



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

We regret that some of the pages of the original copy of the report may not be of the proper quality, but have, through the best possible means, secured a copy of the report from the original copy.

07321

Distr.
RESERVADA

UNIDO/IOD.44
30 septiembre 1976
ESPAÑOL

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA REGION
NOROESTE ARGENTINA*,

DP/ARG/71/546

ARGENTINA

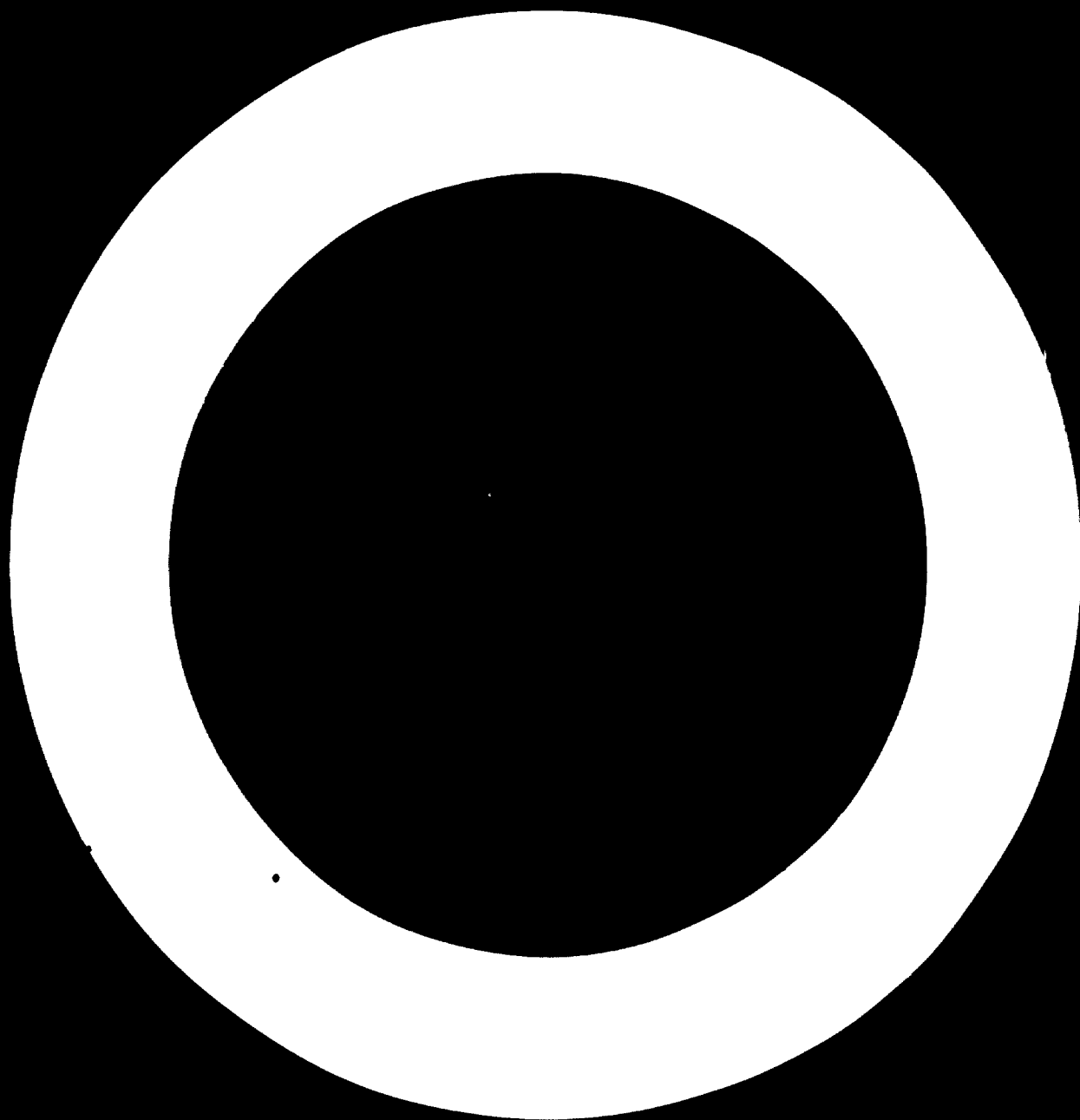
Estudio sobre los yacimientos yesíferos
en el Noroeste de Argentina y sus posibles usos

por

P. Olof Grane, ingeniero industrial

Preparado para el Gobierno de la Argentina por encargo de la
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,
en calidad de organismo de ejecución del
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

*
El presente documento no ha pasado por los servicios de edición
de la Secretaría de la ONUDI.



RESUMEN

El estudio sobre los yacimientos yesíferos en la región noroeste argentina y sus posibles usos fue preparado por un experto de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI). El experto permaneció en Argentina durante un mes, en mayo-junio de 1976, y su tarea principal fue la de asesorar sobre la factibilidad de desarrollar industrias químicas basadas en la transformación del yeso natural. La misión fue parte del proyecto "Desarrollo Industrial de la Región Noroeste Argentina" (DP/ARG/71/546) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), proyecto para el cual había sido designada la ONUUDI como organismo de ejecución.

Del estudio se desprende que la explotación del yeso resulta lenta y costosa, que la utilización del azufre de yeso no parece tener una perspectiva prometedora, y que se debería aumentar el uso del yeso calcinado en la construcción. Se destacan en resumen los puntos siguientes:

- Las provincias en NOA donde los yacimientos de yeso son estudiadas, son Tucumán y Santiago del Estero pero solamente en esta última provincia las reservas son de una magnitud de importancia.
- Como los yacimientos se presentan en forma de bancos estratificados de poco espesor, intercalados con arcillas areniscas, su explotación es lenta y costosa.
- La utilización del azufre del yeso por conversión según distintos procesos químicos, parece no tener una perspectiva prometedora.

La producción de yeso calcinado es mayor que la demanda y en este sector hay posibilidades de aumentar el uso en el ramo de la construcción, produciendo morteros premezclados, placas, paneles, tableros, etc. según procedimientos comerciales bien conocidos.

- Una asistencia adicional por parte de la ONUDI, debería ser en el fomento del uso del yeso calcinado y se

recomienda

que un experto en la producción de yeso calcinado y su utilización en la fabricación de materiales de construcción como bloques, paneles, tableros, etc. está puesto a la disposición al NOA IV Industrial por un tiempo de 2 meses.

I N D I C E

	<u>Página</u>
Introducción	7
I.- Existencias de yeso en NOA	8
Tucumán	8
Santiago del Estero	10
Catamarca	11
Salta	11
Jujuy	12
II.- La explotación del yeso en NOA	13
Tucumán	14
Santiago del Estero	18
Catamarca	19
III.- Procesos químicos para la utilización del azufre de yeso	21
Proceso Marchon	21
Proceso ÖSW-Krupp	26
Proceso OSAG/FACT	31
Otros procesos	36
IV.- Evaluación del mercado de cemento, ací do sulfúrico, azufre y sulfato de amonio	39
Cemento	39
Acido sulfurico	41
Azufre	44
Sulfato de amonio	46

V.- Productos basados en la utilización de yeso ^{63^{os}} calcinado	49
Paneles de yeso	53
^{tiles} Baldosas acusticas	56
"Fibrous plaster"	56
^{lote} Placas de lana de madera	58
Cartón de yeso	60
Anexo. Descripción del puesto	68
AGRADECIMIENTOS	69

INTRODUCCION

- 1 Para poder asesorar sobre las posibilidades de establecer - industrias químicas basándose en yeso como materia prima, - hay primero que conocer las reservas yesíferas en las provincias que constituyen el NOA, su ubicación y la facilidad de su explotación. Además hay que conocer su calidad.
- 2 También es necesario estudiar el mercado provincial, nacional e internacional de los productos que se pueden eventualmente producir, tales como cemento, azufre, ácido sulfurico y sulfato de amonio.
- 3 Otra necesidad es la de saber si en el país se producen las otras materias primas que entran en los procesos químicos, tales como coque ó carbón vegetal, amoníaco y anhídrido carbónico, o si hay posibilidades de producirlos. Además hay que conocer los costos de energía eléctrica, combustibles, agua y mano de obra.
- 4 Para obtener los datos necesarios sobre las reservas de yeso el Experto hizo una visita a Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca. Como es posible que quizá instalaciones químicas de la magnitud de producción e inversión que generalmente - estas necesitan para ser económicamente factibles no se pueda proponer por el momento, el Experto en acuerdo con el Director del Proyecto, ha dedicado también su interés a las posibilidades de aumentar el uso industrial del yeso calcinado.

C A P I T U L O I

EXISTENCIAS DE YESO EN EL NOA

(5) En las provincias del NOA donde se encuentra el yeso, las zonas están integradas por un complejo sedimentario donde el yeso se presenta en forma de bancos o mantos estratificados, intercalados con arcillas areniscas. Los bancos de yeso masivo de más espesor llegan a 1,20 - 1,50 m., excepcionalmente a 2,0 metros o algo más.

Los mantos generalmente tienen una ligera inclinación. En el cauce de esteril es del orden de 50-100 cm.

6 TUCUMAN

El departamento de Minas ha hecho una serie de estudios sobre los depósitos de yeso en esta provincia que dan una imagen bien clara de su ubicación, magnitud y calidad.

7 Uno de estos depósitos se encuentra a unos 30 kms. al norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en la localidad de Tapia y en la zona de Vipos, otro se encuentra en la localidad El Cajón, Sierra de la Ramada.

Las reservas totales de Tapia y Vipos, se estima en 23 millones de toneladas, de las cuales 2,8 millones m³ o 6,72 millones de toneladas tienen más del 85% de Ca.SO₄.2H₂O. (1). La columna estratigráfica de esta formación está mostrado en figura Nº 1.

8 El afloramiento de yeso en El Cajón, Sierra de la Ramada, pertenece a la misma formación geológica - Río Salí (terciario

(1) L.E.Suayter y A.Urbaneta: Los depósitos de yeso y arcilla de la región comprendida entre los ríos Tapia y Vipos en el Dpto. de Trancas, sin fecha.

P. OLOF GRANE

Consulting Engineer
P.O. Box 9
Torremolinos/Spain

SUBJECT: COLUMNA ESTRATIGRAFICA
DE LA FORMACION RIO SALI.
Km 2 de la Ruta Provincial 341
(Segun Suayter y Urdaneta)

Figura No. 1

SHEET NO. OF

JOB NO. UNIDO

DP/ANG/71/546/11-07-P.1

DATE

Junio 1976

Escala 1:100

Espesor	Corte Columnar	Caracter
2,00 m		Limo y yeso alterado
1,20		Banco de yeso masivo
1,50		Arcillita verde con yeso
0,60		Banco de yeso masivo
0,30		Margas amarillentas
1,00		Arcillita verde con yeso
2,00		Arcillita rojiza con yeso
1,00		Arcillita verde con yeso
0,80		Banco de yeso crespo
3,00		Arcillita rojiza con yeso
2,00		Arcillita verde con yeso
1,00		Banco de yeso crespo

no definido) - como la de Tapia. De la serie de bancos de yeso sólo tres son explotables económicamente ya que los otros son muy mezclados con arcillas y limos. Las reservas de yeso en las canteras estudiadas ascienden a 560.000 toneladas y en todo el sector se estima que las reservas son 2.24 millones de toneladas. (2)

Sobre la calidad no se da ninguna información pero es de suponer que los análisis son similares a los del sector de Tapia y Vipos.

- 9 Dos análisis de yeso promedio de Tapia y Vipos muestran los siguientes valores. (3).

	<u>Tapia</u>	<u>Vipos</u>
Silicatos insolubles	0,76	13,55
Fe ₂ O ₃	1,93	1,27
Ca.So ₄ . 2H ₂ O	90,99	85,09
N.D.	0,32	0,29

10 SANTIAGO DEL ESTERO

En Santiago del Estero el Departamento de Minas también ha hecho una prospección y cubicación de las reservas de yeso. Estas se encuentran en una zona al oeste de la ciudad de Santiago del Estero y son del mismo tipo ya descrito antes.

- 11 Las reservas probadas llegan a 23 mill. de toneladas sobre una superficie de 50 Km² entre Guasayán y Choya pero en el sector entero hay otras 55 a 65 mill. de toneladas sobre una superficie de 300 km² y el total de las reservas yesíferas suben entonces a unos 85 mill. de toneladas. (4).

(2) L.E. Suayter, Estudio y evaluación de canteras de cal y yeso en la localidad de El Cajón, sierra de la Ramada, 1972.

(3) L.E. Suayter y Urdaneta, op.cit.

(4) Información dada por el Ingeniero en Minas, Sr. Bandrowsky.

12 La calidad del yeso en esta provincia es quizás algo superior a la de Tucumán, es más blanco y los análisis muestran leyes más altas.

13 Análisis de yeso de Guayasán:

H ₂ O-	0,23 %	0,28 %
H ₂ O+	20,18 %	18,85 %
SiO ₂	2,60 %	7,79 %
R ₂ O ₃	0,60 %	1,28 %
CaO	31,85 %	28,76 %
MgO	0,11 %	-
SO ₃	45,37 %	41,65 %
NaCl	0,04 %	-
CaSO ₄ .2H ₂ O	96,42 %	88,46 %

14 CATAMARCA

En Catamarca también se encuentra yeso y aunque no se ha hecho ningún estudio de reconocimiento o estimación de las reservas se sabe que en una zona al sudoeste de la ciudad de Catamarca, a lo largo de unos 14 kms. hay afloramientos de yeso. Probablemente pertenecen a los mismos yacimientos que hay en Santiago del Estero, los que penetran en Catamarca.

15 Sobre la calidad no existe información o análisis pero es probable que no es muy diferente al yeso de las otras provincias.

16 SALTA

En Salta no se ha hecho ningún estudio de reconocimiento de yeso y por lo tanto no se conoce la magnitud de las re-

servas. Se ha notado manifestaciones en varios lugares, especialmente en los departamentos Cafayate (El Descanso), Candelaria y Rosario de la Frontera (Copo Quile). Recientemente se ha descubierto otra manifestación en el Departamento Gral. Güemes. Es de suponer que esta zona es una prolongación de los yacimientos grandes en Santiago del Estero y Tucumán y de lo que se ha podido ver, es del mismo tipo sedimentario.

17 Otro afloramiento de yeso se ha notado en la localidad de Tolar Grande en el Departamento de los Andes.

18 No existe ninguna explotación de yeso en Salta.

19 JUJUY

No se conoce ningún afloramiento de yeso en esta provincia.

C A P I T U L O I I

LA EXPLOTACION DEL YESO EN NOA

20 La producción de yeso crudo en las distintas provincias del país, está consignada en la estadística oficial de Minería y los datos son suministrados en la tabla siguiente:

T A B L A I

Producción total de yeso crudo

Provincia	Nº de Productores	1.971	1.972	1.973
Buenos Aires	3	172.384	143.527	152.661
Catamarca	1	1.178	1.596	247
Chubut	4	9.171	172	3.917
Entre Rios	5	98.129	64.987	53.348
La Rioja	1	3.600	3.600	0
Mendoza	10	47.975	69.405	44.685
Neuquén	2	14.000	2.978	3.759
Río Negro	5	96.785	140.017	120.344
San Juan	5	5.685	3.374	900
San Luis	5	1.265	1.200	1.305
S. del Estero	6	53.300	78.422	72.034
Tucumán	3	4.087	3.846	1.191
T O T A L	50	507.559	513.124	454.382
Valor \$ Ley		6.512.600	11.544.141	23.315.702

21 La parte de esta producción que corresponde al NOA era en 1.973 73.472 toneladas con la mayor parte, procedente de Santiago del Estero. La producción en Tucumán, por lo menos ahora, es mayor que la indicada, ya que una fábrica de cemento está abastecida de allí con unas 6.000 toneladas por año.

22 TUCUMAN. Yeso Crudo

La explotación del yeso en Tucumán es totalmente manual. La cantera a Km 5 en la ruta de Tapia, la cual estaba en explotación cuando el Experto la visitó, se encuentra a unos 100 metros de la carretera. El encape de estéril es de unos 70 cms y esto se saca con picos y palas. Una vez hecho el destape hay un banco de yeso masivo de aproximadamente 1,20 m. y con martillos y barrenas se sacan los bloques de yeso que después serán cargados en los acoplados de camiones esperando al pie de la colina. Sin contar el destape, 3 trabajadores sacaron 15 toneladas/día. La mano de obra es pagada con \$ 130/tonelada. El destino del material era a una fábrica de cemento.

23 Como la explotación era totalmente manual es comprensible - que se hizo la extracción en los lugares donde había menos encape y el acceso más fácil. El resultado de este tipo de explotación es que se veía aquí y allá boquetes en el terreno donde se había extraído el yeso y después, cuando las - circunstancias hicieron la extracción difícil, se abandonaba el lugar por otro más provechoso. De Esta manera se saca

solamente una pequeña parte del yacimiento, y además se hace difícil una futura extracción complementaria en el mismo lugar. Una explotación mecanizada con destape con topadera y extracción con excavadora es factible y dá naturalmente un mejor rendimiento.

24 Yeso calcinado

Mientras generalmente la gran parte del yeso crudo se destina al uso como retardador en la fabricación de cemento portland, el resto es calcinado y usado en la construcción.

25 La calcinación del yeso en Tucumán, se hace en hornos primitivos, allí llamados hornos criollos. Consisten en un horno rectangular (o circular) hecho de ladrillos. En el frente hay una puerta. Se carga el horno por arriba, haciéndo una bóveda, después llenando el horno con el yeso crudo. Por la puerta se llena con leña y aplica el fuego. Un ciclo de carga, calcinación, enfriamiento y descarga suele tardar 2 días y medio.

El proceso es simple pero primitivo y no se puede controlar la temperatura, pero años de experiencia hacen que un producto aceptable salga de estos hornos. Los tamaños de los hornos varían de un lugar a otro, pero una capacidad normal, es de 10 a 15 toneladas de yeso calcinado por hornada. En las figuras Nº 2 y 3 se ve el diseño de un horno primitivo.

26 En un establecimiento en Tucumán la calcinación era más industrializada. El crudo fué molido en un molino a martillos y el polvo fué calcinado en un horno rotativo calentado por debajo con un fuego de leña. El horno era 6 m. de largo con

P. OLOF GRANE

Consulting Engineer
P. O. Box 9
Torremolinos/Spain

SUBJECT: HORNO PRIMITIVO PARA LA
CALCINACION DE YESO (tipo "criollo")

Figura No. 2

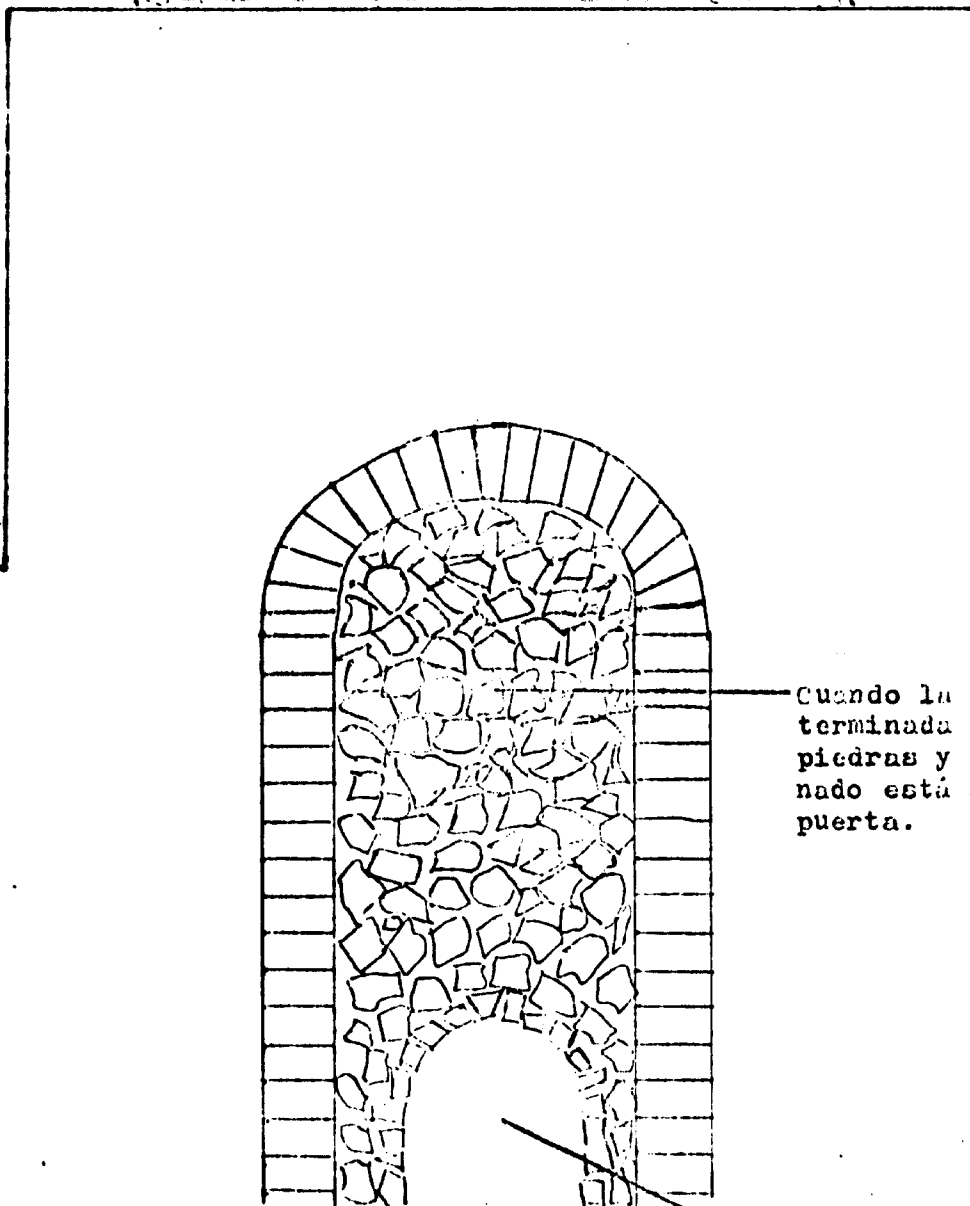
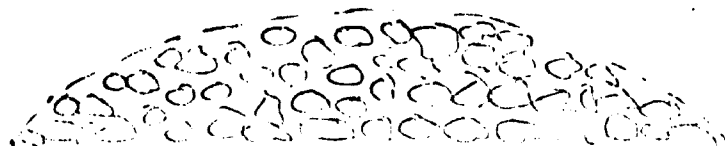
SHEET NO. OF

JOB NO. UPTEN

DP/ARG/71/546/11-07-1/2

DATE

Junio 1976



Cuando la cocción está terminada se quita estas piedras y el yeso calcinado está sacado por esta puerta.

Se mantiene el fuego con leña adicional introducido por esta apertura.

P. OLOF GRANE

Consulting Engineer
P.O. Box 9
Torremolinos/Spain

SUBJECT: HORNO PRIMITIVO PARA LA
CALCINACION DE YESO (tipo "criollo")

Corte transversal

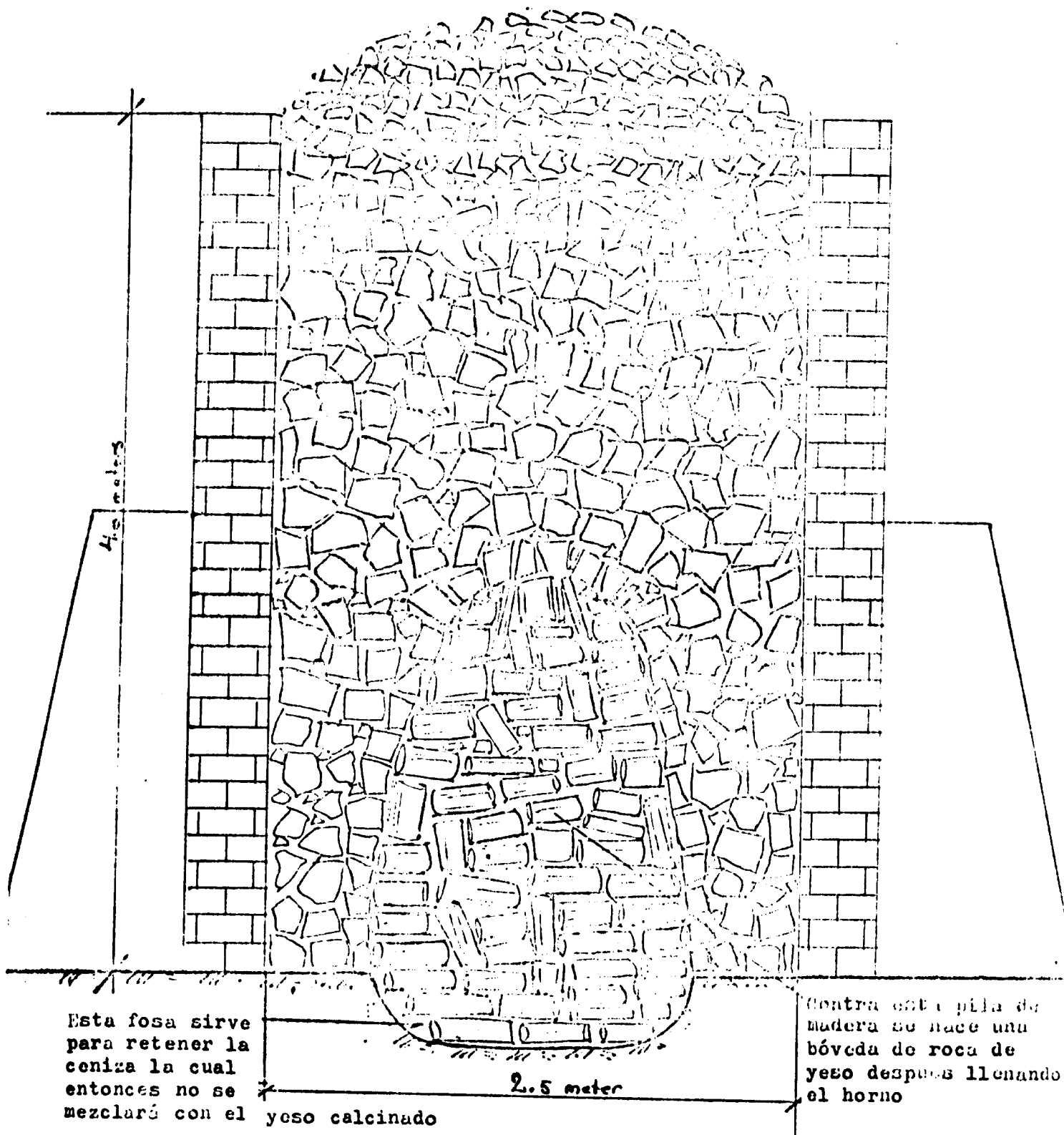
Figura No. 3

SHEET NO. 01

JOB NO. U. I. I. T. O.
DP/ARG/71/546/11-07-

DATE

Junio 1976



Esta fosa sirve para retener la ceniza la cual entonces no se mezclará con el yeso calcinado

Contra esta pila de madera se hace una bóveda de roca de yeso después llenando el horno

un diametro de 1,75 m. y producía 2,5 a 3 toneladas de yeso calcinado por cada hornada de 2,5 horas usando 1500 Kgs. de leña. El yeso calcinado, después de haberse enfriado, fué pasado por un micronizador y envasado en bolsas de papel.

27 En este tipo de horno se puede mejor controlar el proceso de calcinación pero tampoco es ideal.

28 SANTIAGO DEL ESTERO

Yeso crudo: En esta provincia, donde el yeso es una de las riquezas principales, se hace la extracción en una forma mecanizada destapando un area bastante grande con niveladora y usando explosivos para soltar la roca de yeso. En unas ocasiones cuando los mantos llegan a tener un espesor de 2 a 3 metros, se saca el yeso con excavadora. Trabajando de esta forma se entiende, que la producción de yeso es mucha más grande en esta provincia y se estima la presente producción en unos 80.000 toneladas por año. Desafortunadamente parece que ahora se ha llegado al límite de consumo existente y se busca otros usos del yeso para poder seguir aumentando su producción.

29 Yeso calcinado

Aunque como siempre una parte del yeso va a las fábricas de cemento, en esta provincia la mayor parte se destina a la calcinación. Los hornos que se usan son los hornos criollos pero existe una instalación industrial moderna donde se hace la calcinación en dos hornos marmitas con una capacidad cada una de 10 toneladas por hornada de 2,5 horas. El calentamiento es con fuel y el proceso está bien controlado, haciéndole posi-

ble producir un yeso calcinado de alta calidad. La capacidad total de la instalación se indicaba como de 3.500 a - 4.000 toneladas mensuales.

- 30 En el día de la visita del Experto en esta industria, las dos marmitas no trabajaron, solamente la parte de molienda. La razón era que el mercado estaba saturado y para mantener el personal se tenían algunos de los viejos hornos crillos en producción. La administración estaba preocupada de encontrar otros usos para su yeso y tenían en cuenta las posibilidades de producir placas o paneles y también habían considerado la producción de productos químicos usando yeso como materia prima.

El precio actual del yeso calcinado, molido y envasado es de 225 \$/bolsa de 40 Kg. = 5,6 \$/kg.

31 CATAMARCA

Yeso crudo: Aunque hay indicios, como se ha dicho antes, que puede haber una reserva de yeso bastante importante en esta provincia, actualmente se trabaja una sola cantera, "La Rosana". La cantidad extraída en 1975 era casi 3.000 toneladas y el producto se exportaba a una fábrica de cemento en Córdoba. Si se encuentra mercados, puede haber posibilidad de aumentar la producción.

- 32 Yeso calcinado: Actualmente no existe producción de yeso calcinado en Catamarca y es de suponer que la cantidad que necesita el ramo de construcción se importa de Santiago del Estero. En todo caso existe naturalmente la posibilidad de que

se pongan un par de hornos criollos al lado de la cantera existente, para así poder aumentar algo la producción y - el valor de la explotación.

C A P I T U L O I I I

PROCESOS QUIMICOS PARA LA UTILIZACION DEL AZUFRE DE YESO

33 El precio del azufre elemental, igual como muchas otras materias primas y minerales, ha variado considerablemente durante los últimos años. Cuando el abasto es escaso y los precios son altos, el interés para su producción de otras fuentes que la de rocas volcánicas, que contienen azufre nativo, se ha estimulado y varios procesos han sido desarrollados utilizando entre otras el yeso y la anhidrita como materia prima.

34 A. PROCESO MARCHON

El proceso más conocido para la conversión del azufre de yeso o de anhidrita es el proceso Marchon, desarrollado por Marchon Products Ltd, Whitehaven, Inglaterra, que está basado sobre los trabajos iniciados por Mueller y Kuhne de la compañía Bayer en Alemania.

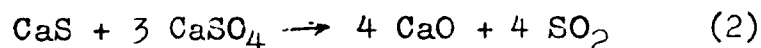
Bayer abandonaron sus trabajos en este ramo pero al contrario Imperial Chemical Industries en Inglaterra construyeron una planta en escala grande en Billingham donde hoy en día tienen una capacidad de 400.000 t/año de ácido sulfúrico e igual cantidad de cemento.

35 El proceso está basado en la descomposición del sulfato de calcio, la cual se produce en dos pasos:

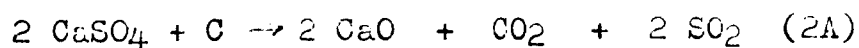
I: Paso de reducción. Carbón reacciona con una cuarta parte de la anhidrita para formar sulfuro de calcio:



II: Paso de descomposición. El sulfuro de calcio reacciona con el resto de la anhidrita a una temperatura considerablemente más alta para formar anhídrido sulfuroso:



Después, el sulfuro de calcio existe solamente como un intermediario, así que el proceso de reducción en total corresponde a la siguiente reacción:



- 36 La reacción (1) sucede a una temperatura entre 900°C hasta 1100°C, mientras la reacción (2) sucede a 1200°C cuando la presión parcial de los vapores de anhídrido sulfuroso y azufre llegan a una atmosfera. La adición de arcilla o materiales similares aumentan la presión de descomposición así que una cuantitativa descomposición sucede en una hora a los 1100°C. Es muy importante que los componentes estén presentes en una cantidad y relación exacta requerido por una cuantitativa conversión.
- 37 Esto es la terminación del proceso a lo que concierne el anhídrido sulfuroso. El resto se trata de producir el clinker. Se aumenta la temperatura a 1450°C y entonces la reacción entre los componentes y el óxido de calcio, que se ha formado durante la descomposición sucede y un clinker está formado.
- 38 Los hornos que se usan son los hornos rotativos convencionales de la fabricación de cemento portland, solamente que en el extremo de combustión se usa refractarios que pueden resistir una temperatura máxima de 1600°C, lo que es 200°C más

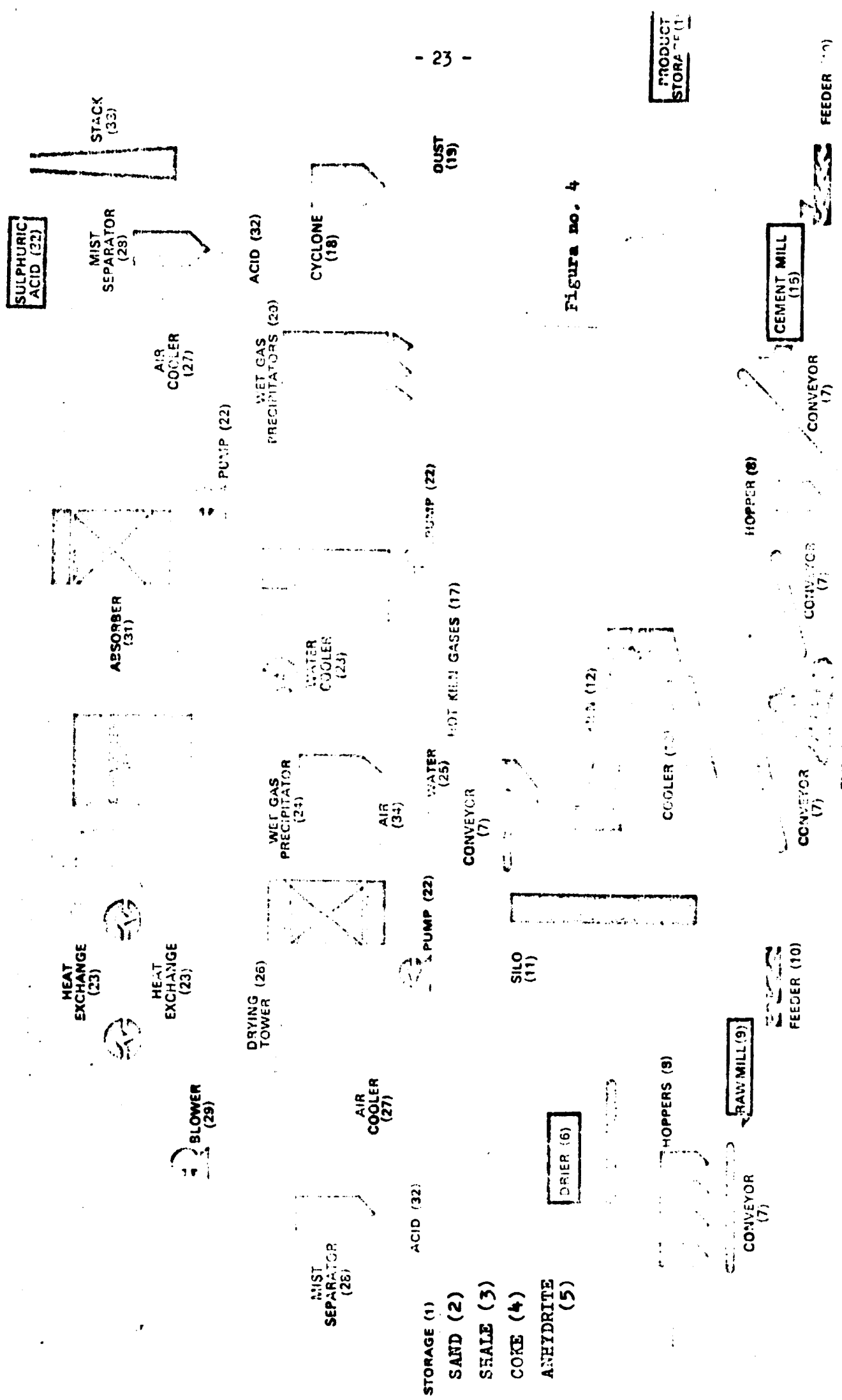


Figure No. 4

SULPHURIC ACID CEMENT PRODUCTION BY THE MARCHON PROCESS

CLINCKER STORAGE (14)

PRODUCT STORAGE (14)

que en la práctica convencional de la producción de cemento portland.

39 Los gases saliendo del horno contienen unos 10% de anhídrido sulfuroso y además vapor de agua y polvo. El polvo se quita en filtros electrostáticos y el agua se quita lavando los gases con ácido sulfúrico de 98%. El gas final pasa después a los convertidores de una planta convencional catalítica para su conversión en trióxido de azufre y finalmente en ácido sulfúrico.

40 Está bien claro que es más económico usar anhídrita en vez de yeso, ya que, usando yeso primero hay que calcinarlo y la consumición de energía (combustible) aumenta entonces considerablemente. Los siguientes datos se refieren al tratamiento de anhídrita con un contenido de 90 a 93% de CaSO_4 en una planta que produce 1000 toneladas diarias de ácido sulfúrico e igual cantidad de cemento.

Las cifras se refieren a 1 t. de ácido sulfúrico (5).

Anhidrita	1,70 t
Arcilla (seco)	0,29 t
Arena (seca)	0,06 t
Coque	0,10 t
Yeso	0,04 t
Combustible (fuel oil ó gas)	1,5 x 10 ⁶ Kcal

(5) The Power-Gas Corporation Ltd, Stockton-on-Tees, Inglaterra, ahora Davy-Powergas Ltd. 8 Baker Street, London, Inglaterra.

Agua de proceso	208 litros
Agua de refrigeración, (de circulación)	53.000 litros
Electricidad (incluido producción de cemento y envasaje)	250 kWh
Subproducto, cemento	1 t

- 41 La economía de una instalación Marchon, está caracterizado por su muy alto coste de capital (6) y su necesidad de un combustible barato. La amortización del capital es así un factor de mayor importancia en el cálculo de coste.
- 42 Otro factor a tener en cuenta es naturalmente el uso de la gran cantidad de ácido sulfúrico que sale. Raramente se puede pensar en construir una planta solamente porque se tiene yeso o anhídrido disponible, se hace, porque existe un mercado del ácido y también del cemento. Inglaterra que no -- tiene ni azufre, ni pirita pero si una industria química de gran magnitud, que necesita ácido sulfúrico en grandes cantidades, tiene todas las condiciones para una instalación de este tipo (como la tienen en Billingham), mientras un país -- como Somalia, que tiene los yacimientos yesíferos más grandes del mundo, no tiene ninguna condición para una instalación similar.
- 43 Además hay que pensar en el hecho que el precio mundial del azufre fluctua mucho y si pasa lo que pasó en 1969 y 1970

(6) Una instalación produciendo 300 t. diarias de ácido y cemento costaba en 1.970 \$US 10 millones.

que los precios bajaron dramáticamente, entonces la factibilidad de una instalación Marchon está en peligro.

44 La cosa es diferente si hay en uno "captivo" del ácido, como es el caso en la producción de ácido fosfórico, usando minerales fosfáticos como materia prima. En este caso se usa el ácido para lixiviar el fósforo y se obtiene yeso como sub-producto y convirtiendo el yeso en ácido sulfúrico según el proceso Marchon, se puede recuperar el 90% del ácido, recibiendo cemento como un sub-producto de mucho más valor. Una planta de este tipo ha sido recientemente proyectado por Pöwergas en San Paolo, Brazil.

45 B. PROCESO ÖSW-KRUPP:

Mientras la primera planta para la conversión de sulfato de calcio, fué construida por Bayer en 1.976, la de Billingham en Inglaterra se construyó en 1.929. En 1.955 otra planta - usando el mismo proceso, fué construida por Oesterreichische Stickstoffwerke (ÖSW) en Linz, Austria. Allí como en Billingham, se usaba anhídrita como materia prima, pero más tarde, el uso del yeso sub-producto de la producción de ácido fosfórico, según el procesamiento por vía húmeda, que da 4 a 5 t. de yeso sub-producto por cada tonelada de ácido fosfórico (como P_2O_5), ganaba en importancia. El proceso fué además desarrollado y perfeccionado y cuando, en colaboración con Krupp se incorporó el precalentador de contracorriente, la economía del proceso fué mejorado significativamente y se puede hablar de un proceso diferente a el de Marchon, aunque la química es la misma.

- 46 Cuando se trata de usar yeso (natural o sub-producto) como materia prima, ésta primero tiene que ser secada y calcinada y la anhidrita así obtenida entra en el proceso.
- 47 El proceso ÖSW-Krupp, está caracterizado por los siguientes datos para la producción de 1 t. de ácido sulfúrico y 1 t. de cemento portland.

Materias primas:

Anhidrita	1,64 t
Arcilla	0,07 t
Arena	0,07 t
Ccque	0,10 t
Yeso	0,04 t

Utilidades:

Agua de refrigeración,	80 m ³
Energía eléctrica	230 kWk
Combustible	2,8 x 10 ⁶ Kcal

Mano de Obra:

La mano de obra depende de la capacidad de la planta y de las materias primas que se usa. Calculando con las circunstancias en Alemania y usando yeso sub-producto como materia prima, se puede calcular con el siguiente número de mano de obra:

<u>Capacidad de la planta</u>	<u>Número de mano de obra</u>
165.000 t/año	57
330.000 "	68
495.000 "	79

Estas cifras se refieren al personal en la planta y en

laboratorios pero no incluye personal para la administración y mantenimiento.

Costo de inversión

Capacidad de la planta: 330.000 t. ácido sulfúrico (como mono-hidrato)

y

330.000 t. cemento portland

Materia prima: Yeso sub-producto

El coste total de la planta incluyendo edificaciones y cimientos, licencia, ingeniería, maquinaria, montaje y puesto en marcha, se puede calcular en DM -- 105.000.000,- o sea SUS 42.000.000,- (1.974)

- 48 Si como materia prima se usa yeso hemi-hidrato, el coste de inversión es menor.
- 49 Además de la planta en Linz, se ha licenciado el proceso - ÖSW-Krupp en Sudafrica donde Chemical Industries of South Africa (Pty) Ltd en Phalaborwa, tiene una planta con una capacidad de 105.000 t/año de ácido sulfúrico, usando yeso - sub-producto como materia prima.
- 50 Otra planta similar, según información recibida, se está - instalando en Dakar, Senegal, donde Société d'Engrais du Senegal, tiene una planta para la producción de ácido fosfori co.
- 51 En resumen se puede decir que el proceso para la conversión del yeso en ácido sulfúrico y cemento est   bien establecido pero hay que estudiar netamente las circunstancias en cada

IRON-ORE
DRIVING PLANT

ACID-DRIVING PLANT

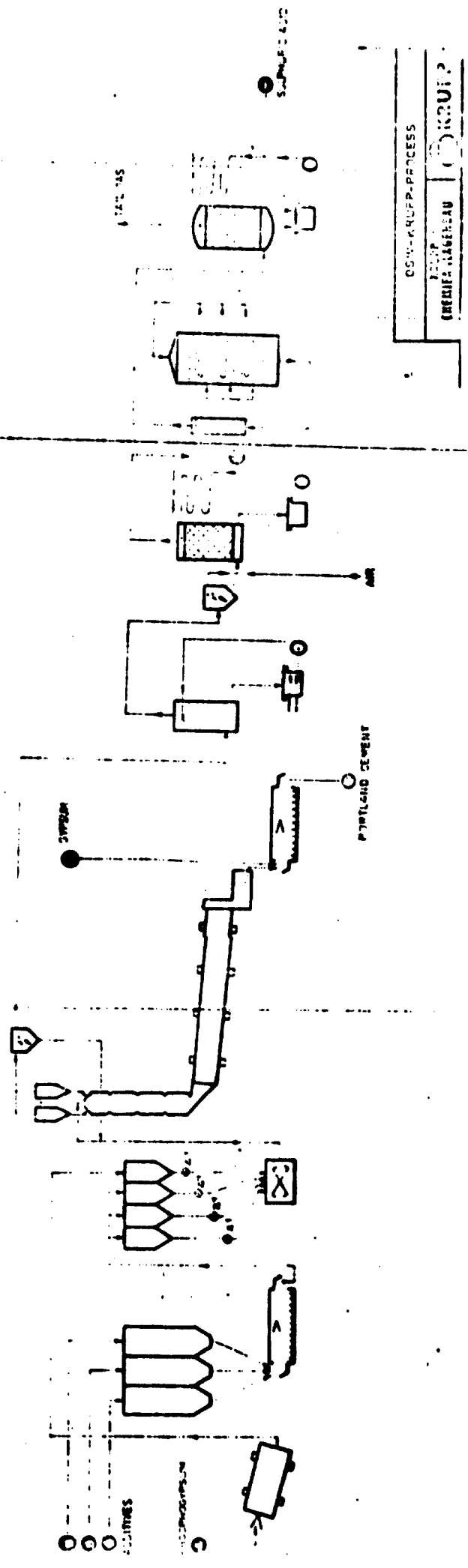
IRON-PILE NEAR
PREPARATION

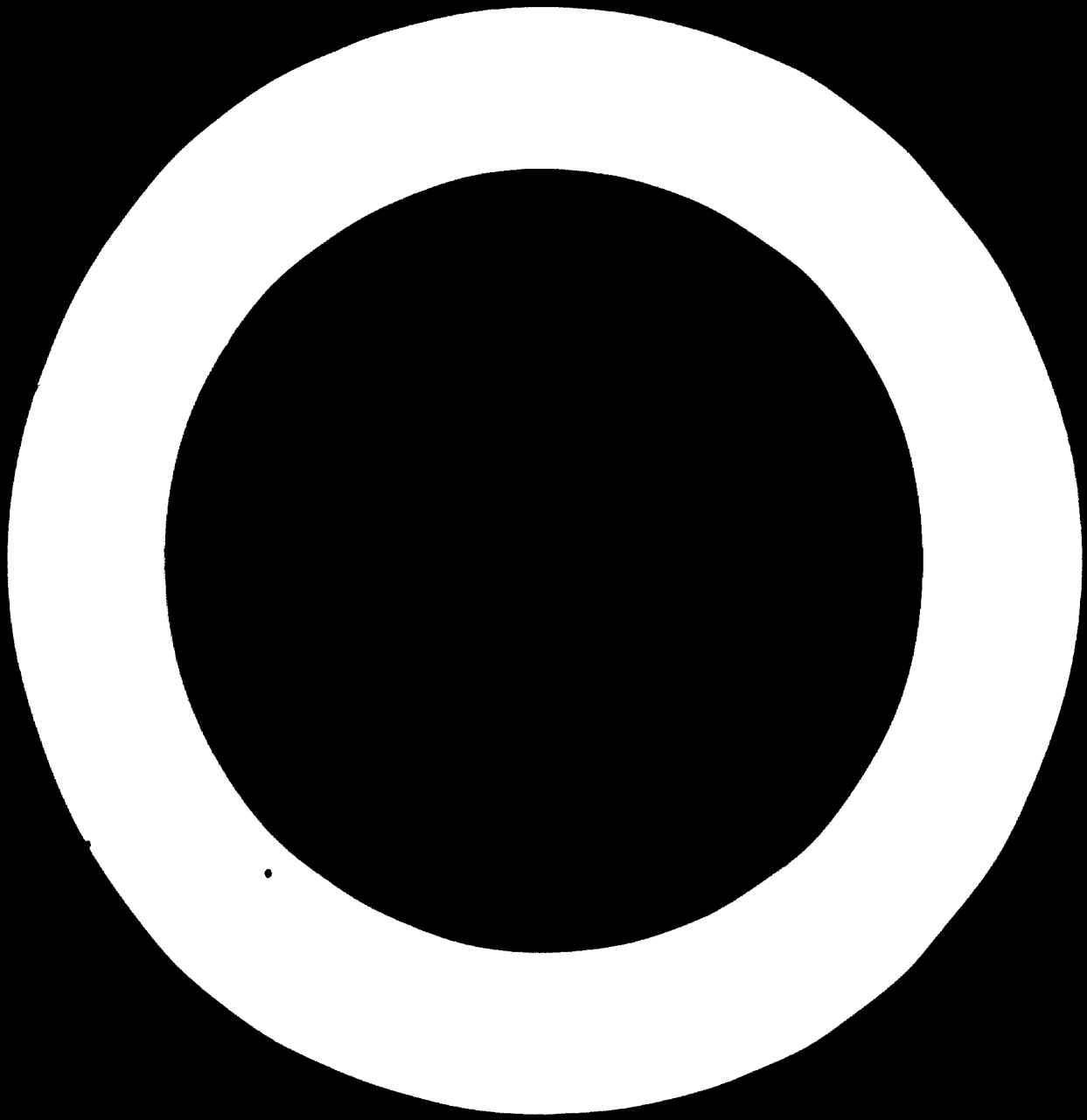
HAIR PLANT

CEMENT GRINDING
PLANT

SULPHURIC ACID
PLANT

PLATE-20-1





caso particular. Al conocimiento del Experto todas las instalaciones hechas hasta ahora, utilizan yeso sub-producto - como materia prima, el cual tiene un precio negativo y donde el ácido sulfurico está reciclado. Ahora Powergas ha hecho un proyecto para United Gypsum Ltd. en Canada que es uno de los más grandes productores de yeso, pero se ignora si se ha realizado o no.

52 Conclusión

Los criterios más importantes para una posible instalación - de una planta para la conversión de yeso en NOA son los siguientes:

- grandes yacimientos de yeso de fácil y barata explotación.
- combustible barato (fuel oil o gas natural)
- acceso a capital importante
- demanda de ácido sulfurico en grandes cantidades.
- salida para la correspondiente cantidad de cemento.

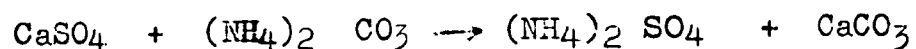
En los próximos capítulos estos criterios serán estudiados menos el del capital que está fuera de la esfera del Experto. Sobre los yacimientos yesíferos ya se ha dado información.

53 C. PROCESO OSAG/FACT PARA LA PRODUCCION DE SULFATO DE AMONIO

La antes mencionada empresa Österreichische Stickstoffwerke A.G. en Linz, Austria - OSAG -, también ha desarrollado otro proceso que fué simultáneamente elaborado por The Fertilizers

and Chemicals (Travancore) Ltd. - FACT - en Kerala en India. Estos procesos combinados ahora con licenciados por Power-gas.

- 54 El proceso se basa en la producción de carbonato de amonio a base de amoniaco y anhídrido carbonico, el cual, después -- reacciona con el yeso produciendo sulfato de amonio con carbonato de calcio como sub-producto.



- 55 La planta y el procesamiento es menos complicado y la instalación menos costosa que las antes mencionadas para la producción de acido sulfurico y cemento. Sin embargo hay otros criterios que tienen que ser cumplidos, los cuales serán -- tratados más adelante.

- 56 El amoniaco y el anhídrido carbonico son adsorbidas en un -- líquido de carbonato de amonio en una columna donde reaccio-- nan el uno con el otro. Una parte de este líquido está bom-- beado a un tanque donde el yeso pulverizado está adicionado y calentando la mezcla se obtiene la reacción que produce -- el sulfato de amonio. Dependiente del uso futuro, se puede producir una solución con 38% de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ o la sal pura cristalizada.

- 57 En el primer caso la solución puede ser utilizada directa-- mente como un sulfato interno reciclado en un proceso nitrí-- co-fosfatico para producir NP/NOK fertilizantes muy concen-- trados en un contenido de más de 90% de P_2O_5 soluble en -- agua. Este proceso se llama el Stamicarbón/Powergas proceso que puede producir estos fertilizantes sin el uso de azufre

elemental, ácido sulfurico o ácido fosforico.

58 En el segundo caso, producción de sulfato de amonio cristalino, hay que neutralizar la solución, concentrarla, centrifugarla y después lavar y secar los cristales. En esta forma puede ser vendida directamente o utilizando en la fabricación de fertilizantes mixtas. Si será vendido directamente se requiere cristales buenos y regulares, lo que quiere decir que hay que usar un evaporador/cristalizador de múltiple efecto. Si al contrario se intenta usar la sal como un intermediario, entonces el tamaño de los cristales no es tan crítico, y como consecuencia una instalación más simple y más barata puede ser usado.

59 Se puede calcular los costos preliminares basándose en las siguientes cifras de consumo:

A. Producción de 1 t. de una solución conteniendo 38% de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$

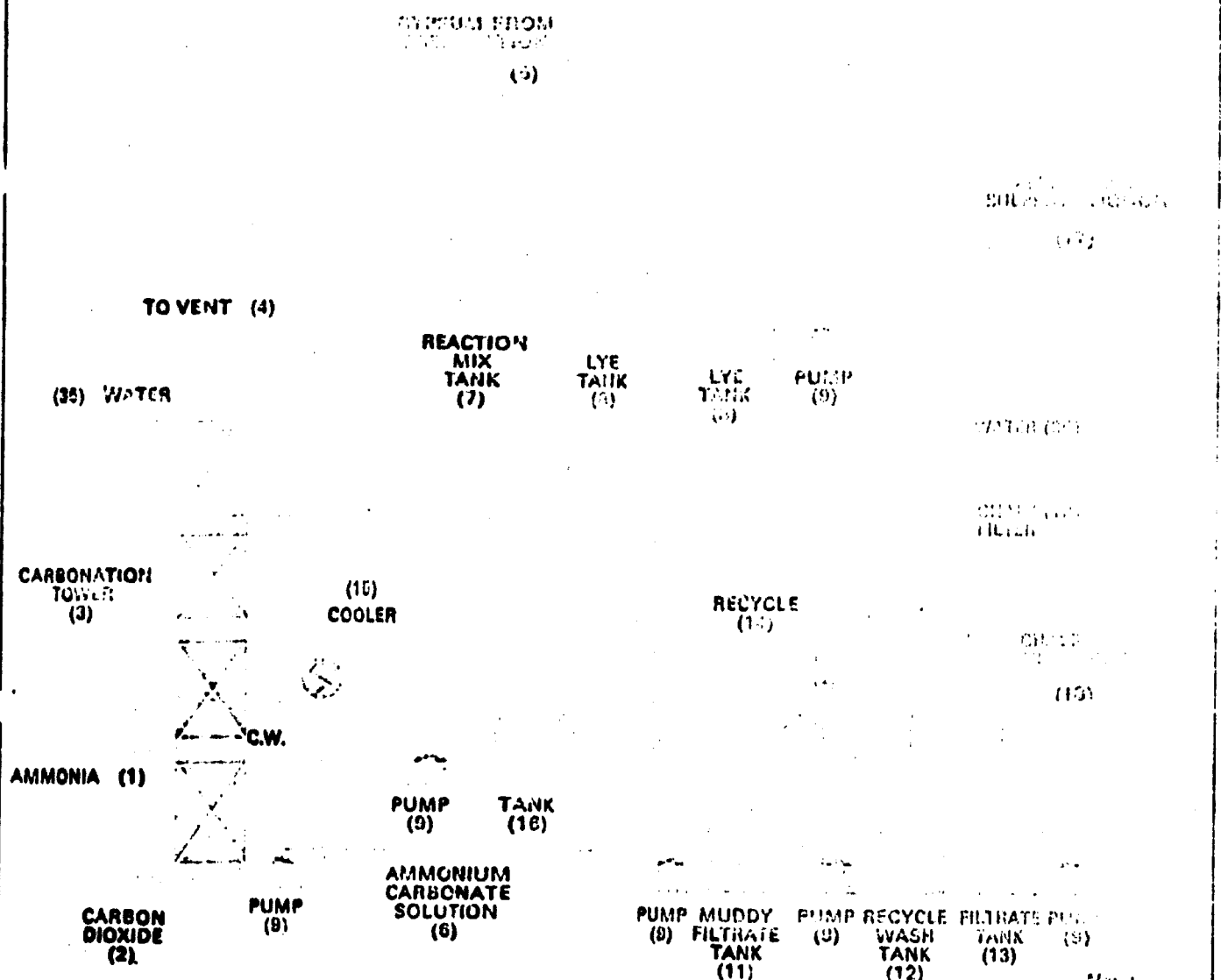
Materias Primas:

- Yeso (calculado como 100% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (se puede usar yeso con más de 94%)	1,43 t
- Amoniacó (como 100% NH_3)	0,29 t
- Anhidrido carbonico (como 100% CO_2)	0,38 t

Utilidades:

- Agua de proceso	1,50 t
- Agua normal	3,50 t
- Vapor (1 atm.)	0,05 t
- Agua de refrigeración	21 m ³
- Energía eléctrica (basado en una planta de 500 t/día)	21 kWh

P. OLOF GRANE Consulting Engineer P. O. Box 9 Torremolinos/Spain	SUBJECT: ESQUEMA PARA LA PRODUCCION DE SULFATO DE AMONIO DE YESO COMO MA- TERIA PRIMA	Figura No. 6
		SHEET NO. OF
		JOB NO. UETPO DP/ARG/71/546/11-07-R/L
		DATE Junio 1976



C.W. = COOLING WATER

Carbonation, Reaction and Chalk Filtration Sections

Note: Numbers apply to page vers only.

B. Producción de 1 t. de cristales secos de sulfato de amonio
conteniendo 21% nitrogeno

Materias primas:

Yeso (calculado como 100% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	1,33 t
Amoniaco	0,27 t
Anhidrido carbonico	0,35 t

Utilidades:

Agua de proceso	1,50 t
Agua normal	3,50 t
Acido sulfurico (como 100% H_2SO_4)	0,06 t
Vapor (1 atm.)	0,05 t
Vapor (3,5 atm.)	0,70 t
Agua de refrigeración, puro	19 m ³
Agua de refrigeración, normal	31 m ³
Energía eléctrica (basado en una planta de 500 t/día)	41 kWh

- 60 El coste de inversión para una planta produciendo 500 t/día era en 1.970 aproximadamente 2,8 mill. \$US y para 500 t/día era 3,5 mill. \$US. Estos precios hoy en día probablemente son aproximadamente los dobles. Interesante para NOA puede ser que el tamaño mínimo de producción es considerado sea de 150 t/día.
- 61 Como en el anterior caso no es suficiente tener solamente - acceso a yeso barato pero también una fuente local de anhídri do carbonico "gratis" y naturalmente amoniaco. Si no hay anhi drido carbonico disponible, se puede producir quemando fuel - oil en una caldera especial - ya que como se nota también ha - ce falta vapor para el proceso - y después lavar los gases de

combustión, así obteniendo el anhídrido carbonico.

62 Lo más ideal será instalar la planta al lado de una planta - produciendo amoniaco, la cual también produce anhídrido carbonico como sub-producto.

63 Conclusión

Como existe un proyecto en NOA de instalar una planta para - la producción de amoniaco, se puede considerar complementar este proyecto y hacerlo más atractivo acoplándole a una -- planta para la producción de sulfato de amonio a base de ye so y eventualmente fertilizantes mixtas. En un capítulo más adelante el Experto ha hecho un breve estudio sobre la si- tuación en el país de amoniaco y sulfato de amonio.

64 D. OTROS PROCESOS PARA LA CONVERSION DEL YESO

Los procesos anteriormente descritos son procesos que son - comercialmente explotados. Existen otros varios procesos pe ro ninguno ha sido aplicado con éxito en escala grande.

65 Procesos de Bureau of Mines

Bureau of Mines, ha elaborado un proceso según el cual se re - duce el yeso con carbón a sulfuro de calcio. Este después - reacciona con anhídrido carbonico, produciendo ácido sulfi- drico, el cual, se quema en un horno Claus convencional pro- duciendo azufre.

66 El azufre es un producto mucho más interesante que el ácido sulfurico, ya que, se puede transportar facilmente, exportarlo

si se quiere pero está expuesto a la fluctuación de los precios mundiales.

- 67 No solamente una planta piloto según este proceso, fué construido en USA por Elcor Chemical Corporation en Culbertson, Texas, pero también hicieron una planta para la producción de 1000 t. de azufre por día. Su puesta en marcha fué planeada para fin de 1.968 pero tenían numerosas dificultades. Hicieron modificaciones mayores en la instalación, pero a pesar de grandes esfuerzos, no pudieron resolver los problemas. Además tenían dificultades financieras y cuando una gran explosión mató a varios de sus empleados, esto llevó al colapso a la empresa. Desde muchos puntos de vista, ellos eran en una situación favorable, teniendo anhídrita disponible más bien que yeso - lo que reduce sustancialmente el gasto en combustible - y gas natural barato. Pero la baja en el mercado del azufre y los continuos problemas del proceso, causó su caída.
- 68 Bureau of Mines, tiene otra variante del mismo proceso, donde el sulfuro de calcio se deja reaccionar con cloruro de sodio produciendo sulfidrato de sodio, el cual después está transformado en soda solvay. Parte del ácido sulfídrico se quema en un horno Claus, obteniendo así azufre. No se conoce ninguna planta comercial usando este proceso.
- 69 Referente a Bureau of Mines, parece que ha habido un cambio en énfasis a la recuperación de azufre de gases ácidos. La ruta de cambio de iones parece haber sido abandonada y la muerte del señor D'Arcy George que era "primus motor" en este

campo, puede haber sido un factor contribuyente en esto.

70 Procesos varios

Entre otras empresas que tienen procesos para la utilización del azufre del yeso son Kellogg y Dorr-Oliver. Dorr-Oliver construyeron en 1.970, una planta piloto en la India, pero no se conoce si el proyecto ha avanzado tras la etapa piloto. De Kellogg tampoco se conoce alguna planta comercial.

71 Existe también procesos microbiológicas, uno de ellos elaborado por Lassetter en Texas, USA. Esto es un proceso de reducción bacteriana y tiene muchas ventajas. Así no tiene importancia si la materia prima es yeso o anhídrita y el consumo de energía, por lo menos en forma de combustible, es mucho menor que la de los procesos de alta temperatura. Últimamente otros grupos han trabajado mucho en este ramo y parece que se ha desarrollado el proceso. Así por ejemplo un grupo Israelí en colaboración con el Warren Spring Laboratory de Gran Bretaña, usaron aguas residuales como fuente de carbón en su proceso bacteriana y el Dr. Coghill en Sudáfrica usaba plantas marinas.

72 Esto es una aerea en la cual ha habido un desarrollo significativo, más quizás en el entendimiento de los procesos complejos implicados, que en su transformación en una tecnología industrial.

73 Conclusión

De los procesos varios mencionados, el Experto cree que en un futuro el proceso microbiológico puede ser el más interesante, pero aún hay que esperar hasta que se hayan desarrollado plantas comerciales.

C A P I T U L O I V

EVALUACION DEL MERCADO DE CEMENTO, AZUFRE, ACIDO
SULFURICO Y SULFATO DE AMONIO

74 Como se ha mencionado en el capítulo anterior, existe posibilidades teoricas de producir varios productos químicos - usando yeso como materia prima. Como es natural hay que estudiar el mercado de los productos que puedan salir de los varios procesos para constatar si puede haber salida de las cantidades que se produce en una planta del tamaño mínimo - factible.

75 CEMENTO

El consumo actual de cemento en el pais es alrededor de - 5.410.000 toneladas mientras la capacidad instalada en las 16 fábricas asciende a 8.550.000 toneladas. La capacidad y el consumo en las diferentes provincias, están anotadas en la tabla nº 2.

T A B L A N º 2

Provincia	Capacidad	Despachos	
		1.973	1.974
Buenos Aires	5.515.000	3.076.000	3.352.000
Córdoba	1.367.000	861.000	840.000
Chubut	168.000	88.000	81.000
Entre Ríos	146.000	148.000	166.000
Mendoza	550.000	362.000	353.000
Neuquén	200.000	161.000	159.000

Salta	234.000	201.000	164.000
San Juan	190.000	152.000	149.000
S. del Estero	180.000	144.000	144.000
TOTALES	8.550.000	5.195.000	5.416.000

El precio del cemento en Junio de 1.976 era 5.000 \$ por tonelada.

76 Como se ve en la tabla Nº 2, el actual consumo de cemento en el país es el 63% de la capacidad teórica instalada.

El consumo en los últimos años ha disminuido en vez de aumentar, esto dependiendo del estado de la economía nacional. Así por ejemplo, los permisos de construcción solicitadas en la Capital Federal, han disminuido de 5,56 mill. m² en 1.970 a 2,97 mill. m² en 1.974. El descenso ha sido análogo en las otras ciudades grandes.

77 Mientras las fábricas en el interior y en el sur, últimamente han trabajado al 60% de su capacidad, las fábricas en el NOA, han trabajado prácticamente a plena capacidad y una de ellas temporalmente ha tenido que usar la adición de escoria para aumentar su producción. En algunas ocasiones se ha importado cemento de Chile y esto confirma que hay una cierta escasez en NOA. Esto indica que las fábricas de cemento en NOA, en un futuro no muy lejano, tienen que hacer ampliaciones de sus instalaciones.

78 Como hoy en día se considera que una nueva instalación en una fábrica de cemento, para ser económicamente factible debe tener una producción de 1.000 toneladas/día, esta capacidad coincide con la capacidad de una instalación según el -

proceso Marchon, y por eso este último en este respecto parece tener justificación. Hay otros factores que favorecen el uso del yeso como materia prima en vez de piedra caliza en el NOA y es que la caliza de Santiago del Estero, tiene un contenido alto de magnesia (7-11%) mientras la caliza de Catamarca es alto en cuarzo y mica. Un cambio de proceso y materia prima por eso es una alternativa a estudiar, y se recomienda que cuando se actualiza una ampliación de la capacidad en las fábricas de cemento del NOA, esta posibilidad será investigada seriamente.

79 Ahora bien, el proceso Marchon produce igual cantidad de ácido sulfurico que de cemento y hay que tener en cuenta la salida de este producto también. Si el consumo de ácido es menor, se puede teóricamente trabajar parte del año con caliza como materia prima como en una fábrica normal de cemento portland, ya que las instalaciones para la preparación de la materia prima y el horno son del mismo tipo, aunque en este caso hay que calcular con una amortización más alta de la parte de la instalación que produce el ácido sulfurico.

80 ACIDO SULFURICO

La capacidad instalada en el país para la producción de ácido sulfurico a base de azufre, nacional e importado, es de 271 mil toneladas/año mientras el consumo en 1.974 era 222.000 toneladas. De las instalaciones existentes, 3 unidades con una capacidad de 33.000 toneladas están fuera de servicio y por eso se puede decir que se consume aproximadamente todo lo que se puede producir en el país.

81 En el NOA el consumo en 1.973 era:

Jujuy	2.800 Tn
Salta	2.900 Tn
Tucumán	<u>1.600 Tn</u>
TOTAL	<u><u>8.200 Tn</u></u>

82 De estas cifras se ve que una producción adicional de 1.000 t/día o 300.000 t/año como lo produciría una instalación Marchon, no es factible por el presente.

Esto es típico de este proceso, las instalaciones se hacen cuando hay una necesidad del ácido y esto más específicamente pasa cuando se quiere tratar minerales fosfáticos o aprovechar el sub-producto de esta fabricación, el yeso, que tiene un precio negativo.

83 La imagen cambiará un día cuando se empiece a explotar los minerales de cobre en Catamarca o se comience cualquier otro proceso donde grandes cantidades de ácido sulfúrico, serán necesarias.

84 La mina de cobre "Capillitas", se está agotando (7), pero en "Cerro Atajo", se estima que hay una reserva de 200 millones de toneladas, pero aún falta estudiar las zonas vecinas. El proyecto de producción, se encuentra en la etapa final de exploración. El mineral es sulfuroso y es del mismo ambiente como el de "Capillitas" que contiene 41% S. Si el mineral será exportada o tratado en su sitio y si se utilizará su conte

(7) Información del Dr. Lugo, NOA I

- nido de azufre, son cuestiones que todavia no son contestadas.
- 85 Otro yacimiento de cobre de importancia es el de "El Pachon", ubicado en la provincia de San Juan.
- 86 Como el Experto ha puesto de relieve antes, los minerales - fosfaticos son los que necesitan acido sulfurico por su lixivación. Hasta ahora no hay ninguna producción de fosfatos ni en NOA ni en el pais pero desde 1.973 se hace prospecciones y en la Sierra de Zapla donde se han encontrado afloramientos pero con baja ley 5 a 6% P_2O_5 , que a veces pueden subir a 8%. El mineral viene en forma de lentes de 60 a 120 cms. de espesor, intercalado con estériles (que contienen 1% P_2O_5). La profundidas explotable es de unos 6 m. (8)
- 87 La presencia de este yacimiento de fosfatos no es común, es un depósito litoral, trítico. Las lingulas son areniscas, - quart-ziticas, conteniendo fluoro-apatita. La prospección no está terminada aún, así no se conoce las reservas pero se puede calcular que si se hace un destape de 2 km., se puede abastecer Jujuy y Salta con fosfatos durante 10 a 12 años.(9)
- 88 Por la forma de existencia y la baja ley, una explotación - para la fabricación de superfosfato es problematica y con esto la necesidad de acido sulfurico. Hay que esperar que se hayan terminado las investigaciones. Puede resultar que

(8) Información del geólogo D. Norberto Pancetti, NOA I

(9) Pancetti, op.cit.

solamente se muele el mineral a polvo y lo utiliza directamente.

89 Conclusión

El aumento en la demanda de ácido sulfúrico en NOA, todavía es una incógnita y solamente el futuro decidirá cuando esto se puede actualizar.

90 AZUFRE

La producción de azufre en el país ascendía en 1.971 a -- 38.000 toneladas y en 1.973 a 36.000 toneladas. Esto corresponde al producto obtenido por concentración del caliche cuya producción en 1.971 era 162.000 t. y 208.000 t. en 1.973. La mayor parte fué producida en Salta. Su uso principal es para la fabricación de ácido sulfúrico.

91 La producción nacional de azufre no cubre las necesidades del país. Así la importación en 1.973 era 72.000 toneladas a un valor de \$US 2,8 mill.

92 Parece que los yacimientos de azufres volcánicos están disminuyendo en importancia y además son antieconómicos de producir, por su baja ley y por su remota situación con costos altos de transportes a los sitios de su utilización.

93 No obstante se tiene la intención el verano que viene, de empezar una prospección de azufre en la alta cordillera cerca de San Francisco en la Provincia de Catamarca, próxima a la frontera de Chile. Este yacimiento, se ha conocido hace unos 10 años pero ha sido puesto como reserva. Ahora el año pasado se ha liberado y en verano se piensa hacer una pros-

pección cuando el tiempo este mejor, ya que en el invierno hay mucha nieve y vientos fuertes. En un frente de 500 m., se ha estimado que hay unos 2 millones de toneladas de azufre. (10) El caliche tiene 45 a 50% S. Hay camino por allí, solamente falta 11 km. donde hay que usar coche con doble - tracción. En Octubre de este año, se piensa hacer un mapa - topográfico y uno geológico. Este caliche es mejor que el de la mina "La Casualidad" en Salta que no contiene mucho más - que el 20% de S.

- 94 Como el azufre es un mineral cotizado mundialmente y los -- stocks y la producción fluctúa mucho, el precio también está expuesto a fluctuación y por eso la inversión de una gran cantidad de capital, en una planta química para la producción - de azufre, es arriesgada.
- 95 La variación en los precios del azufre en el mercado mundial, está ilustrada con las siguientes cifras. En el período de - 1.960 - 1.963, el precio del azufre Frasch bajó de \$US 25 a \$US 20, con motivo de la aparición de tres nuevos productores, Méjico, Francia y Canadá. En 1.964 el mercado cambió, la demanda de azufre subió, los stocks disminuyeron y los - precios subieron y llegaron en 1.968 a \$US 50 - 52 f.o.b. - Vancouver. En 1.969 ocurrió otro cambio, los stocks aumentaron considerablemente, dependiente de las grandes cantidades de azufre producido de gases ácido especialmente en Canadá - y de refinerías de petróleo. En este último caso Japón era - insignificante, ya que, se hizo un país exportador. También

(10) Ing. Petec, Dirección de Minas, Catamarca.

un gran yacimiento de azufre en Polonia fué puesto en producción al mismo tiempo. Todo esto resultó en una brusca - baja en los precios mundiales del azufre, lo que hizo que se perdió rápidamente todo interés en la producción de azufre a base de yeso como materia prima y este interés no ha sido restaurado por los recientes aumentos en el precio del azufre.

El aumento en los precios de energía puede haber sido un - factor contribuyente a esto.

- 96 Actualmente el mercado tiene un exceso de stocks, pero esto es más una reflexión en la baja de la demanda dependiente de la recesión industrial en general que en un aumento en la - capacidad de abastecimiento. El aumento en la producción mundial en 1.975, era insignificante y no se cree que va a aumentar tan rápido, como la demanda durante el período hasta 1.985. (11). En el comienzo de los 1.980 se puede esperar otra escasez en azufre que puede causar nuevo interés en pirita u otras fuentes de materias primas sulfurosas, incluido yeso y anhídrita. Sin embargo, hasta ahora, el uso de pirita y yeso por su contenido de azufre está continuando en disminuir.

97 SULFATO DE AMONIO

El mercado de sulfato de amonio está auto-abastecido por la producción nacional que alcanza 60.000 tn/año. De esta cantidad aproximadamente 40.000 tn., están producidas a base de amoniaco y ácido sulfurico - con una capacidad instalada de

(11) The British Sulphur Corporation Ltd. en comunicación privada al Experto.

53.000 tn - y el resto, 20.000 tn., es un sub-producto de la fabricación de caprolactama.

- 98 Como se ve de estas cifras, el consumo es inferior a la capacidad.
- 99 Referente a caprolactama, existe un proyecto para aumentar esta producción en una nueva instalación con una capacidad de 24.000 tn/año. Como este proceso, a base de ciclohexano, dá 4 moles de sulfato de amonio por cada mol de caprolactama como sub-producto, esto quiere decir que cuando se pone esta instalación en marcha, se producirán otros 110.000 tn. de sulfato de amonio.
- 100 El sulfato de amonio es un fertilizante pero no muy atractivo por su bajo contenido nutriente (20,5% N) comparado con urea (46% N), y además introduce otros aniones que a veces no son deseables. Por eso no es realistico pensar que con una capacidad total de unos 180.000 tn. de sulfato de amonio, se puede proyectar otra instalación a base de yeso, produciendo de 50.000 a 150.000 tn/año. Ahora bien, es el precio por unidad nutriente el que decide, y si a base de yeso se puede producir el sulfato de amonio más barato que el que se produce hoy, entonces se cambia la imagen.
- 101 Basándose en los precios de 1.974, la comparación entre urea y sulfato de amonio era la siguiente:
- | | | | |
|---------------------------------|--|---|---|
| Urea
(46% N) | 130 \$US/tn = 285 \$US/tn unidad nutriente | | |
| Sulfato de amonio,
(20,5% N) | 72 \$US/tn = 351 \$US/ | " | " |

102 Esto quiere decir que el precio del sulfato de amonio, es competitivo cuando el precio es inferior a \$US 58/tn. (en precios de 1.974), pero también hay que pensar en el coste de flete, ya que, hay que transportar la doble cantidad de sulfato de amonio comparado con el urea.

C A P I T U L O V

PRODUCTOS BASADOS EN LA UTILIZACION DE YESO CALCINADO

- 103 Los innumerables usos del yeso calcinado, todos dependen del fraguado y endurecimiento de la masa cuando se mezcla el -- hemi-hidrato del sulfato de calcio, con suficiente agua, formándose una masa plástica que se puede verter en un molde u otro dispositivo para dar al producto la forma que uno desea.
- 104 Una cantidad enorme de yeso calcinado de alta calidad se usa en la industria cerámica para la formación de platos y fuentes, aparatos sanitarios, etc..
- 105 Calidades de tipos especiales, se usa en la preparación de yeso ortopédico y dental y también se usa en la fabricación de tizas.
- 106 El uso singular más grande de yeso calcinado, es para revestimientos, bloques, placas, tableros y paneles en la industria de la construcción. La masa se puede mezclar con productos livianos como aserrín, vermiculita, perlita, polistireno, etc.. o con materiales fibrosos como pulpa de madera, virutas, bagasse, fibra de vidrio, etc..
- 107 PANELES DE YESO
- Un producto muy usado es el panel de yeso para tabiques. Se lo produce en la dimensión de 50 x 66 cms. y pueden ser manipulados facilmente por un hombre. El espesor varía de 6 a 10 cms. Hay tres de estos paneles por metro cuadrado. El peso -

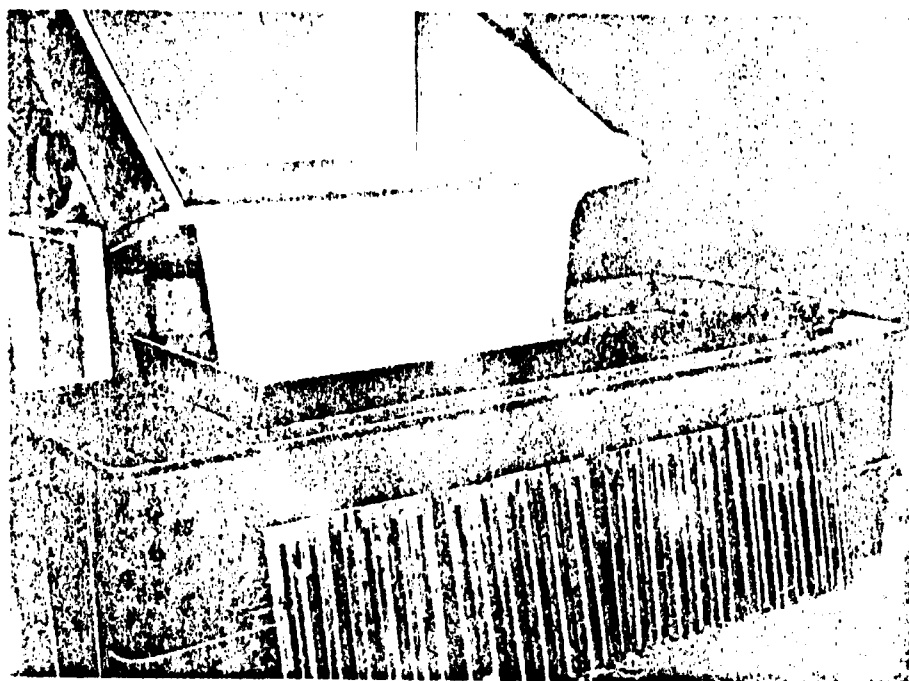


Figura No. 7

Maquina EX.ETA

Erzeugungsvorgang:

Fertiger Gipsbrei wird in die Maschine gekippt, wonach die Raste, welche die Federn der Gipsplatten am oberen Einguhende der Maschine bilden, eingelegt werden.

Nach Abbinden des Gipses (ca. 8 bis 10 Minuten) können die Platten ausgelahren werden.

Manufacturing process

Finished gypsum pulp is filled into the machine after which the grates, forming the springs of the plaster plates at the upper inlet end of the machine, are inserted.

After setting of the gypsum (approx. 8—10 minutes) the plates may be removed.

Processus de fabrication:

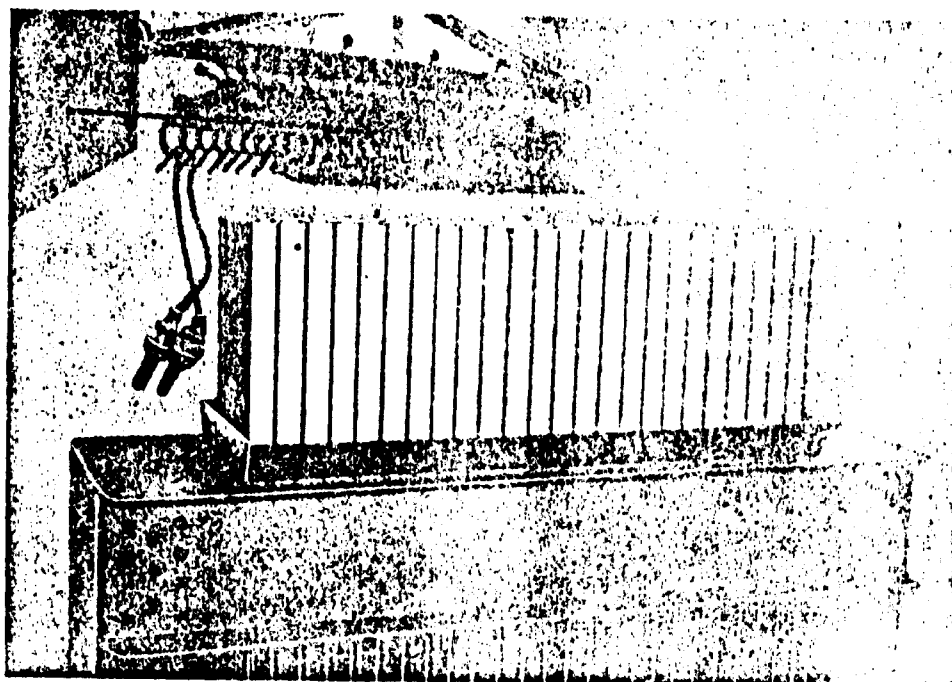
Basculer la pâte de plâtre achevée dans la machine, et puis mettre les grilles formant les ressorts des clovettes des carreaux de plâtre au bout supérieur de l'entrée de la machine.

Après avoir fait la prise du plâtre (ca. 8—10 minutes) les carreaux peuvent être sortis.

Proceso de producción:

Bascular la pasta de yeso en la máquina, y pues encajar la parrillas formando las resortes de las placas de yeso al extremo superior de la boca de la máquina.

Después de haber fraguado el yeso (ca. 8—10 minutos) se pueden salir las placas.



de un panel de 6 cms., es de 55 Kgs por m^2 , por lo tanto resulta que el peso de volumen es $950 \text{ kgs}/m^3$. Estos paneles se pueden facilmente cortar con una sierra. Su resistencia a la compresión es alrededor de $50Kgs/cm^2$.

- 108 La ventaja de un tabique construido con estos paneles es que el tabique se pone rápido usando una cola a base de yeso como ligante, no se introduce agua en la construcción y al contrario de un tabique de bloques de hormigón o cerámica, este tabique no necesita ningún revestimiento, la superficie es - absolutamente plana y se puede pintar directamente a los dos lados. Además los paneles son incombustibles.
- 109 Una planta para la fabricación de estos paneles consiste en un silo para el almacenaje del yeso calcinado. En su fondo - hay un transportador de un tornillo sin fin que extrae y transporta el yeso a la báscula de pesar. Abajo de la báscula hay una mezcladora, movable sobre rieles, en la cual, primero se mete el agua pasada por un medidor. El agitador está puesto en marcha y se agrega el yeso y los aditivos.
- 110 La mezcla será vaciada en la máquina de moldes, la cual se - ha previamente lubricado con una emulsión de aceite (de tala drar). El fraguado tarda unos 10 minutos, esto dependiente- mente de la intemperie, la temperatura y la calidad del yeso calcinado. Usando aceleradores (12) o retardadores (13) se - puede controlar el tiempo de fraguado.

(12) Sulfato de Potasio.

(13) Citrato de Sodio.

P. OLOF GRANE

Consulting Engineer
P. O. Box 9
Torremolinos/Spain

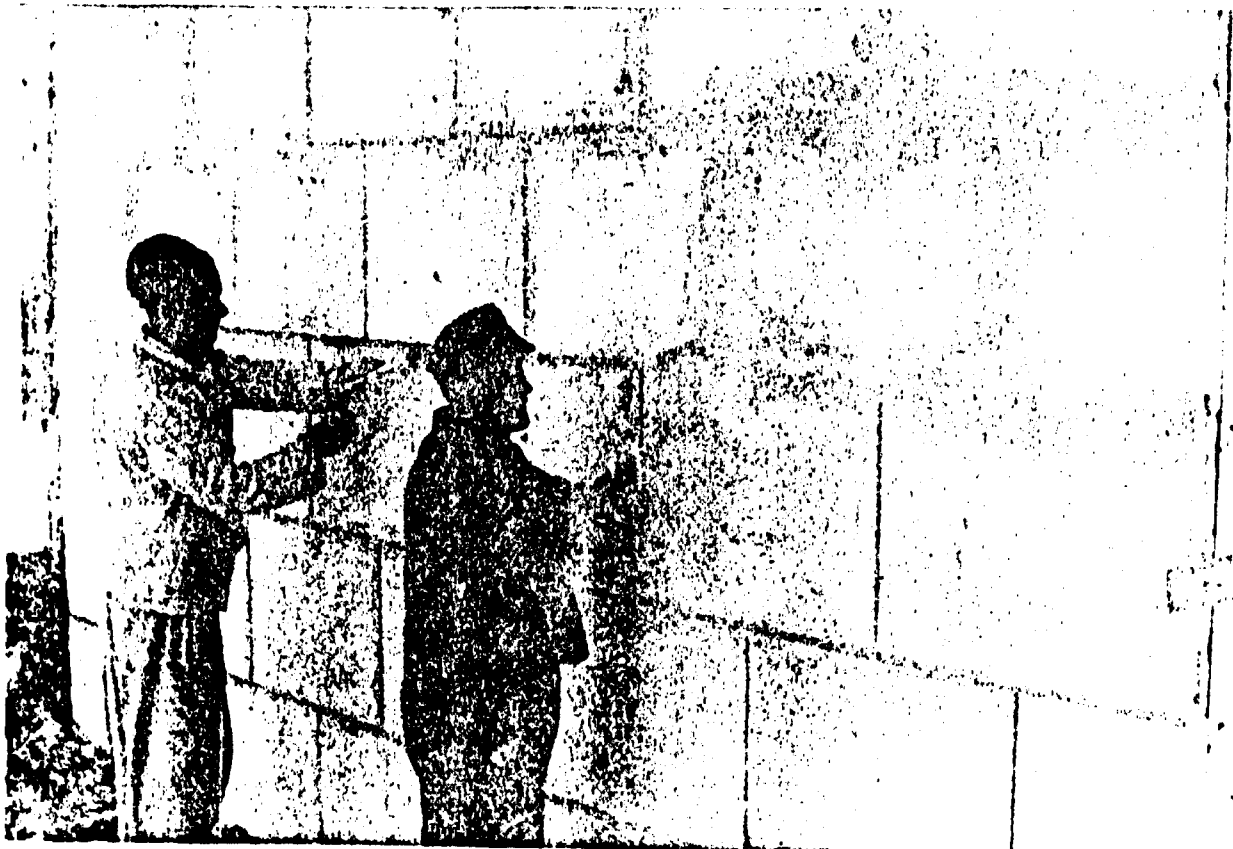
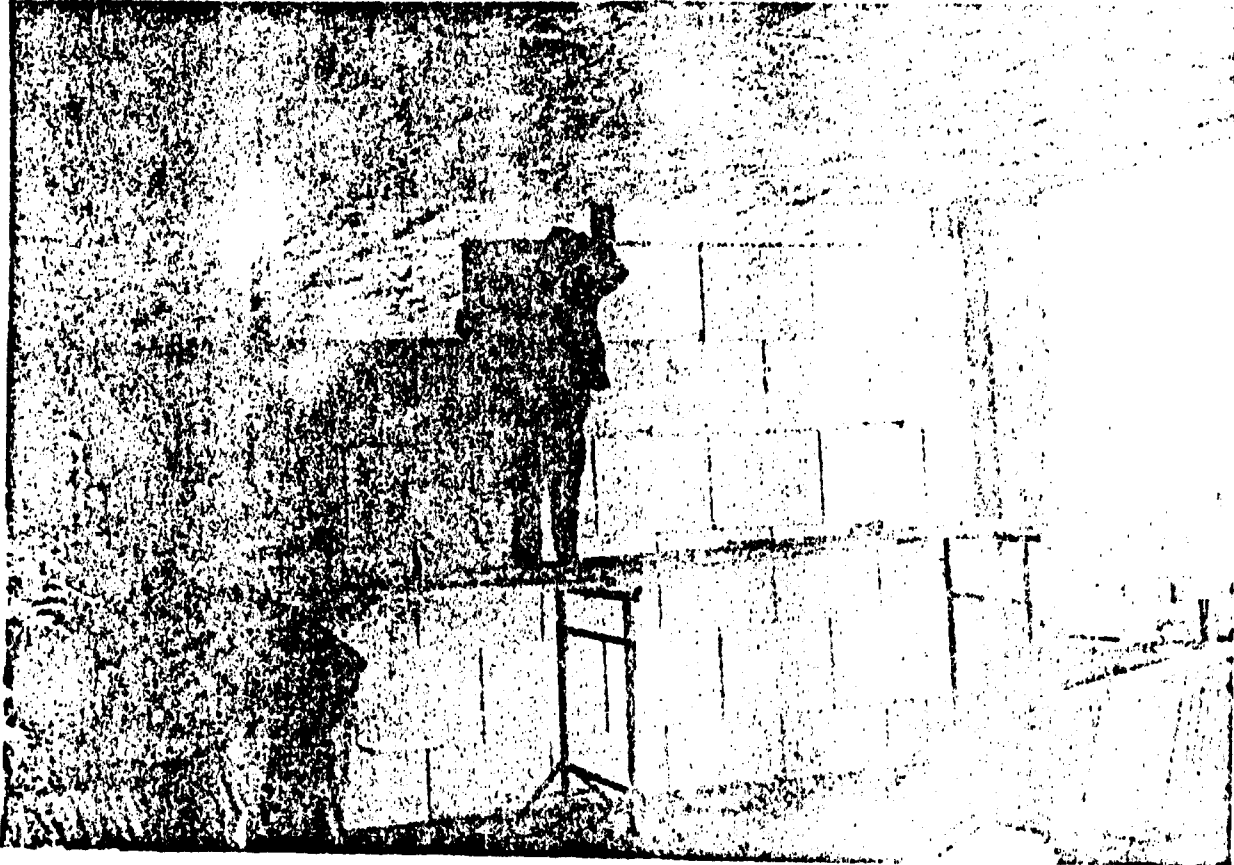
SUBJECT: Montaje de un labique
con paneles EXARTA

Figure 1.3.8

SHEET NO. 01

JOB NO. UNIDO
DP/ARG/71/46/11-07-47

DATE
Junio 1976



111 Cuando el yeso ha fraguado, los paneles serán empujados hacia arriba fuera del molde por un sistema hidraulico y son agarrados por una grua abrazadora que los ponen en un carro que lo llevan al sitio de almacenaje, donde son dejados para secar. Durante la temporada de lluvias el almacén debe de ser cubierto.

112 Una planta como la descrita, según el sistema EXAKTA (14), está caracterizada por los siguientes datos:

PLANTA PARA LA PRODUCCION DE PANELES DE YESO

Tipo	EXAKTA 20/10 Máquina de Moldear
Capacidad	24 paneles 50 x 66 x 6 cms. por molde por 15 minutos.
Horas de trabajo:	8 hrs. por día
Días de trabajo:	250 días por año
Producción:	62.500 m ² /año
Energía instalada:	25 kW

Costo de inversión:

1. Terreno, 7.000 m² y fábrica de 10 x 15 m.
agua de 2", inst. eléctrica (15)

2. Maquinaria y equipos

- 1 Transportador vertical para alimentar el silo
- 1 silo
- 1 transportador horizontal
- 1 báscula

(14) Fabricante: Maschinenfabrik Robert Wehinger, 2700 Wiener Industriegelände Ost. Austria.

(15) Según fué acordado con el Director del Proyecto de NOA, el Experto comunica todos los datos de materias primas, costos de maquinaria, mano de obra necesaria, utilidades, etc.. después de lo cual NOA, hace sus propios cálculos conociendo los costos locales.

1 dosificador de agua	
1 mezcladora con carro	
1 EXAKTA Máquina de Moldear en acero inoxidable con maquinaria hidraulica	
2 dispositivos de elevación	
1 grua	
1 tranvia	\$US 55.000
Repuestos, herramientas, etc	1.500
Transporte, seguros, etc
Instalación	10.000
Imprevistos	<u>10.000</u>
Costo total de inversión	<u> </u>

3. Materias primas y utilidades:

Yeso calcinado, $50 \text{ kgs/m}^2 = 3.125 \text{ t/año}$

a

Agua, pura, $50 \text{ lit/m}^2 = 3.125 \text{ m}^3/\text{año}$

a

Emulsión de aceite

Electricidad, $25 \text{ kW} \times 20\% = 5 \text{ kW/hr}$

= 10.000 kWh/año a

Mantenimiento y reparaciones = 4%

sobre maquinaria

4. Mano de obra:

a) Cualificados	Capataz-mecanico, 1 hombre a
b) No cualificados	Mezclador 1 hombre a Desmoldeador 1 hombre a

Transporte
1 hombre a
Varios
2 hombres a

250 días a

5. Administración y costos de Venta
6. Intereses
7. Amortización
8. Imprevistos

Costo total de producción

- 113 El cálculo hecho arriba, está hecho para paneles de 6 cms. de espesor. Si se producen paneles de 8 cms., se necesita 15 kg. más de yeso por m² y 15 litros más de agua. Si se usa el mismo molde entonces se produce solamente 20 paneles en vez de 24 cada vez y como consecuencia el costo de mano de obra sube $4/24 = 17\%$.
- 114 La dimensión de estos paneles, se ha decidido así para que puedan fácilmente ser manipulados por un hombre. De todas maneras, se puede hacer una máquina más larga de forma que se puede producir paneles de la altura total de un piso o sea 250 cms.
- 115 Hay otras firmas que producen simples moldes (16), de los siguientes tipos:

(16) Königshütte GmbH, Bad Lauterberg/Harz, Alemania Federal

1. 1 molde para la producción de 6 paneles a la vez con las dimensiones 1000 x 600 x 70 mm, a un precio de \$US 7.500
2. 1 molde plano para la producción de 2 paneles a la vez con las dimensiones de 2400 x 600 x 65 mm. al precio de 3.200
3. 1 molde para la producción de 46 placas a la vez (placas de techos) con las dimensiones 500 x 500 x 15 mm al precio de 11.000

116 Baldosas acusticas. Es otro producto que se puede fabricar a base de yeso mezclado con perlita expandida. Un modo de producirlos, es verter la mezcla encima de una cinta transportadora cuya longitud, está decidida por el tiempo de fraguado. A cada lado, la cinta tiene dos cintas verticales, así formando un molde largo. Las baldosas son cortadas con una cuchilla vertical, que desciende sobre la cinta en el momento que el yeso empieza a fraguar. Otra posibilidad es cortar con una sierra al final de la cinta. Las baldosas se dejan secarse después en el almacén. (En vez de las cintas verticales, se puede utilizar marcos de hierro o madera, así formando moldes individuales, con las cintas transportadoras como fondo.)

117 "Fibrous plaster" Es un producto que se usa en grandes cantidades en Australia (17). Es una lámina fina de yeso (9 - 12 mm) reforzada con sisal. También se puede usar fibras sintéticas pero son más caras.

(17) En 1.963, la producción de "fibrous plaster", en Australia era 15 millones de metros cuadrados.

- 118 La producción es bastante simple. Se usan mesas grandes, generalmente 12 m. de largo por 2 m. de ancho. Son de hormigón, cuya superficie se ha dado un acabado de alto brillo o que se ha tratado con una resina de poliéster. Alrededor de la mesa se ha puesto barras de hierro con una altura que decide el espesor de la lámina. Antes de verter la mezcla de yeso y agua sobre la mesa hay que impregnarla con un anti-adhesivo, el más popular es la grasa de corde-ro disuelta en keroseno.
- 119 Primero se vierte una "cara vista" de 1,5 mm de una mezcla de 100 partes de yeso calcinado y 50 a 60 partes de agua. Esta se extiende de modo uniforme con una brocha o un enjugador de goma. Cuando esta mezcla empieza a fraguar un poco se echa una mezcla de una consistencia más fluida - (100 partes de yeso + 70 partes de agua) practicamente llenando el "molde". Cuando se ha extendido la mezcla uniformemente, se la cubre con la fibra cardada de aproximadamente 150 g. por m². La fibra está incorporada en la masa pasando encima un rodillo estriado. Cuando la lámina ha endurecido suficientemente, se la saca de la mesa y se pone a secarse. En algunas fábricas, se hace el secado en cámaras calentadas artificialmente.
- 120 La consumisión de materias primas para la fabricación de una lámina de 1 m² con un espesor de 9,5 mm será:
- | | |
|----------------|------------|
| Yeso calcinado | 7,5 Kg |
| Agua | 5,0 litros |
| Sisal | 0,4 Kg |
| Anti-adhesivo | |



Figura No. 9

Producción de una lamina de "fibrous plaster". Aplanando el superficie

superior.

- 121 El uso principal del "fibrous plaster", es para el revestimiento de paredes interiores. Se obtiene una superficie muy fina que puede ser pintada directamente. (18)
- 122 Hace algunos años el Building Research Station en Watford, Inglaterra, ha elaborado un método para la producción de paneles y láminas de yeso reforzados con fibras de vidrio y han obtenido resultados muy buenos. En Septiembre 1.975 todavía no había ninguna planta comercial en operación, pero esperan pronto empezar la producción en Japón, donde han vendido licencias a dos empresas importantes. (19)
- 123 Placas de lana de madera
- Como ligante para las placas de lana de madera, generalmente se usa cemento portland y estas plantas hoy en día son de gran capacidad y automáticas.
- 124 En vez de cemento se puede usar yeso, pero esto limita su uso, ya que, hay que protegerlas muy bien de la humedad. Como se sabe el yeso pierde el 50% de su resistencia al ser mojado y por eso su producción ha disminuido. De todas maneras, si el uso es para interiores, no hay ninguna pega y hay una empresa en Alemania que construye este tipo de plantas en una escala menor (20). Una instalación para la pro-

(18) Información detallada puede ser obtenida de The Associated Fibrous Manufacturers Of Australia, 24 Bond Street, Sydney, N.S.W.

(19) Información sobre licencias, se puede obtener de Mr. G.V. Rollinson, National Research Development Corporation, Kingsgate House, Victoria Street, London SWL, Inglaterra.

(20) Friedrich E. Hirsch, 8081 Tirkonfeld/Oberbayern, Alemania Federal.

ducción de 1200 m² por 8 horas de placas de 2000 x 500 x 15 - 75 mm, costaba en 1.970 unos DM 200.000, pero también existe una instalación más simple y más manual que produce 500 m² por 8 horas que solamente costaba unos - DM 35.000.

125 Si hay interés por producción de estos tipos de placas, se recomienda que se pongan en contacto con la empresa - mencionada.

126 Bagasse, es un producto que muy probablemente puede sustituir la lana de madera y también al sisal y el Experto recomendaría que se manden muestras a varias empresas extranjeras para que ellos, hagan pruebas con yeso calcinado y - bagasse, para ver que productos se pueden obtener.

127 Cartón de yeso

Cartón de yeso, son láminas hechas de yeso con las dos superficies cubiertas con un cartón especial que tienen el doble propósito de un reforzado exterior y un acabado superficial. Tiene el mismo uso que el "fibrous plaster" y es producido en plantas grandes, totalmente automáticas, donde la mezcla será vertida continuamente entre los dos rollos de cartón que pasan con velocidad de producción encima de una mesa de moladura regulada por un secador combinado de convección-radiación seguido de una cámara refrigerante a una estación de - recorte.

128 El uso de tableros de yeso aumenta cada día y en Gran Bretaña, se usa más de 150 millones de m² al año, Canadá unos

100 millones de m^2 y en Estados Unidos más todavía. Un país como Suecia, que no tienen yacimientos propios de yeso, importan más de 300.000 toneladas de yeso crudo por año y -- tienen dos plantas grandes para la producción de cartón de yeso.

- 129 Las capacidades de las plantas de cartón de yeso, generalmente tienen una capacidad de 1000 a 2000 m^2 por hora, el más pequeño produciendo 250 m^2 por hora o sea 1,5 millones de metros cuadrados al año.
- 130 La calidad de la materia prima, el yeso calcinado, es de gran importancia, porque si hay variaciones en su comportamiento o su fraguado, esto puede causar grandes dificultades en la planta que trabaja con gran velocidad. Por eso hay que controlar rigurosamente la calidad del yeso crudo y si es necesario hacer una selección manual en la mina. Además es muy importante que la calcinación esté efectuada también bajo estricto control.
- 131 En figura Nº. 10 se ve un esquema de una planta para la producción de tableros de yeso. Del silo (1) el yeso pasa por una cinta pesadora (2) y en su transportador de tornillo sin fin se agrega y mezcla los aditivos (aceleradores) (3), llegando así un producto uniforme a la mezcladora (4). En esta se agrega no solamente el agua (con 1% de pulpa de papel) pero también otros aditivos necesarios como almidón, cola y espuma. La mezcla, que está hecha muy rápida, se vierte, como ya se ha dicho más arriba, entre los dos rollos de cartón. El cartón de abajo tiene aproximadamente 0,6 a 0,7 mm

P. OLOF GRANE

Consulting Engineer
P. O. Box 9
Torremolinos/Spain

SUBJECT: ESQUEMA DE UNA PLANTA
DE CARTON DE YESO

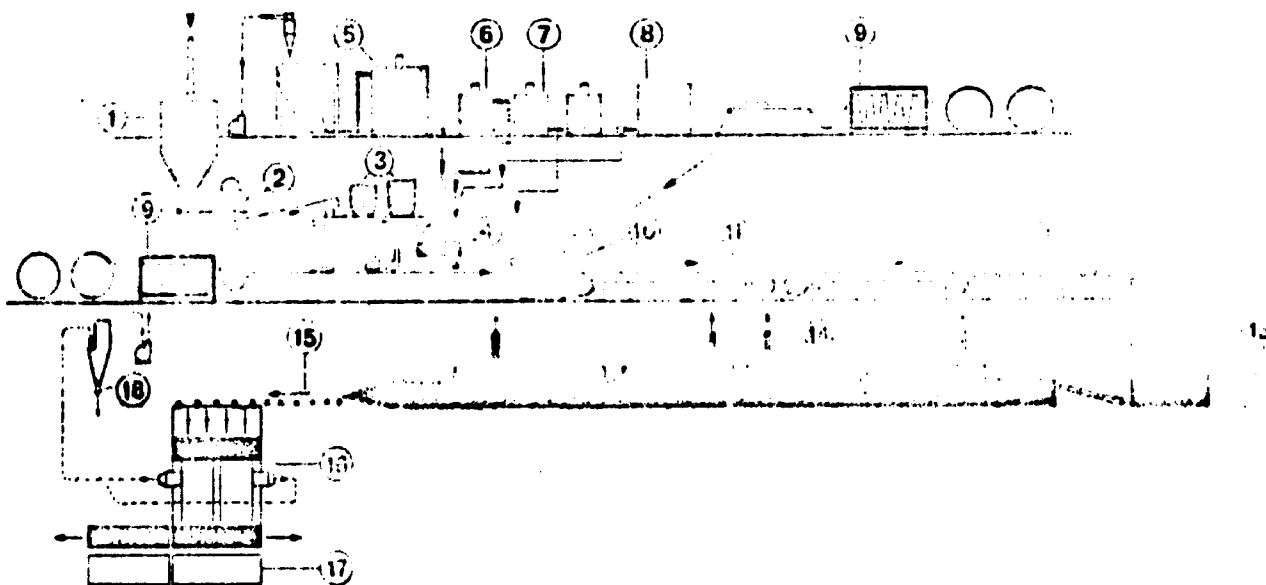
Figura No 10

SHEET NO. OF

JOB NO. UNIDO
DP/ARG/71/546/11-02-1

DATE
Junio 1976

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1 Silo intermediario | 10 Estación de moldear |
| 2 Cinta pesadora | 11 Cintas de goma |
| 3 Additivos | 12 Cuchillo |
| 4 Mezcladora | 13 Transportador transversal |
| 5 Pasta de papel | 14 Secador |
| 6 Almidón | 15 Salida del secador |
| 7 Cola | 16 Unidad de envolver |
| 8 Agua | 17 Mesa de apilar |
| 9 Almacen de carton | 18 Extracción de polvo |



de espesor y su peso es de 350 - 380 g/m². El cartón de arriba es algo más liviano. (Los alemanes compran el cartón en Suecia). Cuando los tableros han fraguado y han sido secados, están listos para usarlos.

- 132 Una planta de tableros de yeso con una capacidad de 250 m² por hora o unas 1,5 millones de m² por año, necesita una factoria de 100 m. de largo, de 12 m. de ancho y una altura de 5 m. Además necesita un edificio de almacenaje de 100 m. de largo, 12 m. de ancho y 5 m. de altura. El consumo de materias primas será por 1 m². de un tablero de 9,5 mm de espesor:

Yeso hemi-hidrato	6,5 a 7 Kg
Agua, con 1% de pulpa de papel	5,5 a 6 Kg
Cartón especial	2,04 m ²
Cola para cantos	5 cm ³
Almidón	0,04 Kg
Pendiente de los requerimientos	
Aditivos como aceleradores o retardadores, fibra de vidrio, espuma, etc.	
Combustible	4.500 Kcal
Energía eléctrica	0,2 a 0,3 Kwh

Como estas plantas son muy automatizadas, no se necesita más personal para su operación que 6 a 8 personas por turno de 8 horas.

- 133 El costo para toda la maquinaria, fob Alemania, sin instalar y sin terrenos, edificios, etc., es alrededor de --

DM 2,8 millones (21). La instalación eléctrica tiene que ser 350 kW.

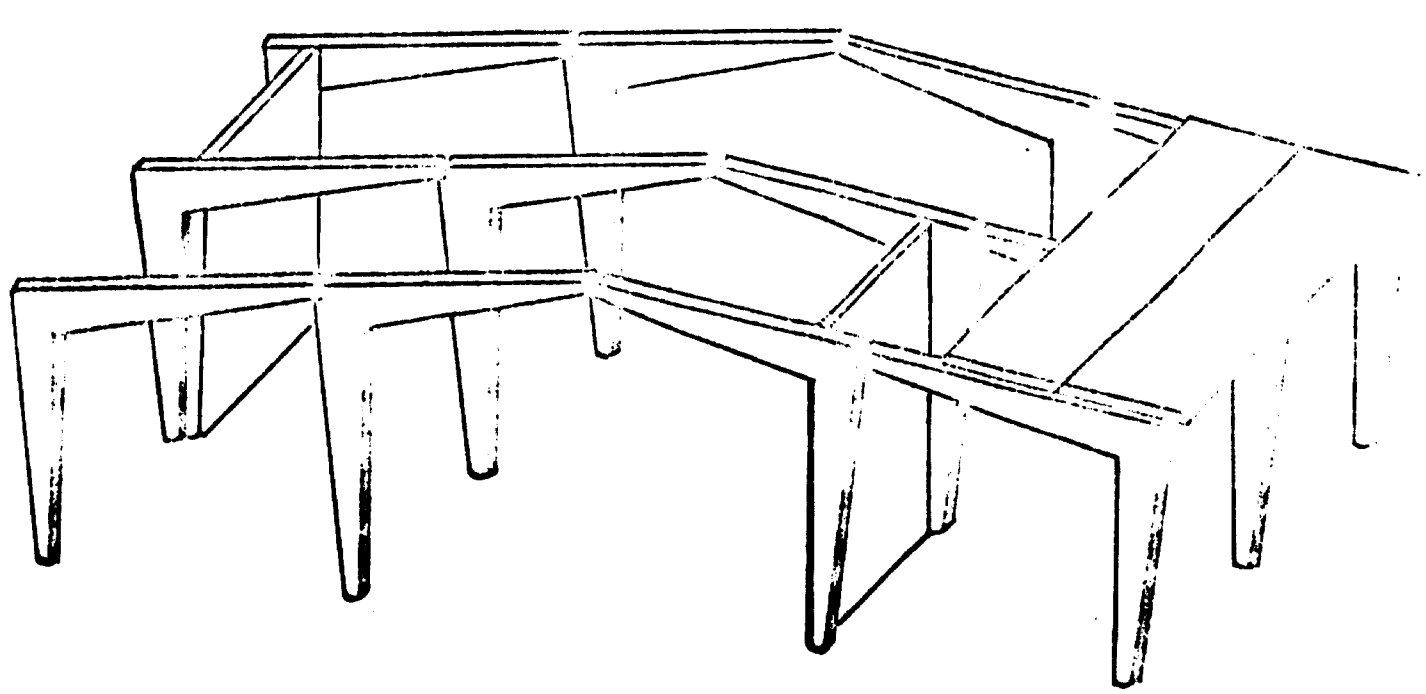
- 134 Yeso cerámico es una mezcla de yeso calcinado con cal hidratada (70:30) que no solamente se puede usar como mortero, pero usando yeso de alta calidad, sirve para la fabricación de figuras. Es muy duro y se deja pulir y es una imitación de marmol.
- 135 Elementos de yeso soportando cargas, sistema Krölbau, (22) consiste de armazones de yeso, reforzados con hierro protegido con un anticorrosivo, y llevando una emulsión acrilica o de PVC para hacer el yeso menos sensible a la húmedad. - También producen tableros para techos y paneles para paredes exteriores.
- 136 Otro sistema es el Bellrock Panel System (23) el cual se puede ver en figura Nº. .
- 137 En resumen se puede decir que hay muchos sistemas y muchos productos para el ramo de la construcción que se pueden basar en la utilización de yeso calcinado y el Experto recomienda que ONUDI ponga un experto a la disposición a NOA

(21) Según oferta de Noviembre 1.975 de Büttner-Schilde Haas A.G. D-6430 Bad Hersfeld, Postfach 266, Alemania Federal.

(22) Baustoffwerk Fröhlich K.G., 6842 Krölpa, Republica Democratica de Alemania.

(23) Bellrock International Ltd. Old Rickyard, Tite Hill, Eghan/Surrey, Inglaterra.

P. OLOF GRANE Consulting Engineer P.O. Box 9 Torremolinos/Spain	SUBJECT: - 65 - SISTEMA PREFABRICADO KRÖLPALIT	Figura No. 11
		SHEET NO. OF
		JOB NO. UNIDO DP/ARG/71/546/11-07-R/
		DATE Junio 1976



La figura muestra el uso de los armazones de yeso reforzado

Figura No. 12

Sistema prefabricado BELLROCK

Bellrock

panel manufacture

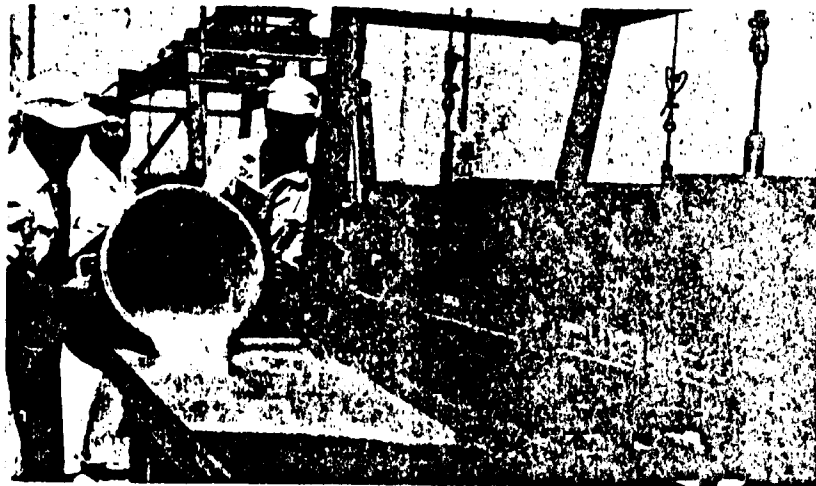
1. The Bellrock automatic mixer delivers pre-determined quantities of water and plaster for each half of panel. 2. The bigger mix, for first face and honeycomb core is poured into the mould, pushed under the press which is lowered into the fluid plaster. 3. When the press is raised by applying a slight vacuum to deflate

the formers the first half mould now containing the first face and honeycomb core is turned over into the smaller fluid second face mix. 4. After 30-40 minutes the finished panel is demoulded. 5. The completed panels are stacked on trolleys for artificial or natural drying.

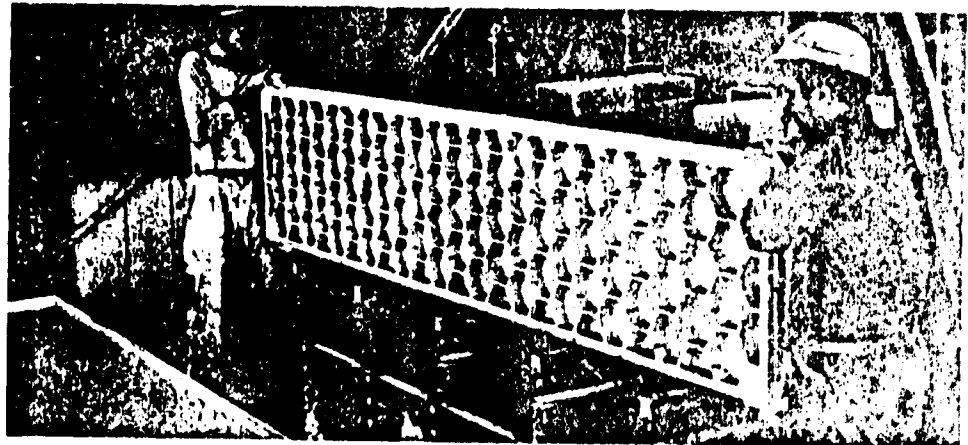
Automatic Mixer. Bellrock Gypsum Industries Ltd, London, England



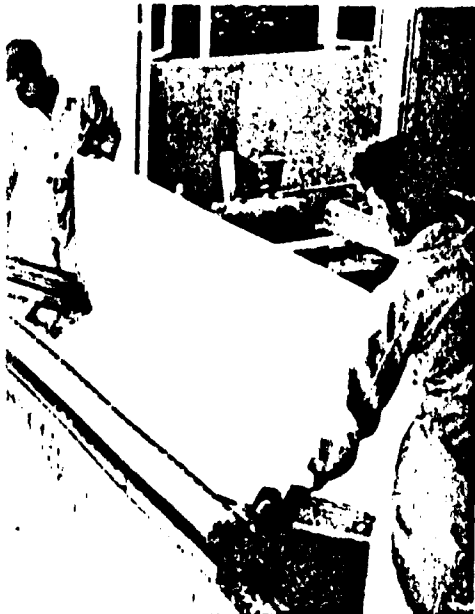
2 Pouring first face of panel. Bellrock prefabricados de yeso, Madrid, Spain



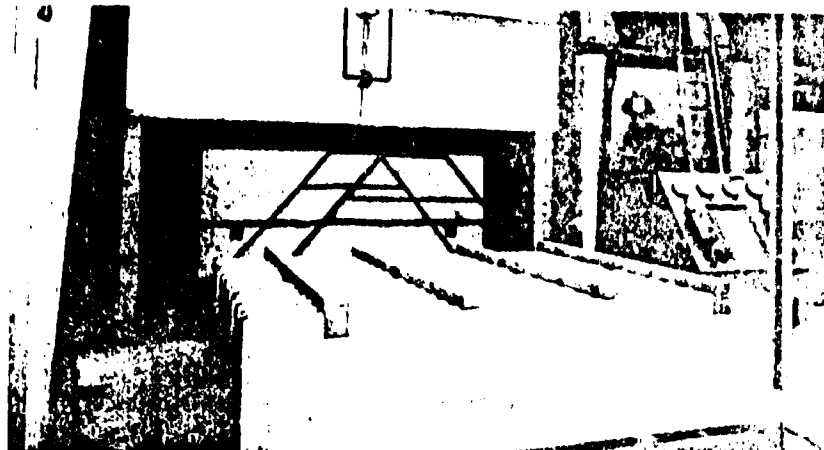
3 Turning first face into second. Bellrock Italiana S.p.A., Roma, Italy



demoulding finished panel. Bellrock Gypsum Industries Ltd, London, England



5 Panels ready for drying. Bellrock (Midlands) Ltd, Birmingham, England



IV Industrial por suficiente tiempo para poder hacer propuestas concretas.

Anexo

DESCRIPCION DEL PUESTO

FINALIDAD DE LA TAREA:

Asesorar sobre la factibilidad de desarrollar industrias químicas - basadas en la transformación de - yeso natural.

FUNCIONES:

- Colaborar con la Dirección del Proyecto y formando equipo con expertos internacionales y nacionales.
- Formular alternativas de procesamiento químico del yeso natural.
- Suministrar información estimada de rendimientos, inversiones, calidad de productos, insumos necesarios y otros elementos para el cálculo económico.
- Colaborar en los estudios de pre factibilidad necesarios para decidir la conveniencia de posteriores etapas de estudio.
- Colaborar en la planificación de dichas etapas.

A G R A D E C I M I E N T O

=====

El Experto quiere expresar su gratitud al Director del Proyecto NOA IV Industrial y a todo el personal que le ha ayudado a realizar su misión y especialmente a:

Sr. Ingeniero R.Gabín, Director del Proyecto NOA IV Industrial.

Sr. Ingeniero R.F.Poppi, Co-Director.

Sr. Ingeniero J.E.Finetti, Coordinador

Sr. Ingeniero A.Cerrea, Experto Argentino y contra-parte.

Srta. Esther Fleming, Secretaria

y a los Sres. en las provincias que han contribuido con información de los yacimientos yesíferos.

Secretario de Estado de Industria y Minería de Salta, Ingeniero Beni de Franz Floser

Director de Minería de Salta, Dr. M.Figuero a Caprini

Director de Minería de Tucumán, Geólogo Vicente Busignani

Departamento de Minería de Tucumán, Geólogo Luis E. Suayter

Director General de Minería de Santiago del Estero, Dr. Omar Cervelli.

Jefe Departamento de Expl. Minera de Santiago del Estero Ingeniero en Minas Victor Bandrowsky

Hijos de Jorge J.Muksdi S.C., La Punta, Santiago del Estero, Sres. Whadih y Jorge Muksdi.

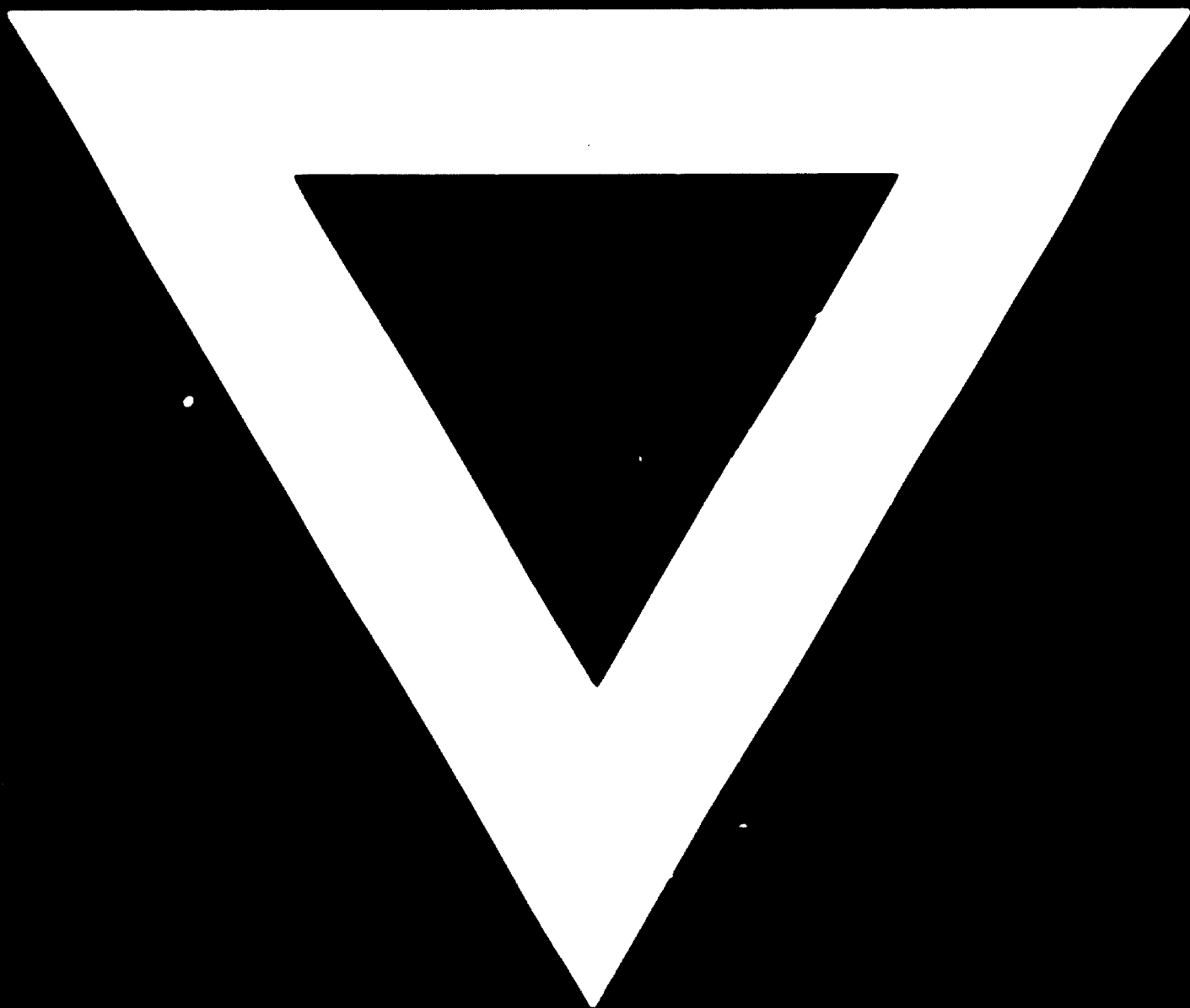
Fábrica de Cemento Loma Negra, Frías, Santiago del Estero, Ingeniero N Sfacciotti.

Subsecretario de Industria y Minería de Catamarca, Sr. Roberto F. Lemir.

Dirección Provincial de Geología y Minería de Catamarca, Dra. Elva R. Almerich de Puerta.



B - 332



77. 09. 26