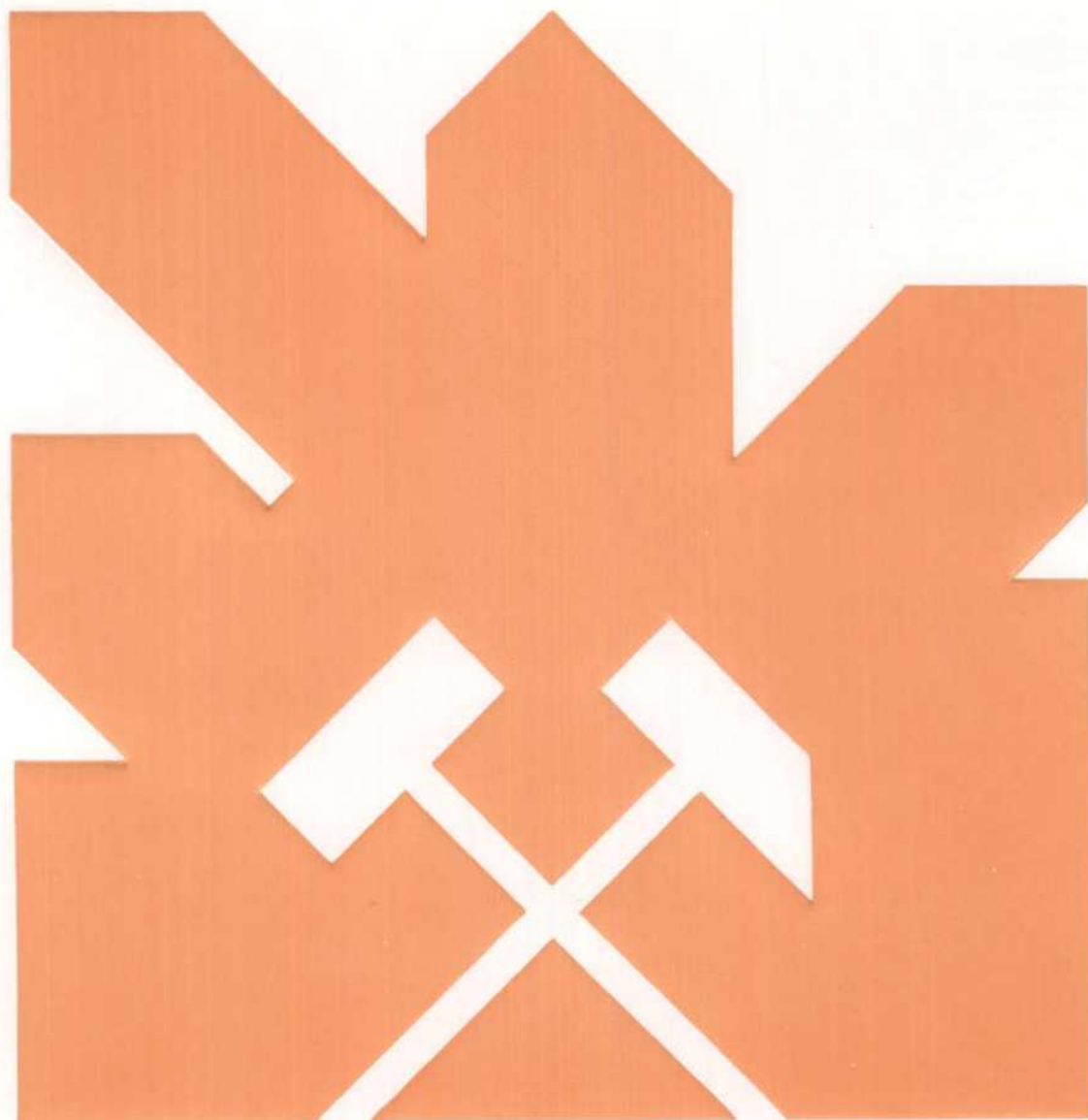


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ESTUDIO PREVIO DE  
LAS ARCILLAS DE LEVANTE

TOMO I.- MEMORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

DICIEMBRE 1980

R

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ESTUDIO PREVIO DE LAS ARCILLAS  
DE LEVANTE.

TOMO I : MEMORIA

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
MADRID, DICIEMBRE DE 1.980

TOMO II - MEMORIA (Continuación)

I N D I C E

.Pag:

CAPITULO III.-

ESTUDIO GEOLOGICO Y TECNOLOGICO PREVIO DE LAS ARCILLAS  
DE LEVANTE .....

164

1.- INTRODUCCION .....

165

2.- CAMPAÑA PILOTO DE RECOGIDA DE MUESTRAS .....

168

2.1. POVEDA DE LA SIERRA - PEÑALEN (GUADALAJARA) .

168

2.2. RUBIELOS DE MORA (TERUEL) (Muestra nº 1) ....

170

2.3. VILLAR DEL ARZOBISPO (VALENCIA) (Muestras núm:  
2, 3 y 4) .....

170

2.4. CASAS ROYAS (Muestra nº 5) .....

172

2.5. RIBESALBES - ONDA (Castellón) (Muestra nº 6) .

172

2.6. CAÑADA DE VERICH (TERUEL) (Muestras núm: 7, 8,  
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16) .....

173

2.7. PEÑAFLOR (OVIEDO) (Muestras núm: 17, 18 y 19)

179

2.8. PUENTES DE GARCIA RODRIGUEZ (LA CORUÑA)  
(Muestras núm: 20, 21 y 22) .....

179

2.9. MACEDA-ALTO DEL RODICIO (ORENSE) (Muestras 23  
y 24) .....

183

3.- DISCUSION SOBRE LOS CRITERIOS O PARAMETROS A TENER  
EN CUENTA PARA LA SELECCION DE AREAS DE INTERES.

186

4.- METODOLOGIA SEGUIDA EN EL ESTUDIO DE LAS ARCILLAS  
DE LEVANTE .....

197

5.-	<u>ZONA 16. CRETACICO INFERIOR DEL MAESTRAZGO</u>	201
5.1.	INTRODUCCION	201
5.2.	ANALISIS BIBLIOGRAFICO	205
5.2.1.	<u>Bibliografía consultada</u>	205
5.2.1.1.	<u>Bibliografía general</u>	205
5.2.1.2.	<u>Bibliografía específica sobre arcillas y caolines</u>	210
5.2.2.	<u>Marco geológico</u>	214
5.2.3.	<u>Descripción litológica</u>	216
5.2.3.1.	<u>Triásico</u>	216
5.2.3.2.	<u>Jurásico</u>	217
5.2.3.3.	<u>Cretácico</u>	219
5.2.3.4.	<u>Terciario</u>	224
5.2.4.	<u>Tectónica</u>	225
5.2.5.	<u>Formaciones geológicas de interés para arcillas</u>	231
5.3.	ESTUDIO EN CAMPO DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE INTERES	241
5.3.1.	<u>Facies Wealdense</u>	241
5.3.2.	<u>Aptense. Capas rojas de Morella</u>	243
5.3.3.	<u>Albense. Formación Escucha</u>	247
5.3.4.	<u>Albense. Formación Utrillas</u>	252
5.3.5.	<u>Terciario</u>	260
5.4.	DESCRIPCION, ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS	264
6.-	<u>ZONA 18. TERCIARIO DE TERUEL</u>	331
6.1.	INTRODUCCION	331

6.2.	ANALISIS BIBLIOGRAFICO .....	338
6.2.1.	<u>Bibliografía consultada</u> .....	338
6.2.1.1.	<u>Bibliografía general</u> .....	338
6.2.1.2.	<u>Bibliografía específica sobre arcillas</u> .....	342
6.2.2.	<u>Marco geológico</u> .....	342
6.2.3.	<u>Descripción litológica</u> .....	343
6.2.3.1.	<u>Triásico</u> .....	343
6.2.3.2.	<u>Jurásico</u> .....	347
6.2.3.3.	<u>Cretácico</u> .....	347
6.2.3.4.	<u>Terciario</u> .....	350
6.2.4.	<u>Tectónica</u> .....	353
6.2.5.	<u>Definición de las formaciones geológicas de interés para arcillas.</u> .....	355
6.3.	ESTUDIO EN CAMPO DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE INTERES .....	357
6.3.1.	<u>Trías-Keuper</u> .....	357
6.3.2.	<u>Albense en facies Utrillas</u> .....	359
6.3.3.	<u>Terciario</u> .....	360
6.4.	DESCRIPCION, ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS .....	364
7.-	<u>ZONA 20. VINAROS-VALENCIA</u> .....	387
7.1.	INTRODUCCION .....	387
7.2.	ANALISIS DE LA BIBLIOGRAFIA DE LA ZONA .....	390
7.2.1.	<u>Bibliografía consultada</u> .....	390
7.2.1.1.	<u>Bibliografía general</u> .....	390
7.2.1.2.	<u>Bibliografía específica sobre arcillas</u> .....	396

7.2.2.	<u>Características litológicas</u> .....	398
7.2.2.1.	<u>Paleozoico</u> .....	398
7.2.2.2.	<u>Triásico</u> .....	398
7.2.2.3.	<u>Jurásico</u> .....	402
7.2.2.4.	<u>Cretácico</u> .....	402
7.2.2.5.	<u>Terciario</u> .....	403
7.2.2.6.	<u>Cuaternario</u> .....	403
7.2.3.	<u>Tectónica</u> .....	405
7.3.	ESTUDIO EN CAMPO DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE INTERES .....	406
7.3.1.	<u>Trías-Buntsandstein</u> .....	406
7.3.2.	<u>Trías-Keuper</u> .....	407
7.3.3.	<u>Terciario</u> .....	411
7.3.4.	<u>Pliocuaternario</u> .....	413
7.4.	DESCRIPCION, ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS .....	414
8.-	<u>SELECCION DE AREAS GEOLOGICAS DE INTERES</u> .....	438
8.1.	DISCUSION Y GRADO DE INTERES DE LAS AREAS SE- LECCIONADAS .....	439
9.-	<u>RECOMENDACIONES</u> .....	454
10.-	<u>BI BLIOGRAFIA</u> .....	458

TOMO III - MAPAS

I N D I C E

MAPA Nº 16-1.- FORMACIONES CON ARCILLAS. CRETACICO  
INFERIOR DEL MAESTRAZGO. SINTESIS --  
GEOLOGICA.

MAPA Nº 16-2.- DOMINIO DEL WEALD DETRITICO-BARRE-  
MIENSE INF. MARINO.

MAPA Nº 16-3.- DOMINIO DE LAS CAPAS ROJAS DE MORELLA.

MAPA Nº 16-4.- DOMINIO DE LA FACIES UTRILLAS ARENISCAS  
DEL MAESTRAZGO.

MAPA Nº 16-5.- PLANO DE ISOPACAS DEL ALBENSE EN FACIES  
DE UTRILLAS.

MAPA Nº 16-6.- PLANO DE AREAS DE INTERES.

MAPA Nº 18-1.- TERCIARIO DE TERUEL. SINTESIS GEOLOGICA

MAPA Nº 18-2.- PLANO DE AREAS DE INTERES.

MAPA Nº 20-1.- FORMACIONES CON ARCILLAS. SINTESIS GEOLOGICA.

MAPA Nº 20-2.- AREAS TECTONICAS.

MAPA Nº 20-3.- PLANO DE AREAS DE INTERES.

2.2.	SUBSECTOR DE CERAMICA BLANCA .....	147
2.2.1.	<u>Estructura de la producción</u> .....	147
2.2.2.	<u>Materias primas</u> .....	149
2.3.	SUBSECTOR DE LADRILLOS Y TEJAS .....	152
2.4.	OTROS SUBSECTORES CONSUMIDORES .....	161



CAPITULO I

INTRODUCCION.

## 1.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El presente proyecto está encuadrado en el Plan de Abastecimiento de Materias Primas Minerales No Energéticas, aprobado por el Gobierno en 1975 y dentro del capítulo en que en dicho Plan se contemplan las Rocas Industriales.

Incluidas en el sector de Rocas Industriales, las arcillas tienen una destacada importancia si se tiene en cuenta que:

- Sus aplicaciones industriales son muy numerosas.
- Constituyen una materia prima fundamental para importantes sectores industriales.
- La demanda nacional es muy elevada y bastante superior a las cifras de producción y saldo de comercio exterior proporcionadas por las estadísticas oficiales.
- El comercio exterior español muestra un signo acusadamente negativo, tanto en cantidad como en valor.

El desarrollo alcanzado por el país obliga cada vez más a nuestra industria a consumir materias de mejor calidad y en mayor cantidad, siendo por ello de sumo interés el disponer de fuentes de abastecimiento nacionales.

Por otro lado, las posibilidades mineras del subsuelo español, en lo que arcillas se refiere, son elevadas y existe, por tanto, la posibilidad de cambiar el signo comercial de estas sustancias.

Todas estas circunstancias justificaron que en 1977 se pusiera en marcha un Programa de Investigación de Arcillas, estructurado en las tres fases fundamentales de un programa de este tipo:

- Fase Previa.
- Fase de Prospección Regional.
- Fase de Evaluación de Recursos.

La dimensión y complejidad de la Fase Previa hizo aconsejable, en su día, el subdividirla en varias etapas de tal forma que se pudieran incorporar los resultados y la experiencia adquirida en cada etapa a las siguientes.

La primera etapa de esta Fase Previa se inició con la ejecución, en 1977, del Proyecto "Estudio Tecnológico sobre Caolines y Arcillas", en el cual se estableció - una clasificación de las arcillas y la metodología adecuada para definir los campos de aplicación industrial de las mismas. Por otro lado, también se pusieron de manifiesto - las zonas del país en las que es necesario completar la información de los "indicios" de arcillas insuficientemente caracterizados.

Las etapas posteriores han de ir encaminadas a:

- Completar, a nivel nacional, la información actualmente disponible de los "indicios", mediante la ejecución de una campaña de recogida y análisis de muestras. La caracterización de las arcillas se realizará según la metodología desarrollada en la primera etapa.

- Analizar las posibilidades desde el punto de vista geológico, de las distintas formaciones arcillosas.
- Determinar las necesidades de los diferentes tipos de arcillas, a nivel nacional y regional.
- Definir las acciones a realizar en el campo tecnológico.
- Delimitar las zonas recomendadas para su estudio en Fase de Prospección Regional, indicando su orden de prioridad y planificación de acciones.

El presente proyecto contempla estos cinco puntos, pero restringiendo la superficie a cubrir a varias zonas de Levante, ya que dado el actual desarrollo de su industria consumidora, los resultados que se obtengan pueden rendir fruto a corto plazo.

En etapas sucesivas se abordarán el resto de las zonas del país, con lo que se concluirá la Fase Previa y se estará en disposición de iniciar la Fase de Prospección Regional del Programa de Investigación de Arcillas.

## 2. DEFINICION DEL PROYECTO

### 2.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

- a) Realizar una campaña piloto de recogida e interpretación de muestras cuyo fin es definir los parámetros que influyen en ella, para tenerlos en cuenta a la hora de realizar una campaña a escala nacional.

- b) Comenzar dicha campaña nacional por la zona de Levante con una recogida de muestras planificada, según los criterios deducidos de la campaña piloto y una interpretación de los resultados de los análisis, según la metodología establecida en el primer proyecto de esta Fase Previa de Investigación de Arcillas a escala nacional.
- c) Estudio geológico para determinar la magnitud y principales características de las formaciones arcillosas de Levante y confección de un mapa de las arcillas conocidas de la región.
- d) Determinación de los tipos de arcillas comerciales en un entorno superior al regional. Estudio de la oferta y demanda nacional de arcillas.
- e) Análisis económico regional y su influencia en la oferta y demanda de arcillas en Levante. Estudio económico regional.
- f) Definición de parámetros (geológicos, económicos y tecnológicos), que permitan delimitar, dentro de la zona de Levante, áreas de interés susceptibles de ser investigadas más detalladamente en una segunda Fase de Prospección Regional.
- g) Planificación de los programas de investigación y de ordenación minera a desarrollar en cada área.

## 2.2. METODO DE TRABAJO.

Para alcanzar estos objetivos se ha realizado el trabajo en las siguientes fases:

- a) Recopilación de la documentación existente con el fin de obtener la mayor información posible sobre los siguientes temas:
  - Geología en general y sobre arcillas en particular de las zonas de Levante que se van a investigar.
  - Economía, relacionada con las arcillas, tanto a escala nacional como regional.
- b) Estudio económico y de mercado sobre las arcillas:
  - A escala nacional.
  - De la zona de Levante.
- c) Campaña piloto de toma de muestra e interpretación de resultados. En ella se han contemplado diversos tipos de arcillas nacionales.
- d) Definición de los parámetros (geológicos, económicos y tecnológicos), que sirvan de base para delimitar áreas de interés y establecer órdenes de prioridad entre las mismas.
- e) Estudio geológico de las formaciones arcillosas de Levante. El área estudiada comprende 3 zonas (nº 16, 18 y 20) de las 61 delimitadas en el primer proyecto de

"Estudio Tecnológico sobre Caolines y Arcillas". Dichas zonas se denominan respectivamente: Cretácico Inferior del Maestrazgo, Terciario de Teruel y Vinaroz-Valencia. Cada una de ellas se ha considerado por separado, y su estudio comprende las siguientes fases:

- Localización y definición de la zona.
- Análisis de la bibliografía.
- Estudio de las formaciones geológicas potencialmente favorables mediante observaciones de campo, toma de muestras y análisis de las mismas.
- Definición de áreas de interés dentro de cada zona.

f) Conclusiones Generales.

CAPITULO II

ESTUDIO ECONOMICO Y DE MERCADO DE LAS ARCILLAS



El presente capítulo se ha abordado con un doble -  
objetivo, por un lado establecer un análisis económico glo -  
bal de los principales tipos de arcillas a nivel nacional y,  
por otro, realizar un estudio sobre el sector extractivo ár -  
cillero y de las industrias consumidoras en la zona de Levanu  
te, así como de las tendencias de los mercados para los pro -  
ductos fabricados en esa zona.

1.- ESTUDIO ECONOMICO Y DE MERCADO  
DE LAS ARCILLAS NACIONALES.

1.- ESTUDIO ECONOMICO Y DE MERCADO DE LAS ARCILLAS NACIONALES.

Para un estudio económico de las arcillas será necesario dividir éstas en varios grupos y analizar cada uno de ellos por separado, pues su importancia tecnológica y económica puede ser bien distinta. Por otro lado, dicha separación no puede resultar tan detallada que provoque una escasez de datos económicos necesarios para su estudio.

Ante esta alternativa hemos optado por analizar los siguientes grupos de arcillas:

- Caolines, arcillas refractarias y ball-clays o similares.
- Arcillas especiales: bentonitas, sepiolitas y attapulgitas.
- Arcillas mixtas para usos principales cerámicos.

1.1. CAOLINES, ARCILLAS REFRACTARIAS Y BALL-CLAYS.

1.1.1. Características, aplicaciones y sustitutos.

Según el Consejo Nacional de Minería se deberán

considerar como caolines aquellas sustancias minerales que después de sometidas a un tratamiento adecuado tengan un contenido de 33 a 40% de  $Al_2O_3$ , 45 a 60% de  $SiO_2$ , 11 a 14% pérdidas de calcinación, menos del 2% de óxidos de hierro, menos del 3% de otras impurezas como  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  y  $MgO$  etc., sin láminas de mica ni piritas y con blancura apropiada.

En la naturaleza existen dos tipos de yacimientos de caolines: primarios (china-clays) y secundarios. Los primeros son producto de alteración supergénica y/o hidrotermal de rocas ígneas y metamórficas, principalmente granitos. Estos caolines se encuentran "in situ" sin haber sufrido apenas transporte, por lo que sus impurezas principales son el cuarzo y las micas de la roca madre.

Los yacimientos secundarios se han formado después de un transporte y sedimentación y tienen por tanto, unas características morfológicas y mineralógicas distintas.

Por lo general, los caolines primarios (china-clays) tienen menos plasticidad (mayor contenido de haloisita, mayor tamaño de partícula y mejor cristalización), menor refractariedad (mayor contenido en sodio y potasio) y mayor blancura (menor contenido en titanio e hierro), que los caolines secundarios.

Las explotaciones de caolín suelen ser a cielo abierto, aunque su interesante precio de mercado puede hacer rentable la explotación subterránea. Generalmente es

un material fácilmente ripable, empleándose, incluso, métodos hidráulicos de explotación. La separación de caolín de sus impurezas principales se suele hacer por vía húmeda, mediante clasificadores, hidrociclones y centrifugadoras, que realizan una rigurosa clasificación que permite separar las fracciones más finas y de más alto grado de pureza. Después de una decantación en balsas o tanques con ayuda de flocculantes, se elimina la mayor parte del agua mediante filtros - prensas y posterior secado. Finalmente, se comercializa troceado o molido, a granel o envasado.

En ciertos casos y con el fin de mejorar algunas de sus propiedades, blancura, viscosidad, etc., son sometidos a tratamientos especiales.

El caolín es un mineral industrial con multitud de usos, debidos principalmente a su blancura natural y - después de cocido, pequeña granulometría, poca abrasividad, estabilidad química, propiedades reológicas, etc., que le confieren propiedades muy apreciadas en aplicaciones como:

- Carga y cobertura de papel.
- Cerámica blanca (lozas, porcelanas, gres, azulejos).
- Refractarios.
- Vidrio y esmaltes.
- Cementos.
- Caucho, plásticos, fibras de vidrio, pinturas, adhesivos, linoleo, etc.
- Catalizadores de la industria del petróleo.
- Industria textil.
- Pesticidas, insecticidas y fertilizantes.

- Industria farmacéutica y cosmética.
- Detergentes, abrasivos y lápices.
- Aditivos alimenticios.
- Sulfato y otros compuestos de aluminio.
- Etc.

Los substitutivos del caolín en cerámica están ca si reducidos a la utilización de otras arcillas de inferior calidad ; así en cerámica blanca se usan conjuntamente con - él arcillas del tipo ball-clay que cuecen blanco y son mas baratas. En los productos refractarios ocurre en cierta me dida al revés, cada vez se usa más el caolín en sustitución de las arcillas altamente refractarias debido a la escasez de estas últimas.

En otras industrias existen gran cantidad de com petidores naturales del caolín, siendo de destacar el talco, carbonato cálcico en la industria papelera, y el negro de humo y arcillas especiales en cauchos y plásticos.

La sustitución del caolín por otros productos naturales vendrá siempre determinada por la calidad que se desee obtener y por el precio que en cada momento tengan - los distintos productos en el mercado.

En la actualidad existe un mercado en franca ex pansión, como es el de la fabricación de fibra de vidrio a partir de caolín.

Por último, el uso de caolín para obtención de alúmina parece tener un futuro esperanzador, si fraguan -

las experiencias que a escala piloto se están llevando a cabo en algunas partes del mundo.

Ante una eventual escasez y encarecimiento de fibras de celulosa, se están desarrollando procesos de sustitución de parte de ellas por caolín, en la fabricación de papel, sin que la calidad del mismo resulte reducida. Esto puede representar un aumento de la demanda de caolín y una mayor apreciación del mismo.

-- 0 - 0 - 0 --

Las arcillas refractarias son arcillas esencialmente caoliníticas de elevado contenido en alúmina, que les confieren un alto punto de fusión. Se diferencian de los caolines, que presentan también una alta refractariedad, en que tienen contenidos mayores de impurezas, principalmente cuarzo, ilita y sustancias colorantes, que perjudican su - blancura en crudo y cocido. Por el contrario, no es extraño la presencia en estas arcillas de óxidos e hidróxidos de aluminio, diásporo, gibsitita, etc., que contribuyen a - aumentar el contenido de alúmina y, por tanto, la refractariedad.

Existen varias denominaciones o tipos de arcillas refractarias. El término "fire clay" es sinónimo de arcilla refractaria en su sentido más amplio, aunque, junto con el de "under-clays" hay tendencia en EUA e Inglaterra a aplicar los a arcillas refractarias asociadas a capa de carbón. En estas arcillas la caolinita está desordenada y son más o menos plásticas.

Las arcillas del tipo "flint clay" son arcillas refractarias excelentes con caolinita bien cristalizada y de pequeño tamaño de partícula, que junto con la presencia de sílice coloidal, produce una falta de plasticidad y una cierta dureza en estas arcillas.

Por último, están las arcillas denominadas "burley-clay", arcillas de diasporo y arcillas bauxíticas, de mayor contenido en alúmina que todas las anteriores, debido a la presencia importante de óxidos e hidróxidos de aluminio, además de caolinita.

Las arcillas refractarias por lo general tienen una importancia económica suficiente como para hacer rentable, incluso, su explotación subterránea en aquellos casos de excelente calidad. El sistema de beneficio, sin embargo, se reduce a lo sumo a una selección en los frentes de explotación, practicándose rara vez procesos de concentración y tratamiento del todo-uno que no sean los de trituración, secado y mezclado, comercializándose el producto en bruto o calcinado como chamota.

Las arcillas refractarias se utilizan para la fabricación de ladrillos refractarios sílico-aluminosos y aluminosos, productos aislantes térmicos refractarios, argamasas, cementos, hormigones y recubrimientos refractarios, como ligantes de arenas de fundición, tubos vidriados, etc.

Los sustitutivos dentro del campo de los refractarios sílico-aluminosos y aluminosos más importantes son



los caolines sedimentarios, cada vez más utilizados, sobre todo en EUA, en la fabricación de chamotas refractarias, debido al agotamiento de algunos yacimientos de arcillas refractarias de elevada calidad.

Por otra parte, las arcillas refractarias plásticas pueden ser en parte sustituidas por arcillas del tipo "ball-clay", que bajo el nombre de arcillas plásticas refractarias de alto poder ligante (refractory bond clays) se utilizan como aglomerantes de chamotas.

Por último, cabe considerar la competencia continua que sobre los refractarios con base arcillas ejercen los refractarios de magnesita, alúmina sintética, sillimanita, cianita, cromita, etc., sobre todo en aquellos usos en que se dan unas rigurosas condiciones de trabajo.

-- 0 - 0 - 0 --

Las arcillas del tipo "ball-clay" son arcillas caoliníticas sedimentarias. Debido a que la caolinita está desordenada, al pequeño tamaño de partícula y a la presencia de ciertas cantidades de illita, montmorillonita y materia orgánica, son extremadamente plásticas y con elevada resistencia mecánica en crudo.

Aunque tienen color variable, predominando los tonos oscuros debido a la presencia de materia orgánica, su color de cocción suele ser blanco o amarfilado, lo que las hace ser muy utilizadas en cerámica blanca, a cuyas pastas comunica plasticidad, resistencia mecánica y alto poder de defloculación en las barbotinas.

Las arcillas de estas características están escasamente representadas en el mundo, siendo los principales yacimientos los de Devon y Dorset en Inglaterra. Los EUA poseen también importantes yacimientos en Tennessee, Kentucky, Missouri y Mississippi.

Los yacimientos de estas arcillas son generalmente de edad terciaria y cuaternaria y presentan gran variación de calidad dentro del mismo yacimiento, lo cual exige un riguroso control de las explotaciones. Estas suelen ser a cielo abierto, aunque también existen explotaciones subterráneas. El material es fácilmente ripable y su tratamiento se reduce por lo general a un secado, triturado y clasificado, comercializándose en forma de trozos o polvo. Es frecuente hacer mezclas para uniformar calidades, dada la gran variación de estas arcillas de unos puntos a otros de un mismo yacimiento.

Las principales aplicaciones de las arcillas caolínicas plásticas del tipo "ball-clays" son las distintas pastas de cerámica blanca, en las que, junto con el caolín, feldespato y cuarzo, entra a formar parte en cantidades aproximadamente iguales. De entre ellas destacan las de uso doméstico, sanitarios y azulejos. En segundo término aparece la utilización en ladrillos y piezas refractarias y en menor proporción en la fabricación de esmaltes y vidriados.

#### 1.1.2. Reservas españolas y mundiales

Las reservas españolas de caolín están mal conocidas, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Las reservas más importantes de caolín se encuentran en dos áreas principalmente: Galicia (La Coruña y Lugo) y la Cordillera Ibérica (Cuenca, Teruel, Guadalajara, Valencia, Burgos y Soria). En el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, se citan cifras entre 450 y 500 millones de t. de caolín. Según el Plan Nacional de la Minería, las reservas seguras se pueden estimar en 1.500 millones de t. de todo-uno que, suponiendo una ley media del 15%, representan 225 millones de t. de caolín vendible. Según otras fuentes, las reservas de caolín vendible se estiman superiores a 400 millones de t.

Las mayores reservas, por su extensión, se encuentran en la Cordillera Ibérica con 1.800 millones de t. de arenas caoliníferas, lo cual supone 180 millones de t. de caolín, en el supuesto de una ley del 10% en este producto.

Sin embargo, a nivel de yacimiento, los gallegos son los que presentan mayores reservas y mayores rendimientos en caolín lavado (20 al 30% como valores medios en Galicia por 10 al 20% en la Ibérica). Las reservas de Galicia de todo-uno caolinífero se estiman en 78 millones de t., de las cuales el 50% se explotan como arcillas refractarias.

Las reservas mayores de arcillas refractarias del tipo "flint-clay" se encuentran en Asturias, pudiéndose se cifrar en unos 100 millones de t. Además existen arcillas refractarias tipo "fire-clay" en Galicia y Teruel, -cuyas reservas no han sido valoradas todavía.

Las arcillas caoliníticas plásticas del tipo "ball-clay" están poco investigadas en España y se desconocen por completo sus reservas. Las mayores posibilidades de estas arcillas se encuentran en las cuencas sedimentarias de Galicia.

Aunque mal conocidas, España tiene unas reservas, sobre todo en caolín, bastante considerables, ocupando un lugar destacado en el concierto mundial, como se puede deducir de la observación del siguiente cuadro:

Reservas mundiales en millones de toneladas (Wells, 1969)

	Caolín	Ball-clay	Arcilla refractaria.	Bentonita	Tierra Fullers
EUA	3.350	870	11.000	800	3.700
UK	2.000	240	15.000	--	500
Europa	1.500	--	--	75	--
Asia	1.500	--	10.000	--	--
Africa	750	--	5.000	50	150
Australia	500	--	5.000	50	--
América del Sur	200	--	5.000	25	--
Otros países de norte-América	200	--	10.000	--	100
URSS	2.200	--	15.000	250	--
Otros	--	--	--	150	100
Totales	12.000	1.110	76.000	1.400	4.550

Tomando como valor de las reservas españolas de caolín una cifra de 250 millones de toneladas, valor medio entre las diversas cifras manejadas, se puede deducir que las reservas españolas representan el 2% de las mundiales - y más del 7% de las de nuestros más directos competidores - europeos (excepto URSS).

Si tomamos como cifra de reserva la más optimista, 500 millones de t., las cifras anteriores se multiplicarían por dos y representarían 1/3 de las reservas de la Europa continental.

En cuanto a arcillas refractarias no pueden establecerse comparaciones, ya que los datos españoles son escasos y no tenemos conocimiento de los europeos, pero la situación parece ser bastante inferior a la del caolín, - pues solo basta comparar los 15.000 millones estimados para el Reino Unido solamente y los 100 millones de t. estimados en la Sierra del Pedroso (Asturias), que son las mayores reservas conocidas en España.

Por último , sobre arcillas plásticas (ball-clay) existe una falta casi total de datos, tanto a nivel español como mundial, pues solo hay estimación de reservas para EUA y Reino Unido.

### 1.1.3. Producción.

La producción española de caolín de los últimos años está reflejada en el cuadro siguiente:

PRODUCCIONES ESPAÑOLAS DE CAOLINES Y ARCILLAS REFRACTARIAS

AÑO	ARCILLAS REFRACTARIAS		CAOLIN BRUTO		CAOLIN LAVADO	
	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts.)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts.)
1.970	121.928	45.595	444.018	68.903	174.054	176.221
1.971	188.977	82.999	107.280	7.744	323.857	323.874
1.972	378.066	180.629	74.089	8.165	135.491	169.988
1.973	339.916	179.048	53.593	5.946	136.384	166.845
1.974	445.261	308.145	147.559	14.632	202.057	321.600
1.975	477.697	374.080	139.294	14.728	207.378	354.695
1.976	381.312	356.940	131.914	15.036	207.180	394.682
1.977	349.328	437.301	113.125	21.277	232.145	463.495

Fuente: Estadística Minera de España.

En el año 1970, la partida correspondiente a caolín bruto está sobrevalorada debido a que en ella se han - considerado parte de las arcillas refractarias. En 1971 estas arcillas refractarias han sido añadidas a la partida de caolín lavado y en el año 1972 pasan ya a su apartado correspondiente. Este hecho ha sido constatado al observar la producción de Oviedo en los años referidos y teniendo en cuenta que la mayor parte de la producción de esta provincia - son arcillas refractarias (chamota) y no caolines. Como consecuencia de todo ello, aparece una disminución brusca de la producción de caolín bruto en 1971 y de caolín lavado en - 1972 que se traduce en un elevado incremento de la producción de arcillas refractarias en el mismo año.

A partir de 1972 parece normalizarse la situación, aunque no es de extrañar que todavía exista algún confusionismo al desglosar las producciones en las partidas - respectivas.

Analizando el cuadro desde 1972 se observa que a partir de 1974 se incrementa considerablemente la producción de caolín en España, rebasando ampliamente las 300.000 t/año. Este aumento de producción, sin embargo, no ha ido acompañado de un incremento destacable del caolín lavado respecto del bruto, ya que con pequeñas oscilaciones el - porcentaje de caolín lavado sobre el total no ha variado mucho, 66% en 1972 y 67% en 1977.

Según el PNAMPM, en 1975, España con 1,4% de la producción mundial de caolín ocupa el 9º lugar en la tabla de productores que estaba encabezada por EUA (26,5%), UK

(22,9%), URSS (14,1%), Alemania R.F. (3,3%) e India (3,1%). Este puesto dentro del contexto mundial no lo conserva cuando se analiza el valor de dicha producción, pues en este caso el valor del caolín español viene a representar el 1% del valor del caolín mundial y el 2,9% del europeo (excluida la URSS).

Si tenemos en cuenta el potencial español en caolín (ver reservas), y lo comparamos con las cifras anteriores de producción y valor de la producción, se deduce que la intensidad de explotación de caolín en España, en 1975, se encontraba por debajo de la media mundial y no llegaba al 50% de la europea.

Según datos más recientes (E.C.C. Noviembre de 1978), la producción mundial de caolín lavado se podía estimar en 15 millones de toneladas, repartidos de la siguiente manera:

Producción mundial de caolín (millones de t.)	
Norte América .....	5,5
Europa Occidental .....	4,5
Europa Oriental (incl.URSS) ...	3,-
Asia .....	1,6
América del Sur .....	0,3
África .....	0,1

Fuente: E.C.C., Noviembre 1.978



De acuerdo con estos datos, la producción española de caolín lavado en 1977 representa el 1,5% de la mundial y el 5,1% de la de Europa Occidental, lo cual supone una ligera mejora con respecto a 1.975, como consecuencia de un aumento de la producción de caolín lavado del 12% durante 1.977.

El mayor productor de caolín en Europa es el Reino Unido, seguido a distancia de otros países entre los que merece mencionarse la R.F. Alemana, Francia, Austria, España, Checoslovaquia y la URSS.

La producción en arcillas refractarias ha tenido diversas oscilaciones a lo largo de los últimos cinco años, de los que se disponen datos, alcanzando su máxima producción en 1975 para ir disminuyendo de una manera pronunciada en los dos años siguientes. Este descenso parece no ser debido al cierre de explotaciones, sino más bien a descenso del ritmo de producción de las mismas, especialmente las de La Coruña y Oviedo.

Las principales provincias productoras de caolines y arcillas refractarias durante 1977 están relacionadas en la tabla siguiente, indicándose el porcentaje que representa cada una de ellas sobre el total de la producción nacional.

PROVINCIAS	ARCILLAS REFRACTARIAS		CAOLIN BRUTO		CAOLIN LAVADO		Nº DE EXPLOTA CIONES
	PRODUC.t.	% DEL TOTAL NACIONAL	PRODUC.t.	% DEL TOTAL NACIONAL	PRODUC.t.	% DEL TOTAL NACIONAL	
BADAJOS			250	0,22			1
BURGOS					5.105	2,20	2
CORDOBA			16.543	14,60			1
CORUÑA	39.600	11,30			16.257	7,00	8
CUENCA			18.000	20,00	52.476	22,60	11
GUADALAJARA					27.430	11,80	3
LUGO	555	0,15	9.190	8,12	79.405	34,20	9
ORENSE	3.600	1,00					1
OVIEDO	204.694	59,60					12
PONTEVEDRA	27.862	8,00					7
SANTANDER	1.120	0,30					1
SEGOVIA					1.578	0,67	2
SORIA			4.950	4,37	1.838	0,80	2
TERUEL	71.894	20,60			4.892	2,10	26
TOLEDO			17.557	15,50			2
VALENCIA			46.635	41,22	34.214	14,73	28
ZARAGOZA					8.950	3,00	3
TOTAL NACIONAL	349.328		113.125		232.145		119

Fuente: Estadística Minera de España, 1977

El cuadro destaca claramente las producciones de Lugo en caolín lavado, las de Valencia en caolín bruto y las de Oviedo en arcillas refractarias.

#### 1.1.4. Comercio Exterior

En las Estadísticas del Comercio Exterior de España solo se diferencian dos partidas: caolín bruto y caolín beneficiado, enriquecido o calcinado. Es probable que las arcillas refractarias tengan un peso importante en estas partidas, sobre todo en las correspondientes a exportación de caolín calcinado.

El comercio exterior de caolín durante los seis últimos años está reflejado en el cuadro siguiente:

COMERCIO EXTERIOR DE CAOLIN  
CAOLIN BRUTO

AÑO	IMPORTACIONES			EXPORTACIONES			SALDO		
	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)
1973	18.200	51.229	2.814	11.958	11.310	945	- 6.242	- 39.919	- 1.869
1974	36.591	116.777	3.190	9.203	10.024	1.089	- 27.388	-106.753	- 2.101
1975	36.552	129.258	3.536	157	751	4.783	- 36.395	-128.507	+ 1.247
1976	44.884	183.639	4.091	22	81	3.681	- 44.862	-183.558	- 410
1977	57.635	242.745	4.211	67	1.038	15.492	- 57.568	-241.707	+ 11.281
1978	52.677	252.209	4.787	666	1.337	2.007	- 52.011	-250.872	- 2.780

CAOLIN TRATADO, MOLIDO O CALCINADO

1973	88.490	325.057	3.673	50.741	85.897	1.692	- 37.749	-239.160	- 1.981
1974	103.213	489.569	4.743	52.770	101.635	1.925	- 50.443	-387.934	- 2.818
1975	84.830	440.506	5.192	47.536	101.503	2.135	- 37.294	-339.003	- 3.057
1976	87.620	496.145	5.662	59.215	146.394	2.472	- 28.405	-349.751	- 3.190
1977	108.157	676.692	6.256	57.653	175.924	3.051	- 50.504	-500.768	- 3.205
1978	112.707	794.769	7.051	59.136	223.465	3.778	- 53.571	-571.304	- 3.273

Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España  
(Dirección General de Aduanas).

En él puede observarse un progresivo incremento de las importaciones de caolín a lo largo del período, excepto en el año 1975 en el que tiene lugar un fuerte descenso de las importaciones del caolín lavado, aparejado con un estancamiento del caolín bruto importado. La tendencia al final del período es de ligero incremento de las importaciones del caolín lavado y de cierto retroceso en el caolín bruto.

En términos monetarios, los incrementos absolutos experimentados por los precios unitarios del caolín importado resultan inferiores al aumento interior del índice de precios al por mayor en el mismo período. Se puede decir pues, que ha existido un abaratamiento relativo para el consumidor español del caolín importado a lo largo del período. Este abaratamiento representaba el 17% para el caolín bruto y el 6% para el beneficiado al terminar el año 1.977.

Las exportaciones presentan, con algunas oscilaciones, una pequeña tendencia alcista en el caso del caolín beneficiado y un descenso hasta cantidades insignificantes del caolín bruto. Descenso agravado a partir de 1975 y que va acompañado de una distorsión desmedida de los precios unitarios, que hacen poco fiables los datos estadísticos referentes al caolín bruto en este período.

En términos absolutos, la evolución de los precios de exportación referentes al caolín beneficiado sigue un crecimiento muy uniforme a través del período considerado. Este incremento, sin embargo, ha sido parejo al -- experimentado interiormente por los precios al por mayor, por lo que los ingresos por tonelada de caolín ven-

dido, han permanecido prácticamente constantes para el exportador español.

Analizando los saldos se observa que después de la esperanzadora disminución del déficit cuantitativo de los años 1975 y 1976, en los dos últimos años el grado de cobertura vuelve a establecerse próximo al 50%, que en valores monetarios se reduce casi a la mitad. El valor de este déficit pudiera haber sido mayor si no hubiera existido una apreciación del caolín español frente al importado, pues mientras los precios unitarios del caolín exportado se han incrementado en un 56% a lo largo del período, los precios por tonelada importada solo lo han hecho en un 48%.

Resumiendo, las cantidades de caolín lavado importadas duplican a las exportaciones, y tienen un valor casi cuatro veces superior a éstas, a pesar de esa estimable apreciación del caolín español de los últimos años.

El principal suministrador español de caolín, tanto bruto como lavado, es el Reino Unido, seguido a gran distancia por Francia, R.F. Alemana y Estados Unidos.

Las exportaciones españolas van dirigidas fundamentalmente a cuatro países europeos: Italia, R.F. Alemana, Francia y Polonia.

#### 1.1.5. Consumo

La evolución del consumo aparente español de caolín durante los últimos cinco años, de los que se dispone - datos estadísticos, viene reflejado en el cuadro siguiente.

CONSUMO APARENTE DE CAOLIN (en t)

	PRODUCCIONES		IMPORTACIONES		EXPORTACIONES		CONSUMO APARENTE			
	Lavado	Bruto	Lavado	Bruto	Tratado	Bruto	Lavado ó tratado	Bruto	Total	Grado de dependencia
	1973	136.384	53.593	88.490	18.200	50.741	11.958	174.133	59.835	233.968
1974	202.057	147.559	103.213	36.591	52.770	9.203	252.500	174.947	422.447	18,20 %
1975	207.378	139.294	84.830	36.552	47.536	157	244.672	175.689	420.361	17,50 %
1976	207.180	131.914	87.620	44.884	59.215	22	235.513	176.776	412.289	17,70 %
1977	232.145	113.125	108.157	57.635	57.653	67	282.649	170.693	453.342	23,80 %

Fuente: Estadísticas Minera y del Comercio Exterior de España.

Aunque lo ideal sería estudiar la evolución del consumo a lo largo de un período más largo, hemos preferido reducir el intervalo con el fin de ganar en fiabilidad, pues, como ya expusimos anteriormente, las partidas de cao lín de los primeros años de la década de los 70 aparecen infladas con partidas que corresponden seguramente a arcillas refractarias.

Como puede observarse, el consumo aparente, después de experimentar un fuerte incremento inicial, casi se estabiliza a partir de 1.974, resultando un incremento acumulado en los últimos cuatro años por debajo del experimentado por el producto interior bruto.

En el cuadro están también reflejados los distintos grados de dependencia (expresados en % de las importaciones netas con respecto al consumo aparente). Como puede observarse, de un grado de dependencia de alrededor del 18% en el primer cuatrienio, se pasa al 23% en el último año. Esta dependencia representaba al finalizar 1.977 un valor de más de 742 millones de ptas., equivalentes al 52,8 % del valor del consumo español y 1,5 veces superior al valor de la producción nacional.

El consumo español por sectores deducido de los datos de la Estadística de la Producción Industrial de España, está reflejado en el siguiente cuadro:



CONSUMO DE CAOLIN POR SECTORES

(en toneladas)

	PAPEL (1)	REFRACTARIOS Y GRES	LOZA Y PORCELANA	CEMENTO	TOTAL
1970	72.860	99.348	60.578	44.432 (2)	277.218
1971	75.594	120.253	47.926	48.101 (2)	291.874
1972	90.154	114.281	59.375	55.946	319.756
1973	109.737	159.242	72.088	58.414	399.481
1974	132.566	173.515	76.310	81.123	463.514
1975	116.880	186.310	80.564	88.749	472.503
1976	145.153	181.352	81.790	70.055	478.350

(1) En este sector están considerados el caolín y talco conjuntamente.

(2) Cantidades estimadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Estadística de la Producción Industrial de España.

En él están considerados solamente los principales sectores consumidores que aparecen en dicha Estadística hasta 1.976.

Comparando ambos consumos, aparente y por sectores, en los años de coincidencia se observa la contradicción de que el primero es siempre ligeramente inferior al segundo, aún cuando en éste no están considerados todos los sectores consumidores. La explicación podría encontrarse en que las cantidades de consumo aparente deben ser en realidad mayores, pues en las producciones solo se ha considerado el caolín, mientras que en las exportaciones es probable que esten incluídas parte de arcillas refractarias en forma calcinada. Por otro lado, el consumo por sectores está ligeramente inflado al no haberse podido desligar el consumo de talco del de caolín en el sector del papel.

Independientemente de este hecho, se puede observar que el consumo por sectores ha ido creciendo de una manera continúa a lo largo del período y que, dentro del mismo, el sector papelerero va teniendo un peso cada vez mayor, mientras que los sectores cerámicos (refractarios, gres, lozas y porcelanas) se han estancado y el sector cemento ha retrocedido.

Con esta evolución nos vamos acercando a los modelos de los países más desarrollados, aunque todavía nos falte bastante camino que recorrer, como se puede deducir de la comparación de los modelos de consumo español y norteamericano, que a continuación exponemos:

MODELO DE CONSUMO DE CAOLIN EN ESPAÑA (1976)

Refractarios y grés .....	37 %
Papel .....	30 %
Loza y porcelana .....	17 %
Cemento .....	14 %
Otros (estimado) .....	2 %

Fuente: Elaboración propia.

MODELO DE CONSUMO DE CAOLIN EN E.U.A.

Papel .....	55 %
Productos cerámicos (excl. refractarios) ..	14 %
Refractarios .....	12 %
Caucho y plásticos .....	12 %
Tintas y pinturas .....	3 %
Sulfato y otros compuestos de aluminio ....	2 %
Cementos .....	2 %
Otros .....	2 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AMPIAM (1.972).

A diferencia con el español, el consumo norteamericano de caolín de buena calidad para papel, caucho y plásticos, representa un porcentaje muy importante en detrimento de otros usos tradicionales como son los productos cerámicos, incluidos los refractarios y cementos.

En el futuro es previsible un crecimiento de la demanda nacional y una redistribución de la misma, con un aumento considerable del sector papelerero, por lo que es ne--

cesario disponer de la tecnología adecuada para producir los caolines de la mejor calidad que esta industria consume.

Según el PNAMPM, la previsión de la demanda de caolín para 1982 será de 527.000 toneladas, de las que - 467.000 corresponden a caolín lavado. Para 1987 la previsión asciende a 682.000 t. de caolín total, de las que 607.000 t. serán de caolín lavado; situándose el ritmo de crecimiento medio anual en un 5,3%.

Los datos sobre consumo de arcillas refractarias solo están reflejados en las estadísticas en el trienio - 1974-1976 y para el sector de refractarios y gres únicamente. Estos datos, junto con el consumo de chamotas, están reflejados en el cuadro siguiente:

CONSUMO DE ARCILLAS REFRACTARIAS Y CHAMOTAS EN  
ESPAÑA

	Arcilla refractaria	Chamota
1.974	696.445	12.000 (1)
1.975	412.785	118.164
1.976	392.454	114.526

(1) Estimado.

Fuente: Estadística Industrial de España.

Como se puede observar, el consumo, al igual - que ocurría con la producción de este tipo de arcilla, disminuye en los tres últimos años como consecuencia de la - crisis siderúrgica.

Aunque no existen datos sobre el comercio exterior -sólo sabemos que existe una notable exportación de chamotas españolas con destino a diversos países europeos, especialmente anglosajones-, la consecuencia sacada al comparar la producción con la demanda de arcillas y chamotas del sector consumidor más importante, es la de un cierto grado de dependencia nacional en estos productos, no inferior al 13%.

Debido a que la escasez de datos y la poca determinación de los mismos en las estadísticas españolas no permiten elaborar un modelo de consumo español, se expone a continuación el modelo de consumo de arcillas refractarias en Estados Unidos, que puede servir de ejemplo de distribución de la demanda de este tipo de arcillas:

MODELO DE CONSUMO DE ARCILLAS REFRACTARIAS EN  
E.U.A. (1972)

Ladrillos y piezas refractarios silicoaluminosos ..	64,5 %
Ligantes de arenas de moldeo .....	8,0 %
Cemento y argamasas refractarios .....	7,5 %
Chamotas para refractarios .....	7,0 %
Refractarios aluminosos (más del 50% de $Al_2O_3$ ) ...	6,5 %
Tuberías vitrificadas .....	5,0 %
Otros .....	1,5 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de  
AMPIAM (1972).

### 1.1.6. Situación actual y perspectivas del sector

La producción de caolín y arcillas refractarias está muy atomizada, existiendo 119 explotaciones en activo durante 1977, que dan trabajo a 1.199 empleados, lo cual - supone una media de 10 empleados por explotación.

El número de explotaciones de caolín es aproximadamente de 67, con 594 empleados y una media algo inferior a 9 empleados por explotación.

La producción media por explotación es de 5.153 toneladas/año, con un valor de 7.235.402 ptas. y un rendimiento medio por empleado y año de 581 toneladas, equivalentes a 816.114 ptas. Si a este valor le añadimos el derivado de los subproductos, micas y arenas, el rendimiento por obrero y año queda establecido en 1.048.138 ptas.

Las 52 explotaciones que aproximadamente existen de arcillas refractarias dan empleo a unos 605 trabajadores con una media algo superior a 11 empleados.

La producción media por explotación es de 6.717 toneladas/año, con un valor de 8.409.634 ptas. El rendimiento medio por empleado y año es de 577 toneladas equivalentes a 722.811 ptas.

Si comparamos los rendimientos por empleado y año con los obtenidos en otros países productores como Estados Unidos, se llega a la conclusión que, en lo que respecta a caolín, estos rendimientos son sensiblemente iguales a los conseguidos en Estados Unidos hace casi una década

da, pues el rendimiento en este país en 1968 era de 610 toneladas cortas por empleado y año.

Este retraso es todavía más acusado en lo referente a arcillas refractarias, en las que el rendimiento español representa solamente el 25% del americano, si bien la comparación en este caso es más comprometida como consecuencia de que los datos americano se refieren principalmente a arcillas refractarias del tipo "fire clays", explotadas generalmente a cielo abierto, mientras que gran parte de las arcillas refractarias españolas se producen en explotaciones subterráneas y más de la mitad corresponden al tipo "flint clay", de mejor calidad que la arcilla media americana.

La inadecuada dimensión de la inmensa mayoría de las explotaciones del sector hace imposible cumplir los siguientes requisitos, necesarios para la buena marcha del proceso productivo:

- 1) Conocimiento de los recursos, tanto en cantidad como en calidad.
- 2) Adecuada explotación de los mismos: métodos de explotación apropiados, control de leyes y calidades en los frentes, mecanización, transporte, etc.
- 3) Adaptación a la demanda interna y externa, mediante plantas de concentración adecuadas y el empleo de tecnologías de mejora y homogenización de los distintos productos obtenidos para su adaptación a las diversas especificaciones industriales.

Como consecuencia, y a pesar de ser España un país potencialmente exportador con importantes reservas de caolín, apto para todo tipo de usos industriales, la balanza comercial viene siendo deficitaria tanto en cantidad como en calidad de los productos.

Por otro lado, la escasa comunicación entre el sector productivo y el consumidor lleva consigo insuficiente conocimiento por el primero de las especificaciones del segundo y a una falta de compromisos directos entre ambos que deja una parte del mercado en manos de intermediarios.

Todo ello va en detrimento de un verdadero control de calidad, por lo que, ante el riesgo de una falta de homogeneidad en las distintas partidas, el consumidor opta por el suministro exterior aún de aquellas calidades que son actualmente conseguibles en el país. Aunque para muchas industrias este hecho no es especialmente gravoso, sobre todo en aquellas en que el caolín consumido tiene escasa influencia en el valor final del producto, no deja de tener una importancia nacional, pues el déficit español había superado ya en 1978 los 720 millones de pesetas.

A pesar de la cada vez mayor incidencia de los precios de los fletes, que está haciendo variar la política de algunas empresas multinacionales del sector y que podría servir de estímulo para conseguir el tan ansiado autoabastecimiento, esto no parece realizable en un futuro inmediato, a menos que se produzca un importante esfuerzo inversor y una reestructuración del sector.



Como consecuencia, y a pesar de ser España un - país potencialmente exportador con importantes reservas de caolín, apto para todo tipo de usos industriales, la balanza comercial viene siendo deficitaria tanto en cantidad como en calidad de los productos.

Por otro lado, la escasa comunicación entre el sector productivo y el consumidor lleva consigo insuficiente conocimiento por el primero de las especificaciones del segundo y a una falta de compromisos directos entre ambos que deja una parte del mercado en manos de intermediarios.

Todo ello va en detrimento de un verdadero control de calidad, por lo que, ante el riesgo de una falta de homogeneidad en las distintas partidas, el consumidor opta por el suministro exterior aún de aquellas calidades que son actualmente conseguibles en el país. Aunque para muchas industrias este hecho no es especialmente gravoso, sobre todo en aquellas en que el caolín consumido tiene escasa influencia en el valor final del producto, no deja de tener una importancia nacional, pues el déficit español había superado ya en 1978 los 720 millones de pesetas.

A pesar de la cada vez mayor incidencia de los precios de los fletes, que está haciendo variar la política de algunas empresas multinacionales del sector y que podría servir de estímulo para conseguir el tan ansiado - autoabastecimiento, esto no parece realizable en un futuro inmediato, a menos que se produzca un importante esfuerzo inversor y una reestructuración del sector.

El esfuerzo ha de ir encaminado a conseguir:

- Un mejor conocimiento de los recursos nacionales, tanto en calidad como cantidad.
- Racionalización de las explotaciones y del transporte, concentrando los esfuerzos en las áreas de mayor garantía .
- Implantación en dichas áreas de nuevas plantas de tratamiento o ampliación de las ya existentes, con capacidad y tecnología suficiente que haga rentable la obtención de las mejores calidades.
- Empleo de las nuevas técnicas de acabado, para mejorar las calidades producidas, que permitan obtener una amplia gama de productos comerciales con que hacer frente a las diversas especificaciones del mercado nacional y con miras a la exportación.

Este último punto parece que es el mayor obstáculo para la producción nacional de caolines para cobertura de papel. Incluso en proyectos en marcha, donde parecen cumplirse las otras condiciones que hemos enumerado, tal posibilidad se ha postergado para una segunda fase de producción. Este es el caso del proyecto que pretende llevar a cabo en Galicia la empresa Río Tinto Minera, con la puesta en marcha de una planta de más de 100.000 t/año de capacidad para un futuro inmediato.

Otro caso lo representa el proyecto que, más a largo plazo, está cuajando para la explotación de los cao

líneas de Guadalajara, por una sociedad nacional con capital mixto, estatal y privado, y en la que tampoco está previsto, en un principio, la producción de calidades para estucado.

A diferencia con el caolín, la problemática de las arcillas refractarias no es de tratamiento, en todo caso de homogenización, sino de explotación.

Desgraciadamente, una importante parte de las arcillas refractarias españolas, especialmente en Oviedo y Teruel, se explotan de manera subterránea y dada sus condiciones geológicas (gran buzamiento, poca potencia, etc.), con escasas posibilidades de mecanización en los frentes de explotación. Su transformación a cielo abierto es una posibilidad más factible en algunos casos concretos y de hecho se está llevando a efecto en algunas explotaciones de Teruel, donde la mayor potencia y menor buzamiento que las de Oviedo permiten este tipo de explotación.

Aunque la escasa mecanización del arranque afecta de manera importante los rendimientos, tiene como contrapartida la de facilitar mejor la selección de las distintas calidades. No obstante, se echa de menos una mejor clasificación de éstas, así como la utilización de procesos de homogenización, con vistas a obtener productos comerciales que se adapten bien a las especificaciones industriales.

## 1.2.- ARCILLAS ESPECIALES: BENTONITAS, SEPIOLITAS Y ATAPULGITAS.

### 1.2.1.- Características, aplicaciones y sustitutos.

El nombre de arcillas especiales sirve para agrupar un conjunto de arcillas con los nombres comerciales de Bentonita, Sepiolita y Atapulgita, compuestas por minerales arcillosos de los grupos de las esmectitas y hormitas, que con frecuencia se presentan íntimamente mezclados en la naturaleza. Debido a la similitud de muchas de sus propiedades, sus mercados están muy solapados y a veces en competencia directa.

El estudio de estas arcillas se hace complicado en algunas ocasiones, por la proliferación de nombres comerciales - atendiendo a su lugar de procedencia o indicativo de algunas de sus características más importantes.

La terminología habitualmente empleada en el mundo industrial se resume de una forma simplificada en el cuadro siguiente:

NOMENCLATURA DE LAS ARCILLAS ESPECIALES

GRUPO DE M ARCILLA	MINERAL PRINCIPAL	TERMINOS SINONIMOS	TERMINOS REGIONALES
Esmectitas	montmorillonita sódica	bentonita sintética bentonita sódica bentonita hinchable bentonita activada sódica bentonita cambiada sódica	bentonita de Wyoming(US) bentonita de Western(US) bentonita (UK)
	montmorillonita cálcica	bentonita cálcica sub-bentonita bentonita no hinchable	bentonita Southern (US) bentonita de Texas (US) Fuller's Earth (UK) Tierra de Batan (E)
	montmorillonita de magnesio	saponita (piedra jabón)	
	montmorillonita de magnesio	Armargosita	
	montmorillonita potásica	Metabentonita	
	montmorillonita de magnesio y litio	Hectorita	
Hormitas	Atapulgita	Palygorskita Lana de montaña, etc.	Fuller's Earth (US) Tierra de Batan (E)
	Sepiolita	Espuma de mar Lana de montaña, etc.	
	Sepiolita sódica	Loughlinita	

Las bentonitas en el sentido más amplio, es decir, como "arcillas constituidas esencialmente por minerales del grupo de las esmectitas (montmorillonitas), sin tener en cuenta su origen o depósito", se pueden clasificar de la siguiente manera:

Bentonitas sódicas.

Bentonitas cálcicas.

Bentonitas intermedias.

Bentonitas con mezcla de varios minerales del grupo de las esmectitas.

Bentonitas de magnesio, litio, potasio, etc. (poco frecuentes).

Las bentonitas sódicas se caracterizan por su propiedad de hinchamiento al mojarse, su gran capacidad de cambio de cationes y sus propiedades tixotrópicas.

En las bentonitas cálcicas, estas propiedades son sensiblemente menores e incluso no difieren mucho de otras arcillas comunes. Sin embargo, tienen la propiedad de poder adquirirlas mediante tratamiento consistente en el cambio de catión Ca por Na. Un caso muy frecuente es encontrar en la naturaleza bentonitas intermedias, es decir cálcico-sódicas.

La hectorita es una esmectita rica en magnesio y prácticamente sin aluminio, pero con una elevada proporción de litio, elemento raro entre los minerales del grupo. Esta arcilla tiene una alta capacidad de hinchamiento y aplicación en campos muy especializados como pinturas, cosméticos, química e industrias de bebidas. Hoy en día se está fabricando sintéticamente en EE.UU. y Reino Unido.

La saponita es una arcilla esmectítica de Mg , que se ha introducido recientemente en el mercado de lodos de sondeo. Tiene propiedades parecidas a la bentonita común, entre las que hay que destacar su alto rendimiento debido al pequeño espesor de pared. Por otro lado, su elevado contenido en Mg se traduce en una baja capacidad de cambio, una gran tolerancia de electrólito y gran estabilidad térmica.

La proporción de minerales arcillosos es muy variable. En las bentonitas comerciales suele ser del orden del 90 al 95%. El resto está constituido por feldespatos, carbonato cálcico, cuarzo, yeso, etc.

Las bentonitas son usadas principalmente en funciones como ligantes de arenas de moldeo, en pelletización de minerales de hierro y manganeso y en la preparación de lodos para perforación rotativa. En menor cuantía son utilizadas también en aditivos alimenticios, purificación, decoloración y clarificación de aceites y bebidas, como carga en pesticidas e insecticidas, en impermeabilizaciones y revestimientos, etc.

La atapulgita y sepiolita son arcillas compuestas principalmente por minerales arcillosos del grupo de las hormitas. Su naturaleza fibrosa les confiere unas propiedades coloidales y absorbentes poco usuales, que posibilitan una amplia gama de utilidades. Las calidades absorbentes se emplean en la limpieza de suelos; en la purificación, decoloración y clarificación de aceites y bebidas; en fertilizantes, pesticidas e insecticidas. Las calidades coloidales se utilizan como floculantes, estabili-

zadores y agentes tixotrópicos en pinturas, adhesivos, selladores y fluidos de perforación, especialmente si están sometidos a alta temperatura o cuando se perforan rocas muy alcalinas o en contacto con agua salada. Pequeñas cantidades de sepiolita son también empleadas como aditivos para proporcionar plasticidad a ciertas pastas cerámicas.

La inmensa mayoría de los yacimientos de arcillas especiales en el mundo se explotan a cielo abierto, siendo la minería de transferencia un método de explotación muy frecuente, sobre todo en países donde la restauración del paisaje es condicionante. La mecanización masiva de los medios de extracción hace necesaria la limpieza del material intercalado, normalmente calizo, dolomítico o silíceo.

La preparación del material extraído suele consistir en maduración y oreado previos, trituración, secado en horno, molienda y clasificación granulométrica.

Es frecuente que las arcillas especiales sean sometidas a algún tipo de tratamiento, en particular las bentonitas cálcicas que son cambiadas a sódicas, mediante adiciones de carbonato sódico o bien son tratadas químicamente, mediante ácidos minerales ( $\text{SO}_4\text{H}_2$  ó  $\text{ClH}$ ).

Gran parte de los sustitutivos de las arcillas especiales están en ellas mismas, existiendo en muchos campos una competencia directa.

En fundición de acero son casi insustituibles las bentonitas sódicas naturales. No obstante, cuando se



trata de fundiciones ligeras y cuando una colapsabilidad elevada es más importante que la resistencia en seco o en caliente, se pueden utilizar bentonitas cálcicas activadas o mezclas de ambas. En casos de menor responsabilidad pueden ser usados algunos tipos de arcillas illíticas, e incluso caolíníticas plásticas con pequeños contenidos de montmorillonita, como medida de ahorro de bentonitas.

Entre los sustitutivos no arcillosos se encuentran algunos compuestos orgánicos como resinas y aceites, derivados de cereales, etc.

En la pelletización de minerales de hierro existen serios intentos de sustitución de las bentonitas por compuestos orgánicos, cal apagada y clinker de cemento, sobre todo en Brasil y Suecia. En algunos anteproyectos españoles también se ha considerado la posibilidad de utilizar cal apagada.

Para lodos de perforación, ya hemos indicado como la atapulgita y sepiolita sustituyen a la bentonita cuando se trata de perforar formaciones alcalinas o en contacto con agua salada y la sepiolita cuando existen altas temperaturas, como en los sondeos geotérmicos. Sin embargo, son los polímeros orgánicos los que constituyen el mayor peligro para las bentonitas, aunque más que sustituirlas totalmente se emplean como aditivos en los lodos de bentonitas de alto rendimiento.

Existen dos grandes mercados donde el uso de bentonitas está en franca expansión, uno es el de la ingeniería civil, donde se usan como impermeabilizantes y sella

dores y otro el de la alimentación, donde se utilizan como aditivos con fines diversos.

En el refinado, decoloración, clarificación y purificación de aceites minerales, vegetales, animales y bebidas, los mercados de la atapulgita y sepiolita están muy solapados y en competencia directa con las bentonitas calcícas activadas mediante tratamiento ácido. Como sustitutos no arcillosos, especialmente en refinado de petróleo, se encuentran las bauxitas activadas y otros silicatos de magnesio. Por otra parte las nuevas técnicas de refinado de petróleo tienden a disminuir e incluso a suprimir todas estas sustancias.

Donde este tipo de arcillas adquieren su máxima competitividad es como absorbente de suelos de fábricas; suelos de establos y como letrinas de animales domésticos. También como carga y portadores en diversos productos para agricultura, pesticidas, insecticidas, fertilizantes, semillas, etc.

### 1.2.2. Reservas españolas y mundiales

Las reservas mundiales conocidas de bentonitas y tierras fuller, según Wells (1969), están indicadas, en millones de toneladas, en la tabla siguiente:

RESERVAS MUNDIALES DE BENTONITAS Y TIERRAS FULLER'S

(Wells 1969)

	Bentonitas	Tierras fuller's
Estados Unidos .....	800	3.700
Reino Unido .....	sin datos	500
Resto de Europa (excepto URSS)	75	sin datos
África .....	50	150
Australia .....	50	sin datos
América del Sur .....	25	sin datos
Otros países norte-americanos	sin datos	100
URSS .....	250	sin datos
Otros .....	150	100
Total .....	1.400	4.550

Es de suponer que bajo el nombre de tierras fuller's queden englobadas además de la atapulgita y sepiolita, una gran parte de montmorillonitas cálcicas; es decir, las arcillas de gran poder decolorante y absorbente.

De las reservas españolas de arcillas especiales se tiene un conocimiento incompleto. Los yacimientos más importantes de bentonitas están situados en la provincia de Almería (Sierras de Gador y Gata), donde se estima un volumen de reservas de 10 millones de toneladas.

Existen otras manifestaciones del mismo tipo en la provincia de Murcia y algunos indicios en Canarias, que no están evaluados.

Junto con sepiolita aparece bentonita en la cuenca del Tajo, en las localidades de Barajas, Vicálvaro, Para-

cuellos, Parla, Hortaleza y Coslada, en la provincia de Madrid y en Villanueva de la Sagra y Esquivias en Toledo.

El yacimiento más importante de atapulgita se sitúa en Torrejón El Rubio en la provincia de Cáceres, al cual se le calculan unas reservas superiores a los 100 millones de toneladas.

La sepiolita, como ya hemos dicho antes, está íntimamente relacionada con bentonita en las provincias de Toledo y Madrid, donde se encuentra el yacimiento de Vallecas, que es el mayor productor del mundo de sepiolita y cuyas reservas se estiman en varias decenas de millones de toneladas.

Como zonas potenciales en estas arcillas, además de las ya mencionadas, se pueden considerar la Cuenca del Guadalquivir, donde existen manifestaciones de illita-atapulgita en Lebrija (Sevilla), y algunas zonas de Galicia.

En resumen, parece deducirse que las reservas españolas de arcillas especiales son bastante importantes, aunque en la mayoría de los casos se carezcan de datos definitivos.

### 1.2.3. Producción

La producción española de arcillas especiales durante los últimos años aparece en el cuadro siguiente:

PRODUCCION ESPAÑOLA DE ARCILLAS ESPECIALES

		1.968	1.969	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977
Bentonitas	Cantidad (t)	27.080	34.957	37.354	38.253	43.115	47.629	75.917	75.351	108.148	114.600
	Valor (10 <sup>3</sup> pts.)	9.375	12.819	13.848	15.777	21.169	23.657	38.332	75.359	185.894	387.471
Sepiolita	Cantidad (t)	33.810	17.538	31.589	30.058	51.837	45.395	70.331	71.251	71.280	112.260
	Valor (10 <sup>3</sup> pts.)	19.042	7.093	12.926	12.119	33.381	33.036	63.300	73.048	160.074	332.802
Tierras Indus- triales	Cantidad (t)	12.049	17.189	11.528	14.827	18.500	20.346	20.499	25.105	23.046	35.812
	Valor (10 <sup>3</sup> pts.)	3.243	4.037	2.565	3.628	4.939	9.461	15.959	25.429	27.359	160.088

Fuente: Estadística Minera de España.

En el cuadro anterior se han incluido las tierras industriales, puesto que es muy posible que parte de las bentonitas activadas para decolorantes y absorbente, y parte de las atapulgitas, estén incluidas en este apartado.

Como puede observarse, la producción de bentonita a lo largo de los diez últimos años se ha multiplicado por cuatro, con un crecimiento regular solamente interrumpido por el estancamiento durante 1975. El crecimiento del valor de esta producción ha sido todavía mayor, pues sólo en los últimos tres años se ha multiplicado por 10, equivalente a un crecimiento real del 665%, y con un incremento del valor de la tonelada del 442% en ese último trienio.

La producción de sepiolita ha aumentado también de una manera importante aunque en forme más irregular. El mayor incremento corresponde al último año, con un 57% sobre el año anterior. El valor por tonelada producida también aumenta, en términos absolutos, pasándose en los últimos tres años de 1.025 ptas./t . a 2.964 ptas./t, equivalente a un crecimiento real(en pesetas constantes) ligeramente superior al 100%

Uno de los principales productores de bentonita es Minas de Gador, S.A. en sus minas de la provincia de Almería, donde explota arcillas montmorilloníticas de calcio, sodio y magnesio y arcillas absorbentes cálcicas.

Estas arcillas son comercializadas, después de un tratamiento para realizar el cambio catiónico, como bentonitas

sódicas activas para fundición (36.000 t/año) de capacidad, como arcillas decolorantes (12.000 t/año) y como gránulos absorbentes (12.000 t/año). También explota bentonitas y sepiolitas en la Cuenca del Tajo, en los yacimientos de Parla, Pinto y Valdemoro, en la provincia de Madrid, con una capacidad de producción de 12.000 t/año de bentonitas sódicas activas para lodos de sondeos, fundición y como absorbentes, y de 36.000 t/año de sepiolitas para lodos de sondeos en su planta de Yuncos (Toledo).

Otros productores son: Ceca Española, con minas en Almería, su producción ha disminuído mucho últimamente (4.500 t/año de bentonitas y 500 de sepiolitas); Benesa que produce bentonita y sepiolita en Madrid y Toledo; Ancla, S.A. en Málaga, que produce 24.000 t/año de bentonita para obras públicas, sondeos y piensos, parte de la cual compra en Marruecos; Ruíz Moral en Murcia que produce bentonitas para piensos a un ritmo de 1.000 t/mes, y algo para sondeos y obras públicas (500 t/mes); Echave en Vitoria trata bentonitas importadas de Grecia e Italia, para su uso en fundición.

El principal productor de sepiolita y uno de los dos primeros de bentonita es Tolsa, S.A. Sus principales explotaciones están situadas en Vallecas y Vicálvaro, provincia de Madrid, y en la Sagra (Toledo). Esta empresa, después de su fusión con Silicatos Anglo-Españoles, S.A. dispone de dos plantas de tratamiento de 200.000 t/año, en las que produce gránulos absorbentes usados para limpiezas de suelos, en lechos de animales domésticos, como portadores de pesticidas, cargas y rellenos, etc. En la planta de ---

Toledo se producen además arcillas mixtas bentonita/sepiolita decolorantes usadas para refino de aceites y también un preparado a partir de sepiolita coloidal para lodos de sondeos de petróleo.

Tolsa, S.A. mediante su asociación con Minas de Torrejón es también el mayor productor de atapulgita. Las explotaciones se sitúan próximas a Torrejón El Rubio (Cáceres) y en Lebrija (Sevilla). La producción, unas 10.000 toneladas/año, se ha venido destinando a la preparación de lodos de sondeos y piensos de animales, existiendo un proyecto de una nueva planta para la producción de 50.000 toneladas/año de gránulos calcinados para uso en el extenso mercado de los absorbentes, donde la baja resistencia de las atapulgitas españolas las hacen poco competitivas.

Las mayores producciones mundiales conocidas de bentonitas y fuller's earth en 1975, según el US Bureau of Mines están reflejadas en los dos cuadros siguientes:

#### MAYORES PRODUCTORES MUNDIALES DE BENTONITAS EN 1975

EE.UU .....	2.929.543
Grecia .....	380.000
Italia .....	280.000
Argentina .....	116.000
Hungría .....	87.000
España .....	80.000
Brasil .....	77.000
Rumania .....	62.000
Polonia .....	50.000
Irán .....	50.000



## MAYORES PRODUCTORES MUNDIALES DE FULLER'S EARTH EN 1975

EE.UU. (a,s,m) .....	1.078.701
Reino Unido (m) .....	170.000
Italia (m).....	70.000
Argelia (m) .....	60.000
México (m) .....	38.000
Marruecos (m) .....	23.000
Senegal (s) .....	16.000

Unidad: toneladas métricas

m: montmorillonita cálcica

s: sepiolita

a: atapulgita

Fuente: Industrial Minerals (Marzo 1978).

Dentro del primer cuadro están incluídas tanto las bentonitas sódicas naturales como las bentonitas cálcicas cambiadas a sódicas. En él se aprecia la ausencia - de notables productores como Austria, Canadá, China, India, Alemania Oc., Japón y URSS. A excepción de EE.UU. e India, la mayor parte de las bentonitas producidas son del tipo cálcico.

En el segundo cuadro están comprendidas aquellas arcillas denominadas decolorantes y absorbentes, es decir, las montmorillonitas cálcicas naturales o activadas, sepiolitas y atapulgitas, con indicación entre paréntesis del tipo de arcilla producida. Es de destacar que entre el 50 y 60% de las montmorillonitas cálcicas inglesas son cambiadas a sódicas y, por tanto, deberían estar refle-

jadas en el cuadro de bentonitas. Por otro lado, existen ausencias notables como es el caso de Alemania Oc., cuya producción se puede estimar entre 5 y 7 x 10<sup>5</sup> t. de montmorillonitas cálcicas, que en gran parte son ácido-activadas o cambiadas a sódicas. También está ausente España, cuya producción de sepiolita y atapulgita es de las mayores del mundo, así como otros países productores como Turquía y Japón, este último con una producción de alrededor de 400.000 t. anuales de montmorillonitas cálcicas que se activan con ácido o se cambian a sódicas en su mayor parte.

Comparando la producción mundial con la española, se deduce que en lo referente a bentonitas, España es un productor de primer rango mundial y en lo que atañe a sepiolita y otras arcillas decolorantes y absorbentes, su posición se puede considerar privilegiada, pues basta decir que el 90% de la producción mundial de sepiolita procede de la mina de Vallecas.

#### 1.2.4.- Comercio Exterior.

El comercio exterior español en los últimos seis años de los que se disponen de datos está reflejado en los cuadros siguientes:

COMERCIO EXTERIOR DE BENTONITAS

AÑO	IMPORTACIONES			EXPORTACIONES			SALDOS		
	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)	Toneladas	Valor (10 <sup>3</sup> pts)	Precio unit. (pts/t)
1973	36.227	69.983	1.931	16.452	43.951	2.671	- 19.775	- 26.032	+ 740
1974	47.722	93.086	1.950	18.857	61.076	3.238	- 28.865	- 32.010	+ 1.288
1975	49.873	110.536	2.216	24.200	98.122	4.054	- 25.673	- 12.414	+ 1.838
1976	38.836	89.809	2.312	25.560	106.804	4.178	- 13.276	+ 16.995	+ 1.866
1977	49.390	117.432	2.377	40.090	157.243	3.922	- 9.300	+ 39.811	+ 1.545
1978	28.486	66.222	2.324	37.881	170.178	4.492	+ 9.395	+103.956	+ 2.168

COMERCIO EXTERIOR DE SEPIOLITA

1973	-	-	-	47.413	166.163	3.504	+ 47.413	+166.163	
1974	-	-	-	60.900	252.163	4.140	+ 60.900	+252.163	
1975	-	-	-	68.714	341.517	4.970	+ 68.714	+341.517	
1976	-	-	-	114.837	521.301	4.539	+114.837	+521.301	
1977	0,81	12	14.814	144.457	977.042	6.763	+144.456,2	+977.030	- 8.051
1978	11,00	252	22.909	190.925	1.561.601	8.179	+190.914	+1.561.349	- 14.730

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España (D.G.A.)

En la Estadística del Comercio Exterior - -  
de la D.G.A. aparecen las arcillas especiales bajo dos títulos: Bentonitas y Sepiolita (espuma de mar).

La sepiolita, hasta el año 1976, viene unida al azabache, aunque las cantidades de éste deben ser insignifilcantes, si nos atenemos a los datos de los dos últimos años en que vienen ya diferenciados como dos partidas.

En la partida de bentonitas es muy posible que estén incluidas también las atapulgitas, mientras que algulnas bentonitas, especialmente las activadas para usos como decolorantes y absorbentes, pueden quedar fuera y estar inlcluídas en otras partidas de la estadística, tales como la de "Materias minerales naturales activadas no especificaldas".

Sin entrar en consideraciones y analizando solalmente los datos estadísticos, se puede observar que el salldo comercial español de bentonita ha evolucionado de una manera favorable para el país en su doble vertiente, cuanltitativa y monetaria.

A pesar de que el saldo unitario ( diferencia -  
de valor entre la tonelada exportada e importada), siemlpre ha sido favorable a España, el saldo total, históricamente negativo, no ha sido positivo hasta 1976, como conselcuencia de una importante disminución de las importaciones. Este saldo positivo aparece incrementado en el último año en un 260%, debido a la caída del tonelaje importado en un 43% - pasando por primera vez a ser inferior al exportado, y al doble valor de la tonelada vendida sobre la comprada.

Los precios unitarios, tanto de importación como exportación han tenido pequeñas fluctuaciones, pudiéndose hablar incluso de una depreciación en pesetas constantes, a lo largo del período.

Los países destinatarios de nuestras exportaciones han variado sensiblemente desde el principio de la década de los 70. Al principio de la misma nuestros mayores compradores eran Suecia y R.F. de Alemania, seguida de los Países Bajos y Francia. Gran parte de las bentonitas españolas eran utilizadas en fundición y como aglomerantes para pellets especialmente por países como Suecia.

En los últimos años nuestro principal comprador es Portugal y, aunque gran parte de las bentonitas son consumidas en fundición, el auge alcanzado por este mercado no debe estar desligado de la puesta en funcionamiento de las plantas de pelletización de Moncorvo y Seixal, con una capacidad de producción de 2 millones de toneladas de pellets cada una.

En cuanto a importaciones, Grecia ha igualado e incluso desplazado a nuestros dos suministradores tradicionales: Italia y Marruecos. En cuarto lugar aparece EE.UU., que con menor cantidad es sin embargo el suministrador de las mejores calidades.

Las fuentes de abastecimiento mediterráneas nos proporcionan bentonitas cálcicas en bruto, a bajo precio,

que son tratadas posteriormente en el país para su uso en fundición. Las americanas son bentonitas sódicas naturales que se emplean para mejorar las españolas en ciertos usos como lodos de sondeos y especialmente para fundición. Una partida importante de bentonitas cálcicas ácido-activadas son importadas para su empleo en la clarificación de vinos y otras bebidas.

En sepiolitas, solo cabe hablar de exportaciones, puesto que España apenas importa este tipo de arcillas. A lo largo del período considerado, las exportaciones españolas se han multiplicado por cuatro lo cual, unido a una buena apreciación en continuo aumento, está dando lugar a cifras de exportación muy superiores a las de cualquier otro material arcilloso.

Los principales compradores son los países de la C.E.E. encabezados por Francia, R.F. de Alemania y Reino Unido. La inmensa mayoría de la sepiolita exportada lo es en forma granular para su uso como absorbente de suelos y lechos de animales domésticos, soporte de insecticidas y pesticidas, filtrante de aceites de laminación y como tierras decolorantes y cargas en general.

Un 80% de la atapulgita producida en España en 1978, aproximadamente 8.000 t., fué exportada para su utilización en sondeos de petróleo. No disponemos de datos que indiquen la existencia de importaciones de esta sustancia.

### 1.2.5. Consumo

El consumo español en estas arcillas es muy difícil, no solo de precisar, sino tan siquiera de estimar, debido a que en las estadísticas la mayoría de sus utilizations vienen englobadas junto con otras sustancias de características y/o usos comunes, bajo los nombres de tierras naturales, tierras decolorantes, tierras activadas, tierras de moldeo, etc. En otros casos no están reflejadas bajo ningún nombre concreto, sino en la partida genérica de otras materias primas minerales. La explicación a todo esto hay que buscarla en las pequeñas cantidades utilizadas y el escaso valor que representan las arcillas especiales frente a otros productos y materias primas en los diversos procesos industriales. Así por ejemplo, los 80-100 kg. de bentonita consumida por cada tonelada de fundición, los 5-10 kgs. por tonelada de pellet producidos, o los aproximadamente 15 Kgs. por metro perforado, tienen un mínimo peso frente a los demás costes de producción y precios de otras materias primas.

Pese a ello, las arcillas especiales tienen una importancia indiscutible en cualquier economía desarrollada, importancia que está basada, más que en las cifras de consumo, nada despreciables en su conjunto, en la multitud de usos y aplicaciones que abarcan la inmensa mayoría de los sectores industriales y no pocos usos agropecuarios e incluso domésticos. Por otro lado, no está cerrado el camino en la búsqueda de nuevas aplicaciones, con una continua consecución de resultados satisfactorios en este sentido.

Los consumos aparentes de bentonitas, deducidos de los datos estadísticos de producción y comercio exterior publicados en los últimos cinco años, quedan reflejados en el cuadro:

#### CONSUMO APARENTE DE BENTONITAS EN TONELADAS

	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1973	47.629	36.227	16.452	67.403
1974	75.917	47.722	18.857	104.782
1975	75.351	49.873	24.200	101.024
1976	108.148	38.836	25.560	121.424
1977	114.600	49.390	40.090	123.900

Fuente: Estadísticas Minera y del Comercio Exterior de España.

La distribución de la demanda por sectores expresada en % sobre el total, está reflejada en el cuadro que - representa el modelo de consumo español en 1976.

#### MODELO DE CONSUMO DE BENTONITAS EN ESPAÑA (1976)

Fundición .....	52 %
Sondeos .....	4 %
Obras Públicas .....	11 %
Alimentación animal .....	14 %
Enología, absorbentes, pesti- cidas, etc. ....	10 %
Varios .....	9 %

Fuente: Elaboración propia.



Cerca de la mitad de las bentonitas consumidas en fundición, unas 27.000 t, son importadas. La mayor cantidad de ellas son bentonitas cálcicas, procedentes de la cuenca mediterránea (Grecia e Italia), muchas de las cuales son posteriormente tratadas o cambiadas a sódicas en España para su utilización. Una pequeña parte, aunque económicamente importante, de bentonitas sódicas naturales son importadas de EE.UU. para su consumo en fundición, especialmente de acero, y pequeñas partidas para sondeos.

La producción española atiende pues la otra mitad del consumo en fundición, a la vez que exporta el 25% de la misma a otros mercados próximos, especialmente Portugal y Egipto.

El mercado de lodos de sondeos y Obras Públicas, está abastecido por la producción nacional y algunas importaciones de bentonitas cálcicas a granel marroquí, que se utiliza especialmente en Obras Públicas, una vez tratadas en España. La producción española de 1978 para estos sectores podría estimarse en 20.000 t., para Obras Públicas y 7.200 t. para lodos de sondeos, de las que 2.500 t. se exportaron principalmente a países africanos.

La alimentación de animales es uno de los más importantes sectores consumidores de bentonitas. En él se emplean las bentonitas de inferior calidad o aquellas de calidades superiores que han perdido parte de sus propiedades durante el almacenamiento.

Un considerable consumo de bentonitas, por lo general ácido-activadas, lo representa el campo de la enología, donde las propiedades absorbentes son muy apreciadas para la clarificación de vinos y otras bebidas. Estas bentonitas necesitan un especial cuidado en el secado, para que los residuos no quemados del combustible no las comuniquen sabores ni olores que puedan transmitir posteriormente a los vinos. Esta es una de las causas por las que gran parte de las bentonitas consumidas en enología sean de importación

En el cuadro siguiente está reflejada la distribución del consumo de bentonitas durante 1974 en EE.UU.

MODELO DE CONSUMO DE BENTONITAS  
EN EE.UU EN 1974 (%)

1. Pelletización de menas finas de hierro .....	27,12
2. Fundición .....	23,00
3. Sondeos de petróleo .....	18,68
4. Alimentación animal .....	5,47
5. Absorbentes y adsorbentes, pesticidas fungicidas y similares .....	17,41
6. Ingeniería civil e impermeabilización de suelos ....	2,69
7. Farmacia y cosmética .....	0,45
8. Ladrillos y tejas (cerámica en general) .....	0,50
9. Fertilizantes .....	0,69
10. Pinturas y barnices .....	0,15
11. Catalizadores .....	0,15
12. Usos varios .....	3,69

Fuente: U.S. Bureau of Mines.

Los seis primeros sectores son los principales consumidores de bentonitas y representan el 94,4% del consumo total de EE.UU. y el 85% del mundial.

Comparando ambos modelos, el español y el americano, la primera deducción importante es la falta de consumo en España, en el sector más consumidor en EE.UU.: la pelletización de minerales de hierro. Los intentos de los últimos años por parte de algunas sociedades mineras españolas de pelletizar sus menas, no han cuajado a pesar de los numerosos anteproyectos y estudios de viabilidad realizados. Por otro lado, a las siderurgias les es más económico, por diversas razones, la adquisición de los pellets, que su fabricación en plantas propias. Esto hace que no existan plantas de pelletización en España, importándose las cantidades necesarias. Ultimamente, parece existir un amplio proyecto para tratar las menas del Suroeste, que incluye la instalación de una planta de pelletización para la producción de 1.000.000 de toneladas al año de pellet de alta ley para la obtención de prereducidos. Ello podría suponer el consumo de 10.000 t/año de bentonitas nacionales; sin embargo, todos los datos parecen indicar que el aglomerante a consumir en esta planta tendrá como base la cal apagada.

La producción de pellet en el mundo está reflejada en el siguiente cuadro:

PRODUCCION DE PELLET DE MINERAL DE HIERRO EN EL  
MUNDO EN 1.970

EE.UU.	51.850.000 t.	49,49%
CANADA	25.900.000 t.	24,77%
EUROPA	9.750.000 t.	9,33%
Otros	<u>17.050.000</u> t.	16,31%
	104.550.000	

Fuente: Industrial Minerals (1978)

Esta producción supuso un consumo aproximado de bentonitas de 1.000.000 de toneladas en ese año. En la actualidad la capacidad de producción de pellet en el mundo está próxima a 280 millones de toneladas año, lo cual supone más que doblar el consumo de bentonitas. Esta elevada expansión del sector nos hace augurar una potencial e importante demanda futura de las bentonitas españolas para la aglomeración de minerales en nuestro país, y para lo cual han sido sobradamente constatadas sus buenas propiedades, mediante numerosos ensayos a escala piloto. Otras dos tendencias abundan en el mismo sentido, una es la imperiosa necesidad de mejorar las calidades de algunos minerales españoles, lo cual conlleva una excesiva producción de materiales ultrafinos que para aprovecharlos será necesario pelletizar, y la otra la previsible sustitución de la chatarra para horno eléctrico por prereducidos, lo que implica una pelletización previa de minerales de alta ley.

A pesar de ello, las bentonitas tendrán que vencer la fuerte competencia de otros aglomerantes, algunos de los cuales han sido ya mencionados.

Las bentonitas para aglomerante de arenas de moldeo representan más de la mitad del consumo nacional. Como consecuencia de la crisis siderúrgica este consumo se ha estacionado en los últimos años y, es de esperar que tenga un ligero crecimiento en el futuro, como consecuencia del aumento de producción siderúrgica, de unos 2 millones de toneladas, previstos en la Acción Concertada para el año 1985. Para fundición de hierro se emplean bentonitas españolas o bien bentonitas cálcicas importadas, parte de las cuales lo son en estado bruto y que después son cambiadas a sódicas en nuestro país. Para fundición de acero son imprescindibles todavía las importaciones de bentonitas sódicas naturales tipo Wyoming.

Los sondeos representan todavía en España un consumo reducido. Este mercado tiene un carácter errático, con importantes altibajos. En España, con excepción del año 1974 en que la perforación de sondeos de petróleo tuvo una menor actividad, el consumo de bentonitas para sondeos ha venido creciendo desde 1970. Las previsiones de consumo en este sector son moderadamente optimistas en base al importante plan de inversiones del Gobierno en el campo de la exploración de hidrocarburos.

Tal investigación representará no solo un incremento del número de sondeos, sino previsiblemente un aumento de la profundidad media de los mismos. En el año 1979 el consumo nacional de bentonitas para lodos de sondeos estuvo comprendido entre 4500 y 5000 toneladas. Aunque la mayoría de ellas son de procedencia nacional, es necesario algunas importaciones de bentonitas sódicas, principalmente americanas, para reducir el porcentaje de agua libre de las españolas.

En el sector de las obras públicas y de la construcción en general, el consumo interior ha ido aumentando ininterrumpidamente hasta alcanzar su cota más alta en 1.978, - en que se consumieron cerca de 20.000 t. de bentonitas, para disminuir bruscamente a la mitad al año siguiente. A pesar de este cambio brusco, por otra parte previsible como consecuencia de la crisis del sector, el consumo de bentonitas en obras públicas está generalizándose de tal manera que bien pudiera superar en un futuro a otros consumos considerados como más tradicionales.

Algo similar ocurre con el sector de la alimentación, no solamente de animales, sino también humana. Ambos mercados, construcción y alimentación, son donde la demanda mundial de bentonitas tiene sus mayores índices de crecimiento y donde las magnitudes de consumo pueden llegar, como consecuencia de la amplitud de los mismos, a cotas imprevisibles.

En lo referente a sepiolitas es muy difícil establecer los niveles de consumo interno de estas arcillas. - Analizando los datos estadísticos de producción y comercio exterior se llegan a deducir consumos aparentes negativos en los años 1973, 1976 y 1977, y mínimos consumos durante 1974 y 1975. Evidentemente estos resultados no se pueden tener en cuenta a la hora de realizar las previsiones sobre la demanda interior de sepiolitas. Por otro lado, analizar la distribución de esta demanda por sectores consumidores sería hartó complicado debido al gran número de sectores - que afecta y las pequeñas cantidades de consumo que representan cada uno de ellos. Algunos de estos consumos, especial-

mente los consumos domésticos y agropecuarios, no están recogidos en las estadísticas oficiales, mientras que en otros sectores, que sí están reflejados, los posibles consumos de sepiolitas vienen indeferenciados de los de otras sustancias de usos semejantes y todos ellos englobados bajo nombres genéricos, frecuentemente distintos para cada sector. Este problema se complica aún más si cabe en lo referente a la atapulgita, que ni siquiera está considerada como tal en la Estadística Minera ni en la de Comercio Exterior.

De todas formas, es sabido que el consumo nacional de estas sustancias es muy pequeño con respecto al exterior, pudiendo evaluarse entre un 10 y un 15% de la producción en los años de mayor consumo.

Según datos recogidos de algunas empresas comercializadoras, el consumo mayor de sepiolitas es en sus formas granulares, como absorbentes para suelos industriales, lechos de animales y soporte de plaguicidas. Este tipo de sepiolita es consumido en casi su totalidad por los países de la C.E.E., principalmente Francia, Reino Unido y R.F. de Alemania, y en menor escala por Italia y Países Bajos.

El consumo de sepiolita para lodos salinos ha ido disminuyendo paulátinamente en favor de la atapulgita, pasándose de 2.000 t en 1975, el 50% consumidas aquí, a 400 t en 1978 destinadas en su totalidad al consumo interior.

Las atapulgitas españolas tienen de momento, un mercado limitado. Su poca resistencia mecánica y

peculiar composición les impide introducirse en el campo de los absorbentes, especialmente en decoloración y refino y en lechos de animales.

Esta difícil comercialización es una de las causas de la poca producción de atapulgita si la comparamos con las posibilidades existentes.

Un 80% de la producción de atapulgita se exporta para lodos de sondeos y el resto se consume en el país, la mayor parte en lodos y un 10-15% se emplea como aglomerante de piensos y soporte de pesticidas.

Resumiendo, existe un mercado exterior floreciente para las sepiolitas españolas, como lo indican las últimas cifras de exportación. Por el contrario, el mercado interior es todavía incipiente y no concordante con el grado de desarrollo alcanzado ya por nuestro país, por lo que es de esperar un ritmo de crecimiento importante de la demanda interna en los próximos años y previsiblemente superior al de la demanda exterior.

Las atapulgitas tienen mayores dificultades de mercado, dificultades que pueden obedecer por un lado a su más tardía aparición en los circuitos comerciales y por otro a no haberse conseguido todavía las calidades necesarias para ciertos usos en los que podrían competir con las sepiolitas y bentonitas activadas. Las posibles acciones a emprender en este sentido están en manos de la mayor empresa productora de sepiolita, cuyo firme mercado es también



susceptible de ampliación y mejora. En los ambiciosos planes de esta empresa está considerada la potenciación simultánea de ambas sustancias, como lo indica la puesta en marcha de la explotación y planta de tratamiento de atapulgita-illita en Lebrija, en detrimento de las bentonitas que también produce.

#### 1.2.6. Situación actual y perspectivas del sector

La producción nacional de bentonita y sepiolitas está limitada a tres provincias casi exclusivamente: Almería, Toledo y Madrid. La producción de atapulgita es esencialmente originaria de Cáceres y en menor escala de Sevilla.

El reparto del número de explotaciones, del personal empleado y de la producción en las provincias indicadas es el siguiente :

	Explotaciones	Empleados	Producción (t)
Almería (1)	9	165	72.471
Madrid	7	203	103.174
Toledo	7	64	65.627
Cáceres (1)	1	18	9.900
Sevilla (1)	1	5	4.100
<b>TOTALES</b>	<b>25</b>	<b>455</b>	<b>255.272</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la Estadística Minera (1977).

(1) Una de las explotaciones de Almería y las dos de Cáceres y Sevilla, aparecen en la Estadística como - Tierras Naturales.

La gran mayoría de las explotaciones de bentonitas y sepiolitas son propiedad de dos empresas: Tolsa, S.A. y Minas de Gador, S.A.

Las explotaciones de atapulgita están casi en su totalidad en manos de Tolsa, S.A., que produce en Cáceres y Sevilla.

Además de las ya citadas, existen pequeñas explotaciones intermitentes en las provincias de Murcia y Málaga.

La distribución según intervalos de empleo de las explotaciones de arcillas especiales es la siguiente:

INTERV.	1-5		6-10		11-25		26-60		51-100		101-250	
	Expl.	Empl.	Expl.	Empl.	Expl.	Empl.	Expl.	Empl.	Expl.	Empl.	Expl.	Empl.
Almería	7	15	1	10							1	140
Madrid	2	7	3	25					1	58	1	113
Toledo	3	10	3	23			1	31				
Cáceres					1	18						
Sevilla	1	5										
TOTAL	13	37	7	58	1	18	1	31	1	58	2	253

Como puede observarse, solo dos explotaciones ocupan a más de la mitad de los empleados y el 80% de las mismas emplean a menos de 10 personas.

Más del 75% de los empleados lo son en el proceso de tratamiento y el resto en labores extractivas.

El número de plantas de tratamiento funcionando se puede estimar entre ocho y diez, siendo la de mayor capacidad la de Vallecas, que puede tratar hasta 275.000 t/año de sepíolita. No pocas de las demás instalaciones de Almería y algunas de Toledo, Cáceres y Sevilla están algo anticuadas. Hay que decir, sin embargo, que existen algunos proyectos de modernización y ampliación de las instalaciones en las tres últimas provincias citadas.

Uno de los mayores problemas que tienen que afrontar los productores de bentonita es el de la irregularidad de la demanda, que se traduce en la mayoría de los casos en una acumulación de stocks, con un grave deterioro de los productos, lo cual obliga a la explotación intermitente de algunos yacimientos. El problema se agrava aún más en los yacimientos de Almería, donde los frecuentes cambios de calidad en los frentes de explotación produce un desabastecimiento en ciertas calidades y difícil salida para otras.

Otro factor a tener en cuenta es la incidencia excesiva que sobre estos productos ejercen los costes de tratamiento, manipulación y transporte. A título de ejemplo un desglose de estos costes en 1978 podría ser el siguiente:

Extracción + transporte + tratamiento .....	1.500 ptas.
Envasado + paletizado + enfundado .....	1.000 "
Transporte a centro de consumo nacional ó Puerto de Valencia (puede alcanzar) .....	900-1.000 "

Estos costes son susceptibles de reducción, sobre todo los referentes a manipulación, segunda partida del desglose anterior, y transporte a centros de consumo o puerto. Los primeros mediante un proceso más automatizado, se está empleando excesiva mano de obra, y los segundos mediante la mejora del actual transporte sobre camión con el empleo de cisternas que facilitan la carga y descarga.

Los costes de tratamiento solo pueden ser reducidos con una modernización de las plantas. Para dar una idea del tipo de inversiones necesarias se puede decir que la parte más costosa de las instalaciones lo constituyen los molinos finales de finos (unos 15 millones de pesetas cada uno), mientras que la inversión total de una planta de tratamiento con una capacidad de 50.000 t/año puede resultar del orden de 100 millones de pesetas.

En la sepiolita los problemas de manipulación son todavía mayores si cabe, debido principalmente al pequeño tamaño de los sacos, que al no ir palletizados encarecen la carga y descarga, al mismo tiempo que se presentan dificultades de contratación de estos servicios en los puertos.

En la atapulgita, a su todavía escasa salida comercial se unen problemas serios de transporte, como consecuencia de la falta de infraestructura, que en este sentido existen en la zona productora.

### 1.3. ARCILLAS COMUNES O MIXTAS

#### 1.3.1. Generalidades

Se consideran aquí como arcillas comunes a aquellas arcillas de naturaleza fundamentalmente illítica o illítica-caolinítica, con menores proporciones de otros minerales arcillosos y no arcillosos, como montmorillonitas, silice, feldespatos, carbonatos, sulfatos, materia orgánica, etc., y que son de aplicación extensiva en la fabricación de productos cerámicos de pasta roja, tales como revestimientos y pavimentos, ladrillos, tejas y bovedillas, así como agregados ligeros, cementos, etc.

Realizar un riguroso estudio económico de este tipo de arcilla es tarea difícil que escapa del alcance de este proyecto, dada la atomización del sector y la casi inexistencia de datos estadísticos fiables a nivel oficial. Por tanto, nos limitaremos a realizar algunas consideraciones globales sobre este tipo de arcillas y los subsectores industriales sobre los que inciden directamente.

#### 1.3.2. Características y aplicaciones

Desde el punto de vista mineralógico se tratan de arcillas illíticas o illitico-caoliníticas, con proporciones variables de otros minerales que ya hemos enumerado.

Atendiendo a su composición química son arcillas con moderados contenidos en  $Al_2O_3$ , que rara vez supera el 25%, elevados contenidos en  $Fe_2O_3$  y óxidos alcalinos, porcentajes importantes de  $SiO_2$  y, ocasionalmente, de  $CaO$  y materia orgánica.

Con tales características estas arcillas son - aptas para la fabricación de productos cerámicos que tienen colores de cocción que van desde el gris hasta el marrón oscuro, pasando por el rojo que es el color más común. Estos productos suelen alcanzar sus características tecnológicas ideales después de la cocción entre 850 y 1.150 °C.

Desde el punto de vista geológico, este tipo de arcillas se encuentran representadas en todos los terrenos, dede el Paleozoico hasta el Cuaternario. En muchas ocasiones, más que arcillas propiamente dichas son pizarras, margas o - limos arcillosos. Yacimientos de este tipo de materiales existen prácticamente en todas las provincias españolas.

Por lo general, son materiales para utilizar directamente sin ningún tipo de tratamiento en las explotaciones. Estas son a cielo abierto y el arranque se realiza casi siempre sin explosivos.

Los principales campos de aplicación de este tipo de arcillas son:

- Ladrillos y tejas en sus distintas modalidades, bovedillas y piezas para forjados.
- Revestimientos interiores: azulejos.
- Productos de grés y semigrés: pavimentos, revestimientos exteriores, tubos de desagüe y drenaje, etc.
- Elementos varios: celosías, cajas, conductos, etc.
- Alfarería artística y utilitaria.
- Agregados o áridos ligeros.
- Cementos, etc.

De todos estos campos de aplicación, quizás son las arcillas destinadas a la fabricación de productos de grés, junto a las de alfarería, las que deben reunir unos requisitos mayores, sobre todo en lo referente a su comportamiento en la cocción, donde ha de conseguirse la mínima porosidad con un intervalo amplio de estabilidad dimensional y a la menor temperatura posible. Estas arcillas suelen ser de naturaleza mixta illítico-caolinítica y de grano fino. Son, de todas las arcillas que estamos considerando, las menos abundantes y de las más cotizadas. Arcillas de estas características aparecen en el Paleozoico hercínico (Arenigiense-Llandeilo), facies continentales del Cretácico inferior y, con cierta frecuencia, en el Triásico y Terciario.

En las arcillas para alfarería y lozas coloreadas son muy importantes las propiedades derivadas del sistema arcilla-agua, como la plasticidad y resistencia a la flexión en crudo. También son importantes la contracción, porosidad, resistencia y color después de cocidas. Suelen ser arcillas muy bien seleccionadas dentro de cada yacimiento.

Las arcillas para azulejos suelen tener importantes contenidos de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , que comunican porosidad adecuada para conseguir un buen esmaltado y decoración. Estas arcillas son relativamente frecuentes en los terciarios continentales.

Las arcillas para ladrillos, tejas y bovedillas son arcillas de naturaleza illítica, que pueden admitir importantes impurezas de arenas, limos, óxidos y sulfuros de Fe, carbonatos de grano fino, etc. En las piezas huecas y de poco espesor, como bovedillas, es fundamental compaginar unas buenas condiciones de moldeo (plasticidad) y resistencia en crudo con la posibilidad de un secado sin excesivas tensiones internas. Todas estas piezas no admiten carbonatos groseros. Las arcillas para ladrillos comunes no tienen excesivas especificaciones, una de las principales es la abrasividad. En los ladrillos de cara vista, el contenido limitado de sulfatos, carbonatos y sulfuros, la porosidad reducida después de cocida y el color son importantes. Estas últimas características, aunque en distinto grado, son también condiciones que deben cumplir las arcillas para tejas.

Las características de las arcillas para cementos están en función del material calcáreo controlándose especialmente el contenido en MgO.

Las arcillas para agregados ligeros deben poseer cantidades adecuadas de sustancias formadoras de gases -sulfatos, carbonatos, sulfuros y óxidos, materia orgánica, etc.- que permitan una expansión importante de la arcilla en la cocción con gran formación de huecos cerrados. A pesar de estar poco investigadas estas arcillas, deben ser relativamente frecuentes en muchas formaciones arcillosas españolas.



### 1.3.3. Producción y Consumo

En la Estadística Minera del Ministerio de Industria aparecen estos materiales con el nombre genérico de arcillas, dentro de los productos de canteras.

Según dicha fuente, la producción vendible en los últimos años ha sido la siguiente:

#### PRODUCCION DE ARCILLAS EN ESPAÑA (Unid: t.)

1975 .....	11.402.096
1976 .....	13.115.522
1977 .....	14.113.447

Indudablemente, se trata de cifras estimadas después de un muestreo estadístico de las canteras inventariadas. Dado el gran minifundio de este tipo de explotaciones, no es de extrañar que esta cifra sea considerablemente mayor.

Según la Estadística Minera, el consumo por sectores de estas arcillas en 1977 fue el siguiente:

#### DESTINO DE LAS PRODUCCIONES DE ARCILLAS EN 1.977

Unidad: t.

Cerámica basta .....	11.733.012	.....	83%
Cemento común .....	1.686.489	.....	12%
Cerámica fina .....	500.279	.....	3,5%
Refractarios .....	92.183	.....	-
Cargas diversas .....	61.200	.....	-
Aridos de trituración .....	<u>40.284</u>	.....	-
Total .....	14.113.447		

Es notorio que el gran consumo de arcillas se realiza en la cerámica basta y fundamentalmente en la industria ladrillera.

Las provincias de mayor producción, según las Estadísticas mineras, son las siguientes:

PRODUCCION DE ARCILLAS POR PROVINCIAS (1.977)

	Producción (t)	Número de explotacion.	Número de obreros
Toledo	2.222.093	96	211
Madrid	1.400.347	16	35
Barcelona	940.273	45	108
Castellón	615.616	39	96
Logroño	516.470	27	67
Sevilla	514.059	42	63
Huelva	513.895	30	43
Oviedo	467.770	12	47
Jaén	443.167	54	63
Valencia	422.422	21	55
Otras	6.057.335	440	882
Total Nacional	14.113.447	822	1.670

Como hemos dicho antes, estas producciones se pueden estimar bastante superiores, pues según el estudio realizado por HYSPLIT (Asociación Nacional de Fabricantes de ladrillos, tejas y piezas especiales de arcilla cocida para construcción), en 1978 solamente el consumo de este sector era de 21.719.650 t., cantidad que duplica la -

estimada por las estadísticas oficiales para el consumo de cerámica basta (11.733.012 t.), y que es muy superior al total de la producción nacional de arcillas en el año anterior.

Dado que el sector a que se refiere dicho informe consume más del 80% de las arcillas nacionales de este tipo, creemos conveniente exponer a continuación un resumen del mismo:

RESUMEN DEL ESTUDIO ELABORADO POR HISPALYT, SOBRE EL SECTOR DE LADRILLOS Y TEJAS

- Nº de fábricas existentes 1.155
- Capacidad de producción instalada 26.164.703 t.
- Producción en 1.978: 18.825.951 t.
 

+ Ladrillos macizos	3.363.317	....	17,8%
+ " huecos	9.771.518	....	51,9%
+ Tejas .....	917.548	....	4,8%
+ Bovedillas .....	3.689.557	....	19,5%
+ Otros .....	1.084.007	....	5,7%
- Valor de la producción de 1.978, a precios de diciembre de 1.979: 46.481.339.000 pesetas.
- Demanda en 1.978 : 16.153.292 t.
- Nº de operarios: 27.712.
- Costo del fuel-oil y de otros combustibles, equiparados al mismo: 1.141.878.584 kg. x 8,3 pts.= 9.477.592.247 Pts.
- Costo energía eléctrica: 860.507.818 KWH x 2,6 ptas. = 2.237.320.326 ptas.

- Valor por tonelada: 2.469 pesetas, de las cuales
 

Mano de obra	1.117 pesetas	- 45,2 %
Fuel-oil	503 pesetas	- 20,3 %
Energía eléctrica	118 pesetas	- 4,7 %
  
- Capacidad a reducir para 1.983 según previsión de viviendas a construir en dicho año (suponiendo que se construyan el 90'92386 % de las viviendas necesarias y que la demanda sea igual al 85% capacidad instalada).
  
- Area I: (Vascongadas, Navarra, Castilla La Vieja, León, Galicia y Asturias) Capacidad a reducir: nula.
  
- Area II (Cataluña y Aragón) Capacidad a reducir:
 

830.647 t	(16,5 % capacidad instalada)
63 fábricas	(25,4 % fábricas en funcionamiento en 1.979),
1.184 operarios	(20,05 %).
  
- Area III (Valencia, Murcia, Baleares, Andalucía, Extremadura, Canarias, Castilla La Nueva) Capacidad a reducir:
 

4.623.826 t	(28,88% capacidad instalada)
227 Fábricas	(34,71% fábricas en funcionamiento en 1.979),
5.245 operarios	(31,63 %).
  
- Total: 5.454.473 t. (20,85% capacidad instalada)
 

290 Fábricas	(25,11 % fábricas en funcionamiento en 1.979),
6.369 Operarios	(23,02 %).
  
- Demanda prevista para 1.983: 17.570.998 t.

El consumo de arcillas y el número y dimensión de las industrias transformadoras de este sector de ladrillos y tejas en las distintas provincias durante 1.978, están recogidos al final del capítulo.

Otro sector de menor consumo de arcillas, pero más seleccionadas y de mejor calidad que el de ladrillos y tejas, es el sector de revestimientos y pavimentos cerámicos que fabrica productos de mayor valor añadido y tiene una importancia de primer orden. El análisis de este sector, dada su concentración en la región levantina, se realiza más extensamente en el capítulo económico siguiente, referido a las arcillas de Levante.

Los demás sectores consumidores tienen bastante menos importancia, pues aunque el sector cementero tiene un considerable consumo de arcillas, la calidad de las mismas no resultan decisivas para el proceso y su peso económico dentro del sector no es casi nunca preocupante. En cuanto al sector de áridos ligeros, se puede decir que está poco desarrollado en España, donde solo existen 3 ó 4 fábricas, algunas de ellas con un futuro incierto debido a la crisis de la construcción y, sobre todo, a las dificultades de penetración en el mercado.

### 1.3.4. Comercio Exterior

Debido a la abundancia y bajo precio de la mayoría de las arcillas comunes, la incidencia del transporte es decisiva y por eso el comercio exterior de este tipo de arcillas es insignificante. Los escasos intercambios se reducen casi a los productos terminados y está muy limitado a los países limítrofes. Una excepción la representan los revestimientos cerámicos, cuyo comercio exterior se analizará en el próximo capítulo.

El comercio exterior, en el sector de ladrillos y tejas en 1978, está reflejado en el cuadro siguiente:

COMERCIO EXTERIOR DEL SECTOR DE LADRILLOS Y TEJAS (1978)

	EXPORTACIONES		IMPORTACIONES	
	(t.)	(10 <sup>3</sup> pts)	(t.)	(10 <sup>3</sup> pts)
Ladrillos y elementos similares de construcción	27.887	95.497	76	2.030
Tejas, armamentos arquitectónicos y productos cerámicos	19.172	114.096	1.012	2.710
Total .....	47.059	209.593	1.088	4.740

Las exportaciones solo representan el 2,5 por mil de la producción del sector en 1978. Lo más destacable son los 114 millones de las tejas que, sin embargo, solo representan el 40% de las cantidades físicas exportadas.

Respecto a las importaciones, también destaca la teja, que representa al 93% de las importaciones .

El principal y casi único proveedor español es Portugal. Nuestros principales clientes son Andorra y Francia, con la inclusión de EE.UU. en lo que a tejas se refiere.

#### 1.3.5. Perspectivas del sector

La posible entrada de España en la C.E.E. no debe afectar en gran medida a la balanza comercial en este sector, donde la incidencia del transporte es decisiva; si acaso, en el subsector de las tejas, que tienen un mayor valor añadido. En cuanto a las materias primas, el abastecimiento interno actual del 100% no es de esperar que sufra una modificación sustancial.

El mayor impacto puede venir por la liberalización de las inversiones extranjeras, que producirían una reestructuración dimensional de un sector excesivamente atomizado. En efecto, si atendemos a la evolución experimentada por este sector en Europa, España deberá pasar de 3,7 fábricas por cada 100.000 habitantes a 2,2. Esto supone reducir el nº de fábricas de 1.400 a 811 aproximadamente.

Siguiendo esta tendencia de la C.E.E., la producción española deberá disminuir en el futuro de las 18.900.000 t/año de 1977 hasta estabilizarse en 16.065.000 t/año.

La producción por fábrica deberá pasar de 13.500

t/año a 19.808 t/año y la mano de obra deberá reducirse de 33.820 obreros a 17.000 obreros como cifra "ideal".

En cuanto a cambios de productos y formatos, la tendencia será a disminuir la producción de ladrillo macizo con menos del 15% de perforaciones y aumentar la producción de ladrillos huecos con perforaciones del 40 al 50%.

En lo que atañe al consumo de arcillas, es necesario recalcar la gran introducción en el mercado de otros productos competitivos fabricados con materias primas no arcillosas. Los más importantes son:

#### DESCRIPCION DE LOS MATERIALES COMPETITIVOS

##### FRENTE AL LADRILLO CARA VISTA:

- Ladrillo silicocalcareo
- Bloque de hormigón prefabricado.
- Prefabricados de hormigón.
- Hormigón "in situ" (muros pantalla) .
- Prefabricados ligeros - hormigón metálicos.
- Cantería (artificiales o natural)
- Muros cortina.

##### FRENTE AL LADRILLO TOSCO:

- Bloque de hormigón prefabricado.

##### FRENTE AL LADRILLO HUECO:

- Cerramiento de fibrocemento.
- Panel de yeso prefabricado.
- Panel de madera aglomerada.
- Panel de cartón yeso.
- Hormigón ligero (ytong)(Cámaras de aire).



**GRAN FORMATO:**

- Plavas Ytong.

**FRENTE A LAS BOVEDILLAS:**

- Hormigón "in situ"
- Hormigón pretensado prefabricado.
- Nervometal.
- Piezas de hormigón ligero.
- Piezas de yeso.
- Piezas de porexpán.
- Chapa metálica (perjafor)

**FRENTE A LA TEJA:**

- Cubiertas de hormigón (con lámina asfáltica o plástica)
- Tejas de hormigón ligeras.
- Fibrocemento.
- Pizarra.

Estos nuevos productos se han ido introduciendo en el mercado, aprovechando la ventaja de sus menores costos de mano de obra y de energía, con respecto a los productos cerámicos arcillosos.

Para hacer frente a esta competencia, la lógica evolución de los productos de arcilla cocida será hacia la fabricación de piezas de gran formato, como paneles de fachada de altura de piso y grandes piezas huecas para divisiones interiores. Para cerramientos exteriores se utilizarán bloques perforados de gran aislamiento térmico.

Otras alternativas será disminuir los costos energéticos mediante la sustitución del fuel-oil, que representa un 72% del combustible total consumido, y del gas natural, 10% del total, por otras fuentes de energía como el carbón pulverizado, gas de carbon , energía solar para el secado, residuos urbanos, etc.

Sin embargo, y dado que los problemas técnicos y las inversiones necesarias pueden ser importantes, otro camino sería el tratar de emplear materias primas que ya lleven parte del combustible incorporado en su masa, bien sea añadiendo cantidades de carbón de hasta un 10% o utilizando materiales que por sí mismos contengan materia orgánica suficiente.

El primer caso requeriría una constancia de las características del combustible añadido, además de la imposibilidad de su empleo en cierto tipo de piezas de cara vista. La segunda suposición implicaría encontrar este tipo de materiales a distancias no muy grandes de las fábricas ya instaladas, so pena de perder en el transporte la enenergía ganada en la cocción. De todas formas, con estas dos alternativas los problemas técnicos no desaparecerían y las características tecnológicas, especialmente en ciertos productos, podrían verse afectadas.

CONSUMO DE ARCILLAS POR LA INDUSTRIA DE LADRILLO Y TEJAS

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
BARCELONA	98	2.110.900
7.500 t/año	23	100.000
7.500 a 15.000	30	372.600
15.500 a 30.000	25	567.400
30.000 a 45.000	10	420.000
45.000 a 60.000	6	407.700
60.000	4	243.200
TARRAGONA	10	168.000
7.500 t/año	-	-
7.500 a 15.000	8	67.200
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	2	100.800
LERIDA	46	681.600
7.500 t/año	1	4.200
7.500 a 15.000	19	183.400
15.000 a 30.000	24	426.800
30.000 a 45.000	2	67.200
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
GERONA	30	474.600
7.500 t/año	7	29.400
7.500 a 15.000	9	75.600
15.000 a 30.000	8	134.400
30.000 a 45.000	3	100.000
45.000 a 60.000	2	84.000
60.000	1	50.400
ALICANTE	45	1.071.100
7.500 t/año	12	98.600
7.500 a 15.000	14	220.000
15.500 a 30.000	10	287.000
30.000 a 45.000	5	190.000
45.000 a 60.000	4	275.500
60.000	-	-
CASTELLON	26	534.900
7.500 t/año	5	40.300
7.500 a 15.000	10	135.600
15.000 a 30.000	6	114.000
30.000 a 45.000	3	95.000
45.000 a 60.000	2	150.000
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
ALBACETE	4	145.800
7.500 t/año	2	9.000
7.500 a 15.000	-	-
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	1	60.800
45.000 a 60.000	1	76.000
60.000	-	-
MURCIA	40	1.271.000
7.500 t/año	1	4.600
7.500 a 15.000	5	65.500
15.000 a 30.000	7	166.000
30.000 a 45.000	20	720.000
45.000 a 60.000	7	315.000
60.000	-	-
VALENCIA	68	1.309.500
7.500 t/año	14	100.100
7.500 a 15.000	32	472.000
15.500 a 30.000	12	320.000
30.000 a 45.000	7	218.000
45.000 a 60.000	2	119.200
60.000	1	79.300

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
JAEN	90	1.827.500
7.500 t/año	-	-
7.500 a 15.000	40	340.000
15.000 a 30.000	20	340.000
30.000 a 45.000	15	510.000
45.000 a 60.000	15	637.500
60.000	-	-
CORDOBA	20	135.350
7.500 t/año	10	41.600
7.500 a 15.000	10	93.750
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
SEVILLA	43	1.189.100
7.500 t/año	6	33.800
7.500 a 15.000	4	44.900
15.000 a 30.000	2	65.000
30.000 a 45.000	24	748.800
45.000 a 60.000	7	296.600
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
HUELVA	16	241.500
7.500 t/año	1	4.500
7.500 a 15.000	4	50.000
15.500 a 30.000	11	187.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	1	-
CADIZ	17	469.200
7.500 t/año	1	4.000
7.500 a 15.000	4	62.400
15.000 a 30.000	8	165.000
30.000 a 45.000	2	100.000
45.000 a 60.000	2	137.800
60.000	-	-
MALAGA	13	282.500
7.500 t/año	2	7.500
7.500 a 15.000	5	45.000
15.000 a 30.000	3	75.000
30.000 a 45.000	1	35.000
45.000 a 60.000	1	50.000
60.000	1	70.000

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
GRANADA	22	362.600
7.500 t/año	-	-
7.500 a 15.000	11	102.100
15.000 a 30.000	9	160.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	2	100.500
60.000	-	-
ALMERIA	3	20.000
7.500 t/año	2	9.000
7.500 a 15.000	1	11.000
15.500 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
CACERES	14	160.000
7.500 t/año	5	25.000
7.500 a 15.000	7	80.000
15.000 a 30.000	2	55.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-



PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
BADAJOS	8	100.300
7.500 t/año	2	18.000
7.500 a 15.000	5	60.000
15.000 a 30.000	1	22.300
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
MADRID	68	1.481.800
7.500 t/año	8	40.800
7.500 a 15.000	19	217.000
15.000 a 30.000	27	570.000
30.000 a 45.000	6	216.000
45.000 a 60.000	5	255.000
60.000	3	183.000
TOLEDO	121	1.870.000
7.500 t/año	34	170.000
7.500 a 15.000	23	230.000
15.500 a 30.000	57	1.042.800
30.000 a 45.000	3	109.200
45.000 a 60.000	1	54.000
60.000	3	264.000

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
CIUDAD REAL	29	302.700
7.500 t/año	13	40.900
7.500 a 15.000	6	65.000
15.000 a 30.000	10	196.800
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
CUENCA	3	19.100
7.500 t/año	2	9.100
7.500 a 15.000	1	10.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
GUADALAJARA	4	47.000
7.500 t/año	2	12.000
7.500 a 15.000	1	10.000
15.000 a 30.000	1	25.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
ZARAGOZA	34	500.500
7.500 t/año	9	48.600
7.500 a 15.000	13	163.900
15.500 a 30.000	11	252.000
30.000 a 45.000	1	36.000
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
HUESCA	18	312.400
7.500 t/año	5	22.500
7.500 a 15.000	8	86.200
15.000 a 30.000	2	38.700
30.000 a 45.000	1	48.000
45.000 a 60.000	1	52.000
60.000	1	65.000
TERUEL	12	137.400
7.500 t/año	4	31.800
7.500 a 15.000	8	105.600
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
ALAVA	3	19.000
7.500 t/año	2	9.000
7.500 a 15.000	1	10.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
VIZCAYA	3	51.800
7.500 t/año	-	-
7.500 a 15.000	2	24.200
15.500 a 30.000	1	27.600
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
GUIPUZCOA	2	34.000
7.500 t/año	-	-
7.500 a 15.000	1	11.000
15.000 a 30.000	1	23.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
NAVARRA	18	310.400
7.500 t/año	6	20.700
7.500 a 15.000	6	76.400
15.000 a 30.000	3	66.000
30.000 a 45.000	1	38.400
45.000 a 60.000	2	108.900
60.000	-	-
VALLADOLID	13	270.100
7.500 t/año	4	20.400
7.500 a 15.000	6	69.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	2	96.700
45.000 a 60.000	-	-
60.000	1	84.000
PALENCIA	9	229.200
7.500 t/año	2	10.800
7.500 a 15.000	4	40.800
15.500 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	2	96.000
45.000 a 60.000	-	-
60.000	1	81.600

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
BURGOS	10	154.200
7.500 t/año	2	9.000
7.500 a 15.000	5	62.400
15.000 a 30.000	3	82.800
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
LOGROÑO	28	582.200
7.500 t/año	6	30.800
7.500 a 15.000	8	114.000
15.000 a 30.000	12	351.600
30.000 a 45.000	2	85.800
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
SORIA	12	108.000
7.500 t/año	6	36.000
7.500 a 15.000	6	72.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
SEGOVIA	8	98.200
7.500 t/año	2	11.000
7.500 a 15.000	4	44.000
15.500 a 30.000	2	43.200
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
AVILA	3	25.000
7.500 t/año	2	12.000
7.500 a 15.000	1	13.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
SANTANDER	12	188.100
7.500 t/año	3	16.800
7.500 a 15.000	7	82.800
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	2	88.500
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
LEON	48	631.200
7.500 t/año	23	115.000
7.500 a 15.000	5	55.000
15.000 a 30.000	18	365.200
30.000 a 45.000	2	96.000
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
ZAMORA	11	329.200
7.500 t/año	1	6.500
7.500 a 15.000	1	12.000
15.500 a 30.000	5	120.000
30.000 a 45.000	1	40.500
45.000 a 60.000	3	150.200
60.000	-	-
SALAMANCA	11	238.700
7.500 t/año	3	18.000
7.500 a 15.000	-	-
15.000 a 30.000	6	135.500
30.000 a 45.000	2	85.200
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-



PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
LA CORUÑA	11	233.000
7.500 t/año	9	65.000
7.500 a 15.000	-	-
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	2	168.000
LUGO	13	197.000
7.500 t/año	2	12.000
7.500 a 15.000	5	60.000
15.000 a 30.000	6	125.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
ORENSE	12	182.000
7.500 t/año	5	32.000
7.500 a 15.000	2	25.000
15.500 a 30.000	5	125.000
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-

PROVINCIA	Nº DE INDUSTRIAS	ARCILLA UTILIZADA t.
PONTEVEDRA	19	532.000
7.500 t/año	1	6.000
7.500 a 15.000	7	95.000
15.000 a 30.000	4	85.000
30.000 a 45.000	4	150.700
45.000 a 60.000	2	120.300
60.000	1	75.000
ASTURIAS	7	80.000
7.500 t/año	4	35.000
7.500 a 15.000	3	45.000
15.000 a 30.000	-	-
30.000 a 45.000	-	-
45.000 a 60.000	-	-
60.000	-	-
T O T A L	1.155	21.719.650

Fuente: Hyspalit 1979.

2.- ESTUDIO ECONOMICO DE LAS ARCILLAS DE  
LEVANTE Y SUS SECTORES DE TRANSFORMACION

2.- ESTUDIO ECONOMICO DE LAS ARCILLAS DE LEVANTE Y SUS -  
SECTORES DE TRANSFORMACION.

La región considerada (provincia de Castellón y partes de Valencia y de Teruel), es rica en materiales arcillosos, encontrándose en ella bien representados todos los tipos de arcillas de uso cerámico; solamente las arcillas especiales no ofrecen posibilidades conocidas.

En efecto, existen importantes manifestaciones de las siguientes clases de arcillas:

- a). Caolines, asociados a los niveles arenosos de las facies Weald y Utrillas, en las provincias de Valencia y Teruel.
- b). Arcillas refractarias del tipo fire-clay y ball-clay en niveles del Albiense de la provincia de Teruel.
- c). Arcillas illíticas y arcillas mixtas, illitico-caolín<sub>í</sub>ticas del Cretácico con frecuencia asociadas a niveles arenosos de la facies Wealdense y Utrillas.
- d). Arcillas illíticas frecuentemente carbonatadas y asociadas a niveles arenosos, en las cuencas terciarias de Castellón y Teruel.
- e). Arcillas con propiedades expansivas, pertenecientes al Trias de la provincia de Valencia.

Como consecuencia de esta diversidad de materiales arcillosos se ha desarrollado en la región una importante industria cerámica en sus diferentes ramas, algunas de ellas de gran tradición histórica, que se remontan a épocas musulmanas.

Los principales campos de aplicación cerámicos de la región son:

- a). Revestimientos y pavimentos cerámicos
- b). Cerámica blanca
- c). Ladrillos y tejas
- d). Refractarios
- e). Cementos y áridos ligeros

Desde el punto de vista de consumo de materias primas arcillosas regionales e importancia industrial, merece destacarse, muy por encima de los demás, el subsector de revestimiento y pavimentos cerámicos, donde la producción de la región se puede estimar en un 92% del total nacional.

Este campo de aplicación o subsector cerámico será pues la base del estudio que nos ocupa.

Otro sector importante, por su consumo de arcillas de la región, es el de ladrillos y tejas.

En tercer lugar aparece el subsector de la cerámica blanca, de gran tradición e importancia económi-

ca (elevado valor añadido) y social (alto nivel de empleo) aunque con menor consumo de arcillas de la región.

Por último, cabe citar también a los subsectores de cemento, refractarios y agregados ligeros. El segundo de ellos está muy desarrollado, pero cada vez se consume menos arcillas de la zona, y el último está inmerso en una profunda crisis de mercado y se abastece de arcillas - que en su mayor parte se encuentran fuera de la zona de estudio.

## 2.1. SUBSECTOR DE REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS CERAMICOS

### 2.1.1. Estructura de la producción

Según datos referentes al mes de Abril 1980 suministrados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas, que agrupa a la inmensa mayoría de las empresas españolas del subsector, - el número de empresas de esta actividad en el país asciende a 220, con 230 fábricas o establecimientos industriales y cuya localización es la siguiente:

País Valenciano .....	186
Cataluña .....	26
Castilla .....	8
Andalucía .....	6
Galicia .....	2
Navarra .....	1
Extremadura .....	1

La dimensión de las empresas según el número de trabajadores es la siguiente:

<u>Nº de Trabajadores</u>	<u>Nº de Empresas</u>
Menos de 50 .....	133
De 51 a 100 .....	47
De 101 a 200 .....	24
De 201 a 400 .....	15
Más de 400 .....	1

El volúmen y detalle de empleo es el siguiente:

	<u>Hombres</u>	<u>Mujeres</u>	<u>Total</u>
Empleados	1.760	287	2.047
Obreros	11.263	1.808	13.071
T O T A L...	13.023	2.095	15.118

De acuerdo con dicha Asociación y en lo referente a productos fabricados, pueden considerarse los siguientes grupos:

- A). El grupo más numeroso y con mayor volúmen de la producción está constituido por 187 fábricas de baldosas prensadas esmaltadas en procesos de bicocción, con bizcocho de absorción de agua elevada, utilizadas para revestimiento de paredes (azulejos) o de suelos (pavimentos cerámicos). Dentro de éste grupo hay 5 fábricas de azulejos con soporte o bizcocho blanco (loza -

fina, NIMEXE 69-08-85) y el resto son fábricas de "azu  
lejos" y/o "pavimentos cerámicos" con soporte coloreado  
 (de otras materias cerámicas, NIMEXE 69.08-99) en--  
tre ellas 19 fábricas que producen solamente el sopor-  
te para ser esmaltados por terceros.

Esta producción es de gran tradición en España y de con-  
sumo muy extendido, aunque la mayoría de las fábricas es-  
tén en Castellón y Valencia.

En este grupo el número de fábricas y la capacidad de  
producción ha permanecido estable en los últimos años.  
La producción efectiva ha disminuido, particularmente  
en 1979, debido a la disminución de las ventas en el  
mercado interior y en los de exportación.

Al principio de la década de los 60 las fábricas ini-  
ciaron una renovación de su maquinaria e instalaciones  
y hacia 1975 prácticamente todas disponían del equipo  
que en aquel momento se consideraba moderno: prensas  
automáticas, hornos -túnel para primera cocción, y hor-  
nos-túnel o de canales para segunda cocción. Este tipo  
de proceso sólo admite un grado medio de mecanización  
y su consumo energético es excesivamente elevado, en  
particular tras las últimas elevaciones y escasez de  
combustibles líquidos.

El formato absolutamente predominante es el de 150x150  
mm. y en mucha menor cantidad los de 100x200 mm., --  
108x108 mm y 200x200 mm.



- B). Un grupo mucho menos numeroso y con volumen de producción muy inferior está constituido por 27 fábricas de baldosas extruidas, generalmente no esmaltadas, con absorción de agua media o elevada, utilizadas generalmente para revestimiento de suelos en exteriores de clima suave (baldosin catalán o baldosin roio mate, NIMEXE 69.07-80).

Su producción y consumo son tradicionales y casi exclusivos de las provincias de la costa mediterránea. Solamente una minoría de empresas han abordado su modernización y sólo dos fábricas poseen instalaciones capaces de producir con cantidad, calidad y costos que permitan salir de los mercados tradicionales locales, las restantes llevan una vida estancada y ocasionalmente cierra alguna. El censo de empresas ha disminuido en los últimos años, pero la producción se ha mantenido por obra de las dos fábricas modernizadas, hasta 1979, en que ha habido una baja de ventas. Las instalaciones de estas dos fábricas son comparables a las descritas para el grupo anterior.

En este grupo se producen una gran variedad de formatos, pues el proceso de extruido permite fácilmente cambiar de uno a otro.

- C). Un grupo todavía más reducido está constituido por 16 fábricas de baldosas prensadas, generalmente en proceso de monococción, con soporte de baja absorción de agua y que, por ello, se utilizan generalmente para re-

vestimiento de suelos o de paredes exteriores (pavimentos de grés, NIMEXE 69.08-75). Algunas fábricas con proceso de bicocción venden una parte de su producción sin esmaltar para uso generalmente en suelos exteriores o de establecimientos industriales (pavimentos de grés natural o de grés mate, NIMEXE 69.07-60)

Esta industria es de creación relativamente reciente, prácticamente posterior a 1970. Las fábricas creadas hasta 1975 son de proceso de bicocción, con hornos túneles y con tendencia a transformación por monococción, pero siempre con elevados consumos energéticos y mecanización limitada. Las fábricas posteriores disponen de instalaciones de monococción con hornos monostratos, que permiten un elevado grado de mecanización y tienen bajos consumos energéticos. Este proceso es el más avanzado que actualmente está en uso, pero solamente disponen de él 6 fábricas construidas a partir de 1977.

La producción de este grupo ha sido estable, pero a finales de 1979 se señala un aumento por la entrada en funcionamiento de nuevos hornos.

Los formatos predominantes son los 100x200 mm., 150x150 mm., 200x200 mm. y superiores, con tendencia hacia estos últimos. Los hornos monostratos tienen la gran ventaja de permitir un fácil cambio de formatos.

D). Además de los tres grupos citados, hay un corto número de fábricas con producciones diversas de "grés ca-

talán" esmaltado o no (NIMEXE 69.07-60) y de "baldosa de tierra común" o "pavimentos rústicos" (NIMEXE 69.07-40), éstos últimos de tipo semiartesanal y con producción reducida, de la que no existen datos cuantitativos

A falta de estadísticas oficiales recientes sobre producción y consumo, la Asociación Española de Fabricantes ha elaborado la suya propia, cuyas cifras correspondientes a 1977, 1978 y 1979 son las siguientes:

	<u>Miles de metros cuadrados</u>		
<u>Baldosas no esmaltadas</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
69.07-40 De tierra común	-	-	-
69.07-60 De grés	3.130	2.714	2.375
69.07-80 De otras mat. cerámicas.	8.036	8.058	7.656
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Subtotal .....	11.166	10.772	10.031
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<u>Baldosas esmaltadas</u>			
69.08-75 De grés:			
hasta 250 cm2.	3.670	2.368	2.766
mayores de 250 cm2.	1.018	2.633	3.093
69.08-85 De Loza fina:			
hasta 250 cm2.	4.994	5.113	4.671
mayores de 250 m2.	126	188	292

	<u>Miles de metros cuadrados</u>		
	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
<u>Baldosas esmaltadas</u>			
69.08-99 De otras mat. ceram.:			
hasta 250 cm <sup>2</sup> .	67.008	66.345	59.710
mayores de 250 cm <sup>2</sup> .	10.293	10.355	9.366
Subtotal .....	<u>87.109</u>	<u>87.002</u>	<u>79.898</u>
T O T A L .....	<u>98.275</u>	<u>97.774</u>	<u>89.929</u>

Como se puede observar, la producción ha ido disminuyendo a lo largo del trienio con una bajada importante en el último año. Por otra parte, puede observarse que la producción de grés, así como la de formatos grandes, es minoritaria.

Además del empleo directo, esta industria genera un importante efecto multiplicador en cuanto a inversión y empleo: extracción de arcilla, fabricación de esmaltes y colores, de refractarios, talleres mecánicos de construcción de maquinaria auxiliar y de reparación, fabricación de embalajes de cartón y madera, servicios de transportes y comercialización. En su mayoría estas actividades están situadas en las proximidades de las fábricas y por tanto en condiciones análogas a las mismas.

La utilización de la capacidad de producción es insatisfactoria desde 1974, y tras la reducción de la producción en 1979, está por debajo del 80%.

Castellón es la provincia de mayor producción, ya que con sus 166 fábricas produce alrededor del 80% del total nacional. La producción de la provincia se reparte entre los siguientes centros importantes:

Onda - Alcora .....	70%
Castellón, Villareal, Almazora, Ribesalbes y Bechí .....	25%
Resto de la provincia .....	5%

La segunda provincia en importancia es Valencia, con un 10-12% del total nacional. Su área de mayor producción y donde existe mayor concentración de fábricas es --- la zona de Manises.

En el resto de España cabe mencionar como zonas productoras La Bisbal (Gerona), y algunas otras en las provincias de Barcelona, Madrid y Jaén.

### 2.1.2 Mercado

En 1978 las ventas totales estimadas alcanzaron los 88 millones de m2. con una valoración de 22.500 millones de pesetas. En la actualidad cerca de un 30% de las ventas corresponden a exportación.

El comercio exterior de los últimos años, de acuerdo con las Estadísticas de la Dirección General de Aduanas, es el siguiente:

COMERCIO EXTERIOR DE BALDOSAS CERAMICAS

	IMPORTACION		EXPORTACION	
	t.	Miles de Pts.	t.	Miles de Pts.
Baldosas no esmaltadas (PA.69.07)				
1978	8.141	131.466	35.558	350.681
1979	11.993	180.288	40.938	453.780
Baldosas esmaltadas (PA.69.08)				
1975	15.491	635.875	205.486	3.261.655
1976	17.022	527.658	225.032	3.756.990
1977	20.402	710.257	256.553	5.055.160
1978	28.396	1.083.852	224.950	5.182.993
1979	60.260	2.096.655	231.239	5.716.466

Las cifras correspondientes a las baldosas no esmaltadas se refieren solamente a 1978 y 1979 porque su producción y consumo son muy inferiores y, por otra parte, su evolución es más estable.

El comercio con la C.E.E. durante el mismo periodo está reflejado en el cuadro siguiente:

COMERCIO CON LA C.E.E.

	IMPORTACION		EXPORTACION	
	t.	Miles de Pts.	t.	Miles de Pts.
Baldosas no esmaltadas (PA. 69.07)				
1978	7.823	120.886	19.977	184.505
1979	11.900	176.903	25.552	251.246
Baldosas esmaltadas (PA. 69.08)				
1975	15.175	468.921	81.941	1.286.164
1976	16.285	515.572	104.668	1.772.593
1977	19.496	669.576	112.931	2.258.995
1978	27.412	1.039.865	91.486	2.240.897
1979	59.574	2.076.868	79.991	2.102.345

En las cifras anteriores se aprecia claramente que las importaciones españolas proceden casi exclusivamente de la C.E.E., mientras que las exportaciones con ese destino disminuyen desde 1977, tanto en volumen absoluto como en relación con el total exportado.

En el comercio total se observa que hasta el año 1977, tanto las importaciones como las exportaciones siguen un ritmo de crecimiento moderado similar, pero a partir de 1978 y hasta finales de 1979, las exportaciones disminuyen alrededor de un 10%, mientras que las im--

portaciones se multiplican por tres.

Una de las explicaciones, entre otras, del deterioro sufrido por el comercio exterior de productos es maltados en los dos últimos años puede residir en el hecho de que mientras la C.E.E. ha mantenido prácticamente constantes sus precios (34.813 Pts/t. en 1977 y 34.790 Pts/t. en 1979), los productos españoles se han apreciado en un 20% (19.704 Pts/t. en 1977 por 24.721 Pts/t. en 1979).

Aunque la balanza comercial sigue presentando un saldo ampliamente favorable a España, éste se ha vis to recortado de una manera importante en los dos últimos años representando las importaciones un 36,6% del valor exporta do. La razón de este deterioro hay que buscarla en nuestros intercambios con la C.E.E., cuyas ventas a nuestro país, que se han multiplicado por tres en el último trienio, han equi librado ya prácticamente la balanza comercial, mientras que los restantes mercados han experimentado ligeras variaciones. Quizás una excepción esperanzadora sea el mercado esta dounidense, donde se están experimentando importantes lo-- gros, gracias a la campaña de promoción del azulejo español que se está realizando en ese importante mercado.

Esta pérdida de competitividad es achacable - según la Asociación Nacional de Fabricantes a dos factores principalmente: A la dependencia tecnológica y al encarecimiento de la mano de obra española, con respecto a la eu ropea, y en especial a la italiana, que es nuestro máximo competidor y suministrador (95% de las importaciones espa ñolas).



Hasta hace unos años la industria azulejera española se apoyaba en una ventaja relativa en cuanto a coste de mano de obra. Esto la permitió acceder a una especialización de su producción en el revestimiento 15 x 15 cm. que progresivamente fueron abandonando los productores italianos. Sin embargo, en los últimos años la situación ha cambiado como consecuencia de la elevación de las rentas salariales y de las cargas sociales en nuestro país en relación con la productividad, que ha dado lugar a un equiparamiento con el coste de la industria italiana, por el mismo concepto. Esta última se ha orientado hacia formatos mayores y a productos de grés de mayor valor añadido y que permiten un mayor grado de automatización.

Pero donde la situación se decanta sensiblemente en favor de las empresas italianas es en lo referente al coste de los bienes de equipo que, como consecuencia de la dependencia tecnológica de Italia, son importados a precios superiores, y que junto con los costes de transporte, arancel, instalación y mantenimiento resultan encarecidos al rededor de un 30% con respecto a los mismos equipos en Italia.

Esta situación no ha podido ser aliviada por la profunda recesión del mercado interior, que permanece desde agosto de 1974, como consecuencia de la crisis de 1973.

Esta recesión alcanzó particular gravedad durante el primer semestre de 1975, con una caída espectacular de los precios de algunos productos.

Para ajustarse a la nueva situación se produjo una disminución del ritmo de producción, el retraso de las ampliaciones iniciadas y la paralización de las inversiones encaminadas a conseguir un mayor grado de automatización.

Sin embargo, esta caída de la demanda interna fue el revulsivo para una salida decidida, ya anteriormente iniciada, a los mercados exteriores, con unos resultados positivos que se pueden tachar de espectaculares en el segundo semestre de 1975, coincidiendo con los peores momentos de la crisis del consumo interior. Este hecho, junto con la disminución de la oferta de azulejos para revestimiento, como consecuencia de la ampliación del mercado del pavimento cerámico, posibilitó una ligera recuperación del sector.

Esta situación de equilibrio, que incluso - permitió reemprender algunas inversiones, se desnivela a - partir de 1978, con la pérdida progresiva de los mercados europeos y lo que es mas grave, la introducción acelerada en el mercado interior de ciertos productos por parte de Italia.

Resumiendo, la industria azulejera española no sólo ha sido tecnológicamente siempre dependiente de la italiana, sino que lo ha sido de una manera desfasada. Estos dos obstáculos fueron fácilmente solventados mientras duró el gran desarrollo de la construcción y la alta competitividad de la mano de obra en España. Todo esto permitió

el desarrollo floreciente de esta industria al amparo de un mercado interno en expansión e incluso el asomo a los mercados europeos.

La creciente competitividad de algunos productos españoles, especialmente los azulejos 15 x 15 cm. decidió a los italianos a la reducción de costos mediante la automatización de sus fábricas, lo cual les llevó forzosamente a la producción de formatos mayores y a la apertura de mercados para sus productos de grés, incluso en revestimiento, buscando siempre la fabricación de productos de mayor valor añadido y mostrando siempre una especial atención a los diseños.

Cuando la industria española quiso tomar -- ejemplo y estaba dispuesta a realizar las inversiones necesarias para reducir los costos, cada vez más importantes, de su mano de obra, aconteció la gran crisis de la construcción y la consiguiente caída de la demanda interna, que fué paliada en parte por una introducción más agresiva en los mercados exteriores. Sin embargo, esto no fué suficiente para permitir completar la automatización iniciada. La consecuencia ha sido un progresivo deterioro de nuestro mercado europeo -- sin grandes avances en el resto del mercado exterior, excepto E.E.U.U., y una peligrosa introducción de los productos italianos en el mercado interior. Pese a las barreras arancelarias estos productos pueden alcanzar en 1980 una cuota del mercado español superior al 25%, precisamente en aquella parte del mismo que demanda productos más elaborados y de mayor valor añadido.

Ante esta situación el subsector se defiende dando marcha atrás en la diversificación de productos y formatos y replegándose en la producción del 15 x 15 cm.

### 2.1.3. Perspectivas de mercado, producción y tecnología

La situación actual puede verse agravada con la aparición de nuevas fábricas en terceros países, orientadas a la producción de azulejos (especialmente 15 x 15 cm.) que es precisamente el producto comercial base español, pues supone el 80% del total de revestimiento y el 54,2% de total de producción.

Esto, junto con los elevados costos de fabricación, consecuencia de la no completa renovación tecnológica, ha provocado la iniciación, por parte de los fabricantes españoles, de la reconversión de sus industrias para la fabricación de productos de mayor valor añadido y de fácil automatización especialmente grandes formatos y grés, aprovechando el comienzo de un nuevo ciclo tecnológico con los modernos procesos de monococción.

Sin embargo, la ventaja italiana en esta nueva etapa es otra vez importante, pues a su avance tecnológico en materiales y equipos se une un precio más favorable de la termia de gas natural, un menor precio de los colorantes y esmaltes especiales y una "imagen" ya creada en los mercados exteriores a través de una amplia gama de formatos y calidades de productos, donde no ha tenido competencia hasta ahora.

Para superar la dependencia tecnológica italiana (100% en la maquinaria fundamental y 70% en la auxiliar), se ha creado la sociedad promotora TECERSA con ayuda oficial, para el desarrollo de una tecnología nacional, cuyo principal objetivo es la construcción de un horno de monococción monoestrato, cuya puesta a punto está ultimándose. Sin embargo, la experimentación del prototipo, su fabricación en serie e instalación en un número significativo de empresas requerirán un periodo de cinco años como mínimo.

Este tipo de hornos, al no tener soportes refractarios, permite una gran flexibilidad de formatos, elevado grado de mecanización y es muy adecuado para la fabricación de grés. Su mayor ventaja con respecto al proceso de bicocción tradicional en horno-túnel es el considerable ahorro energético. En efecto, mientras en un proceso de bicocción el consumo energético puede llegar a ser de 700 Kcal/Kg. en primera cocción y 900 Kcal./Kg. en segunda cocción, oscilando el consumo total entre 1200-1600 Kcal/Kg., en el proceso de monococción puede ser reducido a la mitad.

Esto es muy importante en este tipo de industria de gran consumo energético que se puede estimar para 1979 en unos 160.000 t. de fuel-oil equivalente, de las cuales 130.000 t. corresponderían a la fabricación de productos de pasta porosa roja esmaltados por bicocción. Este cálculo se ha realizado en función de los metros cuadrados producidos de los distintos productos y formatos y de la estimación del consumo por kilogramo de cada uno de ellos,

teniendo en cuenta los distintos procesos. Como se puede deducir el cálculo sólo puede ser aproximado, pues en los datos de producción los formatos sólo vienen desglosados en superiores o inferiores a  $250 \text{ cm}^2$  y, por tanto, es dificultoso averiguar los respectivos pesos equivalentes. Por otra parte tampoco se desglosan cuantitativamente los productos según los distintos procesos, lo cual es importante a la hora de averiguar el consumo energético por kilogramo de producto.

En el caso de productos porosos de pasta roja esmaltados (NIMEXE 69.08-99) se ha considerado que los formatos hasta  $250 \text{ cm}^2$  equivalen a 0,25 kgs., que los superiores a  $250 \text{ cm}^2$  a 0,8 Kg., y que el proceso seguido es el de bicocción en horno-túnel, con un consumo de 1.500 Kcal. por Kg. de producto.

El proceso de monococción ha de estar preferentemente orientado a la fabricación de productos de baja porosidad, debido a que la descomposición de los carbonatos y materia orgánica inciden de una manera perjudicial en la superficie esmaltada.

Los productos esmaltados de monococción, mientras la tecnología futura no lo permita, han de ser productos lisos o con escasa decoración, pues ésta obliga a la utilización de esmaltes de mayor temperatura, es decir sin plomo, e impide utilizar técnicas decorativas como la serigrafía.

Éstos inconvenientes los suplen los productos de grés con las siguientes propiedades: a) Menor absorción, b) mayor dureza, c) mayor resistencia a la flexión, a la abra

sión, a la corrosión, a la helada, a la expansión por humedad, etc. d) mayor refractariedad, e) permiten mayores formatos y menores espesores, con gran repercusión en el transporte y el consumo energético.

De todo lo anterior se deduce que el proceso de monococción es muy interesante para la fabricación de pavimentos cerámicos y revestimientos exteriores de grés o semigrés, aunque, y gracias al prestigio comercial alcanzado más que por su valor de uso, se comercializan también como revestimientos interiores en sustitución de los azulejos clásicos de pasta porosa, cuando no es esencial el efecto decorativo.

Las inversiones necesarias para el proceso de monococción se pueden estimar en unos 300 Mpts. por línea (2.000 m<sup>2</sup>/día de capacidad). Si bien para productos de muy baja porosidad ésta puede representar del orden de los 500-600 Mpts.

En la actualidad son unas seis las empresas que poseen un sistema de monococción avanzado para la fabricación de grés. Algunas otras están a la espera del suministro de gas natural, ya aprobado y que entrará en servicio a finales de año, y un buen número está pendiente de los ensayos del horno monoestrato de tecnología española, cuyos primeros resultados se esperan para principios de 1.981.

Existe pues una voluntad clara de afrontar la transformación y modernización de las instalaciones para reducir costos, ahorrar energía y producir formatos medianos

y grandes y baldosas de grés, que son los que consumen los principales mercados en la actualidad. Sin embargo, no son muchas las empresas con una situación financiera suficientemente saneada, después de cinco años de crisis, como para afrontar las inversiones necesarias a corto plazo. Tampoco están en condiciones actualmente de adaptarse al "acquis" comunitario en materias como política energética, política social, protección del medio ambiente, etc. Parece por tanto que uno de los caminos a seguir es la creación de grupos de empresas con la suficiente envergadura como para afrontar dichas dificultades.

#### 2.1.4. Materias primas

La materia prima utilizada en la fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos son casi exclusivamente (92-95%) arcillas naturales de la región y pequeñas cantidades optativas de arcillas calcinadas (chamota) que no suelen sobrepasar el 8%.

Lo más frecuente es utilizar mezclas de varios tipos de arcillas para conseguir la composición adecuada, según el producto que se desea fabricar y el proceso seguido. Por lo general, en las mezclas se suelen utilizar dos o tres tipos de arcillas, aunque no es anormal el empleo de cinco y más arcillas distintas.

Los centros productores más importantes son los siguientes:

- A) Zonas de Onda (Sichar) - Alcora  
(Mas-vell), Araya, S. Juan de



- Moró (carbonatada) y Adzaneta... 50% de la producción
- B) Zonas de Geldo-Segorbe (Castellón), Villar del Arzobispo, Chulilla, Huiguernela, Pedralba y Turis (Valencia) ..... 35% de la producción
- C) Zonas de Cortes de Arenoso - (Castellón), Castillo de Villamalefa (Castellón), Mora de Rubielos, Galve, Manzaneda, Sta Eulalia, Puebla de Vallbona (Teruel), Los Calpes (Castellón), y otros de la provincia de Teruel, Castellón y Tarragona.... 10% de la producción

Algunas de las mezclas más frecuentemente utilizadas con estas arcillas, así como la composición química de algunas de ellas, que nos han sido suministradas por los fabricantes y técnicos de la región, son las siguientes:

Productos Porosos	$\left\{ \begin{array}{l} A (50\%) + B (40\%) + C (10\%) \\ A (40\%) + Chulilla (60\%) \\ A (50\%) + Chulilla (60\%) + Villar (20\%) \\ A (40\%) + Chulilla (40\%) + Geldo, Castillo, Cortes \\ \text{o Villar (20\%)}. \end{array} \right.$	
Productos de grés y semigrés		
		$\left\{ \begin{array}{l} A (40\%) + B (60\%) \\ Villar (60\%) + S. Juan de Moró (illíticas) (40\%) \\ Villar (85\%) + Caolín Bruto (15\%) \end{array} \right.$

ANALISIS QUIMICOS DE ARCILLAS UTILIZADAS

ARCILLA		P.C.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>3</sub>
Castillo de Villamalefa	(x)	3,73	58,6	19,6	7,05	0,9	0,41	1,68	0,30	5,74	
Chulilla	(x)	8,46	56,4	18,1	6,52	0,9	1,93	2,87	0,42	4,41	
Mas Vell (Alcora) (1)	(x)	13,39	40,13	13,52	4,80	0,32	21,43	2,12	0,71	3,71	27,25
Villar	(x)	7,17	63,69	10,28	6,01	0,49	5,29	1,73	0,65	4,08	7,72
Higueruelas	(x)	6,10	53,44	20,25	8,74	0,87	3,17	1,62	0,71	4,93	1,10
Geldo II		6,00	52,19	24,10	8,34	0,80	0,46	1,99	0,38	6,00	3,39
Cortes	(x)	4,84	67,60	12,70	6,27	0,49	1,98	0,90	0,78	3,89	4,32
Mas Vell (Alcora) (2)	(x)	15,22	42,93	10,38	4,67	0,42	20,18	2,20	0,76	3,32	25,5
Araya		23,51	31,57	14,11	4,63	0,50	22,30	1,35	0,14	2,55	46,65
Segorbe		21,50	26,93	11,97	4,84	0,59	22,48	10,53	0,07	0,95	38,9
Vallbona		5,91	58,88	18,66	8,80	0,62	1,91	1,20	1,45	3,31	2,50
Sichar	(x)	16,11	40,34	15,93	5,13	0,52	14,13	2,66	0,33	4,01	
Geldo (1)	(x)	11,35	47,62	22,85	6,01	0,56	4,65	2,60	0,51	3,20	
Geldo (2)	(x)	10,48	48,46	23,92	5,41	0,72	4,82	2,10	0,16	3,80	
(x) Arcillas mas utilizadas		10-14 %	45-55 %	13-23 %	4-8 %	0,3-0,8 %	7,15 %	1-3 %	0,1-1 %	3-4 %	15 %

Utilización de damota 5-8%

Fuente: Industrias Alcorenses Confederadas, S.A. - ALCORA (Castellón).

ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE ARCILLA UTILIZADAS EN AZULEJOS

	S.J. Moró	S.J.Moró (semigrés)	S.J.Moró	S.J.Moró	Adzaneta	Adzaneta
SiO <sub>2</sub>	33,58	60,22	30,03	60,18	50,18	57,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,74	19,40	7,48	19,03	18,08	22,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	7,69	3,63	7,18	5,30	3,80
CaO	29,40	1,79	29,60	2,85	7,60	1,43
MgO	0,77	0,84	0,75	0,89	1,33	1,11
Na <sub>2</sub> O	0,32	0,35	0,31	0,46	0,27	0,30
K <sub>2</sub> O	2,56	4,95	2,32	3,66	6,46	6,72
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,87	0,53	0,81	0,79	0,65
MnO	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02
Pérdida por caln.a 1000º.....	25,38	4,64	25,99	5,38	10,05	6,70
	100,84	100,75	100,63	100,48	100,08	100,37
Co <sub>3</sub> <sup>=</sup> (CaCO <sub>3</sub> )	51,6	3,00	52,00	4,20	13,10	2,90
SO <sub>4</sub>	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	3,20	Inapreciable	Inapreciable
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,42	5,25	6,79	5,35	4,69	4,34
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O	7,32	4,18	5,18	4,31	3,95	3,92
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,62	20,73	21,91	22,20	25,07	39,95

ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE ARCILLA UTILIZADAS EN AZULEJOS

	Araya	Onda	Onda	Onda	Onda	Alcora
SiO <sub>2</sub>	31,13	61,52	28,25	43,70	31,14	51,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,29	16,56	11,70	14,99	13,36	10,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,24	5,80	3,75	4,84	4,39	2,94
CaO	22,78	1,44	27,05	13,20	23,64	15,45
MgO	1,72	1,68	1,21	2,50	1,36	1,08
Na <sub>2</sub> O	0,16	0,18	0,22	0,26	0,20	0,77
K <sub>2</sub> O	3,83	6,40	2,93	4,48	3,67	3,10
TiO <sub>2</sub>	0,62	0,62	0,28	0,56	0,26	0,49
Mn O	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
Pérdida por calcin.a 1000º	21,75	5,34	24,52	15,03	21,70	13,87
	100,55	99,57	99,95	99,60	99,76	99,80
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (CaCO <sub>3</sub> )	40,20	7,50	47,30	22,10	38,50	26,80
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	indicios	indicios	indicios	inapreciable.	indicios	indicios
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,68	6,28	4,03	4,93	3,94	8,58
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,09	5,13	3,39	4,08	3,26	7,24
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,44	28,09	19,95	23,91	18,78	46,70

Fuente: A. Escardino Bulloch et al. B.S.E.Ć.V. Vol. 17 núm. 5 (1.978)

ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE ARCILLA PARA AZULEJOS

	Segorbe	Geldo I	Geldo II	Segorbe	Segorbe	Segorbe	Altura	Altura	Altura
SiO <sub>2</sub> .....	49,43	43,12	51,39	42,01	55,49	42,70	59,26	59,34	61,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	21,01	24,73	20,62	19,35	18,79	23,37	16,56	18,52	16,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,10	5,09	6,23	6,08	5,06	6,12	7,71	7,66	6,88
CaO.....	3,35	7,25	5,42	11,06	6,87	10,10	3,07	2,08	1,51
MgO.....	2,48	2,11	2,73	3,07	1,59	2,06	2,51	2,58	2,76
Na <sub>2</sub> O.....	0,45	0,31	0,36	0,42	0,27	0,30	0,27	0,41	0,46
K <sub>2</sub> O.....	5,42	4,94	6,16	5,29	3,39	3,59	4,73	4,10	5,83
TiO <sub>2</sub> .....	0,85	1,06	0,65	0,70	0,59	0,65	0,76	0,62	0,99
MnO.....	0,03	0,04	0,11	0,18	0,03	0,05	0,06	0,03	0,03
Pérdida por cal- cinación a 1000°C	10,80	11,85	6,78	12,11	8,10	11,67	4,77	4,59	3,50
	100,92	100,50	100,45	100,27	100,18	100,61	99,70	99,93	100,31
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (CaCO <sub>3</sub> )....	9,30	10,40	7,80	17,10	8,90	13,50	5,60	3,00	< 0,50
SO <sub>4</sub> .....	Inaprec.	Indicios	Inaprec.	Inaprec.	Indicios	Indicios	Indicios	Inaprec.	Indicios
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,99	2,96	4,23	3,69	5,02	3,10	6,08	5,44	6,35
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,27	2,60	3,53	3,05	4,25	2,64	4,66	4,28	4,99
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18,43	22,44	21,84	18,30	29,04	18,48	20,35	20,51	23,79

Fuente: A. Escardino Beulloch et al. B.S.E.C.V. núm. 2 (1.977)

La producción total de arcillas en la región puede estimarse alrededor de 1.500.000 toneladas. Esta cantidad es sensiblemente aproximada a las cifras de consumo, lo cual corrobora la escasa o nula importancia de los stocks a pié de explotación.

El número de explotaciones es difícil de precisar con exactitud, ya que muchas tienen un carácter intermitente, tienen una producción mínima o producen más de una sustancia.

Según datos obtenidos de las Jefaturas de Minas de Valencia y Castellón el número de explotaciones de arcilla, con planes de labores aprobados en 1979 - 1980 - son alrededor de 70, de las cuales algo más de 40 se localizan en Castellón y el resto, unas 25, en Valencia. A estas últimas hay que añadir de un 60 a un 80% de las 70 explotaciones registradas como explotaciones de caolín (arenas caoliníferas) pero que producen solo arcilla o arenas caoliníferas y arcillas indiferentemente.

La inmensa mayoría de las explotaciones tienen de 1 a 3 obreros, siendo 2 el número más frecuente, y son muy escasas las que sobrepasan los 5 obreros. Todas las explotaciones son a cielo abierto y, por lo general, un obrero se encarga del arranque y carga y otro del transporte del estéril a escombreras.

A continuación se describen las principales características de las distintas zonas productoras.

a) Zona de Onda-Alcora

Esta zona, con cerca de 30 explotaciones, produce alrededor del 50%, unas 3.000 t/día, de las arcillas consumidas por el subsector en la región.

Estas arcillas son la materia base para la fabricación de productos de pasta porosa, principalmente azulejos, debido a su alto contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  (20-40%), que al descomponerse deja el bizcocho poroso ( $E > 10\%$ ) para que absorba rápidamente el agua del esmalte permitiendo una reducción de la cadena y una mayor decoración. Por otro lado, el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  disminuye el punto de fusión, y el desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , cuando es uniforme, contribuye a equilibrar la contracción de vitrificación y, por tanto, a la estabilidad dimensional del producto y al menor número de roturas. No obstante, el contenido de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de estas arcillas resulta demasiado alto (en algunas zonas como la de Araya puede ser superior al 40%) pues cuando se sobrepasa el 15% de  $\text{CaO}$  el producto es demasiado poroso, el consumo de esmalte puede ser excesivo y, si el tamaño de grano no es lo suficientemente fino o la distribución no es homogénea, se producen defectos texturales corriéndose el riesgo de aparición de "centros de caliche" en el bizcocho que pueden romperlo al expansionarse con la humedad. Para rebajar el contenido en carbonatos, así como para aumentar su plasticidad, es necesario mezclarlas con otras arcillas en proporciones próximas al 50%.

Las arcillas de la zona de Onda-Alcora son -

arcillas miocenas, poco plásticas, con intercalaciones de bancos de areniscas y algunos conglomerados. Existe una gran concentración de explotaciones, estando la mayoría situadas en los términos de Onda, con 18 explotaciones, y de Alcora, que tiene más de 8. El minifundio de concesiones existente hace que las explotaciones no se realicen de una forma racional, lo que ha llevado a relaciones estéril/mineral muy elevadas, como consecuencia de una explotación en profundidad excesiva, motivada en parte por las pequeñas dimensiones de las concesiones y en muchos casos por la mala situación de las escombreras. La no existencia de contratos de suministro a largo plazo (muchas de las canteras no son suficientes para abastecer con regularidad a una fábrica de ciertas dimensiones) influye negativamente en la regulación de la calidad del suministro, como consecuencia de una escasa selección de la arcilla en los frentes de explotación.

La gran ventaja de estas arcillas es su proximidad a los principales centros de fabricación, por lo que a pesar de tener un precio sobre camión (200 pts/t) relativamente elevado con respecto a las de otras zonas productivas, la escasa influencia del transporte (de 10 a 50 pts/t a las fábricas de Onda-Alcora) hace que su precio final resulte menos gravoso.

Los recursos de la zona no han sido estimados y, aunque desde el punto de vista geológico pueden ser suficientes como para no tener problemas de abastecimiento a medio plazo, estos pueden surgir de seguir con -



el actual minifundio minero. Se desaprovecha una gran cantidad de los recursos por mala situación de las escombreras, espacios muertos entre concesiones, caminos de accesos, etc. Esto lleva a una reprofundización excesiva de las canteras, algunas de las cuales están al límite de seguridad, y a unas relaciones estéril/mineral excesivas para este tipo de materiales, con el consiguiente incremento de los costos de explotación.

El establecimiento de un coto minero en la zona podría llevar a un aprovechamiento integral de los recursos, incluidas las arenas, y a la realización de acuerdos perdurables entre productores y consumidores que permitan una mayor garantía de suministros y mejor control de la calidad de los materiales.

b) Zona de Geldo (Segorbe).

Son también arcillas del Terciario con un 3-15% de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , de grano fino, con poca sílice y bastante plásticas. Van asociadas a arenas y yesos y presentan importantes contenidos en materia orgánica. Estos dos últimos aumentan en profundidad, al igual que la presencia de sulfuros. Se trata de una zona muy explotada y de la que una buena parte corresponde a concesiones de Hullas de Coto Cortés, que ha permitido su explotación.

Existen 3 explotaciones, de las cuales una está actualmente suspendida por problemas de seguridad. La producción podría estimarse en 400 t/día a un precio -

de 350 - 400 pts/t en cantera al que hay que añadir un canon de 100 pts y una incidencia del transporte a Onda-Alcora entre 200 y 250 pts/t.

La arcilla de Geldo ha sido tradicionalmente considerada como la arcilla cerámica por excelencia para la fabricación de los productos cerámicos de la región; sin embargo, su intensiva explotación, junto con la pérdida de calidad en profundidad, han obligado a diversificar las fuentes de suministros y hoy en día ha perdido importancia.

El problema del minifundio minero es aquí también importante. Las concesiones son pequeñas y obligan a desarrollar las explotaciones en profundidad, que en algunos casos supera los 50 m con un solo tajo.

Al ritmo de explotación y condiciones actuales, las canteras pueden tener una vida máxima de 10 años, pues las condiciones de seguridad no permiten aumentarla.

La investigación de nuevas zonas en esta área se podría realizar conjuntamente con Hullas de Coto Cortés, que ya ha realizado investigaciones en la zona, y que pudiera estar interesada al aparecer en las canteras niveles guías que indican posibilidades de la zona para energéticos.

c) Zona de Villar del Arzobispo.

La mayoría de las concesiones de esta --

zona son concesiones para caolín. Una gran parte explotan arenas caoliníferas y venden o permiten la extracción de los niveles de arcillas intercaladas, aunque existen también explotaciones de arcillas únicamente.

El número de canteras es bastante grande, pero los suministros son 8 ó 10 y bastantes de ellos son los mismos que los de la zona de Chulilla.

Son arcillas cretácicas, principalmente de la facies Weald, bastante plásticas, aunque menos que las de Geldo. Sus principales inconvenientes son los altos contenidos en sílice libre y hierro. El primero produce roturas, sobre todo en la segunda cocción y en especial en los hornos de canales, que son más cortos y con curva de cocción menos regulable. Este efecto debido al cambio de cuarzo  $\alpha$ - $\beta$ - $\alpha$  es muy perjudicial, si se tiene en cuenta que la 2ª cocción en horno de canales se realiza con cerca de un 50% del total de la producción. La existencia de núcleos de hierro puede dar lugar a reacciones perjudiciales con el esmalte, si no está totalmente oxidado en primera cocción, y por eso hay que emplear una atmósfera muy oxidante en el horno.

Sus ventajas principales son la plasticidad y su resistencia a la flexión en crudo y cocido. Se emplean por tanto para comunicar a las pastas dichas propiedades y disminuir carbonatos en las mezclas, ya que su contenido no suele sobrepasar el 2%. La baja porosidad alcanzada con estas arcillas illito-caoliníticas hace que -

sean extensamente empleadas como arcillas bases en la fabricación de grés y semigrés.

El precio de estas arcillas, al no cobrarse ningún tipo de cánon y estar consideradas en bastantes - casos como subproducto, es reducido - entre 100 - 120 pts/t. Sin embargo, la incidencia del transporte a la zona de Onda Alcora resulta elevado (300-350 pts/t).

La producción de esta zona podría situarse en unas 600 t/día. Las reservas no están estimadas, pero según datos recogidos se pueden considerar como importantes.

d) Zona de Chulilla.

Se trata de una zona de producción relativamente reciente, 3 ó 4 años, que surgió como alternativa - a las arcillas de Villar.

Sus características geológicas son parecidas, pues se tratan de arcillas del Wealdense fundamentalmente. Su comportamiento es sin embargo distinto, ya que - son algo menos plásticas, con menor cantidad de sílice libre y el hierro contenido está en forma de siderita, que - es menos perjudicial que en forma de óxidos y sulfuros. - Por otra parte, las arcillas de Chulilla contienen también porcentajes de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  del 3 al 6% aproximadamente.

Existen de 7 a 8 productores que explotan en numerosos puntos de la zona. 3 ó 4 de ellos son empresas

consumidoras, siendo de los pocos sitios donde el fabricante es productor de materias primas.

La producción puede estimarse en unas 1500 t/día y el precio en cantera es de unas 200 pts/t., al que hay que añadir 40-50 pts/t de cánon al dueño del terreno, - con una incidencia del transporte a la zona de Onda-Alcora de unas 300 a 350 pts/t.

El tratarse de una zona relativamente nueva, y por tanto poco explotada, ha favorecido la rápida -- apertura de nuevos frentes de explotación en cuanto surgían las menores dificultades. Debido a que son capas de 3 a 5 m de potencia, con cierto buzamiento (20º) y con intercalaciones de areniscas y conglomerados, las explotaciones no han profundizado mucho y sólo ha sido arrancado el material más fácil.

Todas estas circunstancias han creado un cierto confucionismo en cuanto a la solicitud de concesiones, que puede restar posibilidades a la zona y, aunque las reservas parecen ser importantes, su explotación racional y económica pudiera verse dificultada en el futuro.

e) Otras zonas productivas.

Entre estas zonas productivas de menor importancia que las anteriores se pueden citar las zonas de Cortés de Arenoso y Castillo de Villamalefa, en la provincia de Castellón. Se tratan de arcillas cretácicas rojas -

con niveles de areniscas y conglomerados con potencias importantes, superiores a los 10 m.

Por ser bastante arenosas se utilizan para desgrasar y aumentar la resistencia a la flexión en cocido, al mismo tiempo que para abaratar la mezcla, pero nunca serán una arcilla base.

Su mayor inconveniente es la abrasividad - sobre los molinos y prensas.

Su precio, unas 160 pts/t, no resulta muy elevado a pesar de pagar un cánon adicional de unas 60 pts. Las 150 a 180 pts/t que supone el transporte a la zona consumidora de Onda-Alcora tampoco resulta excesivo.

La producción es pequeña y se puede estimar en unas 20.000 t/año, por lo que a este ritmo no parece puedan existir problemas de reservas.

Existen otros centros productores que se sitúan entre las provincias de Castellón y Teruel, tales como Los Calpes, Mora de Rubielos, Olba, Manzaneda, Sta. Eulalia, Puebla de Vallbona, etc. que son relativamente nuevos y con buenas posibilidades por calidad, reservas y fácil -- explotación.

La mayoría de ellos explotan arcillas bastante plásticas con poca sílice libre y contenido en carbonatos variable del 0-20%. Con tales características podrían servir de arcilla base.

Los centros de mayor producción son los de Mora y Galve con unas 200 t/día cada uno. En la misma cantidad se puede cifrar la producción total del resto. El número de explotaciones es de 1 por cada lugar.

El precio medio por tonelada es de unas 200 pts., excepto en Galve, que debido a las buenas condiciones de explotación y para compensar la mayor incidencia del transporte, es de unas 100 pts/t a pié de camión.

El transporte desde Puebla-Mora- Los Calpes-Olba representa unas 300 pts/t., cantidad que se eleva a 350 y 550 pts/t para las zonas de Sta. Eulalia y Galve respectivamente.

En su conjunto se trata de unas áreas prometedoras para investigar.

Otra zona que ha empezado a comercializar arcillas es la de Useras (Castellón), a unos 20 km. de Alcora, donde se explotan arcillas apizarradas. Aunque son muy poco plásticas, llevan contenidos importantes de sílice libre y son bastante abrasivas, comunican a los productos cocidos buena resistencia a flexión y sobre todo están muy próximas a las zonas de consumo y sirven para abaratar las mezclas.

También cabe citar la zona de S. Juan de Moró, muy próxima al núcleo consumidor. Aquí además de arcillas carbonatadas aparecen arcillas del Buntsandstein, de naturaleza illítica, con sílice libre y pequeños guijarros que dan problemas de molienda. Estas arcillas son utilizadas para gres y su producción se puede estimar en 100 a 150 t/día.

Esta arcilla puede comercializarse bien en el futuro gracias a una instalación de atomización junto con otras arcillas como la de Galve, y cuyos consumos es de esperar que aumenten dada la proximidad a fábrica.

- - o - -

Aparte de todas estas arcillas utilizadas para la fabricación de pastas rojas, existen en la zona algunas fábricas de cierta importancia que fabrican productos de pasta blanca y que consumen arcillas del tipo ball-clay de la zona de Alcañiz y de importación.

No queremos terminar este apartado de materias primas sin mencionar el problema de suministro de agua que existe en algunos centros de producción, especialmente en Alcora.

El consumo de agua se puede estimar en un 7% del de arcilla y, un 100% del consumo de esmalte.

En Alcora un 60% de las fábricas tienen que traer el agua de otros puntos situados a 20 Km. Este problema



de abastecimiento no parece existir en Onda y Castellón, aunque sí existen en general dificultades por la calidad del agua utilizada.

Se puede considerar como un buen agua aquella cuyas concentraciones iónicas no sobrepasan las siguientes - cantidades:

Calcio.....	31 mgrs/litro
Magnesio.....	7'5 "
Hierro.....	0'30 "
Manganeso.....	0'005 "
Cloro.....	13 "
Sulfatos.....	25 "
Bicarbonatos.....	117 "
pH.....	7'6 "

#### 2.1.5. Conclusiones.

La situación por la cual atraviesa el subsector de revestimientos y pavimentos cerámicos obedece a un doble - cambio operado en el mercado. De una parte la crisis de la - construcción ha provocado una declinación en la demanda inter<sub>na</sub> de azulejos y, por otra, una inclinación de la misma hacia productos de grés. Esto ha provocado una cierta infrautiliza<sub>ción</sub> de la capacidad productiva y una falta de competitividad ante el cambio de demanda interna y externa.

Esta situación se ha visto agravada debido a las siguientes causas:

- 1.- Dependencia tecnológica casi total de nuestro máximo competidor en el exterior y en el interior.
- 2.- Crecimiento importante de los costes de producción: mano de obra, equipos y energía.
- 3.- Insuficiente automatización del proceso de fabricación.
- 4.- Deficiencias en el control del proceso productivo que afecta a tres áreas determinadas del mismo.
  - a) Mantenimiento de maquinaria y equipo y, adaptación de los mismos a cada proceso.
  - b) Organización del trabajo y control de calidad de los productos.
  - c) Selección y control de materias primas.
- 5.- Irregularidad de la calidad de los productos, con un porcentaje elevado de piezas defectuosas de difícil comercialización, cuando no una pérdida de producción por roturas que en bastantes casos se acerca al 15% y que es consecuencia del punto anterior.
- 6.- Insuficiente atención a la elección de productos y formatos, a la creación de diseños y a la imagen comercial.
- 7.- Comercialización poco agresiva, individualizada e incompleta.
- 8.- Aumento del proteccionismo comercial en otros países. Todo ello está llevando a un deterioro alar--

mante de nuestra balanza comercial con la C.E.E. -- que ya ha llegado a equilibrarse, y que no ha podido ser compensado con la incipiente expansión de -- otros mercados.

La resolución de gran parte de estos problemas entra de lleno en el campo de las inversiones de capital y de las disponibilidades financieras para afrontar las transformaciones necesarias.

El esfuerzo tecnológico que se está realizando es muy loable tanto a nivel de ingeniería de proyecto, -- con el diseño del nuevo horno de monococción, como de formación científica y técnica del personal. En este último sentido es destacable el gran aumento experimentado por las plantillas de técnicos cerámicos titulados, que han pasado en -- los últimos 7 años de 40 a 250. Un deseo todavía insatisfecho es la creación de un Centro de Enseñanza de Técnicas -- Cerámicas a nivel superior en la región. De un centro de este tipo podrían salir técnicos capacitados para poder asumir con toda garantía la dirección de las empresas y no solo -- del proceso de fabricación, en los que el empresario pudiera delegar gran parte de las funciones que actualmente asume.

De otro lado, se hace necesario aumentar -- los esfuerzos conjuntos ya iniciados en la búsqueda de nuevos mercados y en potenciar los ya existentes. A este respecto, todavía queda por realizar una tarea importante incluso en el mercado nacional. Hasta tal punto es esto cierto que solo con conseguir un consumo "per capita" igual al de Ita-

lia, país con clima y gustos parecidos al nuestro, estaría - resuelto el problema de la actual infrautilización de la capacidad productiva.

En la actualidad, el consumo "per capita" de - azulejos y pavimento cerámicos en algunos países europeos -- presenta la siguiente distribución:

Italia .....	28'7	pies	cuadrados
España.....	13'8	"	"
Alemania R.F.....	11'4	"	"
Benelux.....	11'4	"	"
Francia.....	11'4	"	"
Suiza.....	6'7	"	"
Grecia.....	5'3	"	"

Aquí puede observarse la gran diferencia con Italia y como el resto de países, históricamente menos consumidores, se van aproximando a nuestro consumo. Esto es - debido a que el consumo español se ha basado tradicional-- mente en los azulejos de revestimiento, mientras que los - demás han avanzado mucho en el consumo de pavimentos.

La racionalización de todo el proceso productivo, la realización de las inversiones necesarias y el potenciamiento de la comercialización será difícil de llevar a buen término con la actual estructura del sector.

En un futuro inmediato la solución ha de pasar por fuerza por una primera agrupación de empresas y/o

la posible desaparición de algunas de ellas y de algunos productos o formatos.

En lo referente a las materias primas, ya se ha dicho que más que una escasez de reservas se puede plantear un problema de abastecimiento a medio y a largo plazo en algunas zonas, como consecuencia del minifundio minero y de la irracionalidad de la explotación. Esto es más inmediato en ciertas zonas de gran tradición en arcillas para pastas porosas de azulejos. A pesar de ello, el problema fundamental que presentan las materias primas es el insuficiente control de calidad que ejerce sobre las mismas el consumidor, con grave repercusión para la economía del proceso y para la calidad del producto final.

Otra cosa puede ser si las nuevas tecnologías que se están introduciendo o las exigencias de control de calidad para los procesos existentes, imponen restricciones a ciertos tipos de arcillas y mayor selección en las fuentes de explotación. Esto podía llevar a dejar inservible una buena parte de la producción actual.

En efecto, si la tendencia a la fabricación de productos de grés por modernos hornos de monococción se mantiene, gran parte de las arcillas que actualmente se explotan no podrán utilizarse en el proceso por sus altos contenidos en carbonatos, materia orgánica u otras sustancias formadoras de gases. Esta tendencia está llevando a una búsqueda de materiales arcillosos apropiados por toda la región y ha determinado la localización de nuevas zonas arcilleras, algunas de las cuales son bastante recientes.

La incorporación de estos nuevos materiales a los distintos procesos de fabricación que se van desarrollando está en continua experimentación y su aplicación correcta en los mismos es objeto de importantes, aunque desgraciadamente aisladas, investigaciones en algunos centros de la región. La confianza por parte de los empresarios en estos técnicos e investigadores ha de ser imprescindible para salir adelante y superar el desafío tecnológico que tiene planteado este subsector cerámico.

## 2.2. SUBSECTOR DE CERAMICA BLANCA.

### 2.2.1. Estructura de la producción.

Este subsector está concentrado fundamentalmente en los alrededores de Valencia, en especial en la zona de Manises. Existen otros centros más aislados pero con fábricas importantes como Lucena del Cid (Castellón), que es un gran productor de material sanitario.

La producción de Manises es un 80% cerámica -- artística y el 20% restante productos sanitarios y afines. A su vez el 80% de la cerámica artística es decorativa y el resto es cerámica utilitaria de mesa.

En cuanto al tipo de pastas cerámicas, se puede hacer la siguiente distribución:

- Loza calcárea.....	70%
- Loza feldespática....	5%
- Porcelana.....	20%
- Grés.....	5%

El 95% de las piezas se realizan por colada y el 5% restante por extrusionado, otros procesos mecánicos o a mano.

Existen unas 200 fábricas que se pueden denominar como tales, el resto son nuevos talleres artesanales de producción pequeña e intermitente.

El número de empleados que directa e indirectamente están relacionados con este subsector se acerca a los 15.000.

La dimensión de las empresas, como hemos dicho, es muy variable, existiendo unas 30 fábricas que tienen entre 100 y 200 empleados, y otras 50 que emplean entre 50 y 100 personas. Por debajo de 50 se encuentran casi todas las demás con excepción de las grandes empresas como Lladró, que emplea a unos 3.500 obreros aproximadamente y posee cinco fábricas en la región.

Actualmente el subsector atraviesa una importante crisis de ventas que se ha visto incrementada con las nuevas imposiciones sobre los productos de porcelana artística.

### 2.2.2. Materias primas.

Las materias primas utilizadas son: Caolines, arcillas caoliníticas del tipo ball-clays, feldespatos, sílice, cretas y chamotas.

El consumo de caolín se puede estimar entre 50 y 60.000 t/año, dos tercios de los cuales son de uso en productos sanitarios y afines y el resto en cerámica artística. Alrededor de la mitad del caolín es de importación, especialmente de Inglaterra y en menor proporción de Francia. El 65% de los caolines nacionales usados provienen de la provincia de Cuenca (Carboneras, Arguisuelas, Cubillo); un 20% de la zona de Villar del Arzobispo, donde hay unas 20 plantas de lavado primario; un 5% de la zona de Alcañiz-Calatayud (4 a 5 plantas de lavado) y el 10% restante son caolines de buena calidad de Guadalajara (Poveda-Peñalen o Burela).

El precio de los caolines nacionales es de alrededor de 3.500 pts/t., excepto los de Guadalajara y Burela, que se aproximan (Burela) e incluso a veces sobrepasan (Guadalajara) a los caolines de importación, cuyo precio suele oscilar alrededor de las 7.000 pts/t.

El 75% de las arcillas (ball-clays) utilizadas son de procedencia extranjera, principalmente inglesas (90%) y francesas (10%). El 25% restante procede casi en su totalidad de la zona de Alcañiz-Calanda (10.000 t/año) y algunas (10%) de la zona de Villar y otras. El 60% de las arcillas nacionales se utilizan para cerámica artística y



el 40% restante en sanitarios y afines.

El precio de estas arcillas oscila entre las 1500 - 1800 pts/t., para las de Alcañiz, hasta las 5000 y 6500 pts/t. para las francesas e inglesas respectivamente.

Dentro de las materias primas arcillosas, se encuentran las chamotas para grés que proceden de Alcañiz y Asturias principalmente, con pequeñas importaciones (10%) de Francia.

Los feldespatos potásicos y sódico-potásicos son en gran parte nacionales (Córdoba, Gerona, etc.), aunque para objetos de porcelana de buena calidad se suelen realizar importaciones.

La creta es una de las materias principales para los productos de loza, especialmente la calcárea, y es una de las pocas materias primas que se obtiene en la provincia, ya que es extraída tradicionalmente de la zona de Requena.

La sílice utilizada procede en gran parte del lavado de caolines de la región.

Por tratarse de productos de gran valor añadido, en los que tiene especialmente importancia el diseño, la decoración y la perfección de las piezas, la influencia del costo de las materias primas no sobrepasa el 2% del valor final de la producción. Esta también es la razón de que

no sea excesivamente gravosa la importación de materias primas extranjeras para asegurar unas características de calidad y homogeneidad que, en muchos casos, los productores -- nacionales no pueden ofrecer.

Aunque el consumo de materias primas arcillosas de la región por parte de este sector no es muy importante, en la misma existe un potencial de caolín y de algunos tipos de arcillas caoliníticas plásticas bastante interesante. Para darse cuenta de ello basta con asomarse a la tabla de producciones de caolín y arcillas refractarias por provincia que se refleja en la primera parte de este capítulo y que hace referencia a las arcillas nacionales.

En él se puede observar que la provincia de Valencia es con mucho la que posee el mayor número de explotaciones de caolín, si bien es verdad que con la excepción de alguna situada en el Rincon de Ademuz, fundamentalmente, gran parte no poseen plantas de tratamiento adecuados para producir las calidades que la mayoría de la industria de Manises necesita. Así resulta, que de la producción de 80.849 t/año en 1977, que hace de la provincia de Valencia la segunda después de Lugo, solamente se pueden considerar como caolín lavado 34.214 ton., gran parte de las cuales se producen como hemos dicho antes de la zona de Riodeva, límite de Valencia y Teruel.

El resto, unas 46.635 ton., está considerado como caolín bruto y su producción está localizada fundamentalmente en la zona entre Villar del Arzobispo e Higuerales, que quedan fuera del área que estamos considerando.

De arcillas plásticas altamente caoliníticas, que se puedan utilizar con éxito en la cerámica blanca - en sustitución de las ball-clays, existen importantes - producciones en la provincia de Teruel, en la zona de la Cañada de Verich y Calanda. El mayor inconveniente de estas arcillas es que sólo algunos tipos de ellas tienen la blancura y plasticidad adecuadas para su uso en cerámica blanca, lo cual llevaría a una selección rigurosa de las mismas en los frentes de explotación, por tanto, a un encarecimiento a veces excesivo de los costos de producción. Esta es la razón por la que sólo unas 10.000 t/año de las 100.000 t/año producidas en esta zona sean utilizadas por la industria de cerámica blanca de la región.

### 2.3. SUBSECTOR DE LADRILLOS Y TEJAS.

Los productos fabricados por este subsector están encuadrados en el grupo de productos que se denominan: materiales para la construcción, tierra cocida y alfarería. Los más importantes y numerosos son los primeros, que se pueden dividir en :

- a) Elementos para muros de carga, cerramientos y tabiques interiores: Ladrillos macizos y huecos en sus diversas modalidades.
- b) Elementos para forjados: Bovedillas para viguetas o para forjados reticulares.
- c) Elementos de cubierta: Tableros y tejas en sus diversos tipos.
- d) Elementos varios: Celosías, conductos y tuberías,

cajas, zunchos, pavimentos, etc.

El consumo de arcillas por este subsector en la región se puede cifrar muy próximo a los 2 millones de t., que se reparten de la siguiente manera:

CONSUMO DE ARCILLA POR LA INDUSTRIA DE LADRILLOS Y TEJAS EN 1.978 (t)	
Valencia.....	1.309.500
Castellón.....	534.900
Teruel.....	137.400
	<hr/>
TOTAL.....	1.981.800

Fuente: Hyspalit (1.979).

La producción de arcillas en la zona debe estar de acuerdo con este consumo, ya que estas arcillas no suelen ser transportadas a larga distancia y, por otra parte, no es frecuente mantener stocks.

El nº de fábricas y su dimensión en las tres provincias en 1.978 se puede ver en el siguiente cuadro:

ESTRUCTURA DEL SUBSECTOR DE LADRILLOS Y TEJAS				
CAPACIDAD	Nº DE FABRICAS			
	VALENCIA	CASTELLON	TERUEL	TOTAL
< 7.500 t/año.	14	5	4	23
7.500 a 15.000	32	10	8	50
15.500 a 30.000	12	6	-	18
30.000 a 45.000	7	3	-	10
45.000 a 60.000	2	2	-	4
> 60.000	1	-	-	1
TOTALES.....	68	26	12	106

Fuente: Hyspalit (1.979)

Las perspectivas del consumo de arcillas por este sector en los próximos años está en relación directa con la construcción de viviendas en la región durante ese periodo. La estimación del nº de viviendas anuales que se construirán en la región durante el periodo 1979-1984, durante 1.983 y las construidas durante 1978 están reflejadas en el siguiente cuadro:

ESTIMACION DEL NUMERO DE VIVIENDAS QUE SE CONSTRUIRAN DE MEDIA EN EL PERIODO 1979-1984, EN EL AÑO 1983, ASI COMO LAS CONSTRUIDAS EN 1978.

PROVINCIA	1.978		% MEDIA ANUAL NECESIDAD DE VIVIENDAS EN 1979/1984	MEDIA ANUAL VIVIENDAS A CONSTRUIR 1979/1984	VIVIENDAS A CONSTRUIR EN 1.983
	Nº DE VIVIENDAS	% DEL TOTAL NA CIONAL.			
Valencia	29.172	9'14	5'853	20.132	20.772
Castellón	5.935	1'86	1'862	3.866	3.989
Teruel	1.172	0'36	0'281	967	997
Totales..	36.279	11'36	7'996	24.965	25.755

Fuente: Hispalyt 1.979

Como se puede observar en la región está previsto un descenso importante del número de viviendas a construir en los próximos años, respecto a las construidas en 1978. Para 1983 este descenso se prevé que esté situado en un 29%.

Está claro pues que el sector necesitará acometer un plan de reestructuración para ajustar su capacidad de producción a la demanda prevista. Esto afectará fundamentalmente al consumo de arcillas, que se verá disminuído en proporciones similares.

Las arcillas utilizadas en la fabricación de ladrillos y tejas son muy diversas y pertenecen a diferentes terrenos geológicos. Por lo general las explotaciones de estas arcillas se encuentran en las mismas zonas que -- las de arcillas para azulejos y pavimentos y, con mucha -- frecuencia, la misma explotación abastece a los dos tipos de industria. Algo similar ocurre en las explotaciones de arenas caoliníferas, donde las arcillas rojas intercaladas son aprovechadas por las ladrilleras.

Como zonas diferenciadas, donde se explotan principalmente arcillas para ladrillos y tejas, es de destacar la zona de Monserrat-Picasent al S.W. de Valencia. - En ella se benefician arcillas del Trias y Terciario y es la principal abastecedora de Valencia capital. Otra zona productora importante en la provincia de Castellón es la zona de Morella, donde se explotan las "capas rojas".

#### 2.4. OTROS SUBSECTORES CONSUMIDORES.

Además de los ya mencionados, existen otros subsectores en la región muy desarrollados, pero cuyo consumo en arcillas de las zonas que estamos estudiando o bien es pequeño o no tiene la importancia que en otros subsectores. Tal es el caso de las industrias de refractarios, cementos y áridos ligeros.

La industria de refractarios está bastante desarrollada en la región, con la implantación de una empresa puntera del sector y otras tres de tipo medio.

Los productos fabricados se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Refractarios conformados
- Masas plásticas, hormigones y morteros refractarios.

La mayor producción corresponde a los refractarios conformados, especialmente en forma de ladrillos. En estos productos se utiliza un 8-10% de óxidos refractarios puros como  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ , etc. y un 70-80% de arcillas refractarias o caolines, en forma de chamota. El resto suele ser arcillas refractarias ligantes.

Las chamotas consumidas son principalmente de Asturias y Galicia. El consumo de arcillas refractarias de la región es principalmente como ligante y en masas plásticas. Estas arcillas provienen de la zona de la Cañada de Verich (Teruel) y su consumo es limitado, pudiéndose estimar en unas 25.000 t/año.



Otro subsector consumidor y precisamente de arcillas de esta zona es el de cementos, que tiene una gran importancia en la región. Este subsector consume cerca del 70% de las arcillas producidas en la Cañada de Verich (unas 100.000,- t/año). La mayoría de ellas se emplean en la fabricación de cemento gris y algunas, con menores contenidos en hierro y álcalis , en cemento blanco. En Valencia se encuentra la mayor fábrica de cemento blanco del país, con una producción de 200.000 t/año, para lo cual emplea 20.000 t/año de arcillas refractarias asturianas y la misma cantidad de arenas caoliníferas con un 8% de caolín de la provincia de Cuenca. Ultimamente se están empezando a consumir arenas caoliníferas de la zona de Villar del Arzobispo.

También en la zona de Buñol se encuentra una de las principales fábricas de agregados ligeros. En ella se fabrican bloques de hormigón para cerramientos exteriores y para tabiques interiores, terrazas, etc.

Esta industria sufre de una manera más acusada la crisis de la construcción, ya que su introducción en el mercado es incipiente. A esto se une un mal uso de la normalización para la utilización de estos prefabricados por parte del consumidor, con el empleo de morteros y argamasas no adecuados. Todo ello es la causa de la poca ascendencia que todavía tienen estos materiales en el mercado español, y que ha motivado que las fábricas tengan que parar cada 3 o 4 meses para aligerar stocks.

La utilización de estos productos está sin embargo muy extendida en otros países, como EE.UU, donde exis-

te una mayor normalización en la construcción y en el empleo de elementos ligeros. Es posible por tanto que en un futuro no muy lejano el uso de estos productos se vaya extendiendo también en nuestro país al amparo de nuevas normativas de construcción y, sobre todo, de las que atañen al ahorro energético, ya que estos elementos cuentan entre sus muchas propiedades la de ser excelentes aislantes térmicos.

Las arcillas utilizadas por la fábrica de Buñol son esencialmente del Trias, que aparecen en unos 15 km., en las zonas de Yátova y Macastre.