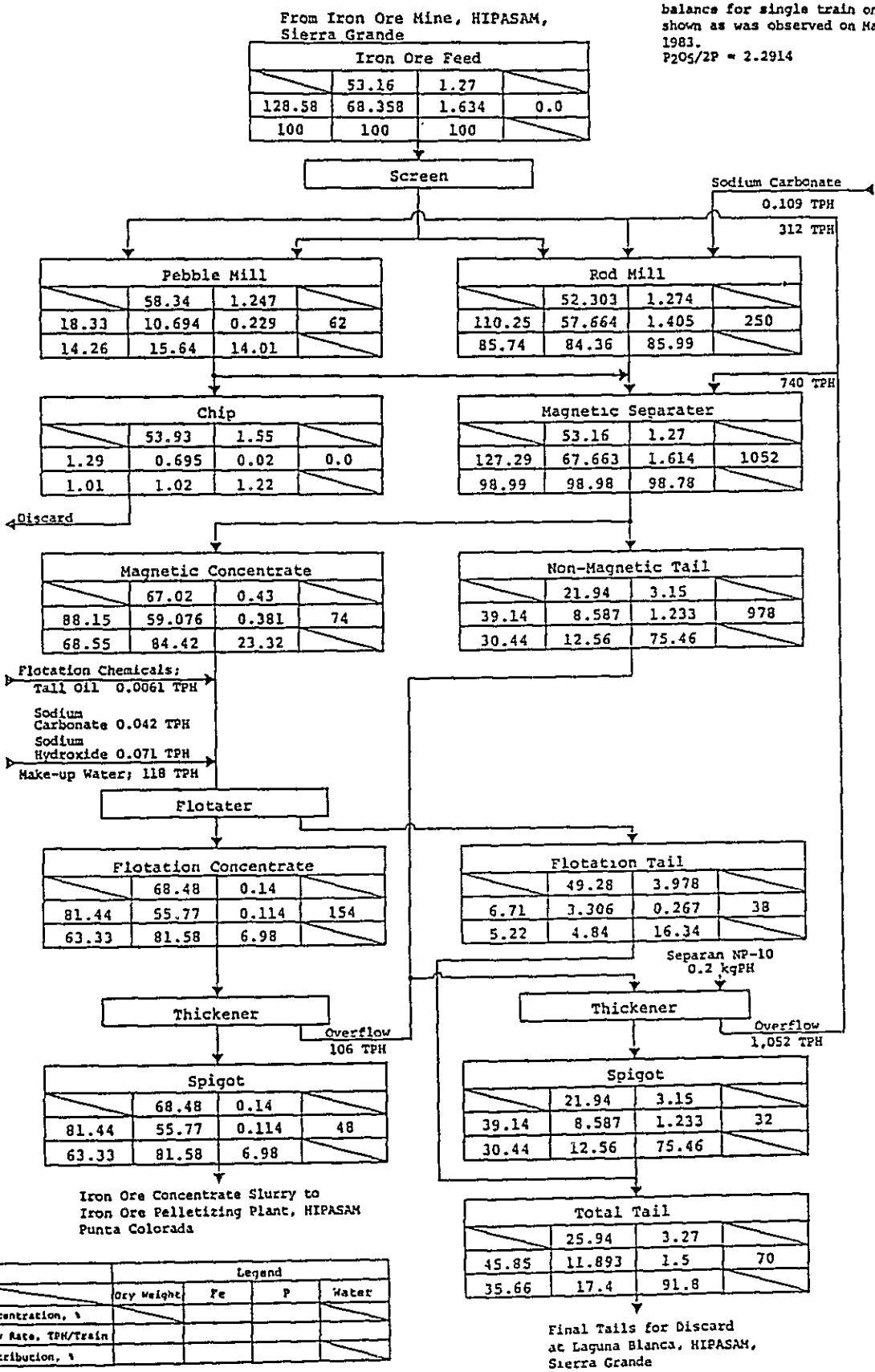
	HIPASAM Sierra Grande, Argentine	SSAB Grängesberg, Sweden
Major Minerals	Chlorite, Iron Minerals	Mica, Apatite, Amphibole, Fedlspar
Associated Minerals	Apatite, Quartz, Fedlspar, Mica, Garnet, Tourmaline	Iron Minerals, Quartz, Fluorite, Calcite, Garnet
Major Iron Minerals	Magnetite, Limonite, Hematite	Hematite, Magnetite
Major Phosphate Minerals	Fluorapatite, Hydroxyapatite Phosphate (Blue Colored) Phosphate (Brown Colored)	Fluorapatite
Liberated Apatite		
- 150/200 Mesh	-	Less than a Half
- 200/270 Mesh	Less than a Half	A Half
- 270/400 Mesh	A Half	More than a Half
Locked Minerals with Apatite	Iron Minerals Chlorite Phosphate (Blue Colored) Phosphate (Brown Colored)	Iron Minerals Mica, Amphibole, Quartz
Type of Locking	Simple to Complex Inclusion of Fine Iron Minerals in Apatite	Simple to Complex Inclusion of Fine Iron Minerals in Apatite
Iron Containing Minerals		
- Iron Minerals	Majority	Minority
- Chlorite	Majority	None
- Mica	Less (Muscovite)	Majority (Biotite, Philogopite)
- Amphibole	Minority	Majority
Chemical Analysis, %		
- Fe	27.53	10.48
- P	3.09	4.98
- P_2O_5	(7.08)	(11.41)
- CaO	3.93	17.41
- SiO_2	19.29	33.44
- Al_2O_3	14.23	7.05
Averaze Size, mm	0.028	0.049

Table IV-9 MINERALOGICAL STUDY RESULTS OF PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM NON-MAGNETIC TAILS OF IRON ORE CONCENTRATION PLANT

	HIPASAM Sierra Grande, Argentine	SSAB Grängesberg, Sweden
Major Minerals	Fluorapatite Hydroxyapatite	Fluorapatite
Associated Minerals	Chlorite Iron Minerals	Calcite Amphibole
Liberated Apatite	Majority	Majority
Locked Minerals with Apatite	Iron Minerals Chlorite	Iron Minerals, Mica, Amphibole
Type of Locking	Complex, Inclusion of Fine Iron Minerals in Apatite	Complex, Inclusion of Fine Iron Minerals in Apatite
Elements in Apatite Detected by X-ray Microanalyzer	Majority; Ca, P Minority; Fe Not Detected; Mg	Majority; Ca, P Not Detected; Fe, Mg
Iron Containing Minerals	Iron Minerals, Chlorite, Mica	Iron Minerals, Mica, Amphibole
Chemical Analysis, %		
- Fe	5.80	1.10
- P	15.56	17.23
- P_2O_5	(35.65)	(39.48)
- CaO	44.30	52.50
- MgO	0.36	0.30
- F	1.50	2.80
- Cl	0.001	0.01
Average Size by Rosin-Rammler - Bennett Diagram, d', mm	0.022	0.054

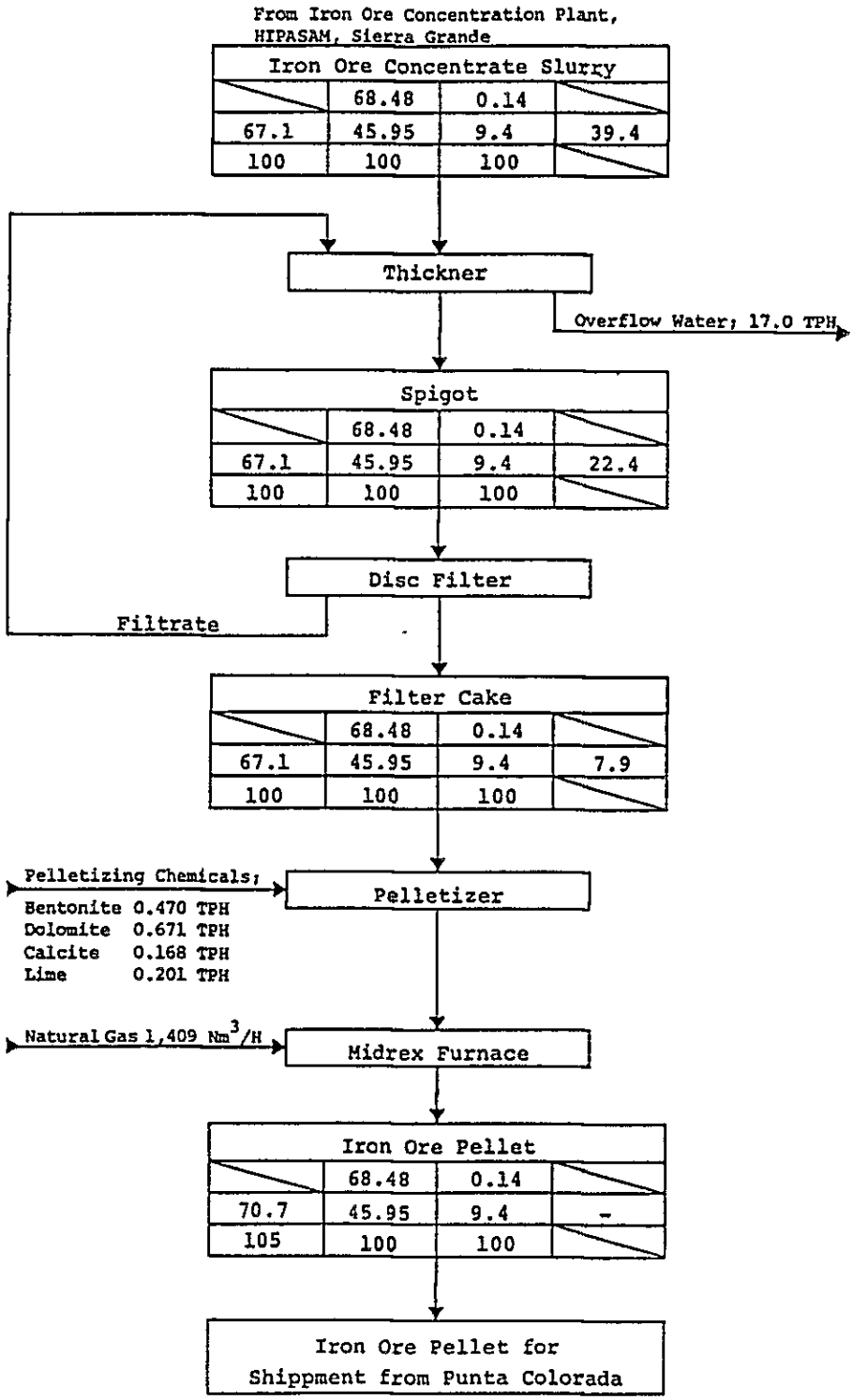
Figure IV-1 SIMPLIFIED MATERIAL BALANCE FOR IRON ORE CONCENTRATION PLANT, HIPASAM, SIERRA GRANDE, ARGENTINE

Note: There are three identical trains of flotation section and material balance for single train only is shown as was observed on May 17, 1983.
$P_2O_5/2P = 2.2914$



	Legend			
	Dry Weight	Fe	P	Water
Concentration, %				
Flow Rate, TPH/Train				
Distribution, %				

Figure IV-2 SIMPLIFIED MATERIAL BALANCE FOR IRON ORE PELLETIZING PLANT, HIPASAM, PUNTA COLORADA, ARGENTINE



	Legend			
	Dry Weight	Fe	P	Water
Concentration, %				
Flow Rate, TPH/Train				
Distribution, %				

Note: There are four identical trains of pelletizing and furnace section and material balance for single train only is shown as was observed on July 01, 1983.

Figure IV-3 MICROSCOPE AND ELECTRON PROBE MICRO ANALYZER OBSERVATION OF NON-MAGNETIC TAILS AND PHOSPHATEROCK

Notes;

(1) Sample: - Non-Magnetic Tails of Iron Concentration Plant
- Phosphate Rock Extracted

(2) Source: - HIPASAM, Sierra Grande, Argentine - 1983
- SSAB, Grängesberg, Sweden - 1983

(3) Symbols of Minerals:

- am	Amphibole
- ap	Apatite
- B	Bubble (Contamination)
- bl-P	Phosphate Minerals (Blue Colored)
- br-P	Phosphate Minerals (Brown Colored)
- carb	Carbonate Minerals
- ch	Chlorite
- Fe	Iron Minirals
- fl	Fluorite
- fs	Feldspar
- gt	Garnet
- lm	Limonite
- mi	Mica
- g	Quartz
- tl	Tourmaline

(4) Microscope Scale:
- (x)110, (x)220, (x)440

(5) Microscope Nicol Prism:
- Left Hand Side; Single
- Right Hand Side; Crossed

(6) Electron Probe Micro Analyzer
- Secondary Electron Image
- X-Ray Image (Energy Dispersed Method)
  Ca-K alpha, Fe-K alpha,
  Mg-K alpha, P-K alpha

Figure IV-3(1) Microscope Observation of Phosphate Rock,

Table IV-2 HIGH MATERIAL CONDITIONS FOR

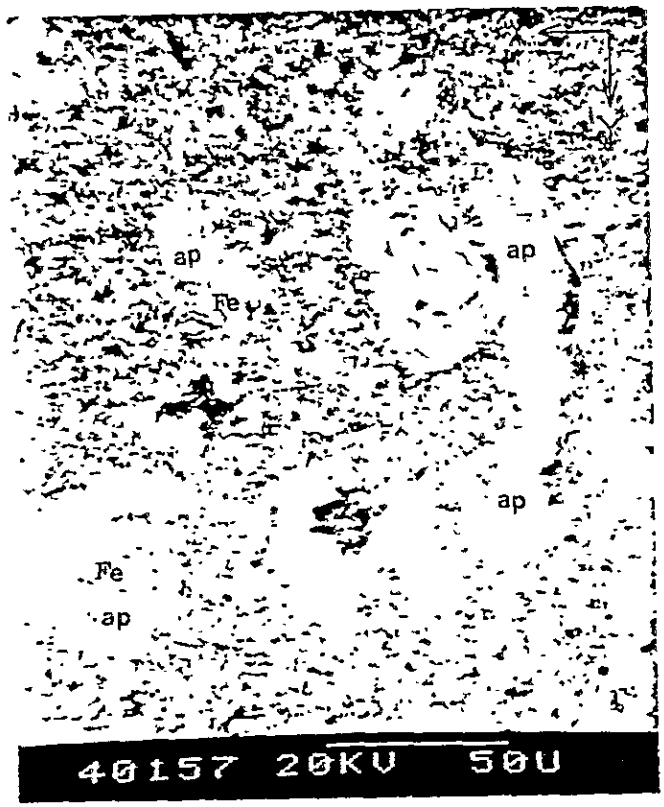
PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION PLANT

F		0.23
Cl	Scale: X220	0.001
CO_2		0.16

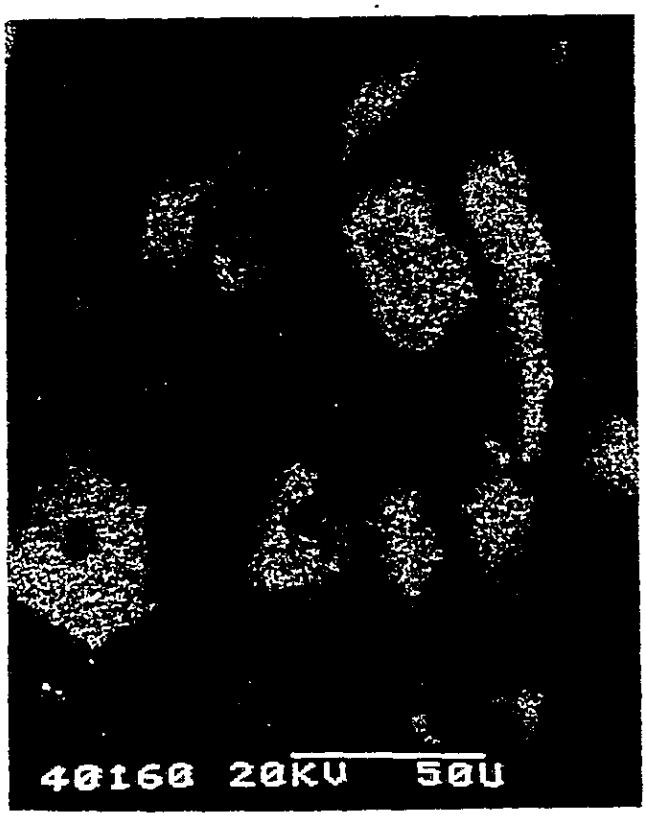
Scale: X220

Figure IV-3(2) Electron Probe Micro Analyzer Observation of Phosphate Rock, HIPASAM, Sierra Grande, Argentine

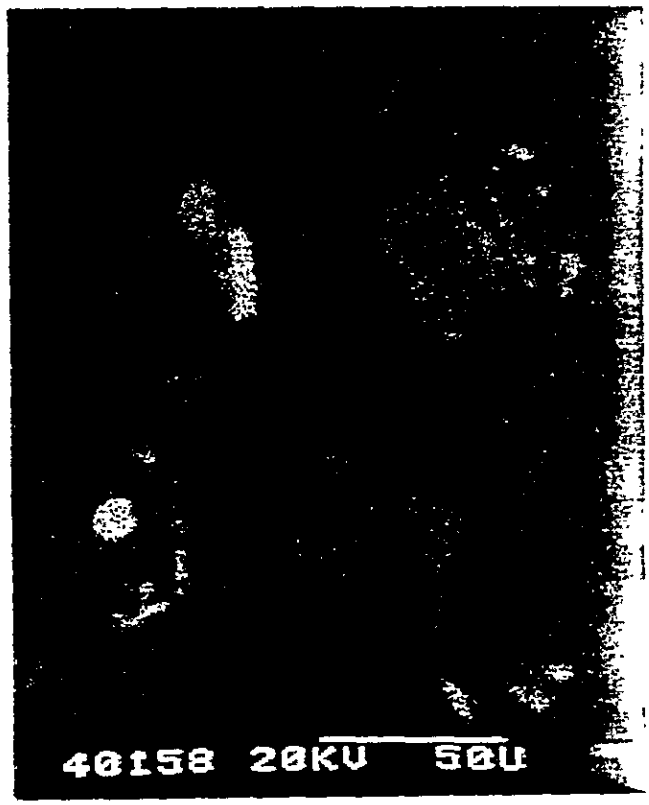
Microscope, Single Nicol
Scale: X-220



Secondary Electron Image

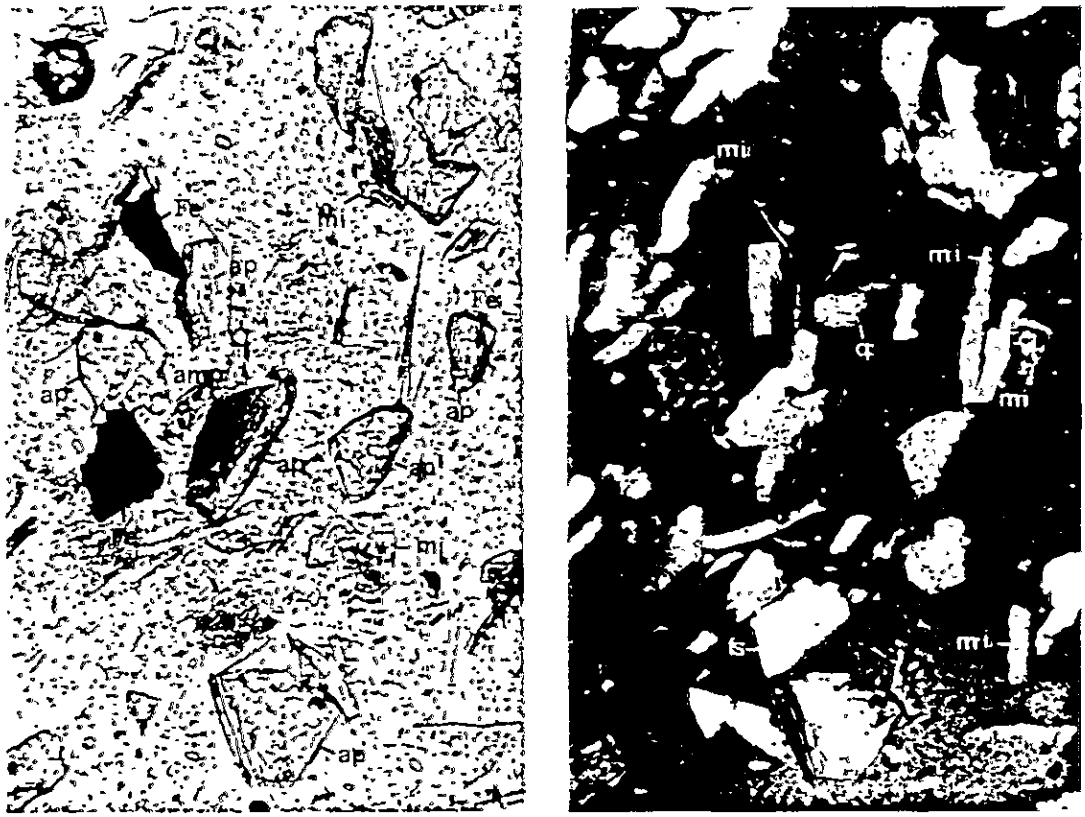


X-Ray Image, P-K alpha



X-Ray Image, Fe-K alpha

Figure IV-3(3) Microscope Observation of Phosphate Rock, SSAB, Grängesberg, Sweden



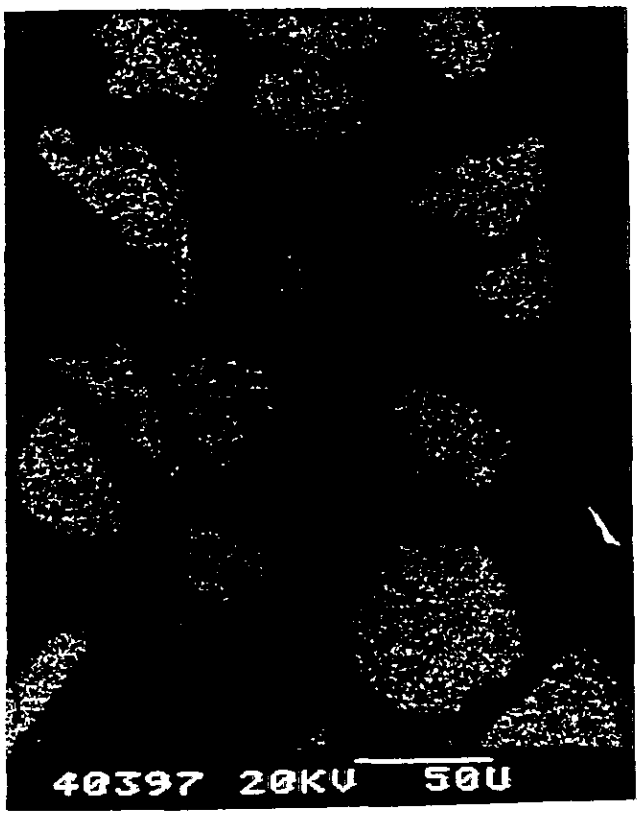
Scale: X220

Scale: X220

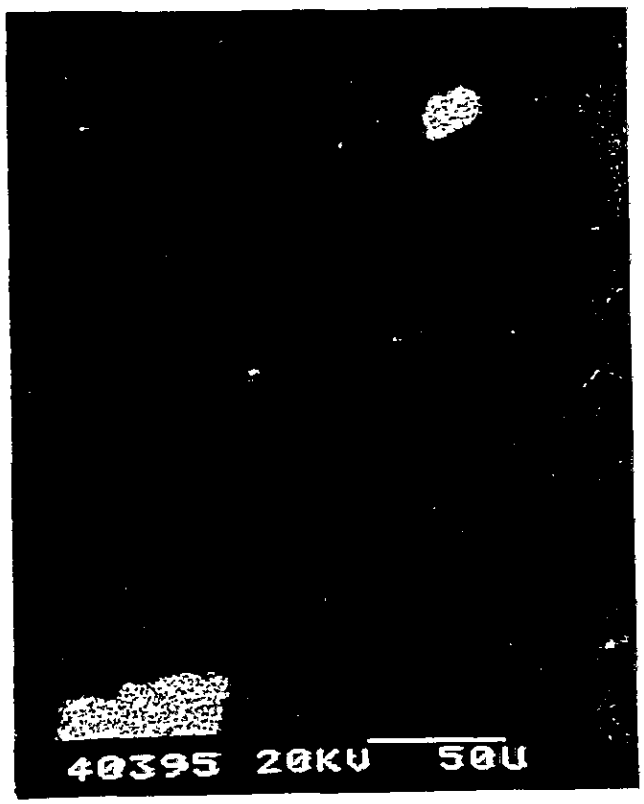
Figure IV-3(4) . Eletron Probe Micro Analyzer Observation of Phosphate Rock, SSAB, Grängesberg, Sweden

Microscope, Single Nicol
Scale: X-220

Secondary Electron Image



X-Ray Image, P-K alpha



X-Ray Image, Fe-K alpha

第 V 編

燐鉱石濃縮工場および燐酸肥料工場計画の技術的検討

第 V 編

燐鉱石濃縮工場および燐酸肥料工場計画の技術的検討

第1章 緒　　論

アルゼンティン共和国燐酸肥料計画調査の技術的検討は、燐鉱石濃縮工場計画（PR-1）およびこの工場で生産される燐鉱石を中間原料とし、これに副原料を加え更に加工する燐酸肥料工場計画（PF-1 より PF-7）にてアルゼンティン共和国に最も適した燐酸肥料を製造する 2 つの工場を統合した工場計画の概念設計を行ない、統合計画の財務分析および経済評価の基礎資料を提供する。

燐鉱石は HIPASAM, Sierra Grande の鉄鉱石濃縮工場の尾鉱であるが、その鉱物物生の特殊性のため得られる燐鉱石は不純物としての鉄分濃度が高く、これを原料とする燐酸肥料製造技術については従来の燐酸肥料工場の操業実績より推定出来る範囲外にあると判断されたため、各種燐酸肥料代替案につき評価試験を行ない、その試験結果を参考にて工場の概念設計を実施した。

概念設計の前提として、工場建設用地の選定および燐酸肥料代替案の選定を行なう必要があるが、燐酸肥料製造の技術的問題、製品燐酸肥料の品質評価および副原料供給性などにつき半定量的比較検討を行ない、2 工場統合の概念設計は 2 Cases についてのみ実施し、最終案は財務分析により選定することとした。

工場建設予定地の代替案は 3 地点（PS-1, PS-2, PS-3）につき比較検討を行ない、また燐酸肥料代替案については 7 種（PF-1 より PF-7）についての比較検討を行なった。

工場規模については、燐鉱石濃縮工場原料の供給性より燐鉱石年間生産および消費量を 100,000 TPY とする 1 ケースのみ可能である。工場の年間操業は稼動可能日数 330 DPY [illegible] し 90 %、即ち 297 DPY を基準とすることとした。

(1) 工場建設予定地代替案

記　号	地　　名	略　号
PS-1	Sierra Grande, Río Negro, Argentine	SG
PS-2	San Antonio Oeste, Rio Negro, Argentine	SAO
PS-3	Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentine	BB

(2) 燐鉱石濃縮工場代替案

記　号	工場計再名	略　号
PR-1	燐鉱石濃縮工場 Phosphate Rock Concentration Plant	PR

(3) 燐酸肥料工場代替案

記　号	工場計画名	略　号
PF-1	微粉燐鉱粉肥料 Granular Ground Phosphate Rock	GGPR
PF-2	熔成燐肥 Fused Magnesium Phosphate	FMP
PF-3	過燐酸石灰肥料 Single Super Phosphate	SSP
PF-4	重過燐酸石灰肥料 Triple Super Phosphate	TSP
PF-5	燐酸一アンモニウム肥料 Monoammonium Phosphate	MAP
PF-6	硝酸化成および硝酸アンモニウム・カルシウム肥料（アンモニア輸入） Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate	NP/CAN
PF-7	硝酸化成および硝酸アンモニウム・カルシウム肥料（アンモニア製造） Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate	NP/CAN

第2章　工場建設予定地と工場概念設計条件

2.1　工場建設予定地

燐鉱石濃縮工場（PC）および燐酸肥料工場（PF）計画の工場建設予定地については原料、副原料調達輸送、用役供給および製品肥料輸送などの条件を考慮し、アルゼンティン共和国南部の原料尾鉱供給地 Sierra Grande 近辺の次の3地点より最適立地を求める。

—Sierra Grande, Río Negro　：（PS-1）
—San Antonio Oeste, Río Negro　：（PS-2）
—Bahía Blanca, Buenos Aires　：（PS-3）

燐鉱石濃縮工場予定地について、原料となる Non-Magnetic Tails は HIPASAM, Sierra Grande で生産され、その使用量は年間 921,621 TPY の原料が固形分 4.0 %のスラリーで供給される。中間原料燐鉱石は 100,000 TPY に濃縮されるので、特別の理由がないかぎり Sierra Grande（PS-1）に工場建設地を選定するのが最適である。この工場からは年間 921,621 TPY の尾鉱を副産するが、この処理については、HIPASAM Sierra Grande の Laguna Blance に現状と同様放流することが出来る。今後更にその有効利用法を研究することにより、この尾鉱（鉄分が濃縮され、燐酸分濃度が低下し、かつ微粉砕されている）を現設の鉄鉱石濃縮工場に供給し、鉄鉱石の増産を行なうことも期待される。このため Sierra Grande（PS-1）以外に工場建設を行なうのは経済的でない。

一方、燐酸肥料工場については、本調査では7種類の製品代替案を検討することになっているが、そのうちのあるものは Córdoba などアルゼンティン共和国の北部より大量の蛇紋岩原料を運送したり、あるいは San Antonio Oeste（PS-2）、Bahía Blanca（PS-3）などの港を通じ原料を輸入することになる。また、製品燐酸肥料の主要消費市場は Sierra Grande（PS-1）の北方の Bahía Blanca 周辺部であるため、原料と製品が同一径路を南北に往復することになり、Sierra Grande 以北に立地を求めた方が経済的である。また工場建設用の機器はアルゼンティン共和国内の調達および海外からの輸入双方ともに、Buenos Aires, Bahia Blanca（PS-3）あるいは San Antonio Oeste（PS-2）などを通じて Sierra Grande（PS-1）に搬入されることになる。

工場建設予定地3地点の比較について、まず Sierra Grande（PS-1）は鉄鉱石濃縮工場が操業を行なって居り、インフラストラクチュアー、用役供給設備なども完備している利点がある。住民人口も 10,000 人以上あり住居環境も良好である。唯一の問題点は、用水供給に限度があることである。燐鉱石濃縮工場用の用水供給については、用水使用の節減および新規小規模の水

源確保により供給は可能と判断されるが、大量の用水を消費する燐酸肥料工場立地としては用水供給余力の点で不適当である。Sierra Grande 立地のもう一つの問題は燐酸肥料消費地より遠隔地であることである。 Sierra Grande に立地する場合は HIPASAM の現設工場内あるいはその周辺が適当である。

San Antonio Oeste (PS-2) は Sierra Grande (PS-1) より北方 134 km に位置し、新しく建設された San Antonio Oeste 港の燐接地が新規工場用地として適している。San Antonio Oeste 港は果実および果実ジュースの輸出基地として建設されたもので、用役供給、鉄道、道路および海運など運輸面の条件は良いが、インフラストラクチュアーの整備は不充分である。しかし、San Antonio Oeste 港燐接地に SIDERSUR が 550,000 TPY の還元鉄工場の建設計画を有し、800 m×1,000 m の用地確保の申請手続きを行なっているので、SIDERSUR 工場の完成予定の 1989 年にはインフラストラクチュアーも完備するものと判断される。用水、電力、天然ガスの供給も充分である。San Antonio Oeste 地区は充分な工場用地があり、現時点で Site を同定する必要はない。SIDERSUR の工場建設に応じ、その周辺部に用地は確保可能である。San Antonio Oeste の人口は 9,000 である。

Bahía Blanca (PS-3) は、Sierra Grande (PS-1) より更に北東に 528 km の距離に位置する人口 180,000 の大都市である。Bahía Blanca は一大商業港を有するとともに大規模石油化学工場、化成肥料工場、機械工場もあり、大規模工業団地も整備され、用役供給およびインフラストラクチュアーも完備している。燐酸肥料工場用地としての Bahía Blanca の利点は、工場機器および肥料製造原料輸入に便があり、更に製品燐酸肥料の消費地に極めて近接して居ることである。Bahía Blanca 地区も充分なる工場用地があり、現時点で Site を同定する必要はない。Bahía Blanca のもう一つの利点は、天然ガス供給については、Tierra del Fuego 及び Santa Cruz 南部のガス田より来る南天然ガスパイプライン (Gasoduct del Sur) および Neuquén のガス田より来る西パイプライン (Gasoducto del Oeste) の双方より天然ガスの供給を受けられる利点があるが、価格的には Sierra Grande (PS-1) および San Antonio Oeste (PS-2) が Río Negro に位置し、天然ガス価格の Zona IV に対し、Balía Blauca は Zona III であり、その価格比は 1.467 (88/60) と割高である。

この 3 地区の詳細なサイト条件は Table V-1 に整理して示した。Table V-1 には地理学的条件、気象条件、土質条件、用役供給、インフラストラクチュアー条件、鉄道、道路輸送条件、近接港湾条件および各種の投融資条件について比較を行なって居る。

尚、San Antonio Oeste の土質条件については San Antonio Oeste 港建設の経験より地耐力が小さいことが判明して居り、SIDERSUR 製鉄工場の予定工場建設工事の状況より、今後検討を行なうことが必要である。

2.2 工場概念設計条件

燐鉱石濃縮工場 (PC-1) およびここで濃縮同収される燐鉱石を原料とする燐酸肥料工場 (PF-1 より PF-7) の各工場建設予定地 (PS-1, PS-2 および PS-3) の概念設計条件を Table V-2 に示す。同表には、プロセス設計用の気象および用役供給条件および工場建設費推定の土質条件を示した。このうち燐鉱石濃縮工場 (PC-1) の建設予定地は Sierra Grande (PS-1) に限定される。

また、燐鉱石濃縮工場の原料である HIPASAM, Sierra Grande の鉄鉱石濃縮工場の尾鉱である Non-Magnetic Tails の供給条件を Table V-3 に、更に燐鉱石濃縮工場の製品であり、燐酸肥料工場の原料である燐鉱石の供給条件を Table V-4 に示した。

第3章　燐鉱石濃縮工場の概念設計（PC-1, PR）

燐鉱石濃縮工場の概念設計は、1983年10月3日にHIPASAM, Sierra Grandeの鉄鉱石濃縮工場にて採取したNon-Magnetic Tailsの代表サンプル500 kgについて実施した燐鉱石濃縮試験と鉱物学的検討結果およびSwedenにて既にMagnetiteの濃縮工場尾鉱より浮選にて燐鉱石を濃縮回収している工場操業実績を参考に行なった。

燐鉱石濃縮試験および鉱物学的検討した結果は、本報告書第IV編に示した如く、Sierra GrandeとSwedenでは鉱物学的にも著しい相違点が認められ、燐鉱石濃縮条件はSierra Grandeの方が悪い。

Sierra Grande尾鉱からの燐鉱石濃縮の成績は(1) P_2O_5 回収率、(2)製品の P_2O_5 濃度および(3)製品中に残存するFe濃度の3指標で評価されるが、実験室的試験の結果では浮選にて P_2O_5 回収率55.5％、製品燐鉱石品位は P_2O_5：35.65％、Fe：5.80％の成績が得られ、工場概念設計の基礎条件として合理的な水準にあると判断された。

これを更にHGMS処理により残存鉄分の除去を試みた結果、燐鉱石品質は P_2O_5：39.55％、Fe：1.84％の製品が得られたが、総合 P_2O_5 回収率は22.0％に止まり、実用的では無いと判断された。

燐鉱石濃縮工場こ概念設計は、工場立地はSierra Grande (PS-1)、年間921,620.7 TPYの尾鉱を受け入れ、100,000 TPYの製品燐鉱石を P_2O_5 回収率、54.64％で達成するものとした。

概念設計の詳細は本報告書のAnnex V-1に示してある。その概要はNon-Magnetic TailsをThicknerで濃縮し、尾鉱を粉砕した後精浮選と5段の精浮選により燐鉱石を濃縮回収するもので、更に残存水分を濾過および乾燥により除去し、粉状の燐鉱石製品とするもので、同時に821,620.8 TPYの尾鉱を副生する。

燐鉱石濃縮工場の主要設備として次のものが含まれる。

Process Plant ;	
—Phosphate Rock Concentration Plant	336.7 TPD
Utility Plant ;	
—Electric Power Distribution	6,000.0 kWh/h
—Raw Water Supply	50.0 TPH
—Others	—
Storage and Material Handling Facility ;	
—Phosphate Rock Storage	5,000 Ton
—Phosphate Rock Loading	80 TPH
Auxiliary Facility ;	
—Administration Building	500 m^2
—Maintenance Shop and Storage	1,000
—Others	—

この様な設備操業に必要な原料および用役は次の如く計算される。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production ;			
—Phosphate Rock, Bulk, Ton	1.00	14.03	336.7
Consumption ;			
—Non-Magnetic Tails, Dry Solid, Ton	9.21	129.29	3,103.1
—Raw Water, Ton	0.78	11.00	264.0
—Electric Power, kWh	338.58	4,750.00	114,000.0
—Natural Gas, MMBTU-LHV	0.55	7.72	185.2
—Chemicals, USD-1983	12.50	175.36	4,208.7

本設備は原料微粉砕に要する電力消費が高く、浮選用の化学薬品にも資用を要することが特徴的である。

本設備の用地としてSierra GrandeのHIPASAM工場隣接地に約40,000 m²の敷地が必要であり、工場着工から完工まで２４ケ月を要し、工場建設のBase Project Cost-1983はUSD 33.65MMまた工場操業のためには約238名の職員が必要となる。概念設計の詳細についてはAnnex V-1に記した。

第4章　燐酸肥料製品代替案と燐酸肥料工場の概念設計

4.1　燐酸肥料代替案の設定

アルゼンティン共和国の HIPASAM, Sierra Grande の鉄鉱石濃縮の尾鉱である Non-Magnetic Tails より回収される燐鉱石の P_2O_5 含有量は 36.65 %で高品質の燐酸塩資源と結論されるが、鉄残存濃度は Fe として 5.80 %に達し、燐鉱石中の不純物で燐酸肥料製造の妨害要素である鉄、アルミニウムおよびマグネシウム酸化物濃度は合計で 10.09 %である。

一方、国際貿易の対象である燐鉱石品位は P_2O_5 で 30 %以上、また上記不純物で 3.0 %以下が一般に受けいれられている基準である。したがって従来広く行なわれている燐酸肥料製造技術はこの様な低不純物含有燐鉱石を基準に製造条件、原料用役原単位、製品品質評価および工場建設費の積算が行なわれているため、本調査では小規模濃縮試験により製造した 15 kg の燐鉱石代表サンプルについて各種燐酸肥料製造の評価試験を行ない燐酸肥料工場設備の概念設計を行ない燐酸肥料製品代替案の選定を行なった。

燐酸肥料の一般的製造法は燐鉱石を主原料、硫酸を副原料として燐鉱石中のアルシウム分を石膏として固定し、溶解性の高い燐酸肥料を製造するもので、この製法による燐酸肥料としては次のものがある。

一過燐酸石灰	SSP	：	PF−3
一重過燐酸石灰	TSP	：	PF−4
一燐酸一アンモニウム	MAP	：	PF−5

これらはいずれも硫酸を原料とするものであるが、TSP および MAP の製造のためには中間原料として湿式燐酸を製造することが必要である。アンゼルティン共和国には硫酸供給の余力はなく、また国産の硫黄資源供給も不充分であるため、輸入硫黄を原料として硫酸製造を行なうことになる。

また、原料燐鉱石は微粉であるためこれを粒状化した Hyperphosphate に類似した粒状微粉燐鉱石肥料の可能性についても調査した。また、燐酸肥料製造には電気炉あるいは燃焼炉で高温処理する方法もある。代表的例として熔成燐肥があり本調査の製品代替案として国産蛇紋岩を副原料とし天然ガス燃焼法の熔成燐肥を取りあげ製造可能性につき検討することとした。

—粒状微粉燐鉱石肥料　GGPR　：　PF—1
—熔成燐肥　FMF　：　PF—2

一方燐酸肥料製造には硝酸により燐鉱石を分解し、冷却により硝酸カルシウムとして燐鉱石中のカルシウムを除去し熔解性の高い燐酸肥料とする硝酸化成肥料がある。この場合、アルゼンティン共和国には硝酸の供給余力はなく、硝酸の原料であるアンモニアについても供給余力がないため、硝酸化成肥料については、アンモニアを輸入する場合とアルゼンティン共和国の豊富な天然ガスを原料とし、アンモニアおよび硝酸製造を行なう場合の2ケースにつき検討を行なうこととした。硝酸化成は肥料成分的には燐酸肥料より窒素肥料としての性格が強い。副産窒素肥料については硝酸アンモニウム・カルシウムについて検討したが硝安の製造も可能である。

—硝酸化成肥料（アンモニア輸入ケース）NP／CAN：　PF—6
—硝酸化成肥料（アンモニア製造ケース）NP／CAN：　PF—7

これらの燐酸肥料代替案による製品評価はアルゼンティン共和国の肥料規格(IRAM)に規定されている分析法によるものとし、その概要は Table III—6 に示した。

燐酸肥料代替案について上記7種を取り上げ技術的、経済的比較を行なったが、燐鉱石濃縮工場と7種の燐酸肥料工場の総合的関連を Figure V-1 に示した。同表には技術検討の結果を参照し原料燐鉱石および製品燐酸肥料の量的関係を明示した。燐酸肥料工場計画（PF—1より PF—7）については工場建設予定地（PS—1より PS—3）との関連についても併行して検討することが必要である。Figure V-2 に各代替案のプロセス・スキームについて説明図を示した。

4.2　燐酸肥料製造試験

HIPASAM, Sierra Grande の鉄鉱石濃縮工場の Non-Magnetic Tails より濃縮回収される燐鉱石の燐酸肥料原料としての特性は次の6点に集約される。

(a)　P_2O_5 濃度は充分に高い。
(b)　不純物として Fe 含量が高い。
(c)　不純物 Fe のうち Fe(II)の割合が高い。
(d)　微粉末である。
(e)　不純物有機物含量は低い。
(f)　酸との反応性は低い。

上記(b)、(c)、(d)は国際貿易の主要燐鉱石である海洋性燐鉱石あるいはSwedenの鉄鉱石濃縮尾鉱より濃縮回収される燐鉱石との比較において特異的であり、従来の経験のみから燐鉱石評価は出来ない。

これらの特性のため総ての燐酸肥料についてその技術的評価試験を実施することが必要であった。燐酸肥料製造試験は次の肥料会社により行なわれたが、試験法については公平および中立性について注意しているため本計画調査の概念設計はこれらの肥料会社のライセンス技術に限定されるものでではない。

(a) 日之出化学工業株式会社、日本……熔成燐肥
(b) 日産化学工業株式会社……燐鉱石の燐酸肥料特性調査、燐酸製造、燐酸濃縮、副産石膏評価、過燐酸石灰製造、重過燐石灰製造、燐安肥料製造試験
(c) Norsk Hydro sa, Norway……硝酸化成肥料製造試験

(1) 熔成燐肥製造試験（FMP）

熔成燐肥製造試験の結果をTable V-5に示す。このTableより明確な様に製品中の$C\text{-}P_2O_5$／$T\text{-}P_2O_5$は99.6％に達し、燐鉱石中の不純物である鉄含量が高くともCitric Acid Soluble P_2O_5の高い燐酸肥料の製造が可能である。Open Hearth Furnace法により微粉燐鉱石でもそのまゝ熔成燐肥の製造が可能である。また、アルゼンティン共和国産の蛇紋岩も熔成燐肥原料として充分使用可能である。燐酸肥料製造設備の概念設計には大きな技術問題は認められないが、工場建設にあたって基礎設計条件を再確認するために燐鉱石サンプル1.0 Ton程度の製造試験を行なうことが望ましい。

(2) 燐酸製造試験

Hemihydrate／Dihydrate法による燐酸製造試験結果をTable V-6に示した。本法により燐酸製品中の残存硫酸濃度5.0％程度に高めることにより製品濃度P_2O_5；30.0％、H_2SO_4；5.0％の燐酸をP_2O_5回収率；97.5％で製造することが可能であると結論される。石膏の結晶についてはFigure V-3に顕微鏡写真を示す。石膏の濾過性も良好であり、石膏品質も比較的良好である。

この試験結果より燐酸製造法のうちHemihydrate／Dihydrate法とともにStraight Dihydrate法にて燐酸製造が可能と判断され、設備概念設計に大きな技術問題は認められない。しかし、Direct Hemihydrate法製法は製品燐酸の粘度が高いことより不適当と推測される。

工場建設にあたって、基礎設計条件を再確認するため、燐鉱石サンプル 1.0 Ton 程度を使用する製造試験を行なうことが望ましい。

(3) 燐酸濃縮試験

燐酸製品は一般に P_2O_5；30 %濃度の Filter Acid を P_2O_5；40〜54 %に濃縮し、重過燐酸石灰（TSP）あるいは燐酸一アンモニウム（MAP）の製造に供される。

燐酸液の濃縮試験を実施したが、試験的には P_2O_5；47 %濃度まで濃縮可能であったが、燐酸液粘度の上昇およびスラッジの生成より P_2O_5；40 %程度が濃縮の工業的上限であると判断された。

濃縮条件は温度 90°C、真空度は(−)0.855 ata である。生成スラッジは 24 時間後で 1.10 %であるが、Post-Precipitate も多い。燐鉱石中の鉄分の 98 %は燐酸に移行し、燐酸液の濃縮により燐酸第一鉄および硫酸第一鉄の複塩としてスラッジを形成するものと推定される。燐酸製造および濃縮の P_2O_5回収率は 97.0 %である。

(4) 過燐酸石灰（SSP）、重過燐酸石灰（TSP）および
燐酸一アンモニウム（MAP）製造試験

過燐酸石灰の製造試験は硫酸と燐鉱石を 90°Cの温度で 1 時間混和反応させた後、50°Cで 7 日間熟成させる条件で物性変化と製品の品質を調査した。

原料燐鉱石の反応性は低く、反応物は Slurry 状を呈し、常法の過燐酸石灰の製造プロセスをそのまゝ適用することは出来ないことが判明した。製品の品質については、Av-P_2O_5／T-P_2O_5 は 78 %、また W-P_2O_5／T-P_2O_5は 52 %であり一般に過燐酸石灰に比し品質は大幅に低く、遊離燐酸濃度も高い。また反応時に亜硫酸ガスの発生が認められ原料燐鉱石に含まれている第一鉄との酸化反応のためと推定された。

重過燐酸石灰の製造試験は濃縮燐酸液（P_2O_5；40 %）と燐鉱石を 90°Cの温度で 1 時間混和反応させた後、50°Cで 7 日間熟成させる条件で物性変化と製品の品質について調査した。

原料燐鉱石の反応性は低く、反応物は Slurry 状を呈し常法の重過燐酸石灰の製造プロセスをそのまゝ適用することは出来ないことが判明した。製品の品質については Av-P_2O_5／T-P_2O_5 は 70.8 %、また W-P_2O_5は 65.5 %であり、一般の重過燐石灰に比し品質は大幅に低く、遊離

Auxiliary Facility;

—Administration Building	750 m²
—Maintenance Shop and Storage	1,000
—Others	

また、上記設備操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production;			
—Granular Grouond Phosphate Rock, Bulk, Ton	1.00	14.5	347 4
Consumption;			
—Phosphate Rock (P_2O_5 ; 35.65 %)、Ton	0.96	13.9	333.3
—Potassium Chloride (W-K_2O ; 60.00 %)、Ton	0.05	0.7	17.7
—Electric Power, kWh	42.50	615.2	14,764.5
—Water, Ton	0.16	2.3	55.6
—Steam, Ton	0.01	0.2	4.5
—Natural Gas, MMBTU-LHV	0.48	0.9	165.0

この燐酸肥料(GGPR)製造に要する設備投資および副原料使用量はともに小さい利点があるが、製品品質が低い欠点がある。原料と製品の重量差も小さく用役使用量も僅かであり工場立地としては Sierra Grande (PS-1), San Antonio Oeste (PS-2)および Bahía Blanca (PS-3)のいずれでも条件は大きな差はない。工場用地敷地は 50,000 m²である。

概念設計の詳細は Annex V-2 に示した。

(2) 熔成燐肥工場の概念設計 (PF-2、FMP)

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した熔成燐肥製造試験結果および日本の熔成燐肥工場の操業実績より工場の概念設計を行ない、本報告書の AnnexV-3 に示した。

常法製造法により技術上は特に問題はないが、原料燐鉱石の微粉末であることに注意し、副原料の蛇紋岩との均一混合を計ることが必要である。製品中の P_2O_5は 20.68 %、C-P_2O_5／T-P_2O_5は 98.2 %、F-P_2O_5／T-P_2O_5は 44.8 %である。

概念認計は原料燐鉱石を年間100,000 TPY受け入れ、製品のFMPを168,993 TPY製造するものとし、工場の主要設備としては次のものが必要となる。

Process Plant ;	
—Fused Magnesium Phosphate	569.0 TPD
Utility Plant ;	
—Electric Power Receiving	5,000.0 kWh/h
—Natural Gas Receiving	5.0 MMSCFD
—Raw Water Treatment	4,000.0 TPD
—Waste Water Treatment	4,000.0 TPD
Storage and Material Handling Facility	
—Phosphate Rock	10,000 Ton
—Product	60,000
—Product Bagging	160 TPH
Auxiliary Facility	
—Administration Building	750 m^2
—Maintenance Shop and Storage	1,000
—Others	—

また、この工場設備操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production ;			
—Fused Magnesium Phosphate,	1.00	23.71	569.0
Consumption ;			
—Phosphate Rock (P_2O_5 ; 35.65 %)、Ton	0.59	14.0	336.7
—Serpentine (Mgo ; 35.60 %) Ton	0.51	12.0	289.0
—Electric Power, kWh	155.50	3,674.7	88,193.8
—Raw Water, Ton	5.60	132.8	3,186.4
—Natural Gas, MMBTU LHV	6 05	143.4	3,442.4
—Brick for Repair, Ton	0.01	0.2	5.7
—Lime for Waste Water Treatment, Ton	0.02	0.5	11.4
—Fertilizer Bag, 50 kg Net, Sheet	20.20	478.9	11,493.6

燐酸肥料(FMP)製造には燐鉱石とともに大量の蛇紋岩が必要である。蛇紋岩は Córdoba より供給され、製品燐酸肥料は Bahie Blanca を中心とする農業地帯で消費されるため工場立地としては Sierre Grende (PS-1) は不適当であり、San Antonio Oeste (PS-2) あるいは Bahía Blanca (PS-3) が経済的である。

工場の概念設計は Annex V-3 に示した。工場所要面積は 50,000 m²である。

(3) 過燐鉱石灰工場の概念設計 (PF-3、SSP)

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した過燐酸石灰製造試験を基礎に工場の概念設計を行ない、本報告書の Annex V-4 に示した。

原料燐鉱石を年間 100,000 TPY 受け入れ、製品 SSP を 169,884 TPY 製造する工場につき概念設計を行なった。主要プロセスプラントは能力 195.5 TPD の硫酸プラントおよび能力 572.0 TPD の粒状過燐酸石灰プラントが必要である。主要設備は次に示すものがある。

Process Plant ;	
—Sulfuric Acid	195.5 TPD
—Single Super Phosphate	572.0
Utility Plant ;	
—Electric Power Receiving	2,000 kWh/h
—Natural Gas Receiving	5 MMSCFD
—Raw Water Treatment	500 TPD
—Cooling Water Tower	14,400
—Waste Water Treatment	500 TPD
—Steam Generation	5 TPH
Storage and Material Handling Facility ;	
—Phosphate Rock	10,000 Ton
—Sulfur	2,000
—Sulfuric Acid	1,000
—Product	60,000
—Product Baagging	160 TPH
Auxiliary Facility ;	
—Administration Building	750 m^2
—Maintenance Shop and Storage	1,000
—Others	—

また、前記設備操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production :			
—Granular Single Super Phosphate, Bagged, Ton	1.00	23.84	572.0
Consumption :			
—Phosphate Rock, Ton	0.59	14.03	336.7
—Sulfur, Ton	0.12	2.75	66.0
—Electric Power, Ton	69.23	1,650.00	39,600.0
—Raw Water, Ton	4.40	105.00	2,517.8
—Natural Gas, MMBTU-LHV	—	—	—
—Fertilizer Bag, 50 kg Net, Sheet	20.20	281.46	11,554.7
—Catalysts and Chemicals, USD-1983	0.28	5.55	157.3

主要原料は燐鉱石と輸入硫黄であり、原料と製品では導要増加があるため工場立地は製品消費地に近い San Antonio Oeste (PS-2)、あるいは Bahía Blanca (PS-3) が適して居る。所要工場敷地は 50,000 m²である。概念設計の詳細を Annex V-4 に示した。

(4) 重過酸石灰工場の概念設計 (PF-4、TSP)

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した重過燐鉱石灰製造試験結果を参考に工場の概念設計を行ない、本報告書の Annex V-5 に示した。

原料燐鉱石を年間 100,000 TPY 受け入れ、製品 TSP を 72,260.1 TPY 製造する工場は主要プロセスプラントとして 191.5 TPD 能力の硫酸プラント、P_2O_5能力、81.9 TPD の燐酸プラントおよび 243.3 TPD 能力の重過燐鉱石灰プラントが必要である。主要設備は次の通りである。

Process Plant ;	
—Sulfuric Acid	191.5 TPD
—Phosphoric Acid as P_2O_5	81.9
—Triple Super Phosphate	243.3
Utility Plant ;	
—Electric Power Receiving	2,000 kWh/h
—Natural Gas Receiving	5 MMSCFD
—Raw Water Treatment	2,000 TPD
—Cooling Water Tower	14,400
—Waste Water Treatment	1,000 TPD
—Steam Generation	5 TPH
Storage and Material Handling Facility ;	
—Phosphate Rock	10,000 Ton
—Sulfur	2,000
—Sulfuric Acid	1,000
—Product	26,000
—Product Bagging	70 TPH
Auxiliary Facility	
—Administration Building	1,000 m^2
—Maintenance Shop and Storage	2,400
—Others	—

また、前記設備操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production ;			
—Granular Triple Super Phosphate, Bagged, Ton	1.00	10.14	243.3
Consumption ;			
Phosphate Rock, Ton	1 38	14.03	336.7
- Sulfur, Ton	0.26	2 64	63.3
—Electric Power, kWh	139.74	1,416.66	37,000 0
-Raw Water, Ton	6.37	64.58	1,550.0
Fertilizer Bag, 50 kg Net, Sheet	20.20	204.78	4,914 7
-Catalysts and Chemicals, USD	0.27	2 73	65.5

主要原料は燐鉱石と輸入硫黄であり、原料と製品では重量減少（石膏の副産）があるため、工場立地は主原料燐鉱石の供給地である Sierra Grande (PS 1) が経済的である。工場の所要敷地面積は 97,500 m²である。

(5) 燐酸一アンモニウム工場の概念設計（PF-5、MAP）

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した燐酸製造、濃縮およびアンモニア中和試験結果を参考に工場の概念設計を行ない、本報告書の Annex V－6 に示した。

原料燐鉱石を年間 100,000 TPY 受け入れ、製品 MAP を 7,408.6 TPY 製造する工場は主要プロセスプラントとして 269.7 TPD 能力の硫酸プラント、P_2O_5 能力 115.3 TPD の燐酸プラントおよび 234.8 TPD 能力の粒状燐酸一アンモニウム工場が必要である。主要所要設備を次に示す。

Process Plant ;

—Sulfuric Acid	269.7 TPD
—Phosphoric Acid	115.3
—Monoammonium Phosphate	234.8

Utility Plant ;

—Electric Power Receiving	2,000 kWh/h
—Natural Gas Receiving	5 MMSCFD
—Raw Water Treatment	3,000 TPD
—Cooling Water Tower	19,200
—Waste Water Treatment	3,000 TPD
—Steam Generation	5 TPH

Storage and Material Handling Facility ;

—Liquid Ammonia	2,000 Ton
—Phosphate Rock	10,000
—Sulfur	3,000
—Sulfuric Acid	19,200
—Phosphoric Acid, P_2O_5	600
—Product	14,000
—Product Bagging	65 TPH

Auxiliary Facility ;

—Administration Building	1,000 m^2
—Maintenance Shop and Storage	2,400
—Others	—

また、前記設備操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production ;			
—Granular Monoammonium Phosphate, Bagged, Ton	1.00	10.16	243.8
Consumption ;			
—Phosphate Rock, Ton	1.84	14.03	336.7
—Liquid Ammonia, Ton	0.13	1.30	31.2
—Sulfur, Ton	0.37	3.76	90.2
—Electric Power, kWh	180.49	1,833.46	44,003.0
—Raw Water, Ton	6.60	67.08	1,609.0
—Fertilizer Bag, 50 kg Net, Sheet	20.20	205.20	4,927.7
—Catalysts and Chemicals, USD-1983	0.386	3.92	94.0

主要原料は燐鉱石、輸入液体アンモニアおよび輸入硫黄である。原料と製品では重量減少があるが、一方輸入原料量も高く、特に液体アンモニアの輸送費用が高いため工場立地は Sierra Grande (PS-1)、San Antonio Oeste (PS-2) および Bahía Blanca (PS-3) のいずれも経済性に大きな差はない。したがって計画の財務分析には Banhía Blanca を工場立地とした。工場の所要敷地面積は 97,500 m²である。

工場操業に要する職員は 298 名、設備建設の Base Project Cost (BPC-1983) は USD 46.44 MM を要し、工場建設完了は工場建設業務契約より 30 ケ月、また商業生産開始まで 36 ケ月を要する。概念設計の詳細は Annex V-6 に示した。

(6) 硝酸化成肥料工場の概念設計 (PF-6、NP/CAN)

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した硝酸化成肥料製造試験結果を基礎に工場の概念設計を行ない、本報告書の Annex V-7 に示した。

原料燐鉱石を年間 100,000 TPY および輸入液体アンモニアを年間 90,882 TPY 受け入れ、年間 163,676.7 TPY の硝酸化成肥料 (NP) および年間 139,708.8 TPY の副産硝酸アンモニウム・

カルシウム (CAN) を製造する工場は、主要プロセスプラントとして 151.1 TPD の炭酸ガス回収プラント、534.0 TPD の硝酸プラント、551.1 TPD の硝酸化成肥料プラントおよび 470.4 TPD の硝酸アンモニウム・カルシウムプラントが必要であり、主要所要設備は次の通りである。

Process Plant ;	
—Carbon Dioxide Recovery	115.1 TPD
—Nitric Acid	534.0
—Nitrophosphate	551.1
—Calcium Ammonium Nitrate	470.4
Utility Plant :	
—Electric Power Receiving	9 MW
—Natural Gas Receiving	5 MMSCFD
—Raw Water Treatment	6,000 TPD
—Water Polisher	2,000
—Cooling Water Tower	7,000 TPH
—Steam Generation	45
—Waste Water Treatment	6,000 TPD
Storage and Material Handling Facility ;	
—Phoosphate Rock	10,000 Ton
—Product-NP and CAN	105,000
—Product Bagging	280 TPH
—Ammonia, Port Area	10,000 Ton
, Plant Site	1,000
—Nitric Acid	9,000
Auxiliary Facility	
—Administration Building	1,000 m²
—Maintenance Shop and Storage	2,500
—Others	—

この設備の操業に必要な原料および用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production			
—Nitrophosphate, Ton	0 5395	22.96	551.1
—Calcium Ammonium Nitrate, Ton	0.4605	19.60	470.4
—Calcium Carbonate, Ton	(0.0947)	(4.03)	(96.7)
Average (23.19-11.22-0.0)、Bagged, Ton	1.00	42.56	1,021.5
Consumption :			
—Natural Gas, MMBTU-LHV	2.73	116.20	2,788.8
—Liquid Ammonia, Ton	0.30	12.75	306.0
—Phosphate Rock, Ton (P_2O_5 35.65 %)	0.33	14.03	336 7
—Catalyststt and Chemicals, USD-1963	0.78	33.38	801.0
—Diatomaceous Earth, Ton	0.0047	0.20	4.8
—Silica, Ton	0.002	0.09	2.1
—Coating, Ton	0.0002	0.01	0.2
—Monoethanol Ammone, Ton	0.000086	0.003	0.08
—Raw Water, Ton	5.474	232.98	5,591.5
—Electric Power, kWh	174.13	7,411.00	177,864.0
—Fertilizer Bag, 50 kg Net. Sheet	20.20	859.70	20,632.8

主要原料は燐鉱石と輸入液体アンモニアであり、原料と製品では著しい重量増加であるので、工場立地は Sierra Grande (PS-1)、あるいは San Antonio Oeste (PS-2) より肥料消費地に近い Bahía Blanca (PS-3) が経済的である。工場敷地面積は 135,000m²である。概念設計の詳細は Annex V-7 に示した。

(7) 硝酸化成肥料工場の概念設計（PF-7、NP/CAN）

燐鉱石濃縮試験により得られた燐鉱石サンプルを使用した硝酸化成肥料製造試験結果を基礎に工場の概念設計を行ない、本報告書の Annex V-8 に示した。

原料燐鉱石を年間 100,000 TPY 受け入れ、副原料として必要な液体アンモニア、硝酸、炭酸ガスは天然ガスより製造し、最終的に年間 163,676.7 TPY の硝酸化成肥料（NP）および年間 139,708.8 TPY の副産硝酸アンモニウム・カルシウム（CAN）を製造する工場は、主要プロセスプラントとして 303.0 TPD のアンモニアプラント、534.0 TPD の硝酸プラント、551.1 TPD の硝酸化成肥料プラントおよび 470.4 TPD の硝酸アンモニウム・カルシウムプラントが必要であり、主要設備は次の通りである。

Process Plant：	
—Ammonia	303.0 TPD
—Nitric Acid	534.0
—Nitrophosphate	551.1
—Calcium Ammonium Nitrate	470.4
Utility Plant：	
—Electric Power Receiving	20 MW
—Natural Gas Receiving	20 MMSCFD
—Raw Water Treatment	10,000 TPD
—Water Polisher	3,000
—Cooling Water Tower	9,000 TPH
—Steam Generation	20
—Waste Water Treatmest	10,000 TPD
Storage and Material Handling Facility：	
—Phosphate Rock	10,000 Ton
—Product-NP and CAN	105,000
—Product Bagging	280 TPH
—Ammonia	3,000 Ton
—Nitric Acid	9,000

Auxiliary Facility ;

—Administration Building	1,000 m²
—Maintenance Shop and Storage	2,500
—Others	—

この設備で使用する原料と用役は次の通りである。

	Production and Consumption		
	Unit Product	Hourly	Daily
Production ;			
—Nitrophosphate, Bagged, Ton	0.5395	22.96	551.1
—Calcium Ammonium Nitrate, Bagged, Ton	0.4605	19.60	470.4
—Calcium Carbonate, Bulk, Ton	(0.0947)	(4.03)	(96.7)
Average (23.19-11.22-0.0)、Bagged, Ton	1.00	42.56	1021.5
Consumption ;			
—Natural Gas, MMBTU-LHV	9.81	417.72	10.025.9
—Phosphate Rock (P_2O_5 35.65 %), Ton	0.33	12.47	336.7
—Catalystst and Chemicals , USD-1963	1 303	55.47	1,331.3
—Diatomaceous Earth , Ton	0.005	0.20	4.8
—Silica , Ton	0.002	0.09	2.1
—Coating Oil , Ton	0.0002	0.01	0.2
—Raw Water, Ton	7.058	300.40	7,210.1
—Electric Power, kWh	419.71	17,863.00	428,737.1
—Feritilizer Bag, 50 kg Net. Sheet	20.20	859.71	20,634.3

主要原料は燐鉱石と天然ガスであり、原料と製品では著しい重量増加があり工場立地は Sierra Grande(PS-1)より San Antonio Oeste (PS-2) 更に Bahía Blance(PS-3)が経済的であるが、本計画では天然ガス使用量が多いので San Antonio Oeste(PS-2)と Bahía Blanca (PS-3)の工場立地比較は天然ガスの価格差も含めて財務分析を行ない判定する。工場敷地面積は 135,000 m² である。

工場操業に要する職員は 440 名、設備建設に要する Base Project Cost (BPC-1983) は USD180.63 MM である。工場完成は工場建設業務契約より 30 ケ月、また商業生産開始まで 36 ケ月である。概念設計の詳細は Annex V-8 に示す。

第5章　工場建設予定地選定と燐鉱石濃縮および燐酸肥料工場統合計画の概念設計

5.1　工場建設予定地と燐酸肥料代替案の選定

本計画調査は HIPASAM、Sierra Grande、Río Negro の鉄鉱石濃縮工場より排出される尾鉱（特に Non Magnetic Tails）を原料として燐鉱石を製造する燐鉱石濃縮工場（PC-1）およびこの燐鉱石を中間原料とする燐酸肥料工場（PF-1 より PF-7）の2工場統合の工場計画の概念設計を行ない、その財務分析および経済評価を行なうことである。

この2工場の建設予定地については原料、用役、製品輸送などの観点より Sierra Grande(PS 1)、San Antonio Oeste（PS-1）および Bahía Blanca（PS-3）の3工場建設予定地より最適立地を求めることになる。燐酸肥料代替案については本報告書第V編第4章に説明したように原料選択を含めて7種類の燐酸肥料工場計画（PF-1 より PF-7）の概念設計を行なった。

したがって本計画の工場計画については原料、立地および燐酸肥料製品代替案について計算上は63種類の工場統合計画があることになる〔(PC)(PS)×3×(PF)(PS)×3×7〕。しかしながら燐鉱石濃縮工場の立地については用水供給の条件が満足されれば物流の観点より Sierra Giande(PS-1)以外にあり得ない。したがって統合工場計画は21種〔(PC)(PS-1)×(PF)(PS) 3×7〕より別の要因で計画を選択すればよい。

最適の統合工場計画を選択するには各計画の財務分析および経済評価の結果で判断することであるが、各計画を構成する各種要因解析により予備的選択が可能である。

予備的選択の要因としては最終製品である肥料の最終消費地までの物流に要する原料、中間原料、製品輸送経費に関する要因、最終製品の肥料製造に関する効率および最終製品の肥料として品質評価に関する要因である。

肥料製品輸送についてはアルゼンティン共和国の肥料消費の加重平均消費中心点を求めることが必要であるが、その中心点は Bahía Blanca に極めて近接していると仮定することが出来る。また製品品質については一般に既に取引きされている国際商品との比較およびアルゼンティン共和国の製品規格である IRAM との比較を行なう。

次に統合工場計画の予備的選択に検討結果を示すが工場建設予定地の選択と燐酸肥料代替案の選択は各々総合的に検討されなければならない。

(1) 原料、副原料および製品の物流経費比較

各燐酸肥料製造に関する概念設計より原料原単位を算出し、工場建設予定地による原料、副原料および製品の物流経費を製品燐酸肥料製品 1.0 Ton につき Ton-km/Ton を求めた結果を Table V-7 に示した。この計算には天然ガスについては考慮されていないが、工場予定地により天然ガス価格が相違するのでこの点は財務分析に含めて検討する。一般に肥料の様に製品単価が低い製品は物流経費が計画の経済性に及ぼす影響は大きい。

物流経費の比較は Table V-7 に示してあるが、これより工場建設予定地選択の一つの基準になる。その概要をまとめ各製品毎に最適地名と工場建設予定地間の物流費用の削減割合を示すと，

SITE ALTERNATIVES CONPARISON

Phosphate Fertiliger	Site Selection	Reduction of Ton-km/Ton、%
PF-1、GGPR	PS-3、Bahía Blanca	4.3
PF-2、FMP	PS-3、Bahía Blanca	37.4
PF-3、SSP	PS-3、Bahía Blanca	42.8
PF-4、TSP	PS-1、Sierra Grande	23.0
PF-5、MAP	PS-2、San Antonio Oeste	20.1
PF-6、NP/CAN	PS-3、Bahía Blanca	72.3
PF-7、NP/CAN	PS-3、Bahía Blanca	72.3

Table V-7 より燐酸肥料工場は肥料消費地に接近している Bahía Blanca が一般に経済的である。特に PF-6 および PF-7 の NP/CAN 製造の場合有利である。しかし TSP 製造の場合は Sierra Grande (CPS-1) また MAP 製造の場合は San Antonio Oeste (PS-2) が差はわずかであるが有利である。GGPR 製造の工場立地間の差は僅小であるため GGPR 製造の場合は燐鉱石濃縮工場の建設予定地の Sierra Grande (PS-1) に統合工場を建設するのが有利と判断される。

(2) 燐酸肥料品質評価

燐酸肥料製造試験および工場の概念設計に基づき 7 種の製品代替案の肥料品質を比較し Table V-8 に示した。同時にアルゼンティン共和国の肥料規格に定められている製品品質基準も併記した。アルゼンティン共和国の規格は IRAM に設定されているが、FMP はアルゼンテ

ィン共和国では肥料として公認されて居らず、またこの品質評価法も規定されていないため類似肥料である Thosam slag に適用される Citric Acid Soluble P_2O_5分析法が適用されると仮定した。

この Table よりアルゼンティン肥料品質規格に合致する製品は PF-2、FMP および PF-6、-7、NP/CAN の燐酸肥料であり、ほぼ合致すると判断されるのは PF-5、MAP である。PF-1、GGPR は Formic Acid Soluble P_2O_5が低く、PF-3、SSP および PF-4、TSP は Total P_2O_5が規格より高いがいずれも Water Soluble P_2O_5は低く、基準値に対し各々56.3 %および 73.8 %である。また SSP および TSP はともに遊離酸濃度も高い。PF-5、MAP については成分的に低いが規格の改訂により国内用肥料として商品化は可能と判断される。しかし Water Soluble P_2O_5および Water Soluble N ともに一般の MPP より低いことに留意すべきである。

更に Table V-9 にはこれら燐酸肥料工場計画について工場建設予定地および総合的 P_2O_5収率および各製品肥料の日産量（TPD)、年産量（TPY）および各肥料成分の年産量を比較して示した。

(3) 燐酸肥料製造原料および用役

燐酸肥料製造試験および工場の概念設計に基づき燐酸肥料製造の原料および用役使用量を Table V-10 に示した。これより明らかな様に FP-3、SSP、PF-4、TSP および PF-5、MAP 製造のためには輸入硫黄を必要とし、特に MAP 製造のためには年間約 27,000 TPY の輸入となる。

また、PF-2、FMP は Córdoba 産の蛇紋岩を副原料として輸入を必要としない利点がある。

PF-5、MAP、PF-6、NP/CAN 製造のためには輸入液体アンモニアを必要とし、特に PF-6、NP/CAN 製造のためには年間約 91,000 TPY の輸入となる。

PF-7、NP/CAN も輸入原料を必要としないことが利点である。

(4) 燐酸肥料代替案の選定

燐酸肥料代替案 7 種につき製造試験結果および工場概念設計を行ない、アルゼンティン共和国の副原料資源の供給性、農業および土壌の特殊性などを考慮し、最も適した肥料代替案を選定し燐鉱石濃縮工場（PC-1、PR、PS-1）と燐酸肥料工場（PF、PS-3）の統合工場計画について財務評価を行なうこととした。

Table V-11 に定性的評価結果を整理して示した。選定の評価基準は次の通りである；

ー国産資源の供給性と副原料輸入に要する外貨所要量
ー用役使用量
ー製品品質評価
ー製品燐酸肥料の水溶率
ー製品の物理性
ー製品の市場での販売性
ー原料燐鉱石の燐酸肥料技術への適応性
ー工場建設費

これらの評価基準により PF-5、MAP と PF-6、NP/CAN の 2 代替案を選択し、統合工場計画の概念設計を行ない、計画の財務分析を行ない最終案を選ぶこととする。

こゝに PF-2、FMP はアルゼンティン共和国の土壌 pH は塩基性地域が多いことを考慮し、技術的、資源的また製品規格上の問題点はないがアルゼンティン共和国の主体的燐酸肥料とはなり得ないと判断し、総合評価はBとした。また PF-6、NP/CAN はアルゼンティン共和国では豊富な天然ガス資源があるにもかかわらず大量の液体アンモニアの輸入が必要であることを考慮し、総合評価はBとした。

また燐酸肥料工場立地は San Antonio Oeste（PS-2）あるいは Bahía Blanca（PS-3）の両者より選ぶことになるが、両者の大きな相違点は天然ガス価格と製品の市場までの輸送距離である。ここでは Bahía Blanca（PS-3）にて代表させ、財務評価の際に天然ガス価格を含めて検討し最終案を選ぶこととする。

5.2 燐鉱石濃縮工場および燐酸肥料工場統合計画の概念設計

工場建設予定地の選択および燐酸肥料代替案選定に関する検討結果より、燐鉱石濃縮工場と燐酸肥料工場の統合計画は 2 Cases に限定することが合理的であると判断された。

この 2 Cases について図式的に Figure V-4 に示した。すなわち Case I は Sierra Grande（PS-1）立地で燐鉱石濃縮工場（PC-1、PR）にて年産 100,000 TPY の燐鉱石を生産し、これを道路輸送により Bahía Blanca（PS-3）立地の燐酸肥料工場（PF-5、MAP）に送り、燐酸一アンモニウム肥料を年産 72,409 TPY の規模で年産するもので副原料として輸入液体アンモニニアおよび硫黄を使用する。

Case IIはSierra Grande(PS 1)立地で燐鉱石濃縮工場(PC 1、PR)にて年産100,000 TPYの燐鉱石を生産し、これを道路輸送によりBahia Blanca (PS 3) 立地の燐酸肥料工場 (PF 7、NP/CAN)に送り、硝酸化成および硝酸アンモニウム・カルシウム肥料を年産303,386 TPYの規模で生産するもので、副原料として天然ガスを必要とする。

これら統合工場計画の概念設計は第V編の第4章およびAnnex Vに示したものを統合することになるので次にこの概要を説明する。

(1) 燐酸一アンモニウム肥料工場計画の概念設計

工場の技術的概念設計はAnnex V-1およびAnnex V-6に示した。この両工場の統合計画の組織と職員はTable V-12に示すように全員で517名の職員を必要とする。工場建設所要資金はTable V-13に示すようにBPC-1983でUSD 80.09 MM、また両工場建設計画はFigure V-5に示すように工場完成まで30ケ月、商業生産開始まで36ケ月を要する。

(2) 硝酸化成肥料工場計画の概念設計

工場の技術的概念設計はAnnex V-1およびAnnex V-8に示した。この両工場の統合計画の組織と職員はTable V-14に示すように全員で659名の職員を要する。工場建設所要資金はTable V-15に示すようにBPC-1983でUSD 214.28 MM、また両工場建設計画はFigure V-6に示すように工場完成までに30ケ月、商業生産開始まで36ケ月を要する。

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

Items	Project Site Alternatives		
	(PS-1) *Sierra Grande, Río Negro*	(PS-2) *San Antonio Oeste, Río Negro*	(PS-3) *Bahía Blanca, Buenos Aires*
GENERAL DESCRIPTION	*Within the Iron Ore Concentration Plant of HIPASAM*	*Close to Muell 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 abbove 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 Maximum	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	NWW	NNE
Atomospheric Pressure, ata	0.968 ± 0.003	1.999 ± 0.003	1.001 ± 0.003
Annual Evaporation, mm	750.0	750.0	750.0

Table V-1 (2) SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT, HIPASAM, ARGENTINE

Items	Project Site Alternatives		
	(PS-1) Sierra Grande, Río Negro	(PS-2) San Antonio Oeste, Río Negro	(PS-3) Bahía Blanca, Buenos Aires
SOIL CONDITION			
General Conditions	Flat (Not Developed)	Flat (Not Developed)	Flat (Developed)
Soil Structure	Silty (0.5-1.0m) Sand Stone (3.0m-)	Silty Sand	Sandy Soil
Soil Bearing Capacity, Ton/m^2 Surface Ground Rock	 20.0 100.0 (3.0m)	 15.0 (Estimate) -	 15.0 (Estimate) -
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 Río 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	AyE: 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 atg, 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 V-1 (3) SITE CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT PROJECT, HIPASAM, ARGENTINE

Items	Project Site Alternatives		
	(PS-1) Sierra Grande, Río Negro	(PS-2) San Antonio Oeste, Río Negro	(PS-3) Bahía Blanca, Buenos Aires
State High Way Connection	A 3km for Ruta 3	A 38km for Ruta 3, Ruta 251, Ruta 308 and Ruta 23	A 5km for Ruta 3, Ruta 33, Ruta 35 and A 35km for Ruta 22
Rail Road Connection	A 134km for San Antonio Oeste of EFEA	A 25km for San Antonio Oeste of EFEA	A 5km for Bahía Blanca of EFEA
Ocean Port Connection, km			
Punta Colorada (27ft, No Crane)	32.0	166.0	528.0
San Antonio Oeste (40ft, 45 Ton Crane)	134.0	2.0	394.0
Puerto Madryn (30ft, 12 Ton Crane)	144.0	278.0	672.0
Bahía Blanca (36ft, 50 Ton Crane)	528.0	394.0	10.0
Buenos Aires (27ft, 150 Ton Crane)	1,213.0	1,079.0	685.0
Air Port Connection, km	A 208km for Trelew	A 160km for Viedma (Heliport at San Antonio Este)	A 10km for Bahía Blanca
ACCOMMODATIONS			
Community	Sierra Grande	San Antonio Oeste	Bahía Blanca
Population	10,000	9,000	180,000
Hotel	Yes	Yes	Yes
School	Yes	Yes	Yes
Hospital	Yes	Yes	Yes
GroceryYes	Yes	Yes	Yes
Telecommunication	Yes	Yes	Yes
Construction Camp	(Yes)	(None)	(Yes)
INVESTMENT INCENTIVES			
Provincial Incentives			
Equity Participation	Yes	Yes	(None)
Loan Financing	Yes	Yes	(None)
Industrial Park	(None)	(None)	Yes
Utility Supply	Yes	Yes	Yes
Training Subsidy	Yes	Yes	Yes
Housing Subsidy	Yes	Yes	(None)
Research Assistance	Yes	Yes	(Yes)
Local Tax, %	-	-	-
Local Tax Holiday, year	-	-	-

Table V-2 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 Bahia 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, %	75.0	75.0	75.0
(Temperature, °C)	(30.0)	(30.0)	(30.0)
Rainfall, mm			
- Daily Maximum	60.0	60.0	60.0
Wind Velocity, km/hour	120.0	120.0	120.0
(Direction)	(SW)	(NWW)	(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	0.013	0.013	0.013
(Zone, Magnitude)	(VI, Minor)	(VI, Minor)	(VI, Minor)
Utility Supply Conditions			
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 Pomona 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/HHV	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 V-3 RAW MATERIAL CONDITIONS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION PLANT

1. Source: Non-Magnetic Tails from Magnetic Separator (Between 828/9 to 850) at Iron Ore Concentration Plant, HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro, Argentine

2. Specification:

- Analysis, Dry Weight

Fe	27.53%
Fe (II)	13.78
Fe (III)	13.75
K_2O	0.67
Na_2O	0.23
MgO	1.14
CaO	3.93
Al_2O_3	14.23
P	3.09
P_2O_5	(7.08)
SiO_2	19.29
S	2.28
F	0.23
Cl	0.001
CO_2	0.16

- Size Distribution

(+) 0.2 mm	5.0%
(÷) 0.1	15.0
(÷) 0.05	35.0
(÷) 0.02	55.0
(÷) 0.01	70.0
(÷) 0.005	75.0
(÷) 0.002	82.0
(-) 0.002	18.0

- Conditions

Pressure	1.0 ata
Temperature	10.0°C
Solid Content	4.0%
Water Content	96.0
Specific Gravity	1.03

Table V-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_2O_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_2O_3	(2.06)	(+) (0.077)
Al	1.46	Al_2O_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_2O	0.20	(+) 0.006
K	0.07	K_2O	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_2O_5	35.65%	100.0%
Nitric Acid Soluble P_2O_5	35.60	99.9
Hydrocholoric Acid Soluble P_2O_5	35.11	98.5
Citric Acid Soluble P_2O_5	7.96	22.3
Formic Acid Soluble P_2O_5	5.69	16.0
Ammonium Citrate Soluble (AV) P_2O_5 (Neutral)	0.00	0.0
Water Soluble P_2O_5	0.00	0.0

Notes:
- Sample tails (Fe=27.53%, P_2O_5=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 P_2O_5 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 V-5 FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE PRODUCTION TEST FOR PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM IRON ORE CONCENTRATION NON-MAGNETIC TAILS OF HIPASAM, SIERRA GRANDE, ARGENTINE

	Input		Output
	Raw Material Phosphate Rock	Raw Material Serpentine	Product Fused Magnesium Phosphate
(1) CHEMICAL ANALYSIS			
Total P_2O_5	35.65%	0.10%	20.61%
SO_3	0.46	0.10	-
F	1.33	0.05	0.79
SiO_2	4.24	38.50	21.40
Fe_2O_3	8.29	8.00	8.80
Al_2O_3	2.56	1.40	1.88
CaO	44.30	2.20	27.57
MgO	0.30	35.60	17.89
Ignition Loss	1.68	13.72	0.00
Origin	(Sierra Grande, Río Negro)	(Calamuchita, Córodoba)	-
(2) PHYSICAL PROPERTY			
Color	Dark Green	Gray	Dark Green
Bulk Density			
Loose	1.27	1.50	1.55
Packed	1.67	1.65	1.75
Angle of Reponse			
Dry	43.0°	32.0°	30.0°
Wet	50.0°	45.0°	45.0°
Size Distribution			
+ 1.0mm	0.0%	10.0%	15.0%
+ 0.5, (-) 1.0	0.0	30.0	30.0
+ 0.1, (-) 0.5	0.0	40.0	35.0
+ 0.01, (-) 0.1	65.0	20.0	20.0
Solubility of P_2O_5			
Total P_2O_5	35.65%	0.10%	20.68%
Nitric Acid	35.60	0.10	20.60
Hydrochloric Acid	35.11	0.10	20.30
Citric Acid	7.96	0.00	20.30
Formic Acid	5.69	0.00	9.27
Ammonium Citrate (Neutral)	0.00	0.00	13.40
Water	0.00	0.00	0.00
Citric Acid Solubility			
P_2O_5	7.96%	0.00%	20.30%
MgO	0.00	0.00	15.50
SiO_2	0.00	0.00	20.50
Total Alkalinity	-	-	50.00
Molar Ratio, MgO/SiO_2	-	-	1.25
(3) MATERIAL AND ENERGY BALANCE			
Operating Condition	-	-	1,350°C for 0.05hr
Phosphate Rock, Ton	0.580	-	-
Sepentine, Ton	-	0.498	-
Fused Magnesium Phosphate, Ton	-	-	1.00
Waste Water, m^3			3.00; F=15 ppm
Flue Gas, Nm^3			3,000; F=50 ppm
Natural Gas, MMBTU-LHV	5.67		
For Open Hearth Furnance	(5.10)		
For Product Dryer	(0.57)		
Electric Plwer, kWh	130.0		
Industrial Water Circulation, m^3	40.0		
Industrial Water Makeup, m^3	4.0		
Brick for Repair, Ton	0.01		
Lime for Neutratization, Ton	0.02		

Notes;
- Small scale tests (Phosphate Rock: 0.5 kg/Batch) carried out at Hinode Kagaku K.K., Japan in March, 1984.
- The raw material mixture is ideal for fused magnesium phosphate production at open hearth furnace, the melting and quenching properties are almost identical to the actual operation at the commercial operation at Hinode Kagaku K.K.

Table V-6 WET PROCESS PHOSPHORIC ACID PRODUCTION TEST FOR PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM IRON ORE CONCENTRATION NON-MAGNETIC TAILS OF HIPASAM, SIERRA GRANDE, ARGENTINE (1)

	Input	Output	
	Raw Material Phosphate Rock	Product Phosphoric Acid (Filter Acid)	By-Product Gypsum
(1) CHEMICAL ANALYSIS			
Total P_2O_5	35.65%	30.00%	0.64%
H_3PO_4	(49.21)	(41.41)	(0.88)
Water Soluble P_2O_5	0.00	30.00	0.10
SO_3	-	4.08	45.40
F	1.50	0.63	0.43
SiO_2	4.24	0.25	2.74
Fe_2O_3	8.29	6.84	0.12
Al_2O_3	2.56	2.02	0.11
CaO	44.30	0.08	31.80
MgO	0.30	0.24	0.02
Na_2O	0.16	0.08	0.05
K_2O	0.06	0.04	0.01
(2) PHYSICAL PROPERTY			
Color	Gray	Pale Gray	White
Bulk Density	1.27 (Loose)	1.50 (25°C)	1.30
	1.67 (Packed)	1.48 (50)	-
		1.46 (75)	-
Angle of Reponse	43.0°	0.00°	60.0°
Viscosity, CP	-	20.80 (25°C)	-
	-	9.80(50)	-
	-	5.50(75)	-
Free Moisture	0.14%	43.77%	24.0%
Specific Surface Area, cm^2/g	-	-	2,770
Average Crystal Size, mm	0.028	-	0.20 x 0.03 x 0.01
(3) MATERIAL AND ENERGY BALANCE			
	-Phosphate Rock 2.88 Ton	-Filter Acid 3.333 Ton	-Wet Gypsum 5.333 Ton
	-Sulfuric Acid 2.34 Ton	(P_2O_5: 1.00 Ton)	-Waste Water 0.15 m^3 (F 0.60%)
	-Electric Power 80.00 kWh		-Effluent Gas 3,500 Nm^3 (F 0.10 g/Nm^3)
	-Steam 0.08 Ton		
	-Process Water 5.5 m^3		
	-Lime for Neutralization 0.02 Ton		

Notes:
- Small scale tests (Phosphate Rock: 0.4 kg/Batch) by applying hemihydrate-dihydrate wet process phosphoric acid process were carried out at Nissan Chemical Industries, Ltd., Japan in March, 1984. Recovery of P_2O_5 is expected 97.5%
- Decomposition by mixed acid (P_2O_5 30%, SO3 4.08%) at 85 to 95°C for 0.5 hours, hydration at 55 to 60°C for 7.5 hours by adding seed gypsum with solid content at 30 to 32% and filteration at 50 to 55°C under (-) 0.592 ata vacuum and two stage washings at 57 mm of cake thickness were applied. (Filter rate: 5.0 Ton of $P_2O_5/m^2 \cdot day$).
- All Fe is expressed in terms of Fe_2O_3 as simplicity.

Table V-6 (1) WET PROCESS PHOSPHORIC ACID PRODUCTION TEST FOR PHOSPHATE ROCK EXTRACTED FROM IRON ORE CONCENTRATION NON-MAGNETIC TAILS OF HIPASAM, SIERRA GRANDE, ARGENTINE (2)

	Test Conditions					
	Sulfuric Acid Decomposition (Hemi hydrate Gypsum)		Hydration (Di hydrate Gypsum)		Filteration (Di hydrate Gypsum)	
(1) Feed Condition	-Phosphate Rock: 35.65% P_2O_5 -Sulfuric Acid: 75.00% H_2SO_4 -Mixed Acid: 30.00% P_2O_5 (Simulated for Phosphae Rock) 4.08% SO_3		-Decomposition Slurry -Gypsum Seed		-Hydration Slurry -Washing -Water -Weak Acid: 5.0% P_2O_5	
Temperature, °C	85-95		55-60		55-60	
Pressure, ata	1.0		1.0		(-) 0.592	
Duration, hr	0.5		10.0		5.0 Ton of P_2O_5/m^2.day	
(2) Performance	Decomposition	Hydration	Decomposition	Hydration	Decomposition	Hydration
0.00 hr	0.0%	0.0%	-	-	-	-
0.25	62.5	0.0	-	-	-	-
0.33	72.3	0.0	-	-	-	-
0.50	79.1	0.62	79.1%	0.62%	-	-
1.50	-	-	91.9	1.72	-	-
3.50	-	-	95.9	1.90	-	-
5.50	-	-	97.6	1.97	-	-
10.50	-	-	98.2	1.95	-	-
(3) P_2O_5 Recovery	-	-	-	-	97.1	1.95
(4) Filteration Yield						
- First stage	-	-	-	-	-	48.0%
- Second stage	-	-	-	-	-	30.0
- Third stage	-	-	-	-	-	24.0
(5) Filter Cake Tickness	-	-	-	-	-	57.0 mm
(6) Gypsum Crystalline Size, mm	-	-	-	-	-	0.20 x 0.03 x 0.01
(7) Gypsum Specific Surface Area, cm^2/g	-	-	-	-	-	2,770

Table V-7 PROJECT SITE ALTERNATIVES SELECTION FOR PHOSPHATE FERTILIZER PLANT BY RAW MATERIALS AND PRODUCT TRANSPORT REQUIREMENTS

(Unit: Ton-km/Ton of Product Phosphate Fertilizer)

Phosphate Fertilizer Product Alternatives			Project Site Alternatives					
			PS-1 Sierra Grande, Rio Negro		PS-2 San Antonio Oeste, Rio Negro		PS-3 Bahia Blanca, Buenos Aires	
		Tonnage	Raw Materials (SAO/SG-SG)	Product[4] (SG-BB)	Raw Materials (SAO/SG-SAO)	Product[4] (SAO-BB)	Raw Materials (BB/SG-BB)	Product[4] (BB-BB)
		(Ton/Ton)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)
PF-1, GGPR	Granular Ground Phosphate Rock							
	Raw Materials							
	- Phosphate Rock	0.9692	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	- Potassium Chloride	0.0515	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		534.9		523.9		511.7	
PF-2, FMP	Fused Magnesium Phosphate							
	Raw Materials							
	- Phosphate Rock	0.5917	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	- Serpentine[1]	0.3080	1,504.0	-	1,370.0	-	976.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		1,292.0		1,169.2		808.2	
PF-3, SSP	Single Super Phosphate							
	Raw Materials							
	- Phosphate Rock	0.5886	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	- Sulfur	0.1154	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		543.5		472.9		310.8	
PF-4, TSP	Triple Super Phosphate							
	Raw Materials							
	- Phosphate Rock	1.3839	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	- Sulfur	0.2602	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		562.9		579.4		730.7	
PF-5, MAP	Monoammonium Phosphate							
	Raw Materials							
	- Liquid Ammonia[2]	0.1279x2.5	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	- Phosphate Rock	1.3687	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	- Sulfur	0.3698	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product[3]		620.4		577.4		722.8	
PF-6, NP/CAN	Nitrophosphate/Calcium Ammonium Nitrate							
	Raw Materials							
	- Liquid Ammonia[2]	0.2996x2.5	134.0	-	0.0	-	0.0	-
	- Phosphate Rock	0.3296	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		628.4		438.2		174.0	
PF-7, NP/CAN	Nitrophosphate/Calium Ammonium Nitrate							
	Raw Materials							
	- Phosphate Rock	0.3296	0.0	-	134.0	-	528.0	-
	Product	1.0000	-	528.0	-	394.0	-	0.0
	Ton-km/Ton-Product		528.0		438.2		174.0	

Notes: 1) Serpentine is assumed to be supplied from Corrodo.
2) Liquid ammonia transport is weighted by 2.5 factor due to costly handling of high pressure and inflamable liquid.
3) In case the PF-5, MAP project is split into two projects; the sulfuric and phosphoric acid plants are located in PS-1 and the monoammonium phosphate plant only is located in PS-1, PS-2 or PS-3, the ton-km/ton-product for PS-1, PS-2 and PS-3 are 620.4, 552.4 and 624.3, respectively, because 1.1823 ton of phosphoric acid (P_2O_5; 40.0%) will be transported between PS-1 to PS-2 or PS-3.
4) The weighted average destination of phosphate fertilizer consumption is located in a little north-west of Bahia Blanca, therefore the product transport requirements are assumed upto Bahia Blanca for the site selection calculation.

Table V-8 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_2O_5	Av-P_2O_5	C-P_2O_5	F-P_2O_5	W-P_2O_5	W-K_2O	Free Moisture	Free Acid		
	TPD													
PF-1, GGPR, Granular, Bagged	347.4	0.0	0.0	0.0	33.87 (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	13.40	20.30 (11.9) for Escorias Thomas	9.27	0.0	0.0	0.30	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)	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)	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	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	Ammonia,	306.0 TPD
/CAN, Granular, Bagged	470.4	26.00 (20.50)	13.00	13.00	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.40	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		
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	Natural Gas	10,025 MMBTU -LHV/D
/CAN, Granular, Bagged	470.4	26.00 (20.50)	13.00	13.00	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.40	0.0		
Averaged Total	1,021.5	23.19	12.14	11.05	11.38	11.22	-	-	8.54	0.0	0.51	0.0		

Notes: 1) Production is designed to consume 336.7 TPD (100,000 TPY/297 DPY) of phosphate rock (P_2O_5; 35.65%, Fe; 5.8%) which is recovered from non-magnetic tails at phosphate rock concentration plant, Sierra Grande, Argentine.

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

Table V-9 PROJECT ALTERNATIVES FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION AND PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE

Project Plant and Product		Site Location	Daily Production and P_2O_5 Efficiency: Material	Total P_2O_5	Effective P_2O_5	Annual Production: Material	N	Effective P_2O_5	K_2O
			TPD	TPD (Efficiency, %)	TPD (Efficiency, %)	TPY	TPY	TPY	TPY
Phosphate Rock Concentration Plant									
PC-1, PR	Phosphate Rock Concentration, Bulk	PS-1, Sierra Grande	336.7	120.0 (100.0)	F-P_2O_5; 19.2 (16.0)	100,000	0.0	,5,690.0	0.0
Phosphate Fertilizer Plant									
PF-1, GGPR	Granular Ground Phosphate Rock, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	347.4	117.7 (98.1)	F-P_2O_5; 18.8 (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_2O_5; 115.5 (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_2O_5; 61.2 (51.0)	169,884	0.0	18,177.6	0.0
					T-P_2O_5; 117.7 (98.1)			34,945.1	
PF-4, TSP	Triple Super Phosphate, Bagged	PS-1, Sierra Grande	243.3	115.2 (96.0)	W-P_2O_5; 75.4 (62.9)	72,260	0.0	22,400.6	0.0
					T-P_2O_5; 115.2 (96.0)			34,200.7	
PF-5, MAP	Monoammonium Phosphate, Bagged	PS-3, Bahia Blanca	243.8	114.1 (95.1)	Av-P_2O_5; 111.9 (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_2O_5; 114.6 (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_2O_5; 114.6 (95.5)	303,386	70,355.1	34,039.9	0.0

Table V-10 BASIS FOR FINANCIAL ANALYSIS OF PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION

Product and Production					Consumption/Ton of Product, Bagged									
Product Specification				Daily Production	Liquid Ammonia	Phosphate Rock	Potassium Chloride	Sulfur	Serpentine	Natural Gas	Electric Power	Raw Water	Chemicals and Catalysts	Fertilizer Bag,
(Fertilizer Nutrients, %)				(TPD)						(MMBTU-LHV)	(kWh)		(USD)	(Sheet)
	N	P_2O_5	K_2O											
PF-1, GGPR	0.0	-33.87 T-	(5.40) F-	-3.0 W-	347.4	-	0.9692	0.0515	-	-	0.555	55.50	0.25	-	20.20
PF-2, FMP	0.0	-20.30 C-		-0.0	569.0	-	0.5917	-	-	0.5080	6.050	155.50	5.60	1.250	20.20
PF-3, SSP	0.0	-20.57 T-	(10.70) W-	-0.0	572.0	-	0.5886	-	0.1154	-	-	69.23	4.40	0.275	20.20
PF-4, TSP	0.0	-47.33 T-	(31.00) W-	-0.0	243.3	-	1.3839	-	0.2602	-	-	139.74	7.37	0.271	20.20
PF-5, MAP	10.2 T-	-45.91 Av-		-0.0	243.8	0.1279	1.3687	-	0.3698	-	-	180.49	7.38	0.373	20.20
PF-6, NP/CAN	20.80	-20.80		-0.0	551.1										
	26.00	- 0.0		-0.0	470.4										
	23.19 T-	-11.20 Av-		-0.0	1,021.5	0.2996	0.3296	-	-	-	2.730	171.1	5.47	0.984	20.20
PF-7, NP/CAN	20.80	-20.80		-0.0	551.1										
	26.00	- 0.0		-0.0	470.4										
	23.19 T-	-11.20 Av-		-0.0	1,021.5	-	0.3296	-	-	-	9.815	419.7	7.06	1.525	20.20

Table V-11 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_2O_5 Evaluation in Argentine (IRAM)	Product P_2O_5 Water Solubility (High)	Product Physical Property	Product Market Development	Phosphate Rock Applicability to Conventional Production Process	Plant Investment Costs (Low)	
PF-1, GGPR	B	A	D (Formic)	D	A	C	A	A	C
PF-2, FMP	A	B	A (Citric)	D	B	D	A	A	B
PF-3, SSP	C	A	C (Total/Water)	C	C	C	C	A	C
PF-4, TSP	C	A	C (Total/Water)	C	C	B	C	B	B
PF-5, MAP	D	A	B (Citrate)	B	A	A	B	B	A
PF-6, NP/CAN -Ammonia Import	D	B	A (Citrate)	A	A	A	A	C	B
PF-7, NP/CAN -Ammonia Production	A	B	A (Citrate)	A	A	A	A	C	A

Table V-12 ORGANIZATION AND PERSONNEL REQUIREMENTS

Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in the Argentine Republic
Project: Phosphate Rock Concentration Plant, and Phosphate Fertilizer Plant, PC-1/PF-5
Product: Monoammonium Phosphate (MAP), Bagged
Capacity: 72,409 TPY of MAP
Location: Sierra Grane, Rio Negro, and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine

	Organization for the Project	Managing Director, Director	General Manager, Manager	Senior Engineer and Officer	Supervisor, Foreman, Officer	Operator, Worker, Secretary	Total
1.	Head Office and Regional Sales Office						
	- Buenos Aires	(6)	(2)	(3)	(4)	(4)	(19)
2.	Factory Head Office and Plant Factory Complex						
	- Sierra Grande and Bahia Blanca	(2)	(29)	(56)	(127)	(284)	(498)
2.1	Factory Director's Office	(2)	(2)	(4)	(8)	(8)	(24)
2.2	General Affair Department	(0)	(4)	(14)	(14)	(21)	(53)
	- Administration Section	0	1	2	2	3	8
	- Personnel Section	0	0	2	2	3	7
	- Financing/Accounting Section	0	1	2	2	3	8
	- Housing and Welfare Section	0	0	2	2	3	7
	- Security and Health Section	0	1	2	2	3	8
	- Leagal Section	0	0	2	2	3	7
	- Purchase and Product Sales Section	0	1	2	2	3	7
2.3	Production Department	(0)	(6)	(6)	(30)	(108)	(150)
	- Phosphate Rock Concentration Plant	0	3	3	15	64	85
	- Monoammonium Phosphate Fertilizer Plant	0	3	3	15	44	65
2.4	Utility Department	(0)	(4)	(5)	(22)	(40)	(71)
	- Sierra Grande	0	1	2	10	16	29
	- Bahia Blanca	0	3	3	12	24	42
2.5	Maintenance and Inspection Department	(0)	(5)	(11)	(26)	(28)	(70)
	- Maintenance Management	0	1	2	3	3	16
	- Mechanical Section	0	1	2	6	8	36
	- Electrical Section	0	1	2	6	6	29
	- Instrumental Section	0	1	2	5	5	19
	- Civil Construction Section	0	0	1	2	3	9
	- Inventory Section	0	1	2	4	3	15
2.6	Product Handling Department	(0)	(3)	(6)	(9)	(44)	(62)
	- Sierra Grande	0	1	1	4	94	20
	- Bahia Blanca	0	2	5	5	30	42
2.7	Technical and Development Department	(0)	(5)	(10)	(18)	(35)	(68)
	- Production Management	0	2	2	4	4	12
	- Development and Engineering Section	0	2	2	4	4	11
	- Analytical Laboratory	0	1	2	4	20	27
	- Training Section	0	1	2	3	3	9
	- Product Sales Services	0	1	2	3	2	8
3.	Total Personnel for the Project	8	31	59	131	288	517

Notes: 1) Additional contract laborers for phosphate rock loading and transportation, and product bagging and loading is assumed.

2) During annual maintenance work for 35 days, additional maintenance supervisor and labor are contracted (Vendor specialist; 18, Inspector; 27, Laborer; 250, Total; 295 persons) whose costs are included in maintenance cost for financial analysis.

Table V-13 PROJECT INVESTMENT COST ESTIMATE

Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in Argentine Republic
Project: Phosphate Rock Concentration Plant and Phosphate Fertilizer, PC-1/PF-5
Product: Monoammonium Phosphate (MAP), Bagged
Capacity: 72,409 TPY of MAP
Location: Sierra Grande, Rio Negro and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine

		Project Investment Cost Estimate (USD, Million)		
		Foreign Currency Component	Local Currency Component	Total
1.	Land Acquisition	0.00	1.18	1.18
2.	Site Preparation	0.00	0.70	0.70
3.	Plant Direct Cost	25.95	35.97	61.92
3.1	Equipment and Materials, FOB	18.04	9.62	27.66
	(1) Phosphate Rock Concentration Plant	4.10	4.09	8.19
	(2) Monoammonium Phosphate Fertilizer Plant	13.94	5.53	19.47
3.2	Spare Parts, FOB	1.76	0.35	2.11
3.3	Catalysts and Chemicals, FOB	2.40	0.40	2.80
3.4	Civil Materials, CIF	2.05	13.62	15.67
3.5	Construction and Erection Labor	1.70	11.98	13.68
4.	Construction and Erection Equipments	0.35	1.35	1.70
5.	Freight, Insurance & Local Handling	3.76	1.32	5.08
5.1	Ocean Transport	3.31	0.00	3.31
5.2	Unloading and Inland Transport	0.00	0.82	0.82
5.3	Tax, Duty, and Insurance	0.45	0.50	0.95
6.	Indirect Field Expenses	0.20	0.58	0.78
7.	Engineering Services	4.79	0.92	5.71
7.1	General Contractor's Fee	3.06	0.45	3.51
7.2	Supervision and Service Man	1.73	0.47	2.20
8.	Project Management Services	2.15	0.87	3.02
8.1	Construction and Erection Advisor	1.80	0.57	2.37
8.2	Operation and Maintenance Advisor	0.35	0.30	0.65
9.	Base Project Cost, BPC (Without Taxes) -1983	37.20	42.89	80.09

Table V-14 ORGANIZATION AND PERSONNEL REQUIREMENTS

Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in the Argentine Republic
Project: Phosphate Rock Concentration Plant, and Phosphate Fertilizer Plant, PC-1/PF-7
Product: Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate (NP/CAN), Bagged
Capacity: 303,386 TPY of NP/CAN
Location: Sierra Grane, Rio Negro, and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine

Organization for the Project	Managing Director, Director	General Manager, Manager	Senior Engineer and Officer	Supervisor, Foreman, Officer	Operator, Worker, Secretary	Total
1. Head Office and Regional Sales Office						
- Buenos Aires	(6)	(2)	(3)	(4)	(4)	(19)
2. Factory Head Office and Plant Factory Complex						
- Sierra Grande and Bahia Blanca	(2)	(33)	(60)	(147)	(398)	(640)
2.1 Factory Director's Office	(2)	(2)	(4)	(8)	(8)	(24)
2.2 General Affair Department	(0)	(4)	(16)	(16)	(23)	(59)
- Administration Section	0	1	2	2	3	8
- Personnel Section	0	0	2	2	3	7
- Financing/Accounting Section	0	1	2	2	3	8
- Housing and Welfare Section	0	0	4	2	3	7
- Security and Health Section	0	1	2	2	3	8
- Leagal Section	0	1	2	2	3	7
- Purchase and Product Sales Section	0	0	4	4	5	14
2.3 Production Department	(0)	(7)	(8)	(31)	(132)	(178)
- Phosphate Rock Concentration Plant	0	3	3	15	64	85
- Nitrophosphate and Calcium Plant Ammonium Nitrate	0	4	5	16	68	93
2.4 Utility Department	(0)	(4)	(6)	(26)	(48)	(84)
- Sierra Grande	0	1	2	10	16	29
- Bahia Blanca	0	3	4	16	32	55
2.5 Maintenance and Inspection Department	(0)	(7)	(11)	(36)	(46)	(100)
- Maintenance Management	0	2	2	5	5	14
- Mechanical Section	0	2	2	9	20	33
- Electrical Section	0	1	2	9	10	22
- Instrumental Section	0	1	2	5	5	13
- Civil Construction Section	0	0	1	3	3	7
- Inventory Section	0	1	2	5	3	11
2.6 Product Handling Department	(0)	(4)	(5)	(12)	(106)	(127)
- Sierra Grande	0	1	1	4	14	20
- Bahia Blanca	0	3	5	8	92	107
2.7 Technical and Development Department	(0)	(5)	(10)	(18)	(35)	(68)
- Production Management	0	2	2	4	4	12
- Development and Engineering Section	0	2	2	4	4	11
- Analytical Laboratory	0	1	2	4	20	27
- Training Section	0	1	2	3	3	9
- Product Sales Services	0	0	2	3	4	9
3. Total Personnel for the Project	8	35	63	151	402	659

Notes: 1) Additional contract laborers for phosphate rock loading and transportation, and product bagging and loading is assumed.

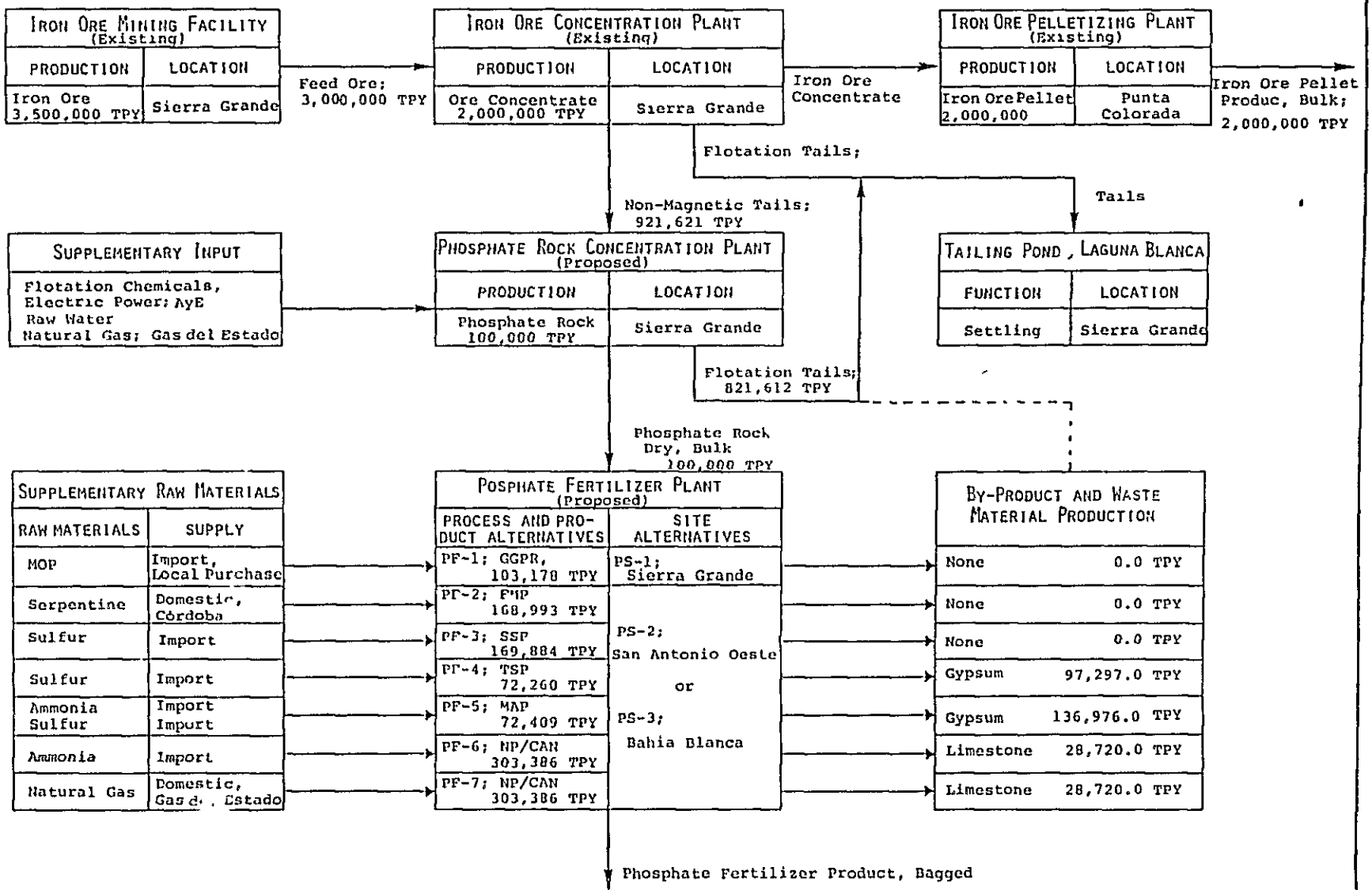
2) During annual maintenance work for 35 days, additional maintenance supervisor and labor are contracted (Vendor specialist; 48, Inspector; 62, Laborer; 550, Total; 660 persons) whose costs are included in maintenance cost for financial analysis.

Table V-15 PROJECT INVESTMENT COST ESTIMATE

Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in Argentine Republic
Project: Phosphate Rock Concentration Plant and Phosphate Fertilizer, PC-1/PF-7
Product: Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate (NP/CAN), Bagged
Capacity: 303,386 TPY of NP/CAN
Location: Sierra Grande, Rio Negro and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine

		Project Investment Cost Estimate (USD, Million)		
		Foreign Currency Component	Local Currency Component	Total
1.	Land Acquisition	0.00	1. 5	1.15
2.	Site Preparation	0.00	0.90	0.90
3.	Plant Direct Cost	77.51	83.65	161.16
3.1	Equipment and Materials, FOB	58.22	22.05	80.27
	(1) Phosphate Rock Concentration Plant	4.10	4.09	8.19
	(2) Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate Plant	54.12	17.96	72.08
3.2	Spare Parts, FOB	4.74	0.35	5.09
3.3	Catalysts and Chemicals, FOB	3.60	0.40	4.00
3.4	Civil Materials, CIF	6.75	35.47	42.22
3.5	Construction and Erection Labor	4.20	25.38	29.58
4.	Construction and Erection Equipments	1.40	4.50	5.90
5.	Freight, Insurance & Local Handling	10.42	3.65	14.07
5.1	Ocean Transport	9.16	0.00	9.16
5.2	Unloading and Inland Transport	0.00	2.39	2.39
5.3	Tax, Duty, and Insurance	1.26	1.26	2.52
6.	Indirect Field Expenses	0.35	1.55	1.90
7.	Engineering Services	19.09	4.19	23.28
7.1	General Contractor's Fee	12.85	1.40	14.25
7.2	Supervision and Service Man	56.24	2.79	9.03
8.	Project Management Services	3.93	1.59	5.52
8.1	Construction and Erection Advisor	2.75	0.97	3.72
8.2	Operation and Maintenance Advisor	1.18	0.62	1.80
9.	Base Project Cost, BPC (Without Taxes) -1983	112.70	101.58	214.28

Figure V-1 OVERALL FLOW SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION IN ARGENTINE



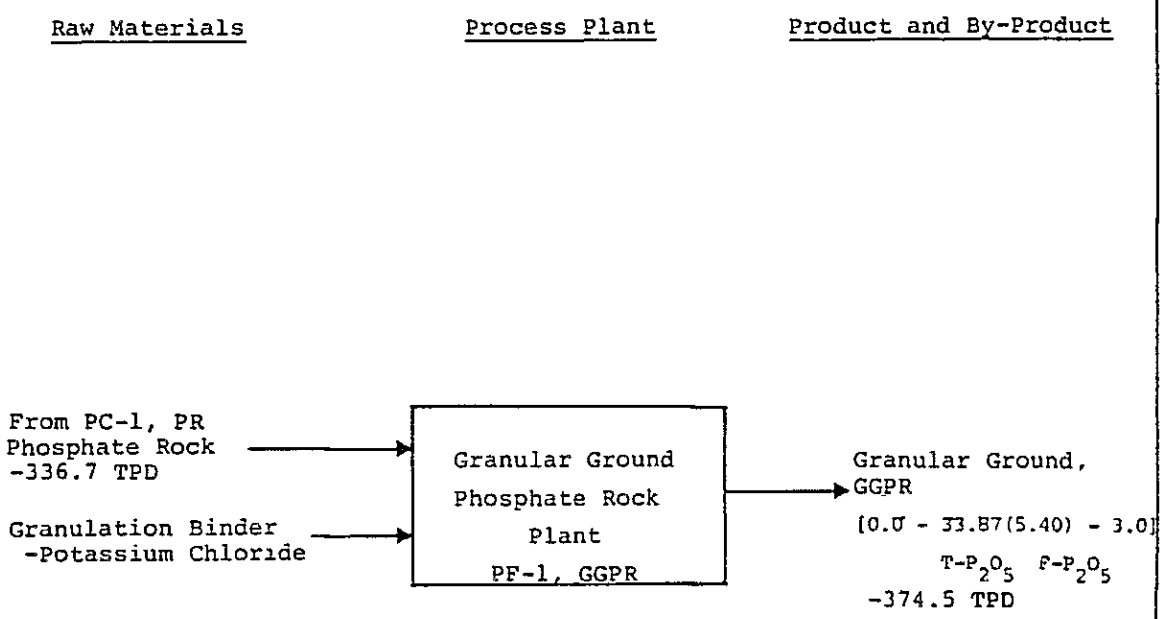


Figure V-2 (1) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - GRANULAR GROUND PHOSPHATE ROCK

Phosphate Fertilizer Project, Argentine

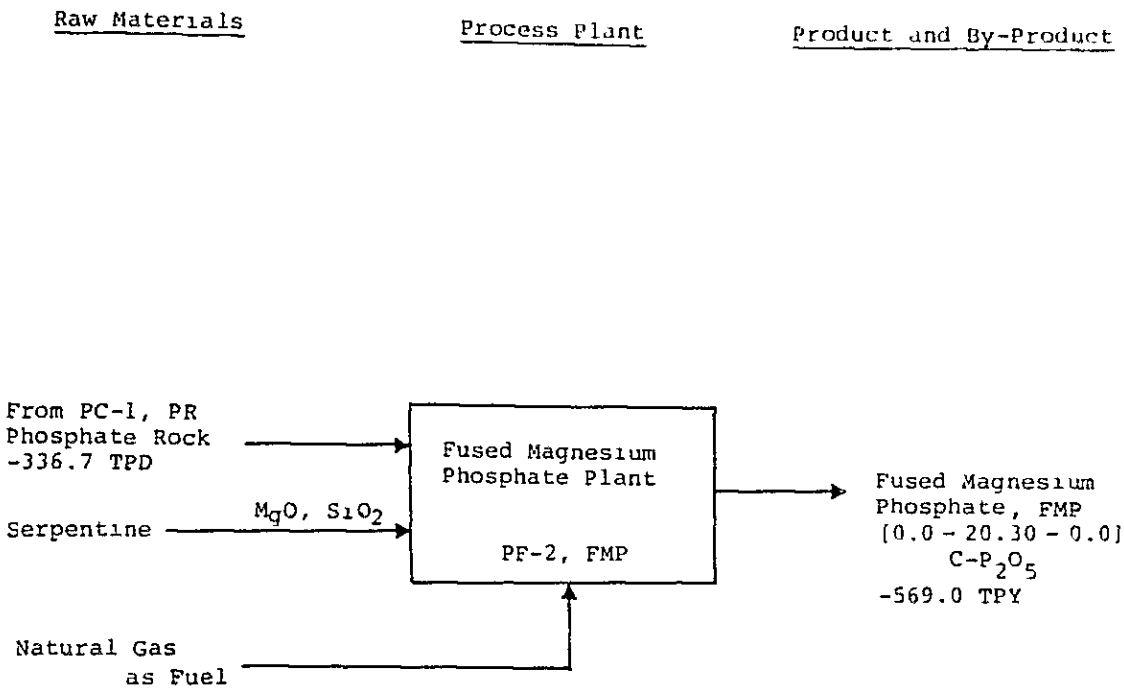


Figure V-2 (2) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - FUSED MAGNESIUM PHOSPHATE

Phosphate Fertilizer Project, Argentine

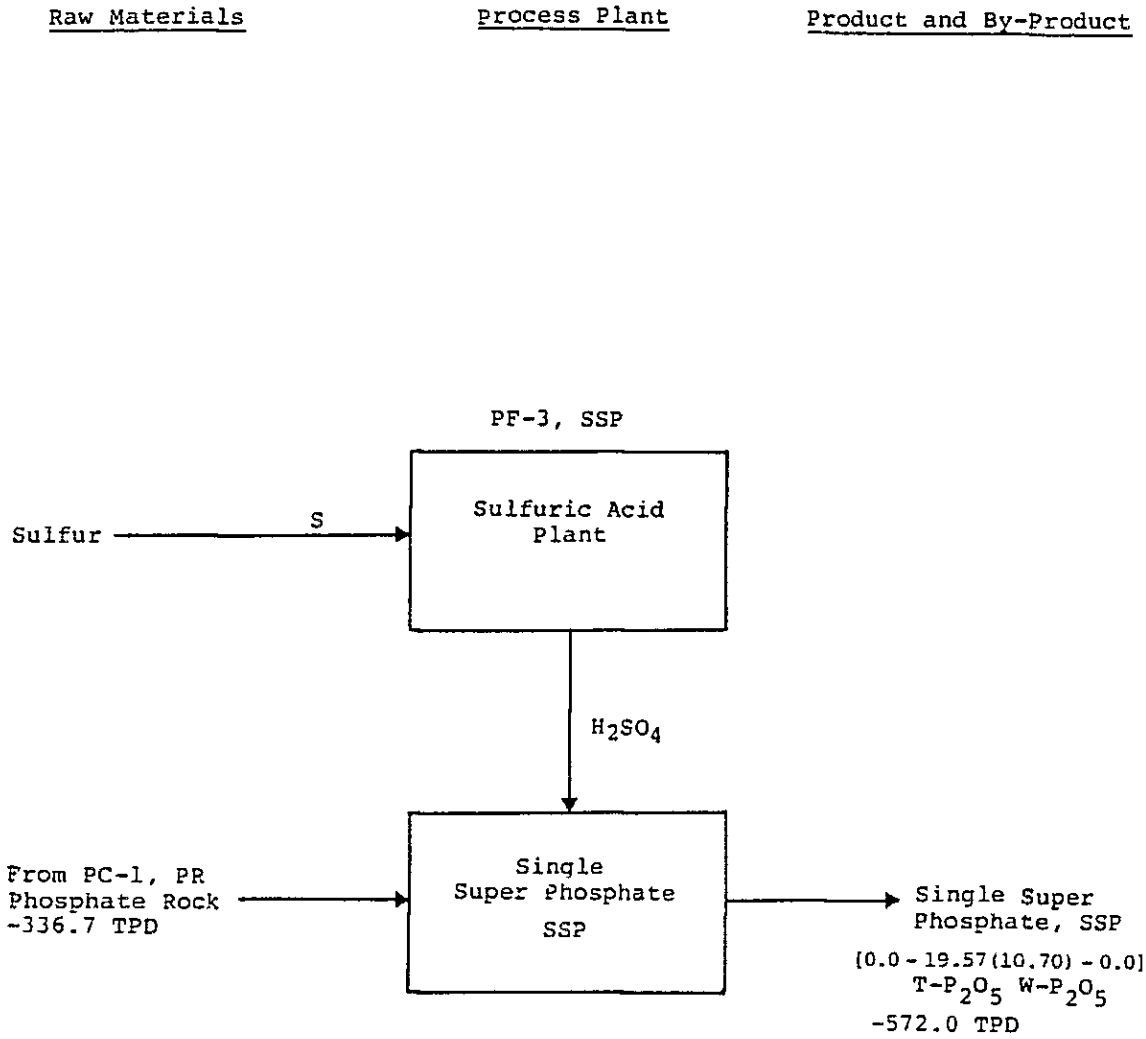


Figure V-2 (3) PROCESS SHCEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - SINGLE SUPER PHOSPHATE

Phosphate Fertilizer Project, Argentine

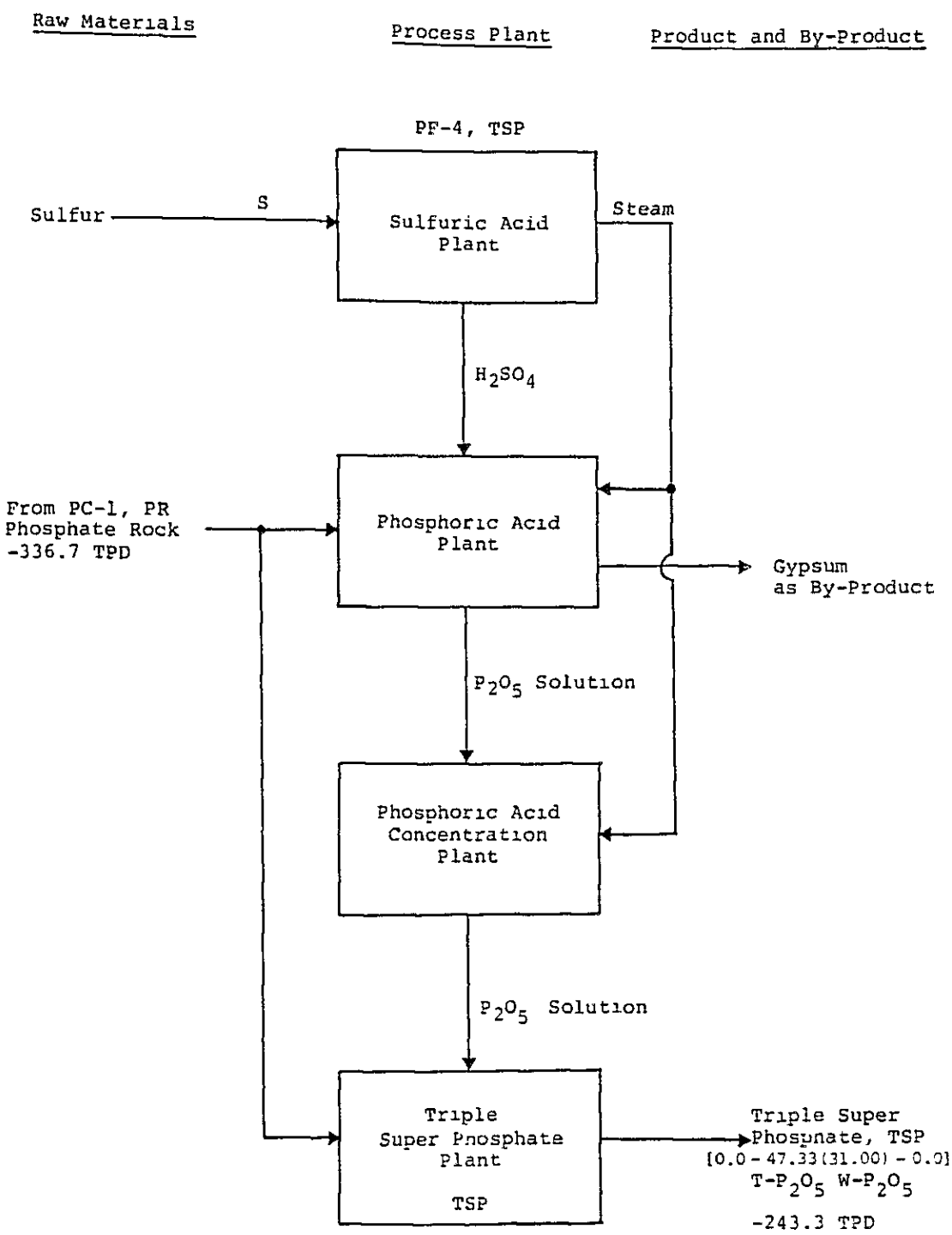


Figure V-2 (4) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - TRIPLE SUPERPHOSPHATE

Phophate Fertilizer Project, Artentine

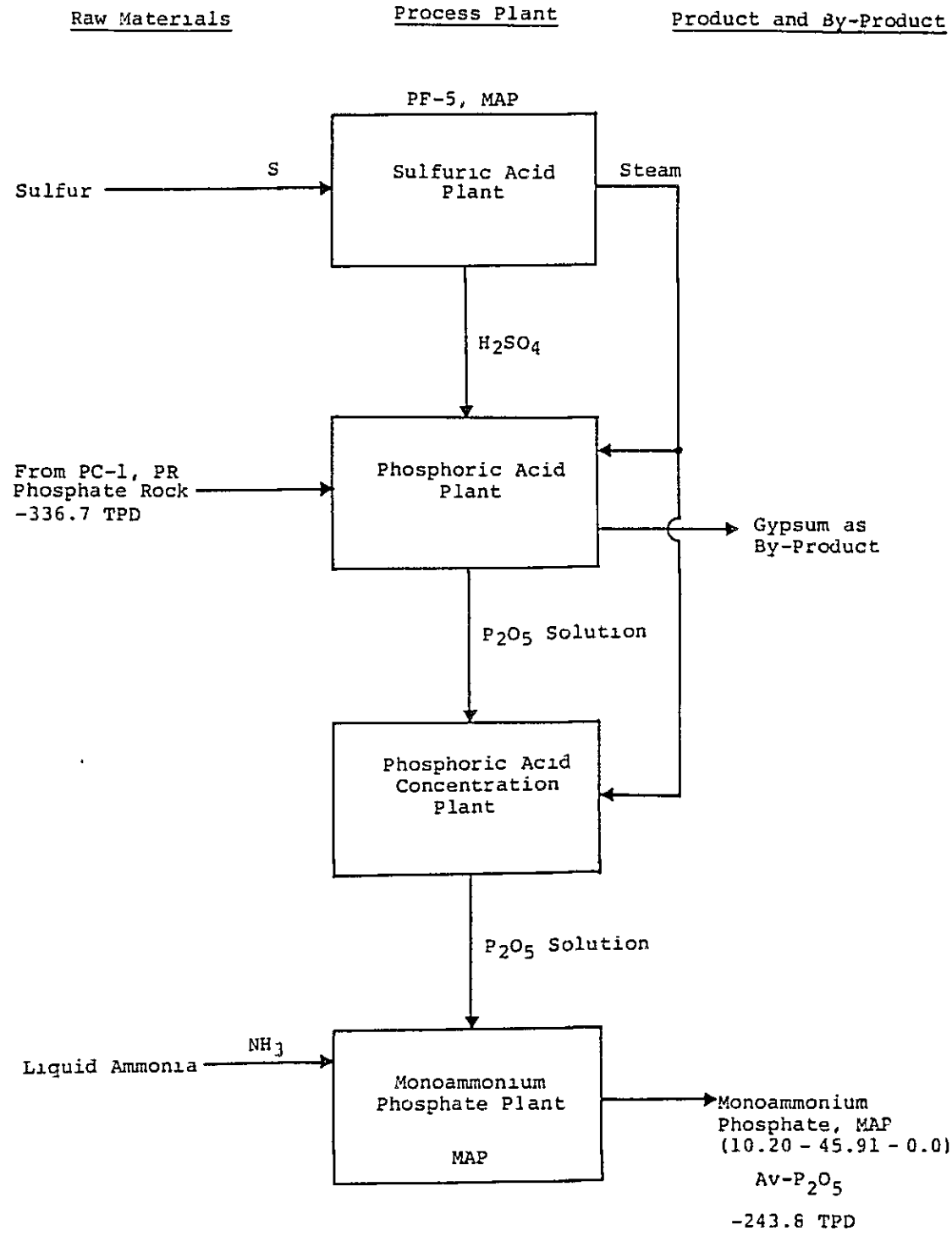


Figure V-2(5) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION -MONOAMMONIUM PHOSPHATES AND COMPOUND FERTILIZERS

Phosphate Fertilizer Project, Argentine

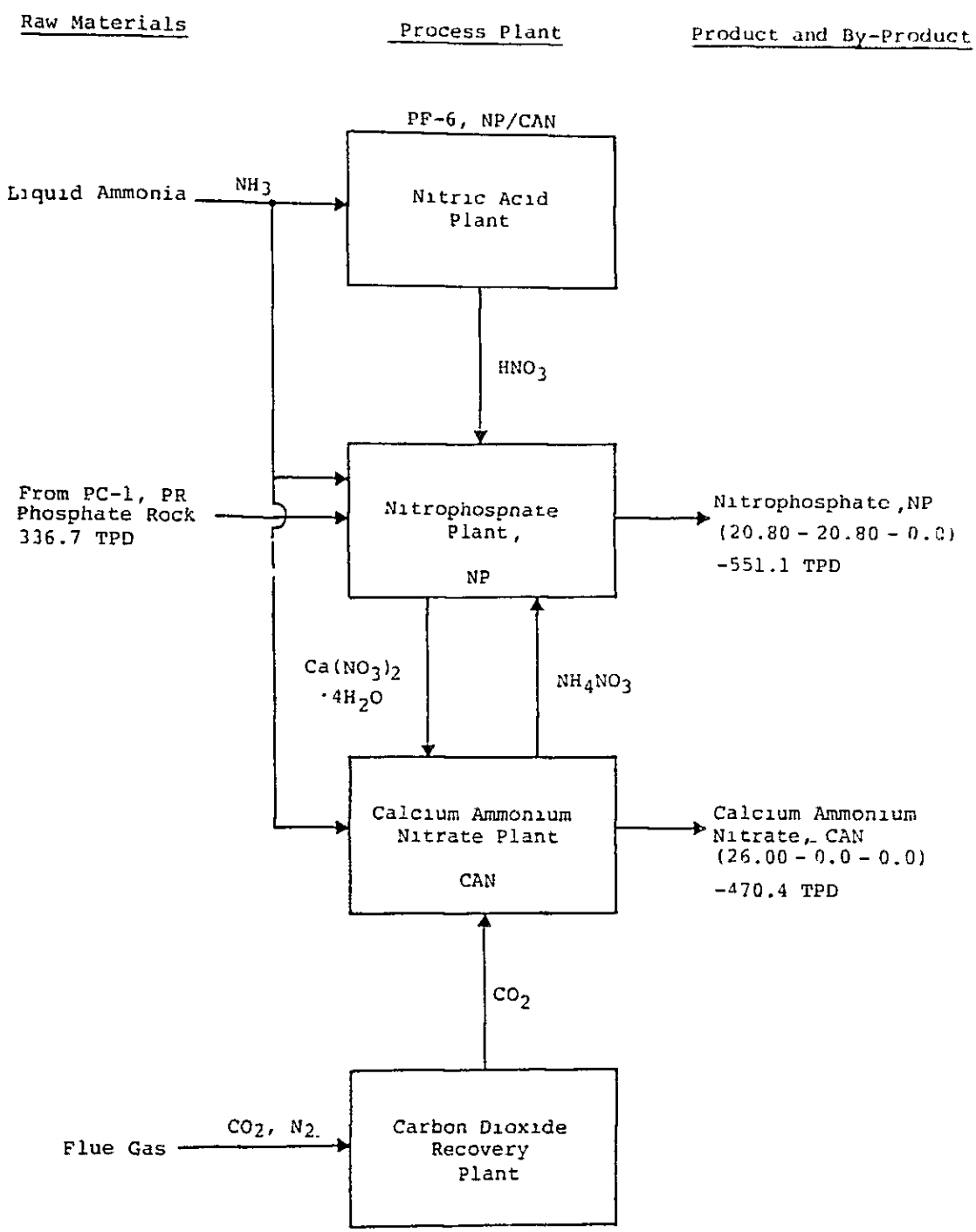


Figure V-2 (6) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - NITROPHOSPHATE FERTILIZERS ... AMMONIA PURCHASES

Phosphate Fertilizer Project, Argentine

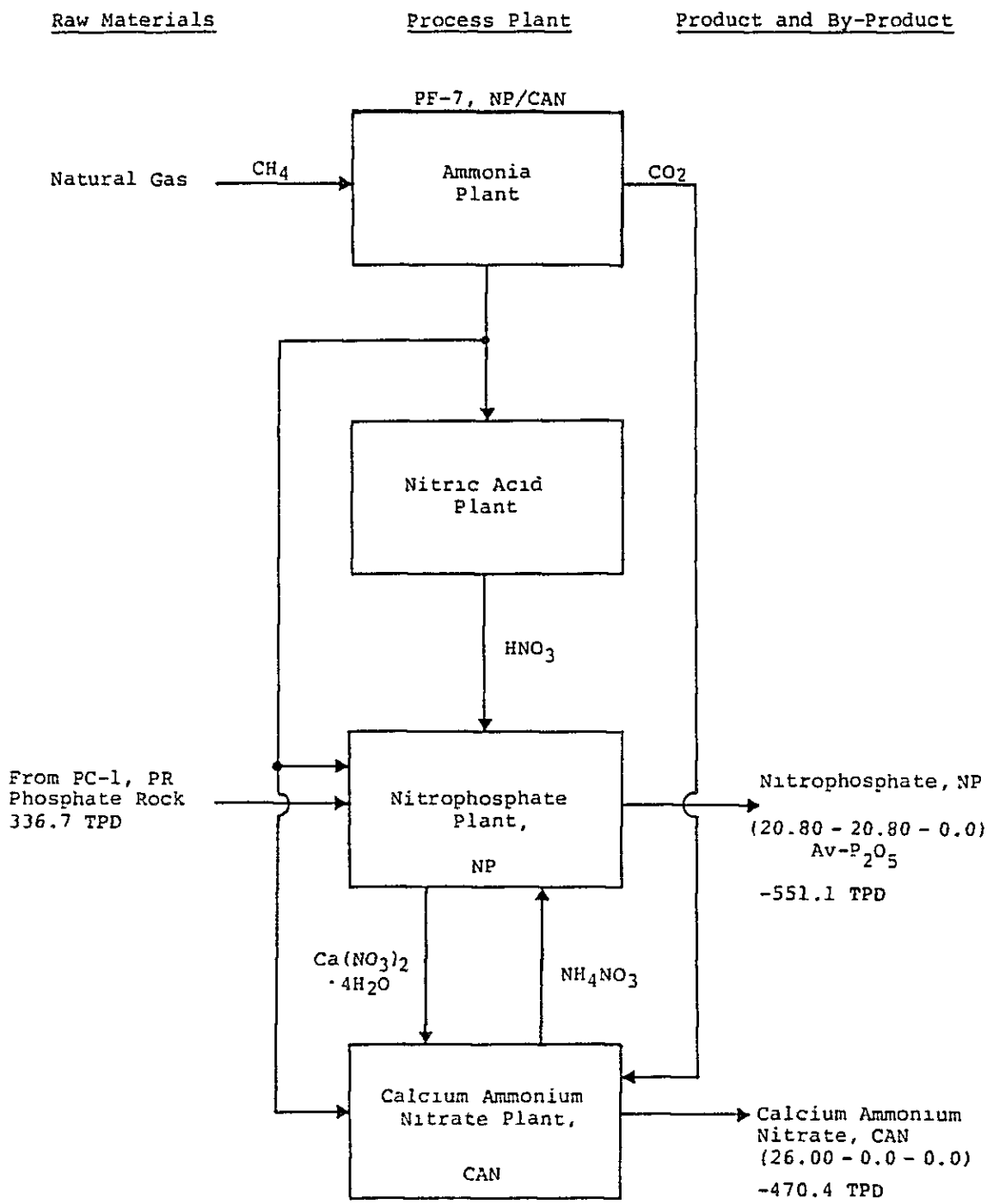
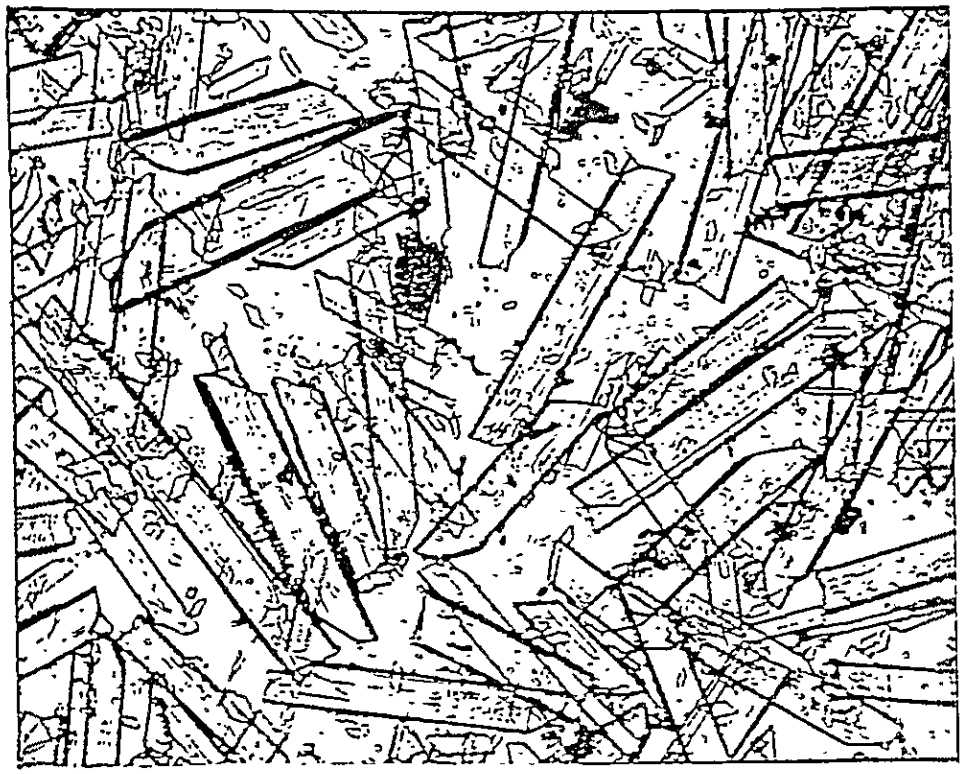


Figure V-2 (7) PROCESS SCHEME FOR PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION - NITROPHOSPHATE FERTILIZERS ... AMMONIA PRODUCTION

Phosphate Fertilizer Project, Argentine



Scale

0 0.05 0.1 mm

Process: Hemihydrate/Dihydrate Phosphoric Acid Process

Phosphate Rock: Extracted from Non-Magnetic Tails of Iron Ore Concentration Plant, HIPASAM, Sierra Grande, Rio Negro, Argentine

Phophoric Acid: P_2O_5; 30.0%, H_2SO_4; 5.0%,

P_2O_5 Recovery; 97.5%

Figure V-3 MICROSCOPIC PHOTOGRAPH OF BY-PRODUCT GYPSUM

Figure V-4 PROPOSED INTEGRATED PROJECTS FOR PHOSPHATE ROCK CONCENTRATION PLANT AND PHOSPHATE FERTILIZER PLANT IN ARGENTINE

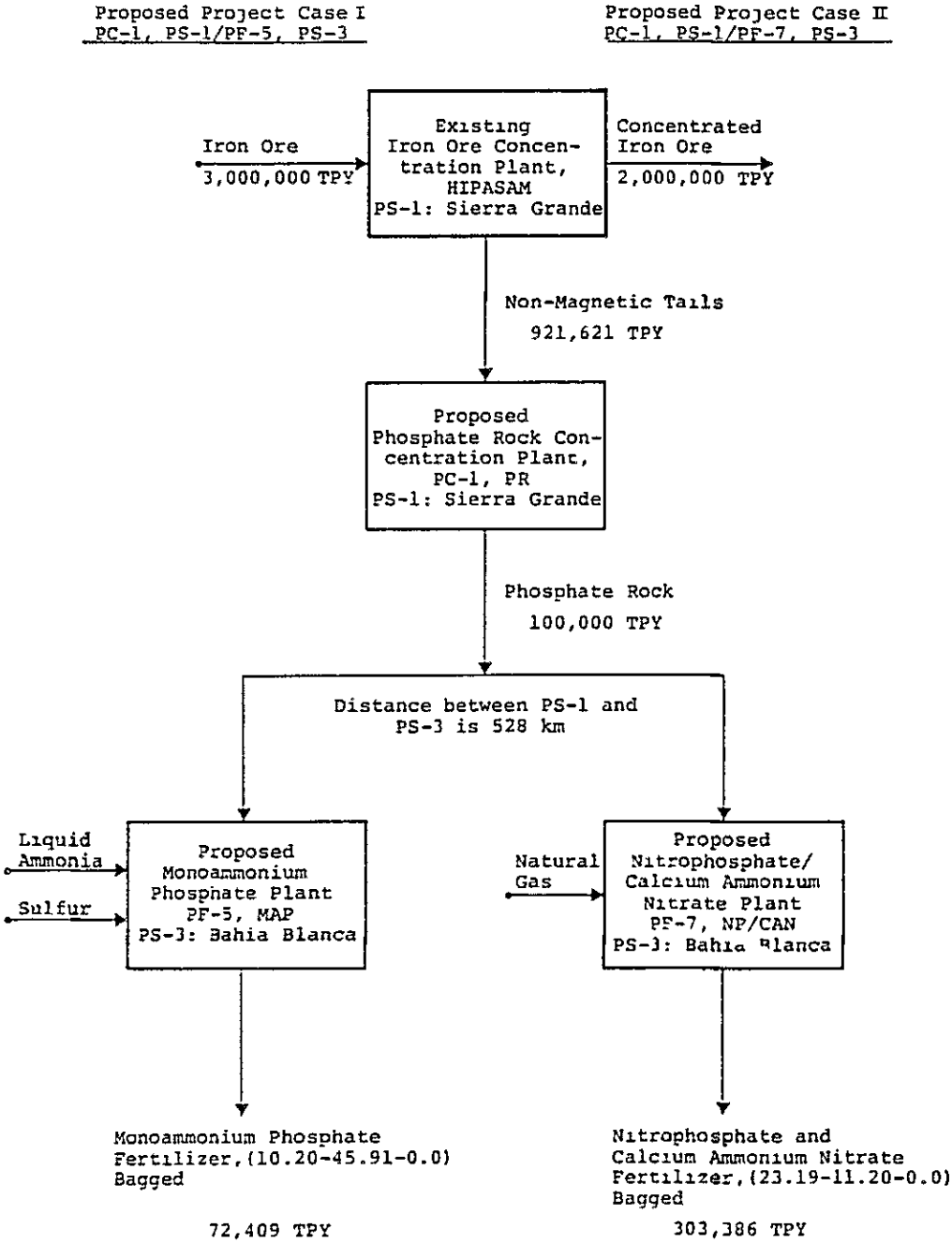
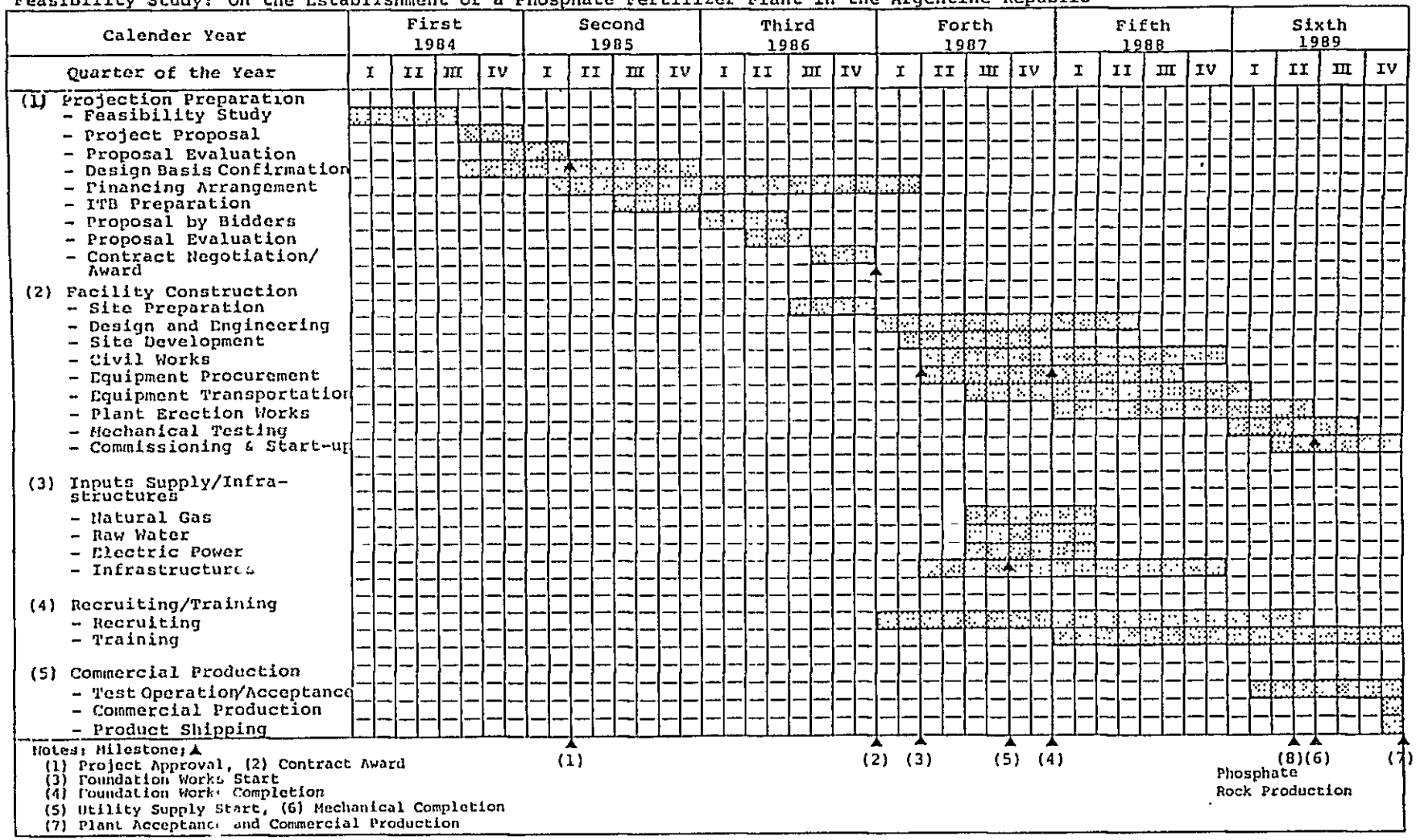


Figure V-5 PROJECT IMPLEMENTATION SCHEDULE

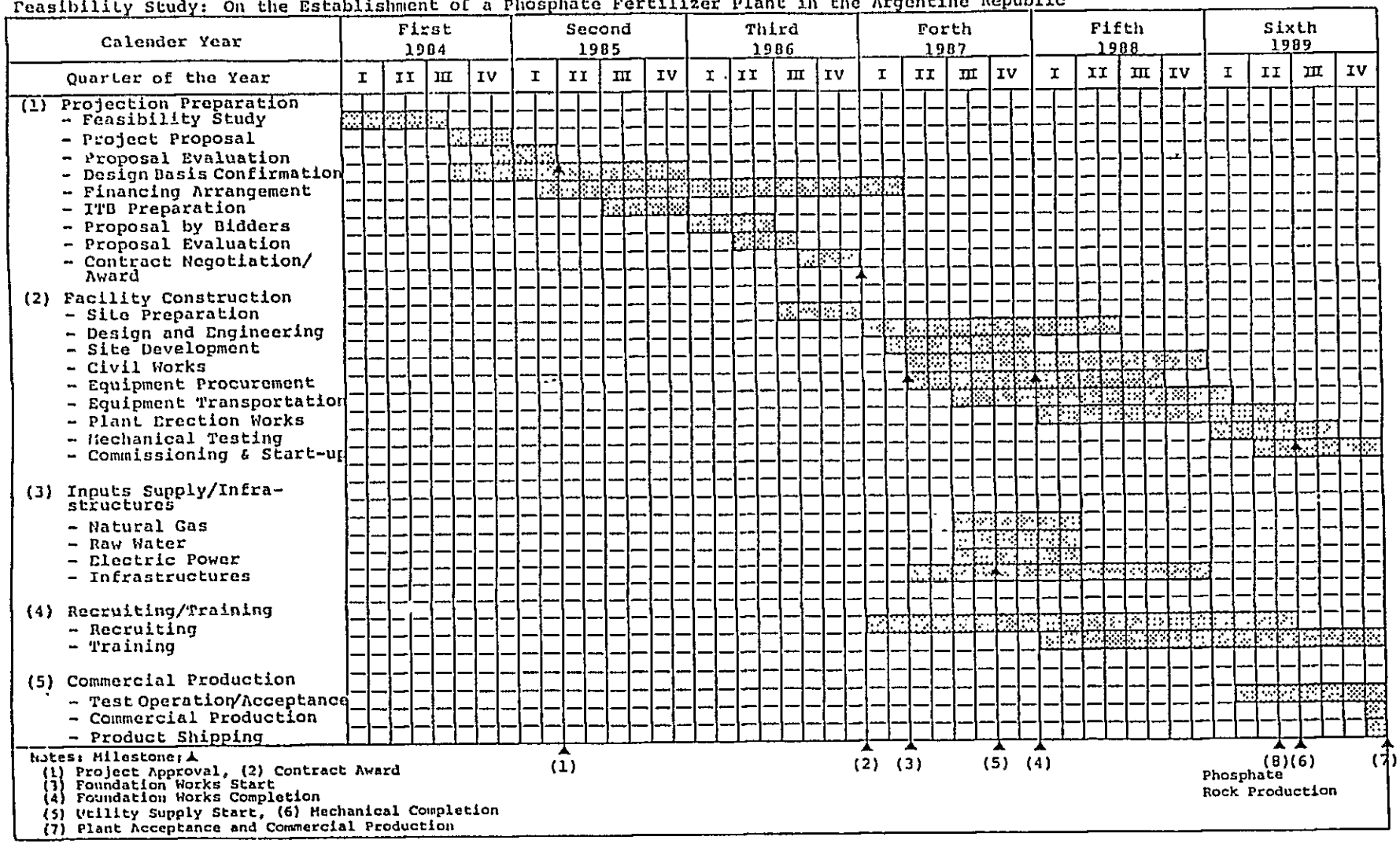
Project: Phosphate Rock Concentration Plant and Phosphate Fertilizer Plant, PC-1/PF-5
Product: Monoammonium Phosphate (MAP), Bagged
Location: Sierra Grande, Rio Negro and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine
Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in the Argentine Republic



Notes: Milestone; ▲
(1) Project Approval, (2) Contract Award
(3) Foundation Works Start
(4) Foundation Works Completion
(5) Utility Supply Start, (6) Mechanical Completion
(7) Plant Acceptance and Commercial Production

Figure V-6 PROJECT IMPLEMENTATION SCHEDULE

Project: Phosphate Rock Concentration and Phosphate Fertilizer Plant, PC-1/PF-7
Product: Nitrophosphate and Calcium Ammonium Nitrate (NP/CAN), Bagged
Location: Sierra Grande, Rio Negro and Bahia Blanca, Buenos Aires, Argentine
Feasibility Study: On the Establishment of a Phosphate Fertilizer Plant in the Argentine Republic



Notes: Milestone: ▲
(1) Project Approval, (2) Contract Award
(3) Foundation Works Start
(4) Foundation Works Completion
(5) Utility Supply Start, (6) Mechanical Completion
(7) Plant Acceptance and Commercial Production

第 VI 編

本計画の総所要資金および資金計画

第1章　総所要資金

第2章　資金調達計画

第 VI 編

本計画の総所要資金および資金計画

第1章　総所要資金

1.1　総所要資金積算の主要前提条件

前編において検討された諸条件に加え、本計画の総所要資金積算のための主要前提条件は下記の通りである。

1.1.1　投資主体と共通施設

Sierra Grande における燐鉱石濃縮工場および Bahía Blanca における燐酸肥料工場より構成される本プロジェクトは、HIPASAM 社の単独投資によって実現されるものと仮定する。この関係で、Sierra Grande および Buenos Aires における管理事務所および他のオフサイト設備の様な共用可能施設については可能な範囲で共用するものとし、増設が必要と考えられる部分の増分投資のみ、本計画の投資範囲に入れる。

1.1.2　投資対象外施設

下記施設は投資対象より除外する。

－プラントに対する進入道路。

－プラント境界迄の電力、用水および天然ガス供給施設

－港湾設備および原料、製品の荷役設備。

－公共施設を含むタウンシップ。

1.1.3 実施スケジュール

Figure V-5 および V-6 に示す詳細計画実施スケジュールに従い、実施の主要日程は下記の通り想定する。

主要実施事項	期間（月数）	日程
―フィージビリティ・スタディ	14	1983年5月／1984年 6 月
―詳細調査、許認可取得 投融資計画、準備	18	1984年7月／1985年 6 月
―入札仕様書作成	6	1985年7月／1985年12月
―入札、評価、契約	12	1986年1月／1986年12月
―建設工事	36.	1987年1月／1989年12月
―商業運転開始	―	1990年1月

1.1.4 計画代替案

燐鉱石濃縮工場計画と燐酸肥料工場の統合計画について、製品市場性および技術的評価を行なった結果より次の 2 つの Case について財務分析および経済評価を行なう。

Case Ⅰ： 燐鉱石濃縮工場／燐酸一アンモニウム肥料工場（PC-1／PF-5）

i）主要生産設備： イ．燐鉱石濃縮設備
ロ．硫酸製造設備
ハ．燐酸製造設備
ニ．燐酸一アンモニウム製造設備

ii）最終製品 ： 燐酸一アンモニウム肥料（MAP）

iii）立 地 ： 燐鉄石濃縮工場は Sierra Grande に立地し、他の設備は Bahía Blanca に立地する。

Case Ⅱ： 燐鉱石濃縮工場／硝酸化成および硝酸アンモニウムカルシウム肥料工場（PC-1／PF-7）

i）主要生産設備： イ．燐鉱石濃縮設備
ロ．アンモニア製造設備
ハ．硝酸製造設備
ニ．硝酸化成肥料設備
ホ．硝酸アンモニウムカルシウム肥料設備

ii）最終製品　：　硝酸化成肥料（NP）
硝酸アンモニウムカルシウム（CAN）

iii）立　地　：　燐鉱石濃縮工場は Sierra Grande に立地し、他の設備は Bahía Blanca に立地する。

1.1.5 通貨および交換レート

本計画調査に関する全ての経費、価格、および費用は、アメリカ合衆国通貨（USD）で表示する。現地通貨建の価額項目は、USD1.00＝$a8.044(1983年6月1日付改訂通貨)で換算の上、USD で表示する。

注）上記交換レートは、1983年5月27日付公式レート（T/T BUYING）である。

1.1.6 輸入関税および免税措置

新規投資事業に関する事業主よりの申請を審査の結果、当該事業が国家経済に寄与すると認められた場合、輸入機材の関税免除を含む各種投資恩典が与えられる。本計画はその性格上、恩典を受ける資格が与えられるものと思われるが、現段階では未確定である。従って、本調査においては、一切の税制上の優遇措置は与えられないものとして、建設コスト積算を行うこととし、輸入機材についても、現行（1983年6月1日現在）の関税を適用する。

1.1.7 エスカレーション・レート

(1) 外貨建輸入品価格のエスカレーション

外貨建価格項目のエスカレーションレートの推定は、アメリカ、日本、および先進7ケ国の過去の消費者物価値上り、および先進工業国平均の輸出価格水準変動のデータより、次の通り推定した。尚、このエスカレーションレートは米ドル通貨ベースであり、本プロジェクトに関する対外輸入品の価格推定に適用される。

年	エスカレーション
1983	3.0 %
1984	3.5
1985	3.5
1986	4.0
1987	5.0
1988 以降	6.0

消費者物価および輸出価格変動

(単位：%)

年	米国 消費者物価	日本 消費者物価	先進工業7ケ国 消費者物価	工業国平均 輸出価格
1978	7.7	3.8	6.9	5.7
1979	11.3	3.6	9.2	11.9
1980	13.5	8.0	12.1	11.9
1981	10.4	4.9	9.8	6.3
1982	6.2	2.6	6.9	3.3
1983	3.0	2.0	5.0	3.0

注) (1)出典：IMF

(2)米ドル通貨ベース

(3)先進工業7ケ国：米国、日本、西独、英国、フランス、イタリー、カナダ

(2) 現地通貨価格のエスカレーション

現地通貨ベースのエスカレーションを米国通貨ベースで表示すれば、原則として、国際物価変動に従った変動をたどるはずである。すなわち、現地通貨ベースの物価と、国際通貨ベースの物価の格差は、現地通貨の切上げ、又は切下げによって調整されるためである。併し、現地通貨ベースのエスカレーションが国際通貨ベースのエスカレーション率を恒常的に上廻っている国で、通貨切下げ調整が固定相場制によって追随的に行われている国においては、通貨交換レート格差があるレベルに達する迄切下げ調整が行なわれないため、一定期間に定常的支出を伴う現地工事の現地通貨分を都度国際通貨表示した場合、現地通貨の平均的未調整格差を反映して、現地通貨分の予算が不足することになる。以上の理由により、現地通貨価格の予算化を米ドル建で行う場合、国際物価変動のレートに適切な調整を加えるか、又は、建設コスト予備費の形で不足分を補う必要がある。

以上は一般論であるが、アルゼンティン共和国では変動相場制を採っているため、平均的格差は、対米国消費者物価水準で3.88パーセント高（過去20年間平均）に過ぎない。米国の過去20年間の消費者物価平均上昇率は6.21パーセントであったことを併せ、今後27年間に渉る本プロジェクトの期間を通じて現地通貨価格の平均上昇率は、米ドルベースで6.5パーセント程度と仮定して良いだろう。年次別上昇率については、短期的に世界経済の不活性化を反映して、物価上昇はかなり低いレベルに押えられ気味に推移し、2～3年後より徐々に上昇に転ずると想定し、下記の通り仮定した。

年	エスカレーション%
1983	(3.0*)
1984	4.0
1985	4.0
1986	5.0
1987	6.0
1988 以降	7.0

＊ 1983 年米国の実績値

(3) デフレーター

米国における過去のデフレーターの推移は下記の通りである。

年	デフレーター	年	デフレーター
1963～72（平均）	3.5 %	1978	7.4 %
73	5.7	79	8.6
74	8.8	80	9.3
75	9 3	81	9.4
76	5 2	82	6.0
77	5.8	83	4.1

出典：IMF, World Economic Outlook (1983)

平均のデフレーターは、

期　間	平均デフレーター
1964～1983（20 年間）	5.53 %
1969～1983（15 年間）	6 22
1974～1983（10 年間）	7 37

上記を考慮し、本調査に適用するデフレーター（1984～2009）を下記の通り想定する。

年	デフレター
1984	4.0％
85	4.0％
86	5.0％
87	5.5％
88	6.0％
89～	6.5％
2009年迄の平均	6.19％

1.1.8 見積基準時点

本計画の総所要資金積算基準時点は1983年6月1日とする。全ての価格規準は同日に調整し、前1.1.7項のエスカレーションレート、又は同レートを基準に個別に想定したレートにより適宜実施予定価格に修正して用いる。この場合、同レートによる調整分を、プライス・コンティンジェンシーと呼ぶ。

計画の実施時期が変更になった場合は、同レートを用いて、プライス・コンティンジェンシーを調整することになる。

1.1.9 見積予備費（フィジカル・コンティンジェンシー）

基準時点における基準価格見積の精度、立地条件の不確実性、設計基準の不確定条件、契約方法及び条件の不確定、等々により生ずる建設コスト他の所要資金増を補うため、見積予備費を基準価格見積中に含める。予備額として、外貨建価格分及び輸入関税につき5パーセント、現地通貨価格分（輸入関税を除く）については10パーセントを基準価格見積中に含める。

1.1.10 契約形態と範囲

製造設備および附帯設備の建設は、長期借入金の調達を有利かつ、単純な形にするため、出来る限り広範な供給範囲を一括契約の形で請負わせるものとする。又、建設工事現場は、Sierra Grande および Bahía Blanca に分れるが、これを一括契約にまとめることとする。一括請負契約の範囲には、下記項目を含む。

イ．プロセスライセンスおよびノウハウ提供

ロ．設計およびエンジニアリングサービス

ハ．輸入機材の調達、供給、輸送、荷役、通関、搬入

ニ．国内調達機材の調達、供給、輸送、搬入

ホ．仮設工事、土建工事、据付工事

ヘ．検査、試運転、保証運転、引渡

ト．訓練、性能および品質保証

1.1.11 印紙税

プラント建設に関する建設請負契約、およびコンサルティング契約等の対外契約につき、契約額の1.2パーセントを印紙税として見積りに含める。

1.1.12 輸入機材および建設工事にかかる付加価値税

輸入機材に対しては、一率20パーセントの付加価値税（IVA）が課税される。又、現地工事における役務部分についても同率の付加価値税が課税される。

1.2 総所要資金基準見積

本計画実施に必要な資金を次の項目別に、見積基準点（1983年6月1日）ベースで下記1.2.1〜1.2.5の如く見積りを行う。

イ．用地取得費用および土地造成費用

ロ．製造設備および附帯設備建設費用

ハ．操業前経費

ニ．運転資本金

ホ．（建設期間中金利）

基準見積の前提条件は下記1.2.1〜1.2.5の通りとする。

1.2.1 用地取得費用および土地造成費用

Case I および Case II は生産設備が Sierra Grande、Río Negro および Bahía Blanca に分割建設される。用地取得も夫々の立地において行われる。用地取得費用および土地造成費用の基準額は次の通りである。

見積項目	Case I (PC-1/PF-5)	Case II (PC-1/PF-7)
取得用地面積、m²		
Sierra Grande	40,000	40,000
Bahía Blanca	97,500	135,000
合 計	137,500	175,000
用地取得費用 (USD, 1000)	1,180	1,550
用地造成費用	700	900
合 計	1,880	2,450

1.2.2 製造設備および附帯設備建設費用

前項1.1.10で述べた通り、製造設備および附帯設備の建設は、一括請負方式によって行われる。（一括請負工事には土地造成工事も含まれる。）設備建設基準費用の詳細は、Table V-13およびTable V-15の通りであるが、概要を下記する。

Case I (PC-1/PF-5)

(単位：USD 1,000)

見積項目	PC-1	PF-5	合計	外貨分	現地貨分
1.用地取得費	200	980	1,180	—	1,180
2.土地造成費	200	500	700	—	700
3.工場建設費	24,930	36,990	61,920	25,950	35,970
4.建設機械損料	750	950	1,700	350	1,350
5.輸送・荷役費	1,870	3,210	5,080	3,760	1,320
6.現場間接経費	400	380	780	200	580
7.エンジニアリング費	2,780	2,930	5,710	4,790	920
8.プロジェクトマネージメント	2,520	500	3,020	2,150	870
合　計	33,650	46,440	80,090	37,200	42,890

Case II (PC-1/PF-7)

(単位：USD 1,000)

見積項目	PC-1	PF-5	合計	外貨分	現地貨分
1.用地取得費	200	1,350	1,550	—	1,550
2.土地造成費	200	700	900	—	900
3.工場建設費	24,930	136,230	161,160	77,510	83,650
4.建設機械損料	750	5,150	5,900	1,400	4,500
5.輸送・荷役費	1,870	12,200	14,070	10,420	3,650
6.現場間接経費	400	1,500	1,900	350	1,550
7.エンジニアリング費	2,780	20,500	23,280	19,090	4,190
8.プロジェクトマネージメント	2,520	3,000	5,520	3,930	1,590
合　計	33,650	180,630	214,280	112,700	101,580

1.2.3 操業前経費および操業開始費用

本費用は、投資主体が計画実施に関して行う諸業務に必要な直接費用、例えば、事業主の人件費及び諸物件費、コンサルタント雇用経費、運転要員の訓練費用、試運転期間中の原材料の損失分引当金、許認可、公課等、制度上の諸経費等々に関する資金である。

本計画の如く、既存の事業主が行う新規事業への投資の場合は、人件費等、一部の費用が節減される。

本費用の基準見積額は、下記の通りである。

Case I (PC-1/PF-5)

(単位：USD 1,000)

見積項目	外貨分	現地貨分	合計
1.人件費・物件費	—	3,906	3,906
2.訓練費	498	90	588
3.試運転用原材料費	409	121	530
4.その他経費	—	78	78
5.(小計)	(907)	(4,195)	(5,102)
6.予備費	45	419	464
合計	952	4,614	5,566

Case II (PC-1/PF-7)

(単位：USD 1,000)

見積項目	外貨分	現地貨分	合計
1.人件費・物件費	—	3,906	3,906
2.訓練費	597	117	714
3.試運転用原材料費	69	452	521
4.その他経費	—	78	78
5.(小計)	(666)	(4,553)	(5,219)
6.予備費	33	455	488
合計	699	5,008	5,707

1.2.4 運動資本金

下記費用項目を考慮の上、健全な商業運転を可能にする運転資本金の見積を行う。

- 原料、副原料、消耗品等の初期在庫費用
- 製品、副製品、中間製品の初期在庫費用
- 売掛金、買掛金の差額
- 適正最低手持資金

Case I (PC-1/PF-5)

(Unit : US$ 1,000)

	Foreign Currency	Local Currency	Total
-Raw Materials & Consumables Inventories	2,993	222	3,215
-Intermediates & Products Inventories	3,879	2,737	6,616
-A/C Receivable (−)A/C Payable	—	506	506
Total	6,872	3,465	10,337

Case II (PC-1/PF-F)

(Unit : US$ 1,000)

	Foreign Currency	Local Currency	Total
-Raw Materials & Consumasles Inventry	3,674	3,526	7,200
-Intermediates & Products Inventory	10,572	15,857	26,429
-A/C Recievable (−)A/C Payable	5,877	5,675	11,552
Total	20,123	25,058	45,181

1.2.5 建設期間中金利

建設期間中金利は、上記 1.2.1～1.2.4 の費用を夫々プライス・コンティンジェンシーによって、夫々の支出時点迄の修正価格とし、本編第 2 章にて述べる融資条件に従って、建設完了時点迄の金利を算出する。

見積られた建設期間中金利は下記の通りである。

Case I	USD 13,443,000
Case II	USD 35,135,000

1.2.6 総所要資金

上記1.1および1.2に基き算出した本計画の総所要資金は、下記の通りである。

Case I (PC-1/PF-5)

(単位：USD 1,000)

見積項目	外貨分	現地価分	合計
1. 用地取得及び土地造成費用	—	2,897	2,897
2. 設備建設費用	44,277	77,632	121,909
3. 操業前経費	1.163	5,846	7,009
4. 運転資本金	3,915	6,422	10,337
5. 建設期間中金利	13,493	—	13,493
合計	62,848	92,797	155,645

Case II (PC-1/PF-7)

(単位：USD 1,000)

見積項目	外貨分	現地貨分	合計
1. 用地取得及び土地造成費用	—	3,774	3,774
2. 設備建設費用	134,141	196,354	330,495
3. 操業前経費	854	6,345	7,199
4. 運転資本金	20,123	25,059	45,182
5. 建設期間中金利	35,135	—	35,135
合計	193,287	228,489	421,785

第2章　資金調達計画

本計画実施の総所要資金は、以下の条件で調達が行われるものと仮定する。

2.1　自己資本対借入資本比率

自己資本対借入資本比率は30対70とする。借入資本金は、外国の長期借入金を導入する。自己資本金の払込みおよび、長期借入金の借入れスケジュールは、総所要資金の支出予定に従って、夫々所要金額の30パーセントおよび70パーセントづつ行われるものとする。

2.2　長期借入金融資条件

現時点では、総所要資金の70パーセントを賄う長期借入金の資金源は未定であるが、同借入金は、国際金融機関によるプロジェクトローン、又は各国のサプライヤーズ・クレディット、又は他の形態の融資として導入されれるものとする。但し、本計画検討の目的のため、日本のコントラクターによって、普通に供与されている日本輸出入銀行のサプライヤーズ・クレディットの条件（下記）を適用する。

(1) 融資金返済条件：　融資元本返済は、20回均等分割半年賦返済とし、第1回支払い期日は、第1操業年度末とする。

(2) 返済猶予期間　：　工事期間（3年間）

(3) 金利　　：　年利8.25パーセント

2.3　短期借入金融資条件

本計画総所要資金の調達計画とは関係なく、本計画の操業期間内において、資金不足が生じた場合は、現地金融機関による短期融資が受けられれものとする。又、その借入金利は14パーセントとする。

第 VII 編

操業計画

第 IV 部

商情管理

4.3 商情收集

4.3.1 商情管理的

4.3.2 商情收集的

第 VII 編
操業計画

第1章　主要前提条件

1.1　経営形態と組織

本計画実施および実施後の運営は、基本的には HIPASAM 社により現状通りの経営形態で行われる。但し、今迄は Sierra Grande における鉄鉱石採掘・濃縮および造粒工場の 2 事業所で あったものが、Sierra Grande に焼鉱石濃縮工場が追加され、更に、Bahía Blanca に、肥料工場が新規事業所として加えられることにより、本社機構の改正が必要となる。

本計画実施後の HIPASAM 社組織および各新規事業所の組織・人員構成は、Table V-12 および Table V-14 の通り想定する。

1.2　各事業所間の原料受渡し条件および売掛・買掛金

本計画の主要原料は、HIPASAM 社鉄鉱石濃縮工場より排出されている尾鉱より出発し、同原料は直接本計画の第 1 プラントである焼鉱石濃縮工場に供給される。焼鉱石濃縮工場にて生産される焼鉱石は道路輸送により Sierra Grande より Bahía Blanca (528 km) の焼酸肥料工場に供給される。したがって鉄鉱石濃縮の尾鉱は無償商品として扱われる。又、有償商品の国内販売、購入は全て受渡後 30 日決済とする。輸入品は全て CIF Bahía Blanca, 一覧払 L/C 決済条件とする。

1.3　操業方式および基準操業日数

本計画の製造設備操業は 3 交代制連続運転とし、年間基準操業日数は 330 日、更に年間稼動率は 90 %を上限とする。

第2章　生産、在庫、販売計画

2.1　生産計画

2.1.1　最終製品生産能力

製品販売については市場をアルゼンティン共和国内に限定すると、Cane I の場合は製品の市場性に問題はないが、Case II の場合は製品 NP および CAN の需要が小さく、操業初期は操業率が低く抑えられることになるが、ここでは操業率を高く仮定した標準操業率について財務評価を行ない、需要に合せた操業率の場合の評価は第Ⅷ編に Case II(L) について実施する。

Case I (PC-1/PF-5)

燐酸一アンモニウム肥料 (MAP)；	243.8 TPD
	80,454 TPY

Case II (PC-1/PF-7)

硝酸化成肥料 (NP)；	551.1 TPD
	181,863 TPY
硝酸アンモニウムカルシウム(CAN)；	470.4 TPD
	155,232 TPY

2.1.2　操業度計画

年　度	操業度(%)
1990 年	80
1991	85
1992 以降	90

上記基準前提条件に対し、実際の国内需要がかなり小さいと考えられるため、代替ケースとして、NP/CAN の国内需要予測を行った上、それに合った操業度条件を設定した補足的検討を第Ⅷ編 3.2 頃で行った。(Case II (L) 参照)

2.1.3　生産計画

Case I (PC-1/PF-5)

年　度	MAP 生産量 (MAP)
1990 年	64,363 TPY
1991	68,386
1992 以降	72,409

Case II (PC-1/PF-7)

年 度	NP 生産量	CAN 生産量
1990 年	145,490 TPY	124,186 TPY
1991	154,584	131,947
1992 以降	163,677	139,709

2.2 製品在庫計画

全ての製品につき、当期生産高の 12 分の 1（1 ヶ月分）を当期末在庫とする。各ケースの在庫は、下記の通りである。

	Case I	Case II	
年 度	MAP	NP	CAN
1990	5,364 Ton	12,124 Ton	10,349 Ton
1991	5,699	12,882	10,996
1992以降	6,034	13,640	11,642

2.3 製品販売条件

全ての製品（肥料）の販売条件は次の通りとする。

- 受渡条件 ： Ex-Factory 渡
- 荷 姿 ： PE 内装 PP 50 kg 袋詰
- 決済条件 ： 受渡後 30 日決済

2.4 製品販売価格

製品販売価格は、次の通りである (USD/Ton Bagged, Ex-Factory, Bahia Blanca, Buenos Aires)

	Case I	Case II	
年 度	MAP	NP	CAN
(1983)	USD 271.15	USD 234 60	USD 268.60
1990	385.24	343.52	393.31
1995	521.38	478.47	563.61
2000	703.79	665.68	786.62

注）上記金額は輸入関税（燐安を除く）、付加価値税、及び輸入業者手数料、口銭、金利等を含む。

第3章　操業費用

3.1　Case I 変動費

3.1.1　原料費用

原料消費原単位：

原　料　名	消費原単位 TPT of MAP	備　考
イ．鉄鉱石濃縮工場尾鉱	12.6140	国産(無償)
ロ．(燐鉱石)	(1.3687)	国産
ハ．アンモニア	0.1279	輸　入
ニ．硫　黄	0.3698	輸　入

3.1.2　用役・副資材費用

用役・副資材名	消費原単位 TPT of MAP	備　考
イ．天然ガス	0.7527 MMBTU-LHV	
ロ．電　力	643.90 kWh	
ハ．工業用水	8.453	
ニ．触媒・化学薬品	USD 32.4135	輸入ベース (1990)
ホ．包装資材	USD 26.3694	PE 内装付 PP 装(1990)

主要操業費単価は Table-VII—1 に示す。

3.2　Case II 変動費

3.2.1　原料費用

原料消費原単位

原 料 名	原 単 位 TPT of NP/CAN	備　考
イ．鉄鋼石濃縮工場尾鉱	3.0377	国産 (無償)
ロ．(燐鉱石)	(0.3296)	国産
ハ．天然ガス	9.9963 MMBTU-LHV	国産

3.2.2 用役・副資材費用

用役・副資材名	消費原単位	備考
イ. 電力	531.30 KWh	国産
ロ. 工業用水	7.318 トン	国産
ハ. 触媒・化学薬品	USD 10.4664	輸入(1990年価格)
ニ. 包装資材	USD 26.3694	

主要操業費単価は Table VII-1 に示す。

Table VII-1 UNIT PRICE OF MAJOR OPERATING COST

	BCE. (1983)	1990	1995	2000
Ammonia, USD/Ton	371	509 81	736.33	1,042 19
Sulfur, USD/Ton	221	303 52	407.44	546.79
Natural Gas, USD/MMBTU-LHV	1 1837	1.7169	2.4080	3 3773
Electric Power, USD/kWh	0.0256	0.0371	0.0520	0 0729
Industrial Water, USD/Ton	0 0500	0.0725	0 1017	0 1426
Catalyst & Chemicals				
Case I				
USD/Ton of Product	23 6007	32.4135	43.3766	58 0477
Case II				
USD/Ton of Product	7.6208	10.4664	14.0064	18.7437
Fertilizer Bag				
USD/Ton of Product	18 18	26 3695	36.9846	51.8728
Transport of Phosphate Rock				
Case I				
USD/Ton of Product	12.3184	17.8674	25.0600	35.1479
Case II				
USD/Ton of Product	2.9664	4 3027	6.0348	8.4641

Notes: 1) Import duties assumed CIF value of the imported goods are:

Ammonia: 25%

Sulfur. 10%

Catalyst & Chemical: 15%

2) Twenty percent (20%) of value added tax (IVA) is assumed to be applied to all items

3.3 固定費

3.3.1 従業員給与（直接給与額）

職級区分	員数 Case I	員数 Case II	1人当り基準年報(USD/Year) 1983	1990
―本社役員、工場長	8	8	36,550	53,020
―マネジャー・上級技術職	31	35	24,370	35,350
―職長、課長	59	63	4,480	6,500
―熟練労働者	131	151	3,730	5,410
―未熟練労働者	288	402	3,360	4,870
合　計	517	659		

注）上記1人当り基準年報は、26.2パーセントの諸手当（ボーナス、扶養家族手当、医療手当、調整金）を含む税込支払額である。

基準年報の昇給は、ドルの通貨ベース・エスカレーションレートに沿って行われるものと仮定する。

3.3.2 一般管理費

本社経費、役員報酬を含む一般管理費として、直接給与額の120パーセントを計上する。

3.3.3 補修費

改造工事等を除く定常的補修費として、プラント建設コスト（土地、同造成費、操業前経費、建中金利、運転資本金を除く）の初期投資額に対し、初年度3.5パーセント、2年度以降は、前年度比7パーセント増の費用を見込む。

3.3.4 減価償却費

プラント建設コストの減価償却は、次の方式によって行った。

ー償却方式　：	定額償却
ー残存薄価　：	なし
ー主要償却年限：	
ー永久構築物、パイプライン	30年
ー事務所ビル	20年
ー設備機器、社宅	10年
ー車輛類	5年
ー濃縮機（シックナー）	15年

3.3.5 繰り延償却

操業前経費および建設期間中金利は、何れも操業初年度以降5年間に繰延償却(均等)する。尚、土地取得費用、同造成費および運転資本金は、償却対象とはならない。

3.3.6 販売費用および販売収入税

製品の販売経費および販売収入税（Revenue Tax：販売高の1.5パーセント)として、総売上高の2.0パーセントを計上する。

3.3.7 諸税および操業損保料

固定資産税、建築物税、およびプラントの損害保険料として初期プラント建設費用に対し、毎年定額の１％を計上する。

3.3.8 付加価値税（IVA）

総売上高より全対外購入費、諸税公課金、減価償却費、繰延償却費等を控除した額に対し、20パーセントの付加価値税を納税する。

3.4 その他

3.4.1 法人所得税

法人所得税として課税対象利益に対し、一率に33パーセント課税されるものとする。

3.4.2 配当

配当政策未定につき、配当計画は折り込まないものとする。

第 VIII 編

財務分析，経済分析，および評価

第 VIII 編

財務分析，経済分析，および評価

第1章　財務分析

1.1　総論

本計画は、HIPASAM 社の単独投資によって実施されることを前提として検討が行われる。したがって、本計画の財務分析および評価は、本来、追加投資評価の手法によって行われることが望ましい。しかしながら既存の鉄鉱石濃縮工場より排出する尾鉱からの燐鉱石を、経済的に濃縮回収する技術の確立と、燐鉱石を中間原料として製造可能な燐酸肥料のうち、アルゼンティン共和国に適性の肥料を選択することに調査の主案が置かれているため、財務分析も多くの代替案の中から選択された Case について、収益性の概要を明かにすることが一義的目的であると解される。したがって、本計画代替案について夫々個別プロジェクトとしての収益性のみを検討することとする。

本計画は、Sierra Grande に立地する燐鉱石濃縮工場および Bahía Blanca に立地する燐酸肥料工場によって構成される。また、夫々の工場は、独立したプロフィットセンターであると考えることが出来る。したがって、この財務分析においては、各プロフィットセンターの個別の収益性や付加価値配分について解析することも可能であるが、燐鉱石濃縮の実験結果を見る限りでは、燐鉱石濃縮工場にて生産される燐鉱石は国際貿易商品として評価し得る品質に達しないため、各々独立プロフィットセンターとしての財務評価は厳密な意味では困難である。したがって、プロジェクトの評価対象ケースとしては、Sierra Grande の燐鉱石濃縮工場と Bahía Blanca の燐酸肥料工場を統合した単一の燐酸肥料計画案として評価を実施することとした。

1.2　財務分析のための主要前提条件

1.2.1　プロジェクトの経済耐久年限

プロジェクトの経済耐久年限は大規模な改造工事、または追加投資による耐久年限延長を考慮しない前提で、20 年間とする。

1.2.2　財務諸表価格基準

財務諸表の作成は、全て米ドル・通貨ベースで行う。価格基準は 1983 年 6 月 1 日に置き、夫々のエスカレーション率でプロジェクションを行う。

1.2.3 財務分析方法

財務分析は、諸比率分析と割引法による内部収益率を中心に行う。内部収益率は、通貨ベースのキャッシュフローをデフレーターで修正の上、実質価格ベースとして算出する収益率と、通貨ベースのまま算出する収益率の2つの方法について検討を行う。

1.3 財務分析結果

以上の条件に基いて下記の財務諸表を作成し、Annex VIII-1に付す。

- 生産及び販売計画表
- 製造原価計算
- 運転資本金変動
- 損益計算書
- 資金操表
- 貸借対照表
- 長期借入金返済計画表

これら財務諸表に基いて行った本計画の財務分析結果は、下記の通りである。

1.3.1 内部収益率（FIRROI-DCF、%）

燐酸肥料計画	税引前	税引後
Case I	Net Cash Flowは負となりFeasibilityは無い。	Net Cash Flowは負となり、Feasibilityは無い。
Case II		
時下通貨基準	15.70	14.03
実質通貨基準—1987年	8.89	7.35

Case Iについて、種々のコスト要素の感度分析を試みたが、ネットキャッシュフローを正数に変える可能性は見出せない。したがって、感度分析は省略した。

1.3.2 感度分析

変動項目		Case II 内部収益率 FIRROI-DCF (%) 税引前	税引後
―操業度			
(+)10 %	(C)	16.00	14.35
	(R)	9.18	7.65
(−)10 %	(C)	15.07	13.37
	(R)	8.29	6.73
―製品販売価格			
(+)10 %	(C)	18.09	16.19
	(R)	11.14	9.38
(+)20 %	(C)	20.29	18.13
	(R)	13.20	11.20
(−)10 %	(C)	13.02	11.57
	(R)	6.38	5.04
(−)20 %	(C)	9.92	8.86
	(R)	3.48	2.60
―プラント建設費			
(−)10 %	(C)	17 40	15.59
	(R)	10.49	8.82
(−)20 %	(C)	19.37	17.35
	(R)	12.35	10.48
(+)10 %	(C)	14.21	12.64
	(R)	7.49	6.04
(+)20 %	(C)	12.88	11.42
	(R)	6.23	4.89

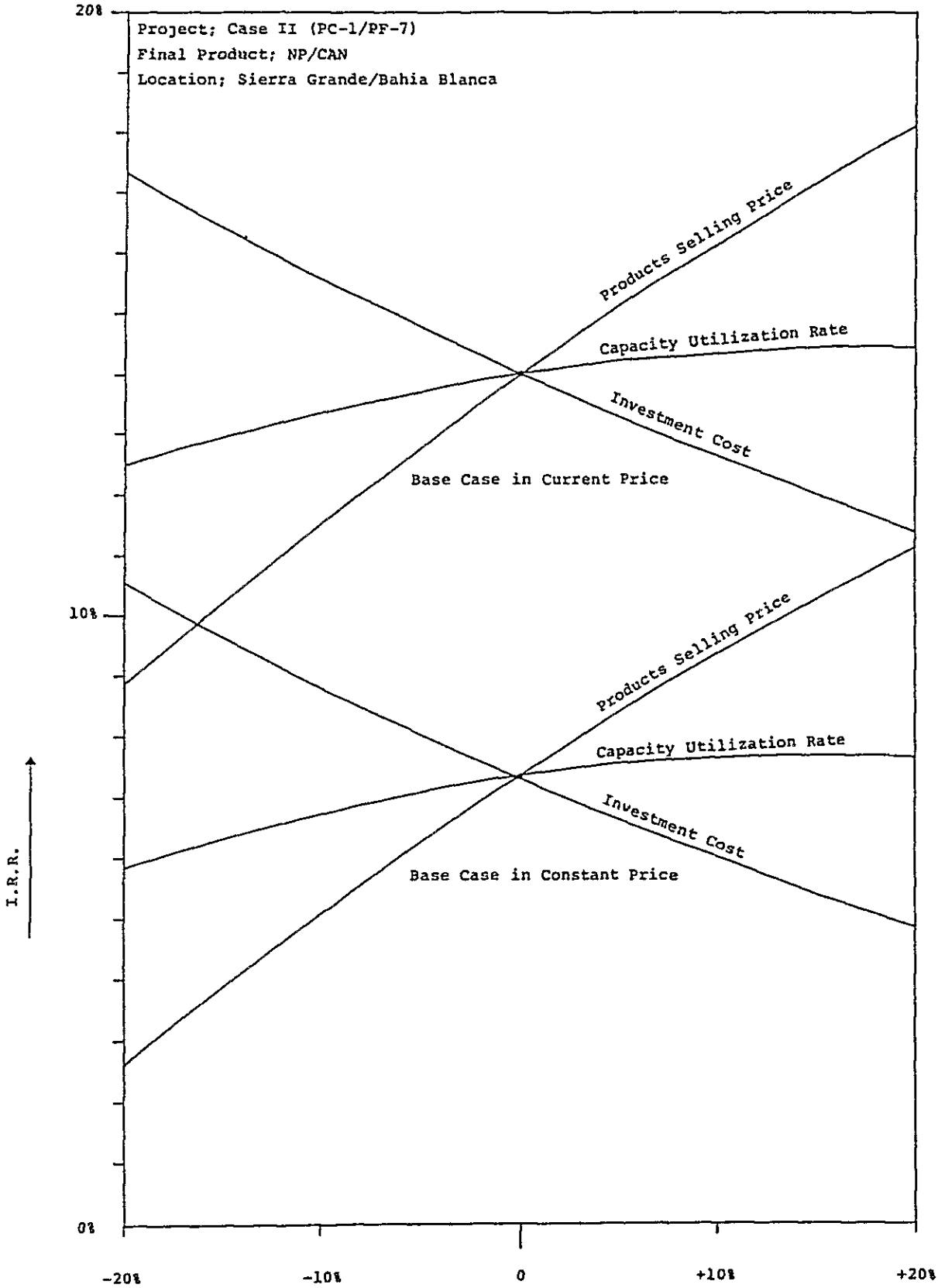
注) (C)：通貨ベース (R)：実質ベース

以上、感度分析結果を Figure VIII−1 に図示した。

1.3.3 財務指標

諸比率分析を含む財務指標は、Annex VIII−1 に示す。

Figure VIII-1 SENSITIVITY CURVE



第2章　経済分析

2.1　総　論

本計画の主要目的が国産資源の有効活用にあることから、本計画の究極的評価基準は、先ず経済的便益評価が満足すべきものであることが必要条件となる。

本計画の経済便益の評価を、経済的内部収益率（ERR）、および経済的純現在価値（ENPV-Economic Net Present Value）を用いて行い、かつその他の直接、間接便益につき、定性評価を加える。

2.2　計画の経済的収益性

2.2.1　主要前提条件

(1)　通貨と交換レート

表示通貨は全て米ドルとし、交換レートは、米国の物価指数に連結して調整が行われているが、アルゼンティン共和国における米ドルの機会交換レートとして、1983年5月～6月の自由市場 交換レート USD1.0＝$a10.0 を用いることとする。

(2)　エスカレーションとデフレーター

経済性分析に関する全ての費用および便益は、究極的に実質価値ベースで評価される。すなわち、通貨ベースで表示された費用・便益のフローは、デフレーターによって割り引かれる。

(3)　Cut-off レート

経済的純現在価値計算のため cut-off レートを12パーセントと仮定した。

(4)　経済的投資費用

経済的投資費用は、第V編にて積算した総所要資金より、関税他の諸税と公課金を除外して得られる。なお、現地通貨分費用（労務費・現地調達用役・資機材等）にかかる税金については、想定ベースで除外する。

以上の前提で求めた、経済的投資費用は次の通りである。

Case I (PC−1/PF−5)

(単位；USD 1,000)

投資費用項目	外貨分	現地貨分	合　計
1.土地代・造成費	—	2,390	2,390
2.設備・建設費	44,277	52,129	96,406
3.操業前費用	922	4,881	5,803
4.建設期間中金利	10,719	—	10,719
5.初期運転資本金	2,741	5,330	8,071
合　計	58,659	64,730	123,389

Case II (PC−1/PF−7)

(単位；USD 1,000)

投資費用項目	外貨分	現在貨分	合　計
1.土地代・造成費	—	3,114	3,114
2.設備・建設費	134,141	126,005	260,146
3.操業前費用	782	4,897	5,679
4.建設期間中金利	27,684	—	27,684
5.初期運転資本金	14,086	20,799	34,885
合　計	176,693	154,815	331,508

(5) 経済的操業費用

経済的操業費用は、基本的には夫々の費用項目の機会費用の概念に基いて想定する。

1) 輸入原料・資材　：輸入アンモニア、硫黄、触媒等は、輸入関税及びIVAを除いたCIF価格を採用する。

2) 天然ガス　：アルゼンティン共和国は石油の自給国であるため、天然ガスは燃料としての機会価格（燃料油と等価）を適用する。

3) 電　力　：国内価格をそのまま適用する。

4) 工業用水　：取水原価をそのまま適用する。

5) その他国産原材料：推定税額（約18パーセント）を除いた価格を適用する。

6) 労務費・一般管理費：税込給与より個人所得税を除いた基準税率を、ケース毎に設定した。

7) 補修費　：部品、資材費および労務費（外注）に対し、30パーセントを税金として控除する。（1990年：3.5％→2.45％）

8) 除外される税金　：販売収入税、付加価値税、法人所得税、固定資産税、建築物税

(6) 経済的便益

各製品の経済価値は、同等品の輸入CIF価格（袋詰・内貨ベース）として下記の通り想定される。

製品	製品価格、USD/Ton 1983	1990	1995
MAP	233.75	321.03	434.48
NP	172.50	236.91	329.98
CAN	197.50	271.25	388.70

2.2.2 経済的内部収益率（EIRROI-DCF, %）

燐酸肥料計画	時下通貨基準	実質通貨基準－1987年
Case I	Net Cash Flowは負となり、Feasibilityは無い	Net Cash Flowは負となり、Feasibilityは無い
Case II	9.63	3.22

2.2.3 感度分析

Case II 内部収益率

変動項目	EIRROI-DCF, %	
	時下通貨基準	実質通貨基準ー1987年
1.操業度		
(+)10 %	9.83	3.41
(−)10 %	9.18	2.79
2.製品販売価格		
(+)10 %	12.42	5.83
(+)20 %	14.85	8.11
(−)10 %	6.25	0.07
(−)20 %	1.71	−4.12
3.プラント建設費		
(−)10 %	11.18	4.68
(−)20 %	12.94	6.34
(+)10 %	8.24	1.91
(+)20 %	6.97	0.72

第3章　概評および補足的検討

計画代替案の財務分析および経済評価を行った結果、Case I は財務的にも経済的にも計画案として経済性は認められない。Case II については、財務的、経済的にマージナルな収益性を示すものの、前提条件の蓋然性につき、更に検討の必要有りと考える。

以下に、前2章に加えて行った補足的検討と共に、概評を加える。

3.1　Case I　計画案の採算性について

既に本編冒頭において述べた通り、Case I は、PC-1 および PF-5 の2つのプロフィットセンターより構成される。これを下記の仮定を設定して分離し、夫々の収益性を個別に評価して見ることとした。

イ．PC-1 より生産される燐鉱石を輸入燐鉱石と等価に調整した形で評価し、価格（販売）設定する。製品の受渡し条件は、Bahía Blanca の PF-5 工場持込渡しとする。

ロ．組織は Case I と同様とし、直接必要人員数の比率で人件費を2分する。

ハ．操業費用は同一のものを適用する。

検討結果は、何れもキャッシュフローが負数となり、内部収益率は得られなかった。更に、夫々の Case につき、原価分析を行った結果を Table VIII-1 に示す。PC-1 においては、労務費、償却費等の固定費の比重が大きく、PC-5 においては、輸入硫黄、アンモニアおよび燐鉱石原料等の変動費要素が占める比重が大きい。併し、両ケースとも製造原価ベースでの単価は非常に高く、このままの形での改善は極めて困難であると考えられる。

3.2　Case II の操業度について

Case II の前提条件の内、特に計画のフィージビリティを悪化させる要因と見られる製品の市場性と需要規模につき、補足的検討を行った。

Table VIII-1 PRODUCTION COST ANALYSIS

(UNIT: USD 1,000)

PRODUCTION COST ITEM	PC - 1				PF - 5				PF - 7			
	1990		1999		1990		1999		1990		1999	
	AMOUNT	%	AMOUNT	%	AMOUNT	%	AMOUNT	%	AMOUNT	%	AMOUNT	%
PRODUCTION VOLUME (MT/Y)	88,889	-	100,000	-	64,363	-	72,409	-	266,476	-	299,785	-
RAW MATERIALS & UTILITIES	2,356	14.25	4,633	13.49	21,138	46.37	41,401	38.49	12,205	16.18	25,959	29.61
NON-MAGNETIC TAILS	0	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
LIQUID AMMONIA (BULK)	-	-	-	-	4,197	9.21	9,058	8.42	-	-	-	-
SULFUR (BULK)	-	-	-	-	7,224	15.85	13,795	12.82	-	-	-	-
PHOSPHATE ROCK OR NATURAL GAS	170	1.03	367	1.07	9,208	20.20	17,500	16.27	9,103	12.07	19,635	22.40
ELECRIC POWER	655	3.96	1,354	3.94	431	0.95	891	0.83	2,426	3.22	5,018	5.72
RAW WATER	5	0.03	10	0.03	34	0.08	71	0.07	136	0.18	282	0.32
CHEMICAL & CATALYST	1,526	9.23	2,901	8.45	45	0.10	85	0.08	540	0.72	1,026	1.17
TRANSPORTATION COST	958	5.79	1,982	5.77	0	-	0	-	0	0	0	0
FERTILIZER BAG	-	-	-	-	1,697	3.72	3,510	3.26	5,853	7.76	12,105	13.81
VARIABLE COST	3,315	20.04	6,615	19.26	22,836	50.10	44,912	41.75	18,055	23.94	38,059	43.42
DIRECT LABOR COST	1,565	9.46	2,877	8.38	2,209	4.85	4,061	3.78	2,535	3.36	4,661	5.32
OVERHEAD	1,878	11.36	3,453	10.06	2,651	5.81	4,873	4.53	3,042	4.03	5,592	6.38
MAINTENANCE	1,437	8.69	2,642	7.69	2,464	5.40	4,531	4.21	7,668	10.17	14,097	16.08
TAX & INSURANCE	459	2.78	459	1.34	770	1.69	770	0.72	2,158	2.86	2,158	2.46
DIRECT FIXED COST	5,339	32.29	9,431	27.47	8,094	17.75	14,235	13.24	15,403	20.42	26,509	30.24
CASH FACTORY COST	8,654	52.33	16,046	46.73	30,930	67.85	59,147	54.99	33,458	44.37	64,567	73.66
DEPRECIATION (EQUIPMENT)	3,490	21.10	3,490	10.16	5,985	13.13	5,985	5.56	18,622	24.69	18,622	21.24
DEPRECIATION (BUILDINGS)	205	1.24	205	0.60	352	0.77	352	0.33	1,096	1.45	1,096	1.25
AMORTIZATION (PRE-OPERAT'L EXP.)	374	2.26	0	-	957	2.10	0	-	762	1.01	0	0
AMORTIZATION (INT. DR'G CONST'N)	875	5.29	0	-	1,608	3.53	0	-	4,662	6.18	0	0
DEPRECIATION & AMORTIZATION	4,944	29.90	3,695	10.76	8,902	19.53	6,337	5.89	25,142	33.34	19,718	22.49
TOTAL FACTORY COST	13,598	82.23	19,741	57.49	39,832	87.38	65,484	60.88	58,600	77.70	84,285	96.15
UNIT FACTORY COST	(0.1530)	-	(0.1974)	-	(0.6189)	-	(0.9044)	-	(0.2199)	-	(0.2812)	-
SALES EXPENSES	142	0.86	300	0.87	455	1.00	960	0.89	942	1.25	2,148	2.45
OPERATING EXPENSES	13,740	83.09	20,041	58.36	40,286	88.38	66,444	61.77	59,542	78.95	86,433	98.60
INTEREST ON LONG-TERM DEBT	2,797	16.91	215	0.63	5,295	11.62	407	0.38	15,869	21.04	1,221	1.39
INTEREST ON SHORT-TERM DEBT	0	-	14,086	41.01	0	-	40,714	37.85	0	0	0	0
OTHER (IVA)	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0
TOTAL PRODUCTION COST	16,537	100.00	34,341	100.0	45,582	100.00	107,565	100.00	75,411	100.00	87,654	100.0
UNIT PRODUCTION COST	(0.1860)	-	(0.3434)	-	(0.7082)	-	(1.4855)	-	(0.2830)	-	(0.2924)	-

NPおよびCANの需要予測は下記の通りである。(第II編 Table 2.25 参照)

	1990	1995	増加率(%/年)
NP	86,500 MT	111,000 MT	5.11
CAN	40,385 MT	43,077 MT	1.30
CAN 最大需要量*	128,187 MT	141,292 MT	

* 市場の全窒素肥料需要を全てCANで代替した場合のCANの量。但し、尿素他の窒素肥料との地域的競合を前提に販売量を増加させるには、販売価格引下げが必要となる。

このケース・スタディの前提条件は下記の通りである。

(1) NP需要の伸び率は全期間を通じ1年につき5.11パーセントと想定する。

(2) CANの需要量は、価格を基準ケースより10パーセント値下げする条件で、NP需要量に生産比率通りに従って伸長するものと仮定する。

上記前提に基く 計画期間中の生産、販売、在庫および操業度は次の通りである。

Case II (L)

(単位：TPY)

	NP			CAN		
年次	生 産	販 売	操業率	生 産	販 売	操業率
1990	94,364	86,500	51.9 %	80,545	73,833	51.9 %
91	90,611	90,924	49.8	77,343	77,610	49.8
92	96,025	95,574	52.8	81,964	81,579	52.8
93	100,865	100,462	55.5	86,095	85,751	55.5
95	111,452	111,000	61.3	95,132	94,746	61.3
2000	143,019	142,439	74.8	122,076	121,581	78.6
05	163,677	163,677	90.0	139,709	139,709	90.0
09	163,677	163,677	90.0	139,709	139,709	90.0

基準ケースと比較した、この代替案 Case II(L)の内部収益率は下記の通りである。

Case II	財務的内部収益率(%) 税引前	税引後
基準ケース(C)	14.19	12.15
Case II (R)	7.49	5.62
代替ケース(C)	9.74	8.59
Case II (L)(R)	3.28	2.22

上記に見る通り、Case II に関して製品の NP および CAN が、アルゼンティン共和国内の市場的制約によって需要量が小さく、工場の操業率が低下した場合、Case II (L)の収益性は低くなり、計画案のフィージビリティはないと判断される。

3.3 Case II 税制優遇措置のケース

第 IV 編 1.1.6 項の前提に対し、ここでは Case II の税制優遇措置の代替ケースについて、検討を行う。このケースに関する前提条件は次の通りである。

イ. 計画実施に関する全ての契約から印紙税を免除する。

ロ. 工場建設機器、資材および触媒、化学薬品等、操業のため輸入する資材に対する輸入関税の免除する。

ハ. 全ての購入品および役務に対する付加価値税を免除する。

ニ. 法人所得税の免除する。

ホ. 上記税金の免除は、操業初年度より 7 年目（1996 年）まで適用する。

上記ケースの内部収益率は次の通りである。

Case II		内部収益率(%) 税引前	税引後
基準ケース	(C)	14.19	12.15
	(R)	7.49	5.62
税制優遇ケース	(C)	20.29	17.39
	(R)	13.22	10.59