

El yeso. Geología y yacimientos en España

M. REGUEIRO y GONZÁLEZ-BARROS

ITGE. 28003 MADRID

J. P. CALVO SORANDO

Dpto. de Petrología y Geoquímica, UCM, 28040 MADRID

Los depósitos de yeso, fundamentalmente presentes en formaciones sedimentarias de edad Mesozoico y Terciario, se encuentran ampliamente extendidos en la superficie terrestre. La precipitación de yeso tiene lugar en ambientes de sedimentación muy variados, tanto marinos (*sabkhas* y lagos costeros) como continentales (lagos salinos efímeros y perennes, perfiles de suelos en regiones áridas). La tipología de las fábricas y texturas de yeso es muy amplia y comprende formas primarias de selenita, yesos laminados, yesos nodulares, así como una amplia gama de formas texturales secundarias. Las formaciones sedimentarias de edad Mesozoico y Terciario en España contienen abundantes recursos yesíferos que se concentran especialmente en terrenos del Triásico, Paleógeno y Mioceno. Los depósitos de yeso triásico (facies Keuper) se explotan intensamente en las provincias del Levante español y localmente en La Rioja. Los yacimientos de yeso paleógenos están presentes sobre todo en las provincias de Cuenca, Guadalajara y en muchas zonas de la Cuenca del Ebro. Los depósitos yesíferos miocenos se explotan en las tres grandes cuencas terciarias de la Península Ibérica (cuencas del Ebro, Duero y Tajo) y en las cuencas de edad Messiniense que se extienden a lo largo de la costa mediterránea. Los recursos de yeso evaluados en España exceden ampliamente de los 60.000 millones de m³ y la producción anual ronda los 10 millones de toneladas, cubriendo las necesidades de exportación y de consumo interno de los diferentes productos manufacturados de yeso.

Palabras clave: yeso, génesis, geología, yacimientos, recursos, producción.

Gypsum. Geology and occurrences in Spain

Gypsum deposits, mainly related to Mesozoic and Tertiary sedimentary formations, are widespread in the Earth surface. Precipitation of gypsum takes place in varied depositional environments, both marine (coastal *sabkhas* and salterns) and continental (inland perennial and playa lakes, arid soil profiles) areas. The typology of gypsum fabrics is highly variable comprising primary selenite, laminate and nodular gypsum as well as numerous distinct secondary textures. The Mesozoic and Tertiary formations of Spain contain abundant gypsum resources which especially accumulated during the Triassic, Paleogene and Miocene times. Deposits of Triassic gypsum (Keuper facies) are intensively exploited in many localities of Levante and locally in Rioja. Paleogene gypsum deposits of economic interest occur in Cuenca, Guadalajara and many areas of the Ebro Basin. Miocene deposits are exploited in all the large Tertiary basins of Spain (Ebro, Duero, Tajo) as well as in the Messinian basins surrounding the Mediterranean coast. The evaluated resources of gypsum in Spain largely exceed 60,000 Mm³. The production of gypsum is about 10 Mt per year covering both exports and internal consumption of several marketed products.

Key words: gypsum, genesis, geology, deposits, resources, production.

1. EL YESO COMO ROCA NATURAL

El yeso, en su acepción de material natural, constituye una sustancia ampliamente repartida en la corteza terrestre que, en la mayor parte de los casos, resulta de la precipitación de cristales de sulfato cálcico dihidratado (SO₄Ca. 2H₂O) a partir de soluciones concentradas o salmueras. Como mineral, el yeso cristaliza en el sistema monoclinico y tanto la morfología como el tamaño de los cristales presentan una amplia variedad dependiendo de las condiciones y ambientes de formación. Desde un punto de vista terminológico, existe una ambigüedad en cuanto al uso del vocablo 'yeso' ya que como tal se conocen los minerales individuales de esta sustancia así como los depósitos, generalmente de gran envergadura, a que su acumulación da lugar.

El yeso aparece en muchas ocasiones como un material de

alta pureza, sin mezcla de otras sustancias minerales, aunque muy frecuentemente presenta intercalaciones de arcillas, carbonatos (en buena parte de los casos, dolomita), sílex, y otros minerales evaporíticos tales como halita, sulfatos sódicos y, en especial, la forma no hidratada del sulfato cálcico, la anhidrita. La presencia, en mayor o menor proporción, de estas sustancias condiciona la calidad y métodos de laboreo de los yacimientos de yeso.

La potencia o espesor de los depósitos yesíferos así como su extensión son altamente variables. Tal como se expondrá a continuación, en España existen formaciones yesíferas que alcanzan centenares de metros de espesor y pueden ser seguidas lateralmente a lo largo de cientos de kilómetros, caso, por ejemplo, de los depósitos yesíferos de la Cuenca del Tajo y la Cuenca del Ebro. Los ejemplos a nivel mundial de grandes formaciones yesíferas son así mismo múltiples y aparecen en

terrenos geológicos de edad muy variada, aunque de forma predominante en formaciones mesozoicas y terciarias. Los depósitos yesíferos se presentan usualmente como materiales bien estratificados, caso de las formaciones terciarias españolas, o bien en masas más desordenadas en las que la estructura interna de los yacimientos es irregular. Esta última situación es común en las formaciones de edad Triásico, tan frecuentes en el norte, este y sur de la Península Ibérica.

En detalle, el yeso natural presenta una amplia variedad de estructuras y texturas cuya tipología resulta difícil resumir en unos pocos casos. No obstante, como tipos más comunes de yeso, reconocibles a escala visual, señalaremos los yesos macrocristalinos o seleníticos, los yesos laminados formados por microcristales y los yesos nodulares, reconocidos en muchos casos como yesos alabastrinos. A ellos se suman otras variedades que pueden ser localmente importantes, como es el yeso fibroso, los agregados de yeso lenticular, las acumulaciones de yeso que mimetizan estructuras orgánicas previas (con frecuencia estromatolitos), etc... (ver figura 1, en la que aparecen ilustrados muchos de los tipos de yeso antes citados). Los yesos macrocristalinos presentan morfologías que pueden ser muy variadas, habiéndose descrito bajo diferentes denominaciones ('cola de golondrina', 'en forma de sable', 'árbol de Navidad', 'espejuelo', etc...). Usualmente se ordenan en cristales maclados que pueden llegar a alcanzar longitudes métricas. Cuando estos cristales se forman primariamente dan lugar a depósitos de alta pureza, bien estratificados y de gran belleza (Fig. 2). En otros casos son debidos a la recristalización por hidratación de sulfatos cálcicos previos, dando lugar a agregados macrocristalinos desordenados. Los yesos laminados consisten en agregados de cristales muy finos, bien con formas irregulares o bien con morfologías de lenticulas o láminas. Los nódulos de yeso son cuerpos generalmente compac-

tos, con medidas variables desde unos centímetros hasta magnitudes métricas. Presentan típicamente un color blanco o amarillento y, en detalle, están formados por un agregado de microcristales interpenetrados. La pureza de los nódulos individuales suele ser muy elevada aunque el conjunto de las capas en que aparecen los nódulos presenta usualmente proporciones variables de arcillas, margas o carbonatos dentro de los que se incluyen los nódulos (Fig. 3). La existencia de nódulos de yeso es la base de la industria del alabastro en algunas áreas de nuestro país.

2. AMBIENTES GEOLÓGICOS DE FORMACIÓN DE YESOS

Aunque el yeso natural es muy conocido desde antiguo y ya desde hace casi dos siglos se conocen experimentalmente las condiciones de precipitación del sulfato cálcico a partir de salmueras (experimentos de evaporación del agua del mar llevados a cabo por Usiglio y Van't Hoff), no es hasta principios de los años sesenta cuando se reconocen ambientes naturales en la superficie terrestre en los cuales se forman actualmente muchas de las tipologías de depósitos yesíferos que aparecen en formaciones antiguas. El descubrimiento de los ambientes de llanuras costeras evaporíticas (*sabkhas*, en árabe) extendidas a lo largo de las orillas del Golfo Pérsico supuso un punto y aparte en la comprensión de las condiciones de formación de los depósitos de sulfato cálcico. En estas regiones, sometidas a intensa evaporación del agua del mar allí donde ésta queda empapando sedimentos previos tras cubrir extensas zonas de más de 150 km de largo por varias decenas de kilómetros de ancho, el yeso y/o anhidrita precipita dando lugar a depósitos potentes de sulfato cálcico nodular o laminado (Figs 4 y 5).

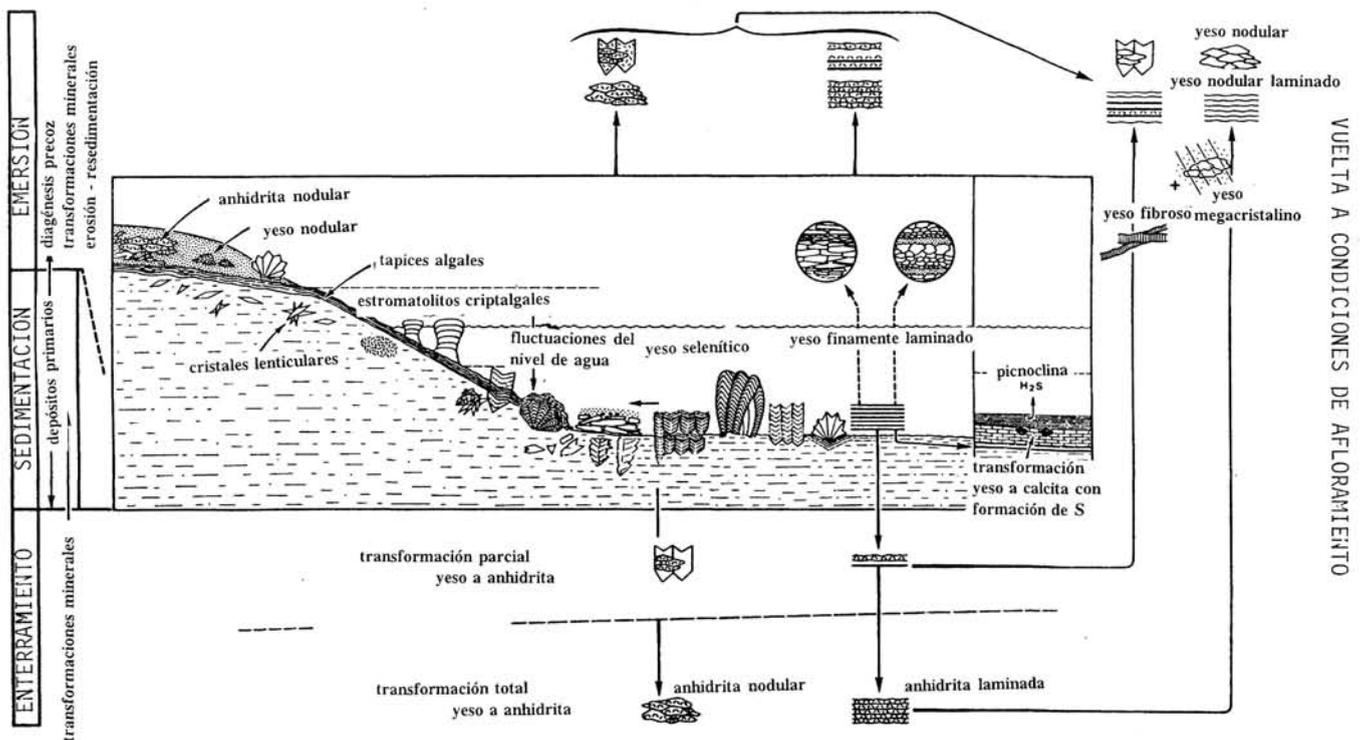


Fig. 1. Esquema en el que se muestran diferentes ambientes de formación de yesos y los tipos de precipitados más comunes en ellos (tomado de Rouchy, 1982).



Fig. 2. Aspecto que presenta el yeso selenítico (uno de los tipos posibles) dentro de las formaciones geológicas antiguas. Formación Yesos de Sorbas, Messiniense, Almería.



Fig. 3. Aspecto de un afloramiento con amplio desarrollo de yeso nodular (alabastrino). Formación Yesos de Calatayud, Mioceno inferior, provincia de Zaragoza.

Una situación similar ha sido posteriormente observada en zonas costeras del Mar Mediterráneo (Túnez, Egipto) así como en Méjico o Tejas (Tucker, 1991). Las lagunas costeras saladas de muchas partes del mundo (oeste de Australia, salinas en el sur de Francia y este de España, entre otras) permiten observar el crecimiento de cristales de yeso, bien en forma de grandes cristales seleníticos o como yeso laminado, proporcionando un modelo de sedimentación actual para este tipo de depósitos reconocibles en formaciones geológicas antiguas. En este tipo de ambiente, los cristales pueden crecer a partir del fondo de las lagunas hacia arriba o bien formarse en la superficie de la salmuera y caer posteriormente por su peso hacia el fondo donde se acumulan (Fig. 1).

Además de estos ambientes de formación de yesos que se reconocen siempre en zonas de margen de mares actuales, el yeso precipita también en áreas continentales, esencialmente en lagos salinos de dimensiones que pueden variar desde pequeñas charcas hasta extensiones de cientos de miles de km² (Fig. 6). En estos lagos el yeso, u ocasionalmente la anhidrita, se forman de manera similar a lo enunciado para los ambientes marinos, esto es, creciendo como nódulos dentro del sedimento en los márgenes del lago o bien como cristales

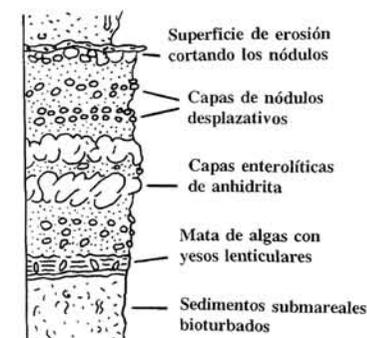
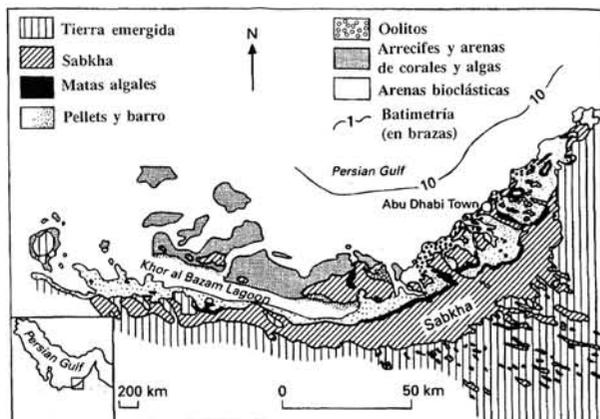


Fig. 4. Esquema de la situación geográfica y sedimentológica (ver leyenda de tipos de sedimentos en la fig. superior) de una sabkha en la costa del Golfo Pérsico. El esquema se acompaña de otro en el que se muestra una sucesión típica de los tipos de sedimento sulfatado que se reconocen en el ambiente de sabkha (tomado de Shearman, 1966, y Tucker, 1991).



Fig. 5. Vista de detalle de un depósito de sulfato cálcico nodular reciente acumulado en las sabkhas del Golfo Pérsico (foto por cortesía de J.M. Rouchy).

que crecen y/o se acumulan sobre el fondo del cuerpo de agua lacustre. Según sea la composición de estas aguas salinas continentales (altamente variable en comparación con la del agua del mar, que es fija), el sulfato cálcico se acumula acompañado o interstratificado con otras sales (halita, sulfatos sódicos, etc ...) que pueden suponer una cierta complejidad en las características finales de los yacimientos de yeso (Fig. 7). El conocimiento de estos sistemas lacustres actuales donde se



Fig. 6. Vista general del Valle de la Muerte, en California, como ejemplo de un lago salino actual.

forma yeso es de especial importancia para la investigación de los depósitos yesíferos en amplias zonas de la geografía española ocupadas por las cuencas continentales desarrolladas durante el Terciario, tal como las cuencas del Ebro, Tajo, Duero y otras menores (Calatayud-Teruel, Guadix-Baza, Hellín). Otras situaciones, menos frecuentes, en que el yeso se acumula en zonas continentales corresponden a suelos de climas áridos.

Una característica importante de los depósitos de sulfato cálcico es que, debido a la mineralogía inestable del yeso y de la anhidrita, los minerales inicialmente formados sufren

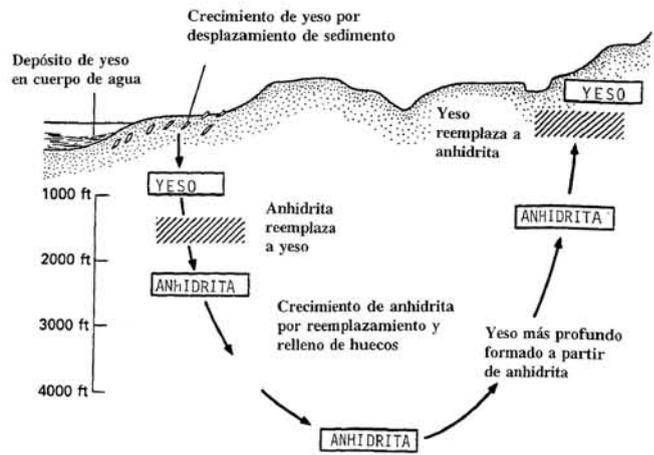


Fig. 8. Ciclo usualmente observado en la evolución de los depósitos de sulfato cálcico cuando éstos experimentan enterramiento y posterior exhumación (según Holliday, 1970).

comúnmente transformaciones (tanto en su composición como en su textura) cuando son enterrados a cierta profundidad. Así, el yeso acumulado en la superficie terrestre se transforma por deshidratación a anhidrita a unos pocos centenares de metros de profundidad (Fig. 8), siendo la anhidrita la forma más estable en estas condiciones de mayor presión y temperatura. Es por ello normal que, cuando se realizan sondeos de cierta entidad, sea la anhidrita el tipo usual de sulfato cálcico que se encuentra. Si por razones geológicas (tectónica, erosión) estos depósitos que han alcanzado cierta profundidad se exhuman, la anhidrita, en contacto con las aguas meteóricas,

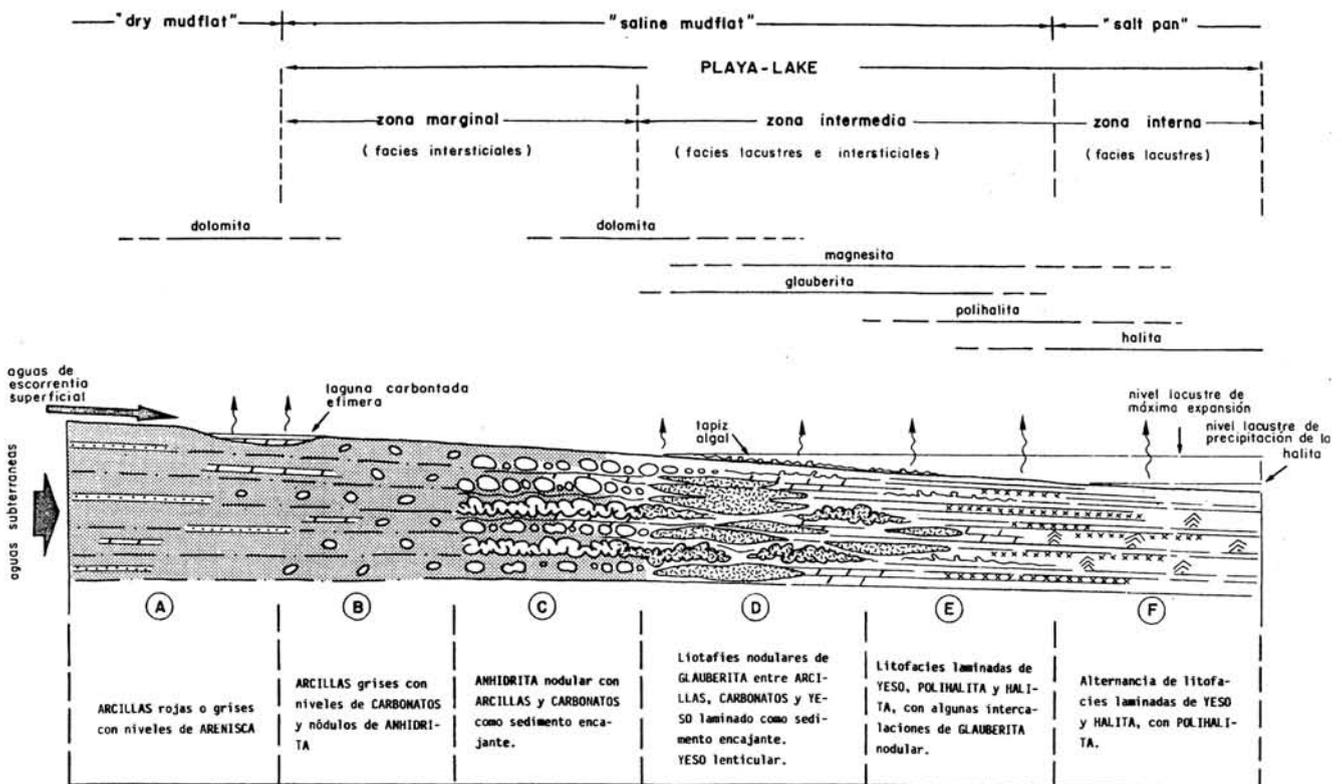


Fig. 7. Esquema en que se muestra la distribución de depósitos evaporíticos (esencialmente sulfatos) deducible a partir de la investigación de una formación terciaria continental en la Cuenca del Ebro (tomado de Salvoany, 1990).

vuelve a hidratarse dando lugar a yeso que, en este caso, se denomina secundario y presenta formas cristalinas diferentes a las de la anhidrita y a las del yeso con el cual se inició el ciclo (Fig. 8).

De lo comentado anteriormente se concluye que la formación de sulfato cálcico en la naturaleza tiene lugar bajo condiciones ambientales muy variadas (hay que subrayar que en algunos casos los depósitos de sulfato que se reconocen en formaciones geológicas antiguas no tienen un equivalente exacto en ambientes actuales) y que la tipología de este material puede ser muy amplia en función de sus morfologías iniciales y de los procesos posteriores que hayan podido sufrir. Los yacimientos españoles de yeso, ampliamente extendidos a lo largo de nuestra península, recogen en su interior gran parte de la casuística esbozada. A continuación se presenta una descripción detallada de estos depósitos en nuestro país, realizándose la importancia económica de los yacimientos.

3. YACIMIENTOS ESPAÑOLES DE YESOS

Los yacimientos españoles de yesos están localizados fundamentalmente en la mitad oriental del país (Fig. 9). Se trata de yesos mesozoicos y terciarios.

Destacan, en el Mesozoico, los pertenecientes a las facies Keuper de la Cordillera Ibérica ya que son los más importantes por calidad y reservas, especialmente en las zonas de Segorbe (Castellón), Tuejar, Chiva, Cofrentes, Llosa de Ranes (Valencia), Almansa y Hellín (Albacete), Elda, Villena y Argot (Alicante) y Ribaflecha (Logroño).

En el Terciario los más importantes son los correspondientes al Oligoceno y al Mioceno.

En el Oligoceno son resaltables los yacimientos de la Meseta Sur (Madrid (Venturada-Torrelaguna), Cuenca y Guadalajara), los de Navarra (Puente de la Reina, Lerín, Falce y Monteagudo) y los de Aragón (límite entre Zaragoza y Teruel y Tamarite de Litera en Huesca).

En el Mioceno, que representa otra de las mayores reservas del país, son mencionables los yacimientos de la Meseta Norte en Iscar (Valladolid), Torquemada (Palencia), Cerezo de Río Tirón (Burgos) y Lácera (Zaragoza), los yacimientos de la Cuenca del Tajo (Madrid y Toledo) los de Barcelona y los de Alicante (San Miguel de Salinas y Benejuzar). A estos últimos se añade, destacando por su volumen, los yesos que aparecen en la Cuenca de Sorbas (Almería), de edad Mioceno Superior (Messiniense). El espesor de yeso en estos yacimientos supera los 100 m, de los cuales se explotan en la actualidad los 20 m superiores.

Los recursos españoles de yesos son ilimitados, como se desprende de el extenso plan de investigación de yesos realizado por el entonces Instituto Geológico y Minero de España (Hoy ITGE) desde 1968 a 1989 (Fig. 10). Dicho plan incluyó la realización de amplias campañas de investigación geológica, sondeos, muestreos y ensayos de laboratorio en la mayor parte de las zonas seleccionadas.

Las zonas que se investigaron fueron: Zona Centro (1968), Cataluña (1969), Almería y Murcia (1970), Sudeste (1970), Levante (1971), Ebro (1973), Duero-Ebro (1974, 1975), Andalucía (1982), País Vasco y Cantabria (1987), Navarra y Zaragoza (1989, 1990), estos últimos proyectos centrados en la investigación de alabastros.

Las investigaciones realizadas en Andalucía, en las provincias de Córdoba, Granada, Jaén y Sevilla reflejan un volumen

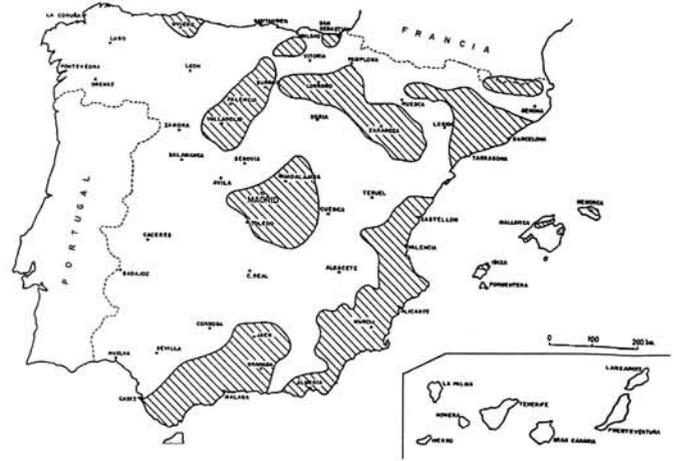


Fig. 9. Principales zonas de yesos en España.



Fig. 10. Plan Nacional de Yesos. IGME. Delimitación de las zonas de estudio.

de recursos evaluados de alrededor de 1 270 Mm³, sin contar con el importante yacimiento de Sorbas en Almería.

En Aragón los recursos evaluados ascienden a 12 500 Mm³, en las zonas de Gelsa, Tamarite de Litera y Quinto/Azaila. Las investigaciones realizadas por las propias empresas explotadoras de la zona de Gelsa han dado los siguientes resultados: 24 Mt de reservas seguras, 37 Mt de reservas probables y 50 Mt de reservas posibles.

En la Rioja se ha evaluado un total de 400 Mm³ de recursos en la zona de Ribaflecha.

En Castilla y León los recursos evaluados en las zonas de Cerezo de Río Tirón (Burgos), Torquemada (Palencia) e Iscar (Valladolid) ascienden a 5 400 Mm³.

En Cataluña se ha evaluado un total de 1 500 Mm³ y en la Comunidad Valenciana se ha llegado a evaluar un total de 25 Mm³ en diversas localidades de las provincias de Castellón, Valencia y Alicante.

En la Comunidad de Madrid el total de recursos evaluados en Torrelaguna, Chinchón, San Martín de la Vega, Rivas Vaciamadrid, Fuentidueña de Tajo y Valdemoro asciende a 4 500 Mm³. Los productores de la zonas de Chinchón/San

Martín, por su parte, cifran reservas en sus concesiones en 106 Mm³ (27,8 Mm³ seguras, 42 Mm³ probables y 36 Mm³ posibles).

En Navarra se evaluaron, sólo en las localidades de Tafalla y Caparroso, más de 750 Mm³ y en Murcia las estimaciones cifran los recursos en el orden de 423 Mm³ en las zonas de Lorca, La Paca, Campo-Coy, Totana, Carrascoy, Alcantarilla, Cehegín, Cieza, Ricote, Jumilla, Fortuna y Yecla.

Finalmente, los recursos que se estiman en la Comunidad de Castilla-La Mancha ascienden a 1 500 Mm³ en los yacimientos miocenos que se están explotando actualmente.

Este ingente volumen de recursos alcanza la impresionante cifra de 60 000 Mt en todo el país (Tabla nº I). Es obvio que no todos los recursos evaluados alcanzarán el nivel de explotabilidad adecuado para poder denominarlos reservas pero no obstante se puede afirmar que las reservas nacionales de yeso son prácticamente inagotables.

TABLA Nº I
RESUMEN DE LOS RECURSOS Y LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA DE YESO

COMUNIDAD	RECURSOS Mm ³	PRODUCCIÓN 1995*
Andalucía	1 270	2 618 657
Madrid	4 500	870 314
Cataluña	1 500	860 000
Castilla-La Mancha	N.D.	691 719
Comunidad Valenciana	25	512 000
La Rioja	400	393 702
Castilla y León	5 400	343 355
Aragón	12 500	189 215
Navarra	750	161 694
Murcia	400	74 300
Baleares	N.D.	58 000
TOTAL	26 745	6 799 701

El total de 26 745 Mm³ es equivalente a aproximadamente 60 000 Mt

* Datos de las Comunidades Autónomas

4. PRODUCCIÓN DE YESO EN ESPAÑA

España es uno de los mayores productores de yeso del mundo, probablemente el tercero, tras EE.UU. y China. En Europa, España es líder indiscutible de producción, consumo y el principal exportador del continente.

El sector español del yeso está mayoritariamente en manos de empresas multinacionales de matriz europea tales como la BPB, Lafarge, Knauf, etc. que o bien han adquirido los activos productivos de empresas nacionales preexistentes, o se han instalado directamente en nuestro país.

La multinacional británica British Plaster Board Gypsum Industries (BPB) es el principal productor español y europeo. En España, la empresa controla el 65% de la producción a través de su filial Iberyeso y varias empresas menores (Yesocentro, Iberyeso Mediterráneo, Techos FK, Yepsa y Forjan). Además beneficia el yacimiento de Sorbas (Almería) en la cantera de yeso más grande de Europa, desde donde se exportan, vía los puertos de Garrucha y Carboneras, más de 1,5 Mt de yeso crudo.

El grupo industrial Uralita-Platres Lafarge, con intereses en muchas ramas del prefabricado para la construcción (asbestocemento, yeso, escayola, etc), dispone de unidades productivas en España que cubren alrededor del 25% de la producción nacional. Destacan las compañías Yesos Ibéricos y Española de Placas de Yeso (EPYSA) que comercializan la marca Pladur de prefabricados de yeso, de los que actualmente se producen anualmente alrededor de 25 Mm². También pertenecen al grupo la Compañía General Yesera (COGYSA) y Yesos Pamplona.

Hay en España un gran número de empresas de tamaño mediano o pequeño distribuidas por prácticamente todas las comunidades autónomas, cuya capacidad productiva en conjunto podría ser superior al 10% que se estima en este trabajo. Se pueden mencionar, entre otras, Yesos Albi, en Burgos, Fels-Werk, en Almería, filial de la multinacional Preussag y la empresa alemana Kanuf, con una fábrica en Guixers, Barcelona.

El sector yesero nacional cuenta con la Asociación Técnica y Empresarial del Yeso (ATEDY), miembro de la federación europea Eurogypsum, que agrupa actualmente a 15 países con objeto de promover el desarrollo de la industria del yeso a la escala europea.

Las estadísticas del Ministerio de Industria indican una producción de yeso que en 1995 fue de 7,5 Mt y en 1996 de 7,9 Mt, mientras que los datos aportados por las Comunidades Autónomas reflejan producciones en 1995 de 6,8 Mt y 6,9 Mt en 1996. Sin embargo, si tenemos en cuenta los tonelajes de yeso que se destinan a la exportación (tanto en crudo como calcinado, como los productos prefabricados de yeso expresados en forma de yeso crudo), el yeso consumido por la industria cementera nacional y el yeso para construcción y prefabricados consumido en nuestro país (deducido de los datos de construcción nacionales), obtenemos las siguientes cifras:

TABLA Nº II
PRODUCCIÓN ESPAÑOLA DE YESO POR TIPOS Y DESTINOS

TIPO DE YESO	PRODUCCIÓN Mt
• Yeso consumido por la industria cementera	1,3
• Yeso crudo de exportación	2,8
• Yeso en prefabricados (en forma de yeso crudo) de exportación	1,4
• Yeso consumido en construcción nacional	4,5
Total	10

Por lo tanto, la producción nacional debe ser de alrededor de 10 Mt anuales, de acuerdo con los datos de exportación tanto de crudo como de calcinado y de productos prefabricados (aplicando las correspondientes correcciones) y las cifras de consumo interno estimadas a partir de las estadísticas de construcción.

La distribución de la producción nacional por Comunidades Autónomas viene reflejada en la fig. 11.

Los usos finales de la producción de yeso se pueden resumir según la fig. 12.

De acuerdo con la Estadística Minera, el precio medio por tonelada de yeso en 1996 fue de 773 PTA. El valor de la tonelada de yeso exportada en ese mismo año alcanzó las 1089

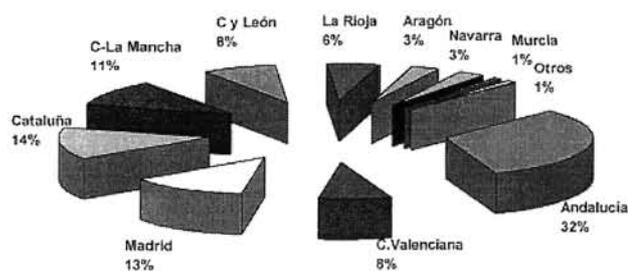


Fig. 11. Distribución de la Producción Nacional de Yeso. Fuente: Panorama Minero ITGE.



Fig. 12. Distribución de la Producción Nacional de Yeso. Fuente: Panorama Minero ITGE.

TABLA Nº 3

DATOS ECONÓMICOS DEL YESO EN ESPAÑA. 1996

	PRODUCCIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN		CONSUMO
	10 ³ t	Mpta	10 ³ t	Mpta	10 ³ t	Mpta	10 ³ t
CRUDO	10 000	8 600	2 590	2 734	0,1	2	7 410
PRINCIPALES PRODUCTOS DE YESO							
CALCINADO			154	1 451	30	195	
PREFABRICADOS	6166	14 000	2 626	7 759	12	325	3 428
TOTAL			5 370	11 959	42	520	

PTA. Según estimaciones propias procedentes de datos de los productores, el precio medio a pie de cantera del mineral listo para enviar a fábrica podría estar alrededor de las 850 PTA/t.

El valor de la producción minera de yeso en España podría estar en torno a los 8500 MPTA.

Además de para la exportación, la producción española se destina a la producción de yesos y escayolas para la construcción, techos de escayola, tabiques prefabricados, placas de yeso, yesos especiales, moldes cerámicos y demás aplicaciones del yeso. La facturación del sector de yesos de la construcción en España alcanza los 15 000 Mpta anuales (Tabla nº III). ♦

BIBLIOGRAFÍA

Holliday, W. (1970). The petrology of secondary rocks: a review. *Jour. Sed. Petrol.*, 40, 734-744.
 IGME. (1968). Plan Nacional de Investigación de yesos. Zona Centro. Servicio de Documentación. Doc 00423.
 IGME. (1969). Plan Nacional de Investigación de yesos. Zona de Cataluña. Servicio de Documentación. Doc 00419.
 IGME. (1970). Plan Nacional de Yesos. Su realización en las Provincias de Almería y Murcia. Servicio de Documentación. Doc 00578.
 IGME. (1970). Plan Nacional de Yesos. Región Sudeste. Servicio de Documentación. Doc 00425.
 IGME. (1971). Estudio Sectorial de yesos. Zona de Levante. Servicio de Documentación. Doc 00424.
 IGME. (1973). Investigación de yesos Duero-Ebro. Informe 1973. Servicio de Documentación. Doc 00420.

IGME. (1974). Investigación de yesos Duero-Ebro. Informe 1974. Servicio de Documentación. Doc 00421.
 IGME. (1975). Estudio sectorial de yesos. Depresión del Ebro y Cuenca del Duero. Servicio de Documentación. Doc 00422.
 IGME. (1978). Aplicación de tecnología de yesos a la Zona Centro. Servicio de Documentación. Doc 00560.
 IGME. (1982). Investigación geológica y tecnológica de los yesos de Andalucía. Servicio de Documentación. Doc 10839.
 IGME. (1985). Proyecto de investigación del alabastro en España. Servicio de Documentación. Doc 11127.
 IGME. (1987). Investigación de yesos en el País Vasco y Cantabria. Áreas seleccionadas. Poza de la Sal, Reinosa-Izara, La Serna-Silio, Salinas de Araña, Orduña. Servicio de Documentación. Doc 11182.
 ITGE. (1989). Aprovechamiento industrial de alabastrós en las áreas de Ablitas (Navarra), Quinto del Ebro y Velilla del Ebro (Zaragoza). Servicio de Documentación. Doc 11219.
 ITGE. (1990). Estimación del potencial de alabastro en el Valle del Ebro. Servicio de Documentación. Doc 11258.
 ITGE. (1996). Panorama Minero 1994-95.
 Rouchy, J.M. (1982). La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 50, 267 pp.
 Salvany, J.M. (1990). Las formaciones Falces y Lerín (Oligoceno-Mioceno continental de Navarra). En: Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas, y de la zona de Levante (F. Ortí Cabo y J.M. Salvany, Eds), ENRESA - GPPG, Barcelona, 106-116.
 Shearman, D.E. (1966). Origin of evaporites by diagenesis. *Trans. Inst. Min. Metall.*, 75, B208-215.
 Tucker, M.E. (1991). *Sedimentary Petrology. An introduction to the origin of sedimentary rocks*, 2ª edic. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 260 pp.



BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
Cerámica y Vidrio
INSTRUCTIONS FOR PAPERS

SUBMISSION OF PAPERS

The original paper and two copies, as well as a copy on computer diskette, should be sent to: Redacción del Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, antigua Carretera de Madrid-Valencia, Km. 24,300, 28500 Arganda del Rey, Madrid.

1. TITLE

It should be as concise as possible and accurately reflect the contents of the publication. In case the article is to be published in separate numbers or sections, each part, apart from the title, ought to bear an additional subheading.

2. AUTHORS

Underneath the title author's (author's) full name(s) will be indicated, as well as the name of the institution where the research was conducted.

3. ABSTRACT

The text will be preceded by a short summary or abstract, no longer than 200 words, indicating briefly but clearly the aims and purpose of the research, the methodology used and the results obtained.

4. KEY WORDS

The abstract should be followed by a maximum of five key words accurately describing the paper contents.

5. TEXT

The text will be submitted in Spanish or English, typewritten with double line spacing and using the front page only, the page being adjusted to UNE Standard A4 (21 x 29,7 cm) with a 2-3 cm left hand margin.

The total length of the article should not exceed 12 pages of the specified format. In case this length is surpassed, the publication has to be broken down into two or more parts.

For greater ease of comprehension and orderly presentation, it is recommended to structure the text into logical sections provided with a short heading and sequential numbering in arabic figures. Such sections may have any number of subsections or chapters, identified according to the example below:

1. INTRODUCTION

2. EXPERIMENTAL

2.1. Identification of raw materials

2.1.1. CHEMICAL ANALYSES

2.1.1.1. Granulometry

The text should be condensed to a maximum, avoiding unnecessary descriptions and superfluous experimental detail, as well as procedural explanations described elsewhere, so that a simple quote of the bibliographical reference is sufficient.

The use of symbols, abbreviations or acronyms of physical magnitudes should follow the International Unit System.

6. TABLES, GRAPHS AND PHOTOGRAPHS

Tables and figures (graphs and photographs) have to adjust in any case to the scope and requirements of the research reported. However, the number of these illustrations should be reduced to the necessary minimum.

Unless to the detriment of clarity, it is recommended to juxtapose graphs referring to the same representational system. Except for exceptional cases, tables and graphs should not be used simultaneously to represent identical data.

Tables will be numbered in Roman figures and provided with a short legend.

They will be presented on separate sheets at the end of the article.

Figures (graphs and photographs) will be numbered correlatively and in the order of quotation in the text. The legends to the figures should in themselves suffice to explicate their contents. According to their numbering, they will be added on a separate sheet at the end of the text, together with the tables.

Tables as well as figures will have to be expressly mentioned in the text, indirect reference does not qualify for inclusion in the publication.

The author will indicate on the left hand margin the approximate and desired site of incorporation into the text for each table or figure. Definitive incorporation will, however, depend on composition and setting.

Graphs and drawings should be presented on separate sheets as camera-ready originals or with quality enough to ensure clear reproduction.

The permissible width of figures and tables is that of a column (8,2 cm), only in exceptional cases a double column (17 cm) can be admitted. If it is desired to differentiate several curves in one and the same graphic, differentiation will be made by means of a fat black line, dotted line and a line consisting of dots and dashes.

Graphical representation of experimental findings will be indicated by means of symbols ○ ● □ ■ △ ▲ in the preferential order mentioned in the text.

Photographs will be supplied in black and white and on glossy paper, minimum dimensions 9 x 12 cm, indicating, where required, the graphical scale reference.

In order to allow for easy identifications of this material, each item will be marked in pencil and on the margin (photographs on the verso) with its current number, the name of the author and an abridged reference to the title.

7. REFERENCES

References (as well as footnotes) should be listed in the order in which they appear in the paper. The order numbers in the text should be in brackets.

All references should be listed together on a separate page. References to periodical papers must include the authors' names, paper title, periodical title, volume number, page range and year (as applicable). Papers from proceedings should include, apart from the author's names and the title of the paper, the location and date of the meeting, name and location of the publisher and the year of publication. Book references should include authors' names, chapter/section title, page range, book title, editors' names, publisher's name registration, the title of the patent, country, number and date.

When original titles are written with non-latin letters, the title should be translated into Spanish and followed by indication of the original language between brackets.

Formats of typical references are as follows:

1. D.P.H. Hasselman. «Unified Theory of Thermal Shock Fracture Initiation and Crack Propagation in Brittle Ceramics». *J. Am. Ceram. Soc.* **52** [11] 600-604 (1969).

2. J.M. Fernández Navarro. «Fundamentos de la fabricación del vidrio», pp. 127-329 en *El Vidrio*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (España) 1991.

3. K.T. Faber. «Microcracking Contributions to the Toughness of ZrO₂ Based Ceramics», pp. 293-305 en *Advances in Ceramics vol. 12: Science and Technology of Zirconia II*, Second International Conference on the Science and Technology of Zirconia (Zirconia'83), Stuttgart (Alemania), Junio 1983. Ed. N. Claussen, M. Rühle, A.H. Heuer, The American Ceramic Society Inc., Columbus, Ohio (USA) 1984.

4. E.W. Babcock, R.A. Vascik. Libbey-Owens-Ford Glass Co. «Glass Sheet Support Frame». USA num. 334765 (17-10-1967).

8. GALLERY PROOFS

The authors will receive the respective printer's slips for proof reading, which are expected to be returned within one week. After this time, the gallery will be proofed by the Bulletin's editorial staff with no liability for errata remaining in the text.

Upon gallery proofs, no modifications of the original text can be accepted, unless the author bears the charges.

9. REPRINTS

The authors will receive, free of charge, 25 reprints plus a copy of the issue in which the article is published. Additional reprints may be ordered at the current price scales.

10. REVIEW AND PUBLISHING

The Editorial Committee will select two reviewers for any original manuscript received and will return to the authors the reviewer's comments, recommending to introduce the suggested changes.

Only original manuscripts will be accepted.

When your paper has been refereed, revised if necessary and accepted, send a disk containing the final version with the final hard copy. Make sure that the disk and hard copy match exactly. Instructions will be supplied once a manuscript has been reviewed and accepted.