Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

ESCALA 1:200.000

HOJA nº 42 (9-5) TARRAGONA

EXPEDIENTE Nº			

ORGANICA Nº	PROGRAMA Nº	CONCEPTO Nº

La presente Hoja ha sido realizada por la Empresa Nacional ADARO bajo la dirección y supervisión del Instituto Tecnológico y GeoMinero de España, habiendo intervenido en su ejecución:

- **Dirección y Supervisión (ITGE)**

. Sección de Rocas y Minerales Industriales. Dirección de Recursos Minerales.

- **Equipo de Trabajo**

. Unidad de Rocas y Minerales Industriales de la E.N. ADARO

  . José L. Griffo Navarro. Ldo. Ciencias Geológicas
  . Diego García Magaña. Ingeniero Técnico de Minas

. Laboratorios (E.N. ADARO)

  . Carlos Vaquero Nazabal. Dr. Ingeniero de Minas
  . Teresa Nodal Ramos. Lda. Ciencias Geológicas

. Otros laboratorios

  . INIA
  . LOEMCO

INDICE

	Págs.
0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO	2
1.- INTRODUCCION	5
1.1.- SITUACION GEOGRAFICA	6
1.2.- ANTECEDENTES	8
2.- SINTESIS GEOLOGICA-MINERA	10
2.1.- SITUACION GEOLOGICA	11
2.2.- ESTRATIGRAFIA	11
2.2.1.- Paleozoico	11
2.2.2.- Triásico	13
2.2.3.- Jurásico	15
2.2.4.- Cretácico	17
2.2.5.- Terciario	18
2.2.6.- Cuaternario	22
2.3.- ROCAS IGNEAS HERCINICAS	24
2.4.- ESTRUCTURA	25
2.4.1.- Estructura Hercínica	25
2.4.2.- Estructura Alpina	26

Págs.

3.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS 30

3.1.- ARCILLA COMUN 32
3.2.- ARENAS, GRAVAS Y LEHM GRANITICO 35

3.2.1.- Arenas y gravas 35
3.2.2.- Lehm granítico 37
3.2.3.- Arena 38

3.3.- ARENAS SILICEAS 40
3.4.- ARENISCA 40
3.5.- BARITA 41
3.6.- CALIZA 47
3.7.- DOLOMIA 52
3.8.- GRANITO 54
3.9.- PIZARRA 55
3.10.-YESO 56

4.- EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL 58

4.1.- VISIBILIDAD Y ALTERACION DEL PAISAJE 59

5.- VALORACION MINERO INDUSTRIAL 63

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES 64
5.2.- CATALUÑA 65
5.3.- ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION 68
5.4.- ARIDOS NATURALES 69
5.5.- ARIDOS DE MACHAQUEO 70
5.6.- CEMENTOS 70
5.7.- LADRILLERIA Y LOZAS 71
5.8.- VIDRIO 72

Págs.

5.9.- REFRACTARIOS 72
5.10.-INDUSTRIA QUIMICA 73
5.11.-CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES 73
5.12.-OTROS USOS 74

6.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES 75

6.1.- ARCILLA COMUN 76
6.2.- ARENAS SILICEAS 80
6.3.- ARENAS Y GRAVAS 81
6.4.- BARITA 82
6.5.- CALIZA 85
6.6.- CUARCITA Y ARENISCA 97
6.7.- DOLOMIA 99
6.8.- GRANITOS 104
6.9.- PIZARRAS 107
6.10.-YESO Y ANHIDRITA 113

7.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES 120

7.1.- ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION 122
7.2.- ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO 126

7.2.1.- Aridos para hormigones 126
7.2.2.- Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración 129
7.2.3.- Aridos para bases de carreteras .. 133
7.2.4.- Subbases granulares 134
7.2.5.- Balasto de ferrocarriles 134

Págs.

7.3.- CEMENTOS, CALES Y YESOS 137

7.3.1.- Cementos 137
7.3.2.- Cales 141
7.3.3.- Yesos 142

7.4.- CERAMICA ESTRUCTURAL 142
7.5.- REFRACTARIOS 145
7.6.- LOZAS Y PORCELANAS 154
7.7.- VIDRIO 157
7.8.- INDUSTRIA QUIMICA 162
7.9.- ABRASIVOS 163
7.10.-CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES 166
7.11.-ARENAS DE MOLDEO 169

8.- RESUMEN Y CONCLUSIONES 173

8.1.- RESUMEN 174
8.2.- CONCLUSIONES 176

9.- BIBLIOGRAFIA 180

0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO

El Sector de las rocas y minerales industriales ha experimentado en los últimos años, a nivel nacional, un extraordinario desarrollo, no sólo en el campo de los áridos de construcción y obras públicas, sino en casi todos los otros subsectores industriales en los que se utilizan como materia prima rocas y minerales industriales y, especialmente, en el campo de las rocas ornamentales para su uso en construcción, en el que el desarrollo ha sido expectacular.

Esto ha traido como consecuencia el cierre por absoletismo de numerosas antiguas explotaciones, y ha obligado la puesta al día y mecanización de las que continuan en activo en un intento de ser competitivas en un mercado cada vez más abierto.

Esta gran movilidad del Sector implica un cambio contínuo en los métodos de explotación, tipos de productos, diversificacaión de mercados, etc., lo que trae como consecuencia un rápido desfase de documentos infraestructurales tales como los Mapas de Rocas Industriales, lo que obliga al ITGE como responsable de ellos, a una permanente actualización de estos inventarios de explotaciones.

Es por ésto por lo que el ITGE ha iniciado, en 1988, una revisión de los Mapas de Rocas Industriales a escala 1:200.000, con unas nuevas directrices recogidas en el "Manual de metodología para la realización de los mapas de rocas y minerales industriales E/1:200.000".

Siguiendo estas directrices, en la elaboración de la presente memoria se ha desarrollado el plan de trabajo siguiente:

- Recopilación y análisis de la bibliografía y documentación existentes.

- Estudio previo de la zona mediante fotografía aérea.

- Consulta de los Planes de Labores anuales de las provincias de Barcelona y Tarragona.

- Visita e inventario de explotaciones activas, inactivas e indicios de potencial interés.

- Toma de muestras y realización de los correspondientes análisis y ensayos de laboratorio.

- Redacción de la memoria y confección del mapa a escala 1:200.000.

1.- INTRODUCCION

1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

La hoja nº 42 (9-5), "Tarragona", del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000 se encuentra situada en el ángulo NE de la Península Ibérica, quedando delimitada por las coordenadas 0°48'49"5 y 2°08'49"5 de longitud este (meridiano de Greenwich), y 40°40'04"3 y 41°20'04"1 de latitud norte.

La división de la misma en hojas 1:50.000 es la siguiente:

445 33-17	**446** 34-17	**447** 35-17	**448** 36-17
472 33-18	**473** 34-18		
498 33-19			
523 33-20			

La totalidad de la hoja está enclavada en la Comunidad de Cataluña correspondiendo un 75% de su superficie a la provincia de Tarragona y el resto, localizado en el ángulo NE, a la de Barcelona; asímismo en su cuadrante NO hay un pequeño territorio de la provincia de Lérida.

Los principales núcleos urbanos comprendidos en ella son: Tarragona, Reus, Cambrils, Valls, Vilaseca de Solcina, El Vendrell, Arbós, La Selva del Camp, Calafell, Torredembarra y Bisbal de Penedés, en Tarragona; El Prat de Llobregat,

Gavá, Vilanova i La Geltrú, Castelldefels, Sitges y Els Monjos, de la provincia de Barcelona.

El límite norte de la hoja se encuentra localizado a menos de 20 Km de Barcelona capital, lo que unido a estar esta hoja en la costa mediterránea, si a esto se agrega el ser esta una zona con una gran concentración de industrias y con un gran desarrollo del sector turístico, nos podemos hacer una idea de la densa red viaria que atraviesa la superficie de la hoja, con la sola excepción de su ángulo NW. La principal arteria la constituye la Autopista del Mediterráneo, que pone en comunicación a Francia con el Levante español y de la que parte, dentro de la superficie de la hoja, la Autopista del Ebro, que une Cataluña con el País Vasco, pasando por Aragón y Navarra.

Otras importantes vías de comunicación son:

N-240 - Tarragona a San Sebastián y Bilbao
N-420 - Córdoba a Tarragona por Cuenca
N-340 - Cádiz y Gibraltar a Barcelona
C-242 - Reus a Fraga por Uldemolins
C-240 - Salou a Pons por Reus
C-246 - Barcelona a Valls
C-245 - Castelldefels a Esplugas de Llobregat

Hay que citar, asímismo, la existencia dentro de su perímetro del puerto de Tarragona, factor de vital importancia para el desarrollo industrial existente en esta zona.

La red hidrográfica limitada al sur por el rio Ebro, que desemboca dentro del ámbito de la hoja, y el Llobregat al norte, aparece representada por una serie de rios como son el

Francolí, Gaia, Surana y Foix, y numerosos cursos de carácter intermitente tipo rambla.

El principal embalse se sitúa en el rio Gaia (Embalse de Gaia), existiendo otros de menores dimensiones en los rios Surana (Embalse de Surana) y Foix (Embalse de Foix).

Es de destacar una fuerte orografía en el cuadrante noroccidental donde los accidentes orográficos más importantes lo constituyen las Sierras de Montsant (1.166 m) y de La Musara (1.054 m) al NW de la hoja y Sierra Pedrera (912 m), Sierra de Santa Marina y Sierra de Esteve, en el borde oeste; que contrasta con todo el litoral mediterráneo de características fisiográficas típicas de estas áreas.

El clima es de tipo "templado-mediterráneo" en el que las máximas oscilaciones e temperatura son de unos 15°. La precipitación media anual equivale a unos 600 mm. Por otra parte, se registran escasas heladas en la zona costera y aumentan progresivamente a medida que nos adentramos hacia el centro de la hoja.

1.2.- ANTECEDENTES

Bajo el estricto punto de vista de las rocas y minerales industriales merecen destacarse los anteriores inventarios, Mapa de Rocas Industriales (IGME, 1974), Mapas Metalogenéticos (IGME, 1975) e Inventario Nacional de Rocas Industriales (IGME, 1976), así como diferentes estudios sectoriales sobre yesos (IGME, 1969), baritas (IGME, 1974) y los estudios sobre el Triásico de Las Catalánides (Virgili, C., 1958).

Para la realización del Mapa de Recursos se ha tomado como base el Mapa Geológico de España, E/1:200.000, hoja 42 (Tarragona) (IGME, 1987), al que se le han hecho algunas modificaciones, con el objeto de adaptar la base geológica al carácter litológico y al fin práctico que han de tener estos mapas. La descripción estratigráfica se ha tomado, asímismo, de la Memoria del citado Mapa.

2.- SINTESIS GEOLOGICA-MINERA

2.1.- SITUACION GEOLOGICA

La hoja 42 (9-5) "Tarragona" (Fig. 1), ocupa una parte de la Cordillera Costero-Catalana (Dominio meridional), encontrándose limitada en el cuadrante noroccidental con la Cuenca del Ebro y en su parte oriental con el litoral mediterráneo.

Estructuralmente, las alineaciones corresponden a la Cordillera Costero-Catalana, excepto al extremo suroccidental, donde afloran una serie de pliegues y cabalgamientos que corresponden a la llamada zona de enlace (pliegues y cabalgamientos de Portalrubio-Vandellós), que se situan entre esta unidad y la Cordillera Ibérica, localizada en la hoja de Tortosa.

2.2.- ESTRATIGRAFIA

2.2.1.- Paleozoico

Los terrenos paleozoicos se distribuyen en la hoja en dos áreas bastante alejadas entre si y formadas además por materiales de edad diferente; así mientras que la localizada en la parte oriental de la hoja está constituida por materiales esencialmente precarboníferos, la segunda situada en la parte occidenal de la misma consiste, fundamentalmente, en terrenos carboníferos.

Los materiales de la primera de las áreas son los siguientes:

2.2.1.1.- Pizarras, grauwacas y cuarcitas (3) (Ordovícico). Se trata de pizarras gris-verdosas, de edad incierta, con escasa representatividad en la hoja.

2.2.1.2.- Pizarras negras y liditas (3) (Silúrico). Pizarras negras bastante ricas en graptolites, con niveles de liditas particularmente abundantes en la parte baja y capas delgadas de cuarcita.

2.2.1.3.- Calizas nodulosas, margas y pizarras (3) (Silúrico superior-Devónico). Por encima de las pizarras negras silúricas se encuentran unas calizas nodulosas en bancos gruesos, de color gris o amarillento que afloran únicamente y en reducida extensión al O de Gavá. Sobre estos materiales se localiza un paquete de pizarras rosadas y negras, seguido de una alternancia de calizas y pizarras rojas, sobre las que se situan margas verdes o azuladas con nódulos de calizas/pizarras verdes, dando en conjunto a la serie una potencia máxima de 75 m.

En cuanto a los materiales que afloran en la segunda de las áreas indicadas son:

2.2.1.4.- Pizarras y areniscas con liditas y calizas en la base (3) (Carbonífero). En el afloramiento de Gavá sólo se observan materiales de la facies detrítica, y en el Priorat y Sierra de Miramar, los niveles de liditas y calizas se localizan intercalados entre la serie detrítica de facies Culm. En la zona cen-

tral del Priorat la sucesión carbonífera consta de base a techo de las unidades siguientes:

- Unidad basal de Les Vilelles. Está formada por unos 250 m en los que se alternan tramos de liditas con otros de pizarras y cuarcitas.

- Unidad arenosa de Bassetes. Son unos 400 m de areniscas con escasas intercalaciones de liditas, calizas y pizarras.

- Unidad pelítico-arenosa de Scala Dei. Pizarras con intercalaciones arenosas en la base y de calizas hacia el techo. Potencia total 380 m.

- Unidad turbidítica de Poboleda. Son unos 1.500 m de areniscas y pizarras en alternancia apretada, formando tres megasecuencias negativas.

2.2.2.- Triásico (4-5-6)

Presenta los siguientes tramos:

2.2.2.1.- Conglomerados, areniscas y lutitas rojas (4). (Facies Buntsandstein). Los materiales de la hoja pertenecen al denominado dominio meridional y está constituido principalmente por areniscas con algunos conglomerados, con una potencia que varia de 60 a 120 m. Sobre estos materiales reposan directamente lutitas rojas, las cuales constituyen la parte alta de la formación.

2.2.2.2.- Calizas y dolomías (5) (Facies Muschelkalk). Constituyen los materiales pertenecientes al Muschel-

kalk inferior, que tiene una potencia que oscila de 65 a 120 m y en el mismo se han distinguido cuatro complejos:

Complejo A: Constituido por una alternancia de dolomías ocres y niveles de lutitas carbonatadas, en estratos que oscilan de 0,2 a 2 m y de 0,1 a 0,5 m respectivamente.

Complejo B: Constituido por una amplia variedad litológica desde mudstones a rudstones que pueden estar parcial o totalmente dolomitizados.

Complejo C: Constituido por una amplia variedad litológica, desde mudstones a grainstones oolíticos, parcial o totalmente dolomitizados.

Complejo D: Constituido básicamente por dolomicritas de color claro con estratificación de 10 a 50 cm, caracterizados por la presencia de moldes de evaporitas y laminación milimétrica paralela.

2.2.2.3.- Lutitas rojas y yesos (6) (Facies Muschelkalk). Constituido de muro a techo por una alternancia de lutitas carbonatadas versicolores entre las que se intercalan niveles de carniolas y brechas, lutitas rojas entre las que se intercalan niveles de areniscas y/o evaporitas (yesos) y finalmente un tramo semejante al primero en donde son más abundantes las lutitas y los niveles de dolomicritas, carniolas y brechas. El espesor de la formación oscila entre los 50 y 100 m.

2.2.2.4.- Calizas, dolomías y margas (5) (Muschelkalk). La potencia del Muschelkalk superior oscila entre los 80 y 160 m y está constituido de muro a techo por: mudstones grainstones a brechas, parcial o totalmente dolomitizadas; lutitas ocres y mudstones-grainstones, asímismo dolomitizadas, calizas arrecifales y dolomicritas de color ocre-amarillento, tableadas y finamente laminadas, conocidas como Piedra d'Alcover y lutitas, dolomías margosas, brechas, etc.

2.2.2.5.- Lutitas y yesos (6) (Facies Keuper). Está constituido este tramo por una alternancia de arcillas grises y capas de yeso, seguido por un conjunto arcilloso rojizo con niveles carbonatados y finalmente niveles de arcillas verdes, con niveles rojizos, que intercalan niveles carbonatados y capas de yeso. La potencia máxima de esta formación es de 190 m.

2.2.2.6.- Dolomías tableadas (5) (Formación IMON). Constituye el tramo superior de la última secuencia triásica y está constituida por: dolomicritas laminadas en capas de 10 a 30 cm de espesor, boundstones algales, mudstones-wackstones de moluscos de matriz micrítica, grainstones oolíticos y bioclásticos, calcarenitas dolomíticas y arcillas y areniscas en la base de la formación. Su potencia es de unos 50 m.

2.2.3.- Jurásico (7-8)

En esta hoja el Jurásico ha sido dividido en tres secuencias deposicionales que en edad se corresponden con el Lias, Dogger y Malm-Cretácico Inferior.

2.2.3.1.- Brechas dolomíticas, dolomías y calizas (7) (Lias). Esta secuencia está constituida por una alternancia de ruditas, arenas y lutitas carbonatadas, seguidas por megabrechas de aspecto caótico, con matriz de arena y lutita de color pardo-amarillento, dolomitizadas, las litologías presentes en los clastos son dolomías de grano grueso y color negro, micritas marrones y beiges y calcarenitas. Sobre estos materiales se localizan una alternancia de margas y margocalizas amarillentas con braquiópodos, lamelibranquios, etc. que finaliza con calizas bioclásticas con abundantes oolitos ferruginosos dispersos en la matriz, costra y grandes nódulos ferruginosos. La potencia de esta secuencia está entre los 100 y 200 m.

2.2.3.2.- Calizas tableadas (8) (Dogger-Kimmeridgiense). Esta unidad está constituida por margas, margocalizas amarillentas, calizas micritas, con abundante fauna de ammonites, belemmites y braquiópodos, tableados y calizas micríticas masivas y de tonalidad blanquecina; hacia el techo la serie se dolomitiza progresivamente hasta estar constituida por dolomías grises masivas, de grano grueso (sacaroideo).

2.2.3.3.- Dolomías negras masivas (7) (Malm-Valanginiense). Está constituida por dolomías negras, sacaroideas masivas y sin estratificación aparente o muy difusa, que forman cuerpos de varios centenares de metros de potencia y morfología lentejonar. Se trata de dolomías secundarias que proceden de la transformación en dolomita de la calcita de varias formaciones carbonatadas jurásicas y cretácicas.

2.2.4.- Cretácico (9-10-11)

2.2.4.1.- Cretácico inferior

. Calizas y margas (11) (Valanginiense-Barremiense). Este tramo está constituido por las unidades siguientes: Calcarenitas de Los Polacos, Calizas de La Bastida, Calizas y margas de Herbers, Calizas y Arcillas lateríticas (rojizas) de El Cantaperdius y Margas y calizas de Las Artolas.

. Margas y biocalcarenitas grises (11) (Aptiense). En esta unidad se han distinguido tres unidades estratigráficas: Calizas y margas de Xert, de color beige-crema y estratificación bien definida, Margas de El Forcall, de tonos grisáceos-amarillentas o azuladas y Caliza de Villarroya de Los Pinares, compacta y de tonos beige-claro.

. Dolomías grises (9) (Aptiense sup.-Aptiense inf.?). Se trata de dolesparitas masivas que en ocasiones pueden presentar restos de bancos de rudistas. Tienen una potencia de 30 a 60 m y procede de la dolomitización secundaria de las calizas de Villaroya de los Pinares.

. Margas y calizas (11) (Albiense). Se trata de una sucesión eminentemente margosa (≈ 120 m de potencia), a los que sigue un nivel superior calcáreo de 30 m. El tramo basal margoso puede presentar dolomitización y es de tonalidades verdosas con ammonitidos, belemmites, etc.

. Arenas, areniscas, biocalcarenitas, lutitas y en ocasiones niveles de lignito (10) (Albiense).

Se caracteriza por un conjunto de lutitas y margas grises, areniscas mal cementadas, calcarenitas bioclásticas

ferruginosas y finos niveles de lignito, con abundantes restos de algas. La potencia aproximada del tramo es de 30 m.

. Arenas y lutitas versicolores (10) (Formación Utrillas). Descansa en discordancia cartográfica sobre diferentes términos jurásicos y está constituida esencialmente por areniscas mal cementadas y lutitas versicolores, con abundantes costras y nódulos ferruginosos, restos vegetales limonitizados y horizontes de lateritas y bauxitas.

2.2.4.2.- Cretácico superior

. Calizas, margas y dolomías (11) (Cenomaniense-Senoniense). Está constituido por una sucesión predominantemente calcárea formada por calizas bioclásticas y dolomías masivas con foraminíferos y una alternancia de calizas y margas con foraminíferos, caráceas y ostrácodos. El espesor total de la sucesión es de unos 50 m con pocas variaciones laterales.

2.2.5.- Terciario (12-13-14-15-16-17)

Los materiales terciarios están ampliamente representados en esta hoja y pertenecen al paleógeno y neógeno.

2.2.5.1.- Paleógeno (12-13)

. Arcillas rojas y conglomerados. Arcillas rojas, calizas y conglomerados (Paleoceno-Eoceno medio) (12). Esta unidad corresponde en gran parte a los "Niveles de Salou" y está formada por tres tramos de base a techo:

a) Arcillas, predominantemente illitas, rojas y/o grisáceas con nódulos carbonatados y ferruginosos dispersos. Inter-

calan lentejones y niveles de conglomerados de forma esporádica y de escaso espesor. Localmente presentan hiladas de yeso fibroso.

b) Constituido por calizas micríticas a veces dolomitizadas pasando a verdaderas dolomías con sílex. Intercalaciones esporádicas de niveles margosos.

c) Está constituido por una alternancia compleja de areniscas, lutitas, conglomerados y calizas. Los niveles de lutitas y margas son predominantemente rojizos, aunque abundan los niveles amarillentos y grises.

La potencia de esta unidad es superior a los 300 m.

. Conglomerados, arcillas con yesos y calizas (12) (Paleoceno-Eoceno medio-superior). Esta unidad se divide en varias subunidades, formadas por los siguientes materiales: lutitas arenosas rojas y/o amarillentas, areniscas silíceas, calizas micríticas con niveles lenticulares de conglomerados y tramos de yesos de potencia y extensión variable.

La potencia total de la unidad oscila entre 300 y 375 m.

. Conglomerados poligénicos (13) (Eoceno medio-superior-Oligoceno medio). Son conglomerados de cantos fundamentalmente de caliza y dolomías heterométricos, presentando matriz lutítica-arenosa y cemento calcáreo. Se presentan en niveles de diversas características: masivos, amalgamados, lenticulares, etc. Asociados a los niveles de conglomerados se presentan intercalaciones de areniscas y lutitas rojizas; esporádicamente se encuentran calizas micríticas y arenosas. La

potencia de la formación varia entre 550 y 950 m. Forman los relieves más importantes de la Sierra del Montsent.

2.2.5.2.- Neógeno (13-14-15-16-17)

- Mioceno

Los materiales de esta edad afloran extensamente en la fosa del Camp de Tarragona y el sur de la fosa del Penedés.

. Calizas, conglomerados y brechas en la base (13). Aquitaniense-Canghiense). Unidad Terrígena Basal. Está constituida por brechas heterométricas, de litología calcárea, cantos angulosos y matriz arcillosa; conglomerados calcáreos, cantos subredondeados a subangulosos y matriz arcillo-limosa o calcarenítica; arcillas rojo-marrón, en niveles lenticulares y dimensiones métricas.

La potencia de esta unidad varia de pocos metros a 30-40 m.

El Complejo marino y de transición, atribuible al Langhiense, muestra una evolución megasecuencial granocreciente y de somerización en sus tramos más altos. Está constituido por tres unidades: U. arrecifal, U. de Vespella y U. de Ardenya.

. Unidad arrecifal (14) (Langhiense). Está constituida por calizas bioconstruidas de colores claros, integradas por corales, algas calcáreas, foraminíferos, etc. La potencia del conjunto oscila entre escasos metros y un centenar.

. Unidad de Vespella (15) (Langhiense). Las sucesiones de esta unidad están integradas dominantemente por niveles de

lutitas y lutitas carbonatadas de color gris y azul. La potencia puede llegar a algunos centenares de metros.

. Unidad de Ardenya (16) (Lughiense). Está constituida por calcisiltitas, de color ocre, areniscas de grano fino a muy fino y color beige a blancas, areniscas y calcarenitas de grano medio a fino de colores beige a ocre y lumaquelas compuestas básicamente por bioclastos de equinodermos, ostreidos, etc. La potencia de esta unidad varia de pocos metros a algún centenar.

El Complejo continental está representado por sedimentos de orlas fluviales, llanuras marginales y distales de los sistemas aluviales desarrollados en las fosas del Penedés y Camp de Tarragona.

. Arcillas y conglomerados (17). (Mioceno superior). Esta unidad agrupa a un conjunto de sucesiones no marinas, casi exclusivamente terrígenas constituidas por facies arenosas y conglomeráticas que alternan con niveles y tramos lutíticos, cuyo predominio es muy variable de unos puntos a otros. En aquellas áreas donde predominan las lutitas, pueden existir delgados niveles de calizas lacustres. La potencia de esta unidad es muy variable oscilando desde algunas decenas de metros a varios centenares (200-300 m).

- Plioceno (17)

. Conglomerados y arcillas (17). Unidad continental. En esta unidad se integran sucesiones integradas por niveles de lutitas rojas, arenitas y conglomerados que integran secuencias generalmente de potencia media-baja (1 a 9 m). Debido a sus características el espesor de la unidad es variable

en los distintos sectores alcanzando un máximo de unos 50 m de potencia.

2.2.6.- Cuaternario (18-19-20-21)

Los depósitos cuaternarios de esta hoja se pueden agrupar en tres tipos diferentes:

- Continentales, de gran desarrollo y extendiéndose desde la base de los relieves importantes hasta casi la línea de costa.

- Marinos, restringidos al litoral.

- Transición, de los cuales los mejores representantes son los deltas de los rios Ebro y Llobregat.

Esquemáticamente los materiales que componen cada uno de estos tipos son:

- Depósitos continentales

. Aluvial (18). Depósitos de cantos de caliza en una matriz arenosa en general, a excepción de los correspondientes a los de los rios Llobregat y de los que desembocan en llanura deltaica, que están formados por limos y arcillas de color beige a marrón con restos de raices.

. Fondo de rambla (18). Su litología está constituida por cantos heterométricos, de hasta 50 cm de diámetro, mal clasificados y angulosos, de naturaleza variable en función del área fuente y sin matriz de unión.

. Terrazas (18-19). Su litología varia desde zonas limo-arcillosas, con escasos cantos de caliza, a conglomerados de cantos de caliza englobados en una matriz areno-arcillosa y ligeramente cementados.

. Conos de deyección (18-19). Depósitos arcillosos, con algunos niveles de cantos (generalmente caliza y dolomía).

. Abanicos aluviales (19). Formados por cantos mesozoicos y graníticos, o de otro tipo en función del área fuente, englobados en una matriz arcillo-arenosa, en ocasiones rojiza, y presentando una costra calcárea a techo.

. Mantos de arroyada (19). Están constituidos por materiales detríticos finos: arcillas y arenas fundamentalmente con cantos distribuidos irregularmente.

. Coluviones antiguos y recientes (19). Constituidos por una brecha heterométrica y polimicrita, cuya matriz arcillo-limosa es muy calcárea, presentando puntualmente una gran cementación.

. Aluvial-coluvial (18). Su naturaleza está constituida por niveles de cantos angulosos con una matriz arcillosa.

. Glacis de cobertera (20). Son fundamentalmente limosos, aunque localmente presentan lentejones de cantos e caliza. Los recubre un nivel de limos eólicos carbonatados.

. Limos (20). Los depósitos existentes constan de un nivel inferior de brecha, uno medio de origen eólico y uno superior formado por muñequitas.

- **Depósitos de transición. Deltas (20-21)**

El conjunto de materiales que se encuentran en estos depósitos son: gravas, arenas, limos, marismas y dunas bien de naturaleza cuarcítica o de fragmentos de conchas.

- **Depósitos marinos (21)**

Depósitos de arena que constituyen las playas o forman pequeñas barras.

2.3.- ROCAS IGNEAS HERCINICAS

- **Rocas plutónicas**

. Cuarzodioritas biotítico-hornbléndicas y cuarzomonzodioritas (2). Constituyen pequeñas masas rocosas de color gris oscuro, de grano medio.

. Tonalitas biotítico-hornbléndicas (2). Constituyen parte del plutón de Alforja-Aleixar-Vilaplana aunque el afloramiento no es totalmente homogéneo, pudiendo hallarse variaciones en composición mineralógica y química.

En los afloramientos se observa como son de tamaño de grano medio a grueso, de color gris claro, ricos en biotita de hábito prismático y en anfibol. Presenta numerosos enclaves de tipo microgranudo cuarzodioríticos.

. Granodioritas y tonalitas con hornblenda accesoria (1). Afloran en los alrededores de la población de Prades y su composición se halla próxima al límite granodiorita-tonalita; son bastante biotíticas y casi siempre contienen peque-

ñas cantidades de hornblenda. Contiene enclaves microgranudos cuarzodioríticos, aunque en escasa proporción.

. Granodioritas biotíticas heteroglanulares de grano fino a medio (1). Localizadas en los alrededores de Falset y son rocas de color gris, de composición granodiorítica biotítica, en los que no se ha observado la presencia de hornblenda.

2.4.- ESTRUCTURA

2.4.1.- Estructura Hercínica

Como ya se ha indicado los afloramientos de terrenos paleozoicos se encuentran localizados en los ángulos NE y NW de la hoja. Los materiales paleozoicos del ángulo NE están afectados por una foliación generalizada. El metamorfismo corresponde a la facies de esquistos verdes (zona de clorita) y se hace más débil en los niveles estratigráficos más altos. El metamorfismo regional se desarrolló simultáneamente con la foliación que es la primera esquistosidad que se observa en el área (S_1). Las estructuras asociadas a la primera deformación son pliegues vergentes al S o al SSE de ángulo entre flancos bastante bajos, pudiendo llegar a ser casi isoclinales.

En el ángulo NW de la hoja tanto el metamorfismo como la foliación están mucho menos desarrollados que en el caso anterior, si se exceptúa, en el primer caso, el metamorfismo de contacto inducido por los granitoides tardios. En las zonas de charnela de los pliegues la intersección de la foliación con una fábrica planar anterior, paralela a la estratificación, da origen a la típica disyunción en "lápices". Las

estructuras de orden mayor muestran una vergencia igual que en el área anterior.

En las dos áreas, además de la deformación principal asociada a la generación de la primera foliación (S_1), se observan crenulaciones más tardias que cortan a la anterior según ángulos altos. Asímismo, se encuentran pliegues de tipo "chevron" de diferentes dimensiones, cuyos planos axiales tienen una disposición similar.

Las dos fases de deformación citados corresponden a lo que regionalmente en las Cadenas Costeras Catalanas, han sido denominadas Fases 1 y 3.

2.4.2.- Estructura Alpina

Prácticamente la totalidad de las estructuras presentes en esta hoja pertenecen a la Cordillera Costero Catalana, excepto en su extremo suroccidental, donde aflora el extremo oriental del haz de pliegues y cabalgamientos de Portalrrubio-Vandellós, perteneciente a la zona de enlace con la Cordillera Ibérica. Se han distinguido las siguientes unidades:

. Unidad de Prades-Priorat

Constituye un área con extensos afloramientos del zócalo herciniano con una cobertera compuesta por materiales que abarcan desde el Triásico al Cretácico superior.

Su interior está afectado por fallas de orientación NNE-SSW a NE-SW, que cuando atraviesan las áreas donde se conserva la cobertera mesozoica, pueden dar lugar a flexiones en ella. Hay también fallas de orientación subperpendicular a las anteriores (WNW-ESE).

Su separación a la fosa de Camp la marcan una serie de fallas de orientación NE-SW. Los límites con los materiales de la Cuenca del Ebro establece en su zona NE una falla de orientación NW-SE y por su lado NW por una orientación ENE-WSW.

Asi pues se observa que esta unidad constituye el basamento de los materiales paleógenos de la Cuenca del Ebro, elevados por la acción de las fallas NE-SW a ENE-WSW de la Cordillera Costero Catalana.

. Macizo de Bonastre

Constituido por materiales mesozoicos ligeramente afectados por pliegues NE-SW y por gran cantidad de fallas igualmente orientadas.

. Unidad de Garraf

Está formada por materiales mesozoicos que tienen una disposición subtabular u homoclinal, con buzamientos dominantemente hacia el WSW.

Esta estructura se ve fuertemente complicada por la existencia de una fracturación muy importante que se agrupa en tres direcciones dominantes: NW-SE, E-W y NE-SW, que se formaron en su mayoría durante las etapas compresivas alpinas.

En su interior se encuentran algunas pequeñas fosas rellenas de materiales neógenos, algunas más o menos cuadrangulares, debido a la acción de más de una dirección de fallas y otras claramente rectilíneas (orientación NE-SW).

Su límite SE lo marcaría una falla normal fosilizada por el Cuaternario del Delta del Llobregat.

El límite NE es la fosa del Penedés. A gran escala, el contacto es debido a una falla normal NE-SW, fosilizada por materiales neógenos.

. Unidad Tarragona-Salou

Se agrupan en esta unidad dos afloramientos de materiales mesozoicos y paleógenos, que aparecen afectados por pliegues y cabalgamientos de dirección NE-SW y vergencia hacia el NW.

. Unidad de Vandellós-Llaberia

Constituye el extremo oriental del haz de pliegues y cabalgamientos de Portalrrubio-Vandellós, parte frontal de la Zona de Enlace, y en ella los materiales mesozoicos cabalgan sobre los de la unidad Prades-El Priorat, pudiendo observarse dos klippes. Como consecuencia de este cabalgamiento se produjo una importante deformación en los materiales del Muschelkalk inferior de la unidad cabalgada.

. Fosa del Baix Penedés

Es el extremo meridional de la gran fosa del Vallés-Penedés, la cual constituye una depresión tectónica alargada, rellena de materiales neógenos.

En este sector meridional, las dos fallas principales NE-SW que la limitan están a menudo fosilizadas por los materiales neógenos más superiores.

Para la realización de este Proyecto se han visitado 92 estaciones de las que se han inventariado 77, siendo 41 las explotaciones activas, 27 las inactivas, 6 canteras de trabajo intermitente y 3 son indicios. Al mismo tiempo se han dado de baja 15 canteras, bien por llevar varios años inactivas y tener pequeñas dimensiones, por agotamiento de las reservas o por haber dedicado el emplazamiento de la explotación a la construcción de viviendas, naves industriales, etc.

Con estas explotaciones abandonadas y a fin de no perder información, se ha confeccionado una relación en la que se indica: sustancia beneficiada, ubicación (coordenadas U.T.M.), posible utilización y causas que originan la baja en este inventario. Igualmente se describen brevemente las características de los yacimientos, explotaciones e indicios de interés. También se incluyen datos industriales y económicos, obtenidos principalmente de los explotadores y de las Jefaturas Provinciales de Minas. Por último se incluyen los resultados de análisis y ensayos realizados, indicando las posibilidades de utilización de acuerdo con las especificaciones seguidas por la industria.

Por su importancia en cuanto a volumen de extracción, destacan las calizas para su utilización en la fabricación de cemento y como áridos de machaqueo. Teniendo todas estas canteras instaladas a pie de obra sus correspondientes plantas de trituración y clasificación.

Le siguen en importancia las dolomías que se explotan para roca ornamental y de construcción en el Término de Montreal, las cuales se encuentran también en otros Términos Municipales. Se explotan para estos mismos fines, algunas calizas, pizarras y granitos.

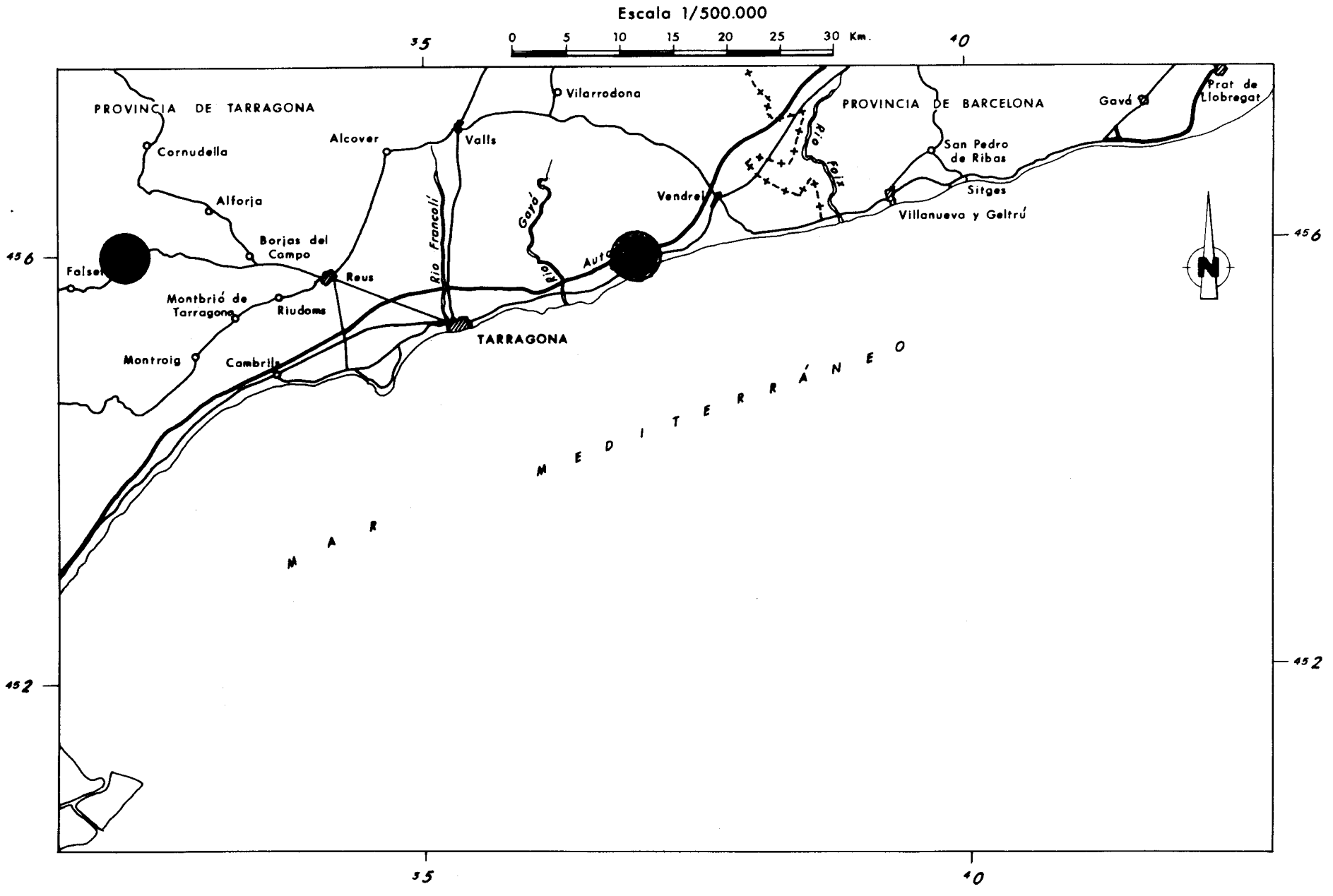
Las rocas y minerales industriales que son o han sido objeto de explotación en esta hoja son los siguientes:

Arcilla común (Arc.)
Arena (Are.)
Arena y Grava (Are,Grv)
Arenisca (Arn.)
Barita (Bar.)
Caliza (Clz.)
Dolomia (Dol.)
Granito (Gr.)
Pizarra (Piz.)
Yeso (Yes.)

3.1.- ARCILLA COMUN (ARC.)

El número de canteras de arcilla inventariadas en esta hoja, han sido de 4, permaneciendo activa sólo la nº 19 ubicada en el Término de Creixell. La extracción se realiza durante los meses de verano, debido a la dificultad que entraña realizar estos trabajos en épocas de lluvia.

En las proximidades de las canteras nºs 9 y 11 se aprecian algunos puntos donde han extraído pequeñas cantidades de arcilla, pero por sus reducidas dimensiones no se han inventariado.



ZONAS DE ESPLOTACION DE ARCILLAS.

ARCILLAS

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
9	6	445	323.250	4.560.200	600	Prasell	EB	M	9
11	6	445	327.000	4.565.900	700	Arboli	EB	A	9
25	5	446	345.300	4.568.550	340	Alcover	EB	A	9
28	19	446	369.400	4.559.500	60	Creixell	EI	A	9

La explotación de este tipo de canteras es el de "cielo abierto". La cantera que actualmente está en actividad intermitente, tiene un frente de unos 60 m con una altura media de 5 m y se extrae el material arrancándolo con pala excavadora.

Las características del material extraido en ella son las siguientes:

ANALISIS QUIMICO

Nº EST.	Nº MUEST.	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)	Na_2O (%)	P.F. (%)
28	446-28	35,48	21,40	10,90	2,28	2,45	4,50	0,06	0,30	22,67

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

ANALISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra nº 446-28

TODO-UNO: Dolomita 10%
Calcita 30%
Feld. potásico ... 10%
Cuarzo 10%
Filosilicatos 40%

Agregado orientado:

Caolinita 10%
Mica 40%
Clorita 10%
Montmorillonita .. 40%

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

ANALISIS GRANULOMETRICO (en %)

Nº MUESTRA 446-28	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla
	1,04	18,80	56,35	22,95

Los resultados de los análisis no recomiendan el uso de este material en la elaboración de cerámicas finas debido, fundamentalmente, al alto contenido en carbonatos y filosilicatos. Se trata de arcillas jóvenes, poco evolucionadas.

El análisis del agregado orientado muestra una composición que limita considerablemente la utilización de este material en el campo cerámico. Incluso en el campo de la cerámica estructural y artesana, el alto contenido en montmorillonita condiciona sensiblemente su uso.

Estas arcillas pertenecen al Holoceno, donde alternan con limos y suelos.

La producción de arcilla, de unas 100 t, se dedica principalmente a la fabricación artesanal de baldosas rústicas, que se venden en el mercado nacional y en Francia.

3.2.- ARENAS, GRAVAS Y LEHM GRANITICO (ARE. GRV.)

Quedan incluídos en este apartado los materiales de distinta naturaleza cuyo destino final es la obtención de los diferentes tipos de áridos.

El sistema de explotación empleado en estas canteras es por minería a "cielo abierto-ladera" para los Lehm graníticos y "cielo abierto-aluviales" para los depósitos de gravas y arenas. En ambos casos el arranque se realiza con máquinas retroexcavadoras, no siendo necesario el empleo de dinamita dada la falta de cohexión de estos materiales.

Por su naturaleza se dividen en:

- Arenas y gravas.
- Lehm graníticos.
- Arenas deltaicas y de playa.

3.2.1.- Arenas y gravas

De este tipo de materiales, se han visitado 14 estaciones, de las que 5 son canteras en actividad continuada, 1 trabaja temporalmente y 3 permanecen inactivas, habiéndose dado de baja las 5 restantes.

Son materiales que pertenecen a depósitos cuaternarios de origen fluvial que forman parte de terrazas y depósitos en los actuales cauces de los ríos.

Las áreas donde se localizan estas explotaciones son las de Maspufols y Alforja, ubicadas en el término municipal

de Riudoms, la sierra Boella Grande en La Conanja y por último la situada en Pla de Meset del Término de Tarragona.

ARENAS Y GRAVAS

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
16	19	445	336.350	4.559.150	140	Ruidoms	EA	A	3
23	19	446	346.720	4.570.480	320	Alcover	EB	D	3
27	19	446	344.850	4.564.660	180	Selva C.	EB	M	3
69	19	472	336.200	4.559.200	140	Ruidoms	EA	A	3
70	18	472	337.750	4.554.500	90	Ruidoms	EB	M	3
71	19	473	346.600	4.554.250	40	Canonja	EA	A	3
72	19	473	346.800	4.540.150	40	Canonja	EA	A	3
75	19	473	345.000	4.549.000	20	Casteller	EI	A	3
76	19	473	345.200	4.548.250	20	Casteller	EA	A	3

Las explotaciones son de tamaño pequeño, no sobrepasando en el mejor de los casos las 40.000 t/año de producción. La mecanización es muy simple, consistente en una pequeña planta de clasificación con un "trommel" para el lavado de arenas.

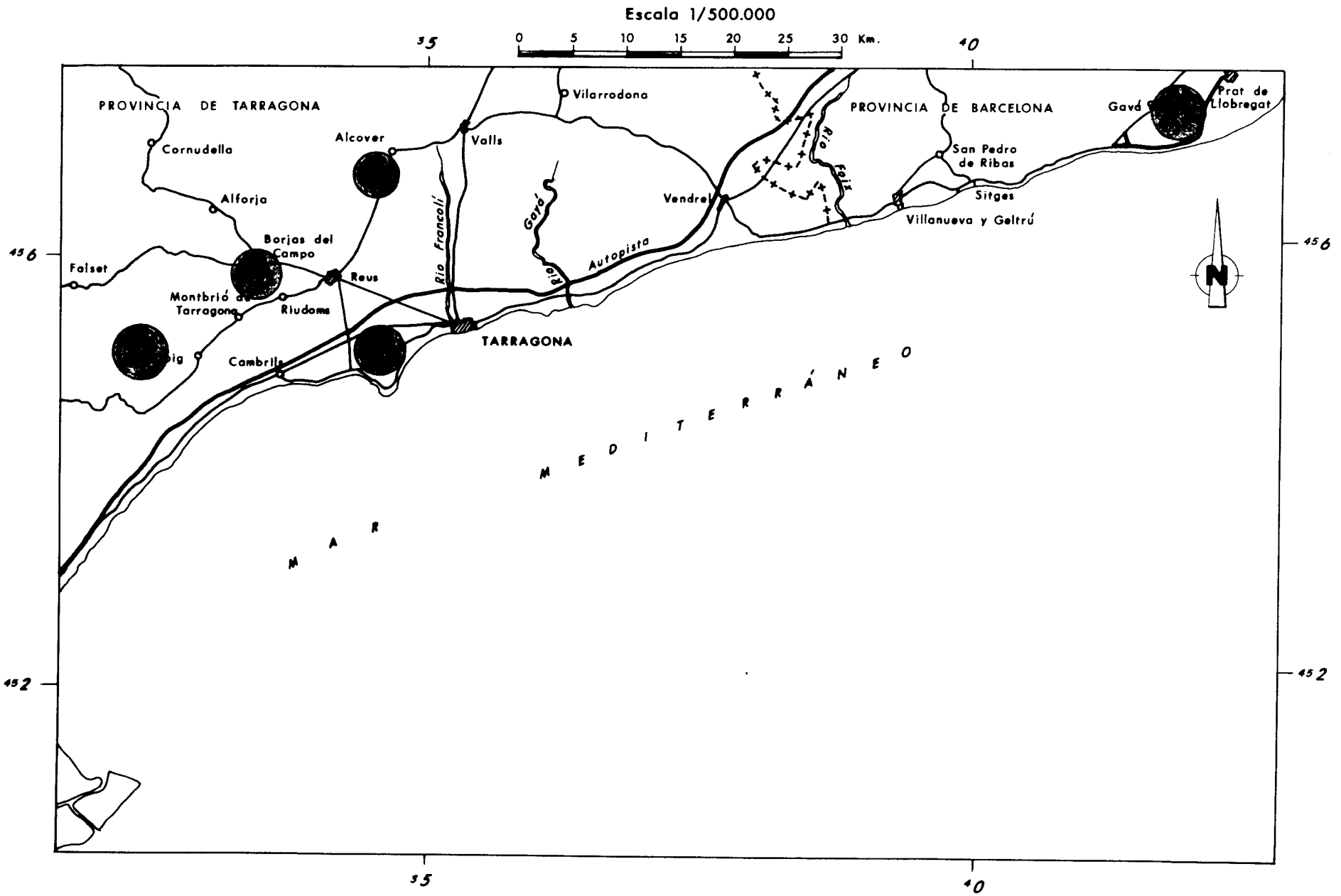
Nº ESTACION	Nº MUESTRA	$CO_3^=$(%)	$SO_4^=$(%)
16	445-16	8,85	<0,02
72	473-72	10,09	<0,02

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	EQUIVALENTE ARENA
16	445-16	60
72	473-72	19

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

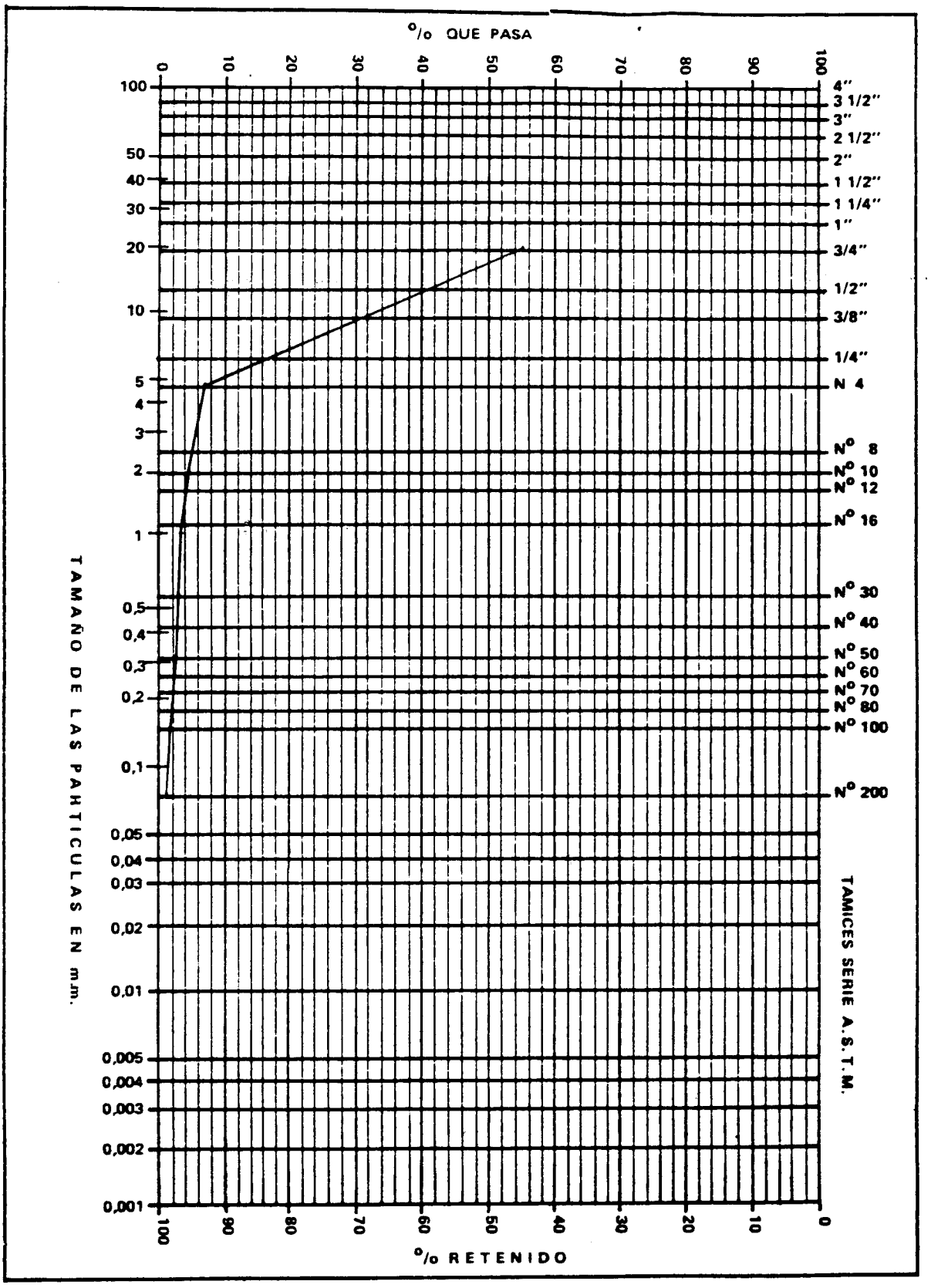
Los resultados obtenidos en los ensayos de estos materiales permiten calificarlos aptos para su uso como áridos naturales en construcción, dentro de las denominaciones gravilla menuda, garbancillo y arena gruesa que conforman más



ZONAS DE EXPLOTACION DE ARENAS Y GRAVAS.

CURVA GRANULOMETRICA

MUESTRA nº 445-16
ESTACION nº 16



Realiz.: Lab. E.N. ADARO

del 90% del material; el resto lo forman de forma gradual, finos eliminables con el lavado en planta.

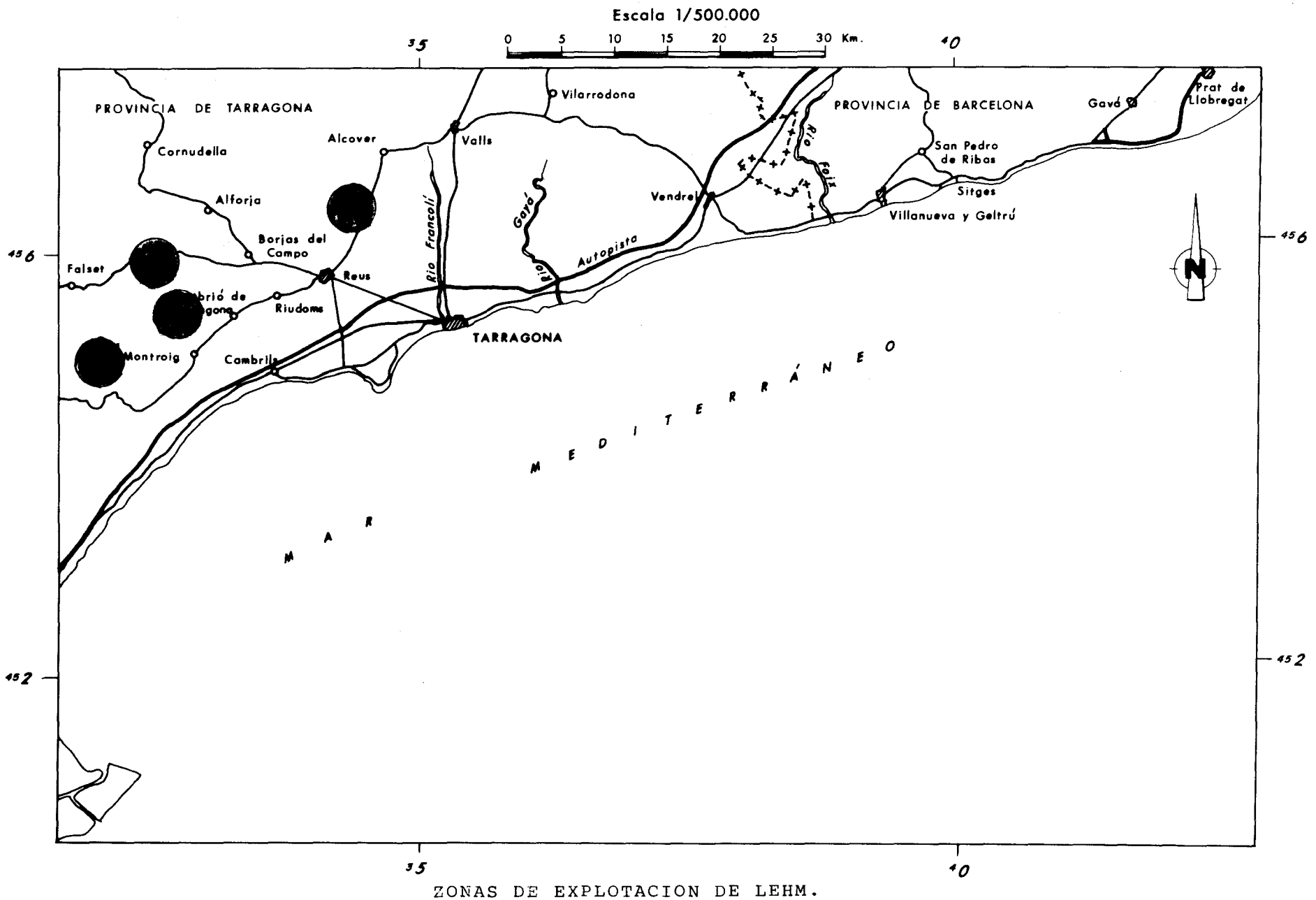
3.2.2.- Lehm granítico

En esta hoja trabajan en la extracción de Lehm granítico 4 canteras, de las que 3 tienen una actividad continuada durante todo el año y una permanece activa sólo temporalmente. En total producen cerca de 85.000 t/año.

En las rocas graníticas, la meteorización produce principalmente en los feldespatos una alteración que provoca la disgregación de las distintas especies minerales que lo componen, originándose "in situ" depósitos granulares formados por cuarzo, feldespatos alterados y micas en su mayoría cloritizadas. Localmente a estos materiales se les denomina sauló. El espesor de la zona productiva (meteorizada) no suele exceder de los 3 m, ya que a partir de esta profundidad la meteorización es menos intensa y la cohexión de los componentes minerales es más fuerte impidiendo la facilidad de arranque y la formación de menudos para la obtención de arenas.

Las explotaciones son de tamaño pequeño no llegando ninguna de ellas a sobrepasar las 30.000 t/año.

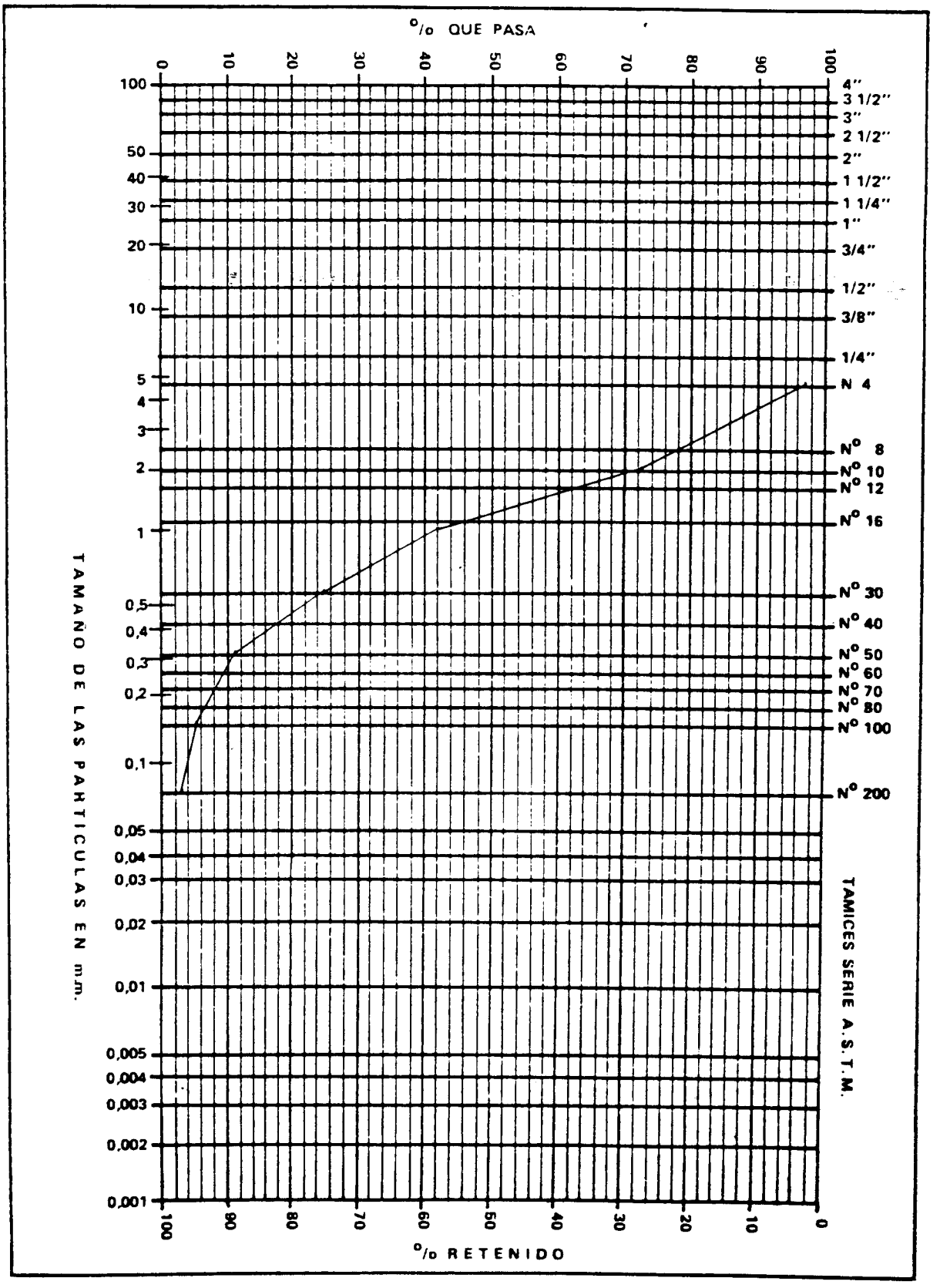
La falta de cohexión entre los distintos minerales que componen esta masa, favorece el arranque con pala retro-excavadora, utilizándose el producto extraído en bruto para firmes y rellenos, y también para la obtención de arenas mediante una simple criba de aproximadamente 2,5 x 3 m con malla que varía de 3 a 5 cm según la inclinación de la criba, se producen arenas más o menos gruesas.



ZONAS DE EXPLOTACION DE LEHM.

CURVA GRANULOMETRICA

MUESTRA nº 472-67
ESTACION nº 67



Realiz.: Lab. E.N. ADARO

LEHM GRANITICO

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
60	1	472	329.850	4.556.350	240	R.Canyes	EA	M	3
61	3	472	330.100	4.556.550	260	R.Cantes	EA	M	3
66	1	472	324.900	4.552.600	320	Escornalbau	EI	M	3
67	1	472	325.300	4.552.150	280	Vilanuova de Escorn.	EA	A	3

Los materiales extraidos de estas canteras son utilizados tras una sencilla criba en la construcción y obras públicas, de acuerdo con los resultados de los análisis:

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	$CO_3=$(%)	$SO_4=$(%)
60	472-60	3,71	<0,02
67	472-67	2,53	<0,02

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	EQUIVALENTE ARENA
60	472-60	84
67	472-67	83

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

Para la realización de que son objeto, estos materiales reúnen las características exigidas, y en el mejor de los casos, lo único necesario es una granoselección primaria mediante una criba.

3.2.3.- Arena (ARE)

En tres tipos de depósitos de distinta formación geológica, se han reconocido 7 estaciones, 6 en actividad extractiva continuada, y 1 inactiva.

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
29	19	447	381.200	4.570.400	400	Banyeres	EB	A	3
53	20	448	419.200	4.571.900	10	Viladecams	EA	M	3
54	20	448	419.520	4.571.900	10	Viladecams	EA	M	3
55	20	448	419.200	4.571.900	10	Viladecams	EA	M	3
56	20	448	419.520	4.571.890	10	Viladecams	EA	M	3
57	19	448	420.050	4.571.300	8	Viladecams	EA	M	3
58	19	448	415.280	4.570.700	10	Viladecams	EA	M	3

EL frente de la explotación nº 29 está situado en arenas terciarias sobre las que descansa un paquete de calizas (16). Es la única cantera inactiva de las inventariadas.

Las canteras de la nº 53 a la 58, benefician los depósitos de arenas que forman parte del delta del Llobregat, estas arenas ocupan la parte superior del Holoceno, generalmente ocultas por una capa de suelos y/o materiales de relleno. Las arenas pueden ser de playa, dunas o fluviales.

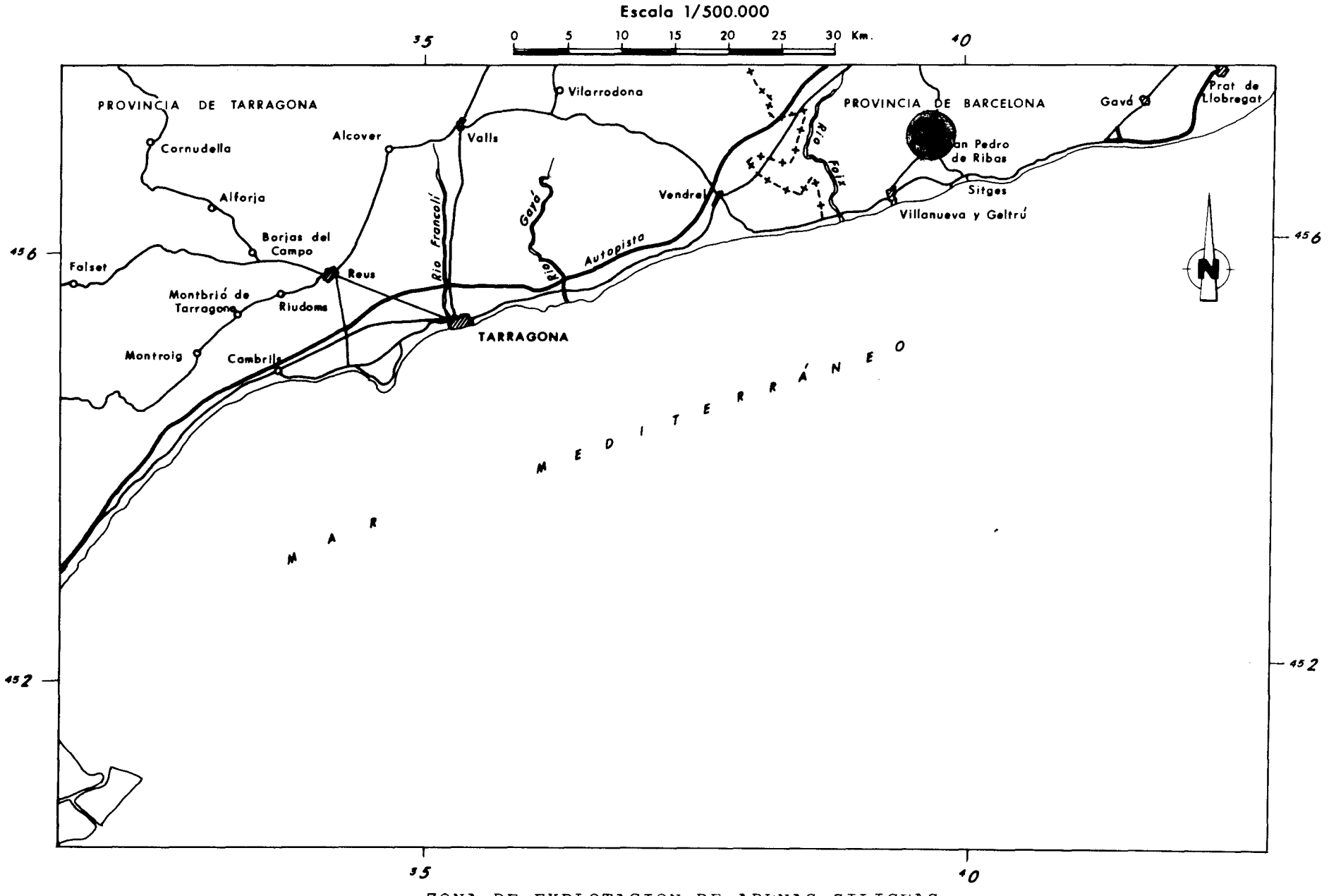
Los análisis realizados a las muestras tomadas son los siguientes:

ANALISIS QUIMICO

Nº EST.	Nº MUES.	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)	Na_2O (%)	P.F. (%)
29	447-29	50,75	23,00	4,15	2,00	0,31	0,54	0,02	0,36	17,29

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

Las utilizaciones que se dan a estas arenas no exigen prácticamente ningún tratamiento previo.



ZONA DE EXPLOTACION DE ARENAS SILICEAS.

3.3.- ARENAS SILICEAS (ARS)

De esta sustancia se han inventariado dos estaciones, la 33 y la 34, que corresponden a 2 explotaciones activas que benefician tramos de arenas miocenas localizados en las cercanías de Sant Pere de Ribes.

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
33	16	447	394.700	4.568.500	80	S. Pere R.	EA	M	6
34	16	447	394.950	4.568.500	120	S. Pere R.	EA	M	12/6

Las canteras presentan frentes de avance cercanos a los 100 metros de longitud y una altura máxima de 20 m en un solo banco. Se comercializan estos materiales, fundamentalmente, para la industria del cemento, y algo en la del vidrio.

El análisis realizado a la muestra tomada ha dado el resultado siguiente:

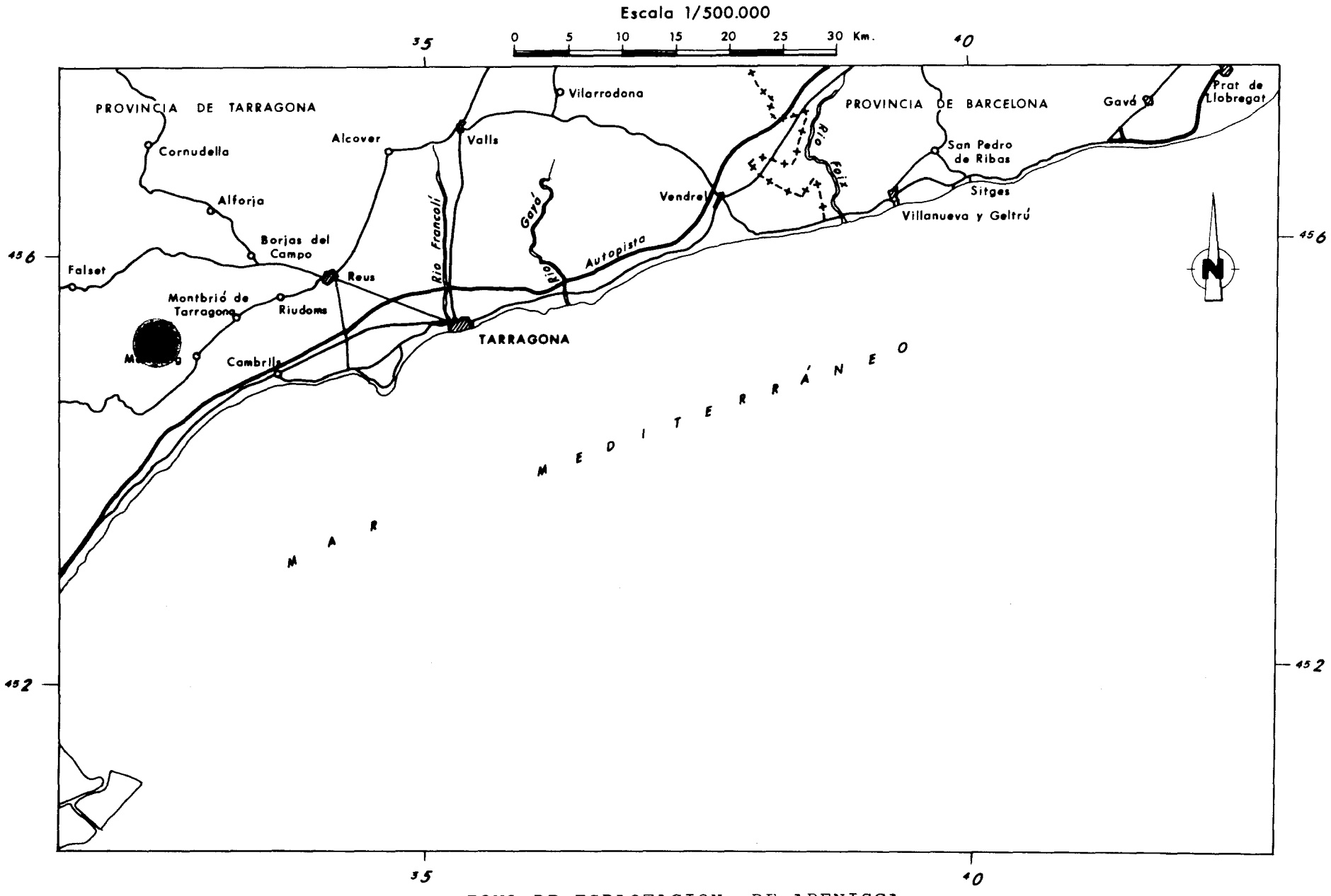
Nº ESTACION	Nº MUESTRA	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)
34	447-34	85,40	7,50	0,73	0,40	0,84	0,73	2,50

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

Esta composición cumple las especificaciones requeridas por la industria del cemento para aditivos silíceos del cemento. El % de SiO_2 podría ser bajo para algunas especificaciones de la industria del vidrio

3.4.- ARENISCA (ARN)

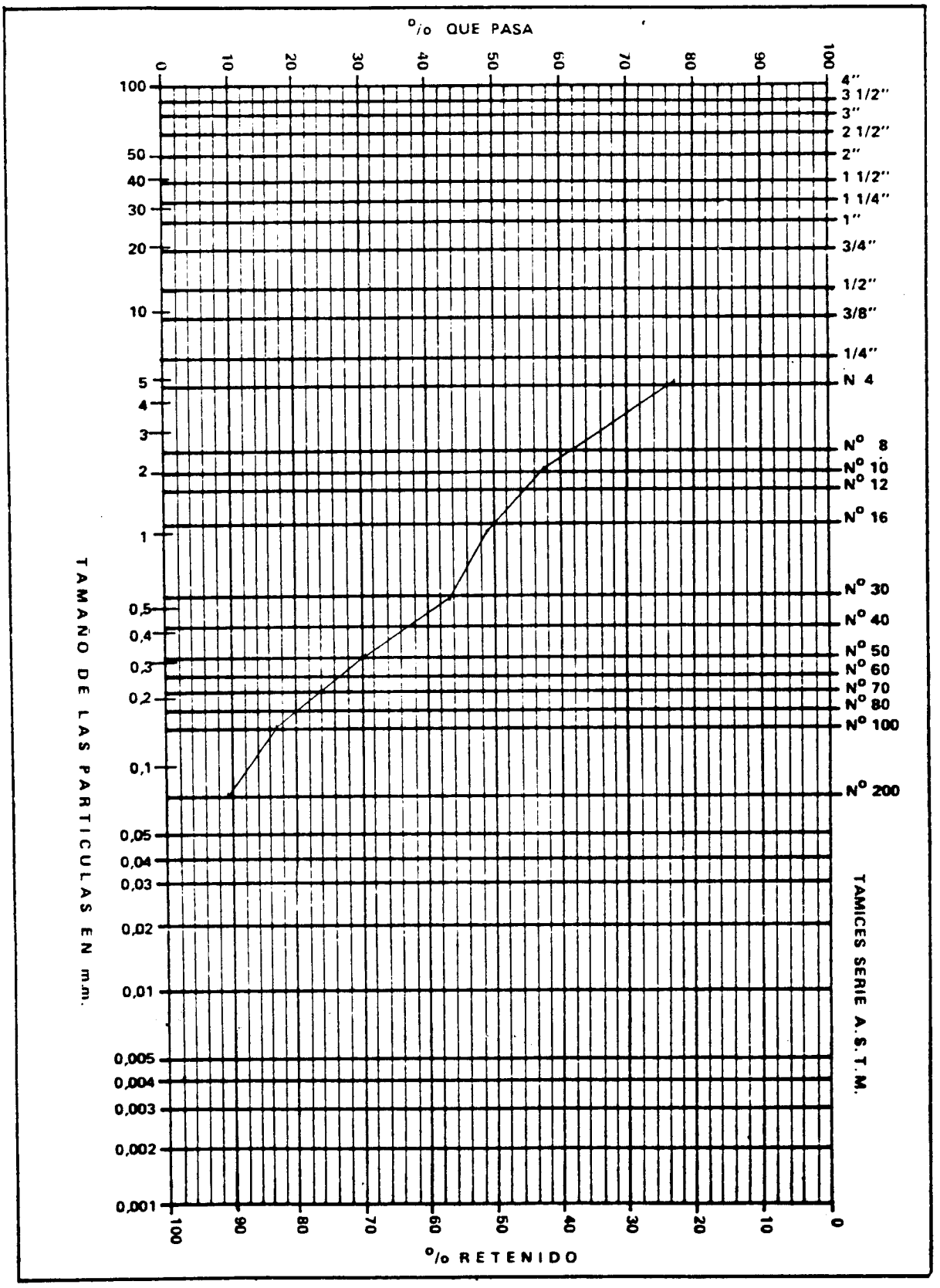
Se han inventariado dos estaciones que corresponden a



ZONA DE ESPLOTACION DE ARENISCA.

CURVA GRANULOMETRICA

MUESTRA nº 472-68
ESTACION nº 68



Realiz.: Lab. E.N. ADARO

1 explotación intermitente situada en el municipio de Vilanova d'Escornalban y otra abandonada localizada en el de Arboli. En ambos casos los materiales beneficiados son areniscas rojas triásicas que antiguamente se extraían para la elaboración de pequeños bloques que servian como revestimiento refractario de hornos, y que hoy, gracias a su alto contenido en SiO_2 son utilizados en la industria del cemento.

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
10	4	445	328.400	4.567.800	730	Arboli	EB	A	10
68	4	472	324.000	4.551.800	300	Vilanova E.	EI	A	10/6/3

Los análisis realizados han dado los siguientes resultados:

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	$CO_3=$ (%)	$SO_4=$ (%)
68	472-68	86,0	7,0	9,45	<0,02

Realiz.: E.N. ADARO

Dado que gran parte del material se comercializa tras su paso por una planta granoclasificadora, se ha sometido a la muestra a un análisis granulométrico, cuya curva es la siguiente:

3.5.- BARITA (BAR)

Para esta sustancia se han inventariado 5 estaciones, tres ubicadas en la hoja (1:50.000) nº 445 y las dos restantes en la hoja nº 472. Actualmente sólo permanece una explotación en actividad intermitente, denominada Grupo El Porvenir (estación nº 62), donde explotan dos filones de 0,5 y 0,7

m respectivamente. La producción se destina principalmente para la fabricación de pinturas, cargas, etc.

BARITA

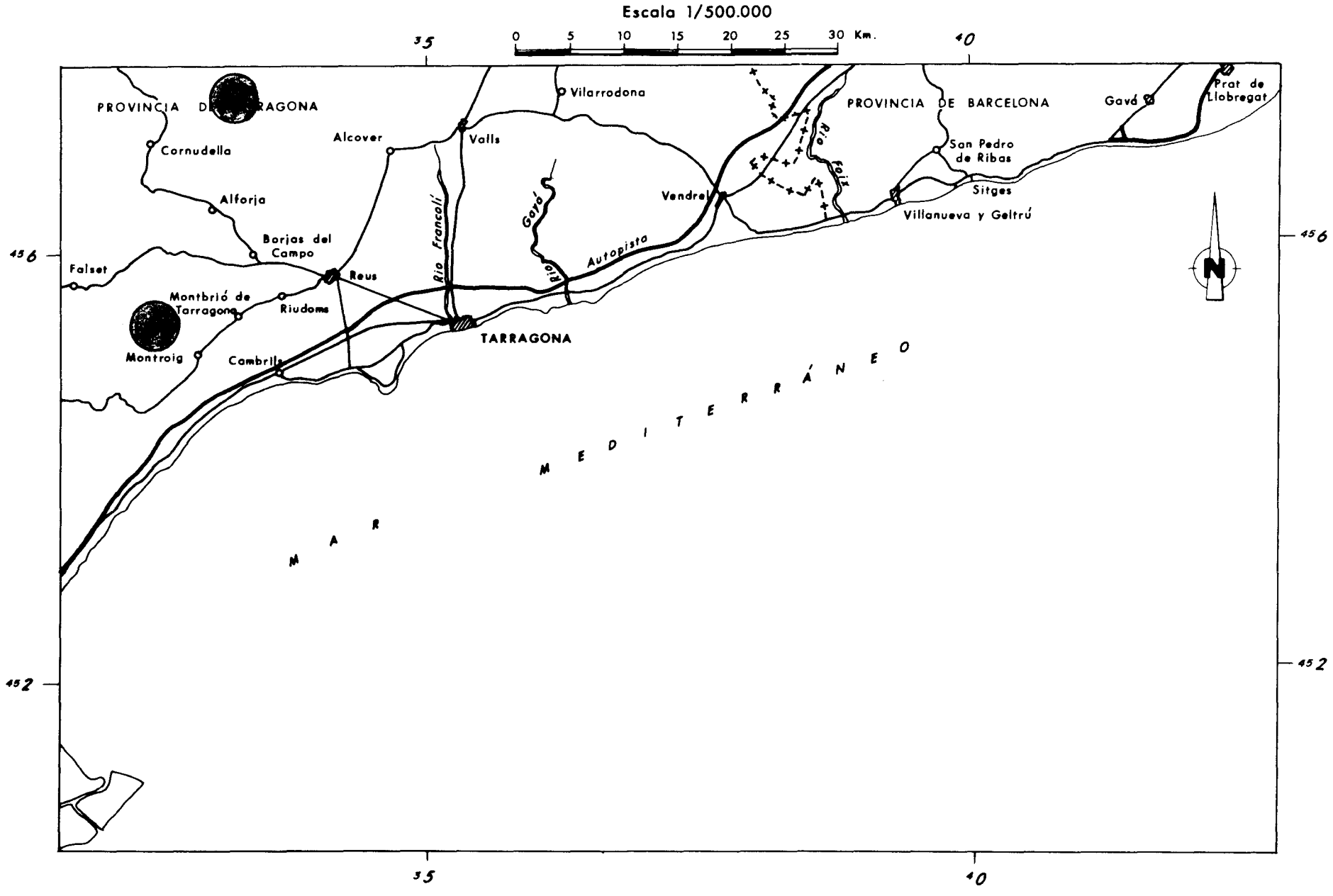
Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
3	4	445	333.150	4.577.440	1.020	Prades	EB	D	16
4	4	445	334.850	4.575.100	800	Farena	EB	D	16
14	4	445	331.680	4.565.600	500	Alforja	EB	P	16
62	3	472	327.750	4.555.800	350	Rudecanyes	EA	M	16
64	3	472	325.600	4.555.000	500	Rudecanyes	IN	D	16

En todos los casos el sistema de explotación ha sido o es subterráneo siguiendo los filones. El método de arranque ha sido el de voladuras con explosivos. La mayor parte de las bocaminas, catas y demás labores mineras están hundidas; incluso en la calificada como intermitente existe un claro abandono que afecta también a la planta de trituración y clasificación aneja.

Las reservas se pueden considerar altas. El indicio de barita está situado unos 800 m al sur del Grupo Minero El Porvenir y consiste en un filón de unos 60 cm de potencia, que aflora en la carretera y muy próximo al Castillo de Escornalbou (≈ 500 m al W). En todos los casos se tratan de filones que encajan en granodioritas.

Se ha delimitado un pequeño litotecto que comprende la zona donde se ha localizado una mayor abundancia de filones.

Los análisis y ensayos realizados a las muestras tomadas han dado los resultados siguientes:



ZONAS DE EXPLOTACION DE BARITA.

ANALISIS QUIMICO

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)
4	445-4	3,46	5,93	<0,05	0,17	0,22	0,35	0,04
		Na_2O (%)	P.F. (%)	Ba (%)	Sr (%)	SO_4 (%)	TiO_2 (%)	
		0,35	0,53	49,50	1,82	37,00	0,02	
62	472-62	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)
		6,27	0,24	<0,05	0,06	0,30	0,35	0,02
		Na_2O (%)	P.F. (%)	Ba (%)	Sr (%)	SO_4 (%)	TiO_2 (%)	
		0,39	-	55,00	0,90	36,50	0,02	
64	472-64	SiO_2 (%)	CaO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)
		5,10	4,87	<0,05	0,15	0,17	0,32	0,02
		Na_2O (%)	P.F. (%)	Ba (%)	Sr (%)	SO_4 (%)	TiO_2 (%)	
		0,32	0,56	50,50	1,00	36,20	0,02	

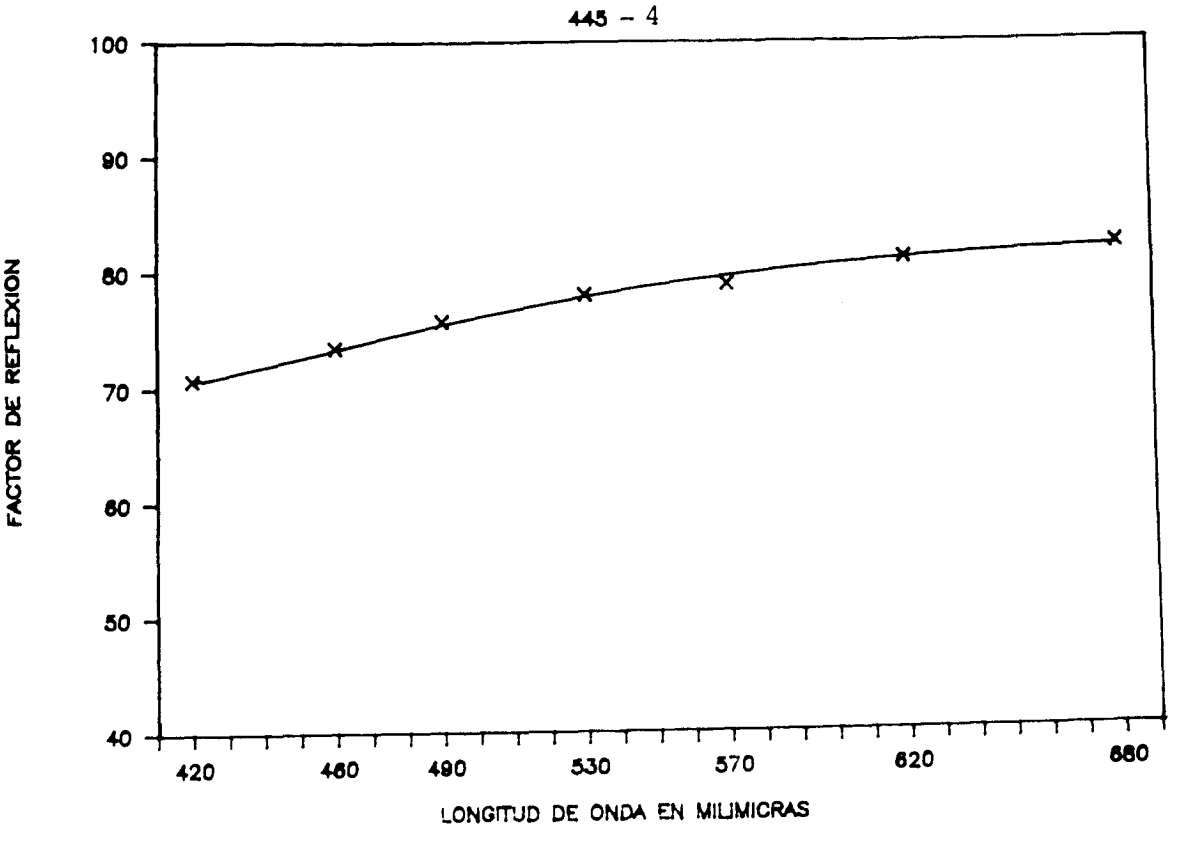
Realiz.: Lab. E.N. ADARO

ENSAYOS DE BLANCURA

ESTACION nº 4

MUESTRA 445-4		**LECTURA**	
Blancura	73,05	Filtro nº 3 ...	78,85
Amarilleo	5,80	Filtro nº 8 ...	73,05
		Filtro nº 9 ...	80,20
		Filtro nº 10 ..	78,60
		Filtro nº 11 ..	72,90

CURVA DE REFLACTANCIA



Realiz.: Lab. INIA

ESTACION nº 62

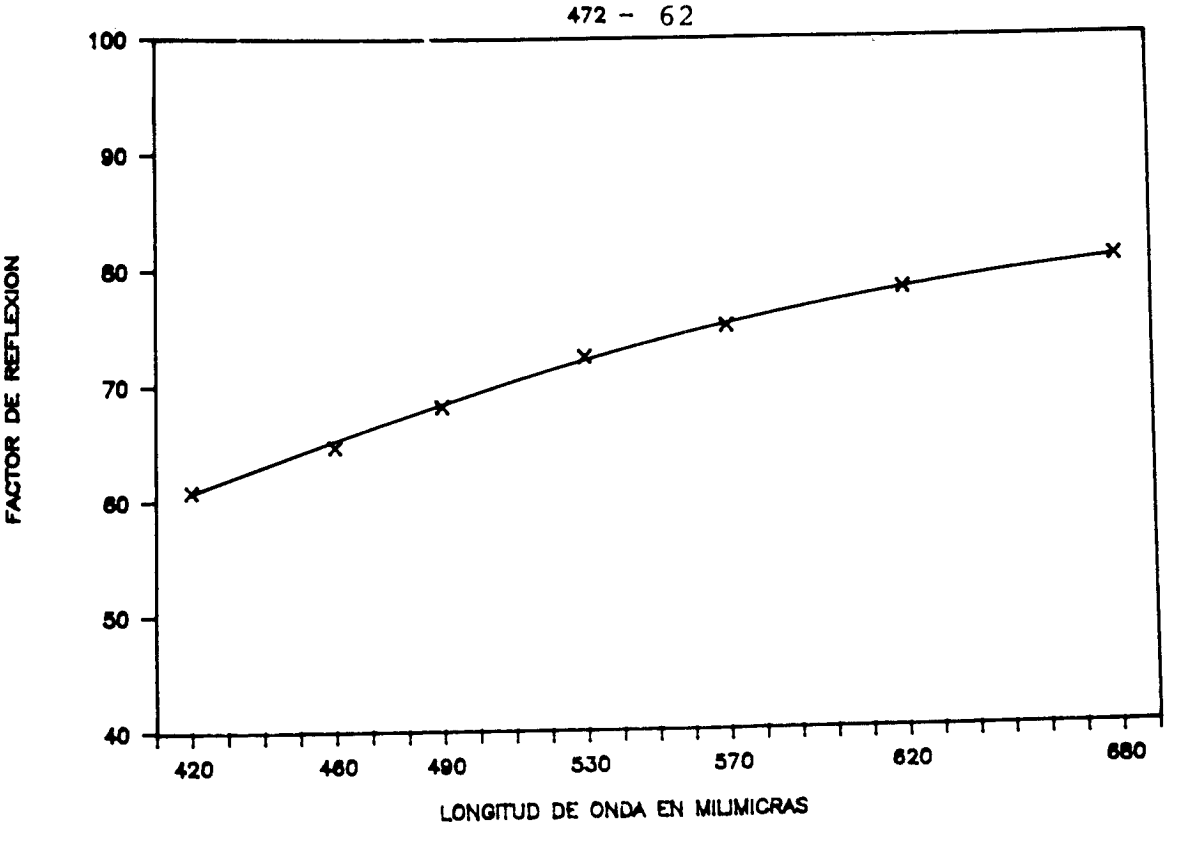
MUESTRA 472-62

Blancura 64,00
Amarilleo 8,70

LECTURA

Filtro nº 3 ... 74,90
Filtro nº 8 ... 64,00
Filtro nº 9 ... 76,50
Filtro nº 10 .. 73,30
Filtro nº 11 .. 63,80

CURVA DE REFLACTANCIA



Realiz.: Lab. INIA

ESTACION nº 64

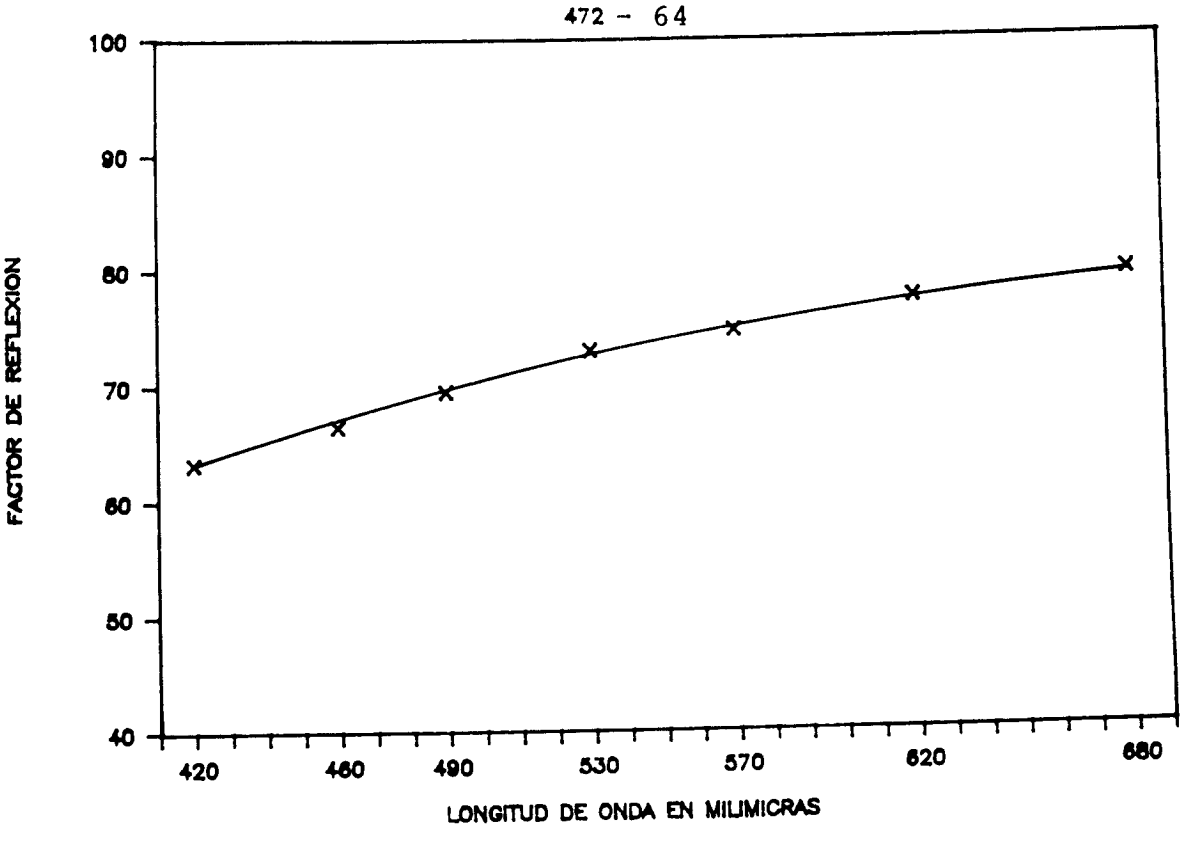
MUESTRA 472-64

Blancura 66,00
Amarilleo 8,70

LECTURA

Filtro nº 3 ... 74,70
Filtro nº 8 ... 66,00
Filtro nº 9 ... 76,15
Filtro nº 10 .. 73,60
Filtro nº 11 .. 65,80

CURVA DE REFLACTANCIA



Realiz.: Lab. INIA

Estos resultados muestran la aptitud de estas baritas para su uso como cargas, si bien no es posible utilizarlas como cargas blancas directamente en su estado natural, ya que los índices de blancura son inferiores a los exigidos por la industria para estos usos.

3.6.- CALIZA (CLZ)

De las estaciones visitadas, se han inventariado 31, de las que 22 son canteras activas y las ocho restantes no realizan, en la actualidad, ninguna actividad extractiva.

De las 22 canteras activas, 17 de ellas destinan su producción para áridos de machaqueo, aunque 4 de ellas, tienen diversificada la producción, destinando también parte de la caliza extraida en la fabricación de cemento como piedra de escollera, vidrio, cales e industria química, 3 canteras utilizan la caliza para la fabricación de cemento, 1 la emplea para piedra ornamental y de construcción y 1 cantera destina parte de su producción a la industria química.

CALIZAS

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
12	6	445	327.050	4.565.900	700	Alfaja	EB	A	4
17	5	445	338.250	4.561.500	300	Aleixar	EA	A	4/22
18	5	445	338.400	4.561.150	300	Aleixar	EB	M	4
19	3	446	350.600	4.574.320	300	La Riba	EA	A	4
20	3	446	350.750	4.574.550	300	Valls	EA	A	4
21	5	446	350.100	4.573.600	280	Valls	EB	A	4
24	5	446	346.000	4.569.000	300	Alcover	EA	A	4
26	7	446	370.700	4.574.800	400	La Juncosa	EA	A	4/12
30	11	447	390.325	4.573.625	300	Marg/Monjes	EA	A	6
31	9	447	393.300	4.574.200	260	Olersola	EA	A	4/7/14
32	9	447	394.900	4.574.900	240	Olersola	EA	A	4
35	9	447	393.050	4.468.000	120	V.y Geltrú	EA	A	4
36	9	447	392.300	4.567.800	90	V.y Geltrú	EA	A	4
37	11	447	373.000	4.563.000	125	Vendrell	EA	A	4
38	11	447	373.000	4.562.000	180	Vendrell	EA	A	4
39	14	447	384.000	4.568.000	200	Arbos	EA	A	16/6
40	14	447	382.000	4.565.700	100	Bellvey	EA	A	14
c41	14	447	382.000	4.565.750	120	Bellvey	EA	A	14
42	14	447	380.700	4.565.000	100	Calafell	EB	A	16
43	14	447	380.500	4.564.500	80	Bellvey	EB	A	16
44	14	447	380.600	4.563.900	90	Calafell	EB	A	14
45	14	447	380.650	4.563.580	60	Calafell	EA	M	1/2
46	14	447	380.300	4.563.200	90	Bellvey	EB	A	16
47	11	448	406.800	4.568.150	210	Sitges	EA	A	4
48	11	448	408.500	4.566.600	200	Sitges	EA	A	4/6
49	11	448	409.200	4.569.000	260	Sitges	EA	A	4
50	11	448	409.500	4.568.750	60	Sitges	EA	A	4
51	11	448	409.500	4.568.500	40	Sitges	EA	A	4
52	11	448	411.500	4.570.700	280	Gavá	EA	A	4
73	11	473	354.600	4.554.000	55	Tarragona	EB	A	2/4
74	7	473	362.100	4.556.850	90	Ferran	EA	A	4

Las calizas empleadas para áridos de machaqueo pertenecen a diferentes formaciones geológicas que van desde el Devónico hasta el Cretácico. Las principales canteras se concentran en los municipios de Sitges, Vilanova i La Geltrú, Calafell, Bellvey y Vendrell, el resto de canteras está diseminado por el resto de la hoja.

El tamaño de las explotaciones está comprendido, en general, entre medianas y grandes dimensiones, extrayéndose el material mediante voladuras; todas disponen de planta de trituración y clasificación suficiente en función de los tamaños que demanda el mercado. La producción de las calizas para áridos de machaqueo representa, aproximadamente, el 66% del total extraido (≃ 6,5 mill/t).

Siguen en importancia, por el tonelaje arrancado, los centros de producción de calizas empleadas en la fabricación de cemento. Encontrándose entre estas la cantera de mayores dimensiones y producción, la cual representa aproximadamente el 73% del total dedicado a este fin, perteneciendo las calizas de la misma a terrenos del Cretácico inferior. El resto de canteras están enmarcadas en el Mioceno superior, tramo Andaluciense. El consumo de calizas para la fabricación de cemento en esta hoja es del orden del 32% del total arrancado para todos los usos. El método de extracción es el de grandes voladuras en frentes de explotación a cielo abierto, y transporte a la planta de elaboración mediante camiones.

Para su empleo como roca ornamental y de construcción, sólo hay activa una cantera (estación nº 45), donde extraen la caliza cortándola con una máquina de discos. A pié de cantera disponen de taller, donde fabrican: figuras, chimeneas, barandillas, baldosas, etc. La producción está sobre unas 2.500 t y los recursos se pueden considerar altos. Estas calizas pertenecen al Mioceno pisos Tortoniense-superior/Andaluciense.

Especial mención merece el grupo de canteras que explota o ha explotado la creta. Se trata de una formación carbonatada de facies arrecifal, aparente masiva o en gruesos bancos, constituida por una biomicrita con estructura estro-

matolítica, calizas biotermales y calcarenitas bioclásticas con cemento micrítico o esparítico, que alcanzan unos 40 metros de potencia. Se extiende el afloramiento desde las proximidades de Vendrell-Calafell hasta Clariana.

Se presenta la creta con aspecto pulverulento y color blanco muy intenso, cuando no está contaminada por aportes posteriores o alteración del material.

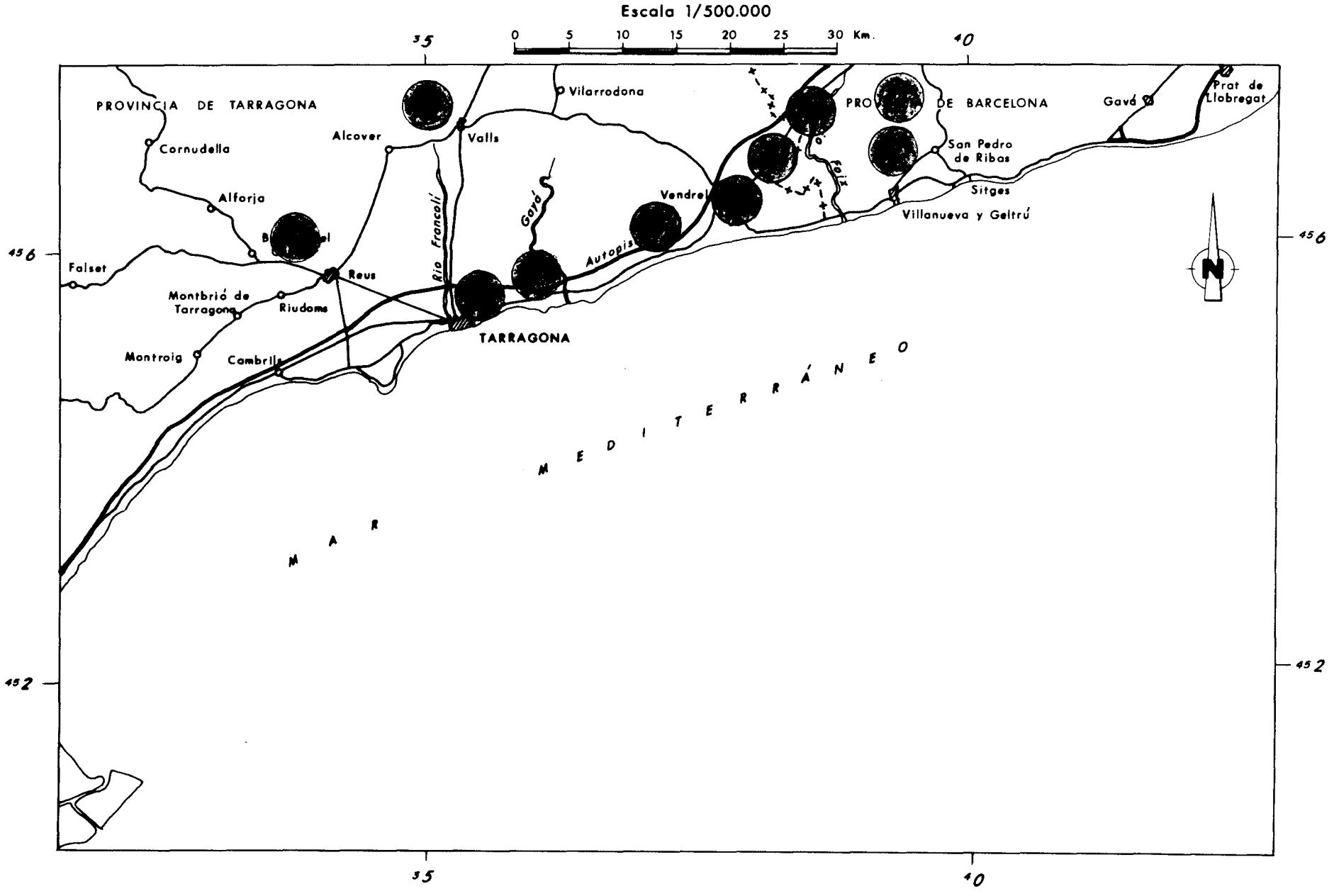
Dado el alto grado de utilización y cotización de este material, este yacimiento posee una gran importancia geológico-minera-industrial, no solo en el ámbito de la hoja sino a nivel nacional, ya que posiblemente sea el único en España que reúna las condiciones de calidad y explotabilidad que presenta el que nos ocupa. Por esta razón se ha delimitado el litotecto que comprende estos materiales en la zona de Vendrell.

Aunque en épocas pasadas el número de explotaciones activas fue considerable, hoy sólo se mantienen 3 en actividad, si bien la producción total extraida ha ido en aumento.

El sistema de explotación es el de minería a cielo abierto mediante grandes voladuras, transportándose posteriormente el material extraido hasta las plantas de elaboración localizadas en las poblaciones cercanas.

La creta se destina fundamentalmente a la elaboración de cargas blancas, utilizadas en gran cantidad de industrias distintas: químicas, cemento, vidrio, etc.

A las muestras tomadas de las diferentes calizas existentes en la hoja se les ha realizado los análisis y ensayos siguientes:



ZONAS DE EXPLOTACION DE CALIZAS.

ANALISIS QUIMICOS

Nº EST	Nº MUESTRA	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	P.F.	$CO_3=$	$SO_4=$
12*	445-12A	1,50	0,08	0,44	29,44	22,67	-	0,01	0,04	-	55,80	<0,20
12*	445-12B	2,50	0,33	0,44	29,44	22,67	-	0,08	0,08	-	51,60	<0,20
12*	445-12C	3,96	0,43	0,39	28,00	22,17	-	0,11	0,67	-	52,00	<0,20
18*	445-18	4,40	1,32	0,40	52,57	1,01	-	0,02	0,04	-	57,00	<0,20
19*	446-19	3,30	0,80	0,32	52,27	0,50	-	-	-	-	-	-
21*	446-21	3,30	0,80	0,32	52,27	0,50	-	-	-	-	-	-
26*	446-26	0,30	0,03	0,20	32,59	21,54	-	0,02	0,04	-	54,00	<0,20
30*	447-30A	17,00	3,31	0,80	42,06	0,76	-	0,48	0,06	-	46,20	1,59
30*	447-30B	10,54	1,70	0,80	46,97	0,01	-	0,18	0,04	-	49,80	<0,20
31*	447-31	0,70	0,30	0,24	54,32	0,76	-	-	-	-	-	-
32*	447-31	0,46	0,15	0,24	55,38	1,01	-	0,03	0,02	-	55,20	<0,20
35	447-35	0,34	0,07	0,12	54,68	0,76	-	0,01	0,01	-	56,40	<0,20
36	447-36	0,56	1,21	0,12	54,68	0,76	-	0,03	<0,01	-	58,80	<0,20
39*	447-39	0,44	0,07	0,12	55,38	0,25	-	0,01	<0,01	-	58,20	<0,20
40*	447-40	0,90	0,04	0,12	55,73	0,50	-	<0,01	0,01	-	58,20	<0,20
43*	447-43	-	-	0,10	54,81	-	0,008	-	-	-	-	-
45	447-45	1,34	0,31	0,32	55,03	<0,50	-	-	-	-	-	-
46	447-46	-	-	0,09	54,81	-	0,01	-	-	-	-	-
48	448-48A	1,80	1,22	0,40	52,49	0,50	-	-	-	-	-	-
48*	448-48B	1,30	0,54	0,32	53,97	1,01	-	0,07	0,02	-	56,40	<0,20
49*	448-49	0,84	0,30	0,28	55,03	0,76	-	0,04	0,01	-	57,00	<0,20
52*	448-52	2,20	0,66	0,28	53,67	0,50	-	0,12	0,02	-	58,20	<0,20

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

* 1973

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	ESTABILIDAD AL SO_4 Mg	COEFICIENTE DESGASTE LOS ANGELES	P.E. APAR.	P.E. REAL	ABSORCION DE AGUA
18	445-18	2,162	25,48	2,72	2,76	-
24	446-24	1,612	25,8	2,68	2,78	1,417
26	446-26	1,792	27,86	2,717	2,802	1,12
49	448-49	1,084	29,84	2,686	2,734	0,66
52	448-52	1,380	30,58	2,666	2,75	1,11

Realiz.: Lab. E.N. ADARO, 1973

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	COEF. DE ABSORCION	P.E. APARENTE	CHOQUE TERMICO ΔPESO %	CHOQUE TERMICO OXIDACIONES
35	447-35	13,05	1,85	0,15	No

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	COEF. DESGASTE "LOS ANGELES" A	ABSORCION AL BETUN % PIEDRA CUBIERTA
17	445-17	28,60	99,70
19	446-19	28,00	99,80
24	446-24	27,40	99,50
26	446-26	35,40	99,00
37	447-37	27,88	99,50
74	473-74	25,80	99,70

3.7.- DOMOLIA (DOL)

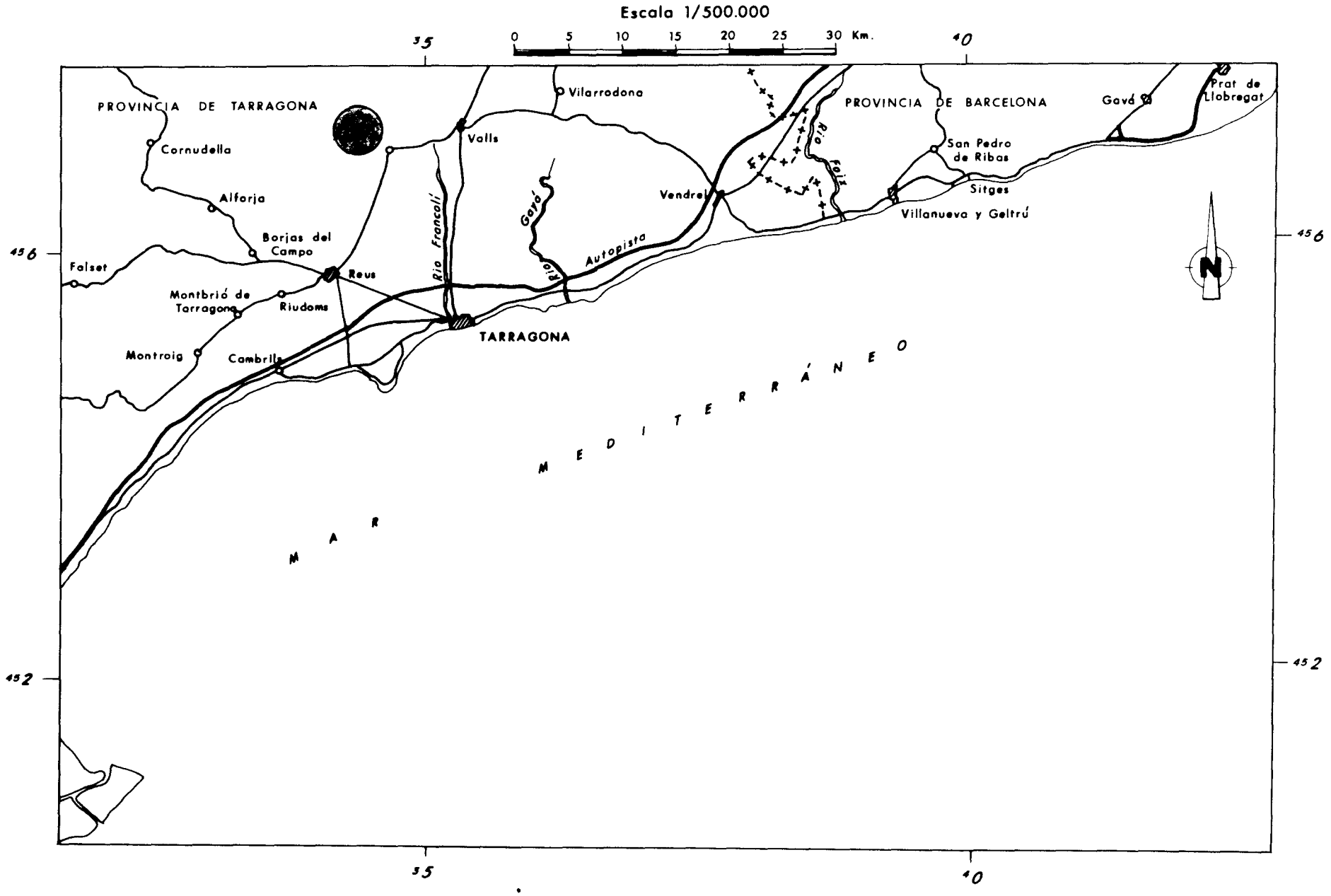
De este material se han inventariado 5 estaciones, todas ellas en el término de Montreal, entre esta localidad y la de Alcover. De ellas 2 mantienen la actividad extractiva e forma continuada, 1 extrae material intermitentemente y 2 permanecen inactivas.

DOLOMIAS

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
5	5	445	341.500	4.573.900	720	Montreal	EB	A	2
6	5	445	342.750	4.573.100	800	Montreal	EA	A	2
7	5	445	344.100	4.572.100	620	Montreal	EB	A	2
8	5	445	343.500	4.571.700	800	Montreal	EA	A	2
22	5	446	346.000	4.572.500	400	Montreal	EI	A	2

Se trata de unas dolomías micríticas de edad triásica, más concretamente del Muschelkalk, que se presentan tableadas (de 2 a 20 cm) con colores variables entre crema claro y marrones. Estos cambios de tonalidad se deben principalmente a la variación de la cantidad de óxidos que contienen, que cuando son de pirolusita aumentan el valor de la piedra. Es la piedra de construcción conocida comercialmente como "piedra d'Alcover".

El método de explotación es a cielo abierto, alcanzando las canteras grandes dimensiones, siendo el volumen de



ZONA DE EXPLOTACION DE DOLOMIA.

producción del orden de 21.000 m^3. Algunas de estas canteras están restituyendo las zonas ya explotadas mediante la plantación de pinos de especies autóctonas.

La dolomía extraida de estas canteras tiene como destino principal la fabricación de losas para jardines, zócalos, bordillos, adoquines, piedra de sillería y revestimiento, etc. El rechazo producido es importante con el consiguiente aumento de las dimensiones de las escombreras, paliado en parte con la venta ocasional del rechazo para su utilización como árido.

Por las especiales características de esta roca se ha definido el litotecto en las cercanías de Alcover.

Los análisis y ensayos realizados a estas dolomías han dado los siguientes resultados:

ANALISIS QUIMICOS

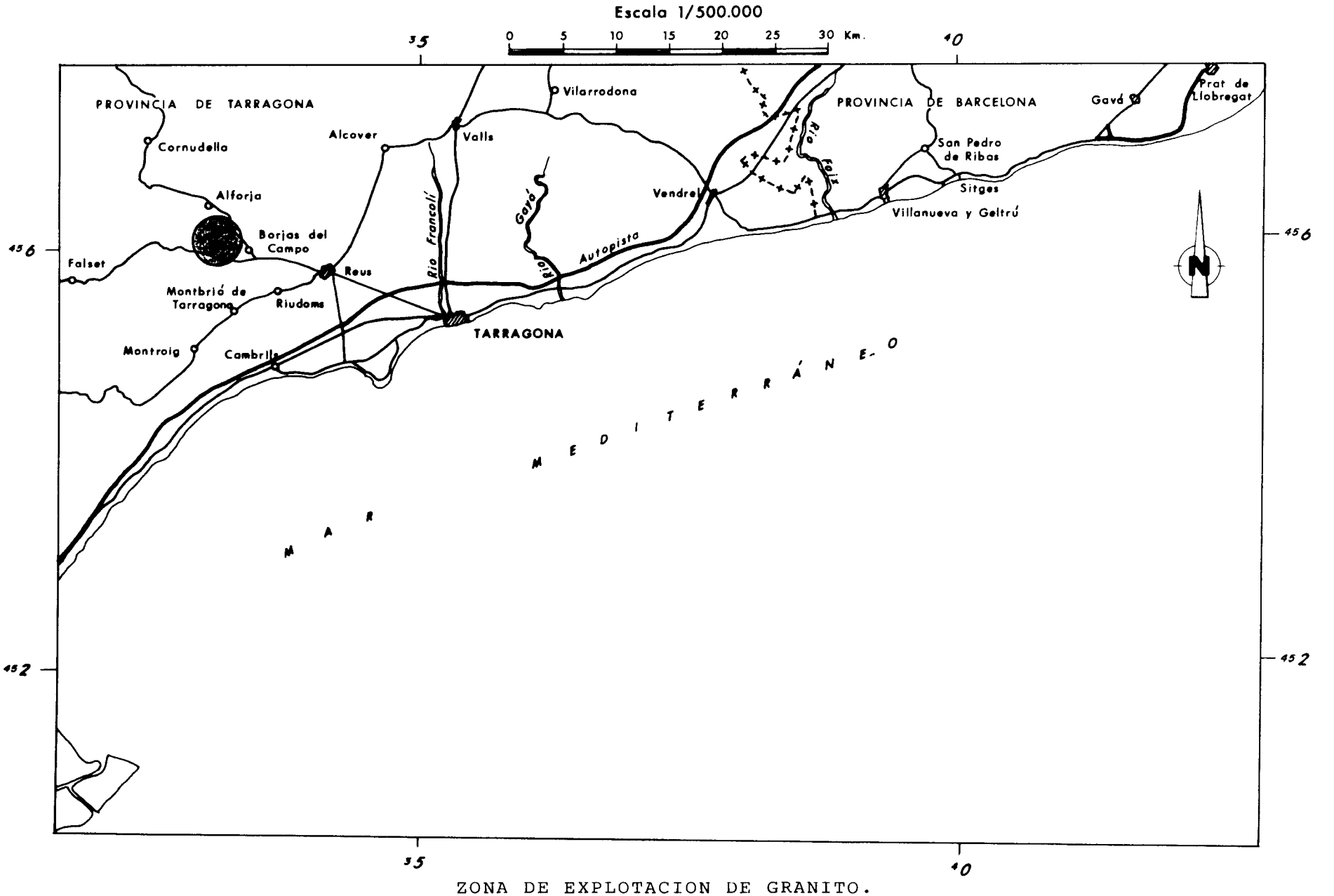
Nº EST.	Nº MUES.	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	MnO (%)	K_2O (%)	Na_2O (%)	P.F. (%)
5	445-5	9,50	1,20	0,60	28,30	20,10	0,01	0,20	0,05	38,50
6	445-6	11,30	1,80	0,80	23,40	18,80	0,01	0,08	0,10	40,70
8	445-8	9,80	1,70	0,65	22,80	17,20	0,01	0,32	0,24	41,20
22										

Realiz.: Lab. E.N. ADARO

ENSAYOS FISICOS

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	COEF. DE ABSOSRCION	P.E. APARENTE	CHOQUE TERMICO ΔPESO %	CHOQUE TERMICO OXIDACIONES
5	445-5	3,19	2,52	0,05	Minimas
6	445-6	2,15	2,62	0,06	Minimas
8	445-8	2,23	2,62	0,03	Minimas
22	446-22	2,07	2,60	0,03	Minimas

Realiz.: Lab. E.N. ADARO



ZONA DE EXPLOTACION DE GRANITO.

Estos resultados cualifican a estas dolomías para los usos de que actualmente son objeto.

3.8.- GRANITO (GR)

En este tipo de roca se han inventariado 4 estaciones de las que 3 corresponden a canteras inactivas que dedicaron el granito extraido, para áridos, una y la otra, para piedra de construcción. Las otras dos estaciones pertenecen a indicios no explotados cuyos posibles usos podrían ser bien como piedra ornamental y construcción o como árido de machaqueo.

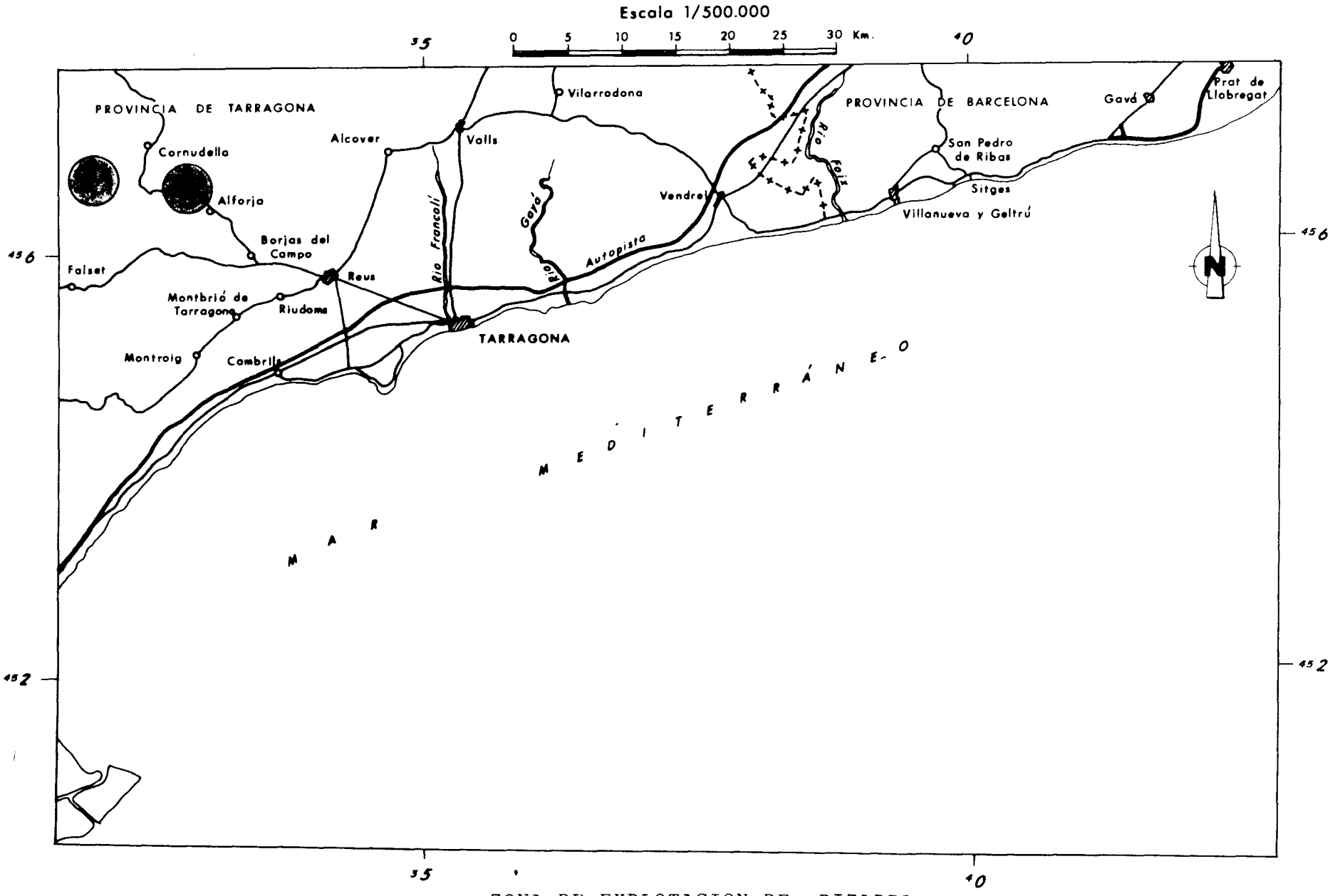
GRANITO

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
15	2	445	332.750	4.564.400	380	Alforja	EB	B	2
59	1	472	327.950	4.559.300	520	Rui de Cols	EB	A	4
63	1	472	328.900	4.555.750	180	R.de Canyes	EB	D	2/4
65	1	472	326.200	4.552.850	290	Vilanova de Escornalbou	IN	D	2/4

La estación nº 15 corresponde a una cantera situada sobre una tonalita con frecuentes enclaves y gabarros; también se han observado numerosas oxidaciones, principalmente de biotita.

Las restantes estaciones inventariadas se ubican sobre granodioritas de diversos tonos grises y, en general, de grano medio, salvo la nº 63 que presenta textura porfídica y cambios de facies entre granito y granodiorita.

Todos los frentes reconocidos presentan dimensiones medianas a pequeñas.



ZONA DE EXPLOTACION DE PIZARRA.

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	COEF. DE ABSOSRCION	P.E. APARENTE	CHOQUE TERMICO ΔPESO %	CHOQUE TERMICO OXIDACIONES
15	445-15	0,65	2,70	0,05	No

3.9.- PIZARRA

Sólo dos estaciones se han inventariado en esta hoja, una de ellas está inactiva y utilizó su material para piedra de construcción y la otra está en actividad permanente destinando la pizarra a la obtención de áridos. Ambas canteras forman parte de terrenos carboníferos, beneficiándose la cantera que está en actividad de pizarras silíceas en alternancia con grauwacas y liditas.

PIZARRAS

Nº EST	FOR. GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
2	3	445	318.700	4.569.150	530	M.Montsant	EB	A	2
13	3	445	329.000	4.565.300	500	Alforja	EA	A	4

La explotación nº 13 es de grandes dimensiones, extrayendo el material mediante voladuras en un frente a cielo abierto. Está perfectamente mecanizada contando con la maquinaria adecuada tanto en el frente de extracción como en la planta de trituración, machaqueo y clasificación localizada a pié de cantera.

Estas pizarras limolíticas han dado los siguientes resultados en laboratorio:

ANALISIS QUIMICO

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)
13	445-13	82,60	13,89	0,99

La mínima cantidad de hierro que contiene puede hacer este material apto para utilizarlo como aporte de sílice en la fabricación de cemento.

Nº ESTACION	Nº MUESTRA	COEF. DESGASTE "LOS ANGELES" A	ABSORCION AL BETUN % RECUBIERTO
13	445-13	33,12	99,40

3.10.- YESO

De las estaciones visitadas en esta hoja, se han inventariado dos de yeso, una corresponde a un indicio y la otra a una cantera inactiva. Esta cantera está situada en el término municipal de Morera de Montsant con unas dimensiones medianas.

Dada la escasez de este material en esta hoja, se ha delimitado el litotecto correspondiente en las proximidades de Cornudella.

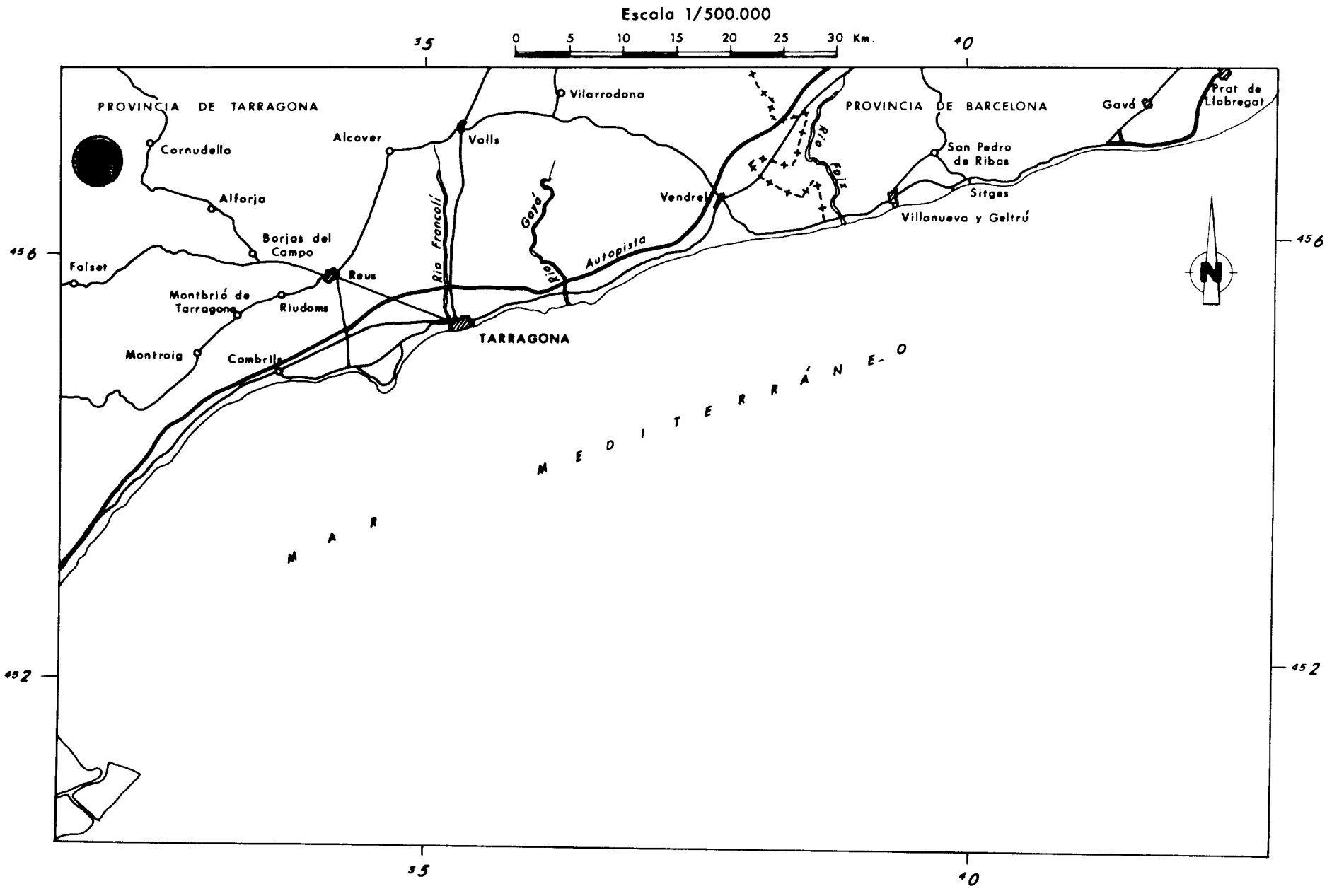
YESO

Nº EST	FOR GEOL	Nº HOJA 1:50.000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
1	12	445	332.080	4.570.940	700	Reus	EB	M	8
77	12	445	332.800	4.576.180	680	Uldemolins	IN	D	8

Tanto el indicio como la cantera inactiva forman parte del Terciario y dentro de éste pertenecen al Eoceno Superior. Se trata de unos yesos rojos y blancos con intercalacioines de arcillas, a veces margosas.

La estimación semicuantitativa por difracción de rayos x, de la muestra analizada ha dado el resultado siguiente:

Yeso ..... >90%
Cuarzo ..... indicios
Anhidrita ..... indicios



ZONA DE EXPLOTACION DE YESO.

4.- EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las explotaciones de rocas y minerales industriales, que se desarrollan en su mayoría mediante minería a cielo abierto, producen durante el período de producción una serie de alteraciones medio-ambientales, no sólo en el área de la explotación, sino en un entorno de ella.

Para cada una de las explotaciones inventariadas se ha efectuado una valoración del impacto ambiental, teniendo en cuenta los efectos causados sobre los siguientes factores:

. Visibilidad y alteración del paisaje
. Contaminación atmósferica
. Vegetación. Fauna
. Aguas superficiales y subterráneas
. Ruido
. Vibraciones por explosivos

A continuación se recogen las conclusiones generales obtenidas de la valoración efectuada en las canteras para cada uno de estos factores.

4.1.- VISIBILIDAD Y ALTERACION DEL PAISAJE

Es la alteración más frecuente ocasionada por las explotaciones, pues generalmente son muy escasas las que estando situadas en las proximidades de núcleos urbanos o vías de comunicación principales, establecen alguna medida, colocación de pantallas, con el fin de paliar, en lo posible, el efecto derivado de la explotación.

Los efectos sobre el paisaje son notables en las explotaciones de arena de la desembocadura del Llobregat y en las graveras localizadas en las terrazas de los rios Arroyo San Clemente y Riera del Agua, debido a que el movimiento de tierras afecta a grandes superficies de terreno y existiendo, asímismo, gran cantidad de pequeños frentes de cantera.

En cuanto al impacto visual es muy marcado en las canteras de creta núms. 35, 36, 37, 38 y 40, por el color blanco que tiene la roca y que destaca en gran medida sobre el entorno, así como en las grandes explotaciones de calizas para áridos y cemento localizadas en las proximidades de las cuestas del Garraf, como consecuencia de sus grandes frentes y el intenso cambio que se está produciendo en la morfología del terreno, al ser explotaciones de ladera (17, 19, 20, 24, 33, 34, 70 y 71).

Es de señalar la acción restauradora que se está llevando a cabo en las zonas ya explotadas de la estación nº 8, mediante la plantación de coníferas de especies autóctonas.

- Contaminación atmósferica

Este tipo de contaminación producida por la emisión de polvos, gases y humos, a la atmósfera, se produce para el primer factor en las grandes explotaciones de rocas carbonatadas para áridos, donde los procesos de trituración, molienda y clasificación, originan gran cantidad de polvo (canteras núms, 17, 19, 20, 24, 26, 31, 32, 33, 41, 42, 46, 47, 48 y 49).

Los únicos puntos de emisión de gases y humos son las fábricas de cemento y las de tratamiento de cretas (Area de Arbós).

- **Vegetación y fauna**

Este impacto está relacionado con el vertido de elementos al medio natural bien como consecuencia de la explotación, procesos de tratamiento, etc. Aunque, en general, las reducidas dimensiones de las canteras hace que no se produzcan efectos dignos de reseñar sobre estos dos factores, en aquellas áreas próximas a las fábricas de cemento, tratamiento de la creta o grandes plantas de áridos, el polvo en suspensión bien en los humos, o el originado por los procesos de molienda, hace que la vegetación en ellos vaya desapareciendo de forma paulatina.

- **Aguas superficiales y subterráneas**

El impacto sobre las aguas puede considerarse, en líneas generales, como prácticamente nulo. Las principales alteraciones corresponden a la modificación del drenaje superficial y a la contaminación de las aguas por aumento de sólidos en suspensión.

El efecto sobre las aguas subterráneas es, en general, pequeño o nulo.

- **Ruidos**

Las principales fuentes de emisión de ruidos son las plantas de producción de áridos y la maquinaria empleada en los propios procesos extractivos.

La importancia de sus efectos depende, por un lado, de la distancia a la que se encuentra el punto emisor de núcleos de población y, por otro, a la intensidad del ruido.

Entre las explotaciones que producen molestias por este factor, se encuentran las 24 próximas a Alcover, debido a su gran proximidad a los centros de población.

- Vibración por explosivos

La utilización de explosivos origina tres efectos importantes: vibraciones, onda aérea y proyeccciones de roca. La importancia del efecto de estos tres factores sobre el medio que rodea el centro productor de los mismos, dependerá en gran medida de la distancia que nos separa de él.

Asímismo, los efectos causados por cada uno de estos tres factores es muy diferente, ya que mientras las vibraciones y proyecciones de roca pueden originar desperfectos, la onda aérea no.

Las explotaciones que dan origen a este tipo de contaminación son: 17, 19, 20, 24, 26, 32, 33, 34, 37, 38, 46, 47, 48, 49 y 74.

Por último hay que señalar que en ninguna de las canteras abandonadas que se han inventariado, se han realizado labores de restauración del suelo y/o vegetación, sin embargo se ha observado como se va produciendo una restauración por la recuperación natural de la vegetación, que va paliando el efecto de la explotación.

5.- VALORACION MINERO INDUSTRIAL

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Según los datos publicados por el Ministerio de Industria y Energía (Estadística Minera de España), durante el año 1988, la variación de la producción minera es netamente favorable a las rocas y minerales inustriales no metálicos. El valor de la producción durante 1988 se elevó a 80.886 millones de pesetas para las rocas industriales y a 49.604 millones de pesetas para los minerales industriales, lo que ha supuesto un incremento del 23,8% y 18%, respecto al año anterior, para cada uno de los sectores.

El reparto de la producción nacional entre las principales rocas y minerales industriales, durante 1988, fue el siguiente:

a) Rocas Industriales

Caliza	39,63%
Pizarra	14,06%
Granito	8,18%
Mármol	6,76%
Yeso	3,75%
Arcilla	3,20%
Sílice y arenas silíceas .	2,09%
Otras	14,65%

b) Minerales Industriales

Sales potásicas	28,31%
Sal marina	10,44%
Sepiolita	10,38%
Caolín bruto y lavado	8,56%
Glauberita	7,89%
Magnesita calcinada	6,19%
Sal gema	5,19%
Espato flúor ácido y metalúrgico	7,02%
Bentonita	2,62%

5.2.- CATALUÑA

Centrándose en la Comunidad Autónoma de Cataluña, su contribución durante 1988 a la producción minera nacional fue del 10,39%, por un valor total de 42.368 millones de pesetas, extrayéndose 22 sustancias diferentes.

Si se refieren tan sólo a las rocas y minerales industriales Cataluña participó con un 10,94% y un 22,94% respectivamente sobre el total nacional.

Por provincias el valor de la producción autonómica se repartió de la forma siguiente:

	Productos Energéticos		Minerales Industriales		Rocas Industriales	
	Valor x 10^3	%	Valor x 10^3	%	Valor 10^3	%
Barcelona	2.619	11,85	10.871	94,67	5.301	60,37
Gerona	-	0,00	420	3,66	1.110	12,64
Lérida	1.640	7,42	-		710	8,09
Tarragona	17.845	80,73	102	1,67	1.660	18,90
TOTAL CATALUÑA	22.104	100	11.483	100	8.781	100

Refiriéndonos solamente a las rocas y minerales industriales, el reparto por provincias y sustancias, fue el siguiente:

	Barcelona		Gerona		Lérida		Tarragona	
	10 pts	%	10 pts	%	10 pts	%	10 pts	%
a) Minerales Industriales								
Baritina	-	-	-	-	-	-	14,3	-
Bauxita	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Esteatita	-	-	55,3	-	-	-	-	-
Feldespato	-	-	307,0	-	-	-	-	-
Piedra Pómez	-	-	57,9	-	-	-	-	-
Sal marina	-	-	-	-	-	-	169,5	-
Sales potásicas	10.870,7	-	-	-	-	-	-	-

- Rocas Ornamentales y de Construcción	7.850 t
- Aridos Naturales	448.600 t
- Aridos de trituración .	6.910.000 t
- Cementos	2.956.949 t
- Ladrillería y lozas....	100 t
- Vidrio	60.500 t
- Refractarios	22.000 t
- Industria química	407.100 t
- Cargas, filtros y absorbentes	1.600 t
- Otros	220.000 t

5.3.- ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION

Aunque en el ámbito de la hoja existe una gran variedad litológica, actualmente sólo una pequeña explotación de calizas del mioceno se beneficia con fines ornamentales. Parte de la producción extraída de la misma y las dolomías tableadas del Muschelkalk (piedra d'Alcover) se emplean como roca de construción, estas últimas como losas de 8-12 cm de espesor en jardines, baldosas, etc. aprovechando la fina estratificación.

Las explotaciones son de pequeñas-medias dimensiones y aunque en épocas pasadas existió una actividad más intensa en lo que se refiere a las dolomías, en la actualidad solamente existen 3 canteras activas que están localizadas en el municipio de Montreal.

La dolomía extraída se dimensiona, de acuerdo con los pedidos previos, bien en la propia cantera o bien en plantas de aserrado que hay en la localidad de Alcocer.

Otras sustancias que, en algún momento, han sido explotadas como rocas ornamentales y/o construcción, son areniscas, calizas, granitos y pórfidos. De todas ellas las tres primeras han sido las que han tenido una mayor actividad.

5.4.- ARIDOS NATURALES

Los áridos naturales constituyen el cuarto sector en importancia dentro de la hoja. La producción total estimada ha sido de 448.600 t, que se han distribuído de la forma siguiente:

Arenas	122.500 t
Arenas y gravas	243.400 t
Lehms graníticos	82.700 t

Las explotaciones de arenas se localizan en la desembocadura del río Llobregat, encontrándose muy repartidas tanto en el municipio de Gavá como en el de Castelldefels. Sus reservas se pueden considerar muy grandes.

Las arenas procedentes de alteración de granitos representan un 18% del total de los áridos naturales, localizándose las explotaciones en los municipios de Rudecamps y Escornalbou.

Finalmente las canteras de arenas y gravas, en general con grandes reservas, se localizan en los municipios de Riudons y La Canonja.

Se puede decir que las reservas de áridos naturales en el ámbito de la hoja son muy importantes, por lo que puede aumentarse sin problemas el volúmen de extracción. Estando este limitado tanto por problemas medio-ambientales o como

por la ubicación de los yacimientos en zonas próximas a núcleos de población.

5.5.- ARIDOS DE MACHAQUEO

Los áridos de trituración representan el 62,62% del volúmen total de rocas y minerales industriales beneficiados en esta hoja.

Se explotan con este fin calizas, fundamentalmente, y en menor medida pizarra (grauwacas). Los materiales carbonosos que son objeto de beneficio industrial para este fin son muy variados tanto en tipos litológicos como en edad.

Desglosados por sustancias, la producción se reparte de la forma siguiente:

- Calizas	6.505.000 t
- Pizarras	405.000 t

Las diferentes granulometrías obtenidas en estas explotaciones se destinan a subbases granulares, capas de rodadura y hormigones, fundamentalmente. Las principales explotaciones se localizan en los términos municipales de Sitges, Olerdola y Vendrell.

Por último, en cuanto a reservas, hay que señalar que las mismas son muy grandes y que cualquier aumento, la demanda puede ser absorbida sin ningún problema por las explotaciones actuales.

5.6.- CEMENTOS

La actividad extractiva en este sector está ligada en

Vallcarca, Monjos y Vilafranca y Vilanova i la Geltru, en la provincia de Barcelona, a tres fábricas de cemento pertenecientes a la firma Cementos Uniland, S.A., las dos primeras, y Materiales Hidráulicos Griffi, S.A., la tercera.

Las explotaciones que abastecen a estas fábricas benefician materiales procedentes de los tramos carbonatados de edad cretácica.

Con este mismo destino se explota un nivel de arenas triásicas, localizado en Escornalbou.

Asimismo para la fabricación de un producto denominado cemento-kola, se utilizan arenas silíceas de edad terciaria que se extraen en el término municipal de S. Pere de Ribes, destinándose a este fin 10.500 t.

Es la industria cementera un sector fuertemente arraigado en la Comunidad Catalana, y más concretamente en el ámbito de la hoja objeto de este estudio, donde se localizan 3 de las 7 fábricas existentes en esta Comunidad.

5.7.- LADRILLERIA Y LOZAS

Solamente existe una explotación activa de arcillas en el ámbito de la hoja que destina el material a la elaboración de piezas artesanales, por lo que su producción no sobrepasa las 100 t anuales.

Se trata de un depósito arcilloso cuaternario localizado en el municipio de Creixell, que mineralógicamente está constituído por ilita (40%) y esmectita (50%), fundamentalmente.

El abastecimiento de productos de cerámica estructural, ladrillos, tejas, etc. se realiza desde las cerámicas localizadas en la hoja 1:200.000 de Tortosa, principalmente.

5.8.- VIDRIO

Los niveles arenosos del Mioceno localizados en el área de Sant Pere de Ribes, se explotan con destino, en parte, a su utilización en la fabricación de vidrio (10.500 t), así como caliza dolomitizada de edad triásica (50.000 t) ubicada en el municipio de La Juncosa.

La comercialización de estos productos se sitúa fuera del ámbito de la hoja, enviándose principalmente a las fábricas localizadas próximas a Barcelona.

Las reservas de estos materiales son grandes, en el caso de las arenas y muy grandes en el de las calizas dolomíticas.

5.9.- REFRACTARIOS

Parte de la producción de arenas triásicas explotadas en las proximidades de Excornalbou se destinan a la fabricación de refractarios silíceos. Se trata de arenas procedentes de la alteración de areniscas del Buntsandstein de color rojizo, ricas en hierro.

La producción de estos materiales son destino a este uso ha sido de 22.000 t y se envía tanto a Barcelona como al País Vasco.

Hasta que llegó la gran crisis del sector siderúrgico en los años 70, existió en el ámbito de esta hoja una activi-

dad continuada en cuanto a la explotación de niveles de areniscas triásicas con destino a la elaboración de refractarios. Normalmente lo que se obtenían eran bloques de diferente forma, para construir los bóvedas de los hornos. Las explotaciones, hoy en día bien están abandonadas, o bien destinan el material al sector de la construcción, se localizándose en las proximidades de Alcover.

5.10.- INDUSTRIA QUIMICA

Se incluyen en este apartado los materiales carbonatados "Cretas" que se utilizan como carga blanca, en diversas industrias como puede ser: pinturas, plásticos, papel, detergentes, etc.

El nivel explotado, al que corresponde todas las explotaciones activas, pertenece al Mioceno, y se localiza en una zona comprendida entre Calafell y Clariana.

La producción actual de estos materiales es de 407.000 t que es tratada, incluyendo molienda y micronización en plantas localizadas en la propia zona, y posteriormente distribuida por todo el país, así como a otros países.

Ha sido esta una actividad que ha tenido un gran desarrollo en esta hoja, y concretamente en el área indicada, llegando a haber hasta 15 explotaciones activas, existiendo en la actualidad solamente 5 canteras en funcionamiento.

5.11.- CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES

Con destino a estos usos se explota un nivel mineralizado de barita localizado en las inmediaciones de Prades. La

producción es muy variable de un año a otro, alcanzándose el último año las 1.600 t.

No es este un sector que haya tenido nunca un gran desarrollo en el ámbito de la hoja, ya que aunque son varios los indicios de este material, su beneficio ha sido siempre muy pequeño.

5.12.- OTROS USOS

Se han incluído en este apartado los bloques de caliza y/o dolomías cuyo destino es su empleo en escolleras. No se ha incluído en el apartado de "Rocas de Construcción" debido a que se trata de bloques de formas irregulares y que se emplean según sale de la cantera; tampoco se han incluído en el apartado de áridos de trituración por no seguir ningún tipo de proceso de trituración y/o machaqueo y molienda.

Aunque en la etapa que coincidió con la construcción de los numerosos puertos deportivos de la zona, la actividad extractiva fue considerable, en la actualidad solamentese destinan a este fin 220.000 t dos explotaciones de caliza localizadas en los términos municipales de Gavá y Aleixar, y pequeñas cantidades de algunas canteras cuyo destino principal es la obtención de áridos de machaqueo.

6.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

6.1.- ARCILLA COMUN

Se incluyen dentro de esta denominación general aquellos materiales arcillosos cuyos usos, como consecuencia de su composición mineralógica, se dirigen al campo de la cerámica estructural, alfarería y áridos ligeros obtenidos en procesos industriales de expansión de arcillas.

Son rocas sedimentarias compuestas esencialmente por minerales de la arcilla (illita, caolinita, clorita, esmectita, etc) siendo su composición más frecuente de tipo illítico o illítico-caolinítico. Entre las impurezas que suelen presentar aparecen cuarzo, carbonatos, óxidos diversos, feldespatos, materia orgánica y sulfuros.

Propiedades físicas

La propiedad más importante de las arcillas en su plasticidad al ser mezclada con agua y la posibilidad de ser moldeadas. Esta propiedad no es exclusiva de las arcillas, pudiendo producirse también por la presencia de coloides orgánicos o geles inorgánicos.

El valor cuantitativo de la plasticidad en una pasta arcillosa va a depender de una serie de factores:

- Tamaño de partículas
- Capacidad de cambio de la arcilla
- Naturaleza de los iones adsorbidos

- Cantidad de agua en la pasta
- Naturaleza de los iones contenidos en el agua de amasado.

Usos y especificaciones

El principal uso de estos materiales arcillosos se da en el campo de la cerámica de construcción: tejas, ladrillos, tubos, baldosas, alfarería tadicional, lozas groseras y medias, azulejos y gres.

No existe normativa oficial sobre las materias primas utilizadas en la elaboración de los productos cerámicos antes citados, primando, en general, criterios económicos.

* Dentro de la cerámica estructural pueden tomarse las siguientes pautas.

  - Arcillas de naturaleza illítica o illítica-caolinítica.

  - Contenidos en esmectitas <10-15% para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.

  - Arena silícea en proporción variable:_ hasta 30-40%, actuando como desgrasante.

  - Ausencia de carbonatos en granos, siendo tolerable la calcita muy fina (<15%).

- Elementos colorantes:

  5-10% de Fe_2O_3 para tonalidades rojizas.

  3-10% de TiO_3 en presencia de Fe_2O_3; tonalidades amarillentas.

  0,5-4% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3; tonalidades ocres.

El color aparece asímismo afectado por otros factores tales como:

- Temperatura de cocción
- Grado de vitrificación
- Contenido en Al_2O_3, CaO y MgO
- Composición de los gases liberados durante la cocción.

Impurezas no deseables:

- SO_4Ca ..... < 4%
- NaCl ..... < 1,5%
- Na_2SO_4 ..... < 0,4%
- $Mg\ SO_4$ ..... < 1%

* El uso de estas arcillas en lozas queda restringido a las lozas de baja calidad (lozas groseras y medias), requiriéndose arcillas semirefractarias con relaciones de contenido caolín otras arcillas, altas. Para gres se utilizan arcillas ilíto-caoliníticas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 <15%. El objetivo en este sector es obtener pastas cerámicas capaces de obtener impermeablidad por cocción sin

necesidad de esmaltes o cubiertas vidriadas, así como alta resistencia al ataque por ácidos.

* Para la producción de arcillas expandidas son utilizados materiales con ilita, clorita, esmectita, vermiculitas. Las presencia de caolinita es un factor limitante por su carácter refractario. (<40%). Las arcillas con contenido elevado de materia orgánica y óxidos de hierro son útiles para poder liberar el gas necesario para la expansión:

  Materia orgánica 0,5-2%
  Fe_2O_3 ..... > 3%

  Asimismo no hay restricciones importantes respecto a la presencia de granos carbonatados, yeso y pirita (<2%).

* En la manufactura de cemento, las arcillas son utilizadas como fuente de alúmina y sílice. Prácticamente todas las arcillas son aptas para este uso, primando consideraciones económicas.

Ensayos

- Análisis químico
- Granulometría
- Difracción de R-X, A.T.D.
- Límites de Atterberg
- Contracción lineal
- Márgenes de cocción y resistencias a compresión
- Color de cocción

6.2.- ARENAS SILICEAS

Este tipo de material se encuentra en sedimentos sueltos o poco consolidados, de distinto origen, marino, fluvial, eólico y se caracterizan en general por un contenido muy elevado en sílice.

Se explotan en canteras a cielo abierto, con medios mecánicos simples, en la localidad de Sant Pere de Ribes.

Usos y especificaciones

Las principales utilizaciones de este tipo de arenas son en la industria del vidrio y en la fabricación de moldes de fundición; además, en menor proporción, en abrasivos, en lechos de filtración, como cargas en forma de harina de sílice en pinturas y lejías, en fracturación hidráulica en desarrollo de pozos de petróleo, etc....

En la industria del vidrio las especificaciones más comunes son las siguientes:

	Vidrios blancos	Vidrios semi-blancos	Lanas
Si02	> 99%	> 98,5%	> 98%
Fe203	< 0,03%	< 0,2%	< 0,3%
Cr203	< 0,0003%	< 0,005%	-
Al203	< 1%	--	

Para el vidrio óptico, el porcentaje máximo permitido de Fe_2O_3 es de 0,01%.

En el vidrio plano el contenido máximo permitido de Fe_2O_3 es de 0,1%.

En fundición las especificaciones más utilizadas son:

- Contenido en SiO_2 entre 95-98%
- Contenido en carbonatos, en forma de CO_2 entre 0,1-0,4%.

Ensayos

Los ensayos más comunes son los siguientes:

- Granulometría e índice de finura
- Determinación mineralógica con lupa binocular y líquidos densos.
- Calcimetría
- Análisis químico
- Pérdida al fuego
- Calci-dolometría en los casos necesarios

6.3.- ARENAS Y GRAVAS

Se incluyen en este grupo aquellas rocas detríticas no consolidades que por su granulometría, independientemente de su naturaleza litológica, pueden ser clasificadas como arenas o gravas.

Son los áridos naturales por excelencia, que se extraen de terrazas fluviales, lechos de ríos, rañas y alteración de granitos "in situ" (lehm)

La denominación por tamaños más usuales es la siguiente:

- Morro		>	100 mm
- Grava gruesa	50	a	100 mm
- Grava media	40	a	60 mm
- Grava menuda	30	a	50 mm
- Gravilla gruesa .	20	a	40 mm
- Gravilla media ..	15	a	30 mm
- Gravilla menuda .	15	a	25 mm
- Garbancillo	7	a	15 mm
- Arena gruesa	2	a	5 mm
- Arena media	0,5	a	2 mm
- Arena fina	0,1	a	0,5 mm
- Filler o polvo ..	0,005	a	0,08 mm

6.4.- BARITA

La baritina, también llamada espato pesado, es conocida a nivel industrial como barita. Sus depósitos comerciales son, fundamentalmente:

- Venas y relleno de cavidades precipitados a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura.

- Depósitos residuales, por meteorización de depósitos preexistentes.

- Depósitos estratiformes, en los que la baritina se presenta masiva, como cemento.

La baritina suele aparece asociada con cuarzo, sílex, jasperoides, calcita, dolomía, siderita, sulfuros metálicos, etc. y se presenta asímismo como ganga en muchas paragénesis. La baritina puede presentar sustituciones isomórficas de Sr. fundamentalmente.

	BaO	CO2	SO3	Dureza	Densidad
Barita	65,7	-	34,3	3-3,5	4,3-4,6

Las propiedades que confieren a las baritas interés industrial son:

- Alto peso específico
- Dureza baja
- Inercia química
- Brillo y blancura
- Absorción de radiaciones

Usos y especificaciones

Los usos de las baritas, de modo general, pueden agruparse en cinco categorías:

* Como agente pesado en lodos de perforación (uso principal):

% BaSO4	Peso específico	Granulometría	% Sol. en agua
> 92	> 4,2	45-75 μ	< 0,02

* Pintura. La barita es una materia prima importante en la manufactura del litopón, pigmento blanco resultante de la mezcla de súlfuro de cinc y sulfato de bario. Es utilizado asímismo como extendedor en pinturas y barnices.

	Blanco fijo	Baritina
BaS04	97	94
Especificaciones	4,3-4,48	4,3-4,5
Fe203	<0,2	<0,05
Si02	<1	<2,0
Volátiles humedad	<0,5	<0,5
Solubles en agua	0,2-0,5 pH 6-8	<0,2 pH 6-8
Aceite	15-30	6-12
Granulometría	Grado 10,1 0,2 μ	0,1-40μ

Industria química

Es el segundo sector consumidor de baritas, siendo utilizadas en la producción de blanco fijo (sulfato de bario precipitado), cloruro de bario, carbonato de bario, nitrato de bario, hidróxido de bario, cromato de bario, etc.

Para la manufactura de estos compuestos, el punto de partida es el sulfuro de bario (ceniza negra), BaS, obtenido de la reducción de baritas de alta pureza.

Las especificaciones generales son:

%	%	%	%	
BaS04 >94	Fe203 <1	SrS04 <1	F trazas	Granulometría 0,84-4,7 mm

* Vidrio

La barita se emplea en la fabricación del vidrio con un consumo aproximado de 6-10 kg por t de vidrio.

% BaS04	% Fe203	% Ti02	% Al203	% Si02
96-98	<0,1-0,2	trazas	<0,15	<1,5

Las rígidas especificaciones sobre pureza hace que los fabricantes prefieran el uso de sulfato de bario precipitado.

* Otras Industrias

- Como carga en la industria del caucho: % $BaSO_4$>99%. Ausencia de cobre y manganeso.
- En la fabricación de hormigones especiales.

6.5.- CALIZA

Las calizas son rocas sedimentarias de origen químico, detrítico y organógeno, con más del 95% de carbono cálcico, generalmente en forma de calcita (CO_3Ca).

Usos y especificaciones

Poseen un amplísimo mercado, teniendo una importante demanda en las más variadas aplicaciones industriales. Por lo general los factores que condicionan su aplicación, no son sólo los de calidad, sino que tienen gran importancia los de orden económico. Debido a la abundancia de materiales sustitutivos y la capacidad de adaptación de muchos procesos industriales a las características de la materia prima disponible, las calizas se encuentran a menudo en competencia con otros productos.

Del mismo modo en muchas ocasiones se prefiere una caliza de peor calidad que la teóricamente aconsejable para

el proceso debido a que la relación calidad/precio puede llegar a justificar tal elección.

La demanda, asímismo, se ve fuertemente condicionada por la influencia del transporte, que limita enormemente la distancia a donde pueden llegar estos materiales, salvo en casos muy determinados de calidad muy especial.

Las calizas se utilizan en un gran número de sectores y aplicaciones industriales, aunque los sectores de la construcción y aglomerantes se reparten un 58,2% y un 38,6%, respectivamente, del tonelaje total extraído en España.

Debido a este gran número de procesos industriales en que entran a formar parte las especificaciones son muy diversas, basándose en sus cualidades químicas o físicas según el uso al que se destinen.

* Construcción

  Las dos formas esenciales de utilización de caliza en construcción son los áridos de trituración y la piedra tallada y pulida para ornamentación o sillería.

  Como roca ornamental, comercialmente se asimila al marmól, por lo cual ha de cumplir todas las especificaciones exigidas a este material, siendo su campo de utilización el mismo.

  Respecto a su uso como material triturado, además de la solidez, son importantes la resistencia a la abrasión, la dureza y la estabilidad química, así

como la absorción de agua, el peso específico y la granulometría.

En cuanto a las especificaciones se refieren fundamentalmente a la presencia de sustancias perjudiciales, como pueden ser los terrones de arcilla, yesos, piritas y rocas friables o porosas en exceso.

* Fabricación de cemento

En la industria cementera se denominan calizas a aquellas rocas carbonatadas cuya riqueza en carbonato cálcico supera el 75-85%.

Las calizas son las materias primas que entran en mayor proporción en el crudo (75-90%) o mezcla de materias primas que dan lugar a un cemento, siendo su quimismo determinante en el resto de las materias primas adicionales o correctores.

A título orientativo exponemos una tabla con las limitaciones analíticas de las calizas para la fabricación de cemento:

SiO_2	<13
Al_2O_3	<6
Fe_2O_3	<3
CaO	>45
MgO	<3,5
Alcalis	<1
SO_3	<0,7
$S^=$	<0,3
Cl^-	<0,1

Para mayor información ver el capítulo de Cementos, en el apartado 5.6.

* Fabricación de cal

Para la fabricación de cal no existen especificaciones precisas respecto de las características de la caliza como materia prima.

La presencia de Magnesio, Hierro, Azufre y materias orgánicas tiene una gran importancia en la naturaleza del producto final.

La norma UNE-41-066 clasifica las cales como:

* Cales aéreas:

- Cal dolomítica (cal gris) = MgO > 5%
- Cal grasa = MgO < 5%
- Cal viva
- Cal apagada, en polvo o en pasta

* Cales hidráulicas:

- De bajo contenido en magnesia: MgO < 5%
- De alto contenido en magnesia: MgO > 5%

La norma UNE-41-067 clasifica la cal aérea como:

			Residuo tamiz UNE	
	CaO+MgO	CO2	0,2	0,8
- Cal aérea I	90%	5%	5%	10%
- Cal aérea II	60%	5%	15%	-

La norma UNE-41-068 clasifica la cal hidráulica como:

	Si02+Al203+Fe203	Resíduos		Resist.
		Tamiz 0,2	Tamiz 0,08	Compres.
- Cal hidráuica I	20%	5%	20%	50 kg/cm2
- Cal hidráulica II	15%	10%	-	30
- Cal hidráulica III	10%	10%	-	15

CO_2 <5% para las tres calidades.

Para que una caliza sea de buena calidad se requiere unas propiedades físicas referidas al tipo de cristalinidad que hagan que durante la calcinación no tenga tendencia a decrepitar. En cuanto a su calidad química, se prefiere calizas con un alto contenido en carbonato cálcico, pero teniendo en cuenta que es necesaria la presencia de más de un 5% en arcillas para obtener cales hidráulicas. La composición química apta del material viene regida por el índice hidráulico.

El índice hidráulico es la proporción de los compuestos de sílice, aluminio y hierro presentes en las arcillas en forma de silicatos y el magnesio y calcio de caliza expresados en porcentaje en peso de los óxidos correspondientes.

De este índice hidráulico depende fundamentalmente el tiempo de fraguado, pudiéndose clasificar las cales según el cuadro siguiente:

Naturaleza de productos	Indice hidráulico	% Arcilla en la caliza primivita	Tiempo de fraguado
Cal grasa	0,0-0,1	0,0-5,3	-
Cal débilmente hidráulica	0,1-0,16	5,3-8,2	16-30
Cal medianamente hidrául.	0,16-0,31	8,2-14,8	10-15
Cal propiamente hidrául.	0,31-0,42	14,8-19,1	5-9
Cal eminentemente hidrául	0,42-0,5	19,2-21,8	2-4
Cal límite, cemento lento	0,5-0,65	21,8-26,7	1-12
Cemento rápido	0,65-1,20	26,7-40,0	5-15

* Papel y pulpa de papel

La caliza se emplea en la manufactura de pulpa de papel por medio del proceso del sulfito, en el cual el carbonato reacciona con el dióxido de azufre para obtener el bisulito de calcio, que se utiliza como digestor de madera en la Torre del sistema Jennsen.

Un análisis típico de caliza para papel es el siguiente:

CO_3Ca	96%
CO_3Mg	4% máximo
$Fe_2O_3+Al_2O_3$	<1%
SiO_2	<1%
Materia orgánica	0%
Libre de piritas y escamas de micas y grafito.	
Tamaño mínimo 6 cm.	

* Cargas blancas

La caliza, finalmente pulverizada, tiene una importante aplicación como cargas inorgánicas en numerosas industrias, exigiéndose que el material tenga un buen color blanco y una granulometría adecuada, tamaños de 200 mallas o más.

Los sectores en los que se utilizan son:

* Cerámica
* Insecticidas
* Pinturas y pigmentos
* Papel
* Caucho
* Baldosas y pigmentos
* Papel
* Caucho
* Baldosas acústicas
* Asfaltos
* Productor de calafateado
* Papel de fumar
* Cosméticos
* Lapiceros
* Explosivos
* Alimentación
* Cubiertas de suelos
* Gravas y aceites
* Colas
* Cueros
* Linóleo
* Pulimentos de metales
* Jabón y detergentes
* Pasta dentrífica

* Tintas blancas
* Aislamientos de cables eléctricos

* Vidrio

La caliza se emplea, bien en crudo o bien calcinada, como constituyente en el baño de vidrio, actuando como fundente, si bien el aporte de óxido de calcio aumenta la estabilidad química y mecánica del vidrio.

En general se exige que la caliza contenga un mínimo del 98% de carbonato de calcio y magnesio, siendo muy importante la limitación de los óxidos de hierro y materia orgánica que no deben exceder del 0,035% y 0,1% respectivamente. Los óxidos de manganeso, plomo, azufre y fósforo deben ser mantenidos al mínimo, sin que en ingún caso excedan del 0,1%. El resíduo insoluble en ClH, incluyendo la sílice debe ser menor del 1%.

Un análisis medio de caliza empleado por Cristaleria Española es el siguiente:

CaO	55,0%
MgO	0,2%
SiO_2	-
Al_2O_3	-
Fe_2O_3	0,1%
Insoluble en ClH	1,1%
Pérdida al fuego	43,6%

La granulometría debe ser tal que el material sea de tamaño inferior a 2 mm y no se presenten finos en cantidades importantes.

* Metalurgia

La caliza se emplea en la metalurgia del hierro y de los metales no férreos, principalmente como fundente, aunque también se puede emplear, por sus características químicas, para que participe específicamente en una reacción química, como es el caso del proceso Bayer de obtención del aluminio.

En general las especificaciones requeridas para las calizas en metalurgia son:

CO_3Ca+CO_3Mg	97,0%
S	0,1%
P	0,02%
SiO_2	1,0%
Al_2O_3	1,5%

- Tratamiento de azúcares

La caliza se emplea para purificar el zumo de la remolacha azucarera. Se precisa para esto una caliza muy pura, con las siguientes caraterísticas:

CO_3Ca	96-97,0%
SiO_2	1,0 máximo
CO_3Mg	4,0% "
Fe_2O_3	0,5% "

- Desulfuración de los gases de combustión

El azufre se puede eliminar antes, durante o después de la combustión. El procedimiento más generalmente utilizado es la eliminación del azufre en los gases de salida. Este pro-

ceso puede llevarse a cabo por vía seca o húmeda. El más empleado es el de vía húmeda, en el que la caliza actúa como reactivo absorbente en forma de carburo de calcio y en mezclas y lechadas de cal o caliza.

Las principales exigencias en cuanto a la calidad de la caliza se refieren a la calidad química, reactividad y contenido en resíduos insolubles.

CO_3Ca	85-95,0%
CO_3Mg	0-5,0%
Inertes	5,0% máximo

* Calizas como correctores de suelos en agricultura

El efecto de la adición de encalantes al suelo viene determinado por:

- Ca o Mg que se aportan; suele expresarse como elementos (Ca,Mg), como óxidos (CaO, MgO) o como carbonato de calcio equivalente (C.C.E.).

  C.C.E. calcita = 100
  C.C.E. magnesita = 118
  C.C.E. dolomita = 108,6

- Elementos metálicos pesados que se aportan indeseadamente, Pb, Hg, Cd, Cr, ...

- Granulometría: afecta a la rapidez de la neutralización y a la homogeneidad de su disposición sobre el terreno.

- Valor neutralizante: número que representa la cantidad de CaO que tendría la misma capacidad de neutralización que 100 kg del producto considerado.

- Rapidez del efecto neutralizante. Los productos cálcicos presentan una neutralización rápida y los magnésicos más lenta y duradera. Se mide por la solubilidad carbónica: % de producto disuelto en una solución saturada de gas carbónico.

Como valores generales se puede tomar:

C.C.E.	> 80%
V.N.	> 45%
Solub. carbónica	> 45%

No existe normativa española al respecto, pudiendo tomarse como referencia las normas francesas (NF-U-44-001, 44-001, 44-173 y 44-174).

Ensayos generales sobre calizas

Los ensayos preliminares más utilizados son:

- Análisis químico completo

- Comportamiento ante la calcinación

- Reactividad

Con posterioridad dependiendo del campo de utilización se realizan otros ensayos como el de blancura, alcalinidad, residuo insoluble, etc.

En el caso de su utilización en ornamentación los ensayos son más específicos, realizándose ensayos de pulido, choque térmico y todos los normalizados.

Normativa

Otras normas para distintos ensayos son:

UNE-70-94-55 Método para la determinación de la humedad en cales y calizas.

UNE-70-95-55 Método para la determinación del anhídrido silícico y del residuo insoluble, de los óxidos de aluminio y hierro, del óxido de calcio y del óxido de magnesio en cales y calizas.

UNE-70-96-55 Método para la determinación del anhídrido sulfúrico en cales y calizas.

UNE-70-97-55 Determinación del azufre total en cales y calizas.

UNE-70-98-55 Determinación del óxido manganeso en cales y calizas.

UNE-70-99-56 Determinación de la pérdida por calcinación, del contenido en anhídrido carbónico y del agua total en cales y calizas.

UNE-73-52-75 Determinación de sodio en minerales de hierro, escorias y calizas mediante la técnica de absorción atómica.

UNE-73-53-75 Determinación de potasio en minerales de hierro, escorias y calizas.

UNE-73-58-78 Determinación de plomo en minerales de hierro, escorias y calizas, mediante la técnica de absorción atómica.

UNE-73-59-78 Determinación del cobre en minerales de hierro, escorias y calizas, mediante la técnica de absorción atómica.

UNE-73-59-78 Determinación de cinc en minerales de hierro, escorias y calizas.

ASTM D75-79 Ensayo a la abrasión Los Angeles.

ASTM D 3-18 Resistencia al impacto.

ASTM C88-61 Resistencia a los agentes atmosféricos.

Como se menciona para el caso de las dolomías, para muchos de los usos no existen Normas en España, estando en estudio el proyecto de normativa realizado po el I.G.M.E., en el que se incluyen las siguientes:

- Calizas para purificación de azúcares.

- Calizas para alimentación animal.

6.6.- CUARCITA Y ARENISCA

Las cuarcitas son rocas metamórficas, formadas casi exclusivamente por cuarzo. Derivan habitualmente del metamorfismo sobre areniscas y en menos ocasiones tienen un oigen

metasomático. Existe una total gradación entre areniscas y cuarcitas, función del grado de metamorfismo sufrido.

Usos:

- La cuarcita es considerada como un abrasivo silíceo de grado intermedio, siendo utilizada en muelas abrasivas, molinos de bolas, etc.

- Como árido natural o árido de machaqueo.

- La cuarcita es utilizada asímismo en manufactura de refractarios de sílice y metalurgia.

- Las areniscas son utilizadas fundamentalmente como abrasivos y como roca de construcción.

Propiedades de aplicación

Blancura después de cocción

a 1180ºC	92,5%
Absorción	22,8%
Contracción	3,7%

Granulometría

> 53 micras	1,2%
> 10 micras	24%
< 2 micras	44%

6.7.- DOLOMIA

Las dolomías son rocas compuestas fundamentalmente de dolomita. Este es un carbonato doble de calcio y magnesio, cuya fórmula es $(CO_3)CaMg$, con un contenido de 54,3% de CO_3Ca y 45,7% de CO_3Mg.

Generalmente se encuentra asociado a la caliza, con la que forma una serie de transición contínua, con la siguiente distribución:

	MgO	CaO
Dolomía	90%	10%
Dolomía calcárea	50-90%	10-50%
Caliza dolomítica	10-50%	50-90%
Caliza magnesiana	5-10%	90-95%
Caliza	5%	95%

El porcentaje de MgO tiene una influencia decisiva en la mayoría de las aplicaciones, requiriéndose en general un 20% de MgO.

Las dolomías poseen un amplio mercado en las más variadas aplicaciones industriales. Se aprovechan tanto sus propiedades físicas como químicas o ambas conjuntamente.

Usos y especificaciones

El campo de utilización de las dolomías es muy amplio y variado y, por tanto, las especificaciones varían de acuerdo al uso al que se destina el producto.

Los sectores que mayor volúmen de dolomía utilizan actualmente, son el de la construcción, fundamentalmente como árido de trituración, con un porcentaje próximo al 66% del

tonelaje total extraído, el de la fabricación de vidrio y como fundente en procesos siderúrgicos.

Aunque como ya se ha dicho el mayor porcentaje en este sector corresponde a los áridos de trituración, también se utiliza la dolomía como roca ornamental, incluyéndose en la denominación comercial de mármol y por tanto debiendo cumplir las especificaciones exigidas para este material para sus distintos usos tanto en interiores como en exteriores.

- Por lo que respecta a los áridos, utilizados generalmente en la fabricación de hormigón, las especificaciones son muy diversas y a menudo no demasiado estrictias, prestándose siempre especial atención a la presencia de sustancias perjudicialles tales como terrones de arcilla, yeso, piritas, feldespatos y rocas friables y porosas en exceso.

- En la fabricación del vidrio la dolomía entra a formar parte del baño de vidrio, bien en crudo o bien calcinada, actuando como fundente. La materia prima ha de ser de gran pureza y homogeneidad en su composición y sin elementos considerados como perjudiciales.

  Aunque hay distintas especificacions para los distintos tipos de vidrios, ya sean planos, generalmente incoloros, o verdes y especiales, las especificaciones generalmente exigidas en Espña se pueden resumir en las exigidas por Cristalería Española:

SiO_2	0,3% máximo
MgO	20,49% + 0,4%
Fe_2O_3	0,13% máximo
Al_2O_3	0,3% máximo
CaO	32,68% + 0,4%
Humedad	2,0% máximo
Pérdida al fuego	47,31% + 0,3%
Retenido en tamiz de 2 mm	1,5% máximo
Retenido en tamiz de 0,1 mm ...	88% máximo

Un análisis medio de una dolomía empleada por esta empresa es el siguiente:

CaO	32,5%
MgO	20,5%
SiO_2	0,3%
Al_2O_3	0,28%
Fe_2O_3	0,12%
Pérdida al fuego	47,2%
Insoluble en ClH	0,75%

- La dolomía como refractario se utiliza en tres formas: dolomía cruda, calcinada o calcinada a muerte.
Se exige que la dolomía contenga más del 20% de carbonato de magnesio, menos del 0,05% de azufre y menos del 2% de sílice, siempre en tamaños menores de 2 cm.

La forma más utilizada es la dolomía calcinada a muerte, también denominada tostada o sinterizada, que se utiliza en el tapizado de hornos altos y en crisoles de fusión de metales no férreos.

Las especificaciones para los tres tipos de dolomía son las siguientes:

	Dolomía cruda	Dolomía calcinada	Dolomía tostada
C03Mg	>20%	>20%	>35%
Si02	< 2%	< 2%	< 1%
Fe203+Al203	-	-	< 1,5%
S	< 0,05%	-	-
Tamaño	< 2 cm	< 2 cm	< 1 cm

Ensayos

Los análisis y ensayos tecnológicos básicos que se utilizan para la caracterización y estudio de las dolomías son:

- Análisis químico completo, mediante el cual se determinan porcentajes tales como Fe_2O_3, S, P_2O_5, MnO_2, Al_2O_3, K_2O, Na_2O que son consideradas como impurezas en numerosos procesos industriales. También se determinan los porcentajes de CaO y MgO, fundamentales para determinar su posible utilización.

- Comportamiento ante la calcinación, que determina la tendencia del material a decrepitar, con la consiguiente formación de finos y producción de interferencias en los procesos industriales.

- La reactividad, que da una idea general de sus propiedades como producto acabado, calculando el porcentaje de CaO y MgO útil.

- En el sector de la construcción se determinan fundamentalmente la resistencia al desgaste, mediante el ensayo Los Angeles, la resistencia a la meteorización con el ensayo de heladicidad, siendo también utilizados generalmente la determinación de la porosidad, la densidad y la capacidad de absorción de agua.

  Para ciertas aplicaciones se requieren ensayos especiales, si los preliminares han sido satisfactorios. Entre estos se encuentran el de Alcalinidad, Blancura, Determinación del residuo insoluble en ácido, muy importante en el sector del vidrio.

Normativa

Actualmente no existe ningún tipo de Norma española para la dolomía, guiándose las distintas industrias que la utilizan bien por normativa extranjera o bien por especificaciones propias de las distintas industrias.

Recientemente se ha realizado por I.G.M.E. un borrador de Normas UNE para calizas y dolomías en el que se recogen las siguientes propuestas:

- Dolomías para refractarios
- Calizas y Dolomías para espolvoreo de minas de Carbón
- Calizas y Dolomías para cargas blancas, Cerámica
- Calizas y Dolomías para refractarios
- Calizas y Dolomías para cargas blancas. Caucho
- Dolomías para fabricación de papel
- Calizas y Dolomías para vidrio
- Calizas y Dolomías para corrección de suelos

6.8.- GRANITOS

Los granitos en sentido amplio, constituyen una familia de rocas ígneas formadas, fundamentalmente, por feldespatos alcalinos y cuarzo. No obstante, la denominación comercial de granito, en particular el granito ornamental, abarca un conjunto de rocas mucho más extenso. Así, la norma UNE-22-170-85 engloba bajo la denominación de granito "el conjunto de rocas ígneas compuestas por diversos minerales, que se explotan generalmente en forma de bloques de naturaleza coherente y se utilizan en la construcción para decoración, es decir, se aprovechan sus cualidades estéticas una vez elaboradas con pocedimientos tales como aserrado, pulido, labrado, esculpido, etc.".

Bajo el punto de vista comercial, los granitos ornamentales pueden dividirse en dos grandes grupos, en función de la proporción de minerales máficos o félsicos presentes:

- Granitos claros (granitos, ademellitas, granodioritas, sienitas).

- Granitos oscuros (gabros, dioritas, incluso rocas volcánicas).

Usos

Las aplicaciones del granito se encuentran en el campo de las rocas de construcción puede utilizarse en revestimientos, interiores o exteriores peldaños, pavimentos, sillares, bordillos, adoquines, monumentos, etc. El granito fragmentado se utiliza como árido (hormigones, agregados asfálticos, finos de carreteras), basaltos, escolleras, rellenos.

Análisis y ensayos

Los análisis a realizar en estas rocas dependen del detino comercial que se pretenda darles: si se utilizan en el campo de las rocas ornamentales o de construcción los análisis a realizar son los siguientes:

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida
- Absorción y peso específico
- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a las heladas
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Alterabilidad. Choque térmico
- Alterabilidad en atmósfera contaminante

El resultado de estos ensayos permite determinar el comportamiento de cada material, por lo que sus características indican su aplicación óptima. La importancia de los ensayos más relevantes según la aplicación de que se trate se indica en el cuadro siguiente:

	A	B	C	D	E
M. volúmica	I	I	I	PI	PI
Absorción	I	PI	I	PI	PI
R. Compres.	I	PI	I	PI	I
R. Flexión	I	PI	I	I	I
R. Choque	PI	PI	MI	PI	I
R. Heladas	MI	PI	MI	PI	MI
R. Desgaste	PI	PI	MI	PI	I

A .... Revestimientos exteriores
B .... Revestimientos interiores
C .... Pavimientos exteriores
D .... Pavimientos interiores
E .... Peldaños
MI ... Muy importante
I .... Importante
PI ... Poco impotante

Aridos para hormigón

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuesto de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Ensayo Los Angeles
- Coeficiente de forma
- Equivalente en arena
- Particulas blandas

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo Los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulimento acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativa

Ver normativas en apartados rocas ornamentales y áridos, en el capítulo 7.

6.9.- PIZARRAS

Comercialmente, el término pizarra designa una roca microcristalina que se origina por metamorfismo regional, de baja temperatura y presión media o alta, cuya principal característica es la fisibilidad, es decir, la propiedad de exfoliarse con facilidad paralelamente a una orientación plana. La composición mineralógica cuenta con sericita, clorita y cuarzo como minerales fundamentales, en tanto que los accesorios y secundarios pueden ser múltiples (rutilo, pirita, plagioclasas, turmalina, etc.).

Las propiedades esenciales de las pizarras, que condicionan sus usos son: fisilidad, finura de grano, baja porosidad, dureza, inalterabilidad, etc. La explotación de los yacimientos de pizarra suele efectuarse a cielo abierto.

En cantera se arrancan grandes bloques o rachones, que se transportan al taller para ser elaborados. En éste, se cortan en bloques menores, de los que se obtienen por exfoliación las placas que luego son recortadas a tamaños y formas comerciales. Este es el proceso habitual seguido en la utilización de la pizarra para cubiertas.

Usos y aplicaciones

La utilización de las pizarras se realiza en tres formas:

- Bloques: Se fabrican con ellos tejas, baldosas, mesas de jardín, mesas de billar, peldaños, etc.

- Grava: Se utiliza para la fabricación de telas aislantes e impermeables, piedras artificiales (terrazos), áridos ligeros para hormigón, etc.

- Polvo: Se puede utilizar como material de relleno en distintos campos (gomas, plásticos, pinturas, aislantes, etc.).

Análisis y ensayos

Respecto a los estudios y ensayos a realizar con las pizarras a utilizar en la industria de la construcción puede distinguirse entre determinaciones a efectuar sobre el yacimiento y ensayos con material elaborado. Entre los primeros cabe considerar estudio petrográfico y grado de fisilidad. Para determinar las propiedades fisiomecánicas de las pizarras para cubiertas elaboradas es necesario efectuar los siguientes ensayos:

- Peso específico aparente y absorción de agua
- Resistencia a las heladas
- Resistencia a los cambios térmicos
- Resistencia a los ácidos
- Contenidos de carbonatos
- Resistencia a la flexión

Las pizarras destinadas a solados y otros usos pueden someterse a los siguientes ensayos:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia al choque

Las pizarras para cubiertas deben cumplir unas especificaciones que se recogen en la Norma UNE 22-201. El uadro siguiente refleja la importancia de los principales ensayos de caracterización de la pizarra en función de la utilización a que se destine.

Utilización	1	2	3	4	5	6	7	8
Piz. cubiertas	***	***	***	***	***			
Losas exteriores	**	*	***	*	*	***	**	**
Losas pav. int.	*			*	*	***	**	**
Placas revest.ext.	**	*	***	**	*			**
Placas revest.int.	*			*	**			**
Bloques, muros, etc	***	*	**			***		

Fuente: I.T.G.E. Pizarras de España.

1: Absorción de agua
2: Resistencia a las heladas
3: Resistencia a los cambios térmicos
4: Resistencia a los ácidos
5: Resitencia mecánica a la flexión
6: Resistencia mecánica a la compresión
7: Resistencia al desgaste por rozamiento
8: Resistencia al choque

* : Poco importante
** : Importante
***: Muy importante

Especificaciones

Como se indicaba anteriormente, las pizarras para cubiertas, aplicación de mayor interés de estas rocas, deben cumplir unas especificaciones que se recogen en la Norma UNE 22-201.

Puede distinguirse entre especificaciones de tipo general y comercial y otras relativas a las propiedades físicas, que se determinan mediante los ensayos antes citados:

Origen y composición

* Las pizarras de una misma partida procederán del mismo yacimiento salvo que expresamente se hayan aceptado otros términos.

* Las pizarras no tendrán contenido en materia carbonosa y/o arcilla superior al 1%, ni carbonatos en proporción superior al 10%.

Dimensiones y curvatura

* Los fabricantes indicarán las dimensiones y tolerancias admisibles en cada tipo de productos.

* En ningún caso las placas presentarán espesores de ± 50% de "espesor nominal" correspondiente a su partida.

* Las placas de pizarra no tendrán una curvatura superior al 1,5%.

  Las pizarras con mayor curvatura pueden ser elementos para aplicaciones especiales).

Color y aspecto externo

* Las pizarras de una misma partida tendrán un color uniforme, aunque pueden admitirse ligeras variaciones en los tonos propios del material.

* No presentarán nudos que sobresalgan más de la mitad del espesor de las placas.

* Las huellas o estrías no podrán tener una profundidad superior a la mitad del espesor de las placas.

* Las placas de pizarras no presentarán imperfecciones ni roturas que manifiestamente dañen su solidez.

* Las pizarras no deberán mostrar defectos achacables al labrado (bordes mal cortados, rotura de esquinas, exfoliación defectuosa, etc).

Inclusiones

* Las inclusiones de minerales metálicos (en granos agregados o bandas) en ningún caso atravesarán las placas.

* Se conocerá la composición mineralógica de las inlusiones observables en la superficie de las placas.

Características físicas y alterabilidad

* El peso de las placas no mostrará variaciones superiores al 10% respecto del "peso nominal" que le corresponda a la partida.

* El peso específico aparente no será inferior a 2,6 gr/cm^3 (UNE 22-191).

* Las placas de pizarra no tendrán un grado de absorción de agua superior al 3%. (UNE 22-195).

* Las pizarras secas y sin haber sufrido ningún proceso de alteración no podrán tener un módulo de rotura a flexión inferior a 290 kg/cm^2 (UNE 22-195).

* Las pizarras embebidas en agua no mostrarán alteraciones visibles apreciables ni un módulo de rotura inferior en un 20% respecto a las secas.

* Las pizarras no presentarán alteraciones importantes ni pérdidas de peso superior al 3% del ensayo de resistencia a las heladas (UNE 22-193).

* Las pizarras después de sometidas al ensayo de resistencia a las heladas mostrarán un módulo de rotura no inferior en un 20% al de las secas.

* Las pizarras con más del 5% de carbonatos tendrán un espesor nominal no inferior a 5 mm.

Para otras aplicaciones en la construcción deberán cumplir las especificaciones que se exigen en las normas generales o en las particulares para cada caso.

Normativa

Ver normas generales para rocas ornamentales y para áridos, en el capítulo 7.

6.10.- YESO Y ANHIDRITA

El sulfato de calcio se presenta en la naturaleza bajo dos formas estables: una anhidra ($CaSO_4$ - anhidrita), poco utilizada industrialmente, y otra dihidratada ($CaSO_4.2H_4O$ yeso), materia prima del yeso industrial.

Entre estos dos minerales estables, los sulfatos de calcio resultantes de la cocción y molido del yeso aparecen, fundamentalmente, bajo dos formas semihidratadas, en función del proceso de cocción: hemihidratos α y β.

Ambos son minerales evaporíticos, con amplia distribución mundial, y aparecen frecuentemente asociados. El yeso puede originarse por alteración de anhidrita y aparece entre otras formas como ganga en algunos filones metálicos asociado a minerales diversos.

El alabastro es una variedad de yeso masivo de grano fino; el espato satinado es una variedad fibrosa; la selenita se presenta en hojas de exfoliación incoloras y transparentes.

Composición y propiedades

	Ca0	S03	H20	Dureza	Peso específico
Yeso	32,6	46,5	20,9	2	2,32
Anhidrita	41,2	58,8	-	3-3,5	2,89-2,98

De la diferente composición química de ambos minerals se derivan sus diferentes propiedades físicas: dureza, densidad, solubilidad y especialmente su distinto comportmiento

térmico: el yeso, al se calentado a 190-200ºC, pasa a la forma semihidratada, mientras que la anhidrita es inerte a esas temperaturas. El yeso, al ser hidratado de nuevo, cristaliza y se endurece fraguando, derivándose de aquí el 90% de su uso industrial.

USOS

* Yeso Crudo

- Ornamentación: Alabastro
- Agricultura: Como corrector de suelos; en fertilizantes y abonos.
- Cemento: Como retardador del fraguado
- Industria química: Para dar dureza permanente; obtención de sulfato amónico.
- Otros usos: enología, farmacia, papel, algodón, pinturas, minería del carbón, metalurgia, etc.

* Yeso Calcinado

- Construcción: Como aglomerante; morteros de yeso; conglomerados ligeros; guarniciones y tundidos; como material ignífugo; estuco; prefabricados; etc.

- otros usos: Odontología, cerámica, imprenta, orfebrería, galvanoplastia, cementos rápidos, etc.

Explotación y Procesado

La materia prima utilizada para la fabricación del yeso empleado en construcción es la piedra de yeso o algez, en sus variedades laminar, fibrosa, etc., generalmente acompañado de impurezas de tipo arcilloso.

La explotación se efectúa a cielo abierto, teniendo especial incidencia la proximidad a centros de consumo.

El procesado requiere una primera etapa de trituración y molienda que debe adecuarse al sistema de deshidratación a utilizar, variando el grado de trituración de la roca cruda. Habitualmente se emplean machacadoras de mandíbulas y de conos.

La cocción se efectúa con o sin contacto directo con los gases de combustión en hornos fijos o rotatorios.

En otros procedimientos, la cocción se efectúa sin combustible, mezclando yeso molido con cal viva, obteniéndose un aglomerante mixto compuesto por sulfato cálcico, hemihidrato e hidróxido de cal.

Tras la cocción tiene lugar una molienda de refino y el envasado.

Explotabilidad

- Volumen mínimo explotable: 50.000 t
- Relación espesor cobertera/capa explotable <2
- Espesor mínimo explotable: 1 m

Ensayos

- Análisis químico
- Ensayos de calcinación
- Difracción de R-X
- Humedad

Especificaciones y normativas

La norma UNE 41-169-73 regula la clasificación y características de la piedra de yeso:

Clase	% mínimo de CaS04.2H20	% mínimo agua cristaliz.	Humedad
I Extra	95	19,88	<4%
I	90	18,83	<4%
II	80	16,74	<4%
III	70	14,65	<4%
IV	60	12,56	<4%

Tipo	Granulometría	Tolerancia
1	0-20 mm	hasta 5%>20 mm
2	20-50 mm	hasta 5%>50 mm
3	50-150 mm	hasta 5%>150 mm y 20%<50 mm
4	0-150 mm	hasta 5%>5 mm
5	0-300 mm	

La Orden de 31-5-1985 (B.O.E. nº 128, 10-6-1985) especifica el Pliego General de Condiciones para la Recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción, anulando las normas UNE 102-010 y 102-011. Se establecen los siguientes tipos y características:

YG (Yesos grueso)
YF (Yeso fino)
YP (Prefabricados)
E-30 (Escayolas)
E-35 (Escayola especial)

Características	YG/YGGL	YF YF/L	YP	E-30 E-30/L	E-35 E-35/L
Químicas:					
Agua combinada, en tanto por ciento, máximo	6	6	6	7	7
Indice de pureza (contenido teórico total en sulfato de calcio y agua) en tanto por ciento, mínimo	75	80	85	90	92
Sulfato de calcio semihidratado (S04Ca21/1H20 en tanto por ciento, mínimo	-	-	-	85	87
pH mínimo	6	6	6	6	6
Finura de molido:					
Retención en el tamiz 0,8 - UNE 7050, en tanto por ciento, máximo	-	-	-	0	0
Retención en el tamiz 0,2 - UNE 7050, en tanto por cienciento, máximo	50	15	30	5	1
Resistencia mecánica a flexo tracción, mínima en kp/cm2 - (M Pa)	20(2,0)	25(2,5)	30(3,0)	30(3,0)	35(3,5)
Trabajabilidad:					
Tiempo en pasar del estado - líquido al plástico, máximo en minutos	8 20	8 20	8	8 20	8 20
Duración del estado plástico mínimo en minutos	10 30	10 30	10	10 30	10 30

* Otras normas son:

UNE 102-037 = Yesos y escayolas de construcción. Método de análisis de fases.
UNE 102-031 = Métodos de ensayos físicos y mecánicos.
UNE 102-032 = Métodos de análisis químicos.

* Normas francesas:

NB B 12-201 = Yesos de construcción
NF B 12-401 = Finura por tamizado
NF B 12-303 = Yesos finos de construcción para enlucidos de muy alta dureza.
NF B 12-302 = Yesos para staff

* Normas Inglesas:

BS 1191 = Pláster de yeso para la construcción
BS 4598 = Pláster para impresiones dentales

* Normas USA:

ASTM C 22-50: Especificaciones standard para la piedra de yeso.
ASTM C 563-72: Método standard de ensayo para determinar el SO_3 óptimo en el cemento Portland.
ASTM C 471-72: Análisis químico del yeso y productos de yeso.
ASTM C 61-64: Especificaciones para el cemento Keene.
ASTM C 28-68: Especificaciones para plaster de yeso.
ASTM C 36-73: Especificaciones pata tabiques de yeso.
ASTM C 59-73: Especificaciones para yesos de enlucido y plás-ter de molduras.
ASTM C 317-64: Especifcaciones para hormigón de yeso.

7.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Las llamadas rocas industriales pueden agruparse, en función de sus usos y sectores económicos de consumo, según las siguientes categorías:

- Rocas ornamentales
- Rocas de construcción (sillería, techado, pavimentación, etc.)
- Aridos naturales
- Aridos de machaqueo
- Cementos
- Cales
- Yesos
- Cerámica estructural
- Productos refractarios
- Lozas y porcelanas (incluyendo cerámicas sanitarias, electrocerámicas, etc.).
- Vidrio
- Pigmentos
- Industria cerámica
- Abrasivos
- Cargas, filtros y absorbentes
- Agricultura (fertilizantes, correctores y sustratos)
- Fundentes
- Arenas de moldeo
- Aislantes
- Minerales decorativos
- Otros (óptica, electrónica, cosmética, etc.).

Los criterios seguidos para obtener esta clasificación no son homogéneos ya que se agrupan al mismo tiempo sectores industriales, subsectores (lozas y porcelanas, dentro de la cerámica) y usos concretos (fundentes, arenas de moldeo).

Por otro lado existen interrelaciones entre algunas de las categorías presentadas: los áridos ligeros pueden ser considerados como aislantes, los pigmentos como cargas, las arenas de moldeo como refractarios, etc.

7.1.- ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION

Aunque la mayor parte de las rocas pueden ser utilizadas como tales, su inclusión definitiva en este grupo depende de dos factores, el segundo de los cuales es muy variable y subjetivo:

- Composición y comportamiento físico-químico
- Estética

Las principales rocas utilizadas, son:

* **GRANITOS.** Desde el punto de vista comercial se incluyen aquí un amplio grupo de rocas ígneas con textura granular o gneísica visible:

- Granitos s.s., granodioritas, adamellitas.
- Sienitas, sienitas nefelínicas, monzonitas, monzosienitas.
- Basaltos, basanitas, nefelinitas.
  Gabros s.s., gabros olivínicos, troctolitas, noritas, anortositas.
- Pórfidos y lamprófidos.
- Fonolitas, tefritas.

- Harzburgitas, wehrlita, lerzolitas.
- Gneises y migmatitas.

Comercialmente, las rocas de color oscuro son denominadas como "granitos negros" (basaltos, gabros).

* **MARMOLES.** Desde el punto de vista comercial se incluyen:

- Calizas marmóreas, calizas ornamentales, conglomerados y brechas calcáreas.
- Travertinos
- Serpentinas
- Falsas ágatas, ónice

* **ARENISCAS**
* **PIZARRAS**

Los principales ensayos a realizar son:

- Análisis químicos y petrografía
- Loseta pulida
- Absorción de agua
- Peso específico aparente
- Desgaste por rozamiento
- Resistencia a las heladas
- Resistencia a compresión
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Resistencia al choque
- Resistencia a los ácidos
- Resistencia a los cambios térmicos

Los valores mínimos y acotación de resultados de las rocas utilizadas para pavimentos, similares y columnas, son:

	Peso Específ	Absorción agua	Resist. Compre.	Resist. Flexión	Resist. Heladas	Res.Ag Químicos
Granito	2,5	<1,4	>1300	>80	buena	buena
Mármol	2,5	<1,6	> 500	>70	baja	atacable
Areniscas	2,4	<4,5	> 250	>50	baja	baja
Cuarcita	2,6	<1,3	>1300	>90	buena	buena
Caliza	2,0	<2,0	> 400	>70	baja	atacable
Pizarra	2,5	<1,8	> 800	>300	buena	buena

Los valores mínimos y acotación de resultados de las rocas utilizadas para revestimientos, son:

	Densidad	Absorción agua	Resistencia Compresión	Resistencia Flexión
Granito	2,5	< 1,4	> 800	> 80
Mármol	2,5	< 0,75	> 500	> 70
Caliza	2,0	< 3,0	> 400	> 70

Valores mínimos de pizarras para cubiertas, según UNE 22-201-85.

P. especif. Aparente	Absorción Agua	Módulo de rotura a flexión	Resistencia heladas
> 2,6	< 3%	> 290	< 3%

Al margen de normativas oficiales, es aconsejable realizar estudios de fracturación en el yacimiento (determinación de tamaño de bloque), oxidaciones e índices de deterioro.

NORMATIVAS UNE

Las normas UNE son muy detalladas para granitos, mármoles y pizarras. No obstante, los ensayos que se citan pueden hacerse extensibles al resto de las rocas contempladas:

7-067-54 Determinación del peso específico de los materiales pétreos.
7-068-53 Ensayo de compresión de adoquines de piedra.
7-069-53 Ensayo de desgaste por rozamiento, en adoquines de piedra.
7-070-53 Ensayo de heladicidad en adoquines de piedra.

22-170-85 **Granitos ornamentales.** Características generales
22-171-85 Idem. Tamaño de grano.
22-172-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
22-173-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento.
22-174-85 Idem. Resistencia a las heladas
22-175-85 Idem. Resistencia a la compresión
22-176-85 Idem. Resistencia a la flexión
22-177-85 Idem. Módulo elástico
22-178-85 Idem. Microdureza Knoop
22-179-85 Idem. Resistencia al choque

22-180-85 **Marmóles y Calizas Ornamentales.** Características generales.
22-181-85 Idem. Clasificación
22-182-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
22-183-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento.
22-184-85 Idem. Resistencia a las heladas
22-185-85 Idem. Resistencia a la compresión
22-186-85 Idem. Resistencia a la flexión
22-187-85 Idem. Módulo elástico

22-188-85 Idem. Microdureza Knoop
22-189-85 Idem. Resistencia al choque

22-190-85 **Pizarras Ornamentales (Placas y losas).** Generalidades
22-191-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
22-192-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
22-193-85 Idem. Resistencia a las heladas
22-194-85 Idem. Resistencia a la compresión
22-195-85 Idem. Resistencia al choque
22-197-85 Idem. Resistencia a los cambios térmicos
22-198-85 Idem. Resistencia a los ácidos
22-199-85 Idem. Calcimetría
22-200-85 Idem. Curvatura de superficie
22-201-85 Pizarras ornamentales. Pizarras para cubiertas
7-089-55 Ensayo de absorción de agua en pizarras para cubiertas
7-090-73 1R Ensayo de resistencia a flexión de pizarras para cubiertas
7-091-55 Ensayo de inmersión en ácido sulfúrico de pizarras para cubiertas
7-310-73 Determinación de la densidad aparente de pizarras para cubiertas
7-311-73 Ensayo de porosidad de las pizarras para cubiertas

7.2.- ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO

7.2.1.- Aridos para hormigones

a) **Aridos finos.** Se define como árido fino a emplear en hormigones el material granular compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz 4 (ASTM) un mínimo del 90%, en peso.

Granulometría. La curva granulométrica estará comprendida dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz ASTM	Cernido ponderal acumulado (%)	
	Obras de fábrica	Pavimentos rígidos
1/4"	100	-
4	9-100	100
8	80-100	65-85
16	50-85	40-60
30	25-60	15-40
50	10-30 (*)	6-23
100	2-10 (*)	1-8
200	0-5	0-2

* Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0 si el hormigón tiene una dosificación de cemento superior a 300 kg/m^3 si se emplea un aireante.

La fracción comprendida entre cada dos tamices consecutivos de la serie indicada no podrá rebasar el 45%, en peso, del total del árido fino. El módulo granulométrico deberá estar comprendido entre 2,3 y 3,1.

Terrones de arcilla. Su cantidad será inferior al 1% en peso.

Material retenido. Por el tamiz SO ASTM y que flota en un líquido de peso específico 2, debe ser inferior a 0,5% en peso.

Compuestos de azufre. Expresado en SO_3 y referidos al árido seco, inferiores al 1% en peso.

El árido estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Materia orgánica. No se utilizarán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al 0,05%.

Estabilidad al sulfato sódico o magnésico. Las pérdidas serán inferiores respectivamente al 10% y 15% en peso.

b) **Aridos gruesos.** Se define como árido grueso a emplear en hormigones la fracción de lo que queda retenido en el tamiz 4 STM con un mínimo del 70% en peso.

Granulometría. El tamaño máximo del árido no será inferior a 13 mm (tamiz 1/2" ASTM).

El árido grueso cumplirá las siguientes limitaciones granulométricas.

Tamaño Máximo	Cernidos ponderales acumulados máximos (%)			
	Tamiz 4	Tamiz 8	Tamiz 16	Tamiz 200
>2"	5	-	-	1
11/2"	10	5	-	1
1"	10	5	-	1
3/4"	15	5	-	1
1/2"	30	10	5	1

La mitad del tamaño máximo corresponderá a un cernido ponderal acumulado superior al 95%.

Terrones de arcilla. Su cantidad será inferior al 0,25% en peso.

Partículas blandas. Su contenido será inferior al 5% en peso.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Estabilidad al sulfato sódico o magnésico. Las pérdidas serán inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.

Desgaste Los Angeles. El coeficiente de calidad medio por este ensayo será inferior a 40 para el árido grueso.

7.2.2.- Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración.

a) Ligantes bituminosos viscosos

* ARIDOS GRUESOS

Además de una composición granulométrica, que se especifica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del M.O.P.U., se tienen las siguientes prescripciones, que también se considerarán en puntos sucesivos:

Desgaste Los Angeles. El coeficiente de calidad será inferior a 40.

Estabilidad al SO_2Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas menores respectivamente, al 16% y 24% en peso.

Adhesividad. Porcentaje ponderal de árido totalmente envuelto superior al 75% siempre que en el 25% restante no haya más del 15% del total que presente caras totalmente descubiertas.

* ARIDOS FINOS

Además de la composición granulométrica, su aptitud en esta utilización viene determinada por las siguientes especificaciones:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas menores al 12% y 18% en peso respectivamente.

b) **Ligantes bituminosos fluidos**

* ARIDOS GRUESOS

La calidad del árido viene definida por las siguientes especificaciones, además de su granulometría.

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas menores al 16% y 24% en peso, respectivamente.

Adhesividad. Condiciones análogas al apartado a).

* ARIDOS FINOS.

Además de la granulometría, debe cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas menores, respectivamente, al 12% y 10% en peso.

Adhesividad. Medida por el ensayo Riedel-Weber, coeficiente superior a 4.

c) **Mezclas bituminosas en frio**

* ARIDOS GRUESOS. (fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM o más del 85% en peso).

Los parámetros que disponen la calidad del árido en este uso deben cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 35 para capas de regularización, de base o intermedias y a 30 para capas de rodadura.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.

Adhesividad. Análogas condiciones que en el apartado a).

* ARIDOS FINOS. (fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM con un máximo del 15% en peso). Los parámetros que definen la calidad deben cumplir:

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.

Adhesividad. Coeficiente superior a 4 (ensayo Riedel-Weber).

d) **Mezclas bituminosas en caliente**

* ARIDOS GRUESOS. (Fracción retenida en el tamiz 8 ASTM).

Desgaste Los Angeles. Coeficiente menor de 30 para capas de regulación, o de base, e inferior a 25 para capas intermedias o de rodadura.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso, respectivamente.

Coeficiente de pulido acelerado. Mayor de 0,45 para capas de autopista o carreteras de tráfico pesado y mayor de 0,40 para el resto de vías.

Adhesividad. Porcentaje del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, superior al 95%.

* ARIDOS FINOS. (Fracción que pasa por el tamiz 8 ASTM y retenida por el 200 ASTM).

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas inferiores al 12% y 18% en pes,o respectivamente.

Adhesividad.Coeficiente superior a 4, medido en el ensayo Riedel-Weber.

7.2.3.- Aridos para bases de carreteras

a) **Bases de macadam**

* ARIDOS GRUESOS. Además de la composición granulométrica debe cumplir:

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 35.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas menores del 16% y 24% en peso respectivamente.

b) **Bases grava-cemento**

Aparte de las características granulométricas debe cumplir:

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 40.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg. Pérdidas inferiores al 16% y 25% en peso respectivamente.

Terrones de arcilla. Menor del 2% en peso.
Materia orgánica. Menor del 0,05% (expresada en ácido tánico).

Plasticidad. La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM debe cumplir: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.

Equivalente en arena: superior a 30.

% de absorción de agua	>3	3-2	2-1	<1
% de pérdida por acción del sulfato magnésico	>24	24-15	15-6	<6
Coeficiente de desgaste Los Angeles	>40	40-30	30-20	<20
Coeficiente de pulimento	<0,35	0,35-0,45	0,45-0,55	>0,55

FUENTE: Salinas, J.L.

7.2.4.- Subbases granulares

Además de las características granulométricas, debe cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 50.

CBR. Mayor de 20.

Plasticidad. La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM, debe poseer: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.

7.2.5.- Balasto de ferrocarriles

Las especificaciones relativas a la calidad del árido vienen dadas por:

Coeficiente de Desgastes de Los Angeles. En cualquiera de las granulometrías ensayadas, inferior a 30, si bien en casos excepcionales puede admitirse hasta 35.

Estabilidad al sulfato magnésico. Pérdidas inferiores al 10% en peso.

Normativa UNE

7-050-53 Cedazos y tamices de ensayos

7-073-54 Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción.

7-082-54 Determinación aproximada de la materia orgánica en arena para hormigones o morteros.

7-083-54 Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.

7-084-54 Determinación de la humedad superficial de gravas y arenas.

7-088-55 Determinación de la compacidad en los áridos para morteros y hormigones.

7-133-58 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.

7-134-58 Determinación de particulas blandas en áridos gruesos para hormigones.

7-135-58 Determinación de finos en áridos utilizados para la fabricación de hormigones.

7-136-58 Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico.

7-137-58 Ensayo químico para determinar la reactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones, con los álcalis de cemento.

7-139-58 Análisis granulométrico de áridos.

7-140-58 Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos.

7-151-59 Ensayo de recubrimiento de áridos con emulsiones asfálticas.

7-238-71 Determinación de coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones.

7-244-71 Determinación de partícula de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones.

7-245-71 Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos.

7-324-76 Determinación del equivalente de arena.

7-438-78 Determinación en los áridos, del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7-050.

41-110-58 Toma de muestras de los áridos empleados en la fabricación de hormigones.

41-111-58 Aridos finos para hormigones.

41-112-58 Aridos gruesos para hormigones.

7.3.- CEMENTOS, CALES Y YESOS

7.3.1.- Cementos

Las materias primas utilizadas normalmente en la fabricación del cemento, son:

- Calizas o componentes fundamentales
- Correctores o componentes secundarios
- Añadidos

La mezcla, tras un proceso de molienda y homogeneización, de calizas y correctores se denomina crudo. El crudo, calcinado a elevadas temperaturas (1400-1450º C), y enfriado con relativa rapidez, da lugar al clinker. Por fin, la mezcla íntima, con una determinada finura, de clinker y yeso en una proporción aproximada de 95,5, se denomina cemento.

En el apartado calizas ya se han comentado las características que estos materiales deben tener para que sean aptos para la fabricación de cementos.

Entre los materiales correctores los más importantes son:

Material	Aporta
Arenas	SiO_2
Cenizas de pirita ..	Fe_2O_3
Mineral de hierro ..	Fe_2O_3
Caolines	$Al_2O_3+SiO_2$
Bauxitas	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
Arc.,piz.,esq.	$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$

El material arcilloso es la segunda materia prima en importancia que entra a formar parte de un crudo (10-25%). Sus limitaciones analíticas suelen fluctuar entre los valores siguientes:

Sustancia	Porcentaje
SiO_2	50-65
Al_2O_3	9-22
Fe_2O_3	4-8
CaO	0,5-10
MgO	0,5-10
Alcalis	2,0-4,5
SO_3	0,5-4
S	<1
Cl	<0,3

Los añadidos son aquellos materiales naturales o industriales que, en determinadas proporciones y molidos conjuntamente con el clinker, no perjudican el normal comportamiento del cemento resultante, pudiendo aportar alguna calidad posterior adicional o mejorar algunas de las características que ya posee.

Existen dos tipos de adiciones:

- Adiciones hidráulicamente activas (adicionales activas): poseen propiedades hidráulicas latentes, como las escorias siderúrgicas, o son capaces de fijar la cal de los cementos (puzolanas).

- Adiciones inertes, que sin perturbar el fraguado, el endurecimiento o la estabilidad del cemento, introducen alguna mejora que favorezca a éste (adherencia, plasticidad, blancura, rendimiento de pastas, etc.).

Entre las adiciones activas, las más utilizadas son:

a.- Escorias siderúrgicas. La adición de estas escorias en los cementos especiales fluctúa entre el 20 y el 8% en peso.

b.- Puzolanas. Bajo este nombre se designan los siguientes materiales:

- Rocas volcánicas (riolitas, andesitas, etc...)
- Rocas sedimentarias (diatomeas)
- Cenizas volantes
- Arcillas activadas

Se incluyen a continuación las expresiones frecuentemente empleadas para caracterizar crudos y una tabla de valores límite normalmente aceptados para componentes minoritarios:

A.- Módulo de silicatos:

$$MS = \frac{\% SiO_2}{\% Al_2O_3 + \% Fe_2O_3}$$

Los valores límites del módulo de silicatos se sitúan entre 2,4 y 2,7.

B.- Módulo de fundentes:

$$MF = \frac{\% Al_2O_3}{\% Fe_2O_3}$$

Los valores de utilización de esta relación se sitúan entre 1,5 y 3,0.

C.- Módulo hidráulico:

$$MH = \frac{\% CaO}{\% SiO_2 + \% Al_2O_3 + \% Fe_2O_3}$$

Los valores de esta relación deben estar comprendidos entre 1,7 y 2,2.

D.- Grado de saturación o standard de cal:

Es la cantidad de CaO que se puede combinar con la SiO_2, Al_2O_3 y Fe_2O_3 del crudo en condiciones normales de cocción y enfriamiento. El grado de saturación máximo teórico es 100%. En la práctica industrial es muy difícil obtener clin-

kers sin cal libre, es decir, con el standard de cal en crudo del 100%, por lo que se fija generalmente entre el 94 y 98%.

	Valor máx. en crudo	Valor máx. en clinker
MnO	0,022	0,036
Cr203	0,012	0,002
Cl	0,012-01	0,05
S=	0,3	
$\frac{SO3}{K20+0,5Na20}$	0,8-1,0	
K20+Na20 expr. como Na20	1,0	2,0
MgO	<2,0-2,2	

7.3.2.- Cales

Según la norma UNE 41-066, cales son todos los productos de variada composición química y aspecto físico procedentes de la calcinación de rocas calcáreas (calizas, dolomías, margas, ...) y que se clasifican en dos grupos fundamentales:

* **Cal aérea:** material aglomerante constituído fundamentalmente de óxido o hidróxido de calcio y que amasada con agua tiene la propiedad de endurecerse únicamente en el aire, por acción del CO_2. Esta puede ser:

  - Dolomítica o gris, si contiene más del 5% de MgO.
  - Grasa, si el contenido en MgO es <5%
  - Viva, compuesta prácticamente por CaO y capaz de apagarse con agua.
  - Apagada, compuesta por hidróxido cálcico.

* **Cal hidráulica:** es el material aglomerante, pulverulento e hidratado que se obtiene calcinando calizas que contienen sílice y alúmina, a una temperatura casi de fusión, para que se forme CaO libre necesario para permitir su hidratación y al mismo tiempo deje cierta cantidad de silicatos de calcio deshidratados que dan al polvo sus propiedades hidráulicas. Se diferencian de las aéreas, además, en que son capaces de endurecer en agua. Pueden ser de alto o bajo contenido en magnesia, si la cantidad de MgO, doble muestra calcinada, excede o no del 5%.

7.3.3.- Yesos

El yeso es una roca sedimentaria, de estructura cristalina, cuyo constituyente esencial es el sulfato cálcico deshidratado. Para un conocimiento más exhaustivo sobre ensayos, especificaciones y normativas sobre cementos, cales y yesos, se remite al lector, a fin de evitar innecesarias repeticiones, a los apartados de Calizas (4.17), Dolomitas (4.26), Arcillas (4.5) y Yeso (4.61).

7.4.- CERAMICA ESTRUCTURAL

El término de cerámica estructural agrupa principalmente los siguientes materiales utilizados en el sector de la construcción:

- Ladrillos: macizos, huecos ordinarios o de calidad.
- Tejas.
- Bovedillas.

El material natural utilizado es la arcilla común, fundamentalmente illítica -esmectítica-, caolinítica, con cantidades variables de cuarzo, carbonato cálcico, feldespatos, óxidos de hierro y otras impurezas.

La marcha analítica a adoptar es la siguiente:

- Análisis químico, con expresión de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO y MgO.
- Análisis mineralógico por difracción de Rayos X.
- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg
- Temperatura y margen de cocción con expresión de la contracción lineal a distintas temperaturas.
- Resistencias a compresión de productos acabados.

Las principales especificaciones industriales son las siguientes:

Ladrillo macizo

El índice plástico ha de estar comprendido entre 25 y 35.

$Fe_2O_3 < 5\%$
$SO_4^= \; CO_3^= < 5\%$
Sílice libre < 10%

Ladrillo hueco, Tejas y Bovedillas

La cantidad de Fe_2O_3 ha de estar comprendida entre el 5 y el 10%. El resto de las especificaciones son iguales que para el ladrillo macizo.

Normativa

La normativa española hace referencia únicamente a productos de fábrica.

7-058-52 Método de ensayo de la resistencia del gres al ataque por agentes químicos.

7-062-53 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.

7-063-53 Ensayo de eflorescencia en los ladrillos

7-191-62 Ensayo de permeabilidad de las tejas de arcilla cocida.

7-192-62 Determinación de la resistencia a la intemperie de las tejas de arcilla cocida.

7-193-62 Determinación de la resistencia a la flexión de las tejas de arcilla cocida.

7-193-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexión de tejas.

7-268-73 Determinación de la succión de los ladrillos.

7-312-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexotracción del material constituyente de grandes piezas cerámicas.

7-318-77 Determinación de la dilatación potencial de materiales cerámicos por tratamiento con agua caliente.

7-319-77 Medida de la resistencia a la flexión de piezas en vano de bovedillas cerámicas.

67-019-84 Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos.

67-024-78 Tejas cerámicas.

67-026-84 Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la resistencia a la compresión.

67-027-84 Idem. Determinación de la absorción de agua.

67-028-84 Idem. Ensayo de heladicidad.

7.5.- REFRACTARIOS

El término refractario se usa para definir los materiales generalmente no metálicos usados para soportar altas temperaturas. También refractariedad se puede definir como la capacidad de mantener un grado de identidad físico-química deseado a altas temperaturas en el entorno y condiciones de uso requeridos.

La capacidad de alcanzar y soportar altas temperaturas es básica para clasificar un material como refractario, aunque, además, estos materiales deben resistir no sólo altas temperaturas, sino otras fuerzas destructivas como abrasión, impacto, choque término, ataque químico, alto nivel de carga, etc.

Las diversas aplicaciones industriales de los refractarios implican una gran variedad de combinaciones y grados

en las citadas fuerzas destructivas, con lo que son bastantes los materiales que se pueden considerar refractarios.

Los tipos primarios de ladrillos refractarios incluyen ladrillos de silicatos alumínicos (a base de "fireclay" y alúmina), ladrillos básicos (magnesia y cromo, solos o combinados en distintas proporciones), de sílice, aislantes, y refractarios especiales (carbono, carburo de silicio, óxido de circón, etc.). Los ladrillos se moldean en crudo y son tratados a altas temperaturas antes de usarlos aunque no en todos los casos, como los de dolomía, por ejemplo. Los ladrillos también se clasifican en función de sus dimensiones y sus formas. La forma típica es la de un prisma rectangular de dimensiones: 288,6 x 114,3 x 63,5 mm ó 228,6 x 114,3 x 76,2 mm.

Tipos y Clases de Refractarios

La norma UNE 61-001-75 clasifica los materiales refractarios por su composición química, atendiendo a su componente característico. Otras normas UNE, demasiado prolijas para ser aquí expuestas, desarrollan las características generales de cada grupo que se define a continuación.

1.- Refractarios de muy alto contenido en alúmina: Contienen más del 56% de Al_2O_3 y se subdividen en:

- Productos de corindón

- Productos fabricados a base de hidróxido de aluminio (Bauxita y otros).

- Productos del grupo de la sillimanita (fabricados a partir de sillimanita, andalucita o distena).

- Productos de mullita sintética.

- Productos de alúmina pura.

2.- Refractarios aluminosos: contienen más del 30% y hasta el 45% de Al_2O_3 y se subdividen en:

- Refractarios aluminosos entre el 43 y 45% de Al_2O_3.

- Refractarios aluminosos entre el 41 y 43% de Al_2O_3.

- Refractarios aluminosos entre el 39 y 41% de Al_2O_3.

- Refractarios aluminosos entre el 35 y 39% de Al_2O_3.

- Refractarios aluminosos entre el 30 y 35% de Al_2O_3.

Las materias primas de éstos son las arcillas y caolines refractarios.

3.- Refractarios silicoaluminosos: Contienen del 10 al 30 % de Al_2O_3, siendo el resto fundamentalmente SiO_2. Se fabrican a partir de arcillas ricas en sílice libre contenida naturalmente o añadida.

4.- Refractarios de semisílice: Contienen menos del 10% de Al_2O_3 y el resto es fundamentalmente sílice hasta un máximo del 93%. Se dividen en:

- Refractarios de semisílice propiamente dichos, que se fabrican a partir de arenas arcillosas o de mezclas de arcillas y cuarzos en las proporciones adecuadas.

- Productos siliciosos naturales: obtenidos por tallado de areniscas bajas en fundentes y con suficiente cohesión.

5.- Refractarios de sílice: Contienen más del 93% de SiO_2 y se fabrican a partir de materiales silíceos.

6.- Refractarios básicos: se dividen en:

- Refractarios de magnesia: Contienen más del 80% de MgO. La materia prima fundamental es la magnesia sinterizada preparada a partir de carbonatos magnésicos, brucita o hidróxidos de magnesio obtenidos de agua marina.

- Refractarios de magnesia-cromo: Obtenidos por mezclas de magnesia y cromita. Contienen del 5 al 18% de Cr_2O_3.

- Refractarios de cromo-magnesio: Contienen entre el 18 y 32% de Cr_2O_3.

- Refractarios de Forsterita: Su constituyente principal es el ortosilicato magnésico (SiO_2MgO) y pueden obtenerse a partir de olivino o por síntesis a partir de materiales siliciosos y magnesianos.

- Refractarios de dolomía: Productos obtenidos a partir de dolomía sinterizada, estabilizados y semiestabilizados.

- Refractarios de espinela.

- Refractarios de cromita: Contienen más del 32% de Cr_2O_3.

7.- Refractarios que contienen Carbono:

- Refractarios a base de coque o antracita. Están obtenidos a base de coque de petróleo, de coque metalúrgico, o de antracita, aglomerados con alquitrán de coquería.

- Refractarios a base de grafito: Se preparan con arcilla a la que se añade no más de un 30% de grafito.

8.- Refractarios a base de carburo de silício. Contienen más del 50% de CSi.

9.- Refractarios que contienen circonio:

- Refractarios a base de óxido de circonio (ZrO): Utilizan el material circona como materia prima.

- Refractarios a base de silicato de circonio ($ZrOSiO_2$). utilizan el mineral circón como materia prima.

10.- Refractarios especiales:

- Refractarios a base de carburos: Obtenidos de Carburo de circonio (ZrC), Boro (BC), Titanio (TiC), etc.

- Refractarios a base de Nitruros: ZrN, BN, AlN, etc.

- Productos a base de Bromuros: CrB.

- Productos a base de Siliciuros: $MoSi_2$, WSi_2, etc.

- Productos a base de óxidos altamente refractarios: Obtenidos a partir de Al_2O_3, TiO_2, BeO, ThO y, prácticamente puros, el CaO, MgO y Cr_2O_3.

- Cermets: Compuestos metalocerámicos.

En los productos donde el compuesto principal es la Alúmina (Al_2O_3), aunque era habitual clasificarlos considerando el conjunto Al_2O_3 + TiO_2 (Alúmina comercial), en la actualidad el TiO_2 se fija sólo en las especificaciones de calidad.

Normas UNE para Materiales Refractarios

61-001-75 Definición y clasificación por su composición química.

61-002-75 Clasificación por su conformación.

61-003-75 Toma de muestra de materiales con forma.

61-004-75 Toma de muestra de materiales sin forma.

61-005-75 Comprobación de formas y dimensiones. Tolerancias. Criterios de aceptación y rechazo.

61-006-75 Defectos internos. Criterios de aceptación y rechazo.

61-007-75 Productos refractarios aislantes con forma. Clasificación y división.

61-008-75 Ensayos de Materiales refractarios.

61-009-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina. Refracción de corindón.

61-010-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido el alúmina fabricados a base de un hidróxido de aluminio.

61-010-75 Características generales de halos refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos del grupo de la sillimanita.

61-012-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos de mullita sintética.

61-013-75 Características generales de los refractarios de alto contenido en alúmina.

61-014-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 43 a 45% de alúmina.

61-015-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 43% de alúmina.

61-016-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 35% de alúmina.

61-017-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.

61-018-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.

61-019-75 Características generales de los refractarios silicoaluminosos.

61-020-75 Características generales de ls refractarios de semisílice.

61-021-75 Características generales de los refractarios de sílice.

61-022-75 Características generales de los refractarios de magnesia cocidos.

61-023-75 Características generales de los refractarios de magensia-cromo cocidos.

61-024-75 Características generales de los refractarios de magnesia-cromo aglomerados químicamente.

61-025-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia cocidos.

61-026-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia aglomerados químicamente.

61-027-75 Características generales de los refractarios de forsterita.

61-028-75 Características generales de los refractarios de dolomía.

61-029-75 Características generales de los refractarios de cromita.

61-030-75 Características generales de los refractarios de carbono.

61-031-75 Características generales de los refractarios de silicio.

61-032-75 Densidad real.

61-033-75 Densidad aparente, absorción de agua y porosidad abierta.

61-034-75 Densidad total.

61-035-75 Porosidad total.

61-036-75 Permeabilidad al aire.

61-037-75 Resistencia a la compresión en frío.

61-038-77 Refractariedad bajo carga constante y temperatura creciente. Método convencional.

61-039-77 Resistencia a la flexión en frío.

61-040-77 Variación permanente de dimensiones.

61-041-77 Resistencia a los cambios bruscos de temperatura (choque térmico).

61-042-77 Refractariedad (ensayo de resistencia piroscópica).

61-043-79 Superficie específica con el permeabilímetro Blaine.

61-044-77 Ataque por monóxido de carbono.

61-045-77 Aislantes conformados. Densidad aparente.

61-046-77 Resistencia a la flexión en caliente.

7.6.- LOZAS Y PORCELANAS

Bajo este epígrafe se agrupan productos tan diversos como porcelanas de mesa, porcelana sanitaria, azulejos, loza de mesa, porcelana electrocerámica, baldosas de gres, gres

sanitario, etc., es decir, productos que se podrían denominar en conjunto "cerámica fina".

Estos productos se obtienen por cocción de una pasta compuesta generalmente por materias plásticas fundentes y desengrasantes; en general, para la formación de la pasta se necesitan entre 5 y 10 materias primas ocomponentes, cuya mezcla, en las cantidades precisas, permite obtener las características deseables (en general, blancura, resistencia mecánica, floculación, dilatación, etc.). Las arcillas nobles no son más que una parte de la pasta que va a dar lugar a la cerámica fina.

La composición media de las pastas, con sus correspondientes temperaturas de cocción, para cerámicas finas viene reseñada en la tabla siguiente:

	% Materiales Plásticos		% Materiales Desengrasantes		% Materiales Fundentes		Temperatura de cocción (ºC)
Producto	Arcilla Noble	Caolín	Sílice	Chamota	Feldespato	Caliza Dolomía	
LOZAS							
Feldespática	25-30	25-30	25-35	-	10-20	-	1250-1300
Calcáreas	25-30	25-30	20-40	-	-	<30	1000-1100
VETRIF.							
Vajilla	10	30-35	20-40	-	15-40	-	1210-1300
Sanitarios	25	25	20-25	-	25-30	-	-
Gres sanit.	35-45	5-15	-	40-50	<10	-	1200-1300
Porcelana dura.	5-10	45-50	10-30	-	15-40	<5	1350-1400

Fuente: Guide de Prospection des matériaux de carrière (B.R.G.M. 1983)

La materia prima fundamental, la arcilla, ha de cumplir las siguientes especificaciones:

- Caolinita ..... entre el 50 y el 80%
- Blancura ..... >80%
- Fe_2O_3 ..... <2%
- TiO_2 ..... <2%
- Cuarzo ..... hasta el 25%
- Feldespato+illita+calcita . hasta el 25%
- Esmectita ..... (<5%)
- Granulometría ..... <100 micras todos los elementos.
- Ausencia total de yeso y de sales solubles.

Los análisis a realizar para todas las muestras que se tomen son:

- Granulometría: determinación de elementos superiores a 40 micras.
- Calcimetría
- Análisis mineralógico por difracción de rayos-X.
- Análisis químico con determinación de SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, CaO, Fe_2O_3, TiO_2.

En algunas muestras:

- Ensayo de cocción a 1000, 1100, 1200 y 1300ºC sobre pasta normal y definición de la pérdida al fuego, color, absorción de agua, contracción lineal, resistencia mecánica y resistencia piroscópica.

Para algunas porcelanas especiales, como las electrotécnicas, el contenido en Al_2O_3 ha de ser del 33%, con una pérdida al fuego entre el 11 y el 13% y un contenido máximo de Fe_2O_3 del 0,5%.

La granulometría ha de ser tal que el 65% sea menor de 10 μ, mientras que el 35% restante sea menor de 40 μ.

Módulo de rotura en verde ..... 15 kg/cm^2
Contracción de secado ..... 6-9 %
Contracción de seco a cocido .. 17-21 %

Las especificaciones medias del análisis químico de la arcilla son las siguientes:

	Porcelana sanitaria	Porcelana de mesa
Si02	46-48%	50%
Al203	37-38%	34%
Fe203	0,7-0,78%	0,5%
Ti02	0,06-0,07%	0,1%
Mg0	0,15-0,24%	
Ca0	0,08-0,1%	3%
K20+Na20	1,5-2%	3%
Sílice libre	<5%	<5%

Fuente: I.T.G.E. (1981), Actualización del Inventario de Rocas

Para cualquier tipo de porcelanas, la relación caolín/arcillas diversas >5 y aproximadamente 1 para las lozas.

7.7.- VIDRIO

Dentro de la industria del vidrio se incluyen sectores muy variados: vidrio plano, envases de vidrio, vidrio óptico, vidrios especiales, etc., cada uno de los cuales presenta sus propios requisitos en cuanto a materias primas y especificaciones:

- Materias primas

Los principales materiales utilizados son:

Arena silícea	SiO_2
Carbonato sódico	Na_2O
Caliza y dolomía	CaO, $CaO+MgO$
Feldespato, aplita, sienita	$Al_2O_3+Na_2O+K_2O$
Boratos	B_2O_3
Sulfato sódico	SO_3+Na_2O
Yeso	SO_3+CaO
Barita.....	SO_3+BaO
Fluorita	F_2Ca
Arsénico	As_2O
Cromita férrica	Cr_2O_3
Piritas de hierro	Fe_2O_3+S
Nitrato sódico	Na_2O
Selenio	Se
Carbono	C

De todos ellos, los vidrios de sílice-sosa-cal, constituyen el volumen más importante de la producción, donde el SiO_2 es el agente formador de vidrio, Na_2O actúa como fundente y el CaO actúa como material estabilizante.

La alúmina aporta resistencia y durabilidad, inhibe la desvitrificación y aumenta la viscosidad durante el proceso de fabricación. El B_2O_3 proporciona resistencia a choques térmicos y a ataques químicos. Los sulfatos promueven la fusión y actúan fijando los procesos. El resto de los óxidos o elementos actúan como modificadores.

Especificaciones

Los principales requisitos hacen referencia a la composición química y granulométrica.

* Composición

Dentro de todos los componentes químicos, el contenido en óxidos de hierro es el que presenta mayores restricciones, especialmente en vidrios transparentes.

La presencia de impurezas refractarias se traduce en la formación de "piedras" o inclusiones sólidas indeseables, al no obtenerse la fusión de estos minerales.

* Granulometría

La distribución granulométrica es otro factor crítico que afecta a la fusibilidad de los materiales, especialmente en la arena silícea, feldespato, sienita nefelínica, etc., debiendo eliminarse las partículas gruesas (límite máximo: 30 mesh); las partículas demasiado finas deben ser asimismo eliminadas (límite mínimo: 100 mesh).

El conjunto de materiales a emplear en la fabricación de un vidrio debe presentar uniformidad granulométrica con el objeto de obtener mezclas homogéneas.

Normativa

BS-2974 Especificaciones de la arena silícea para vidrio incoloro.

BS-3108 Especificaciones de la limonita para vidrio incoloro.

BS-3674 Especificaciones del carbonato de sodio.

UNE-43-501-84 Fibra de vidrio, vidrio textil. Terminología.

UNE-43-603 Vidrio, nomenclatura y terminología. Cristal, vidrio sonoro.

UNE-43-751 Ensayos de vidrio, materias primas. Análisis granulométrico.

Estos pigmentos minerales naturales o sintéticos tienen propiedades físico-químicas importantes y por ellas se distinguen de minerales similares con aplicaciones en metalurgia, cementos, construcción, agricultura, etc.

Propiedades químicas

Los hierros pigmentarios han de ser químicamente inertes, conteniendo sólo trazas de minerales pesados y tóxicos, fundamentalmente: plomo, antimonio, arsénico, cadmio, mercurio y selenio. Tienen que resistir, igualmente, la exposición a energía radiante con cambios físico-químicos mínimos.

Propiedades físicas

Son importantes de determinar en pigmentos de hierro:

. Absorción de aceite
. Superficie de reacción
. Tamaño de las partículas
. Forma de los cristales

. Propiedades ópticas
. Propiedades magnéticas

No obstante, las propiedades físico-químicas de los pigmentos naturales son muy variadas y,por tanto, sus aplicaciones van a depender de ellas. Como ejemplo de composición de pigmentos naturales, se puede observar la tabla que se expone a continuación:

- Mineral	Hematites
- País o fuente	Spanish oxide
- % Fe_2O_3	85,0
- % SiO_2	6,5
- % Al_2O_3	1,0
- % MgO	1,0
- % CaO	3,0
- % MnO_2	-
- % ppc a 1000ºC	3,0
- % Sales solubles	1-2
- Color	Rojo brillante
- % Absorción aceite	17
- Tamaño medio de partículas (μ)	1,5
- Superficie de reacción g/m^2 .	5,8
- Peso específico	4,67

FUENTE: Industrial Minerals and Rocks (1983).

Normativa UNE

48-045-56 Peso específico de los pigmentos

48-046-56 Pigmentos. Determinación de la humedad hidroscópica y de los volátiles.

48-047-56 Absorción del aceite por los pigmentos

48-067-41 Determinación del pH en los pigmentos

48-101-64 1R Clasificación de los pigmentos empleados en la fabricación de pinturas y barnices.

48-103 Colores normalizados

48-104-62 Partículas gruesas en los pigmentos y pinturas

48-105-81 Materia soluble en agua de los pigmentos (métodos de extracción en caliente)

48-106-81 Idem. (método de extracción en frío)

48-108-82 Determinación de la acidez o alcalinidad del extracto acuoso en los pigmentos.

48-109-82 Resistividad del extracto acuoso de los pigmentos

48-174-61 Finura de molienda de los pigmentos, en las pinturas y esmaltes.

48-193-63 Pigmentos. Oxido de hierro amarillo

7.8.- INDUSTRIA QUIMICA

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales encuentran importantes aplicaciones en la industria químia y sus derivados. Según Jones (1973), los minerales más comunes, los productos químicos derivados de ellos y los usos finales, se pueden glosar en la siguiente tabla:

7.9.- ABRASIVOS

Se consideran como abrasivos aquellos minerales o rocas que pueden ser utilizados para para pulir, desbastar, moler, raspar, limpiar mecánicamente, etc., otros minerales sólidos.

Las propiedades físicas de interés en estas sustancias son: dureza, fragilidad, granulometría y forma de los granos, tipo de fractura, pureza, etc. La variabilidad en estos parámetros condicionará los posibles campos de aplicación de los distintos abrasivos.

Principales abrasivos naturales

* Dureza superior (H>7)	* Dureza media (H=5,5-7)	* Dureza inf. (H<5,5)
- Diamante	- Calcedonia	- Apatito
- Corindón	- Sílex	- Calcita
- Esmeril	- Cuarzo	- Arcilla
- Granate	- Cuarcita	- Diatomita
- Estaurolita	- Arenisca	- Dolomita
	- Arena silícea	- Oxidos de hierro
	- Basalto	- Caliza
	- Feldespato	- Talco
	- Granito	- Trípoli
	- Perlita	

La progresiva introducción de abrasivos artificiales (Carburo de silicio, alúmina, carburo de boro, nitruro de boro, carburo de tungsteno, diamante artificial, ...) ha desplazado del mercado a los abrasivos naturales de alto grado con excepción hecha del granate y el diamante.

La industria consume materiales abrasivos en tres formas:

* Granos sueltos

Se emplea una amplia gama de minerales: arena silícea, corindón, granate, sílex, etc. Para chorros de arena se requiere, en general, una dureza >7, siendo importantes la resistencia al impacto, peso específico, uniformidad granulométrica, etc.

Los materiales abrasivos granulares son fundamentalmente utilizados para manufactura de otros productos abrasivos: papeles, telas, aglomerados, etc.

* Aglomerados

Se utilizan habitualmente granos con una rígida granulometría, de corindón, esmeril, y abrasivos artificiales de alto grado. Las características de los mismos vienen definidas en UNE-16-305-75. La aglomeración se obtiene habitualmente mediante vitrificación, aunque también puede realizarse mediante resinas, caucho, etc.

* Papeles y telas abrasivas

Se utilizan en este sector: granate, cuarzo, sílex, etc., para lijado de materiales de dureza media. Para metales se utilizan abrasivos artificiales: alúmina, carburo de silicio, etc.

* Abrasivo en polvo, para jabones y productos de limpieza

Se utilizan habitualmente materiales de dureza inferior (H = 3-5): feldespato, pumita, trípoli, diatomita, caolín, etc. El tamaño de grano es extremadamente fino: 100-325 mesh o superior.

Normativa UNE

La normativa es escasa en lo referente a materias primas, refiriéndose habitualmente a herramientas abrasivas industriales.

16-162-82	Definición y designación de los abrasivos aplicados.
16-300-75	Definición, designación, gama de medidas y perfiles de los productos abrasivos aglomecrados (150 R/525).
16-326 a 328	Rollos de tela y papel abrasivo (150-3366 a 3368).
16-330-81	Hojas de abrasivo aplicado (150/015-2235).
16-331-82	Discos abrasivos (150/015-3017).
16-332-80	Piedras al aceite. Dimensiones.

Otras normativas

BS 871-1981	Papeles abrasivos y telas.

ANSI-B 74.2-1982 Graduación de gránulos abrasivos.

74.4-1977 Test para la densidad real de los granos abrasivos.

74.5-1974 Test para capilaridad de los granos abrasivos.

17.6-1077 Procedimientos para el muestreo de granos abrasivos.

74.8-1977 Fragilidad de los granos abrasivos.

74.18-1977 Especificación para las graduaciones de ciertos abrasivos.

74.19-1980 Gabros abrasivos. Test para determinar el contenido magnético del abrasivo.

7.10.- CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES

Las cargas minerales son materiales inertes que son incorporados a otras sustancias con el fin de modificar algunas propiedades:

- Coste de elaboración
- Características físicas
- Flujo y/o geología
- Resistencia al fuego
- Densidad
- Conductividad térmica
- Color, brillo, opacidad
- Dureza, fragilidad, resistencia a impactos

- Deformabilidad, viscosidad, punto de reblandecimiento.
- Conductividad eléctrica
- Textura superficial
- Expansión térmica
- Resistencia a la abrasión
- Etc.

Estos efectos son consecuencia de las propiedades específicas de la sustancia utilizada como carga: inercia química, granulometría, forma de partículas, color, índice de refracción, etc. Los ensayos para evaluar estas propiedades son muy variados, dependiendo de cada mineral, de la propiedad que se quiera estudiar y de las especificaciones concretas del sector. Los más habituales son:

- Análisis químico y mineralógico.
- Granulometría; tamaño, forma y distribución de los granos.
- Blancura.
- Humedad
- Densidad
- pH
- Absorción de aceite (Normas Ford y Westinghouse)

Filtros

Para que una sustancia pueda ser utilizada como filtro industrial, debe reunir las siguientes características:

- Forma una costra o torta muy porosa
- Area superficial baja
- Correcta distribución granulométrica acorde al tipo de filtrado a realizar.

. Baja retención
. Rsistencia a colapso bajo presión
. Posibilidad de poder ser suministrada en varios grados.

Los materiales más frecuentemente utilizados son:

. Arenas silíceas
. Diatomita
. Perlita expandida
. Asbesos
. Turba
. Zeolitas
. Tierras de Fuller (arcillas paligorskíticas y/o esmectíticas).
. Bauxitas activadas

Absorbentes

Los principales minerales utilizados son:

. Sepiolita
. Paligorskita
. Bentonitas
. Bauxitas activadas
. Tierras de Fuller

Los ensayos generales a realizar son:

. Absorción de agua y aceite (Normas Ford y Westinghouse).
. Poder decolorante
. Degradación granulométrica
. Humedad

Principales propiedades de algunas cargas minerales

	Peso especif.	Dureza	Indice Refracción	pH	Absorción aceite cc/100 gr
Asbestos	2,5-2,6	2,5-4,0	1,51-1,55	8,5-10,3	40-90
Barita	4,3-4,6	2,5-3,5	1,64	7	6-10
Bentonita	2,3-2,8	1,5	1,55-1,56	6,2-9,0	20-30
Diatomita	2,0-2,35	4,5-6,0	1,42-1,49	6-8,5	100-300
Calcita	2,7	3	1,66	7,8-8,5	6-30
Caolín	2,6	2,0-2,5	1,56-1,58	4,5-7	25-50
Mica	2,7-3,0	2,0-3,0	1,59	7,4-9,4	25-50
Perlita	2,5-2,6	5,0	1,72	11,0-12,6	20
Pumita	2,2-2,6	5-6	1,49-1,50	7-9	30-40
Pirofilita	2,8-2,9	1-2	1,57-1,59	6-8	40-70
Pizarra	2,7-2,8	4-6	-	6-8	20-25
Sílice cristalina	2,6-2,65	6,5-7,0	1,53-1,54	6-7	20-50
Talco	2,6-3,0	1-1,5	1,57-1,59	8,1-9	20-50
Vermiculita	2,2-2,7	1,5	1,56	7	-
Yeso	2,3	1,5-2,0	1,52	6,5-7	17-25

Condensado de Ind. Minerals and Rocks, AIME, 1983.

7.11.- ARENAS DE MOLDEO

Las arenas utilizadas en fabricación de moldes de fundición pueden ser clasificadas como:

- Naturales: arenas arcillosas, donde la arcilla actúa como un aglomerante natural. Son poco usadas por los problemas inherentes al control de calidad.

- Sintéticas: arenas silíceas, de alto grado, a las que se incorpora bentonita como ligante arcillosos (o resinas).

Las arenas de fundición deben responder a las siguientes propiedades.

- Análisis químico

	Si02	Carbonatos
Arena silícea	> 95	< 0,4
Arena extrasilícea	> 98	< 0,1

- Granulometría: la curva granulométrica debe tener forma de campana de Gauss con las siguientes características.

- 97% retenido sobre 5 tamices sucesivos (tamices UNE 7,20 - 1,60 - 0,80 - 0,63 - 0,4 - 0,32 - 0,2 - 0,16 - 0,1 - 0,08 - 0,05)

- Fracción arcillosa (<20 μ)

  Arena silícea ..... < 4%
  Arena extrasilícea .. 0,3-0,8%

- Indice de finura AFS (American Foundrymen's Society).

  Acero ..... 35 a 70 $\pm$ 5
  Aleaciones de cobre y metales ligeros ..... 90-140 $\pm$ 5
  Hierro colado ..... 40-140 $\pm$ 5

Otros materiales

Otros minerales utilizados como arenas de fundición son zircón, estaurolita, olivino y cromita. Se obtienen con ellos valores de refractariedad más altos, en general, y menor expansión térmica.

Arena silícea	1682ºC
Arena de zircón	2538ºC
Area de estaurolita	1538ºC
Arena de cromita	1816ºC

Diferentes puntos de fusión de arenas de moldeo.

Las arcillas utilizadas como aglomerantes en las arenas de moldeo son bentonitas, en una proporción de 44-8% con respecto a la arena.

Las especificaciones propuestas por el SFSA (Steel Founders Society of America) son las siguientes, para bentonitas sódicas:

- Contenido en agua = 6-12% (Límites mínimo y máximo)
- pH > 8,2
- Ca < 0,7%

Los test habituales a efectuar son:

- Análisis químico
- Difracción de R-X
- A.T.D.
- Resistencia a la compresión en verde y en seco

- Durabilidad

- Límites de Atterberg

8.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

8.1.- RESUMEN

La litología de la hoja es muy variada, como corresponde a una zona de transición entre las alineaciones meridionales de la Cordillera Costero-Catalana y los pliegues y cabalgamientos de Portalrubio-Vandellós, que es a su vez una zona de enlace entre las Unidades Catalánides y la Cordillera Ibérica situada inmediatamente al Oeste.

Por esta razón existen dentro de la superficie estudiada materiales metamórficos y sedimentarios de edades comprendidas entre el Paleozoico y el Cuaternario reciente, amén de rocas ígneas y filonianas características del dominio catalánide.

Las rocas y minerales industriales que actualmente son objeto de beneficio minero-industrial en el ámbito de la hoja 1:200.000 nº 42 (Tarragona) son las siguientes:

Arcilla común
Arena y gravas
Arenas silíceas
Arenisca
Barita
Caliza y creta
Dolomía
Pizarra

Existen otras sustancias que han sido explotadas con anterioridad, aunque en la actualidad no hay ninguna actividad extractiva sobre ellas, tal es el caso de la arenisca, granito y yeso.

De entre las señaladas como activas, hay que destacar que no todas las explotaciones mantienen una actividad extrativa de manera continuada. Tal ocurre con la de arcilla que únicamente extrae material en los meses de verano, logrando un stock que cubre la demanda local durante todo el año.

Finalmente se han inventariado algunos indicios de posible explotación futura de barita, granito y yeso.

De un total de 92 estaciones realizadas, se han inventariado 77, de las que 41 corresponden a explotaciones activas, 6 a intermitentes, 27 a canteras abandonadas y 3 son indicios. Su distribución por sustancias es la siguiente:

	Activas	Intermitentes	Abandonadas	Indicios
Arcilla común	-	1	-	-
Arena y grava (incluye lehm)	14	2	4	-
Arena silícea	2	-	-	-
Arenisca	-	1	1	-
Barita	1	-	3	1
Caliza	23	-	8	-
Dolomía	2	1	2	-
Granitos	-	-	3	1
Pizarra	1	-	1	-
Yeso	-	-	1	1

En esta hoja todas las explotaciones activas llevan a cabo sus operaciones a cielo abierto excepto la nº 62 que beneficia filones de barita encajados en granodioritas mediante minería subterránea.

La producción total de rocas y minerales industriales en el ámbito de la hoja nº 42 (Tarragona) durante el año 1989 fué de 11.034.699 t, con la siguiente distribución por sustancias:

Arcilla	100 t
Arena	122.500 t
Arenas silíceas	93.000 t
Arena y grava	243.400 t
Barita	1.600 t
Caliza	9.673.999 t
Creta	407.100 t
Dolomía	5.300 t
Lehm granítico	82.700 t
Pizarra	405.000 t

Esta producción se ha distribuido según sectores industriales, en la siguiente forma:

Rocas ornamentales y de construcción ..	7.850 t
Aridos naturales	448.600 t
Aridos de trituración	6.920.000 t
Cementos	2.956.949 t
Ladrillería y losas	100 t
Vidrio	60.500 t
Refractarios	22.000 t
Industria química	407.100 t
Cargas, filtros y absorbentes	1.600 t
Otros	220.000 t

8.2.- CONCLUSIONES

Por su importancia en cuanto a volumen de extracción destacan las calizas para su utilización como áridos de tri-

turación y como materia prima para la fabricación de cemento. En ambos casos existe una coincidencia espacial de las canteras y las plantas de transformación correspondientes. En cuanto a las reservas hay que señalar que el volumen existente de calizas y pizarras es muy importante, por lo que cualquier aumento de la demanda puede ser absorbido por las explotaciones actuales.

También los áridos naturales constituyen un sector de importancia dentro de la hoja, aunque diversificado en los materiales que trata: arenas, arenas y gravas y lehm granítico.

Las explotaciones de arena se concentran en las terrazas del rio Llobregat, en los municipios de Gavá y Castelldefels. Se extraen arenas y gravas en Ruidons y La Canonja, mientras que el lehm granítico es explotado intensamente en Rudecamps y Escornalbou, representando el 18% del total de los áridos naturales.

Para las rocas ornamentales y de construcción se utilizan calizas miocenas y dolomías triásicas extraidas en pequeñas explotaciones localizadas en el municipio de Montreal. Las plantas de elaboración (corte, aserrado y, en su caso, pulido) se encuentran en Alcover.

Para la fabricación de vidrio se utilizan los niveles de arenas silíceas del Mioceno en las cercanías de Sant Pere de Ribes, así como calizas dolomitizadas de edad triásica de La Funcosa. En ambos casos las reservas son grandes. Son utilizados estos materiales por fábricas cercanas a Barcelona, fuera del ámbito de la hoja.

Especial importancia presenta la explotación de creta para cargas blancas en pinturas, papel, plásticos, detergentes, etc. Se trata de carbonatos miocenos que se extraen en Calafell y Clariana. La extracción de estos materiales ha tenido un gran auge en la zona, llegando a coexistir hasta 15 canteras simultáneamente, aunque en la actualidad sólo 5 mantienen su actividad.

También para cargas, aunque no blancas y en pequeño volumen, se utiliza la barita extraida en las cercanias de Prades.

Aunque el franco retroceso debido a la crisis del sector siderúrgico de los años 70, sigue existiendo en la hoja extracción de arenas y areniscas triásicas para su utilización en la fabricación de refractarios. La producción actual es de 22.000 t que son absorbidas por fábricas de Barcelona y Pais Vasco.

Finalmente hay que citar el pequeño beneficio que se realiza de un depósito arcilloso de edad cuaternaria situado en las inmediaciones de Creixell, para su uso en la fabricación de cerámica artesanal.

Bien por las características especiales de la sustancia, caso de la dolomía de Alcover y la creta, bien por la escasez del material en la hoja, barita y yeso, se han delimitado, basándose en los datos disponibles y las observaciones directas en campo los correspondientes litotectos, que se han plasmado en el Mapa de Recursos.

A continuación, se incluye como resumen:

SUSTANCIA	FORMACION GEOLOGICA	USOS ACTUALES Y POSIBLES
Arcilla común	Triásico (5 y 6) Cuaternario (19)	Ladrillería Ladrillería
Arenas y gravas	Cuaternario (18, 19, 20 y alteraciones superficiales de 1 y 3)	Aridos naturales
Arenas silíceas	Mioceno (16)	Cementos y vidrio
Arenisca	Triásico (4)	Refractarios, cementos y áridos naturales
Barita	Filones	Cargas
Caliza	Paleozoico (3) Triásico (5 y 6) Triásico-Jurásico(7) Jurásico-Cretácico(9) Cretácico (11) Mioceno (14)	Rocas ornamentales, rocas de construcción, áridos de machaqueo, cementos, cales, vidrio, industria química, cargas, filtros y absorventes
Dolomía	Triásico (5)	Rocas ornamentales y rocas de construcción
Granito (s.l.)	Formaciones 1 y 2	Rocas de construcción y áridos de machaqueo
Pizarra	Paleozoico (3)	Rocas de construcción y áridos de machaqueo
Yeso	Eoceno (12)	Aglomerante

9.- BIBLIOGRAFIA

IGME.- "Plan Nacional de Investigación de Yesos. Zona de Cataluña". Madrid, 1969.

IGME.- "Mapa de Rocas Industriales a E/1:200.000". Hoja nº 42 (Tarragona). Madrid, 1974.

IGME.- "Monografías de Rocas Industriales. Pizarras". Madrid, 1975.

IGME.- "Monografías de Rocas Industriales. Rocas silicoaluminosas". Madrid, 1975.

IGME.- "Mapa metalogenético de España". Hoja nº 42. Madrid, 1975.

IGME.- "Monografías de Rocas Industriales. Arenas y Gravas". Madrid, 1975.

IGME.- "Monografías de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias". Madrid, 1976.

IGME.- "Mapa Geológico de España a E/1:50.000 Serie Magna". Hojas núms. 445, 446, 447, 448, 472, 473, 498 y 523.

IGME.- "Estudio de Normativa y Catalogación de Rocas Ornamentales". Madrid, 1979.

IGME.- "Programa Nacional de Investigación de arcillas". Madrid, 1980.

IGME.- "Los granitos ornamentales en España". Madrid, 1982.

IGME.- "Los granitos ornamentales en España". Madrid, 1984.

IGME.- "Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a E/1:200.000". Madrid, 1984.

IGME.- "Investigación de granates para usos industriales en España". Madrid, 1985.

IGME.- "Mármoles de España". Madrid, 1985.

IGME.- "Granitos de España". Madrid, 1986.

IGME.- "Pizarras de España". Madrid, 1986.

IGME.- "Mapa Geológico de España a E/1:200.000 Hoja nº 42 (Tarragona). Madrid, 1987.

IGME.- "Análisis de las posibilidades de los granitos (s.l.) ornamentales en Cataluña". Madrid, 1987.

IGME.- "Manual de metodología de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a E/1:200.000". Madrid, 1988.

IRANOR.- "Normas UNE". Madrid.

Mº INDUSTRIA.- "Industrias del Cemento. Memoria 1988". Madrid, 1989.

SOLE SABARIS, L.- "Geografía de España y Portugal". Tomo I. Edit. Moritaner y Simón. Barcelona, 1972

DIRECTORIO DE EXPLOTACIONES

PUNTO DE EXTRACCION	SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORD.UTM DE LA EXPLOTACION			USOS
			X	Y	Z	
	ARCILLA	Juan López. RODA DE BARA (Tarragona)	369.400	4.559.500	60	Ladrillería
	ARENAS	José Mª Domingo Vidal. Rambla Jaime I, 6. CAMBRILS (Tarragona). Tfnº 36.02.38	329.850	4.556.350	240	Aridos natur.
	ARENAS	Arcillas y Arenas Refractarias. Via de Catalunia, 21 GANDESA (Tarragona)	324.000	4.551.800	300	Aridos natur.
	ARENAS	José M. Nolla Ferrat. Dimart, 63 RUIDECANYES (Tarragona)	330.100	4.556.550	260	Aridos natur.
	ARENAS	José Mallafre Marco. Cambrils, s/n MONTROIG DEL CAMPO (Tarragona). Tfnº 83.72.84	324.900	4.552.600	320	Aridos natur.
	ARENAS	José Vivanco Serrano. MONTROIG (Tarragona). Tfnº 83.80.21	325.300	4.552.150	280	Aridos natur.
	ARENAS	Materiales H. Griffi. Ctra. Villafranca s/n VILANOVA I LA GELTRU (Barcelona). Tfnº 893.00.12	394.700	4.568.500	80	Cementos y Vidrio
	ARENAS	Enrique Mestre Fontenalls. Carrer Nou, 49 SAN PERE DE RIBES (Barcelons). Tfnº 896.0131	394.950	4.568.500	120	Cementos y Vidrio
	ARENAS	Sebastián Mila. Consejo de Ciento, 242. Barcelona	419.700	4.572.100	10	Aridos natur.
	ARENAS	Alejandro Sánchez. Camino Filipinas. VILADECANS (Barcelona)	419.600	4.572.000	8	Aridos natur.
	ARENAS	Montgavi, S.A. Avda. Serragordia, 29 VILADECANS (Barcelona)	419.200	4.571.900	10	Aridos natur.
	ARENAS	Manuel Sánchez Lizan. Camino Filipinas. VILADECANS (Barcelona)	419.520	4.571.900	10	Aridos natur.
	ARENAS	Luis A. Porcar Borruey. Conde de Bell, s/n LLOCH (Barcelona)	420.050	4.571.300	8	Aridos natur.
	ARENAS	Aldaguer, S.A. Iglesia, 49 CASTELDEFELLS (Barcelona)	415.280	4.570.700	10	Aridos natur.

DIRECTORIO DE EXPLOTACIONES

PUNTO DE EXTRACCION	SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORD.UTM DE LA EXPLOTACION			USOS
			X	Y	Z	
	ARENA Y GRAVA	Balsell, S.A. Avda. de S. Jordi, 33 REUS (Tarragona)	336.350	4.559.150	140	Aridos natur.
	ARENA Y GRAVA	Juan Valero García. Espronceda, 4 REUS (Tarragona)	336.200	4.559.200	140	Aridos natur.
	ARENA Y GRAVA	Tedarcon. LA CANONJA (Tarragona)	346.600	4.554.250	40	Aridos natur.
	ARENA Y GRAVA	Transmaler. Joaquina de Veduña. Tarragona	346.800	4.540.150	40	Aridos natur.
	ARENA Y GRAVA	Jordi Molas Ripoll. Paseo Sunyer, 23 REUS (Tarragona). Tfnº 31.31.96	345.000	4.549.000	20	Aridos natur.
	ARENA Y GRAVA	Jordi Molas Ripoll. Paseo Sunyer, 23 REUS (Tarragona). Tfnº 31.31.96	345.200	4.548.250	20	Aridos natur.
	BARITA	Grupo El Porvenir. Gerona, 9 - 1º Barcelona	325.750	4.555.800	350	Cargas
	CALIZA	Ernesto Piquet e Hijos, S.A. Calceran Marquet, 8 CAMBRIL (Tarragona) Tfnº 36.04.80	338.250	4.561.500	300	Aridos mach/ Bloq.escollera
	CALIZA	José Llado Torres. General Sanjurjo, 18 LARIT (Tarragona)	350.600	4.574.320	300	Arid.machaq.
	CALIZA	Canteras Cots, S.A. VALLS (Tarragona) Tfnº 60.02.16	350.750	4.574.550	300	Arid.machaq.
	CALIZA	Cantera Ponderosa. Romiguera s/n ALCOVER (Tarragona) Tfnº 84.62.57	346.000	4.569.000	300	Arid.machaq.
	CALIZA	Dolomías Juncosa, S.A. Cerdanya, 8 VENDRELL (Tarragona)	370.700	4.574.800	400	Arid.machaq./ Vidrio
	CALIZA	Miguel León Lázaro. Urbanización La Muntanyeta VENDRELL (Tarragona) Tfnº 66.12.21	373.000	4.563.000	125	Arid.machaq.
	CALIZA	Cantera Vimer, S.A. San Salvador, 27 RODA DE BARA (Tarragona)	373.000	4.562.550	180	Arid.machaq.
	CALIZA	Blancs Minerals Pevidal, S.A. La Rambla, 9 - 3º VENDRELL (Tarragona) Tfnº 66.06.84	382.000	4.565.700	100	Ind.química

DIRECTORIO DE EXPLOTACIONES

PUNTO DE EXTRACCION	SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORD.UTM DE LA EXPLOTACION			USOS
			X	Y	Z	
	CALIZA	Ramón Mañe Ruvirosa. Pou, 7 CALAFELL (Tarragona)	380.650	4.563.580	60	Roza ornament. y r.de const.
	CALIZA	Ismael Blanco Soto. Alguer, 7 - 5º Tarragona Tfnº 21.26.01	362.100	4.556.850	90	Arid.machaq.
	CALIZA	Cementos y Cales Freixa, S.A. Avda. de las Corts Catalanes, 128 Barcelona	390.325	4.573.625	300	Cemento
	CALIZA	Construcciones y Explanaciones Gras, S.A. Montset Coy s/n VILLAFRANCA DEL PENEDES (Barcelona) Tfnº 892.21.93	393.300	4.574.200	260	Arid.machaq.
	CALIZA	Canteras de Olerdola, S.A. Mallorca, 160 OLERDOLA (Barcelona)	394.900	4.574.900	240	Arid.machaq.
	CALIZA	Fermin Roca López. Dr. Felming, 19 VILANOVA I LA GELTRU (Barcelona) Tfnº 893.19.55	393.050	4.568.000	120	Arid.machaq.
	CALIZA	Materiales H. Griffi. Crta. Villafranca s/n VILANOVA I LA GELTRU (Barcelona) Tfnº 893.62.76	392.300	4.567.800	90	Arid.machaq./ Cemento
	CALIZA	Suministro de Aridos y Derivados. Valencia, 128 Barcelona Tfnº 665.33.58	406.800	4.568.150	210	Arid.machaq.
	CALIZA	Asland Catalunya, S.A. C.N. nº 152. P.K. 110 MONCADA I REIXACH (Barcelona) Tfnº 564.63.05	408.500	4.568.600	200	Arid.machaq./ Cemento
	CALIZA	Monsolven. Avda. Serragordia, 27 Barcelona	409.200	4.569.000	260	Arid.machaq.
	CALIZA	Monsolven. Avda. Serragordia, 27 Barcelona	409.500	4.568.750	60	Arid.machaq.
	CALIZA	Explotaciones de Aridos Calcar. Ctra. Barcelona-Sant Creu, Km 28 GARRAF	409.500	4.568.500	40	Arid.machaq.
	CALIZA	Cubiertas MZOV, S.A. Via Augusta, 81-85 Barcelona Tfnº 203.22.06	411.500	4.570.700	280	Arid.machaq.
	CALIZA	Clarianacal, S.A. Paseo General Mola, 19 Barcelona	384.000	4.568.000	200	Cemento
	CALIZA	Minerales Micronizados Urgell, S.A. Roca, 1 ARBOC'L (Tarragona) Tfnº 67.05.05	382.000	4.565.750	120	Ind.química

DIRECTORIO DE EXPLOTACIONES

PUNTO DE EXTRACCION	SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORD.UTM DE LA EXPLOTACION			USOS
			X	Y	Z	
	DOLOMIA	Primitivo Mendez. Muralla Anselm Clave ALCOVER (Tarragona) Tfnº 84.64.46	342.750	4.573.100	800	R.de const.
	DOLOMIA	De Lucas, S.A. Montreal, 4 ALCOVER (Tarragona)	343.500	4.571.700	800	R.de const.
	DOLOMIA	Valentin Rodríguez. Costeto s/n ALCOVER (Tarragona)	346.000	4.572.500	400	R.de const.
	PIZARRAS	Cuarcitas del Mediterráneo, S.A. Crta. Comarcal nº 242 Km 9 ALFORJA (Tarragona) Tfnº 81.60.76	329.000	4.565.300	500	Arid.machaq.

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
1	YESO	445	332.080	4.570.940	700	TARRAGONA	REUS	EB	12	8
2	PIZARRAS	445	318.700	4.569.150	530	TARRAGONA	LA MORERA DE MONTSANT	EB	3	2
3	BARITA	445	333.150	4.577.440	1020	TARRAGONA	PRADES	EB	4	16
4	BARITA	445	334.850	4.575.100	800	TARRAGONA	FARENA	EB	4	16
5	DOLOMIA	445	341.500	4.573.900	720	TARRAGONA	MONTREAL	EB	5	2
6	DOLOMIA	445	342.750	4.573.100	800	TARRAGONA	MONTREAL	EA	5	2
7	DOLOMIA	445	344.100	4.572.100	620	TARRAGONA	MONTREAL	EB	5	2
8	DOLOMIA	445	343.500	4.571.700	800	TARRAGONA	MONTREAL	EA	5	2
9	ARCILLA	445	323.250	4.560.200	600	TARRAGONA	PRADELL	EB	6	9
10	ARENISCA	445	328.400	4.567.800	730	TARRAGONA	ARBOLI	EB	6	2
11	ARCILLA	445	327.000	4.565.900	700	TARRAGONA	ARBOLI	EB	6	9
12	CALIZA	445	327.050	4.565.900	700	TARRAGONA	ALFORJA	EB	6	4
13	PIZARRAS	445	329.000	4.565.300	500	TARRAGONA	ALFORJA	EA	3	4
14	BARITA	445	331.680	4.565.600	500	TARRAGONA	ALFORJA	EB	4	16
15	GRANITO	445	332.750	4.564.400	750	TARRAGONA	ALFORJA	EB	2	2
16	ARENAS Y GRAVAS	445	336.350	4.559.150	140	TARRAGONA	RIUDOMS	EA	19	3
17	CALIZA	445	338.250	4.561.500	300	TARRAGONA	ALEIXAR	EA	5	22/4

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
18	CALIZA	445	338.900	4.561.150	300	TARRAGONA	ALEIXAR	EB	5	4
19	CALIZA	446	350.600	4.574.320	300	TARRAGONA	LA RIBA	EA	3	4
20	CALIZA	446	350.750	4.574.550	300	TARRAGONA	VALLS	EA	3	4
21	CALIZA	446	350.100	4.573.600	280	TARRAGONA	VALLS	EB	5	4
22	DOLOMIAS	446	346.000	4.572.500	400	TARRAGONA	MONTREAL	EB	5	2
23	ARENA	446	346.720	4.570.480	320	TARRAGONA	ALCOVER	EB	19	3
24	CALIZAS	446	346.000	4.569.000	300	TARRAGONA	ALCOVER	EA	5	4
25	ARCILLA	446	345.300	4.568.550	340	TARRAGONA	ALCOVER	EB	5	9
26	CALIZA	446	370.700	4.574.800	400	TARRAGONA	LA JUNCOSA	EA	7	4/12
27	GRAVA Y ARENA	446	344.850	4.564.600	180	TARRAGONA	LA SELVA DEL CAMPO	EB	19	3
28	ARCILLA	446	369.400	4.559.500	60	TARRAGONA	CREIXELL	EA	19	
29	ARENAS SILICEAS	447	381.200	4.570.400	160	TARRAGONA	BANYERES	EB	14	12
30	CALIZA	447	390.325	4.573.625	300	TARRAGONA	STA MARGARITA Y MONJES	EA	11	6
31	CALIZA	447	393.300	4.574.200	260	TARRAGONA	OLERDOLA	EA	9	4
32	CALIZA	447	394.900	4.574.900	240	TARRAGONA	OLERDOLA	EA	9	4
33	ARENAS S.	447	394.700	4.568.500	80	TARRAGONA	SANT PERE	EA	16	6

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
34	ARENAS S.	447	394.950	4.568.500	120	TARRAGONA	SANT PERE DE RIBES	EA	16	6/12
35	CALIZA	447	393.050	4.568.000	120	TARRAGONA	VILANOVA i LA GELTRU	EA	9	4
36	CALIZA	447	392.300	4.567.800	90	TARRAGONA	"" ""	EA	9	4/6
37	CALIZA	447	373.000	4.563.000	125	TARRAGONA	VENDRELL(San Vicente de)	EA	11	4
38	CALIZA	447	373.000	4.562.550	180	TARRAGONA	VENDRELL	EA	11	4
39	CRETA	447	384.000	4.568.000	200	TARRAGONA	ARBOS	EA	4	
40	CRETA	447	382.000	4.565.700	100	TARRAGONA	BELLVEY	EA	14	14
41	CRETA	447	382.000	4.565.750	120	TARRAGONA	BELLVEY	EA	14	
42	CRETA	447	380.700	4.565.000	100	TARRAGONA	CALAFELL	EB	14	14
43	CRETA	447	380.500	4.564.500	80	TARRAGONA	BELLVEY	EB	14	6
44	CRETA	447	380.600	4.563.900	90	TARRAGONA	CALAFELL	EB	14	14
45	CALIZA	447	380.650	4.563.580	60	TARRAGONA	CALAFELL	EA	14	1/2
46	CRETA	447	380.300	4.563.200	56	TARRAGONA	BELBEY	EB	14	6
47	CALIZA	448	406.800	4.568.150	210	TARRAGONA	SITGES	EA	11	4
48	CALIZA	448	408.500	4.568.600	200	TARRAGONA	SITGES	EA	11	4/6
49	CALIZA	448	409.200	4.569.000	260	TARRAGONA	SITGES	EA	11	4

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
50	CALIZA	448	409.500	4.568.750	60	TARRAGONA	SITGES	EA	11	4
51	CALIZA	448	409.500	4.568.500	40	TARRAGONA	SITGES	EA	11	4
52	CALIZA	448	411.500	5.570.700	280	TARRAGONA	GAVA	EA	11	4
53	ARENA	448	419.700	4.572.100	10	TARRAGONA	VILADECANS	EA	20	3
54	ARENA	448	419.600	4.572.000	8	TARRAGONA	VILADECANS	EA	20	3
55	ARENA	448	419.200	4.571.900	10	TARRAGONA	VILADECNAS	EA	20	3
56	ARENA	448	419.520	4.571.900	10	TARRAGONA	VILADECANS	EA	20	3
57	ARENA	448	420.050	4.571.300	8	TARRAGONA	VILADECANS	EA	20	3
58	ARENA	448	415.280	4.570.700	10	TARRAGONA	CASTELDEFELS	EA	20	3
59	GRANITOS	472	327.950	4.559.300	520	TARRAGONA	RUIDECOLS	EB	3	4
60	ARENAS	472	329.850	4.556.350	240	TARRAGONA	RIUDECANYES	EA	1	3
61	ARENAS	472	330.100	4.556.550	260	TARRAGONA	RIUDECANYES	EA	3	3
62	BARITA	472	325.750	4.555.800	350	TARRAGONA	RIUDECANYES	EA	3	16
63	GRANITO	472	328.900	4.555.750	180	TARRAGONA	RIUDECANYES	IN	1	4/2
64	BARITA	472	325.600	4.555.000	500	TARRAGONA	RIUDECANYES	IN	3	16
65	GRANITO	472	326.200	4.552.850	290	TARRAGONA	VILLANUEVA DE ESCORNALBAU	IN	1	4/2
66	ARENA	472	324.900	4.552.600	320	TARRAGONA	"" ""	EB	1	3

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
67	ARENA	472	325.300	4.552.150	280	TARRAGONA	VILLANUEVA DE ESCORNALBAU	EA	1	3
68	ARENAS	472	324.000	4.551.800	300	TARRAGONA	" "	EB	4	6
69	ARENAS Y GRAVAS	472	336.200	4.559.200	140	TARRAGONA	RIUDOMS	EA	19	3
70	ARENAS Y GRAVAS	472	337.750	4.554.500	90	TARRAGONA	RIUDOMS	EB	18	3
71	ARENAS Y GRAVAS	473	346.600	4.554.250	40	TARRAGONA	LA CANONJA	EA	19	3
72	ARENAS Y GRAVAS	473	346.800	4.540.150	40	TARRAGONA	LA CANONJA	EA	19	3
73	CALIZA	473	354.600	4.554.000	55	TARRAGONA	TARRAGONA	EB	11	2/4
74	CALIZA Y DOL.	473	362.100	4.556.850	90	TARRAGONA	FERRAN	EA	7	4
75	ARENAS Y GRAVAS	473	345.000	4.549.000	20	TARRAGONA	CASTELLER	EI	19	3
76	ARENAS Y GRAVAS	473	345.200	4.548.250	20	TARRAGONA	CASTELLER	EA	19	3
77	YESO	445	332.800	4.576.180	680	TARRAGONA	ULDEMOLINS	IN	12	8

EXPLOTACIONES DADAS DE BAJA

Hoja nº 42 (Tarragona)

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	x	y	z		
445	352,90	4560,4	430	Pizarras para óxidos	Cantera junto a carretera
445	329,58	4561,40	450	Granodiorita (para óxidos)	Inactiva (no figura en Magna)
445	333,32	4562,5	440	Granodiorita (en Magna)	-
445	334,05	4567,42	500	Granodiorita (para óxidos)	-
445	317,6	4566,65	360	Pizarras, corneanas y conglomerados (áridos)	-
446	3674,80	4569,60	340	Calcarenitas bioclásticas y calizas grises	Escasas reservas y pequeñas dimensiones. Afloramiento 60 x 200 (se aprecia en foto)
446	346,78	4564,65	180	Grava y arena Est. 197 (no tiene análisis)	Agotado material en concesión y permiso caducado
446	344,940	4570,300	300	Arenisca. Est. 184 (con análisis)	Cantera de pequeñas dimensiones
446	349,150	4574,650	210	Arenisca. Est. 181	Cantera de pequeñas dimensiones y abandonada hace unos 20 años según el propio dueño
446	347,200	4569,300	220	Gravas (en topográfico 1:50.000)	Zona de muestras

EXPLOTACIONES DADAS DE BAJA

Hoja nº 42 (Tarragona)

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	x	y	z		
447	389,60	4573,70	250	Caliza	Varias canteras pequeñas abandonadas hace tiempo
447	392,15	4567,95	110	Calizas para áridos	Canteras pequeñas antiguas, ya abandonadas
448	404,97	4567,60	80	Calizas. Aridos para machaqueo	Hoy día abandonada y baja
448	405,50	4567,90	140	Calizas para áridos de machaqueo	Hace tiempo abandonada y baja
448	410,55	4568,95	40	Dolomías para áridos de machaqueo	-
448	410,90	4569,40	40	Dolomías para áridos de machaqueo	-
472	324,60	4556,70	440	Areniscas para construcción	Pequeñas dimensiones. Terrenos restituidos junto a presa
472	328,900	4555,75	180	Areniscas para construcción	Pequeñas dimensiones. Terrenos restituidos junto a presa
472	329	4558,30	500	Cantera sobre granodioritas	Pequeñas dimensiones. Dos frentes próximos
472	329	4557,80	400	Granodioritas	Canteras pequeñas dimensiones e inactivas
472	328,82	4557,95	520	Granodioritas	Canteras pequeñas dimensiones. Llevan mucho tiempo inactivas
472	335,20	4551,75	65	Arenas y gravas. Terraza Sierra Alforja	Zona huertas. Edificio en interior plaza de cantera

EXPLOTACIONES DADAS DE BAJA

Hoja nº 42 (Tarragona)

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	x	y	z		
472	335,30	4551,30	50	Arenas y gravas. Terraza Sierra Alforja	Zona huertas
472	342,700	4551,65	30	Arenas y gravas	Pequeñas dimensiones y situada junto a autovia
472	341,900	4551,4	40	Arenas y gravas	En plaza cantera hay hormigonera
472	326,200	4552,850	290	Granito	Pequeñas dimensiones. Análisis de posibilidades granitos ornamentales de Cataluña

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

E 1:200.000

SITUACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

TARRAGONA	42
	9-5

SIMBOLOGIA

SUSTANCIA	CLAVE
Arcilla	Arc
Arena	Are
Arena silícea	Ars
Arenisca	Arn
Barita	Bar
Caliza	Clz
Dolomía	Dol
Granito	Gr
Grv	Grv
Pizarra	Piz
Yeso	Yes

ESTACION — Nº ESTACION OBSERVADA / USO O USOS ACTUALES / SUSTANCIA INVENTARIADA

■ PLANTA DE TRATAMIENTO

★ PLANTA DE MACHAQUEO Y/O CLASIFICACION DE ARIDOS A PIE DE CANTERA

USO	Nº	USO	Nº
Rocas ornamentales	1	Vidrio	12
Rocas de construcción	2	Pigmentos	13
Aridos naturales	3	Químico	14
Aridos de machaqueo	4	Abrasivos	15
Aridos ligeros	5	Cargas, filtros, absorbentes	16
Cementos	6	Agricultura	17
Cales	7	Fundentes	18
Yesos	8	Arenas de moldeo	19
Ceramica estructural	9	Aislantes	20
Refractarios	10	Minerales decorativos	21
Lozas y porcelanas	11	Otros	22

ESTADO ACTUAL DE LAS EXPLOTACIONES E INDICIOS

ACTIVA — INDICIO

INTERMITENTE — DEPOSITO ARTIFICIAL

INACTIVA — ESTACION DE OBSERVACION

TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES

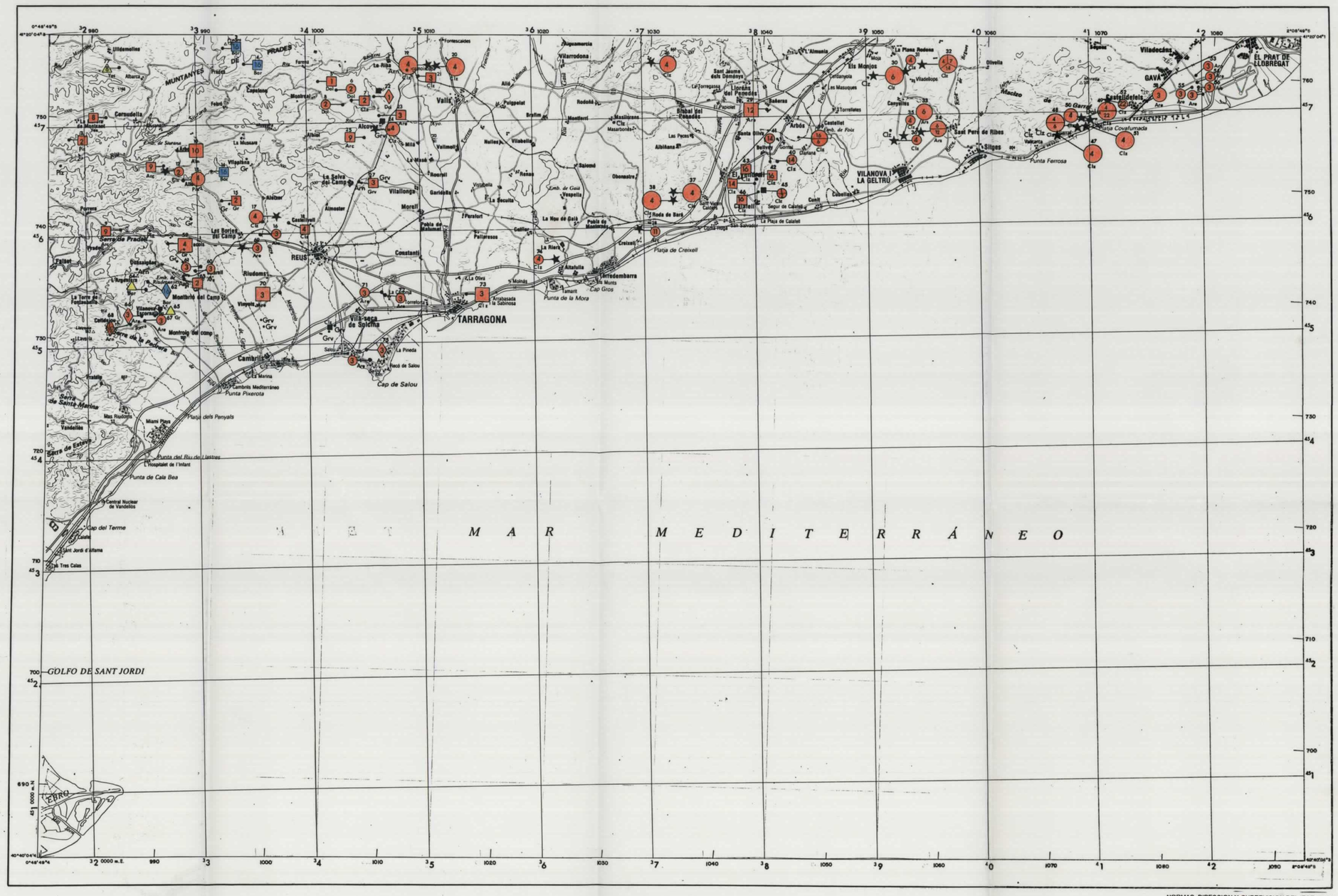
PEQUEÑO · MEDIANO · GRANDE

METODOS DE EXPLOTACION

CIELO ABIERTO

SUBTERRANEA

OTROS



NORMAS, DIRECCION Y SUPERVISION DEL ITGE (1990)
Realizado por la Empresa Nacional Adaro

ESCALA 1:200.000

REFERENCIA MAPA NACIONAL 1:50.000

445	446	447	448
472	473		
498			
523			

42

REFERENCIA MAPA MILITAR 1:50.000

33-17	34-17	35-17	35-17
33-18	34-18		
33-19			
33-20			

9-5

Proyección U.T.M. Elipsoide Hayford
Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante
Longitudes referidas al meridiano de Greenwitch

COORDENADAS

Geograficas

U.T.M.

Lambert

DIVISION ADMINISTRATIVA

MAR MEDITERRANEO

1. Tarragona
2. Barcelona
3. Lerida

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES
E. 1:200.000
RECURSOS

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

TARRAGONA

42
9 - 5

LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		21 Arenas
	PLEISTOCENO	SUPERIOR	20 Arcillas y Limos
		MEDIO	19 Gravas y Arenas (Matriz Arcillosa)
		INFERIOR	18 Aluviales diferenciados
TERCIARIO NEOGENO	PLIOCENO		17 Conglomerados y Arcillas
	MIOCENO TORTONIENSE		
	MIOCENO SERRAVALIENSE		16 Calcarenitas y Conglomerados calcáreos
	MIOCENO LANGHIENSE		
	MIOCENO BURDIGALIENSE		15 Margas
	MIOCENO AQUITANIENSE		
PALEOGENO	OLIGOC.	INFERIOR	14 Calizas arrecifales
	EOCENO	SUPERIOR	
		INF.+MEDIO	13 Conglomerados calcareos
	PALEOCENO		12 Arcillas rojas, Conglomerados, Calizas y Yesos
CRETACICO	SUPERIOR		11 Calizas, Dolomias y Margas
	INFERIOR ALBIENSE		
	INFERIOR APTIENSE		
	INFERIOR BARREMIENSE		10 Arenas y Arcillas
	INFERIOR HAUTERIVIENSE		
	INFERIOR VALANGINIENSE		
	INFERIOR BERRIASIENSE		9 Dolomias y calizas
JURASICO	MALM		
	CALLOVIENSE INF.		8 Calizas
	DOGGER LIAS		7 Dolomias y Calizas
TRIASICO	SUPER. NORIENSE		
	MEDIO CARNIENSE		6 Lutitas y Yesos
	MEDIO LADINIENSE		
	MEDIO ANISIENSE		5 Calizas, Dolomias y Margas
	SCYTHIENSE		
PALEZOICO	CARBONIFERO		4 Conglomerados, Areniscas y Lutitas
	DEVONICO		
	SILURICO		3 Pizarras, Grauwacas, Areniscas, Calizas y Cuarcitas
	ORDOVICICO		

ROCAS PLUTONICAS

2 Tonalitas biotítico - hornbléndicas

1 Granodioritas y Tonalitas biotíticas con hornblenda accesoria

ESQUEMA TECTONICO

Escala 1:1.000.000

CUENCA DEL EBRO

SISTEMA DE FOSAS

A Depresión Vallés-Penedés
B Depresión Valls-Reus (Campo de Tarragona)
C Depresiones periféricas

CORDILLERA COSTERO-CATALANA

ZONA DE ENLACE (PLIEGUES Y CABALGAMIENTOS DE PORTALRUBIO-VANDELLOS)

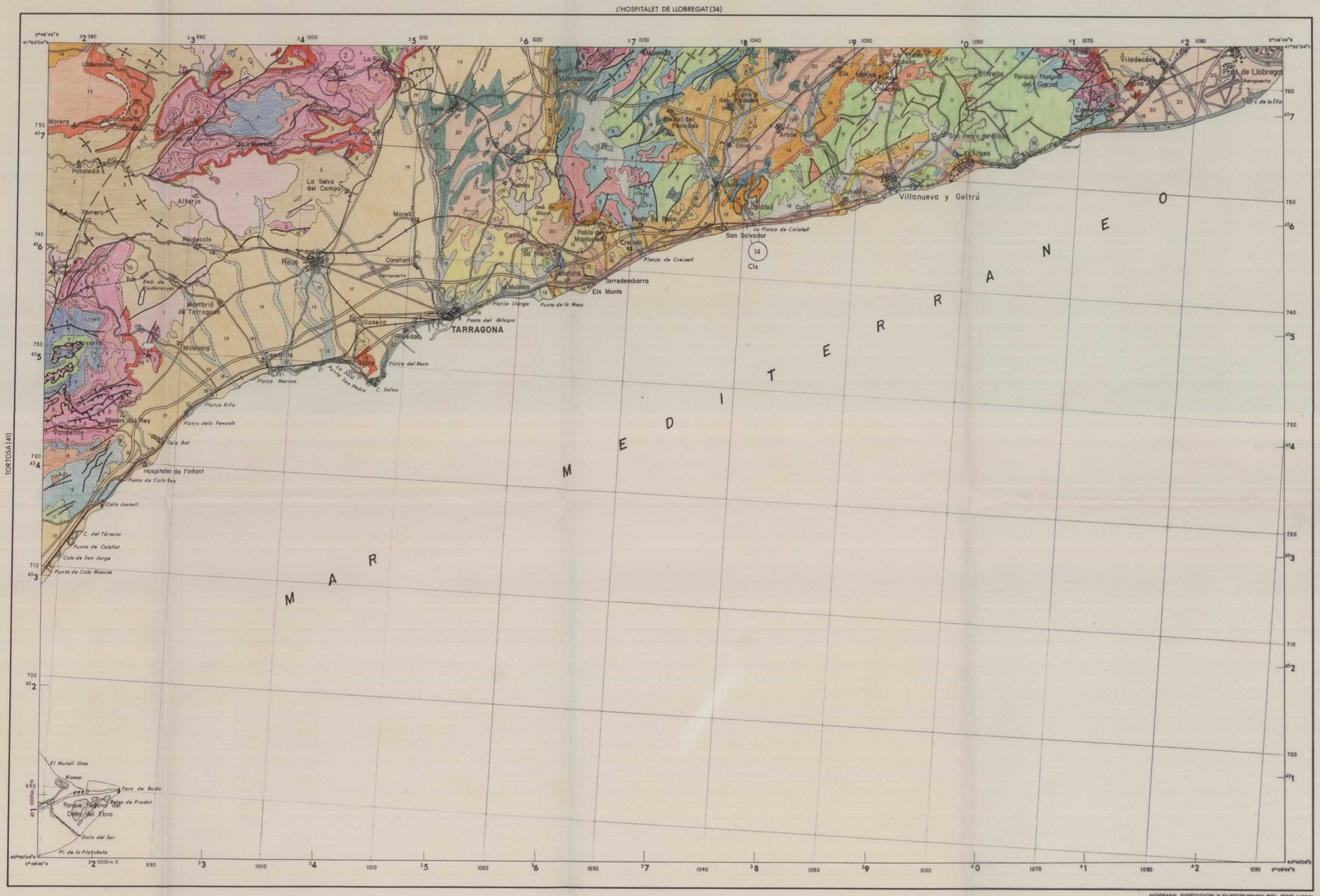
Cuaternario

Mesozoico/Paleozoico y Rocas Igneas

Sector Vandellós-Llaverís-Salou

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto mecanico
- Falla
- Falla supuesta
- Falla con indicación de movimiento
- Falla inversa
- Cabalgamiento
- Anticlinal
- Anticlinal tumbado
- Sinclinal



NORMAS, DIRECCION Y SUPERVISION DEL ITGE (1990)
Realizado por la Empresa Nacional Adaro

ESCALA 1:200.000

2.000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km.

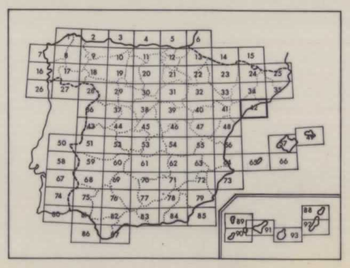
USO	Nº	USO	Nº
Rocas ornamentales	1	Vidrio	12
Rocas de construcción	2	Pigmentos	13
Aridos naturales	3	Química	14
Aridos de machaqueo	4	Abrasivos	15
Aridos ligeros	5	Cargas, filtros y absorbentes	16
Cementos	6	Agricultura	17
Cales	7	Fundentes	18
Yesos	8	Arenas de moldeo	19
Cerámica estructural	9	Aislantes	20
Refractarios	10	Minerales decorativos y gemas	21
Lozas y porcelanas	11	Otros	22

REFERENCIA MAPA NACIONAL 1:50.000

445	446	447	448
472	473	42	
498			
523			

REFERENCIA MAPA MILITAR 1:50.000

33-17	34-17	35-17	35-17
33-18	34-18	9-5	
33-19			
33-20			

DIVISION ADMINISTRATIVA

1. Tarragona
2. Barcelona
3. Lérida