OCICARBON
ASOCIACIÓN GESTORA PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL CARBÓN

Informes de Difusión de Proyectos

Los Estériles del Carbón Como Materia Prima para la Fabricación de Materiales para Pavimentación

(C-24-432)

Titular: HUNOSA

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Miner

CARBON
ASOCIACIÓN GESTORA PARA LA INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL CARBÓN

Informes de Difusión de Proyectos

38

Los Estériles del Carbón Como Materia Prima para la Fabricación de Materiales para Pavimentación

(C-24-432)

Titular: HUNOSA

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Miner

Depósito Legal: M -4557-1998
ISSN: 1138 - 7041
NIPO: 238-99-002-x

THE USE OF COAL MINING WASTES FOR MANUFACTURING PAVING MATERIALS. (C-24-432)

ABSTRACT: This project was aimed at proving the technical feasibility of the use of coal mining wastes in the manufacturing of paving materials: floor-tiles, flags, paving-stones, grit stones, etc..

With that aim, four types of coal mining wastes were selected out of an inventory and several tests were conducted and following the results, the most appropriate coal mining wastes, the acceptance limits and the quality control tests to be applied to the materials obtained from coal mining wastes as starting material for the manufacturing of paving materials were established.

Different laboratory tests were conducted on the manufacturing of flags, floor-tiles and paving-stones. In addition, semi-industrial scale tests were carried out on the manufacturing of grit stones. Preliminary manufactory designs were elaborated for both material types.

The study proved that coal mining wastes in a mixture with other raw materials can be used in the manufacturing of paving materials: floor-tiles, flags, paving-stones, grit stones.

INDICE

1. INTRODUCCION 1
2. DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO 1
3. LOS ESTERILES DEL CARBON 4
   3.1. Clasificación 4
   3.2. Producción 5
   3.3. Características petrográficas, mineralógicas y químicas 5
   3.4. Cenizas, materias volátiles, poder calorífico, azufre, carbono fijo y pérdidas por calcinación 6
4. FABRICACIÓN DE BALDOSAS, LOSETAS Y ADOQUINES 7
   4.1. Pruebas de laboratorio 7
   4.2. Estudio de mercado 9
   4.3. Anteproyecto de fábrica 10
5. FABRICACIÓN DE GRES 10
   5.1. Pruebas de laboratorio y semiindustriales 11
   5.2. Estudio de mercado 14
   5.3. Anteproyecto de fábrica 17
6. CONCLUSIONES 17

1. INTRODUCCIÓN

La industria extractiva del carbón genera anualmente grandes cantidades de residuos -estériles- los cuales se han venido acumulando desde hace muchos años en escombreras, algunas de las cuales llegan a constituir verdaderas montañas. Asímismo, dichos estériles plantean diversos problemas tanto desde el punto de vista de su almacenamiento como desde el del medio ambiente, por lo que, en la mayoría de los países productores de carbón se están llevando a cabo diversos estudios encaminados hacia la búsqueda de nuevas aplicaciones que permitan solucionar o minimizar los mencionados problemas.

Aunque si bien los estériles del carbón se están empleando actualmente en diversas aplicaciones industriales: terraplenes de carreteras y autovías, fabricación de ladrillos, obtención de clínquer de cemento, rellenos, etc., debido a que con dichas utilizaciones no se soluciona totalmente el problema de los estériles y a que éstos poseen otras características que no se están aprovechando, es necesario encontrar nuevas aplicaciones con el fin de conseguir un aprovechamiento integral de los estériles del carbón.

Por ello, HUNOSA ha realizado un estudio, financiado por OCICARBON, que permitiese determinar la naturaleza y propiedades de los estériles del carbón para su posible utilización como materia prima para la fabricación de materiales para pavimentación: losetas, baldosas, adoquines, gres, etc., y cuyos resultados se exponen a continuación.

2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

Para llevar a cabo el proyecto se elaboró un programa de trabajo a desarrollar en 18 meses y que, en síntesis, consistió en:

a) Recopilación bibliográfica

Además del análisis de la documentación ya existente, se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de las publicaciones relacionadas con el tema.

b) Inventario de estériles

Dado que no era factible ensayar todos los tipos de estériles generados en las distintas zonas productoras de carbón, se hizo un muestreo de los mismos (se previeron unas 30 tomas de muestras) a partir de las cuales se preseleccionaron 12 muestras en las que se realizaron ensayos de: granulometría, plasticidad, equivalente de arena, compactación etc.. A la vista de los resultados se seleccionaron 4 tipos de estéril que resultaron representativos de las condiciones más comunes o envolventes de los mismos.

c) Ensayos

Las muestras se sometieron a los ensayos que se relacionan a continuación:

c.1) Ensayos químicos y mineralógicos

- Análisis mineralógicos y petrográficos.
- Ensayos químicos (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, CaO)
- Análisis inmediato (cenizas, materias volátiles, carbono fijo, humedad), poder calorífico, azufre, pérdidas por calcinación.

c.2) Ensayos de recepción y caracterización

- Límites de Atterberg
- Humedad
- Granulometría
- Peso específico

A partir de los resultados obtenidos en estos ensayos, se determinaron los tipos de estériles más adecuados y se establecieron los límites de aceptación, los criterios de recepción y los ensayos de control de calidad a aplicar a los materiales obtenidos a partir de los estériles del carbón como materia prima para la fabricación de materiales para pavimentación.

d) Pruebas de laboratorio y a escala real

Una vez seleccionados los estériles más adecuados, se efectuaron las pruebas de laboratorio para la obtención de los diferentes tipos de piezas que se emplean normalmente en pavimentación:

- losetas
- baldosas
- adoquines

tanto en calles y aceras como en edificaciones u otras instalaciones.

En aquellos casos en que se estimó conveniente se efectuaron pruebas a mayor escala donde se obtuvieron piezas a tamaño natural.

Con todos los productos que se obtuvieron se efectuaron los ensayos que las normas UNE exigen para el territorio nacional o las EN, DIN, AFNOR O BS en el caso de aquellos que puedan tener un ámbito internacional. Los ensayos efectuados fueron los siguientes:

- aspecto y textura
- absorción de agua
- helacidad
- permeabilidad
- características geométricas
- resistencia a la flexión
- resistencia al desgaste por abrasión
- resistencia al cuarteo
- resistencia al choque térmico
- resistencia a la compresión
- resistencia química
- dureza al rayado
- expansión por humedad

Estos ensayos se efectuarán todos o parte dependiendo de la aplicación que se vaya a dar al material.

e) Estudio de mercado

Se efectuaron dos estudios de mercado a nivel nacional para conocer la utilización de los materiales para pavimentación, a partir del cual se determinará el mercado, precios, ámbito de aplicación, radio de acción, así como la posible capacidad o cuota de mercado a alcanzar por la fábrica a construir.

Uno de los estudios abarcó el mercado de las losetas, baldosas y adoquines y el otro el del gres.

f) Anteproyecto fábricas

Con los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio y a gran escala, y en el caso que existiese mercado, se efectuaran los correspondientes anteproyectos de una fábrica para obtener materiales de pavimentación utilizando los estériles del carbón como materia prima.

g) Memoria final

Los resultados de todos los trabajos se resumierón en una memoria final en la cual se incluyen la descripción de cada uno de los procesos efectuados para lograr materiales de pavimentación: preparación de las materias primas, mezcla y amasado, prensado o extensión, cocción o curado, etc.

3. LOS ESTÉRILES DEL CARBÓN

3.1. CLASIFICACIÓN

Si bien los estériles se pueden clasificar en función del objetivo que se persiga, en este trabajo se ha seguido la siguiente clasificación:

- estériles de mina. Son las rocas procedentes de la perforación de galerías en el interior de las minas

. estériles de lavadero. Son los residuos que se obtienen en el proceso de separación del carbón y, a su vez, se dividen, en:

. gruesos, tamaños mayores de 150 mm
. granos, tamaños comprendidos entre 150 y 10 mm
. menudos, tamaños comprendidos entre 10 y 1 mm
. finos, tamaños menores de 1 mm

. estériles de escombrera. Son los procedentes del almacenamiento de los estériles de mina y lavadero. Se clasifican en:

. negros, los que no han combustionado
. rojos, los que han combustionado

3.2. PRODUCCIÓN

En los Gráficos 1 y 2 se recogen las producciones de estériles de hulla y antracita (no se tienen en cuenta los de mina ni los originados en las explotaciones a cielo abierto, salvo que se produzcan en el lavado del carbón) y en los cuales se puede ver la gran cantidad de estériles que se producen ya que, en el período 1968-1993 se han generado más de 142 millones de toneladas, de las cuales 114 millones corresponden a la explotación de hulla y los 28 millones restantes a la extracción de antracita. Aunque, por ejemplo, en las minas de hulla del Norte de España se emplea un 40% de dichos estériles para el relleno de las propias minas, las cantidades que se tienen que almacenar son todavía muy considerables. Además, a la citada producción se deben añadir las cantidades originadas en los años anteriores a 1968 y que están almacenadas en las escombreras que, como en el caso de Asturias, se pueden evaluar en más de cien millones de toneladas.

3.3. CARACTERÍSTICAS PETROGRAFICAS, MINERALOGICAS Y QUÍMICAS

Para este estudio se ha hecho un inventario de caracterización de estériles, tomando un total de 63 muestras (51 de estériles de hulla y 12 de antracita) en las provincias de Asturias (35), León (16), Palencia (7), Córdoba (3) y Ciudad Real (2). Con las muestras se realizaron numerosos ensayos de identificación cuyos resultados principales se indican a continuación.

Desde el punto de vista petrográfico, los estériles del carbón están formados por areniscas, pizarras arenosas y carbonosas, así como por arcillas y rocas ferruginosas. En general, en los estériles de mina predominan las areniscas y en los estériles de lavadero son más abundantes las pizarras.

Mineralógicamente, en los estériles del carbón, tanto de hulla como de antracita, predominan los componentes arcillosos sobre los de cuarzo. Así, los estériles presentan porcentajes de cuarzo entre el 7 y el 57%, disminuyendo su contenido a medida que el tamaño decrece y encontrándose los menores valores en los estériles de antracita. El contenido de ilita oscila del 20 al 60%, con una tendencia respecto al tamaño inversa a la del cuarzo. El porcentaje de caolinita suele ser inferior al 25% y el de clorita inferior al 7%. Existen también porcentajes inferiores al 20% de interestratificados y otros minerales.

Desde el punto de vista químico, los estériles poseen un elevado porcentaje de SiO_2 (40-70%) correspondiendo los mayores tantos por ciento a los estériles de mina, y una importante proporción de alúmina, Al_2O_3, (8-30%) correspondiendo los menores porcentajes a los estériles de mina y los mayores a los estériles de finos y rojos. Asímismo, presentan contenidos variables de óxido de hierro (III), óxido de titanio, óxido de potasio, óxido de calcio, etc., dependiendo del tipo de estériles y de la zona de producción.

3.4. CENIZAS, MATERIAS VOLÁTILES, PODER CALORÍFICO, AZUFRE, CARBONO FIJO Y PERDIDA POR CALCINACIÓN

El contenido de cenizas de los estériles de hulla varía entre el 70 y el 92% y el de los estériles de antracita entre el 64 y el 88%. El mayor contenido de cenizas suele corresponder a Asturias aunque las diferencias con otras provincias son pequeñas.

El contenido de materias volátiles oscila del 5,5 al 15,2%.

El poder calorífico superior se encuentra, en su mayoría, entre 150 y 2.360 kcal/kg, mostrando una buena correlación con el porcentaje de cenizas.

El contenido de azufre varía del 0,01 al 3,68%, si bien la mayor parte de las muestran quedan por debajo del 1%. Los mayores valores corresponden a Palencia y Ciudad Real.

El carbono fijo en los estériles, una vez descontadas las cenizas y volátiles, varían entre el 0,6 y el 16% en los estériles de hulla y entre el 5,8 y el 27% en los de antracita.

Las pérdidas por calcinación han oscilado entre el 8 y 29,9%.

4. FABRICACIÓN DE BALDOSAS, LOSETAS Y ADOQUINES.

4.1. PRUEBAS DE LABORATORIO

Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio mezclando los estériles negros y rojos con cemento en las proporciones del 74 y 26 %, respectivamente, obteniendose los resultados que se recogen en la Tabla I:

TABLA I

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

CARACTERÍSTICA	ESTÉRIL		NORMAS
	NEGRO	ROJO	
Resistencia, Kp/cm^2			
- a 7 días	219,9	340,6	
- a 14 días	269,9	395,7	
- a 28 días	247,8	438,7	> 350
Absorción, %	6,6	8,8	< 7,5
Resistencia al desgaste	5,9	8,2	< 2
Porosidad, %	14,7	20,6	
Densidad aparente, g/cm^3	2,2	2,1	
Densidad real, g/cm^3	2,6	2,7	
Heladicidad	NO	NO	NO

de donde se deduce que:

- las probetas fabricadas con estériles negros no cumplen lo relativo a la resistencia y al desgaste
- las probetas fabricadas con estériles rojos no cumplen lo concerniente a la absorción y al desgaste.

Para mejorar los anteriores resultados, se hicieron pruebas con las siguientes mezclas:

Estéiles negros	Estériles rojos	Cemento	Arena de sílice
55	-	26	19
-	55	26	19

con cuyos productos, una vez curados se efectuaron los ensayos correspondientes, obteniendose los resultados que se recogen en la Tabla II:

TABLA II

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTÉRILES, CEMENTO Y ARENA

CARACTERÍSTICA	ESTÉRIL		NORMAS
	NEGRO	ROJO	
Resistencia, Kp/cm^2			
- a 28 días	378	507	> 3,50
Absorción, %	5	6,3	< 7,5
Resistencia al desgaste	1,3	1,6	< 2
Densidad masa húmeda, g/cm^3	1,16	1,21	
Heladicidad	NO	NO	NO

de la cual se deduce que:

- Las probetas fabricadas tanto con estériles negros como con estériles rojos cumplen lo relativo a la resistencia, atracción a los 28 días, absorción y resistencia al desgaste.

- Las probetas fabricadas con estériles rojos cumplen los requisitos más exigentes de 500 Kp/cm^2 concernientes a la resistencia a tracción a 28 días por lo que en principio, las mezclas mencionadas son aptas para la fabricación de baldosas, losetas, adoquines, etc., es decir, para materiales de pavimentación.

4.2 ESTUDIO DE MERCADO

Para determinar las posibilidades de penetración en el mercado español de las losetas, baldosas, adoquines, etc., fabricadas con estériles del carbón como materia prima, se realizó un estudio de mercado, del cual se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El ámbito estricto de la pavimentación de obras públicas peatonales, que se corresponde con el contenido especificado para el presente estudio, es sumamente estrecho para los pavimentos de gres: representa entre el 1 y el 2 por ciento del mercado de la pavimentación exterior y su nivel absoluto, 200-300 miles de m^2. En consecuencia, resulta impensable la perspectiva de instalar una planta dedicada en exclusiva a este segmento de este mercado.

   En el caso de los materiales derivados del cemento, este segmento representa una posición del orden del 60% del consumo de estos materiales en el ámbito general de la pavimentación exterior.

   No obstante siendo, en ambos casos, los mismos materiales los que se dirigen a este ámbito general que los que se emplean en aquel segmento, estricto, es el mercado general de la pavimentación exterior el que debe adoptarse como ámbito mínimo de destino del producto, en cualquier planteamiento de un proyecto de inversión.

2. En el caso de la baldosa hidráulica y del adoquín/losa de hormigón este ámbito agota prácticamente su potencial de proyección comercial. En el caso del terrazo cabe la posibilidad de ampliar el ámbito del mercado, añadiendo el segmento de la pavimentación interior; es decir, asumiendo como referencia el mercado de la pavimentación, en su expresión más general. En el caso del gres cabe también esta ampliación del ámbito del mercado a contemplar y, además la ampliación natural del ámbito geográfico del mercado, a través de la exportación.

3. La concepción de un proyecto orientado a los materiales derivados del cemento debería centrarse en el mercado general de la pavimentación y con una perspectiva regional (pavimentación exterior para la baldosa hidráulica y hormigón). La zona próxima tiene un peso relativo de un 15% en el consumo nacional de estos materiales, lo que representa unos 2.000 miles de m^2/año (ello equivaldría a la producción, a plena capacidad, de 12 líneas de 500 m^2/día, para el conjunto de los tres materiales (baldosa hidráulica, terrazo y hormigón.

4.3 ANTEPROYECTO DE FÁBRICA

Se elaboró un anteproyecto de una fábrica para la producción entre 10.000 y 15.000 m^2/mes de materiales para pavimentación del tipo de baldosas, losetas, adoquines, etc., empleando los estériles del carbón mezclados con cemento y arena de sílice.

En dicho anteproyecto se recogen todos los datos necesarios, de diagrama de flujo de la fábrica, equipamiento: cintas, molinos, mezcladores, tolvas, prensa, moldes, etc., energía, personal, consumos, diseño de las piezas a producir, etc..

5. FABRICACIÓN DE GRES

- Se ha hecho un estudio de la normativa existente para el gres en lo referente a definiciones, denominaciones, medidas y especificaciones del producto, al objeto de efectuar una serie de definiciones que lo delimiten y concreten, ya

que el termino "gres" se aplica de forma indiscriminada, así como especificar las características exigidas al mismo con el fin de determinar si el producto obtenido las cumple tanto en las pruebas de laboratorio como en las industriales.

- Se describe con detalle el proceso seguido para la fabricación de gres, tanto si el moldeo se realiza por prensado como si se lleva a cabo por extrusión, en cada una de las fases de: preparación de la pasta, moldeo, secado y cocción de las piezas de gres.

5.1. PRUEBAS DE LABORATORIO Y SEMIINDUSTRIALES

Antes de pasar a las pruebas de laboratorio propiamente dichas, se realizaron unas pruebas previas con el fin de delimitar el abanico de los tipos existentes de estériles, así como si era necesaria su mezcla con otras materias primas y las características conseguidas con cada uno de ellos.

Se han efectuado pruebas a escala laboratorio y escala semiindustrial para determinar la viabilidad técnica de la utilización de los estériles como materia prima para la fabricación de materiales de gres. Para la realización de las pruebas se han empleado los estériles negros de la escombrera Pumardongo y los estériles rojos de la escombrera Reicastro.

Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio mezclando los estériles del carbón en diversas proporciones con arcillas de Asturias y chamota, al objeto de determinar las composiciones más adecuadas para la fabricación de gres. Las pruebas se llevaran a cabo por extrusión ya que es el método más adecuado, en principio, para la fabricación de gres rústico.

Los resultados obtenidos con las muestras 0-63 y 0-64 cuyas composiciones son:

0 - 63	
Arcilla gris	60%
Chamota	20%
Estéril negro	20%

0 - 64	
Arcilla gris	60%
Estéril negro	20%
Estéril rojo	20%

son los siguientes:

	0 -63	0-64
- Agua de amasado, %	18,4	19,61
- Contracción en seco,%	5,4	5,4
- Carga de rotura del material en seco, kg/cm^2	33,7	31,7
- Contracción de cocción, %	3,02	3,47
- Pérdida de peso en la cocción, %	5,57	5,90
- Absorción de agua, %	8,81	9,22
- Carga de rotura del material cocido, kg/cm^2	163,8	180,4

La sustitución de un 20% de arcilla gris en la mezcla O-62 por el mismo porcentaje de Estéril negro, para constituir la mezcla O-63, ha resultado positiva, pues se ha logrado una sensible disminución del porcentaje de absorción de agua y un aumento de la resistencia mecánica de la pieza cocida. Además, cociendo en horno con combustible líquido o de gas, entre los 1.100 y 1.130 °C, se obtienen colores y efectos muy comerciales.

Estas muestras han sido cocidas en horno eléctrico, en atmósfera oxidante (19% O_2), a temperaturas comprendidas entre los 1.000 y 1.150 °C. En un horno túnel cociendo con fuel-oil o con gas, con porcentajes de oxigeno por debajo del 12%, el color experimenta cambios importantes ya que el color de la pieza cocida depende no sólo de la temperatura de cocción sino también de la concentración de oxígeno en la atmósfera del horno.

De ahí que para tener una idea más exacta sobre el color que puede obtenerse con las mezclas estudiadas en un horno industrial cociendo con fuel o gas y con posibilidad de variar las atmósferas a lo largo del proceso de cocción, se ha cocido en un horno de gas a 1.100 - 1.130 °C, controlando la atmósfera a lo largo del proceso de cocción.

Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios, optimizándose el color y aspecto de las piezas cocidas en horno eléctrico.

La sustitución del 20% de chamota en la mezcla O-63 por el mismo porcentaje de Estéril rojo para constituir la mezcla O-64 ha supuesto una mejora adicional a los resultados obtenidos con O-63, ya que se ha reducido sensiblemente el porcentaje de absorción, pasando de un 5,73% en O-63 a 1.150 °C a un 2,38% a la misma temperatura en O-64.

La resistencia mecánica a flexión de la pieza cocida ha pasado de 185,66 kg/cm^2 en O-63 a 194,59 kg/cm^2 en O-64.

Esta mezcla, debido a su mayor contenido en piritas permite la obtención de acabados rústicos con pequeños núcleos de fusión muy decorativos.

Como conclusión de lo expuesto se dirá que las arcillas, chamota y estériles enviados, combinados entre sí en diferentes proporciones, permiten la obtención de baldosas de gres rústico, del aspecto superficial y color buscados.

La cocción debe hacerse en hornos que permitan hacer oxidación y reducción.

Se efectuaron pruebas a escala semiindustrial en planta piloto, donde se estudiaron de cada material (estériles, arcilla y chamota) para determinar la granulometría adecuada, el amasado probando diferentes porcentajes de agua, la extrusión variando la presión, secado modificando la temperatura y velocidad del aire y cocción a diferentes temperaturas y curvas de cocción.

los resultados obtenidos en las pruebas semiindustriales para las mezclas anteriores son las siguientes:

	0 -63	0-64
- Agua de amasado, %	17,1	18,1
- Contracción en seco,%	5,0	4,9
- Carga de rotura del material en seco, kg/cm^2	40,3	37,2
- Contracción de cocción, %	3,69	4,45
- Pérdida de peso en la cocción, %	4,99	5,94
- Absorción de agua, %	6,88	4,33
- Carga de rotura del material cocido, kg/cm^2	158,07	159,17

de donde se deduce que confirman e incluso mejoran los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.

Es evidente que introduciendo modificaciones se pueden mejorar los resultados para, por ejemplo bajar la absorción por debajo del 3 %.

5.2. ESTUDIO DE MERCADO

Se elaboró un estudio de mercado para determinar las posibilidades de penetración en el mercado español del gres, fábricado con los estériles del carbón como materia prima, en el cual se han elaborado los aspectos necesarios: evolución de la producción, empresas en el sector, productos fabricados, precios, mercado de importación y exportación, volumen de la demanda total, para considerar la conveniencia o no de construir una planta industrial dedicada a la fabricación de este tipo de materiales.

Las principales conclusiones del estudio de mercado son las siguientes:

1. El ámbito de los pavimentos y revestimientos de gres rústico viene a coincidir, en la acepción más aceptada por los fabricantes de estos productos, con los productos correspondientes de gres extruido sin esmaltar.

2. El volumen de producción correspondiente al año 1.995 alcanzó el nivel de 12.000 miles de m^2.

   En los últimos años, ha experimentado un notable crecimiento, con tasas del 13 y del 25% en 1.994 y 1.995, debido, principalmente a la maduración del esfuerzo inversor en los últimos años, concretado en un incremento notable de la capacidad, ya que ha coincidido con una fase de relanzamiento de la economía española y con la posibilidad de materializar el elevado potencial exportador de las empresas del sector.

3. La producción de materiales de gres rústico está bastante concentrada. Los 13 fabricantes más relevantes acaparan casi el noventa por ciento de la

producción. La localización de estas empresas está mucho menos concentrada que la correspondiente a la industria de materiales cerámicos o del gres en general: tres empresas en Castellón, dos en Gerona y una en Alicante, Teruel, Madrid, Toledo y Valladolid.

4. La industria de materiales de construcción (pavimentos y revestimientos de gres rústico) tiene un potencial exportador considerable.

   La exportación, expresada en términos oficiales, alcanzó en 1.995 un volumen de 2.200 millones de m^2, que representan el 18,3% de la producción total. La exportación efectiva, incluyendo productos de gres que se exportan, a menor precio, bajo otras partidas arancelarias, alcanzó los 3.000 millones de m^2, equivalentes a la cuarta parte de la producción. El crecimiento de la exportación, a lo largo de los últimos años, es espectacular (las tasas correspondientes a 1.994 y 1.995 superan el nivel del 40% anual).

   La importación realizada en 1.995 se concreta en 588 miles de metros cuadrados.

5. La demanda interior de pavimentos y revestimientos de gres rústico puede cifrarse en 9.600 miles de metros cuadrados.

   Una gran parte de esta demanda, que alcanza la proporción del 95% de la misma, equivalente a 9.120 miles de m^2 corresponde a pavimentos, quedando los restantes 480 miles de m^2 para los revestimientos.

   Dentro del segmento de la pavimentación, el 71% de su demanda, equivalente a 6.475 miles de m^2 corresponde a pavimentos exteriores.

   Los productos más demandados son los de formato cuadrado, de dimensiones 20x20 , 25x25, 30x30 y 40x40.

6. Los precios nominales de los materiales rústicos se mueven en una banda ancha, que depende de las dimensiones y de la calidad. Los descuentos practicados pueden llegar a representar un 35% de aquellos, siendo su nivel medio del orden del 20%.

7. El gres rústico compite, en sus aplicaciones específicas con otros materiales, siendo los principales de estos el gres normal, mármol, madera, cerámica convencional y terrazo.

   La competencia de mármol y madera está basada, principalmente, en sus propiedades, y la de los restantes materiales en el precio.

   El gres rústico ofrece unas perspectivas razonables, que se pueden concretar en un crecimiento moderado.

8. No existe, actualmente, ningún material relevante de gres rústico para pavimentos o revestimientos cuya oferta sea deficitaria. Los utilizadores echan en falta algunas piezas poco comunes de grandes dimensiones, tanto en el formato cuadrado como en el rectangular.

9. La opinión predominante entre los agentes utilizadores de materiales de gres rústico decanta la determinación de que no es necesario un nuevo fabricante. la razón apuntada, de forma unánime, es que la oferta actual es claramente suficiente para atender las necesidades de la demanda.

10. En el caso de que se instalara una nueva planta, los productos deseables vienen a coincidir con los que, en la actualidad, son más demandados. Los precios límite que se preconizan para ellos están muy polarizados en valores extremos más distanciados entre si que los límites máximos y mínimos actuales.

    Son deseados, por una parte, productos de muy alta calidad, aunque su precio sea elevado y, por otra, productos de baja calidad, a precios netamente inferiores a los actuales.

11. En el momento actual, el mercado español de materiales de gres rústico no ofrece una oportunidad clara de entrada, que esté basada en un déficit cuantitativo de la oferta actual. Este desajuste se centra sólo en algunos productos exóticos, de grandes dimensiones o de formatos raros, cuya demanda es escasa, así como las posibilidades de su conjunción en un programa de fabricación razonable.

Las oportunidades aparentes se centran, precisamente, en los productos actualmente más demandados, planteados bajo dos enfoques alternativos: calidad en el límite inferior y precio muy bajo o bien máxima calidad a precio elevado.

La capacidad técnica y empresarial del fabricante y su condición de "nuevo" en el sector, en caso de que entrara, hace aconsejable la segunda alternativa, basada en calidades y precios altos. La adquisición de la tecnología adecuada podría lograrse a través de un socio que la aportara. De todos modos, sería preciso acometer un serio esfuerzo de marketing, orientado a "demostrar" el producto entre los profesionales prescriptores y los utilizadores.

En caso de implantación, parece aconsejable establecer esta sobre la base de un concepto modular que permita materializar una primera fase de capacidad reducida. Esta podría situarse en torno a los 200 m^2/día, que parece ser una cota inferior para una planta de este tipo.

5.2. ANTEPROYECTO DE FÁBRICA

Se elaboró un anteproyecto de una fábrica con una producción para 2.000 m^2/día de baldosa separable (split-tile) de 300 x 300 mm., en el cual se contemplan y enumeran con detalle: diagrama del proceso, maquinaria, consumos energeticos, personal necesario, inversión, etc..

6. CONCLUSIONES

Del estudio efectuado puedeconcluirse que los estériles del carbón una vez mezclados con otras materias primas, se pueden emplear en la fabricación de materiales para pavimentación: losetas, baldosas, adoquines y gres.

PRODUCCION DE ESTERILES DE HULLA POR PROVINCIAS

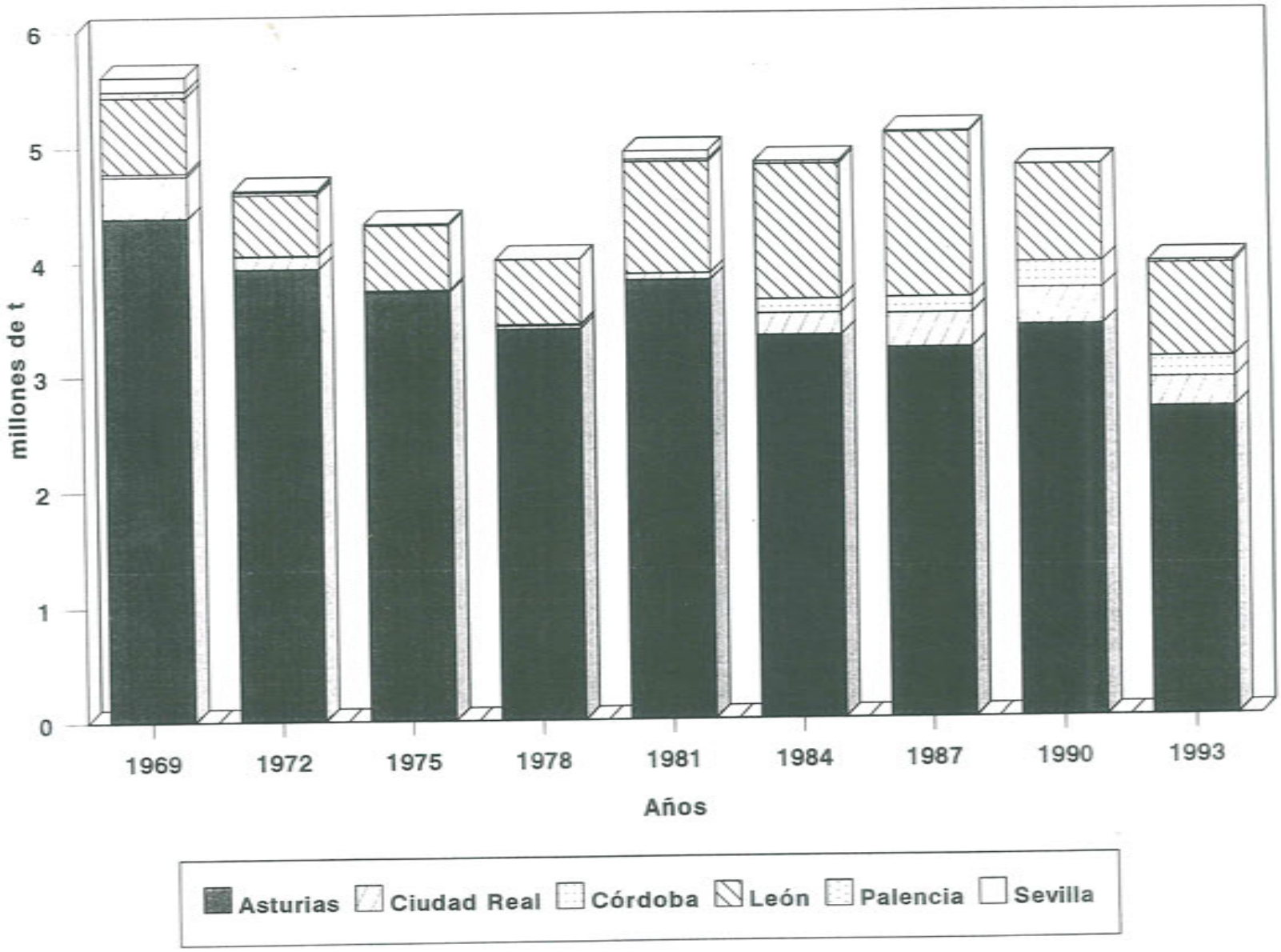
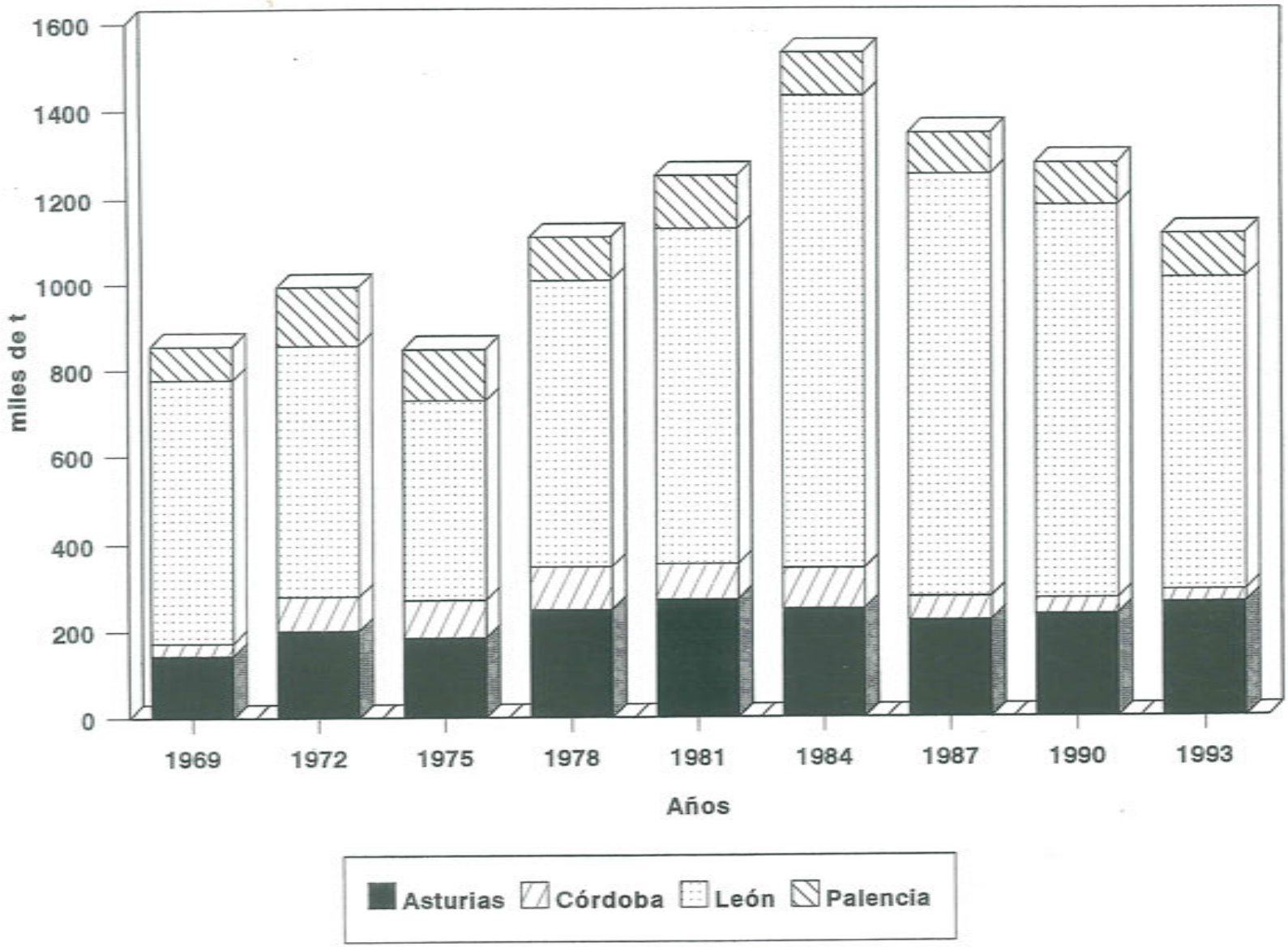


Gráfico 2
PRODUCCION DE ESTERILES DE ANTRACITA POR PROVINCIAS



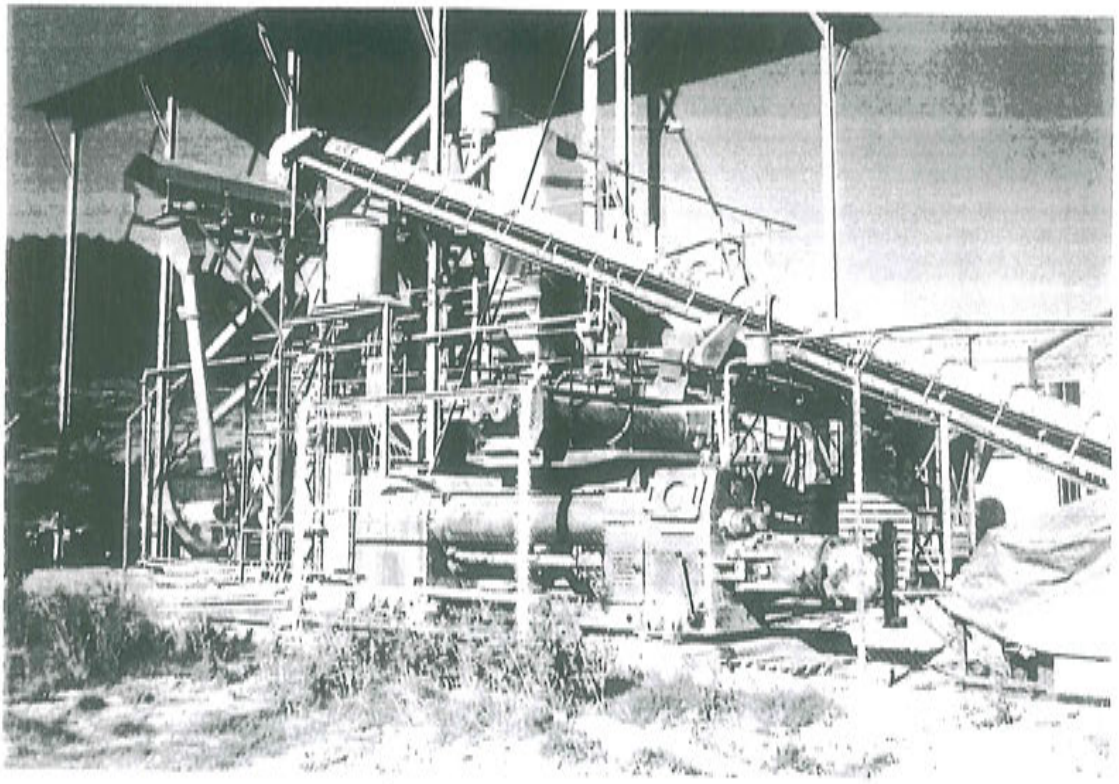


Foto 1. Planta piloto

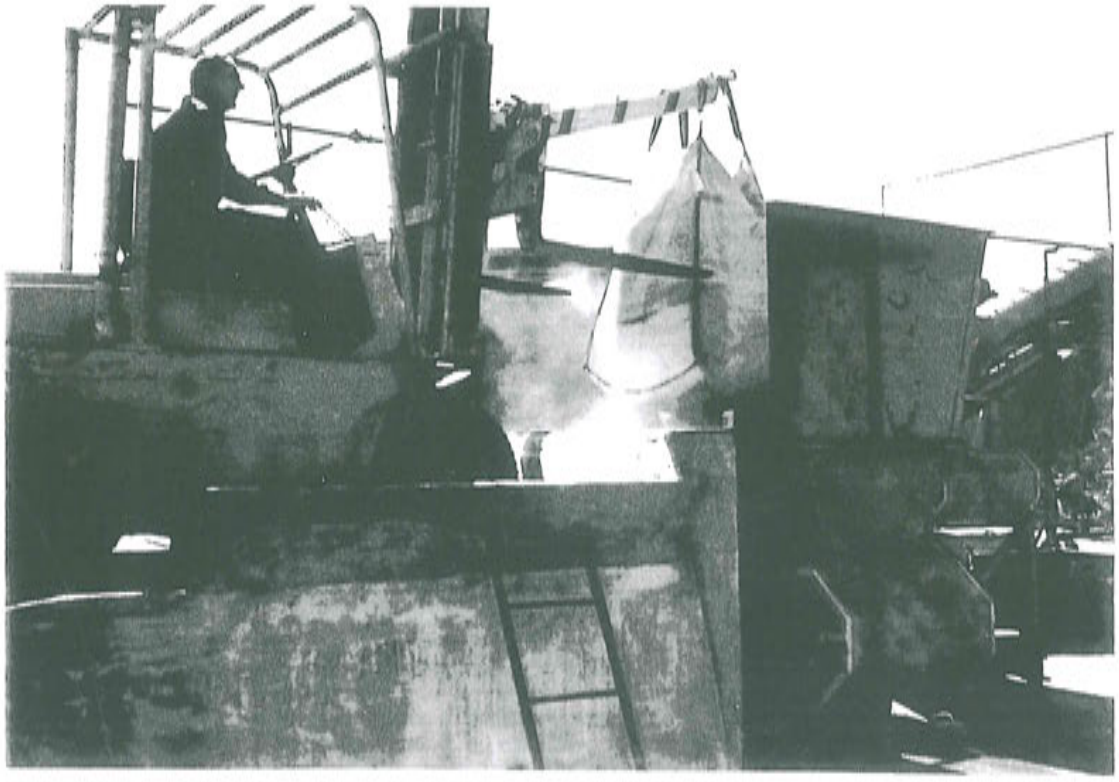


Foto 2. Molturación. Carga del alimentador

Foto 3. Amasadora + Extrusora

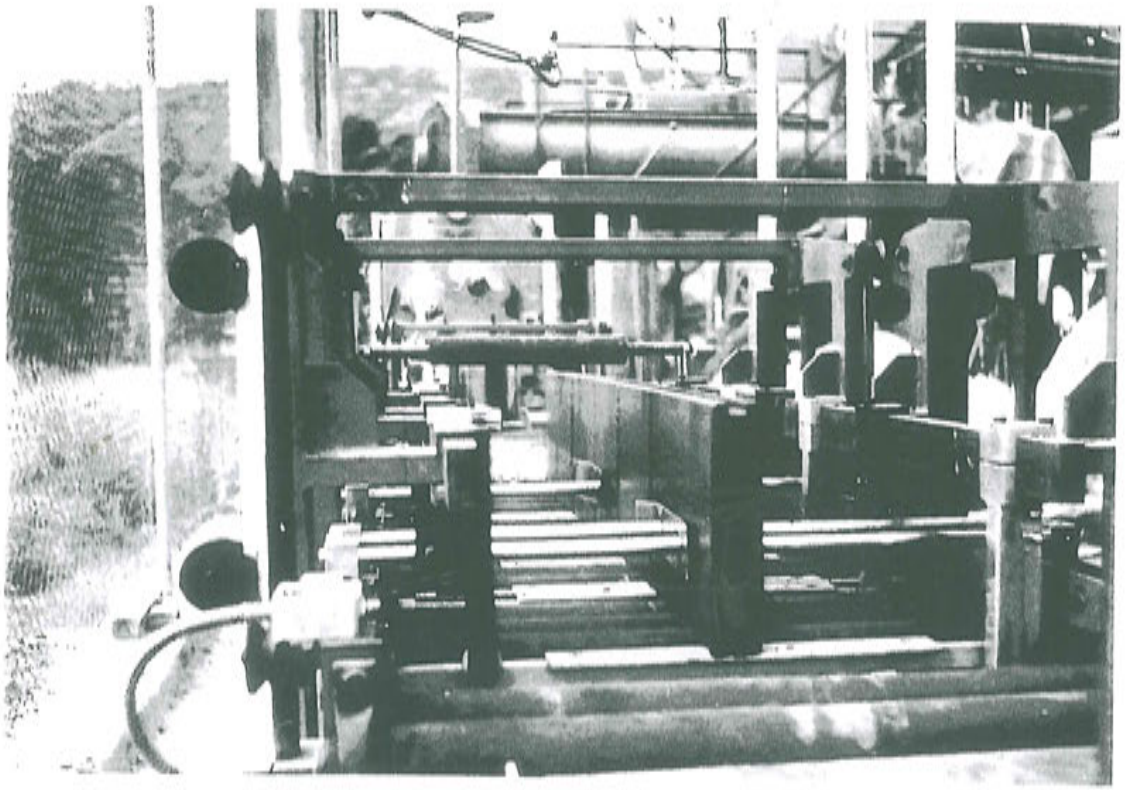


Foto 4. Cortador

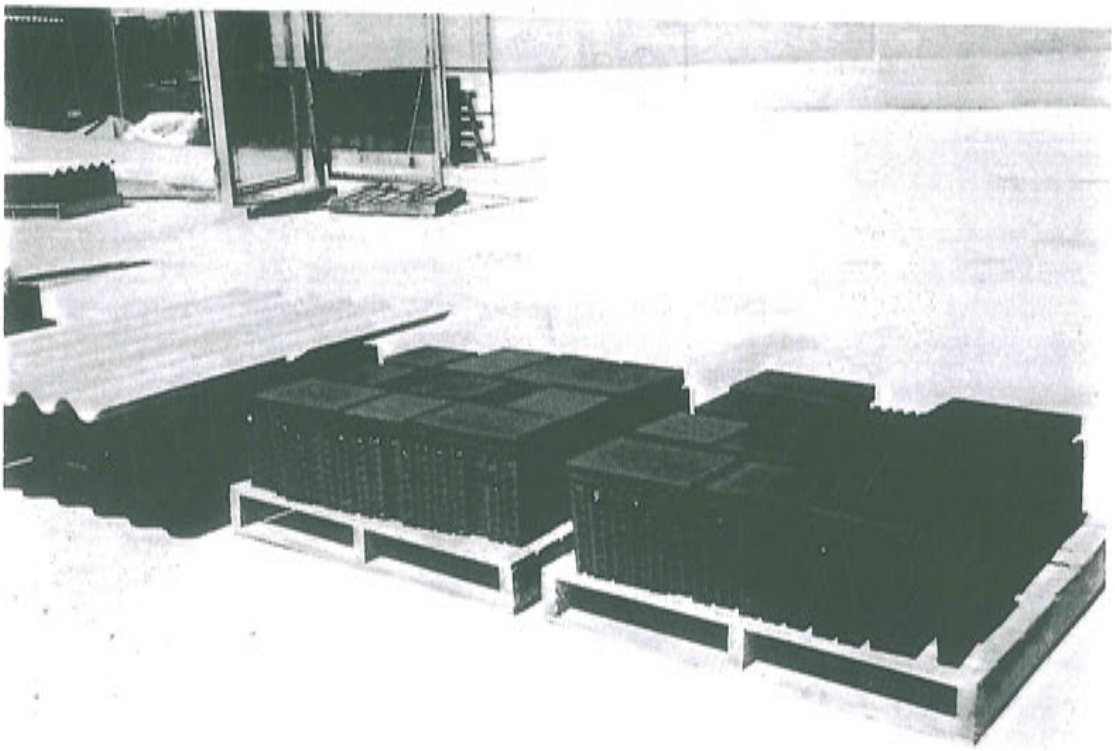


Foto 5. Piezas sobre palets

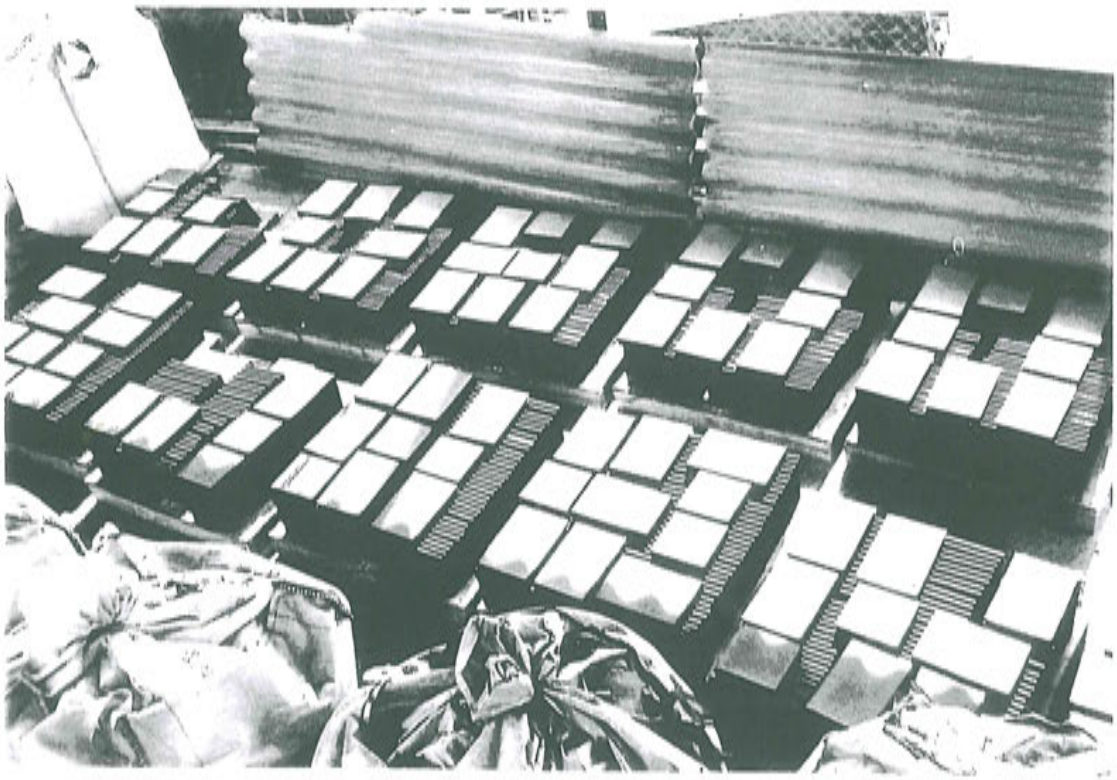


Foto 6. Piezas sobre palets

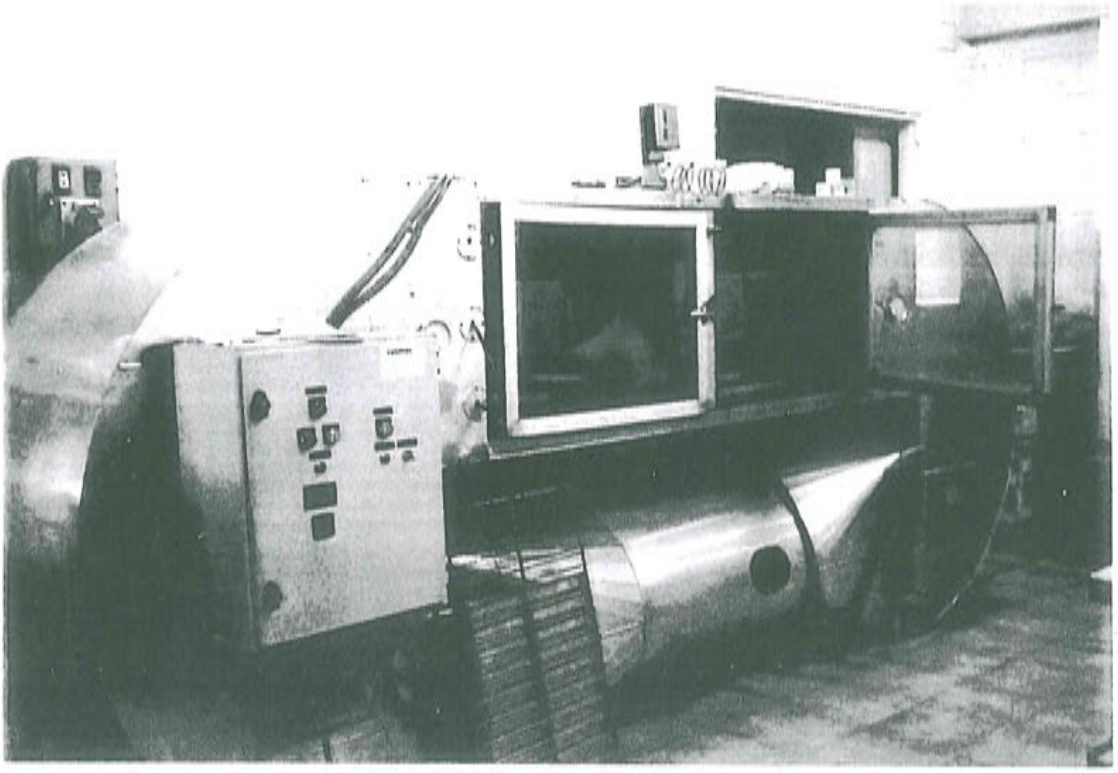


Foto 7. Secadero V.I.R.

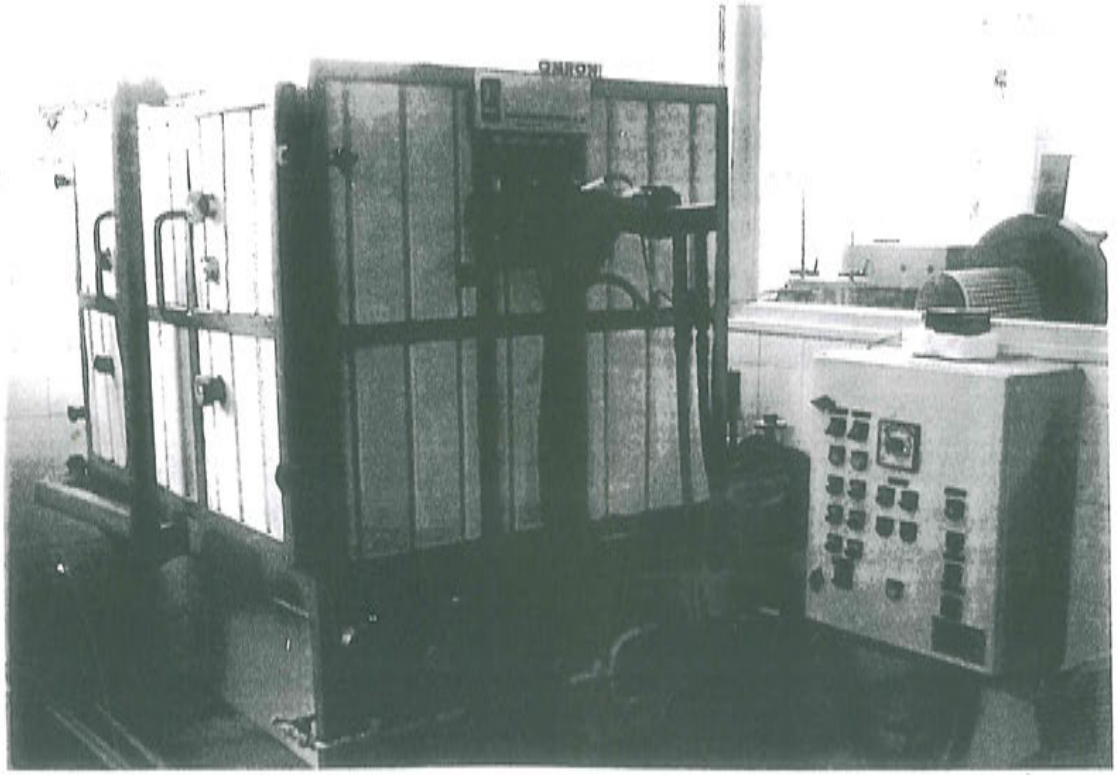


Foto 8. Cocción. Horno

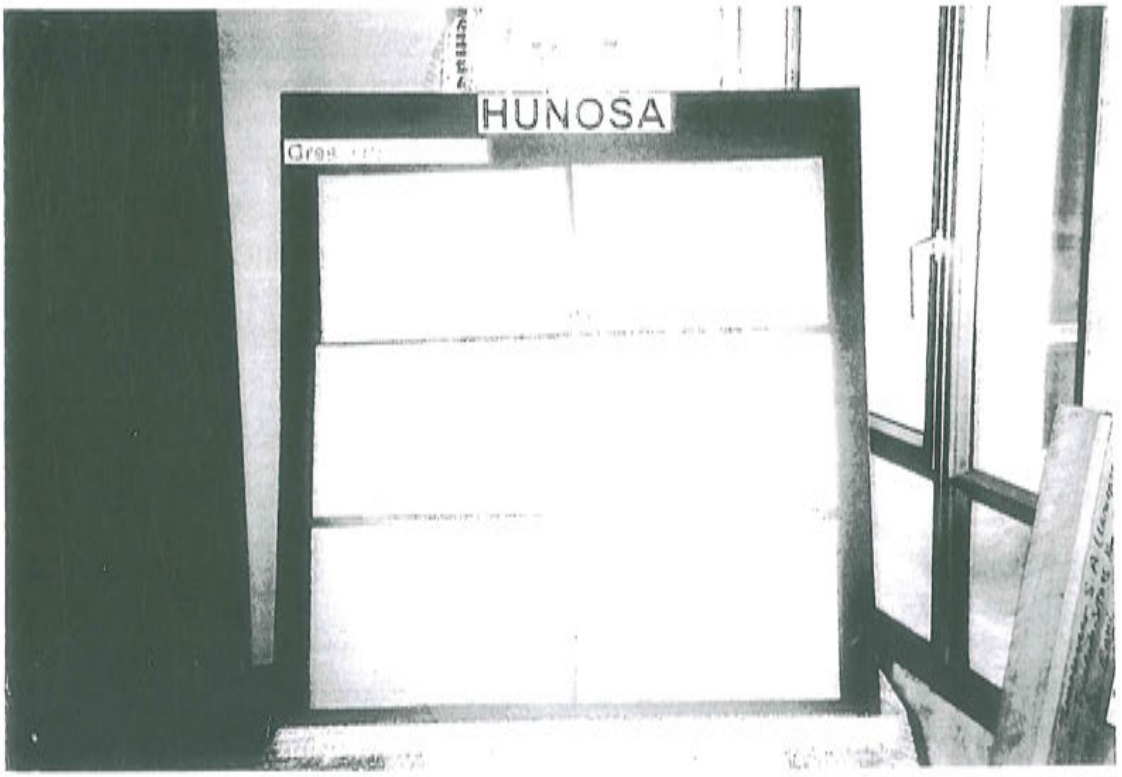


Foto 9. Gres. Aspecto una vez cocido y listo para uso

Foto 10. Gres. Aspecto una vez cocido y listo para uso

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Miner