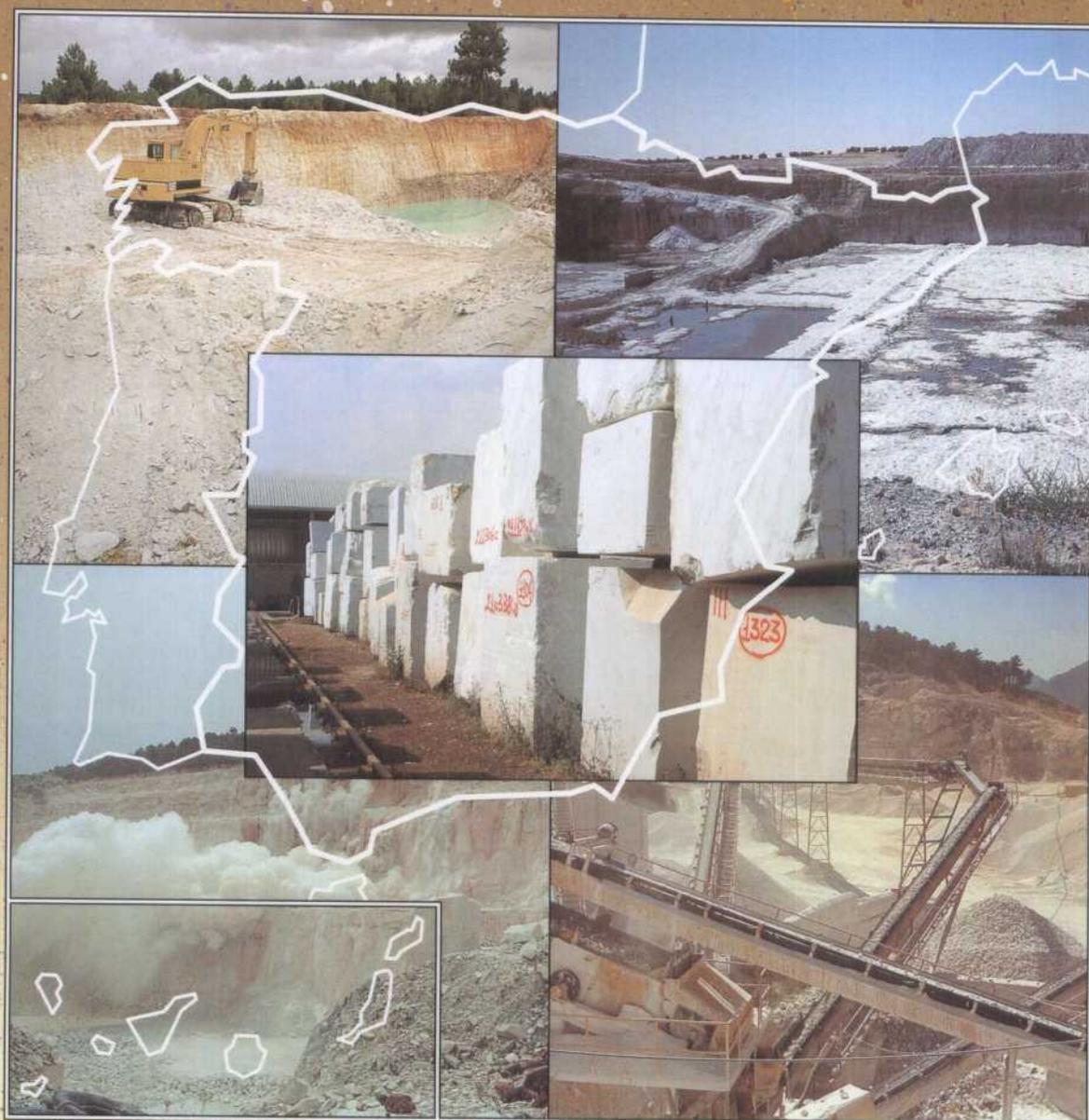




MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

BARCELONA



12/20

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

**MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES**

Escala 1:200.000

HOJA N.º 35 (10-4)

BARCELONA

– **Normas, Dirección y supervisión:**

DIRECCION DE RECURSOS MINERALES
Area de Rocas y Minerales Industriales

ITGE, 1998

– **Realización y supervisión:**

M. Lombardero Barceló (ITGE)
D. García Magaña (ENADIMSA)
G. Gómez Moreno (ITGE)
J. L. Griffó Navarro (ENADIMSA)

Nota: Año de recogida de datos y realización 1990

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. -28003 Madrid

Depósito legal: M-36303-1998

NIPO: 320-98-012-5

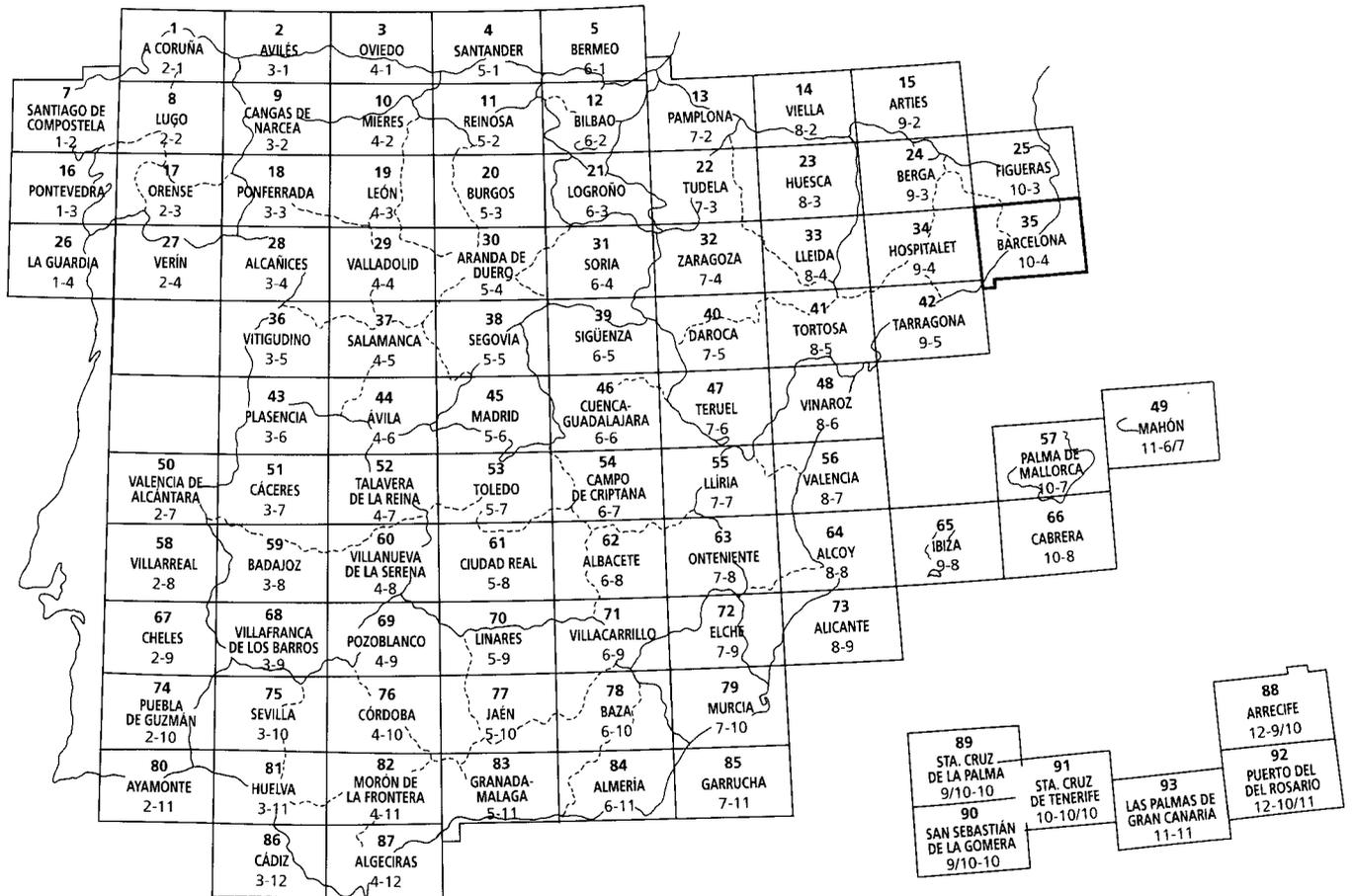
ISBN: 84-7840-355-8

Fotocomposición: GEOTEM S.L.

Imprime: Master's Gráfico, S.A.

MAPA DE DISTRIBUCION DE HOJAS

Escala 1:200.000



INDICE

1. INTRODUCCION.....	9
1.1. ANTECEDENTES.....	9
1.2. SITUACION GEOGRAFICA.....	9
2. SINTESIS GEOLOGICA.....	13
2.1. SITUACION GEOLOGICA.....	13
2.2. ESTRATIGRAFIA.....	13
2.2.1. Paleozoico.....	13
2.2.1.1. <i>Cámbrico-Orodovícico</i>	13
2.2.1.2. <i>Caradocciense-Ashgilliense</i>	14
2.2.1.3. <i>Silúrico</i>	14
2.2.1.4. <i>Silúrico-Devónico</i>	14
2.2.1.5. <i>Carbonífero</i>	14
2.2.2. Mesozoico.....	15
2.2.2.1. <i>Triásico</i>	15
2.2.3. Terciario.....	15
2.2.4. Cuaternario.....	17
2.3. TECTONICA.....	17
2.4. METAMORFISMO.....	19
2.5. ROCAS PLUTONICAS.....	19
2.6. ROCAS FILONIANAS.....	20
2.7. ROCAS VOLCANICAS.....	20
3. DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS.....	23
3.1. ARCILLA COMUN (Arc).....	23
3.2. GRAVA, ARENA Y ARENA DE GRANITO (Grv, Are, Leh).....	26
3.2.1. Grava y arena (Grv, Are).....	26
3.2.2. Arena de granito (Leh).....	27
3.2.3. Arena eólica (Are).....	27
3.3. ARENISCA (Arn).....	27
3.4. BARITA (Bar).....	31
3.5. BASALTO (Bas).....	33
3.6. CALIZA (Clz).....	35
3.7. CUARCITA (Cua).....	38
3.8. ESQUISTO (Esq).....	38
3.9. FLUORITA (Flu).....	38
3.10. GNEIS (Gne).....	40
3.11. GRANITO (Gr).....	40
3.12. MARMOL (Mar).....	43
3.13. PEGMATITA (Peg).....	45
3.14. PIZARRA (Piz).....	47
3.15. PORFIDO (Por).....	47
3.16. PUMITA (Pum).....	49
3.17. YESO (Yes).....	50

4. IMPACTO AMBIENTAL.....	53
4.1. VISIBILIDAD Y ALTERACION DEL PAISAJE	53
4.2. CONTAMINACION ATMOSFERICA	53
4.3. VEGETACION. FAUNA	54
4.4. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS.....	54
4.5. RUIDO.....	54
4.6. VIBRACION POR EXPLOSIVOS.....	54
5. VALORACION MINERO-INDUSTRIAL	57
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES	57
5.2. CATALUÑA.....	57
5.3. ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION	59
5.4. ARIDOS NATURALES.....	59
5.5. ARIDOS DE TRITURACION	60
5.6. CEMENTOS	60
5.7. LADRILLERIA.....	61
5.8. INDUSTRIA QUIMICA.....	61
5.9. OTROS USOS.....	61
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	65
7. BIBLIOGRAFIA.....	71
ANEXOS.....	73
A.1. LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS INVENTARIADOS	75
A.2. DIRECTORIO DE EXPLOTADORES.....	81
A.3. LISTADO DE ESTACIONES NO INVENTARIADAS.....	89
A.4. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES	95
A.5. USOS Y SECTORES DE CONSUMO	117

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

En el año 1970 se inició el Plan Nacional de Investigación Minera (PNIM), en el que se contempló, dentro del Programa Nacional de Investigación Geotécnica, la realización del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 bajo el epígrafe titulado Investigación e Inventario de Rocas Industriales.

Estos trabajos fueron llevados a cabo por el IGME, utilizando como base cartográfica el Mapa Militar de España a escala 1:200.000, cubriendo toda la superficie del territorio nacional. Los mapas fueron editados junto con una memoria individual en la que se describían las principales características de las rocas industriales existentes en cada hoja, así como se localizaban y caracterizaban las explotaciones y yacimientos no explotados.

De forma paralela, se creó y estructuró el Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales (ANRMI), en el que cada indicio o explotación quedaba registrada a través de una ficha-inventario informatizada en la que se recopilaban tanto las características de la explotación o yacimientos como la descripción de la sustancia beneficiada.

Posteriormente, en los años 1980 y 1981 el IGME acometió la actualización de este inventario, respetando la simbología utilizada, pero facilitando una normativa para tratar de homogeneizar los criterios con los que se había realizado el primero: «Sistematización de la Normativa a seguir en la Actualización del Inventario Nacional de Rocas Industriales».

En esta actualización se respetó la escala 1:200.000, pero no así el módulo de trabajo, que pasó de la división nacional del mapa militar 1:200.000 a la provincia como unidad de actuación. Además se adjuntó otro mapa provincial, éste a escala 1:400.000, en el que sobre una base geológica se delimitaron los «litotectos» productivos más importantes de las distintas formaciones.

Este programa no fue llevado a término, ya que fue paralizado cuando únicamente se llevaban realizadas 10 provincias.

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 espectacular.

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

Esta gran movilidad del sector implica un cambio continuo en los métodos de explotación, tipos de productos, diversificación 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.

1.2. SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja n.º 35 (Barcelona) a escala 1:200.000 se encuentra situada en el extremo NE de la Península Ibérica, entre los meridianos 2º 08' 49" 5 y 3º 28' 49" 5 de longitud E respecto del meridiano de Greenwich, y los paralelos 41º 20' 04" y 42º 00' 04" de latitud N, comprendiendo parte de las provincias de Barcelona y Gerona. La división y distribución de esta hoja a escala 1:200.000 en 10 hojas 1:50.000 es la siguiente:

332 37-13	333 38-13	334 39-13	335 40-13
364 37-14	365 38-14	366 39-14	
393 37-15	394 38-15		
421 37-16			

Desde el punto de vista geográfico en la superficie que ocupa esta hoja pueden distinguirse las unidades siguientes:

- **Depresión Externa.** Es una región litoral que actualmente está en su mayor cubierta por las aguas del Mediterránea, y de las que sólo emergen relictos tales como el llano de Barcelona y la pequeña depresión de Parafrugell.
- **Cordillera Litoral o Costera.** Procedente de zonas más meridionales, fuera de esta hoja, se prolonga con directrices SO-NE hasta Las Gabarres, cerca de la desembocadura del río Ter. En el área que nos ocupa esta cordillera está formada casi exclusivamente por materiales graníticos y pizarrosos, que dan lugar a las tierras del Tibidabo (532 m), del Maresme (Montnegre, 757m), de la Costa Brava (Puig Caridetes, 519 m) y de las Gabarres (Puig d'Arques, 531 m).
- **Depresión Prelitoral.** Forma una estrecha franja entre cordilleras suavemente alomada y cortada de N a S por numerosos ríos, lo que favorece en gran medida los asentamientos humanos. Esta unidad comprende cuatro comarcas diferenciadas, de las que parte del Vallés y La Selva se encuentran dentro de los límites de esta hoja.
- **Cordillera Prelitoral.** Constituye el elemento morfológico y geológico más complejo de las Cordilleras Costeras Catalanas. Se mantiene sensiblemente paralela a la Litoral, siendo las mayores altitudes las alcanzadas en las sierras de Montseny y de Viellas.
- **Depresión del Ebro.** Está representada en esta hoja por la Plana de Vich. Se trata de una hoya de erosión o enorme valle subsecuente, modelado en calizas, margas y areniscas de edad eocena. Está limitado hacia el E por los relieves que determinan los materiales más antiguos de los macizos de Guillerics y Montseny.

Estas unidades geográficas tienen una correspondencia con unidades desde el punto de vista geológico, englobadas todas en la gran unidad morfoestructural denominada como «Los Catalánides». Así, las dos cadenas montañosas descritas están constituidas por granitos, granodioritas y materiales paleozoicos (mármoles, pizarras y cuarcitas), mientras que las depresiones citadas están rellenas por sedimentos terciarios y cuaternarios.

La red fluvial es de características mediterráneas con ríos de recorrido corto a medio y dirección general NO-SE. Los principales cauces permanentes de la región son el Besos, el Torderá y el Ter.

Las ciudades más importantes son Barcelona y Gerona (está en el límite Norte de la hoja). Otros núcleos de población importantes son Badalona, Mataró, Moncada-Reixach, Granollers, Arenys de Mar, San Celoni, Malgrat, Blanes, San Feliú de Guixols, Palamós, Palafrugell, La Bisbal y Vich.

En cuanto a la red viaria, existe un eje fundamental que une Gerona con Barcelona por autopista. Paralela a ésta existe otra carretera que por el litoral conduce desde Barcelona hasta Malgrat, y desde aquí, ya por el interior hasta Gerona. Otras importantes carreteras unen Barcelona con Sabadell y con Vich.

La red de ferrocarriles comunica Barcelona y Gerona entre sí y con Tarragona, Zaragoza, Lérida y Vich.

El transporte marítimo cuenta con el muy importante puerto de Barcelona; otros puertos menores son los de Palamós, San Feliú de Guixols, Malgrat, Mataró, etc.

2. SINTESIS GEOLOGICA

2. SINTESIS GEOLOGICA

2.1. SITUACION GEOLOGICA

Los materiales aflorantes en el ámbito de la hoja son muy variados, tanto por su origen (sedimentos, plutónicos, volcánicos y filonianos) como por su edad (Cámbrico a Cuaternario).

La mayor parte de estos materiales están integrados en los denominados Catalánides, existiendo un paralelismo entre las estructuras geográficas citadas anteriormente y las geológicas.

En el sector norte de la hoja se localiza la terminación septentrional de la Cordillera Litoral, determinando el borde sur de la Depresión del Ampurdán, y que está formada por materiales metamórficos, paleozoicos, intruidos por rocas ígneas (dioritas, cuarzdioritas, granitos, granodioritas y tonalistas) y atravesadas por diques y filones de cuarzo, pórfidos y permatitas. Hacia el sector sur de la hoja la Cordillera Litoral desaparece bajo los sedimentos terciarios y cuaternarios del Llano de Barcelona, residuo de la antigua Llanura Litoral, hoy, en su mayor parte, sumergida en el Mediterráneo.

Inmediatamente al Oeste de esta alineación, y también paralela a la costa, se extiende la Llanura Prelitoral, con límites sensiblemente rectilíneos que denuncian su carácter de fosa tectónica, y rellena de sedimentos terciarios y cuaternarios de considerable potencia.

Esta fosa tectónica constituye la separación entre la Cordillera Costero-Catalana y la Cadena Prelitoral. Esta última está formada por materiales metamórficos, paleozoicos y extensas intrusiones graníticas (s.l.), fundamentalmente granitos, granodioritas y tonalitas.

En el ángulo NO de la hoja se localiza la Plana de Vich, subcuenca sedimentaria perteneciente a la Depresión del Ebro. Se encuentra rellena de materiales paleógenos de extraordinaria potencia, parcialmente recubiertos por sedimentos cuaternarios. En el centro de la cuenca la disposición del Terciario es subhorizontal, aumentando los buzamientos bruscamente hacia los bordes, sobre todo en el SE en el contacto con la Cadena Prelitoral, donde llega a estar vertical o incluso invertido.

Hacia el extremo NE de la hoja terminan las dos Cordilleras citadas bajo los materiales paleógenos surpirenaicos que, a su vez, desaparecen bajo los sedimentos neógenos de la Depresión del Ampurdán.

2.2. ESTRATIGRAFIA

Los materiales paleozoicos que afloran en la hoja se encuentran afectados por un metamorfismo regional al que localmente se superpone otro posterior de contacto originado por las intrusiones graníticas.

El Mesozoico está poco representado en la hoja, siendo su máxima representación los afloramientos Triásicos existentes entre San Feliú de Codines y El Brull; además sólo afloran pequeños retazos en el área de Badalona-Montgat.

El Terciario se encuentra muy desarrollado en la hoja, ocupando grandes extensiones en la Plana de Vich, depresiones del Ampurdán y La Selva, y en la Fosa del Vallés-Penedés.

También aparecen en la superficie estudiada retazos de un vulcanismo Mioceno-Cuaternario, estando representada, sobre todo, en la Depresión de La Selva, en las localidades de Massanet, La Esparra, San Dalmay, Caldas de Malavella y Gerona.

2.2.1. Paleozoico

2.2.1.1. *Cámbrico-Ordovícico* (7-8)*

La sucesión estratigráfica del Paleozoico en las Cadenas Costeras Catalanas aún no está establecida. Ello se debe, por una parte, a la intensidad de la deformación, y por otra, a la falta de horizontes guía y a la escasez de fósiles anteriores al Silúrico.

* Los números que figuran entre paréntesis hacen referencia a las unidades geológicas del Mapa de Recursos.

Los materiales más antiguos que se han reconocido en las Cadenas Costeras afloran en Las Guillerías y en el Montseny, y han sido datados como Cámbrico-Ordovícico. Se trata de una pizarrosa y/o esquistosa con intercalaciones de cuarcitas y horizontes de calizas y margas en la parte inferior de la serie, transformados en mármoles y rocas calcosilicatadas (8) por efecto del metamorfismo regional. Es la serie pre-Caradoc de las Cadenas Costeras Catalanas.

Esta serie se considera constituida por las formaciones: Canavelles y Fajols, que aunque se han separado y definido en los Pirineos, no se han separado aún en las Catalánides, donde está formada por pizarras con niveles de cuarcita centimétricos, que en el tramo basal contienen bancos de caliza y nivelillos volcánicos, para terminar hacia el techo con un monótono tramo de pizarras, limolitas y areniscas alternantes en finas capas (entre 1 mm y varios cm). La potencia total de la serie no se ha determinado con exactitud, aunque se le atribuye varios centenares de metros e incluso un millar.

En la parte baja de la serie pre-Caradoc se encuentra unos gneises, siempre en la vecindad de los mármoles anteriormente citados.

2.2.1.2. *Caradociense-Ashgillense* (7)

Superpuesto a la serie citada se encuentra una sucesión de grauwacas, pizarras, conglomerados y rocas volcánicas atribuibles al Caradoc. Se han reconocido estos materiales en Las Guillerías y en Las Gabarres, si bien es cierto que la datación se basa en indicios paleontológicos muy escasos.

El espesor del Caradoc no se conoce con exactitud, aunque se evalúa en varios centenares de metros. Los niveles más altos de la serie han sido considerados como Ashgillense.

2.2.1.3. *Silúrico* (9)

Se presenta en el ámbito de la hoja formado por pizarras ampelíticas negras con niveles de liditas, y hacia el muro con intercalaciones de cuarcitas. El nivel total de la serie es de unos 150 a 300 metros.

La mayor parte de los afloramientos se localizan en los alrededores de Barcelona (Gracia, Vallcarca, Montcada, Aiguafreda, Pineda y Malgrat).

2.2.1.4. *Silúrico-Devónico* (10)

Sobre las pizarras ampelíticas anteriormente citadas se localiza un conjunto carbonatado que tradicionalmente se ha atribuido en parte al Silúrico y en parte al Devónico. Dentro de la superficie de la hoja se han localizado afloramientos en la Sierra del Montseny (NE de Aiguafreda) y en la parte oriental de la Sierra del Montnegre.

Esta serie está constituida por dos unidades bien diferenciadas. La inferior está formada por calizas nodulosas, masivas, con un espesor máximo de 40 metros, y una superior, de calizas arcillosas y amargas con nódulos calcáreos de unos 50 metros de potencia.

2.2.1.5. *Carbonífero* (11-12)

La sucesión carbonífera consta de dos tramos claramente diferenciados. La parte inferior está formada por liditas, pizarras y calizas (11), mientras que la superior es típicamente una «Facies Culm», es decir, flyschoides, de pizarras y areniscas (12).

El tramo inferior comienza con 10-20 m de liditas con nódulos fosfatados (Tournaisiense), sobre las que se sitúan, aunque no siempre, de 15 a 30 m de calizas dolomíticas a veces nodulosas (laderas de Montagut en Malgrat), en otras localidades, sobre las liditas se han encontrado 10-30 m de pizarras verdes y púrpuras con delgadas capas de calizas interstratificadas, con abundante fauna Viseiense.

Por encima de este conjunto se encuentra una potente serie flyschoides que representa una sedimentación sintectónica constituida por pizarras, areniscas y conglomerados que se ha datado como Viseiense superior y/o Namuriense. El espesor de esta serie es considerable, y a pesar de la erosión pre-triásica alcanza espesores de varios centenares de metros vistos (Montnegre, Montseny), llegando a más de 1.000 m en el Priorat (Tarragona).

2.2.2. Mesozoico

2.2.2.1. Triásico (13-14-15)

El Triásico que aflora en la hoja se presenta en facies típicamente germánica, y aunque los afloramientos no son muy abundantes ni extensos, se ha podido definir en una estrecha franja SO-NE en las cercanías del Montseny, entre San Feliú de Codines y El Brull.

La serie triásica se inicia con un nivel discontinuo de brechas de muro (1-30 m) de color rojo, seguidas por conglomerados y areniscas rojas y lutitas versicolores (150-200 m) que constituyen las facies Buntsandstein (13), sobre las que se asientan 75-80 m de calizas y dolomías, ya de facies Muschelkalk (14).

Sobre este paquete carbonatado se localizan 75 m de arcillas rojas con intercalaciones de areniscas y yesos, coronados por un paquete de dolomías de 15-20 m de espesor (15), con el que termina la facies Muschelkalk, y que a causa de la erosión pre-eocena sólo aflora al Oeste del río Congost.

Estas dolomías constituyen el techo de la serie triásica, ya que el Keuper, debido seguramente a su total erosión, no aflora en el ámbito de la hoja.

2.2.3. Terciario (15-23)

Dentro de los límites de la hoja, el Terciario está representado por el Paleógeno del Bajo Ampurdán y Plana de Vich, y por los materiales neógenos de las depresiones del Ampurdán, La Selva, Vallés y Llano de Barcelona.

A grandes rasgos, se pueden dividir los materiales constituyentes del Paleógeno en cuatro tramos:

- Tramo basal infraluteciense (16-17).
- Sedimentos del ciclo luteciense (16-17-18).
- Sedimentos del ciclo «Biarritziense-Priaboniense» (16-17-18-19).
- Sedimentos continentales del Oligoceno (20-21).

El tramo basal infraluteciense, también denominado «tramo rojo inferior», está formado por conglomerados y areniscas rojas de facies continental que contienen una cuña marina carbonatada cerca de la base. La potencia de este tramo oscila entre los 300 m en la Plana de Vich hasta los 16 m en la Playa de Pals. Las formaciones que componen este tramo son, de muro a techo:

- Formación Mediona: Thanetiense superior. Formado por lutitas rojas con abundantes horizontes carbonatados (10-35 m).
- Formación Orpi: llerdiense medio. Calizas arenosas y margocalizas con Alveolinas.
- Formación Vilanova de Sau: Cuisiense. Areniscas y conglomerados rojos.
- llerdiense superior?- Luteciense superior: Conglomerados, areniscas y lutitas rojas.

Los sedimentos del ciclo luteciense están formados por las formaciones siguientes:

- Formación Romagats: Luteciense. Constituida por conglomerados y areniscas rojas (unos 225 m).
- Formación Tavertet: Luteciense inferior y medio. Calizas arenosas y bioclásticas, y calizas nummulíticas (50-60 m).
- Formación Coll de Malla: Luteciense superior-Biarritziense inferior? Margas azules (60-100 m).

Los sedimentos marinos del ciclo Biarritziense-Priaboniense se han dividido en:

- Formación Folgueroles: Luteciense superior? Biarritziense medio. Areniscas con glauconita (10 a 100 m).
- Formación Collbas: Biarritziense medio. Areniscas calcáreas, limolitas, margas y calizas (20 a 150 m).
- Formación Igualada: Biarritziense. Margas, limos y arcillas gris-azuladas con alguna intercalación de areniscas. Esta formación alcanza su máximo desarrollo en la Plana de Vich, donde se han reconocido cuatro miembros: Manlleu, La Guixa, Furb y Vespella. El total de la formación alcanza más de 550 m de potencia.
- Biarritziense medio-superior-Priaboniense: Conglomerados, areniscas y margas.
- Formación Tossa: Biarritziense-Priaboniense. Calizas con corales. Potencia media de 45 m.
- Formación La Noguera: Priaboniense medio-superior. Yesos.

Los sedimentos continentales del Oligoceno están representados dentro del ámbito de la hoja por las formaciones siguientes:

- Formación Artes: Constituida por arcillas y limolitas rojizas o abigarradas en las que se intercalan abundantes paleo-canales con areniscas y conglomerados y, ocasionalmente, algún nivel carbonatado.
- Estampiense: Serie detrítica grosera de considerable espesor, constituida por arenas arcósicas y conglomerados formados a partir de pizarras y granitos preexistentes.

El Neógeno (20-21-22-23) del área estudiada está representado por diversos sedimentos que rellenan diferentes cuencas, separadas especialmente, aunque todas son de origen tectónico, siendo las direcciones estructurales que determinan su configuración las NE-SO y NO-SE. Las cuencas son: Bajo Ampurdán, La Selva, Vallés Oriental y Llano de Barcelona.

Los sedimentos neógenos que rellenan la cuenca del Bajo Ampurdán afloran con potencias reducidas y están constituidos por arcillas versicolores con intercalaciones de niveles lenticulares de arenas y conglomerados, más frecuentes hacia el techo. A estos materiales se les reconoce como pertenecientes al Vellesiense-Turoliense. La potencia de estos materiales es de unos 200 m; en la actualidad son utilizados por las industrias ladrilleras de la comarca. Coronan la serie neógena unos esporádicos afloramientos de niveles conglomeráticos lenticulares a los que se les atribuye edad pliocena.

En la Depresión de La Selva, el Mioceno superior-Plioceno está representado por arcasas blanquecinas mal cementadas con conglomerados. Lateralmente y hacia el Norte se produce un paso gradual de las arenas arcósicas a arcillas rojizas, que se corresponde con el cambio de naturaleza de los terrenos circundantes formados por granitos y pizarras, rocas madre de los sedimentos neógenos. Finaliza la serie con un Plioceno representado por unos niveles de conglomerados mal cementados similares a los existentes en el Bajo Ampurdán.

La Cuenca del Vallés Oriental corresponde a la terminación Este del pequeño graben del Vallés-Penedés, y se presenta rellena de sedimentos continentales del Mioceno medio y superior.

El Mioceno medio está representado por unos 1.000 m de arenas arcósicas y conglomerados de cantos heterométricos de naturaleza granítica y filoniana.

El Mioceno superior (Vallesiense) está constituido por arcillas amarillentas y rojizas que contienen pequeños lentejones de arenas y conglomerados y esporádicos nódulos calcáreos de color blanco.

Del Vallesiense superior se han descrito, dentro de la faja, dos facies detríticas:

- Cono del Castellar o Abanico de Sentmenat, constituido por conglomerados grises de cantos de pizarra, granito, cuarzo y caliza en una matriz areno-arcillosa.
- Arcosas del Sur de Caldas de Montbui. Está formada por areniscas y arcillas arcósicas procedentes de la erosión de los granitos de la Cordillera Prelitoral. Hacia el Oeste pasan lateralmente a las facies «Cono del Castellar» y hacia el Este a unos conglomerados poco cementados, dispuestos de manera caótica conteniendo débiles intercalaciones de areniscas y arcillas arenosas.

El Llano de Barcelona presenta un Mioceno marino del Montjuic datado como perteneciente al Serravalliense-Tortonense, y constituido por areniscas lumaquéllicas groseras, localmente conglomeráticas que alternan con arcillas o limos de colores azulados.

El Mioceno continental del Llano de Barcelona está representado en Turó de Montgat y en el Valle del Besós por depósitos de conglomerados rojizos de matriz areno-arcillosa coronados por areniscas y limolitas con una potencia total de unos 40 m.

2.2.4. Cuaternario

Presenta un amplio desarrollo superficial, en su mayor parte de origen continental (fluvial), a excepción de pequeñas áreas de marismas y playas de origen marino.

Se han reconocido los depósitos siguientes:

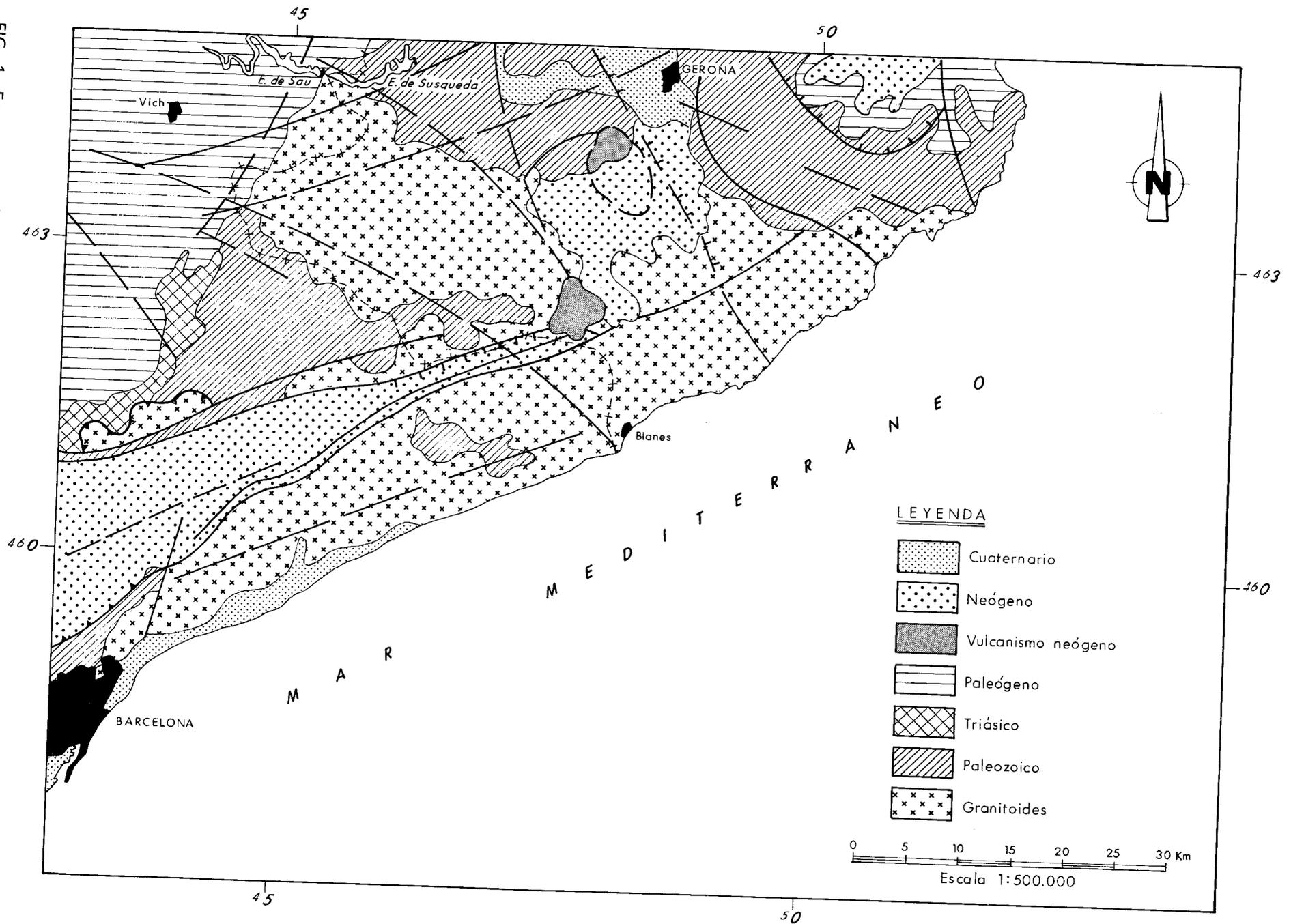
- Conos de deyección (24). Los hay antiguos en San Martín de Sapresa y en Corsá, con forma de abanico detrítico con zonas conglomeráticas y datadas como Villafranquiense. Los modernos son poco representativos y están localizados en la orilla izquierda del R. daura próximos al embalse de Susqueda. Son depósitos detríticos heterométricos.
- Depósitos de arroyada y coluviones antiguos (25). Tienen gran desarrollo y están situados al pie de los relieves en el Vallés. Están formados por un conjunto heterogéneo y heterométrico de cantos y bloques de granito, pizarra y cuarcita englobados en una matriz areno-arcillosa.
- Glacis (26). Están localizados en la Plana de Vich al pie de Las Guillerías. Se trata de arcillas ocres y rojizas que engloban niveles de cantos.
- Depósitos de pie de monte (25). Localizados en la zona de Angles, en Las Guillerías, son depósitos de materiales arcillosos que engloban cantos heterométricos.
- Depósitos aluviales (26). Se trata de terrazas fluviales, depósitos de inundación, barras fluviales, cauces abandonados, etc. Están formados por materiales detríticos de diversa granulometría.
- Limos rojos con caliche asociados a terrazas (26). Se han localizado en los alrededores de Riera de Caldas.
- Derrubios de ladera y coluviones (25). Presentan máximo desarrollo en Las Guillerías y Las Gavarres. Están formados por cantos y bloques englobados en la matriz areno-arcillosa.
- Eluvial (26). Son suelos de alteración «in situ» con poco espesor, que alcanzan su máximo desarrollo en las áreas graníticas, formando un «lehm» que se explota y utiliza en la construcción e industrias de prefabricados de hormigón.
- Dunas (27). Las hay fijas y móviles o litorales, siendo las primeras las de mayor desarrollo en el ámbito de la hoja. Son depósitos eólicos de arenas silíceas. Se han localizado entre Pals y Bagur, y más al Sur de Blanes, siendo explotados entre Regencos y Bagur, y en la Riera de Salesagu.
- Marismas (27). Son depósitos de origen marino de fangos de color gris oscuro, poca consistencia y alta salobridad. Se han localizado hacia el NE de la hoja.
- Playas (27). Aunque en general están poco desarrolladas, abundan más en la mitad Norte de la hoja.

2.3. TECTONICA

La deformación de los materiales paleozoicos de las Cadenas Costeras Catalanas se produjo durante la orogenia hercínica; posteriormente se sobreimpusieron a esta deformación los rasgos característicos de la orogenia alpídica, que también afectó a los materiales secundarios y paleogenos.

Desde principios del Mioceno hasta comienzos del Plioceno se produce una tectónica compresiva- distensiva que da lugar a replegamientos y fuerte fracturación, respectivamente, originando esta última las principales fosas y depresiones de la región (Vallés, Penedés, Selva, etc.).

FIG. 1.- Esquema tectónico.



En el ámbito de la hoja se superponen a las deformaciones originadas por la tectónica hercínica, las causadas por la tectónica alpídica.

La estructura hercínica es el resultado de una deformación polifásica, que en el dominio de las Cadenas Costero-Catalanas estuvo asociada al desarrollo de las foliaciones y a un metamorfismo regional. Este metamorfismo, aunque es en general de bajo grado, y que puede incluso llegar a no afectar a los tramos estratigráficos más altos (Devónico y Carbonífero), mientras que los más bajos (serie pre-Caradoc) presentan un metamorfismo de alto grado.

Estas diferencias en el grado de metamorfismo que afectan a los distintos materiales provocan un diferente desarrollo de las foliaciones.

Así, las estructuras en las zonas de alto grado de metamorfismo, la foliación dominante es una crenulación (S_2) que puede llegar a enmascarar o borrar la primera foliación (S_1). Esto se da en rocas metapelíticas, mientras que en los gneises y anfíbolitas la S_2 está menos desarrolladas.

Las deformaciones tardías (F_3) han modificado notablemente la disposición de las estructuras anteriores, llegando en las áreas de metamorfismo de alto grado a no reconocerse prácticamente las estructuras mayores de primera fase, infiriéndose de acuerdo con la foliación S_1 que debieron formarse pliegues asimétricos de planos axiales algo tendidos. La segunda fase sólo dio origen a pliegues menores, también tendidos, ya que S_1 y S_2 se cortan con ángulos bajos.

En las áreas con bajo grado de metamorfismo, la foliación dominante es la de 1ª Fase que presenta las características de la foliación continua tipo pizarrosidad (S_1).

La crenulación S_2 corta a la S_1 , según ángulos bajos, con escaso desarrollo, y la S_3 corta a las anteriores según ángulos altos. Los pliegues de la 1ª Fase, perfectamente visibles, son asimétricos, a veces acostados, con vergencia Sur (macizo del Tibidabo).

La tectónica alpídica es la que ha definido los rasgos estructurales actuales, debidos fundamentalmente a dos sistemas principales de fallas: NE-SO y NO-SE.

Los movimientos alpinos comienzan en el Eoceno con una fase compresiva que origina fallas inversas, de dirección NE-SO.

A finales del Oligoceno otra etapa de compresión pliega al Oligoceno de Campins, para seguir durante el Mioceno una etapa de distensión en la que juegan un importante papel las fallas NO-SE y NE-SO. Esta etapa es la más importante para la zona estudiada, ya que da lugar a las depresiones del Vallés y La Selva, la fosa de Palafrugell y los macizos de Las Gavarres, Las Guilleries y Bagur.

2.4. METAMORFISMO

El metamorfismo regional que afecta a los materiales paleozoicos es del tipo de baja presión, lo cual condiciona la estrechez de las zonas de isometamorfismo en los dominios mesozonales y catazonales. En cambio, en los dominios epizonales (grados bajo y muy bajo), las zonas de isometamorfismo se ensanchan considerablemente.

El metamorfismo regional tiene carácter progrado, polifásico y plurifacial; el climax se alcanza generalmente después de tener lugar las fases de deformación principales.

Las rocas metamórficas de algún interés para nuestro estudio son los gneises cuarzo-feldespáticos leucocráticos y los mármoles. Otras rocas metamórficas que afloran dentro de la hoja son rocas calco-silicatadas y ortoanfíbolitas.

Existe, además del metamorfismo regional, un metamorfismo de contacto desarrollado alrededor de los granitoides intruidos con posterioridad a aquél. La potencia de las aureolas es variable, no sobrepasando los 1.000 m.

2.5. ROCAS PLUTONICAS (1-6)

Los gabros (1) son extraordinariamente escasos en la hoja estudiada. Solamente existen dos afloramientos, uno en Susqueda y otro en Orsa Vinyá. Son rocas oscuras con cerca del 50% de plagioclasa y algo de cuarzo.

Las *dioritas* y *cuarzodioritas* (1) se presentan en pequeños y numerosos afloramientos de los que destaca, por su tamaño, el de Susqueda. Son rocas de grano fino a medio, color gris oscuro, con fácil meteorización que da lugar a una morfología de disyunción en bolas.

Las *tonalitas* (3) tienen un alto contenido en plagioclasa, con bastante cuarzo y biotita en detrimento del feldespato potásico que es muy escaso. Se meteoriza con facilidad, dando origen a un sauló muy incoherente de grano grueso muy inestable, que bruscamente da paso a la roca fresca a través de un frente de alteración neto. El afloramiento de estas tonalitas es único en la hoja con una considerable extensión localizado en la zona suroccidental de la Cadena Litoral, extendiéndose entre Alella y Canyamars. El afloramiento está atravesado por numerosos diques porfídicos, graníticos y granodioríticos de dirección principal NE-SO. También están presentes algunos diques de aplitas y pegmatitas.

Las *granodioritas* (2 y 3) comprende la mayor parte de las rocas plutónicas cartografiadas en la hoja. Su aspecto es bastante uniforme, de color gris azulado y tamaño de grano medio, aunque es posible encontrar diferenciaciones de grano fino y grueso. En la cartografía no se han diferenciado los cuatro grupos petrográficamente diferenciables:

- a) Granodioritas de grano fino biotíticas o biotítico-hornbléndicas (Turó del Morou, Corredor, etc.).
- b) Granodioritas biotíticas porfiroides (Palafolls, Blanes, S'Agaró, Palamós, Llagostera, etc.)
- c) Granodiorita biotítica con hornblenda accesoria de grano medio a grueso (Tiena, Montornés, Mataró, Canet, etc.)
- d) Granodioritas biotíticas de grano medio (Badalona, Orrius, Cabrera, Lloret, Santa Fe del Montseny, Romanyá de la Selva, etc.)

Los granitos (2, 3, 4 y 5) existentes en la hoja pertenecen al grupo de los monzogranitos o granitos monzoníticos, y es posible distinguir cinco facies distintas:

- a) Granito biotítico porfídico y porfiroide de Tagamanent-Vallformes.
- b) Leucogranito moscovítico de grano fino de Cassá de La Selva.
- c) Granitos y leucogranitos de grano medio a grueso de Montnegre, Hostalrich, Susqueda, San Feliú de Guixols y Sant Genís de Palafolls.
- d) Leucogranitos aplíticos de grano fino a medio de Céllecs, Burriac, Morou, Tamarin-Aiguablava, etc.
- e) Leucogranito de dos micas y grano fino de Castillo de Aro.

2.6. ROCAS FILONIANAS (no cartografiadas)

Estas rocas son muy abundantes en determinadas zonas de afloramientos plutónicos, llegando apenas a penetrar en su encajante metamórfico. Son los pórfidos graníticos o granodioríticos los más abundantes con abrumadora diferencia, aunque también existen de naturaleza diorítica, cuarzodiorítica, felsítica, aplítica y pegmatítica. También hay que destacar la abundancia en determinadas zonas de la Costa Brava de diques de lamprófidos.

2.7. ROCAS VOLCANICAS (22)

Las principales manifestaciones volcánicas existentes en la hoja se localizan en Massanet de La Selva, La Esparra, San Dalmai y proximidades de Santa Coloma de Farnés y Gerona. Otras, de menor tamaño son las existentes en Llagostera, Madremanyá y Blanes. La edad de este vulcanismo es neógeno-cuaternaria.

Estas manifestaciones volcánicas están íntimamente relacionadas con las fallas predominantes de direcciones NO-SE y NE-SO. Es precisamente en las zonas de cruce o interacción donde se localizan los principales volcanes.

Mientras que el volcán de San Dalmai es de tipo explosivo con una gran caldera de piroclastos, el vulcanismo de Massanet y La Esparra está caracterizado por la existencia de extensas coladas basálticas, y el de Hostalrich, Llagostera, Madremanyá, etc., está representado por pitones (necks). La naturaleza de todas estas manifestaciones es basáltica.

3. DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

3. DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Durante el desarrollo de este proyecto se han visitado un total de 324 puntos de explotación e indicios, de los cuales se han inventariado 184, considerados de mayor interés. También se han considerado aquellos puntos localizados a través de algún estudio específico, tesis o artículo que, por los análisis y/o ensayos publicados pudieran tener interés industrial, o al menos, permitan una caracterización aproximada del litotecto al cual pertenecen.

No han sido inventariados las explotaciones abandonadas poco importantes o indicios de interés secundario, pero se han incluido en anexo A-3 al objeto de no perder información, citando las causas que han motivado su exclusión del inventario, así como otros datos tales como sustancia, localización (UTM), posible utilización, etc.

En la descripción de las explotaciones e indicios que se expone a continuación se reseñan brevemente características de los yacimientos, explotaciones e indicios de interés. También se incluyen datos industriales y económicos que en su mayor parte se han obtenido de los propios productores, y otras veces de las Asociaciones profesionales o jefaturas Provinciales de Minas. Finalmente se exponen los resultados de los análisis y ensayos realizados, comentando las posibilidades de utilización de acuerdo con las especificaciones requeridas por la industria.

Es de destacar en esta hoja la extraordinaria concentración de explotaciones en los alrededores de la ciudad de Barcelona, que en general poseen un alto grado de mecanización y, en consecuencia, unas producciones importantes. El mayor número de ellas y el mayor volumen de producción corresponde a las explotaciones de áridos, tanto naturales como de machaqueo.

También son de importancia las explotaciones y reservas de rocas para construcción y ornamentación: areniscas, calizas, granitos, mármol y pizarras. Le siguen en importancia las explotaciones dedicadas a la extracción de materias primas para la industria cerámica, principalmente para el subsector de cerámica estructural. El área de producción más importante está localizado en los términos de La Bisbal y Quart.

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

Arcilla común (Arc)	Gneis (Gne)
Arena (Are, Leh)	Granito (Gr)
Arenisca (Arn)	Grava (Grv)
Barita (Bar)	Mármol (Ma)
Basalto (Bas)	Pegmatita (Peg)
Caliza (Clz)	Pizarra (Piz)
Cuarcita (Cua)	Pórfido (Por)
Esquitos(Esq)	Pumita (Pum)
Fluorita (Flu)	Yeso (Yes)

3.1. ARCILLA COMUN (Arc)

Se han inventariado 14 estaciones, de las que la mayor parte corresponden a explotaciones con actividad extractiva intermitente, generalmente con carácter estacional debido a la facilidad de inundación de estas canteras en época de lluvias.

El tipo de minería tradicional es el de «cielo abierto», efectuándose el arranque mediante palas excavadoras, y realizándose el transporte del material hasta las industrias cerámicas por carretera.

La mayor parte de la producción de arcillas se destina a la fabricación de cerámica estructural. Después de ésta la utilización principal es la de refractarios.

La principal zona de producción se centra en La Bisbal, existiendo tres canteras actualmente activas, con una producción global de unas 35.000 t/año que se extraen en frentes de dimensiones 80 x 15 m. Los materiales extraídos pertenecen al Tortoniense. En el término de Cruilles existe una cantera que produce unas 40.000 t/año. La estación n.º 43 corresponde a un tejear artesanal, que aún utiliza horno de leña, fabricándose teja y baldosa para decoración.

Las restantes explotaciones que mantienen alguna actividad extractiva trabajan de forma intermitente, condicionadas por la demanda y las condiciones climáticas, oscilando las producciones entre 200 y 1.000 t. Las canteras presentan frentes de explotación de dimensiones muy variables, desde 30 x 2,5 m hasta 200 x 6 m, siempre en un solo banco.

ARCILLAS

N.º EST.	FOR. GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM(Z)	LOCALIDAD	EST.	RES	USOS
30	26	333	471.50	4644.95	240	Anglés	EB	B	–
41	21	334	486.85	4642.60	100	Quart	EI	M	9
42	21	334	487.30	4642.10	80	Quart	EI	M	9
43	21	334	487.25	4642.10	80	Lambil.	EA	M	22
44	21	334	501.90	4645.90	80	La Bisbal	EA	M	9
45	21	334	501.80	4645.80	80	La Bisbal	EA	M	9
46	21	334	501.80	4645.85	75	La Bisbal	EA	M	9
47	21	334	501.40	4645.80	75	La Bisbal	EB	M	–
48	21	334	501.60	4645.55	65	Cruilles	EA	M	9
85	21	365	468.80	4623.10	100	Hostalrich	EI	A	10
124	21	365	463.75	4620.20	120	Riells	EI	A	10
151	21	393	452.10	4611.90	200	Ll. Vallés	EI	A	9
180	21	421	431.00	4594.40	60	Monc. y R.	EI	B	9
182	26	421	433.00	4592.90	120	Monc. y R.	EI	D	9

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación intermitente. EB = Explotación abandonada. A = Atlas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas

A continuación se sintetizan los resultados de los análisis realizados sobre las muestras que se tomaron:

Análisis químicos:

N.º estación	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
30	71,80	0,60	13,75	2,75	0,23	4,30	0,03	0,65	4,65
43	46,00	12,60	15,10	2,72	1,83	5,00	0,08	0,33	15,04
151	62,40	1,96	16,33	3,57	1,60	5,26	0,07	0,62	7,61
180	59,96	3,55	14,47	3,24	1,42	5,45	0,07	0,05	9,10

Realiz.: Lab. E. N. ADARO

Granulometría (%):

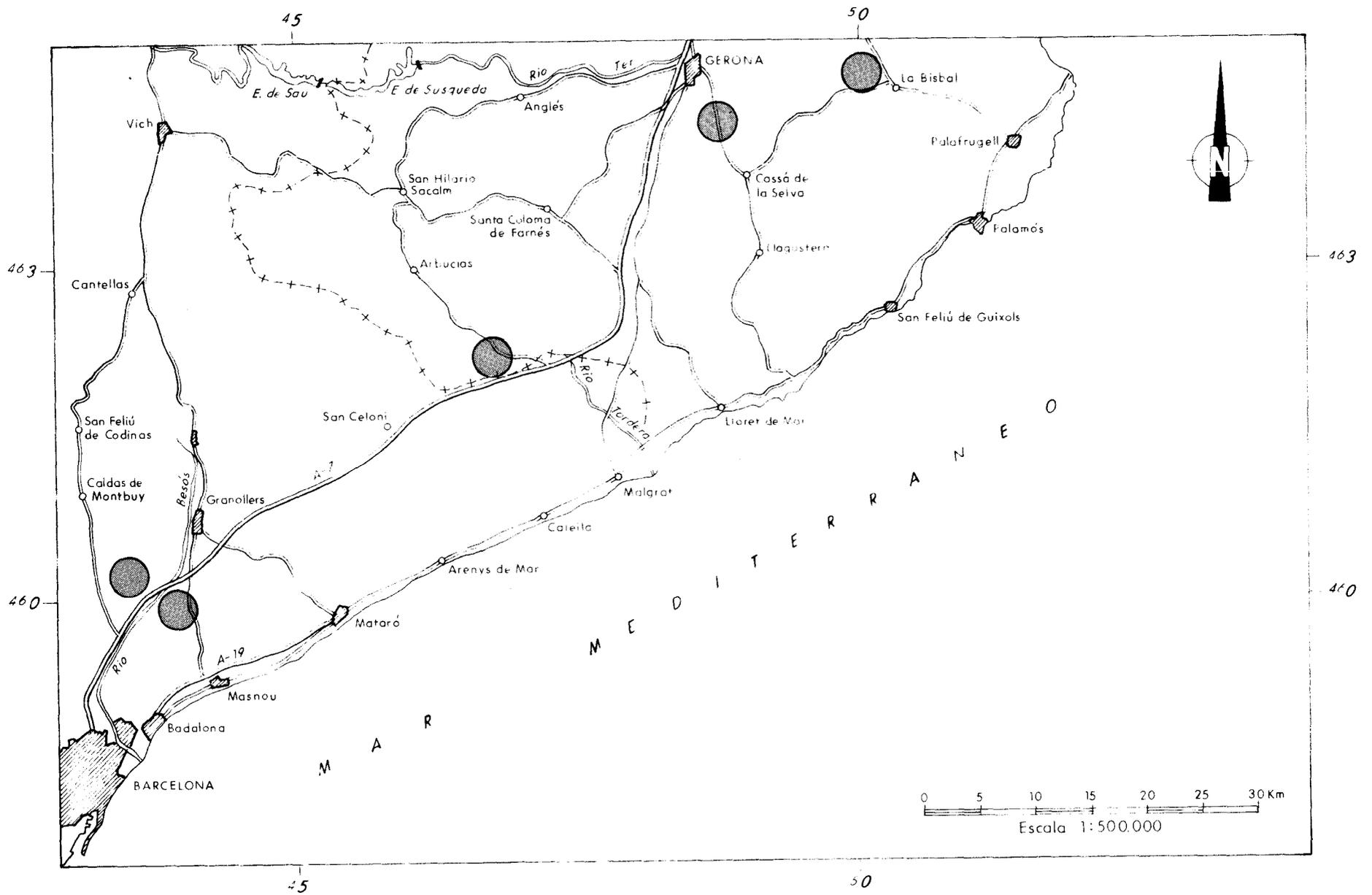
N.º estación	Grava	Arena	Limo	Arcilla
30	16	30	41	13
43	–	22	59	19
151	6	18	64	12
180	20	28	45	7

Límites de Atterberg (%):

N.º estación	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice (IP)
30	31,8	16,4	15,4
43	34,5	15,3	19,2
151	36,7	15,2	21,5
180	32,4	18,3	14,1

Se trata en general de arcillas limosas con plasticidad baja o baja a media que contienen una importante fracción de arena heterométrica (generalmente fina-media) e incluso algo de grava de tamaño fino. Su utilización en la industria cerámica es muy limitada, debiéndose mejorar las pastas con adiciones de otras arcillas más nobles para su uso en la fabricación de cerámicas finas. El material explotado en la tejera de la estación n.º 43 es una arcilla margosa y limona, muy adecuada para el uso artesanal a que se destina.

FIG. 2.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Arcillas.



3.2. GRAVA, ARENA Y ARENA DE GRANITO (Grv, Are, Leh)

Se agrupan en este apartado materiales genéticamente diversos, pero similares por su utilización y métodos de explotación, ya que al no estar consolidados no es necesario para su extracción el uso de explosivos, utilizándose normalmente una pala excavadora o retroexcavadora en cantera. Para su descripción se las divide en:

- Grava y arena.
- Arena de granito.
- Arenas eólicas.

3.2.1. Grava y arena (Grv, Are)

Se han inventariado un total de 26 estaciones, de las cuales 19 mantienen una actividad continua durante todo el año y dos de ellas extraen material de una manera intermitente.

Las explotaciones son, en su mayor parte, de tamaño medio a grande y generalmente poseen la mecanización estrictamente necesaria para lograr una clasificación del material extraído, y en el mejor de los casos, una pequeña planta de trituración y clasificación.

En general se trata de depósitos cuaternarios de origen fluvial, que se presentan formando terrazas y depósitos aluviales actuales en los principales ríos: Besós, Torderá y Ter. La mayor concentración de explotaciones se localizan inmediatamente al Norte de Barcelona, en los valles del río Besós y afluentes. Otras concentraciones de graveras y areneros se localizan al Norte de Vich y en los alrededores de Hostalrich, San Celoni y Riudarenas, en el cauce y terrazas del río Torderá. También sobre el valle del río Ter, al Oeste de Gerona, se ubican varias graveras. La producción global en la hoja n. 35 excede de 1.050×10^3 t; el precio de venta oscila entre las 500 y 900 ptas./t, siendo 600 pesetas el precio medio de la tonelada.

El mayor volumen de reservas se encuentra en el valle del río Torderá, aguas abajo de San Celoní.

GRAVA Y ARENA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
4	26	332	437.55	4650.10	480	M. Voltregá	EA	M	3
5	26	332	437.55	4649.70	480	M. Voltregá	EA	M	3
6	26	332	440.55	4649.10	440	Manlleu	EA	M	3
7	26	332	442.18	4648.55	420	Mas Roda	EB	M	-
25	26	333	470.25	4645.70	135	Amer	EA	M	3
27	26	333	475.95	4647.85	110	S. Gregori	EA	M	3
28	26	333	473.32	4647.10	100	Bescano	EA	M	3
32	26	333	483.65	4648.35	70	Gerona	EA	M	3
86	26	365	468.10	4622.30	95	Hostalrich	EI	M	3
90	26	365	476.30	4629.55	90	Ruidarenas	EA	M	3
91	26	365	476.50	4629.20	70	Ruidarenas	EA	M	3
93	26	365	475.65	4627.85	70	Ruidarenas	EI	M	3
120	26	365	467.90	4621.18	70	Hostalrich	EA	A	3
121	26	365	467.05	4620.95	100	S. Feliú B.	EB	A	-
122	26	365	467.20	4620.85	80	S. Feliú B.	EB	A	-
123	26	365	467.10	4620.80	80	S. Feliú	EB	A	-
125	26	365	464.25	4619.22	90	San Celoni	EA	A	3
126	26	365	468.75	4620.80	70	Hostaltich	EA	A	3
141	26	393	430.85	4607.70	180	C. Montbuy	EA	M	3/4/22
142	26	393	429.20	4606.74	180	Sentmenat	EB	M	-
143	26	393	436.30	4609.85	180	S. Eulalia	EA	B	3
144	26	393	437.40	4604.20	205	Lliga Vall	EA	B	3
157	26	393	434.30	4597.32	60	Llagosta	EA	B	3
161	26	393	443.00	4603.05	180	La Roca	EA	D	3/4
162	26	393	443.20	4603.00	120	La Roca	EA	D	3/4
175	26	393	453.10	4597.65	3	Mataró	EA	M	3

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación intermitente. EB = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

3.2.2. Arena de granito (Leh)

La alteración superficial y meteorización de las rocas graníticas da lugar a una disgregación de la roca, con la consiguiente separación de las especies minerales que la forman, originando «in situ» depósitos granulares no consolidados (lehm), en los que predomina el cuarzo sobre el feldespato, habiendo desaparecido, al menos parcialmente, los filosilicatos. Localmente este material recibe el nombre de «sauló».

Las explotaciones que benefician estos depósitos no suelen alcanzar grandes dimensiones (excepto la de Bigas y Riells de 240 x 45 m), pudiéndolas catalogar de medianas. La mecanización existente en ellas es mínima y consiste en una pala cargadora que tras pasar el material arrancado por una criba simple (rejilla con luz > 10 cm), lo carga en camiones para su expedición.

De las 23 estaciones inventariadas 14 corresponden a explotaciones que mantienen una continua actividad extractiva a lo largo del año, mientras que 6 tienen carácter intermitente y 4 representan frentes de explotación actualmente abandonados. La producción global asciende a más de 400.000 t que se comercializan a un precio unitario que oscila entre las 200 y 800 pesetas. (Ver cuadro y análisis en pág. 33).

3.2.3. Arena eólica (Are)

Se trata de depósitos de arenas y limos de origen eólico que han dado lugar a dunas litorales de pequeño desarrollo, y a otras, más antiguas y ya fijas, que revisten más importancia que aquéllas para nuestro estudio por su mayor desarrollo y posibilidades de explotación.

Las reservas existentes en Regencós (entre Bagur y Pals), al NE de la hoja estudiada, pueden considerarse medianas, sin tener en cuenta que desde Blanes hasta la desembocadura del río Torderá es casi continua la existencia de dunas de arenas silíceas. (Ver cuadro y análisis en pág. 33)

Análisis químicos:

N.º estación	CO ₃ = (%)	SO ₄ = (%)
6	4,76	<0,02
91	1,78	<0,02
120	1,32	<0,02
125	1,76	<0,02
143	4,69	<0,02
157	2,29	<0,02

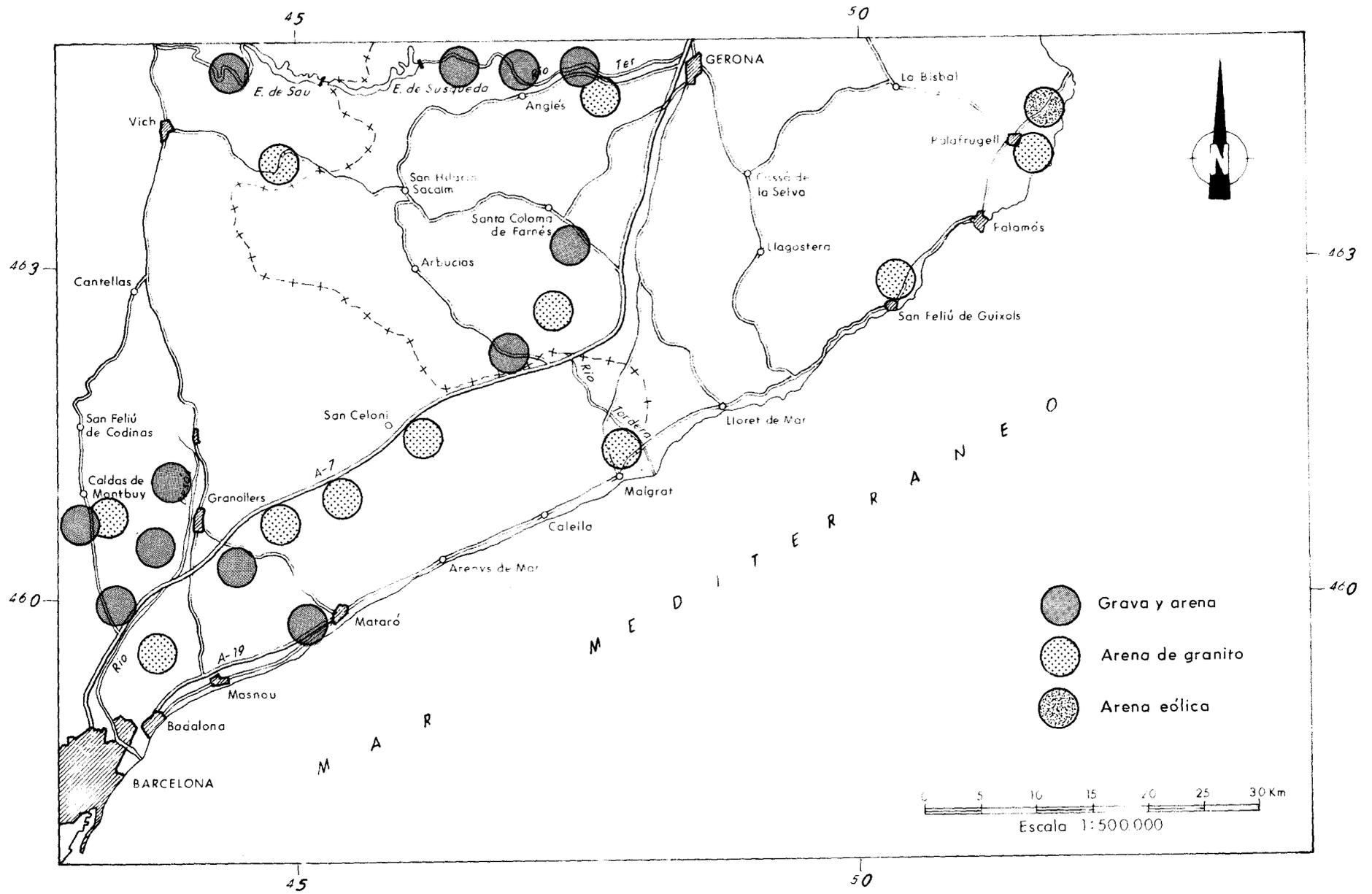
Equivalente arena:

N.º estación: 9184%
N.º estación: 14330%
N.º estación: 15797%

3.3. ARENISCA (Arn)

La extracción de arenisca es prácticamente nula en la hoja de Barcelona, si bien quedan dos canteras activas, aunque con actividad intermitente. Las explotaciones se concentraron en dos zonas que corresponden a dos formaciones geológicas diferentes del Triásico y del Paleógeno.

FIG. 3.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Arena, Grava, Arena de Granito y Arena Eólica.



ARENA DE GRANITO

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
11	3	332	449.10	4640.05	580	Saturnino	EA	A	3
12	3	332	448.85	4639.80	600	Saturnino	EA	A	3
13	3	332	447.50	4638.50	600	Saturnino	EB	A	-
14	3	332	448.98	4638.80	640	Saturnino	EB	A	-
15	3	332	446.97	4634.24	880	Viladrau	EA	M	3
18	3	332	453.85	4634.06	900	Arbucias	EI	M	3
29	3	333	476.20	4645.70	160	Bescanto	EA	M	3
65	3	335	517.10	4640.12	100	Palafrugell	EA	M	3
76	3	364	430.75	4613.40	440	B. y Riells	EA	A	3
96	3	365	473.55	4626.60	100	Ruidarenas	EI	M	3
100	3	365	472.62	4625.25	40	Massanas	EI	M	3
116	3	365	458.45	4614.45	260	S. Celoni	EI	A	3
119	3	365	457.85	4614.10	240	S. Celoni	EI	A	3
132	3	366	485.05	4627.65	120	Vidreras	EI	M	3
146	3	393	448.10	4607.60	300	Llinars V.	EA	B	3
152	3	393	452.86	4611.00	200	Llinars V.	EA	M	3
153	3	393	454.20	4610.65	260	Villalba	EA	M	3
154	3	393	453.10	4610.68	240	Llinars V.	EA	M	3
155	3	393	451.35	4607.15	360	Dosrrius	EA	M	3
156	3	393	454.90	4606.50	220	S. Andrés	EA	M	3
171	4	393	443.80	4601.00	200	Villanova	EA	A	3
173	3	393	449.55	4598.50	300	Cabrera	EA	A	3
179	2	394	479.90	4612.05	15	Palafolls	EB	D	-

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación intermitente. EB = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químicos:

N.º estación	CO ₃ = (%)	SO ₄ = (%)
11	2,69	<0,02
15	4,24	<0,02
29	2,84	<0,02
65	2,71	<0,02
96	2,90	<0,02
132	2,24	<0,02

ARENAS EOLICAS

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
60	27	335	515.35	4645.48	110	Regencós	EA	M	-
61	27	335	515.25	4645.25	140	Regencós	EB	M	3
62	27	335	515.50	4644.80	120	Regencós	EA	M	3
64	27	335	515.40	4644.20	120	Regencós	EA	M	3

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

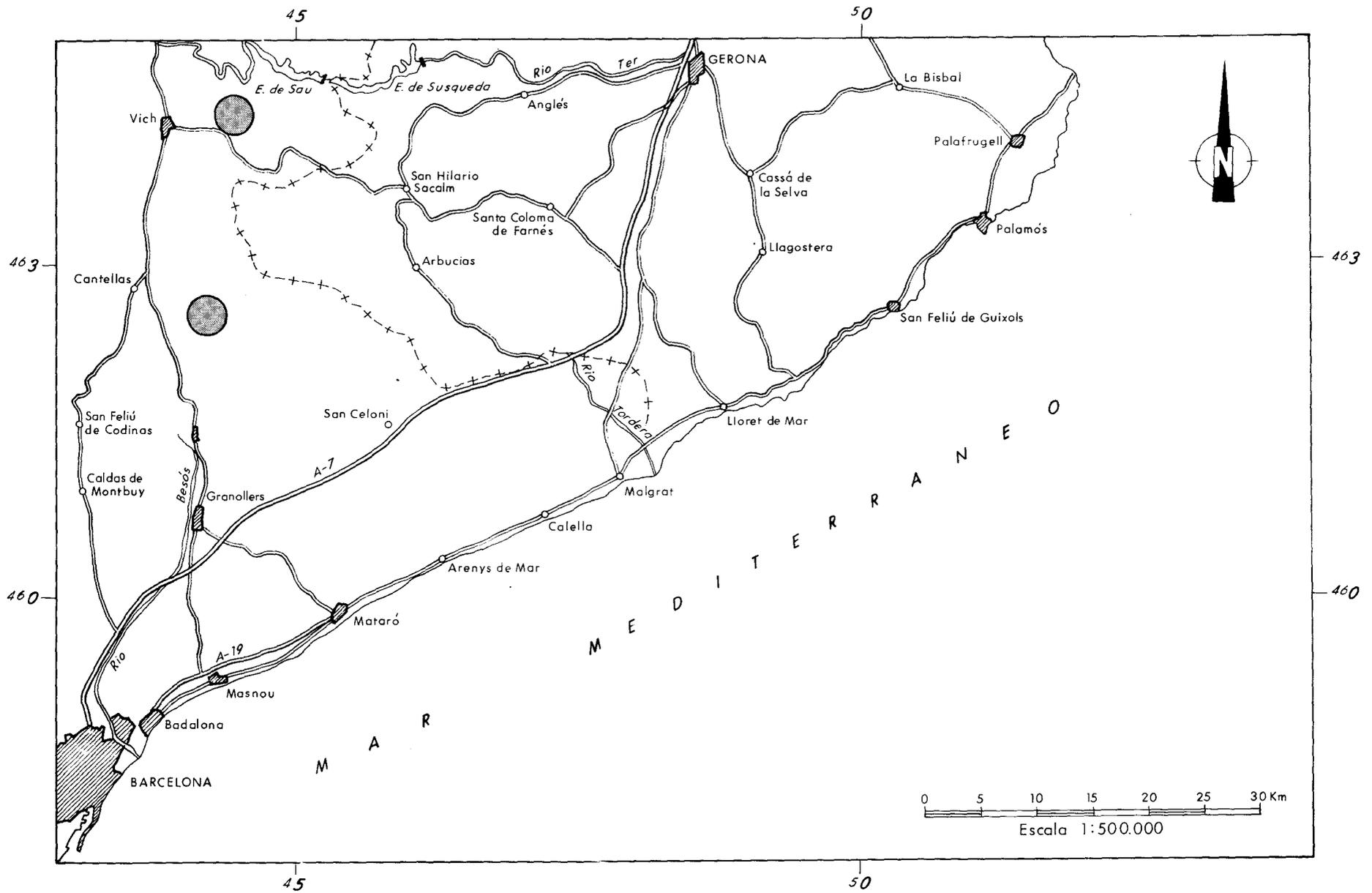
Análisis químico:

N.º estación	CO ₃ = (%)	SO ₄ = (%)
60	5,48	<0,02

Equivalente arena:

N.º estación: 60 69%

FIG. 4.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Arenisca.



ARENISCA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
8	16	332	443.08	4646.35	500	Mas Roda	EB	B	–
9	16	332	443.35	4643.00	580	Folgeroles	EI	M	2
10	16	332	443.35	4639.30	580	Sant Julia	EB	M	–
77	13	364	441.60	4621.50	750	Tagamanent	EI	A	2
78	13	364	440.10	4620.50	700	Tagamanent	EB	A	–

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Una de las zonas está situada al NO de la hoja, en la formación Folgeroles, constituida por areniscas grises azuladas con glauconita. Se presenta tableada, en capas de 1 a 2 m con buzamientos suaves, lo que ha permitido su explotación como roca de construcción en planchas de solado y revestimiento, una vez cortada a espesores comerciales.

El tamaño de las explotaciones es pequeño, y en el momento de la vista estaban todas inactivas, aunque en alguna de ellas existían stocks almacenados.

En la otra zona, al Sur de Montseny, en Tagamanent, hay dos frentes de cantera, actualmente abandonados, sobre areniscas del Buntsandstein, que se dedicaron para áridos naturales y/o trituración.

Análisis químicos:

N.º estación	Coefficiente de absorción agua (%)	Peso especif. aparente (g/cm ³)	Choque térmico Variación del peso (%)
9	2,62	2,44	0,06
8	2,49	2,48	0,02

3.4. BARITA (Bar)

La actividad extractiva sobre esta sustancia en la hoja de Barcelona es nula en la actualidad. Se han localizado tres antiguas explotaciones subterráneas que beneficiaron filones de barita y galena. En dos de ellas la roca de caja de estos filones es un granito biotítico, mientras que en la tercer (estación 21) arman en metamórfico.

La cuarta estación inventariada corresponde a un indicio del que se desconoce su potencial.

Las reservas comprobadas son pequeñas (o desconocidas), pues son filones de 1 a 1,5 m de espesor en los que no siempre se puede comprobar su continuidad longitudinal.

BARITA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
16	3	332	451.05	4640.10	650	Saturnino	EB	B	–
17	3	332	451.50	4635.80	800	Espinelves	EB	B	–
21	7	333	465.40	4650,00	720	Amer	EB	D	–
54	3	334	512.00	4640.50	90	Montras	IN	D	–

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Se han realizado análisis químicos y de blancura de dos muestras de barita, cuyos resultados se sintetizan a continuación:

Análisis de blancura:

Estación n.º 21: Blancura 51,85
Amarilleo 21,95

Estación n.º 17: Blancura 53,00
Amarilleo 13,70

Análisis químicos:

Estación n.º 21	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)
	8,30	0,20	<0,05	0,16	0,20	0,22	0,02
	Na ₂ O (%)	Ba (%)	Sr (%)	SO ₄ (%)	TiO ₂ (%)	P.F. (%)	
	0,40	52,40	0,94	37,50	0,03	0,29	
Estación n.º 17	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)
	4,95	3,82	<0,05	0,15	0,15	0,90	0,03
	Na ₂ O (%)	Ba (%)	Sr (%)	SO ₄ (%)	TiO ₂ (%)	P.F. (%)	
	0,40	50,20	1,07	37,76	0,02	0,80	

3.5. BASALTO (Bas)

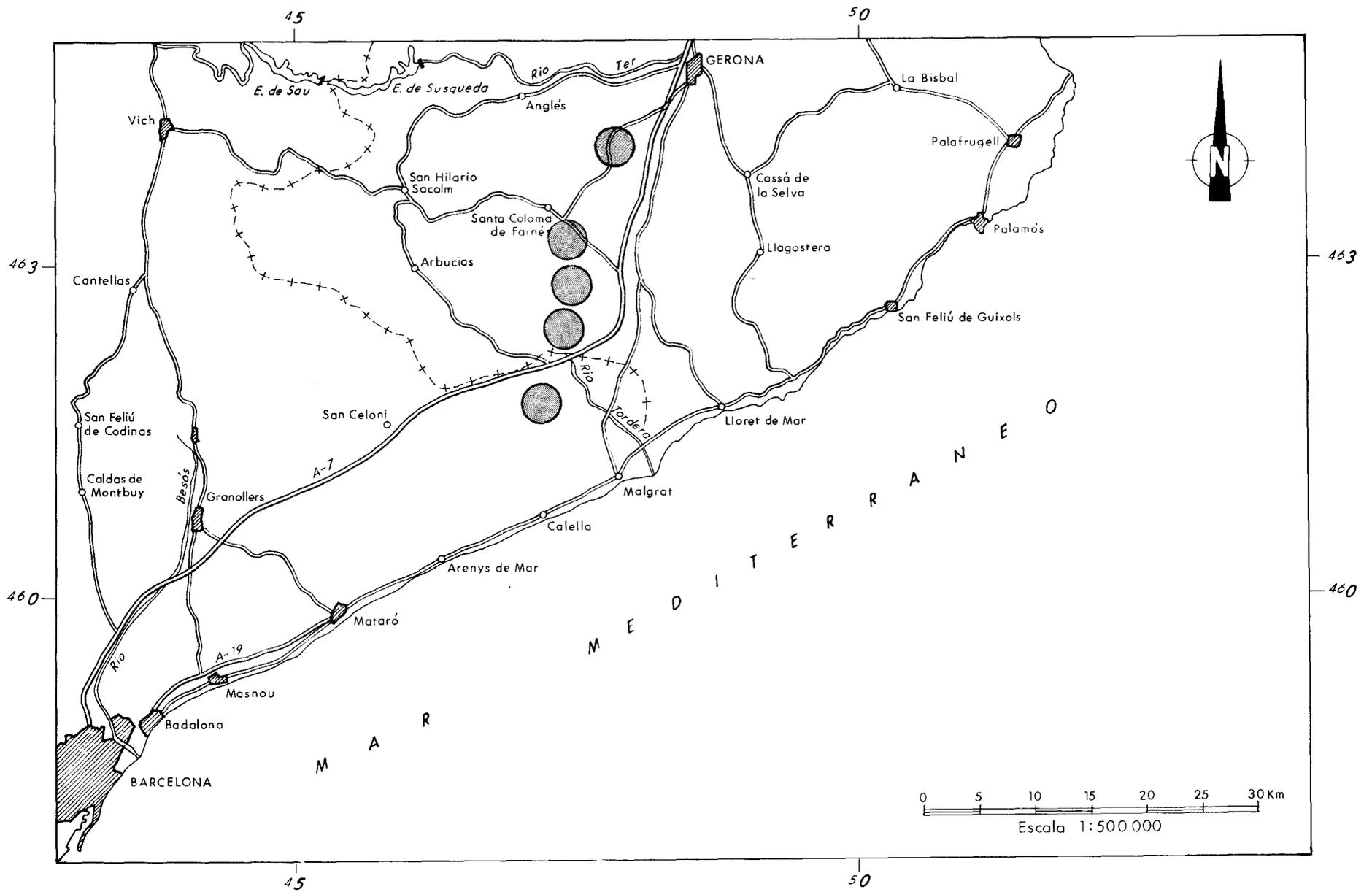
Se han inventariado nueve estaciones, de las que tres corresponden a explotaciones activas, una mantiene actividad intermitente, cuatro son frentes de canteras abandonadas o inactivas y una es un indicio.

El material es un basalto olivínico que se presenta en coladas de espesor variable dispuestas directamente sobre rocas plutónicas o materiales paleozoicos y desapareciendo ocasionalmente bajo sedimentos recientes. La distribución de los yacimientos es irregular, aunque siempre están relacionados con las directrices estructurales de la fosa tectónica de la comarca de la Selva.

La totalidad de los volcanes existentes en este área son de tipo estromboliano, presentándose constituidos por un cono de productos piroclásticos abierto o en herradura y unas coladas basálticas de variable extensión que fluyeron siguiendo líneas de máxima pendiente.

Las explotaciones son canteras de ladera a cielo abierto de medianas dimensiones con un solo blanco. El arranque del material se hace con explosivos, existiendo la mecanización suficiente y necesaria. El destino de la producción es el mercado de áridos, existiendo casos (estación 95) en los que se beneficia simultáneamente coladas basálticas para áridos de trituración.

FIG. 6.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Basalto.



ción y productos piroclásticos para áridos ligeros. La producción global ronda las 100.000 t/año, vendiéndose a un precio que oscila entre las 500 y 900 ptas./t.

BASALTO

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
87	22	365	474.35	4630.85	50	Ruidareñas	EB	M	–
88	22	365	474.40	4630.25	100	Ruidareñas	EA	B	4
92	22	365	477.10	4629.20	90	Ruidareñas	EI	M	4
184	22	365	476.70	4627.20	75	Sils	EB	A	–
95	22	365	475.90	4626.88	110	Massanet	IN	D	–
101	22	365	476.70	4625.25	150	Massanet	EB	M	–
102	22	365	475.90	4624.80	120	Massanet	EA	B	4 (6)
108	22	365	476.15	4623.48	90	Massanet	EB	M	–
128	22	365	472.70	4618.80	160	F. Torderá	EA	M	4

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químicos

N.º estación	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
88	45,6	11,7	19,3	–	6,9	10,0	–	–	3,4
102	47,55	10,10	15,52	0,75	5,17	9,05	0,30	3,52	4,83

3.6. CALIZA (Clz)

Se han inventariado 14 estaciones, de las cuales 12 corresponden a explotaciones activas y las dos restantes a frentes inactivos o abandonados.

Las mayores concentraciones de explotaciones se localizan en las cercanías de Bagur y al NO de la Sierra de Montseny.

De las activas, seis de ellas están dedicadas a rocas ornamentales y de construcción, y seis emplean su producción para áridos de trituración y una de calizas y pizarras para la fabricación de cemento y áridos de trituración.

Seis de las explotaciones benefician las calizas tableadas con Orthoceras en facies griotte del Devónico, dedicando tres de ellas su producción a rocas ornamentales y de construcción, y una a áridos de machaqueo.

Tres explotaciones se encuentran en las calizas del Muschelkalk, utilizando el material extraído como áridos de machaqueo.

De la Formación Collbas del Luteciense-Biarritzense se explotan los materiales carbonatados de facies arrecifales para áridos de trituración en las cercanías de Seva.

También las calizas con corales de la Formación Tossa son beneficiadas para su utilización como rocas de construcción en las inmediaciones de San Bartolomeu de Grau, y las calizas arenosas nummulíticas de la Formación Tavertet, en el término de Gerona, como rocas ornamentales.

Los episodios calizos bioclásticos de la Formación Igualada, localizados al S de Centellas, son explotados como roca de construcción.

CALIZA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
1	17	332	432.70	4648.00	880	S. B. Grau	EA	M	2
2	17	332	431.50	4647.60	720	S. B. Grau	EB	B	-
40	17	334	486.50	4647.70	150	Gerona	EA	A	1
55	10	335	518.42	4646.65	120	Bagur	EA	A	1/2
57	10	335	518.00	4646.05	180	Bagur	EA	M	1/2
58	10	335	517.90	4645.55	180	Bagur	EA	A	1/2
59	10	335	518.10	4645.50	140	Bagur	EB	A	-
63	10	335	515.55	4644.40	160	Regencós	EA	M	4
68	16	364	435.75	4625.30	620	Centellas	EA	M	1/2
69	16	364	436.80	4628.55	570	Seva	EA	M	4/22
70	14	364	437.10	4626.80	500	Balenya	EA	A	4/22
71	14	364	437.12	4626.60	480	Seva	EA	A	4/22
75	14	364	433.70	4616.00	300	B. y Riells	EA	M	4
178	10	394	473.25	4610.50	60	Pineda	EA	A	4
183	10	421	431.02	4591.80	125	Moncada-R.	EA	M	4/6

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químico

Estación n.º 68	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
	7,96	46,18	1,34	0,39	1,50	1,37	0,02	2,28	37,96

N.º estación	Coefficiente de absorción	Peso especif. aparente	Choque térmico Variación del peso (%)
1	5,24	2,26	0,02
57	0,43	2,81	0,07
57	0,10	2,72	0,07
58	0,52	2,82	0,13
58	0,14	2,72	0,06
68	0,25	2,69	0,04
40	0,94	2,62	0,17

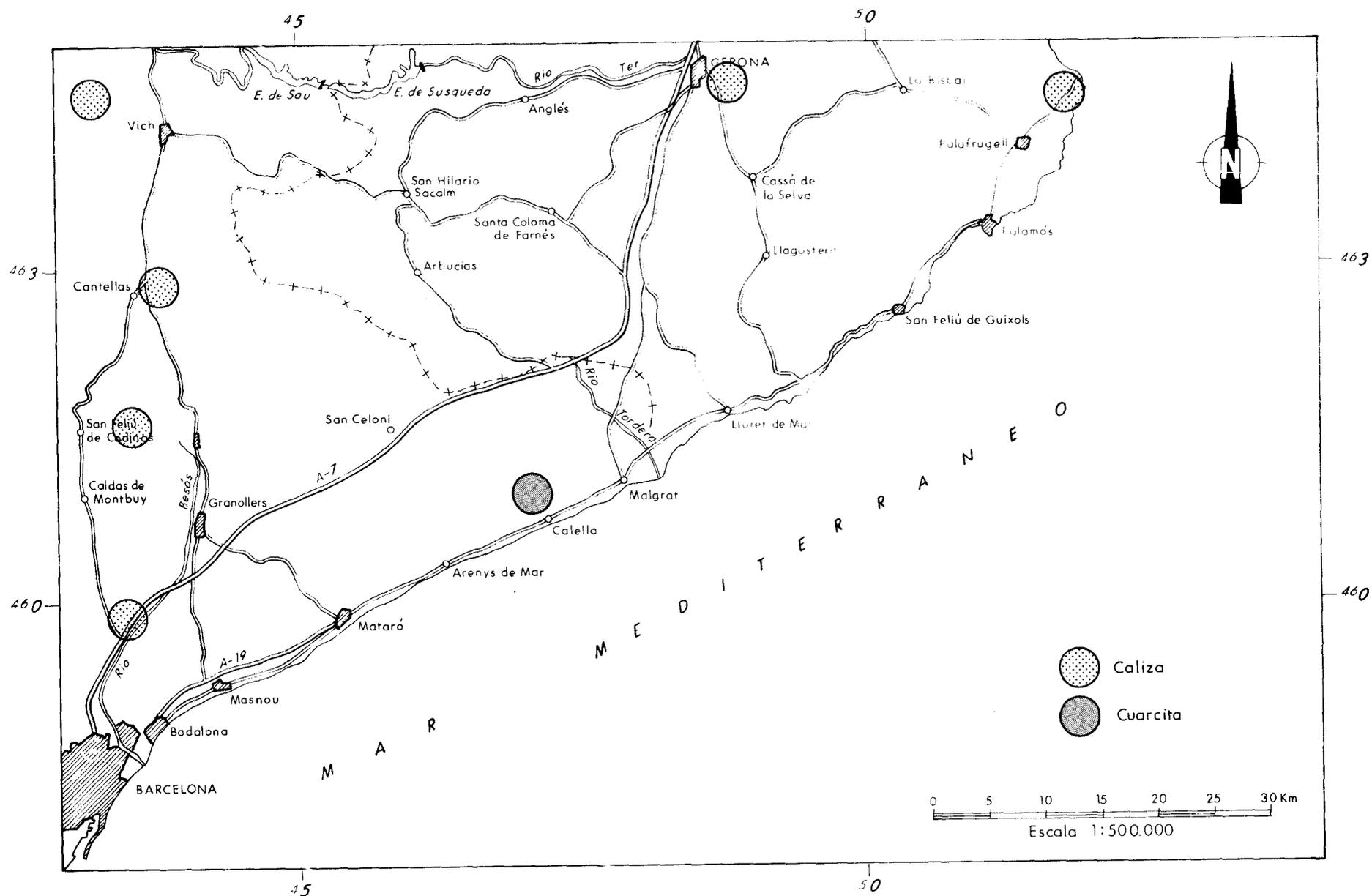
En Moncada y Reixach hay una cantera de Cementos Asland (estación n.º 183) que explota unas calizas del Silúrico-Devónico de facies griotte con Orthoceras para la fabricación de cemento.

En todos los casos las canteras son de grandes dimensiones, si bien en esta generalización hay que tener en cuenta los usos a que se destina la producción, pues los métodos de arranque condicionan el avance y longitud de los frentes de explotación.

Del mismo modo, aunque todas están bien mecanizadas, el tipo de producto final condiciona la maquinaria a emplear.

La producción global ronda las $2,0 \times 10^6$ t, de la que la mayor parte corresponde a los áridos de trituración, restando unas 42.000 t de calizas para rocas ornamentales y de construcción y unas 600.000 t para cemento y áridos de hormigones.

FIG. 7.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Caliza y Cuarcita.



3.7. CUARCITA (Cua)

No existe ninguna explotación actualmente activa en la hoja de Barcelona, habiéndose inventariado una estación, la 177, en las proximidades de Calella, que extrajo material para su uso como árido de trituración.

Se trata de un frente abandonado de medianas dimensiones en uno de los niveles de cuarcitas intercaladas en la serie de pizarrosa del Cámbrico-Ordovícico de la Sierra del Montnegre.

CUARCITA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
177	7	394	469.80	4609.60	380	Calella	EB	M	-

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

3.8. ESQUISTO (Esq)

Se ha inventariado una sola estación en este tipo de materiales. Se trata de una pequeña explotación, de ámbito local, activa en la actualidad, que extrae esquistos meteorizados y muy fracturados para su utilización como árido natural (zahorra) en obras de construcción (estación n.º 49). Está localizada esta cantera al E de Casa de la Selva. Una característica de esta explotación es la inmediata restauración del terreno mediante relleno con tierra de labor de los huecos explotados, logrando con ello un campo extraordinariamente llano, apto para su cultivo agrícola mecanizado.

ESQUISTO

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
49	7	334	490.55	4637.85	180	Cassa de la Selva	EA	M	3/4

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químico:

	CO ₃ ⁼	SO ₄ ⁼
Estación n.º 49	(%)	(%)
	7,65	<0,02

3.9. FLUORITA (Flu)

Se ha inventariado una estación que beneficia fluorita al S de Viladrau, muy cerca del límite entre Gerona y Barcelona, en la Sierra del Montseny (estación 73).

Se trata de filones de pórfidos con venas de fluorita que atraviesan un plutón de granodioritas biotíticas de grano medio. Gran parte de estos filones se disponen subverticalmente con tendencia de buzamiento al Oeste.

La explotación se realiza de modo subterráneo y el arranque se realiza con explosivos. Es de señalar que no existe ninguna referencia sobre esta mina, ni en la Estadística Minera ni en la Sección de Minas Provincial, pues en ésta aparece como explotación de pórfido granítico.

FLUORITA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
73	7	364	450.64	4629.35	1300	Viladrau	EA	M	12/18

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químico:

Estación n.º 73	SiO ₂ (%)	F ₂ Ca (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ O (%)	P.F. (%)	As (ppm)	Pb (ppm)
	12,50	85,00	0,40	0,16	<0,05	0,18	0,02	0,20	0,47	0,29	0,15	0,83	<5,00	3,00

3.10. GNEIS (Gne)

Se han inventariado dos estaciones ubicadas en estos materiales, una situada en el municipio de Amer y otra en Palamós. La primera utiliza su producción para áridos de trituración, mientras la segunda, hoy abandonada, destinaba sus productos a áridos naturales, limitándose a extraer los materiales de alteración de la roca subyacente.

La única explotación activa trabaja sobre unos gneises porforoides que comercializa sin ningún tratamiento previo, vendiendo el todo-uno extraído a una empresa de triturados en Inglés (ver ficha n.º 24). La longitud del frente es de unos 70 m, con una altura máxima de 30 m.

GNEIS

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
24	7	333	469.50	4647.65	200	Amer	EI	M	3/4
67	7	335	512.82	4637.25	80	Palamós	EB	M	-

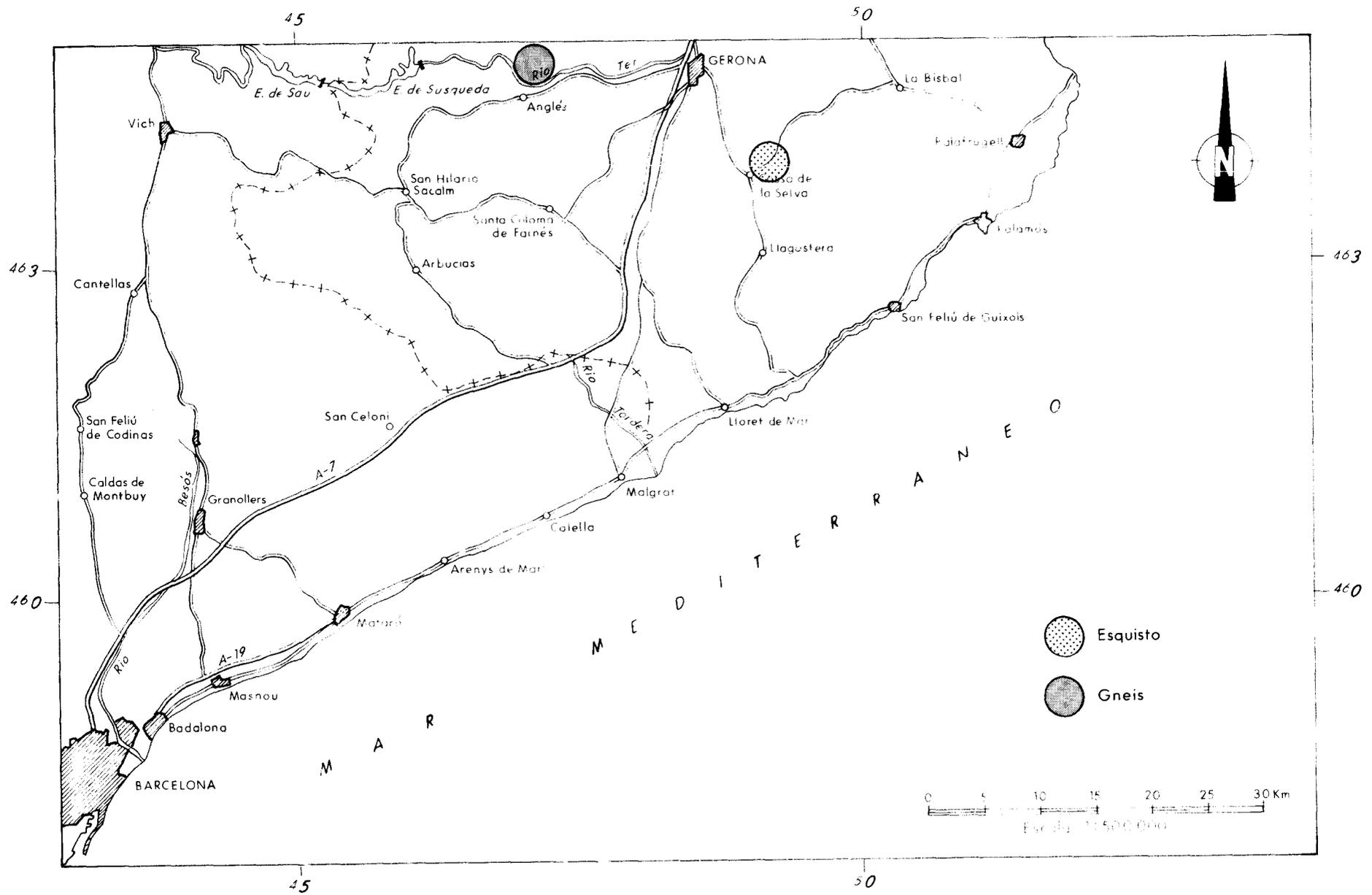
Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Estación n.º 24	Coefficiente de desgaste «Los Angeles» Granulometría A	Absorción al Betún % Piedra cubierta
	34,54	92,20

3.11. GRANITO (Gr)

Se han inventariado 45 estaciones en rocas graníticas, de las cuales 12 de ellas corresponden a explotaciones actualmente activas, cuatro mantienen una actividad intermitente, 18 son frentes de cantera inactivos o abandonados y el resto, o sea 11, que localizan indicios de potencial interés.

FIG. 8.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Esquistos y Gneis.



GRANITO (excluye arena de granito)

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
20	3	333	461.00	4643.18	700	Osor	IN	D	-
36	3	333	469.75	4637.15	400	C. Farnés	EB	M	-
37	3	333	470.45	4633.85	340	C. Farnés	EI	M	2
38	3	333	471.05	4634.15	225	C. Farnés	EB	M	-
39	3	333	472.90	4632.65	150	C. Farnés	EA	A	4
50	3	334	498.30	4633.92	350	S. Cristina	IN	D	-
53	3	334	511.90	4640.55	90	Montras	EI	A	4
66	3	335	516.68	4639.18	120	Palafrugel	IN	D	-
74	3	364	454.00	4628.00	1300	Arbucies	IN	D	-
79	2	364	444.72	4620.44	600	Aiguafreda	IN	D	-
83	3	365	463.35	4627.45	280	S. Feliu B.	EA	A	4
84	3	365	465.25	4626.80	400	S. Feliu. B.	IN	D	-
94	3	365	474.75	4627.54	70	Ruidarenas	EB	M	-
111	3	365	458.40	4622.10	560	Gualba	EB	A	-
117	3	365	458.16	4614.5	260	S. Celoni	EA	A	4
118	3	365	457.65	4614.25	200	S. Celoni	IN	D	-
130	3	365	476.25	4618.35	40	Tordera	EB	A	-
131	2	365	475.60	4616.75	50	Tordera	EB	A	-
133	2	366	491.20	4624.00	170	R. de Mar	EA	A	2
134	2	366	491.58	4623.70	200	T. de Mar	EA	A	2
135	4	366	490.83	4623.52	200	T. de Mar	EB	D	-
136	3	366	503.60	4626.80	90	S. Feliu G.	EB	M	-
137	4	366	505.45	4630.80	120	Playa Aro	EB	D	-
138	-	366	495.90	4620.38	50	T. de Mar	IN	D	-
139	3	393	429.40	4612.65	300	Caldas M.	EB	D	-
140	3	393	429.70	4612.05	300	Caldas M.	IN	D	-
145	3	393	448.65	4607.70	380	Llinars	EA	A	2
147	3	393	448.40	4607.30	300	Llinars	EB	D	-
148	3	393	448.68	4606.90	300	Llinars	EB	D	-
149	3	393	449.25	4606.40	270	Llinars	EI	A	2
150	3	393	449.00	4606.10	360	Llinars	EA	A	4
158	3	393	433.85	4595.17	80	S. Fausto	EA	A	4/22
160	3	393	449.40	4603.70	200	Dosrius	EA	A	22
163	3	393	445.22	4602.15	280	La Roca	EB	D	-
164	3	393	445.90	4602.15	320	Orrius	EA	A	2
165	3	393	444.90	4602.10	300	La Roca	EB	M	-
166	1	393	443.60	4601.60	240	La Roca	EB	D	-
167	3	393	445.68	4601.52	330	Orrius	EB	D	-
168	3	393	443.10	4601.50	160	La Roca	EB	M	-
169	3	393	443.50	4601.35	640	La Roca	EB	D	-
170	3	393	446.20	4601.30	380	Orrius	EI	B	1/2
172	3	393	447.40	4599.60	320	Argentame	EA	A	4/2/22
174	3	393	449.55	4598.50	300	Cabrera M.	IN	D	-
176	3	394	465.45	4607.80	120	S. Cebrián	IN	D	-
181	3	421	435.12	4593.20	220	Vallensana	EA	A	4/22/3

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

De las activas en la actualidad la mayor parte están dedicadas a extracción de granito para roca de construcción, simultaneando algunas con destinos tales como áridos de trituración y bloques para escollera.

Estas explotaciones se concentran en las hojas 1:50.000 núms. 333, 365, 366 y 393, siendo en esta última donde mayor número de explotaciones existen, debido en gran parte a su proximidad al gran centro consumidor que es Barcelona.

La mecanización, salvo alguna excepción, es la necesaria para el tipo de material y destino de éste: palas, perforadoras, compresores, y en el caso de que parte de la producción se destine a áridos, suele existir una planta de trituración y clasificación a pie de cantera (estaciones núms. 83, 172 y 181).

Las estaciones núms. 133, 134, 145 y 149 dedican su producción a la confección de mampostería, bordillos, adoquines y sillería rústica, siguiendo métodos muy pocos mecanizados, casi artesanales.

La producción total de granito asciende a más de $1,7 \times 10^6$ t, de las cuales sólo unas 12.000 t se dedican a piedra de construcción, utilizándose el resto para áridos de trituración y roca de escollera.

Análisis químicos

Estación n.º	CO ₃ = (%)	SO ₄ = (%)
39	3,97	<0,02
117	2,96	<0,02
173	4,94	<0,02
171	1,39	<0,02
154	1,27	<0,02

Estación n.º	Coefficiente de absorción	Peso especif. aparente	Choque térmico Variación del peso (%)
149	0,22	2,69	0,02
145	0,21	2,65	0,07
164	0,21	2,65	0,03
134	0,80	2,55	0,14
50	0,30	2,68	0,04

3.12. MARMOL (Mar)

Se han inventariado un total de nueve estaciones, de las cuales sólo cuatro mantienen la actividad extractiva en la actualidad, localizándose éstas en la localidad barcelonesa de Gualba.

MARMOL

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
22	8	333	467.15	4648.85	260	S. del Ter	EB	D	-
23	8	333	467.35	4647.75	220	S. del Ter	EB	D	-
56	10	335	518.60	4646.20	100	Palafrugel	EB	M	-
109	8	365	459.40	4622.60	400	Gualba	EA	A	16
110	8	365	457.48	4622.45	460	Gualba	EA	A	16
112	8	365	457.38	4621.90	400	Gualba	EA	A	16
113	8	365	457.30	4621.48	500	Gualba	EA	A	16
114	8	365	457.40	4621.38	460	Gualba	EB	A	-
115	8	365	457.08	4621.20	440	Gualba	EB	A	-

Claves: EA = Explotación activa. El = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Se trata de explotaciones subterráneas que, mediante el método de cámaras y pilares, benefician los niveles de mármoles cámbricos existentes en la ladera oriental de la Sierra de Montseny. Estas grandes explotaciones están perfectamente mecanizadas, utilizando camiones para el transporte del material a la planta de molienda y clasificación.

La principal utilización de estos mármoles es la industria química como carbonato y carga en la fabricación de muy diversos productos. También, y de forma más local, se usa como árido de trituración.

La producción alcanza las 220.000 t comercializándose entre 1.000 y 1.800 ptas./t.

Estación n.º 56	Coefficiente de absorción	Peso especif. aparente	Choque térmico Variación del peso (%)
	0,57	2,82	0,06

Análisis químicos

Estación n.º	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
112	0,42	54,60	0,20	<0,05	0,20	0,20	0,04	0,43	42,97
110	0,28	54,75	0,18	<0,05	0,14	0,11	0,06	0,15	43,00

3.13. PEGMATITA (Peg)

Se han inventariado una sola estación en este material que corresponde a una explotación abandonada hace largo tiempo como demuestra la alta vegetación existente en la plaza de cantera. El afloramiento muestra una pegmatita masiva atravesada por algún dique de pórfido.

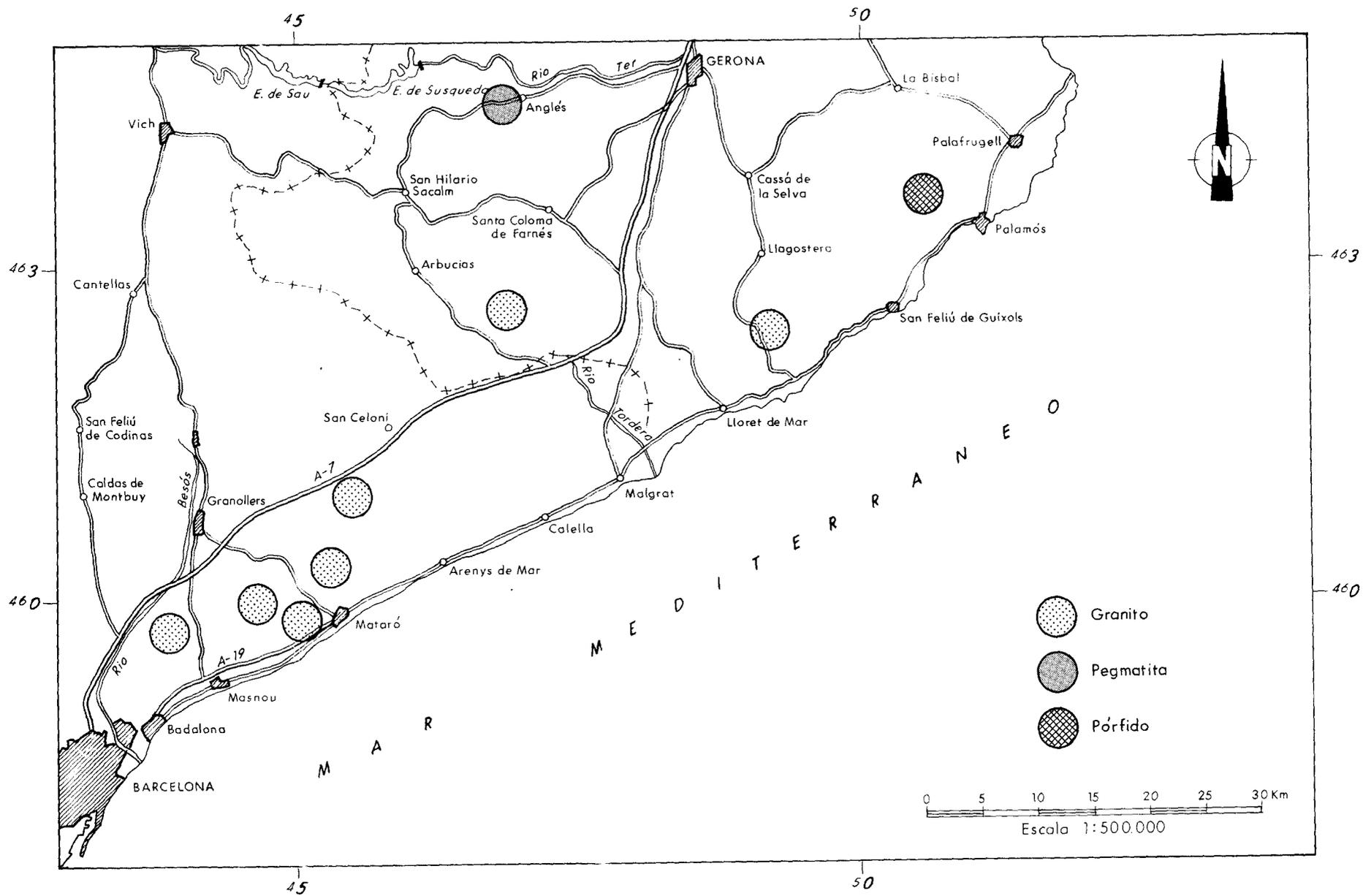
PEGMATITA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
26	7	333	468.50	4644.60	220	Anglés	EB	D	4

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

N.º Muestra	Coefficiente de desgaste «Los Angeles» Granulometría A	Absorción al Betún % Piedra cubierta
333-26	29,46	98,80

FIG. 10.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Granito, Pegmatita y Pórfido.



3.14. PIZARRA (Piz)

Se han inventariado tres estaciones, de las que una es explotación activa, una intermitente y otra un indicio seleccionado bibliográficamente y comprobado en campo.

PIZARRA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
80	7	364	425.00	4620.00	540	Aiguafreda	IN	D	-
81	9	364	448.30	4618.70	500	S. Pedro V.	EI	M	2
82	7	364	450.90	4622.05	430	S. Pedro V.	EA	M	2/1

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

La explotación activa (n.º 82) y la intermitente (n.º 81) están ubicadas en el municipio de San Pedro de Villamajor. Se trata de canteras de dimensiones medias a grandes que dedican el material extraído a piedra de construcción fundamentalmente en planchas y placas.

La n.º 82 beneficia pizarras cámbricas, mientras que la n.º 81 está situada en unas pizarras grises con graptolites de edad ordovícica finamente estratificada con espesores de capa de 5 a 10 cm, lo que facilita su posterior elaboración.

En ambos casos el volumen de material extraído anualmente es mínimo.

Otra cantera activa, inventariada en 3.6. CALIZA, es la n.º 183, situada en el término de Moncada y Reixach, que explota pizarras y calizas silúrico-devónicas, dedicando su producción por partes aproximadamente iguales a áridos de trituración y fabricación de cemento. Esta es la única explotación de pizarras de la hoja que cuenta con una buena mecanización, tanto en frente de cantera como en la planta de machaqueo y clasificación adjunta. El volumen extraído de pizarra es de unas 300.000 t.

El indicio inventariado corresponde a un yacimiento de pizarras de grano fino a criptocristalino de edad cámbrica, situado en las cercanías de Casa de Vallfornes, que muestra posibilidades potenciales para su futura explotación como roca de construcción.

Análisis químico

Estación n.º 82	Coefficiente de absorción	Peso especif. aparente	Choque térmico Variación del peso (%)
	1,27	2,76	0,02

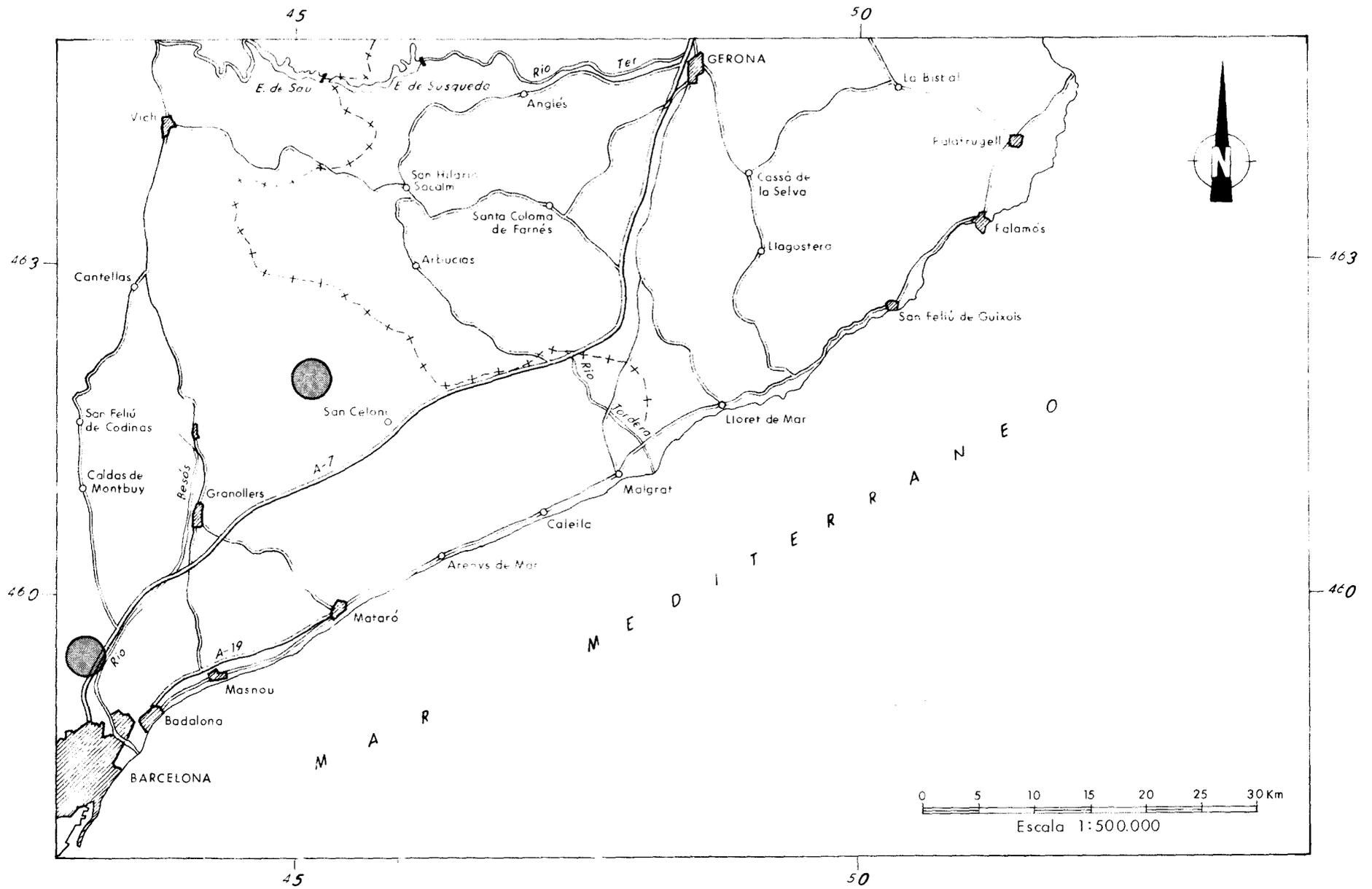
3.15. PORFIDO (Por)

Se han inventariado seis estaciones, de las que solamente una corresponde a explotación activa, mientras que cuatro son frentes inactivos o abandonados y una a un indicio de potencial utilización.

En todos los casos el material que se extrae o se ha extraído tiene como destino los áridos de trituración. La cantera actualmente activa (n.º 51) está localizada en Cruilles; se trata de una gran explotación por su producción, que arranca el material mediante grandes voladuras y que posteriormente tritura en una planta de machaqueo situada a pie de cantera. El transporte se realiza por carretera. El volumen extraído es de unas 600.000 t/año, vendiéndose a 600 ptas./t.

La planta consta de una machacadora de mandíbulas y dos molinos de conos, además de cribas, cintas, etc.

FIG. 12.- Situación de las zonas con indicios y explotaciones de Pizarra.



El indicio está situado en Alella, y su localización tiene origen bibliográfico.

Las restantes estaciones corresponden a explotaciones actualmente abandonadas de dimensiones medias.

PORFIDO

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
19	3	332	455.40	4633.80	800	Arbucias	EB	M	-
51	7	334	504.82	4637.40	180	Cruilles	EA	A	4
52	7	334	504.60	5637.15	120	Cruilles	EB	A	-
72	7	364	447.40	4627.70	1220	Brull	EB	B	-
129	3	365	473.25	4617.90	40	Tordera	EB	M	-
159	3	393	441.00	4595.55	200	Alella	IN	D	-

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

3.16. PUMITA (Pum)

Actualmente no existe ninguna explotación activa en la superficie de la hoja estudiada, aunque sí se benefician los productos piroclásticos de los campos volcánicos existentes inmediatamente al N de esta hoja (Olot, Santa Pau, Canet d'Abri, etc.).

PUMITA

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
31	22	333	477.55	4641.80	200	Bescano	EB	M	-
33	22	333	478.35	4642.55	205	Bescano	IN	D	-
34	22	333	478.00	4642.14	190	Bescano	IN	D	-
35	22	333	477.95	4642.00	190	Bescano	IN	D	-
89	22	365	473.90	4629.90	120	Ruidarenas	IN	D	-
97	4	365	474.85	4626.15	140	Massanet	IN	D	-
98	22	365	475.90	4626.88	140	Massanet	IN	D	-
99	22	365	475.90	4626.88	140	Massanet	IN	D	-
103	22	365	476.09	4624.45	180	Massanet	IN	D	-
104	22	365	477.25	4624.35	150	Massanet	IN	D	-
105	22	365	475.80	4624.10	100	Massanet	IN	D	-
106	22	365	475.80	4624.10	100	Massanet	IN	D	-
107	22	365	477.00	4623.75	120	Massanet	IN	D	-
127	3	365	472.50	4619.50	80	Fogas T.	IN	D	-

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Sin embargo, se han inventariado 14 estaciones, de las que una corresponde a una explotación inactiva, situada sobre los mantos de lapilli de la Closa de San Dalmai, y las 13 restantes son indicios de yacimientos potencialmente explotables en las áreas efusivas de Massanet de La Selva, Riudarenas, Fogás de Torderá y Bescano. Algunos de estos indicios están basados en información obtenida del estudio «Investigación de Rocas Puzolánicas en España», realizado por el ITGE en 1984.

De las formas y materiales volcánicos existentes en la hoja, los más idóneos para su utilización como áridos ligeros y/o como adición para la fabricación de cementos puzolánicos son los mantos de productos piroclásticos de tipo lapilli y composición báltica que se localizan en los edificios volcánicos de tipo explosivo existentes en las áreas mencionadas.

Los resultados de los análisis realizados se reflejan a continuación.

Estación n.º 31	Coefficiente de absorción	Peso especif. aparente	Choque térmico Variación del peso (%)
	1,35	2,35	0,16

Análisis químicos:

Estación n.º 31	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
	50,50	6,34	14,54	2,35	7,20	10,52	0,30	2,62	1,48

3.17. YESO (Yes)

Se han inventariado una sola estación que corresponde a una explotación inactiva localizada en el término de Vich, y situada sobre la Formación de Yesos de La Noguera, de edad Priaboniense medio-superior. El paquete de yesos explotado tiene un espesor cercano a 2 m, y se apoya sobre areniscas y limolitas tabulares con margas y soporta unas capas de yesos y margas grises de unos 7 m de potencia.

YESO

N.º EST.	FOR GEO.	N.º HOJA 1:50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	LOCALIDAD	EST.	RES.	USOS
3	17	332	431.45	4644.00	620	Vich	EB	M	-

Claves: EA = Explotación activa. EI = Explotación abandonada. A = Altas. M = Medias. B = Bajas. D = Desconocidas.

Análisis químico:

Estación n.º 3	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P.F. (%)
	0,19	32,36	0,17	<0,05	0,30	0,20	0,01	0,15	21,36

Análisis mineralógico por DRX

Estación n.º 3	Yeso > 90%
Todo-uno	Cuarzo: Indicios Anhidrita: Indicios

4. IMPACTO AMBIENTAL

4. IMPACTO AMBIENTAL

Las explotaciones de rocas y minerales industriales, que se desarrollan en su mayoría mediante minería a cielo abierto, causan durante el período de producción una serie de alteraciones medioambientales, 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 sus efectos causados sobre los siguientes factores:

- Visibilidad y alteración del paisaje.
- Contaminación atmosférica.
- 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 gravas y arenas localizados en los ríos Ter, Torderá, Besós, etc., debido que el movimiento de tierra afecta a grandes superficies y a que se producen una serie de hoyos o depresiones que terminan convirtiéndose en vertederos incontrolados.

Asimismo, se detectan alteraciones en el entorno de las explotaciones de arenas eólicas localizadas en la zona de Regencos, en la provincia de Gerona.

Finalmente hay que indicar el fuerte impacto que sobre el paisaje de la zona han ocasionado las explotaciones, hoy inactivas, de lapilli y puzolana localizadas en el término municipal de Massanet de La Selva (Explotaciones núms. 95, 97, 98, 99 y 104, entre otras).

En cuanto al impacto visual, es muy marcado en las explotaciones de granito para áridos, activas o abandonadas, localizadas en zonas turísticas como San Feliú de Guixols, Tossa y Blanes o en las sierras situadas entre Barcelona y Granollers, por tratarse en general de grandes frentes, abiertos a media ladera y con amplia cuenca visual.

Algunas de ellas se han ido incorporando a la morfología del entorno, al haber crecido de forma natural una vegetación que con el tiempo ha ido enmascarando los efectos de la primitiva explotación.

Hay que señalar, aunque no sea muy pronunciado, el impacto visual que sobre Gerona ofrecen las canteras de calizas hoy abandonadas localizadas al sur de la ciudad.

4.2. CONTAMINACION ATMOSFERICA

Este tipo de contaminación producido por la emisión de polvo, gases y humos a la atmósfera se produce, para el primer factor indicado, en las grandes explotaciones de granito y calizas para áridos, donde los procesos de trituración, molienda y clasificación originan gran cantidad de polvo, como se puede apreciar en la vegetación de los alrededores de las canteras núms. 51, 69, 70, 75, 76, 83, 160, 178 y 181.

Los únicos puntos de emisión de gases y humos, son las fábricas de ladrillos y tejas (áreas de La Bisbal, Cruilles y Llinars del Vallés) y la de cemento (Moncada i Reixach).

4.3. VEGETACION. FAUNA.

Este impacto está relacionado con el vertido de elementos al medio natural, bien como consecuencia de la propia explotación, procesos de tratamiento, etc., aunque en general, las reducidas dimensiones de las canteras hace que no se produzcan daños que sean de gran consideración.

Ahora bien, se puede señalar que en aquellas áreas próximas a las fábricas de cemento y grandes plantas de áridos, la vegetación ha ido desapareciendo como consecuencia de la deposición del polvo que proviene bien de las fases de trituración, molienda y clasificación, o bien que sale al exterior en los humos de combustión de las materias primas para la fabricación de cemento.

4.4. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

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.

4.5. RUIDO

Las principales fuentes de emisión de ruido 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 69 y 70, debido a su proximidad a los centros de población.

4.6. VIBRACION POR EXPLOSIVOS

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

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

Las explotaciones que dan origen a este tipo de contaminación son: 51, 69, 70, 83, 158, 160, 178, 181 y 183.

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 cómo 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. 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 industriales. 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%
- 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:

	Producción energética		Minerales industriales		Rocas industriales	
	Valor x 10 ⁶	%	Valor x 10 ³	%	Valor x 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
LERIDA	1.640	7,42	-	-	710	8,09
TARRAGONA	17.845	80,73	192	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		LERIDA		TARRAGONA	
	10 ⁶	%						
a) Min. indus.								
Baritina							14,3	
Bauxita							8,0	
Esteatita			55,3					
Feldespatos			307,0					
P. pómez			57,9					
Sal marina							169,5	
S. potás	10.870,7							
b) Roc. indus.								
Arcilla	270,5		32,5		13,6		55,3	
Arenisca	80,2				26,5		114,7	
Basalto	11,6		52,6					
Caliza	3.0000,0		500,2		30,9		1.184,1	
Creta	84,3		2,0				17,7	
Cuarcita	506,5		88,0		56,6			
Margas	7,4		26,4		0,3		18,9	
Mármol	50,8				57,2		28,9	
Pizarra	51,1		24,4		0,4			
Sílice y arenas sil.	9,0				41,3			
Yeso	111,5		85,0		16,2		6,6	
Otros productos	1.116,1		297,7		467,6		233,7	

La hoja 1:200.000 n.º 35 (Barcelona) comprende parte de las provincias de Barcelona y Tarragona. La producción de rocas y minerales industriales durante 1989, en el ámbito de la hoja fue de 6.620.500 t, con la siguiente distribución por sustancias:

- Arcilla	119.300 t
- Arena	75.000 t
- Arena (Lehm granítico).....	400.700 t
- Arenas y gravas.....	1.082.600 t
- Arenisca.....	600 t
- Basalto.....	100.000 t
- Caliza	1.968.150 t
- Esquistos.....	5.000 t
- Gneis	30.000 t
- Granito.....	1.718.550 t
- Mármol.....	220.000 t
- Pizarra	300.600 t
- Pórfido.....	600.000 t

Esta producción se ha distribuido según sectores industriales de la siguiente forma:

- Rocas ornamentales en bloques	8.250 t
- Rocas de construcción	
Terrazo	136.500 t
Otros	55.650 t
- Aridos naturales.....	1.563.300 t
- Aridos de trituración	3.221.000 t
- Cementos	320.000 t
- Ladrillería	119.300 t
- Industrias químicas.....	72.500 t
- Otras	1.113.000 t

En el apartado «Otras» se han incluido los bloques con destino a su uso en escollera, entre otras utilizaciones.

5.3. ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION

Aunque la gran variedad litológica existente en la zona ha ocasionado que varios de sus materiales se destinen a este uso - granitos, calizas y mármoles-, en la actualidad solamente las calizas se explotan con el fin de obtener bloques, pues los mármoles se utilizan como áridos en la fabricación de terrazos y cargas.

En el caso de las calizas se trata de pequeñas explotaciones muy artesanales, que se localizan en los municipios de Gerona y Centelles (Barcelona) y que en conjunto dan una producción de 8.250 t/año.

Las posibilidades de este sector en el ámbito de la hoja son muy esperanzadoras, pensando en la obtención de bloques, debido al alto grado de fracturación y diaclasamiento que se ha observado en los afloramientos graníticos y marmóreos y a la marcada estratificación en bancos poco potentes en el caso de las calizas.

En cuanto a las explotaciones de mármoles se localizan en el municipio de Gualba, en la Unidad Geológica de Canavelles, y se trata de un mármol blanco veteadado ocasionalmente de gris o crema y que se destina tanto a la fabricación de terrazos como a la industria química.

La producción destinada a áridos para terrazos asciende a 136.500 t/año.

Son varios los materiales que se han utilizado como rocas de construcción (mampostería, adoquines, chapados, etc.) en el ámbito de la hoja -granito, caliza, pizarra, pórfido, arenisca, etc.-, aunque en la actualidad solamente se encuentran explotaciones activas de arenisca, caliza, granito y pizarra.

En el caso de la arenisca se trata de una cantera artesanal, que aprovechando las diaclasas existentes obtiene pequeños bloques para la elaboración de baldosas y sillares; se localiza en el municipio de Folgueroles (Barcelona). Su producción es del orden de 600 t/año. Es ésta una roca que ha sido explotada tradicionalmente, aunque siempre en pequeñas explotaciones y para usos muy locales.

Las calizas explotadas con este fin, fundamentalmente paleozoicas, están muy tableadas, por lo que permiten una fácil explotación y se emplean como losetas, baldosas, etc., no necesitando nada más que un dimensionado en cuanto a longitud y anchura. Se localizan en el municipio de Bagur y San Bartolomé Grau, y la producción obtenida es de aproximadamente 39.900 t/año.

Las explotaciones de granito se destinan a la elaboración de bloques de pequeño tamaño y forma irregular, para muros, adoquines, bordillos y ocasionalmente obtienen algún bloque de pequeñas dimensiones que destinan a la obtención de planchas. Son en general explotaciones de pequeñas dimensiones, sin ningún tipo de mecanización. Se localizan en los términos municipales de Tossa de Mar y Santa Coloma de Farners, en Gerona y Llinás, en Barcelona. La producción es del orden de las 14.550 t/año.

De este material ha habido tradicionalmente un intenso aprovechamiento para este uso, llegando a alcanzar producciones superiores a las 650.000 t/año, concentrándose fundamentalmente en la hoja 1: 50.000 de Mataró, aunque paulatinamente se han ido cerrando las explotaciones, al ser sustituido este material por otros en el sector de la construcción.

Finalmente la única explotación de pizarras, localizada en el municipio de San Pedro de Vilamajor, extrae una pequeña producción (600 t/año) que destina a la elaboración de baldosas. No es ésta una roca que haya tenido nunca una gran tradición explotadora en el ámbito de la hoja.

5.4. ARIDOS NATURALES

Los áridos constituyen el segundo sector en importancia dentro de la hoja. Las 1.595.300 t anuales producidas se reparten de la siguiente forma:

– Arenas de granito (Leh)	432.700 t
– Arenas eólicas (Are)	75.000 t
– Arenas y gravas (Are, Grv)	1.082.600 t
– Esquistos (Esq)	5.000 t

Las reservas de arenas de lehms pueden considerarse inagotables y aparecen repartidas por toda la hoja. Su extracción presenta como único problema el diseño de las explotaciones, al variar tanto vertical como lateralmente el grado de alteración de los granitos.

De igual manera, las explotaciones de gravas y arenas están repartidas por todo el ámbito de la hoja y sus reservas se pueden considerar como grandes.

Por último, las canteras de arenas eólicas están ubicadas en el término de Regencos (Gerona) y benefician dunas fijas.

5.5. ARIDOS DE TRITURACION

Los áridos obtenidos por trituración de las rocas constituyen el 48% aproximadamente del volumen total de los materiales extraídos en el ámbito de la hoja.

Se explotan con este fin granitos biotíticos, granodioritas, gneises, porfiroides, pórfidos, basaltos olivínicos y calizas del Silúrico, Devónico y Muschelkalk, y pizarras devónicas.

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

– Gneis (Gne)	30.000 t
– Granito (Gr)	591.000 t
– Caliza (Clz)	1.620.000 t
– Basalto (Bas)	80.000 t
– Pórfido (Por)	600.000 t
– Pizarra (Piz)	<u>300.000 t</u>
TOTAL	3.221.000 t

Estos áridos son utilizados como zahorras, subbases granulares, capas de rodadura, hormigones, balastos, etc. No se han considerado en este apartado los bloques con destino a escolleras de puertos y diques. Por no tratarse en realidad de un árido de machaqueo, se han incluido en el apartado de «Otros usos».

Los principales centros de producción se sitúan en los municipios de Bigues, Pineda, Moncada y Reixac, en la provincia de Barcelona, y Cruilles, en Gerona.

5.6. CEMENTOS

La actividad en este sector está íntimamente ligada a la presencia de las fábricas de cemento de Asland Catalunya, S. A, en Moncada i Reixach; Cementos Molins, S.A., en Sant Vicens dels Horts, y La Auxiliar de la Construcción, S.A., en San Feliú de Llobregat.

Los materiales utilizados son pizarras y calizas devónicas, localizadas en el municipio de Moncada i Reixach y basaltos de la zona de Massanet de La Selva.

Las producciones de estos materiales con este fin son:

– Caliza y pizarra	300.000 t
– Basalto	<u>20.000 t</u>
TOTAL	320.000 t

5.7. LADRILLERIA

No se explotan en esta hoja arcillas de calidades aptas para lozas o porcelanas, el total de la producción se canaliza hacia el sector de tejas y ladrillos.

Las explotaciones se localizan en los términos municipales de Cruilles, con un 54,5% de la producción; La Bisbal, con un 16,7%, y Quart y Llambillas, con un 6,9%, en la provincia de Gerona, y Llina del Vallés, con un 21%, y Montcada i Reixach, con un 0,9%, en la provincia de Barcelona.

La producción total de arcillas es de 119.300 t.

5.8. INDUSTRIA QUIMICA

Existen una serie de explotaciones de mármol de edad Cámbrica, localizadas en el municipio de Gualba, en la provincia de Barcelona, que destinan una parte de su producción como carga en el proceso de fabricación de detergentes y pinturas.

La producción con destino a estas industrias es de 73.500 t anuales.

5.9. OTROS USOS

En este apartado se han incluido aquellas explotaciones que destinan parte o el total de su producción a la construcción de escolleras o diques.

Se ha hecho esta distinción debido a que no se pueden considerar como roca de construcción, sillares, bloques más o menos paralelepípedos, ni tampoco como áridos de machaqueo, porque el diseño de explotación de la cantera se ha hecho de forma que mediante grandes voladuras se obtengan bloques de grandes dimensiones de forma irregular.

Los materiales que se utilizan para este fin son fundamentalmente granitos y la producción ronda las 1.130.000 t.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las rocas y minerales industriales que actualmente son objeto de explotación en el ámbito de la hoja 1:200.000 n.º 25 (Barcelona) son los siguientes:

Arcilla común	Esquistos	Mármol
Arena	Fluorita	Pizarra
Arenisca	Gneis	Pórfido
Basalto	Granito	
Caliza	Grava	

Además hay otras sustancias que han sido beneficiadas, aunque en la actualidad no existe ninguna explotación sobre ellas, tales como:

Barita	Pumita
Cuarcita	Yeso
Pegmatita	

De entre las activas hay que señalar que no todas mantienen de forma continuada la actividad extractiva, siendo las razones más comunes de su temporalidad el que únicamente satisfacen a las demandas locales o, en el caso de las arcilleras, la necesidad de mantener un stock en previsión de la imposibilidad de explotar en épocas de lluvias.

El total de estaciones visitadas ha sido de 324, de las que 184 se han inventariado correspondiendo a explotaciones activas, abandonadas e indicios, que han sido representados en el «Mapa de Explotaciones e indicios» que se adjunta a la presente memoria.

Las explotaciones e indicios inventariados se distribuyen por sustancias de la forma siguiente:

	Activas	Intermitentes	Abandonadas	Indicios
Arcilla común	3	8	3	–
Arenas y gravas (Incluye Lehm y arenas eólicas)	39	8	10	–
Areniscas	–	2	3	–
Barita	–	3	3	1
Basalto	3	1	4	1
Caliza	13	–	2	–
Cuarcita	–	–	1	–
Esquistos	1	–	–	–
Fluorita	1	–	–	–
Gneis	–	1	1	–
Granito	8	4	10	19
Mármol	4	–	5	–
Pegmatita	–	–	1	–
Pizarra	2	1	–	1
Pórfido	1	–	4	1
Pumita	–	–	1	13
Yeso	–	–	1	–

Todas las explotaciones actualmente activas llevan a cabo su actividad a cielo abierto, excepto la de fluorita (n.º 73) y las de mármol (núms. 109, 110, 112 y 113), que benefician estos materiales mediante explotaciones subterráneas.

La producción total de rocas y minerales industriales en el ámbito de la hoja n.º 25 (Barcelona) durante el año 1989 fue de 6.642.500 t, distribuidas por sustancias de la manera siguiente:

Arcilla.....	119.300 t
Arena.....	75.000 t
Arena (lehm granítico).....	432.700 t
Arenas y gravas.....	1.082.600 t
Areniscas.....	600 t
Basalto.....	100.000 t
Caliza.....	1.968.150 t
Esquisto.....	5.000 t
Gneis.....	30.000 t
Granito.....	1.718.550 t
Mármol.....	210.000 t
Pizarra.....	300.000 t
Pórfido.....	600.000 t

Esta producción desglosada por sectores de consumo presenta la distribución siguiente:

Rocas ornamentales.....	8.250 t (bloque)
Rocas ornamentales.....	136.500 t (terrazo)
Rocas de construcción.....	55.650 t
Aridos naturales.....	1.595.300 t
Aridos de trituración.....	3.221.000 t
Cementos.....	320.000 t
Ladrillería.....	119.300 t
Industria química.....	72.500 t
Otras.....	1.113.000 t

La litología de esta hoja está determinada por los materiales ígneos y metamórficos constituyentes de las dos cordilleras catalánides que predominan, en cuanto a superficie de afloramiento, sobre los sedimentos que rellenan las depresiones Externa, Prelitoral y del Ebro. Concretamente son granitos, mármoles, basaltos y pizarras, entre los primeros, y las calizas, arcillas, gravas y arenas, entre los segundos, los tipos litológicos más abundantes en la superficie de la hoja.

La mayor parte de la producción y elaboración de rocas industriales está orientada para su consumo en construcción y obras públicas, representando un 81% del total en peso de la producción (incluye esta estimación áridos naturales y de machaqueo, rocas ornamentales y de construcción, ladrillería y cemento, y excluye bloques para escolleras).

Dentro de estos destinos el más importante es el de áridos de trituración seguido del de áridos naturales, lo que es lógico dada la cercanía del gran centro consumidor de materiales de construcción que es Barcelona.

Los principales centros de producción de áridos de trituración se localizan en los municipios de Bigés, Pineda, Moncada y Reixach, en Barcelona, y Cruilles, en Gerona. En el Mapa de Recursos se han marcado como áreas favorables o litotectos, una al oeste de Tordera (Pórfido) y otra cerca de Dosrius (Granito).

Los centros de explotación de áridos naturales están muy repartidos en el ámbito de la hoja, excepto los de arenas eólicas que se localizan en el municipio de Regencos, en Gerona, donde se ha marcado un litotecto. Otros litotectos están señalados en los aluviales de los ríos Tordera y Tenás (Arena y Grava) y cerca de S. Saturnino de Osomort (Arena de granito).

Los bloques para escolleras no se han incluido en el apartado de los áridos sino en «otros usos». Por el gran volumen consumido ocupan el tercer lugar en la producción.

Las calizas y pizarras utilizadas para la fabricación de cementos son explotadas en Moncada y Reixach. Este sector, el del cemento, constituye por el volumen de materia prima consumida, el cuarto destino en importancia dentro de la zona estudiada.

El sector de las rocas ornamentales está poco representado en esta hoja, puesto que únicamente se extraen bloques para este uso en Gerona y Centelles (Barcelona), y producen unas 8.250 t/año. Las posibilidades de este sector no son muy es-

peranzadoras en el área estudiada, puesto que la obtención de bloques de tamaños comerciales de los mármoles y granitos es muy problemática dado el alto grado de fracturación y diaclasamiento observado en los afloramientos reconocidos.

Las areniscas se explotan de forma artesanal en Folgueroles (Barcelona) para roca de construcción (baldosas y sillares) con producciones anuales mínimas. También se explotan las calizas tableadas existentes en Bagur, y San Bartolomé Grau para la elaboración de losetas y baldosas (unas 40.000 t/año).

Bloques de pequeño tamaño de granito para muros, adoquines y bordillos se extraen en Tossa de Mar, Santa Coloma de Farnés y Llinars, con una producción global de unas 14.000 t/año.

En San Pedro de Vilamajor se extraen unas 600 t/año de pizarra para la fabricación de baldosas.

Se han marcado como zonas favorables o litotectos de roca de construcción, en el Mapa de Recursos, dos áreas de granito en la Roca-Orrios y al oeste de Santa Coloma de Farnés, de arenisca en El Fígaro (al norte de La Garriga) y de caliza en San Bartolomé del Grau (Vic) y Bagur.

Las arcillas explotadas en esta hoja únicamente son aptas para cerámica estructural (tejas y ladrillos). Se localizan las explotaciones en los términos municipales de Cruilles, La Bisbal, Quart y Llambillas, en la provincia de Gerona, y Llina del Vallés y Montcada y Reixach, en la de Barcelona. La producción total es cercana a las 120.000 t/año. Los litotectos para este uso están en Villaba Saserra, Quart y La Bisbal.

Los mármoles cámbricos existentes en Gualba (Barcelona) se emplean como carga en detergentes y pinturas. La producción total es de unas 73.500 t/año.

Hay una explotación de fluorita en las cercanías de Viladrau, de la que no se ha obtenido ningún dato durante la visita, ni existen referencias oficiales sobre ella como extractora de fluorita.

Por último, se ha considerado favorable la comarca de La Selva para la extracción de áridos ligeros (Pumita).

7. BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFIA

- ALFONSO, P.; FUENTE DE LA, C.; MARTINEZ, S.; QUERALT, I. «Geología y composición de materias primas magmáticas neógenas de Cataluña». Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidr. 25, 6. Madrid, 1986. «Estudio de la cristalización de vidrios procedentes de rocas magmáticas de Cataluña». Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidr. 25,5. Madrid, 1986.
- ARAÑA, V. et al. «El volcanismo neógeno-cuaternario de Cataluña. Características estructural, petrológicas y geodinámicas». Actas Geol. Hisp.
- CALDERON, S. «formaciones volcánicas de la provincia de Gerona». Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo IV. Madrid, 1907.
- ENADIMSA. «Aridos en el área metropolitana de Barcelona». Madrid, 1988.
- IGME. «Plan Nacional de Investigación de Yesos. Zona de Cataluña». Madrid, 1969.
- IGME. «Mapa de Rocas industriales, E/1:200.000». Hoja n.º 35 (Barcelona). Madrid, 1974.
- IGME. «Monografías de Rocas Industriales. Arenas y Gravas». Dpto. Publ. IGME. Madrid, 1975.
- IGME. «Monografías de rocas Industriales. Pizarras». Dpto. Publ. IGME. Madrid, 1975.
- IGME. «Monografías de Rocas Industriales. Rocas silicoaluminosas». Dpto. Publ. IGME. Madrid, 1975.
- IGME. «Monografías de Rocas Industriales. Vidrios volcánicos». Dpto. Publ. IGME. Madrid, 1975.
- IGME. «Mapa metalogenético de España» Hoja n.º 42. Madrid, 1975.
- IGME. «Monografías de Rocas Industriales. Rocas calcáreas sedimentarias». Dpto. Publ. IGME. Madrid, 1976.
- IGME. «Mapa Geológico de España, E/1:50.000». MAGNA. Dpto. Publ. IGME. Hojas núms. 332, 333, 334, 335, 364, 365, 366, 393, 394, 421.
- 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. «Investigación de Perlitas en España». Madrid, 1984.
- IGME. «Investigación de Rocas Puzolánicas en España». Madrid, 1984.
- IGME. «Mapa Geológico de España, e/1:200.000». Dpto. Publ. IGME. Hoja n.º 35 (Barcelona). Madrid, 1984.
- IGME. «Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales, 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. «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, E/1:200.000». Madrid, 1988.
- IGME. «Industrias del Cemento. Memoria 1988». Madrid, 1989.
- IRANOR. «Normas UNE». Madrid.
- SOLE SABARIS, L. «Geografía de España y Portugal». Tomo I. Edit. Moritaner y Simón. Barcelona, 1972.
- SOLE SABARIS, L. «Edad del vulcanismo gerundense». Mem. R. Acad. Ciencias. Vol. XXXIV n.º 2. Barcelona, 1962.

ANEXOS

A.1. LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS INVENTARIADOS

A.1. LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS INVENTARIADOS

N.º	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO
			X	Y	Z					
1	Caliza	332	432.800	4.648.200	880	Barcelona	S. Bartolomé de Grau	EA	15	2
2	Caliza	332	431.500	4.647.600	720	Barcelona	S. Bartolomé de Grau	EB	15	2
3	Yeso	332	431.450	4.644.000	620	Barcelona	Vic	EB	17	8
4	Grava	332	437.550	4.650.100	480	Barcelona	Massia Voltregá	EA	24	3
5	Grava	332	437.550	4.649.700	480	Barcelona	Massia Voltegrá	EA	24	3
6	Grava	332	440.550	4.649.100	440	Barcelona	Manyeu	EA	24	3
7	Grava	332	442.180	4.648.550	420	Barcelona	Massia Roda	EB	24	3
8	Arenisca	332	443.080	4.646.350	500	Barcelona	Massia Roda	EB	14	2
9	Arenisca	332	443.350	4.643.000	580	Barcelona	Folgerolas	EI	14	2
10	Arenisca	332	443.350	4.639.300	580	Barcelona	Sant Juliá	EB	14	2
11	Arena de granito	332	449.100	4.640.050	580	Barcelona	S. Saturnino del Oso	EA	2	3
12	Arena de granito	332	448.850	4.639.800	600	Barcelona	S. Saturnino del Oso	EA	2	3
13	Arena de granito	332	447.500	4.638.500	600	Barcelona	S. Saturnino del Oso	EB	2	3
14	Arena de granito	332	448.980	4.638.800	640	Barcelona	S. Saturnino del Oso	EB	2	3
15	Arena de granito	332	446.970	4.634.240	880	Barcelona	Viladrau	EA	2	3
16	Barita	332	451.050	4.640.100	650	Barcelona	S. Saturnino de Osomort	EB	2	16
17	Barita	332	451.500	4.635.800	800	Barcelona	Espinelvas	EB	2	16
18	Arena de granito	332	453.850	4.634.060	900	Gerona	Arbucias	EI	2	3
19	Pórfido	332	455.400	4.633.800	800	Gerona	Arbucias	EB	2	4
20	Granito	333	461.000	4.643.180	700	Gerona	Osor	IN	5	2/4
21	Barita	333	465.400	4.650.000	720	Gerona	Amer	EB	4	16
22	Mármol	333	467.150	4.648.050	260	Gerona	Las Seyeras de Ter	EB	6	4
23	Mármol	333	467.350	4.647.750	220	Gerona	Las Seyeras de Ter	EB	6	4
24	Gneis	333	469.500	4.647.650	200	Gerona	Amer	EI	5	4
25	Brava	333	470.250	4.645.700	135	Gerona	Amer	EA	24	3
26	Pegmatita	333	468.500	4.644.600	220	Gerona	Angles	EB	5	4
27	Grava-Arena	333	475.950	4.647.850	110	Gerona	San Gregori	EA	24	3
28	Arena	333	473.320	4.647.100	100	Gerona	Bescano	EA	24	3
29	Arena de granito	333	476.800	4.646.250	160	Gerona	Bescano	EA	5	3
30	Arcilla	333	471.500	4.644.950	240	Gerona	Angles	EB	24	9
31	Pumita	333	477.550	4.641.800	200	Gerona	Bescano	EB	20	5
32	Arena y grava	333	483.650	4.648.350	700	Gerona	Gerona	EA	24	3
33	Pumita	333	478.350	4.642.550	205	Gerona	Bescano	IN	20	5
34	Pumita	333	478.000	4.642.140	190	Gerona	Bescano	IN	20	5
35	Pumita	333	477.950	4.642.000	190	Gerona	Bescano	IN	20	5
36	Granito	333	469.750	4.634.150	400	Gerona	Sta. Coloma de F.	EB	3	2
37	Granito	333	470.450	4.633.850	340	Gerona	Sta. Coloma de F	EI	3	2
38	Granito	333	471.050	4.637.150	225	Gerona	Sta. Coloma de F	EB	3	2/4
39	Granito	333	472.900	4.632.650	150	Gerona	Sta. Coloma de F	EA	3	4
40	Caliza	334	486.500	4.647.700	150	Gerona	Gerona	EA	15	1
41	Arcilla	334	486.850	4.642.600	100	Gerona	Quart	EI	19	9
42	Arcilla	334	487.300	4.642.100	80	Gerona	Quart	EI	19	9
43	Arcilla	334	487.250	4.642.100	80	Gerona	Llambillas	EI	19	22
44	Arcilla	334	501.900	4.645.900	80	Gerona	La Bisbal	EA	19	9
45	Arcilla	334	501.800	4.645.800	80	Gerona	La Bisbal	EA	19	9
46	Arcilla	334	501.800	4.645.850	75	Gerona	La Bisbal	EA	19	9
47	Arcilla	334	501.400	4.645.800	75	Gerona	La Bisbal	EB	19	9
48	Arcilla	334	501.600	4.645.550	65	Gerona	Cruilles	EB	19	9
49	Esquistos	334	490.550	4.637.850	180	Gerona	Cassa de la Selva	EA	5	4
50	Arcilla	334	498.300	4.633.920	350	Gerona	Sta. Cristina de Aro	IN	2	2/4
51	Pórfido	334	504.820	4.637.400	180	Gerona	Crilles	EA	5	4
52	Pórfido	334	504.600	4.637.150	120	Gerona	Cruilles	EB	5	4
53	Granito	334	511.900	4.640.550	90	Gerona	Montras	EI	2	4
54	Barita	334	512.000	4.640.500	90	Gerona	Montras	IN	2	
55	Caliza	335	518.420	4.646.650	120	Gerona	Bagur	EA	8	2
56	Mármol	335	518.600	4.646.200	100	Gerona	Palafrugell	EB	8	1
57	Caliza	335	518.000	4.646.050	180	Gerona	Bagur	EA	8	2
58	Caliza	335	517.900	4.645.550	180	Gerona	Bagur	EA	8	2
59	Caliza	335	518.100	4.645.500	140	Gerona	Bagur	EB	8	2
60	Arenas	335	515.350	4.645.480	110	Gerona	Regencos	EA	25	3
61	Arenas	335	515.250	4.645.250	140	Gerona	Regencos	EB	25	3
62	Arenas	335	515.500	4.644.800	120	Gerona	Regencos	EA	25	3

N.º	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO
			X	Y	Z					
63	Caliza	335	515.550	4.644.400	160	Gerona	Regencos	EA	8	4
64	Arenas	335	515.400	6.644.200	120	Gerona	Regencos	EA	25	3
65	Arena de granito	335	517.100	4.640.120	100	Gerona	Palafrugell	EA	2	3
66	Granito	335	516.680	4.639.180	120	Gerona	Palafrugell	IN	2	2/4
67	Paragneís	335	512.820	4.637.250	80	Gerona	Palamós	EB	2	3
68	Caliza	364	435.750	4.625.300	620	Barcelona	Centellas	EA	16	2
69	Caliza	364	436.800	4.628.550	570	Barcelona	Seva	EA	14	4 / 2 2
70	Caliza	364	437.100	4.626.800	500	Barcelona	Balenya	EA	12	4
71	Caliza	364	437.120	4.626.600	480	Barcelona	Seva	EA	12	4
72	Pórfido	364	447.400	4.627.700	1.220	Barcelona	Brull	EB	5	4
73	Fluorita	364	450.640	4.629.350	1.300	Barcelona	Viladrau	EA	5	12
74	Graniito	364	454.000	4.628.000	1.300	Gerona	Arbucies	IN	2	2/4
75	Caliza	364	433.700	4.616.000	300	Barcelona	Bigues i Riells	EA	12	4
76	Arena de granito	364	430.750	4.613.400	440	Barcelona	Bigues i Riells	EA	2	3
77	Arenisca	364	441.400	4.621.500	750	Barcelona	Tagamet	EI	11	2
78	Arenisca	364	440.100	4.620.500	700	Barcelona	Tagamet	EB	11	3
79	Granito	364	444.720	4.620.440	600	Barcelona	Aiguafreda	IN	3	2/4
80	Pizarra	364	445.000	4.620.000	540	Barcelona	Aiguafreda	IN	5	2
81	Pizarra	364	448.300	4.618.700	500	Barcelona	S. Pere de V.	EI	7	2
82	Pizarra	364	450.900	4.622.050	430	Barcelona	S. Pere de V.	EA	5	2
83	Granito	365	463.350	4.627.450	280	Barcelona	Ripollet	EA	2	4
84	Granito	365	465.250	4.626.800	400	Barcelona	S, Feliu de B.	IN	2	2/4
85	Arcilla	365	468.800	4.623.100	100	Barcelona	Hostalrich	EI	19	10
86	Arena y grava	365	468.100	4.622.300	95	Barcelona	Hostalrich	EI	24	3
87	Basalto	365	474.350	4.630.850	50	Gerona	Riudarenas	EB	20	4
88	Basalto	365	474.400	4.630.250	100	Gerona	Riudarenas	EA	20	3/4
89	Pumita	365	473.900	4.629.900	120	Gerona	Riudarenas	IN	20	5 y 6
90	Grava	365	476.300	4.629.550	90	Gerona	Riudarenas	EA	24	3
91	Arena	365	476.500	4.629.200	70	Gerona	Riudarenas	EA	24	3
92	Basalto	365	477.100	4.629.200	90	Gerona	Riudarenas	EI	20	4
93	Arenas	365	475.650	4.627.850	70	Gerona	Riudarenas	EA	24	3
94	Granito	365	474.750	4.627.540	70	Gerona	Riudarenas	EB	3	4
95	Basalto	365	475.900	4.626.880	110	Gerona	M. de la Selva	IN	20	4/5
96	Arena de granito	365	473.550	4.626.600	100	Gerona	Riudarenas	EI	3	3
97	Pumita	365	474.850	4.626.150	140	Gerona	M. de la Selva	IN	20	5
98	Pumita	365	475.000	4.626.150	140	Gerona	M. de la Selva	IN	20	5
99	Pumita	365	475.050	4.626.000	140	Gerona	M. de la Selva	IN	20	5
100	Arena de granito	365	472.620	4.625.250	40	Gerona	Massanas	EI	2	3
101	Basalto	365	476.700	4.625.250	150	Gerona	M. de la Selva	EB	20	4
102	Basalto	365	475.900	4.624.800	120	Gerona	Massanet	EA	20	4/6
103	Pumita	365	476.090	4.624.450	180	Gerona	Massanet	IN	20	5
104	Pumita	365	477.250	4.624.350	150	Gerona	Massanet	IN	20	5
105	Pumita	365	475.800	4.624.100	100	Gerona	Massanet	IN	20	5
106	Pumita	365	475.800	4.624.100	100	Gerona	Massanet	IN	20	5
107	Pumita	365	477.000	4.623.750	120	Gerona	Massanet	IN	20	5
108	Basalto	365	476.150	4.623.480	90	Gerona	Massanet	EB	20	4
109	Mármol	365	459.400	4.622.600	400	Barcelona	Gualba	EA	5	4 y 14
110	Mármol	365	457.480	4.624.450	460	Barcelona	Gualba	EA	5	4 y 14
111	Granito	365	458.400	4.622.100	560	Barcelona	Gualba	EB	2	4
112	Mármol	365	457.380	4.621.900	400	Barcelona	Gualba	EA	5	14
113	Mármol	365	457.300	4.621.480	500	Barcelona	Gualba	EA	5	14 y 22
114	Mármol	365	457.400	4.621.380	460	Barcelona	Gualba	EB	5	14 y 22
115	Mármol	365	457.080	4.621.200	440	Barcelona	Gualba	EB	5	4 y 14
116	Arena de granito	365	458.450	4.614.450	260	Barcelona	San Celoni	EI	3	3
117	Granito	365	458.160	4.614.550	260	Barcelona	San Celoni	EA	3	3
118	Granito	365	457.650	4.614.250	200	Barcelona	San Celoni	IN	3	2/4
119	Arena de granito	365	457.850	4.614.100	240	Barcelona	San Celoni	EI	3	3
120	Grava	365	467.900	4.621.180	70	Barcelona	Hostalrich	EA	24	3
121	Grava	365	467.050	4.620.950	100	Barcelona	S. Feliu B.	EB	24	3
122	Grava	365	467.200	4.620.850	80	Barcelona	S. Feliu. B	EB	24	3
123	Grava	365	467.100	4.620.800	80	Barcelona	S. Feliu. B.	EB	24	3
124	Arcilla	365	463.750	4.620.200	120	Gerona	Riells	EI	19	10

N.º	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD	USO
			X	Y	Z					
125	Grava	365	464.250	4.619.220	90	Barcelona	San Celoni	EA	24	3
126	Grava	365	468.750	4.620.800	70	Gerona	Hostalrich	EA	24	3
127	Pumita	365	472.800	4.619.500	80	Gerona	Fogas de Torderá	IN	20	5
128	Basalto	365	472.100	4.618.800	160	Gerona	Fogas de Toderá	EA	20	4
129	Pórfido	365	473.250	4.617.900	40	Barcelona	Torderá	EB	3	4
130	Granito	365	476.250	4.618.350	40	Barcelona	Torderá	EB	3	4
131	Granito	365	475.600	4.616.750	50	Barcelona	Torderá	EB	3	4
132	Arena de granito	366	485.050	4.627.650	120	Gerona	Vidreras	EI	2	3
133	Granito	366	491.200	4.624.000	170	Gerona	Tossa de Mar	EA	2	2
134	Granito	366	491.580	4.623.700	200	Gerona	Tossa de Mar	EA	2	2
135	Granito	366	490.830	4.623.520	200	Gerona	Tossa de Mar	EB	3	2/4
136	Granito	366	503.600	4.626.800	90	Gerona	San Feliú de Guixols	EB	3	4 y 2
137	Granito	366	505.450	4.630.800	120	Gerona	Playa de Aro	EB	2	4
138	Granito	366	495.900	4.620.380	50	Gerona	Tossa de Mar	IN	3	2/4
139	Granito	393	429.400	4.612.650	300	Barcelona	Caldas de Montbui	EB	2	4
140	Granito	393	429.700	4.612.050	300	Barcelona	Caldas de Montbui	IN	2	4
141	Arenas	393	430.850	4.607.700	180	Barcelona	Caldas de Montbui	EA	24	3
142	Arenas	393	429.200	4.606.740	180	Barcelona	Sentmenya	EB	24	3
143	Arenas	393	436.300	4.609.850	180	Barcelona	Santa Eulalia	EA	24	3
144	Arenas	393	437.400	4.604.200	205	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	24	3
145	Granito	393	448.650	4.607.700	380	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	2	2
146	Arena de granito	393	448.100	4.607.600	300	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	2	3
147	Granito	393	448.300	4.607.300	300	Barcelona	Llinars del Vallés	EB	2	2/4
148	Granito	393	448.680	4.606.900	300	Barcelona	Llinars del Vallés	IN	2	2/4
149	Granito	393	449.250	4.606.400	270	Barcelona	Llinars del Vallés	EI	2	2
150	Granito	393	449.400	4.606.000	360	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	2	4
151	Arcilla	393	452.100	4.611.900	200	Barcelona	Llinars del Vallés	EI	19	9
152	Arena de granito	393	452.860	4.611.000	200	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	2	3
153	Arena de granito	393	454.200	4.610.650	260	Barcelona	Villalba Saserra	EA	2	3
154	Arena de granito	393	453.100	4.610.680	240	Barcelona	Llinars del Vallés	EA	2	3
155	Arena de granito	393	451.350	4.607.150	360	Barcelona	Dosrrius	EA	2	3
156	Arena de granito	393	454.900	4.606.500	220	Barcelona	S. Andres de Llavaneres	EA	2	3
157	Arenas	393	434.300	4.597.320	60	Barcelona	La Llangosta	EA	24	3
158	Granito	393	433.850	4.595.170	80	Barcelona	S. Fost de Campsentelles	EA	2	4
159	Pórfido	393	441.000	4.595.550	200	Barcelona	Alella	IN	2	4
160	Granito	393	449.400	4.603.700	200	Barcelona	Dosrrius	IN	2	2
161	Arena y grava	393	443.000	4.603.050	180	Barcelona	La Roca del Vallés	EA	24	4
162	Arena y grava	393	443.200	4.603.000	120	Barcelona	La Roca del Vallés	EA	24	3
163	Granito	393	445.220	4.602.150	280	Barcelona	La Roca	EB	2	2
164	Granito	393	445.900	4.602.150	320	Barcelona	Orrius	EA	2	2
165	Granito	393	444.900	4.602.100	300	Barcelona	La Roca	EB	2	2
166	Granito	393	443.600	4.601.600	240	Barcelona	La Roca	EB	2	2
167	Granito	393	445.680	4.601.520	330	Barcelona	Orrius	EB	2	2
168	Granito	393	443.100	4.601.500	160	Barcelona	La Roca	EB	3	1 y 2
169	Granito	393	443.500	4.601.350	640	Barcelona	La Roca	EB	3	2/4
170	Granito	393	446.200	4.601.300	380	Barcelona	Orrius	EI	2	1 y 2
171	Arena de granito	393	443.800	4.601.000	200	Barcelona	Vilanova del Vallés	EA	3	3
172	Granito	393	447.400	4.599.600	320	Barcelona	Argentona	EA	2	4
173	Arena de granito	393	446.450		340	Barcelona	Cabrera del Mar	EA	2	3
174	Granito	393	449.550	4.598.500	300	Barcelona	Cabrera del Mar	IN	2	2/4
175	Arena	393	453.100	4.597.650	3	Barcelona	Mataró	EA	24	3
176	Granito	394	465.450	4.607.800	120	Barcelona	San Cebrián de V.	IN	2	2/4
177	Cuarcita	394	469.800	4.609.600	380	Barcelona	Calella	EB	5	4
178	Caliza	394	473.250	4.610.500	60	Barcelona	Pineda	EA	8	4
179	Arena de granito	394	379.900	4.612.500	15	Barcelona	Palafolls	EB	2	3
180	Arcilla	421	431.000	5.594.400	60	Barcelona	Moncada y Reixach	EI	19	9
181	Granito	421	435.120	4.593.200	220	Barcelona	Vallensana	EA	2	3 y 4
182	Arcilla	521	433.000	4.592.900	120	Barcelona	Moncada y Reixach	EI	24	9
183	Pizarras	421	431.020	4.591.800	125	Barcelona	Moncada y Reixach	EA	8	4 y 6
184	Basalto	365	468.750	4.627.200	75	Gerona	Sils	EB	20	4

A.2. DIRECTORIO DE EXPLOTADORES

A.2. DIRECTORIO DE EXPLOTADORES

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM			USOS
		X	Y	Z	
Arcilla	JUAN LOPEZ RODA DE BARA (Tarragona)	369.400	4.559.500	60	9
Arenas	JOSE MARIA DOMINGO VIDAL C/ Rambla Jaime I, 6 CAMBRILS (Tarragona)	329.850	4.556.350	240	3
Arenas	ARCILLAS Y ARENAS REFRACTARIAS Via de Calunia, 21. GANDESA (Tarragona)	324.000	4.551.800	300	3
Arenas	JOSE M. NOLLA FERRAT C/ Dimart, 63. RUIDECNYES (Tarragona)	330.100	4.556.550	260	3
Arenas	JOSE MALLAFRE MARCO C/ Cambriels. MONTGROIG DEL CAMPO (Tarragona)	324.900	4.552.600	320	3
Arenas	JOSE VIVANCO SERRANO MONTROIG (Tarragona)	325.300	4.552.150	280	3
Arenas	MATERIALES H. GRIFFI Ctra. Villafranca, s/n. VILLANOVA I LA GELTRU (Barcelona)	394.700	4.568.500	80	6/12
Arenas	ENRIQUE MESTRE FONTENALLS Carrer nou, 49. SANT PERE DE RIVAS (Tarragona)	394.950	4.568.500	120	6/12
Arenas	SEBASTIAN MILA C/ Consejo de Ciento, 242. BARCELONA	419.700	4.572.100	10	3
Arenas	ALEJANDRO SANCHEZ C.º Filipinas. VILADECANS (Barcelona)	419.600	4.572.000	8	3
Arenas	MONTGAVI, S. A. Avda. Serragordia, 29. VILADECANS (Barcelona)	419.200	5.571.900	10	3
Arenas	MANUEL SANCHEZ LIZAN C.º Filipinas. VILADECANS (Barcelona)	419.520	4.571.900	10	3
Arenas	LUIS A. PORCAR BORRUEY Conde de Bell, s/n. LLOCH (Barcelona)	420.050	4.571.300	8	3
Arenas	ALDEGUER, S. A. C/ Iglesia, 49. CASTELLEDOLFELS (Barcelona)	415.280	4.570.700	10	3
Arena y grava	BALSELL, S. A. Avda. de S. Jordi, 33. REUS (Tarragona)	336.350	4.559.150	140	3
Arena y grava	JUAN VALERO GARCIA C/ Espronceda, 4. REUS (Tarragona)	336.200	4.559.200	140	3
Arena y grava	TEDARCON LA CANONJA (Tarragona)	346.600	4.554.250	40	3
Arena y grava	TRANSMALER C/ Joaquina de Veduña. TARRAGONA	346.800	4.540.150	40	3
Arena y grava	JORDI MOLAS RIPOLL Paseo Sunyer, 23. REUS (Tarragona)	345.000	4.549.000	20	3
Arena y agua	JORDI MOLAS RIPOLL Paseo Sunyer, 23. REUS (Tarragona)	345.200	4.548.250	20	3
Barita	GRUPO EL PORVENIR C/ Gerona, 9-1º. BARCELONA	325.750	4.555.800	350	16
Caliza	ERNESTO PIQUET E HIJOS, S. A. C/ Calceran Marquet, 8. CAMBRILS (Tarragona)	338.250	4.561.500	300	4/22
Caliza	JOSE LLADO TORRES C/ General Sanjurjo, 18. LARIB (Tarragona)	350.600	4.574.320	300	4
Caliza	CANTERAS COTS, S. A. VALLS (Tarragona)	350.750	4.574.550	300	4
Caliza	CANTERA PONDEROSA C/ Romiguera. ALCOVER (Tarragona)	346.000	4.569.000	300	4
Caliza	DOLOMIAS JUNCOSA, S. A. C/ Cerdanya, 8. VENDRELL (Tarragona)	370.700	4.574.800	400	4/12
Caliza	MIGUEL LEON LAZARO Urb. La Muntanyeta. VENDRELL (Tarragona)	373.000	4.563.000	125	4
Caliza	CANTERA VIMER, S. A. San Salvador, 27. RODA DE BARA (Tarragona)	373.000	4.562.550	180	4

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM>			USOS
		X	Y	Z	
Caliza	BLANCS MINERALS PEVIDAL, S. A. La Rambla, 9-3.º. VENDRELL (Tarragona)	382.000	4.565.700	100	14
Caliza	RAMON MAÑE RUVIROSA C/ Pou, 7. CALAFELL (Tarragona)	380.650	4.563.580	60	1/2
Caliza	ISMAEL BLANCO SOTO C/ Alguer, 7-5.º TARRAGONA	362.100	4.556.850	90	4
Caliza	CEMENTOS Y CALES FREIXA, S. A. Avda. de las Corts Catalanes, 128. BARCELONA	390.325	4.573.625	300	6
Caliza	CONSTRUCCIONES Y EXPLOTACIONES C/ Monset Coy. VILAFRANCA DEL PENEDES (Barcelona)	393.300	4.574.200	260	4
Caliza	CANTERAS DE OLERDOLA, S. A. C/ Mallorca, 160. OLERDOLA, S. A.	394.900	4.574.900	240	4
Caliza	FERMIN ROCA LOPEZ Dr. Fleming, 19. VILANOVA I LA GELTRU (Barcelona)	393.050	4.568.000	120	4
Caliza	MATERIALES H. GRIFFI Crta. Vilafranca, s/n. VILANOVA I LA GELTRU (Barcelona)	392.300	4.567.800	90	4/6
Caliza	SUMINISTRO DE ARIDOS Y DERIVADOS C/ Valencia, 128. BARCELONA	406.800	4.568.150	210	4
Caliza	ASLAND CATALUNYA, S. A. C. N. n.º 152. P. K. 110. MONTCADA I REISACH (Barcelona)	408.500	4.568.600	200	4/6
Caliza	MONSOLVEN Avda. Serragordia, 27. BARCELONA	409.200	4.569.000	260	4
Caliza	MONSOLVEN Avda. Serragordia, 27. BARCELONA	409.500	4.568.750	60	4
Caliza	EXPLOTACIONES DE ARIDOS CALCAR Ctra. Barcelona-Sant Creu, km 28. GARRAF	409.500	4.568.500	40	4
Caliza	CUBIERTAS MZOV, S. A. Via Augusta, 81-85. BARCELONA	411.500	4.570.700	280	4
Caliza	CLARIANACAL, S. A. Paseo General Mola, 19. BARCELONA	384.000	4.568.000	200	6
Caliza	MINERALES MICRONIZADOS URGELL, S. A. C/ Roca, 1. Teéfono 67 05 05. ARBOR'L (Tarragona)	382.000	4.565.750	120	14
Dolomia	PRIMITIVO MENDEZ C/ Muralla Anselm Clave. ALCOVER (Tarragona)	342.750	4.573.100	800	2
Dolomia	DE LUCAS, S. A. C/ Montreal, 4. ALCOVER (Tarragona)	343.500	4.571.700	800	2
Dolomia	VALENTIN RODRIGUEZ C/ Costeto, s/n. ALCOVER (Tarragona)	346.000	4.572.500	400	2
Pizarras	CUARCITAS DEL MEDITERRANEO, S. A. Ctra. Comarcal n.º 242, km. 9. ALFORJA (Tarragona)	329.000	4.565.300	500	4
Arena	ISABEL CAPARROS MOLINA C/ Vilamarín, 40. BARCELONA	453.100	4.597.650	3	3
Arena y grava	ARIDOS CASTELLOT MANLLEU (Barcelona)	437.550	4.650.100	480	3
Arena y grava	ARIDOS MANLLEU C/ Monset Aulet, 9. MANLLEU (Barcelona)	437.550	4.649.700	480	3
Arena y grava	JOSE BOU Ctra. de San Hilario. MANLLEU (Barcelona)	440.550	4.649.100	440	3
Arena y grava	PEDRO RIVAS C/ Puyg Ventas, s/n. ANGLES (Gerona)	470.250	4.645.700	135	3
Arena y grava	JOAQUIN PLA NOGUER Urbanización Avellanada, s/n. ANGLES (Gerona)	475.950	4.647.850	110	3
Arena y grava	BALLOSER AMETLLER, S. L. C/ Carmen, 15. GERONA	483.650	4.648.650	70	3

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM			USOS
		X	Y	Z	
Arena y grava	NARCISO BOTA GISPERT C/ Mayor, 8. RIUDARENES (Gerona)	476.300	4.629.550	90	3
Arena y grava	JOSE MAGAN MOLINA C/ San Enrique, 24. RIPOLLET. (Barcelona)	467.900	4.621.180	70	3
Arena y grava	JOSE MOGAZ C/ San Enrique, 50. RIPOLLET. (Barcelona)	464.250	4.619.220	90	3
Arena y grava	PERE CANO VALLEJO Bloque Mata 1. GRANOLLERS (Barcelona)	468.750	4.620.800	70	3
Arena y grava	EXCAVACIONES I ARIDS CAN RIVAS, S. A. Teléfono: 482 00 38. CAN DEL VALLES (Barcelona)	443.000	4.603.050	180	4
Arena y grava	MONTSERRAT LOPEZ LA TORNETA (Barcelona)	443.200	4.603.000	120	3
Arenisca	XUCLA TARDE, ALBERTO Ctra. Vivas, 3. AYFUAFRESA (Barcelona)	443.350	4.643.000	580	2
Arenisca	AQUILINO ROJO C/ Boch, 6-1.º B. LOS FRANQUESOS (Barcelona)	441.600	4.621.500	750	2
Basalto	ASLAND, S. A. C/ Córcega, 325. BARCELONA	475.900	4.624.800	120	6
Basalto	COSTA VELLA BRUNS DE SILS SILS (Gerona)	477.100	4.629.200	90	4
Basalto	JUAN TORNER MORERA General Mola, s/n. TORDERA (Barcelona)	472.100	5.618.800	160	4
Caliza	JAIME CASA CUBIERTA Manso Plantalamor. SANTA EUGENIA BERGA (Barcelona)	432.800	4.648.200	880	2
Caliza	MANUEL CAMBAN MARTINEZ Del Campo, 18. BAGUR (Barcelona)	518.420	4.646.650	120	2
Caliza	MARIN SALVADOR BREA Santa Teresa, 1. BAGUR (Barcelona)	518.000	4.646.050	180	2
Caliza	FRANCISCO ALARCON AVELLAN C/ Calella, 32. PALAFRUGELL (Barcelona)	517.900	4.645.550	180	2
Caliza	TALLERES SOLES C/ Carmen, 143. GERONA	486.500	4.647.700	150	1
Arcilla	RAFAEL GINESTA QUART (Gerona)	486.850	4.642.600	100	9
Arcilla	RAFAEL GINESTA QUART (Gerona)	487.300	4.642.100	80	9
Arcilla	JUAN QUINTANA B.º Arlos. LALMBILLAS (Gerona)	487.250	4.642.100	80	9 y 22
Arcilla	PEDRO FONT VILA LA BISBAL (Gerona)	501.900	4.645.900	80	9
Arcilla	ARGILES COLADES LA BISBAL (Gerona)	501.800	4.645.800	80	9
Arcilla	NARCIS COMALADAS SALVA San Lorenzo, 6. FLACA. CRUILLES (Gerona)	501.800	4.645.850	75	9
Arcilla	CERAMIRA J. TORRENT BREDA (Barcelona)	468.800	4.623.100	100	10
Arcilla	ARCILLAS BREDA, S. A. (Cooperativa Breda) Camina vecinal, s/n. BREDA (Barcelona)	463.750	4.620.200	120	10
Arcilla	JORGE ANGLADA C/ Verdaguer, 17. GRANOLLERS (Barcelona)	452.100	4.611.900	200	9
Arcilla	CERAMICA AUSIT Ctra. de Montcada a Ripollet. BARCELONA	431.000	4.594.400	60	9
Arcilla	BOBILA BONDIA Ctra. La Roca-Montcada (Barcelona)	433.000	4.592.900	120	9

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM			USOS
		X	Y	Z	
Arena	JOAQUIN COSTA TORRENT C/ Asunción, 12. BESCANO (Gerona)	473.320	4.647.100	100	3
Arena	ARIDOS HERMANOS CURANTA, S. A. Ctra. Gerona. VENTALLO (Gerona)	515.350	4.645.480	110	3
Arena	JOSEFA BOFILL REGENCOS (Gerona)	515.500	4.644.800	120	3
Arena	JOSE A. MARTINEIL Gualter. REGENCOS (Gerona)	515.400	4.644.200	120	3
Arena	GINES PEREZ PRAT DE LLOBREGAT (Barcelona)	468.100	4.622.300	95	3
Arena	LUIS GUIXERAS ESTEBA Ctra. de Sils, s/n. SILS (Gerona)	475.650	4.627.785	70	3
Arena	LUIS GUIXERAS ESTEBA Ctra. de Sils, s/n. SILS (Gerona)	476.550	4.649.200	70	3
Arena	MAXIMINO PICAZO GIMENEZ Paseo S. Juan, 97. BARCELONA	430.850	4.607.700	180	3
Arena	FRANCISCO MONTES C/ Virgen del Remedio. SANTA EULALIA (Barcelona)	436.300	4.609.850	180	3
Arena	FERMIN EANUS SAMPERA C/ Pompen Favia, 38. CALDAS DE MONTBUY (Barcelona)	437.400	4.604.200	205	3
Caliza	ARIDOS PUYG BRUCA, S. L. C/ Taurela. SANTA CRISTINA DE ARO (Gerona)	515.550	4.644.400	160	4
Caliza	PUJOL PIO Ctra. de Rivas, s/n. BALENYA (Barcelona)	435.750	4.625.300	620	2
Caliza	ALBERTO XUCLA TARTE Glorieta de Rivas, n.º 3. Teléfono 844 02 23. AYGUAFREDA (Barcelona)	436.800	4.628.550	570	4/22
Caliza	CANRERA PINOS, S. A. C/ Carmen, 30. SAN CUGAT DEL VALLES (Barcelona)	437.100	4.626.800	500	4
Caliza	CANRERA PINOS, S. A. C/ Carmen, 30. SAN CUGAT DEL VALLES (Barcelona)	437.120	4.626.600	480	4
Caliza	JOSE CLAPE FIDEL C/ Industria, s/n. LICA DE VALL (Barcelona)	433.700	4.616.000	300	4
Caliza	SERVIA CANTO C/ Irlanda, 1. PINEDA (Barcelona)	473.250	4.610.500	60	4
Esquisto	EMPRESA FUSTE Cassa de la Selva (Gerona)	490.550	4.637.850	180	4
Fluorita	MINAS DE MONSENY Paseo de Gracia. BARCELONA	450.640	4.629.350	1.300	12
Gneis	JOAQUIN LALE C/ Ibaruela, 51. ANGLES (Gerona)	469.500	4.647.650	200	4
Granito	QUINTANA FABREGAS C/ Raimundo Abadal, s/n. VIC (Barcelona)	449.100	4.640.050	580	3
Granito	JOSE SOLER MALLOT C/ Alvareda, 6. SAN JULIO DE VILATORTA (Barcelona)	448.850	4.639.800	600	3
Granito	CANTERA FELGUERAS VILADRAU (Barcelona)	446.970	6.634.240	880	3
Granito	JOAQUIN COSTA TORRENT C/ Asunción, 12. BESCANO (Gerona)	476.800	4.646.250	160	3
Granito	FRANCISCO ZAMORA MOLINA MONTRAS (Gerona)	511.900	4.640.550	90	4
Granito	GINES MARTINEZ C/ Sagunto, 16. PALAFRUGELL (Gerona)	517.100	4.640.120	100	3

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM			USOS
		X	Y	Z	
Granito	MARIA TERESA AMIRALL CASTELLO C/ Juan Sebastián Bach, 9. BARCELONA	430.750	4.613.400	440	3
Granito	JOSE MAGAN MOLINA C/ San Enrique, 24. RIPOLLET (Barcelona)	463.350	4.627.450	280	4
Granito	HORMIGONES SAN CELONI Pol. Ind. Molí Planes. SAN CELONI (Barcelona)	458.160	4.614.550	260	3
Granito	CANTERA ILLA C/ Felipe II, 61, ático-2. BARCELONA	457.850	4.614.100	240	3
Granito	JOSE BALMAÑA RUAIX Ctra. Lloret, s/n. TOSSA DEL MAR (Gerona)				
Granito	JOSE TABERNER BALMAÑA Avda. Cataluña, s/n. TOSSA DE MAR (Gerona)	491.580	4.623.700	200	2
Granito	MARIO BELLAVISTA LACEDA C/ Pino, 29. CARDEDEU (Barcelona)	448.650	4.607.700	380	2
Granito	JOSE MARIA VIURE I SALA C/ Juan Maragall, 90. CARDEDEU (Barcelona)	448.100	4.607.600	300	3
Granito	JAIME RIERA BELLAVISTA C/ Torrente Llibra, 9. CARDEDEU (Barcelona)	449.250	4.606.400	270	2
Granito	FRANCISCO GARCIA ALONSO C/ Roselló, 30. LLINARS DEL VALLES (Barcelona)	449.400	4.606.000	360	4
Granito	PEDRO LOPEZ LOPEZ Urb. Junior. C/ Miguel Hernández. Parcela 1.530 RIELLS (Barcelona)	452.860	4.611.000	200	3
Granito	PRIYCSA Gran Vía Tomás Bélmez, 54. CARDEDEU (Barcelona)	454.200	4.610.650	260	3
Granito	MAGIN RON VIURE C/ José Argila, 8. LLINARS DEL VALLES (Barcelona)	453.100	4.610.680	240	3
Granito	ANTONIO SESA GOMEZ Ronda Dr. Ferrán, 47. MATARO (Barcelona)	451.350	4.670.150	360	3
Granito	EUSEBIO VILLANOVA ALCOYENT C/ El Doctor, 40. Teléfono 702 60 49 SAN ANDRES DE LL. (Barcelona)	454.900	4.606.500	220	3
Granito	CANTERAS CANRO, S. A. C/ San José, 8, LLANGOSTA (Barcelona)	433.850	4.595.170	80	4
Granito	JORGE BUSQUE BONAMUSA C/ Carme, 4. MATARO (Barcelona)	449.400	4.603.700	200	2
Granito	PEDRA CORTS, S. A. ORRIUS (Barcelona)	445.900	4.602.150	320	2
Granito	JOSE BABANI Vecindario de Clara. ORRIUS (Barcelona)	446.200	4.601.300	380	1/2
Granito	ARIDOS Y DERIVADOS CARTRO Ctra. San Adrián a la Roca, km. 22 VILLANOVA DEL VALLES (Barcelona)	443.800	4.601.000	200	3
Granito	CANDIDO VINARDELL FERNANDEZ C/ S. Pablo, 13. MATARO (Barcelona)	447.400	4.599.600	320	4
Granito	FRANCISCO SIERRA CARBONELL C/ Senda, 25. CABRERA DEL MAR (Barcelona)	446.450	4.899.100	340	3
Granito	PIEDRAS Y DERIVADOS, S. A. Travesía de Gracia, 15. BARCELONA	435.120	4.593.200	220	3/4
Mármol	AYMAR, S.A. C/ Calvo Sotelo, 91. SAN CELONI (Barcelona)	459.400	4.622.600	400	4/14
Mármol	JOSE DEULOFEU Avda. Caudillo, 116. SAN CELONI (Barcelona)	457.480	4.622.450	460	4/12

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA	COORDENADAS UTM			USOS
		X	Y	Z	
Mármol	AYMAR, S. A. Calvo Sotelo, 91. SAN CELONI (Barcelona)	457.380	4.621.900	400	14
Mármol	AYMAR S. A. C/ Calvo Sotelo, 91. SAN CELONI (Barcelona)	457.300	4.621.480	500	14/22
Pizarra	CALATAYUD FORTUNY ROMAN C/ Llinás, 313. CARDEDEU (Barcelona)	448.300	4.618.700	500	2
Pizarra	JOSE PARET JUNCA Can Marsal. SAN PEDRO DE VILAMAYOR (Barcelona)	450.900	4.622.050	430	2
Pizarra	ASLAND, S. A. C. N. N.º 152. P. K. 10. MONCADA (Barcelona)	431.020	4.591.800	125	4/6
Pórfido	SERVIA CANTO Camargas, 1. PALS (Gerona)	504.820	4.637.400	180	4

A.3. LISTADO DE ESTACIONES NO INVENTARIADAS

A.3. LISTADO DE ESTACIONES NO INVENTARIADAS (BAJAS)

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
332	432,70	4.641,0	700	Yeso	No explotan por baja calidad del yeso. Utilizan el horno con yesos procedentes de Pobla de Sillet.
332	455,45	4.634,6	1.000	Pórfido	Cantera abandonada hace aproximadamente 16 años y de pequeñas dimensiones.
332	447,5	4.633,78	720	Sauló	Cantera de pequeñas dimensiones y abandonada hace más de 15 años
332	444	4.633,5	740	Toba	Cantera de pequeñas dimensiones. En plaza cantera hay árboles de aproximadamente 3 m.
332	435,80	4.636,50	570	Caliza	Cantera de pequeñas dimensiones, lleva abandonada más de 15 años.
332	436,94	4.632,40	580	Arcilla	En el lugar de la cantera ahora hay una urbanización, no se aprecia el lugar de la explotación
332	444,40	4.646,85	500	Arenisca	Pequeñas dimensiones con abundante vegetación.
332	445,18	4.646,68	450	Caliza	Cantera de pequeñas dimensiones e inactiva hace más de 15 años, abundante vegetación en plaza de cantera
332	451,3	4.646,28	500	Leucogranito	Pequeñas dimensiones, plaza de cantera poblada de vegetación. Material para construcción pantano.
332	451,4	4.646,15	500	Leucogranito	Plaza de cantera con abundante vegetación. El material de esta cantera se empleó en la construcción del pantano.
332	451,65	4.646,10	500	Leucogranito	Plaza de cantera con abundante vegetación. El material de esta cantera se empleó en la construcción del pantano.
333	471,35	4.633,7	300	Granito	No permiten explotar en estos montes, son reserva ecológica. Hace bastantes años no explotan en esta zona.
333	474,4	4.639,5	200	Pórfido	La plaza de cantera está poblada de castaños, se aprecia con dificultad la zona de cantera.
333	477,92	4.640,8	190	Lapilli	La plaza de cantera está repoblada de avellanos.
333	477,55	4.641,8	200	Gravas y arenas	Pequeñas dimensiones, lleva inactiva unos 10 años.
333	464,55	4.649,30	300	Pórfido	Cantera de pequeñas dimensiones abandonada hace más de 16 años
333	460,65	4.648,65	500	Pórfido	Está inactiva desde hace unos 18 años. El material se utilizó para áridos
333	467,6	4.644,65	300	Pórfido	Cantera abandonada hace tiempo y de pequeñas dimensiones.
333	461	4.637,1	700	Granito	Inactiva hace unos 15 años y de pequeñas dimensiones.
333	465,9	4.648,4	760	Gneis	Plaza de cantera dedicada a campo de tiro de la Guardia Civil
334	493,2	4.641,9	340	Granito	Pequeñas dimensiones y más de 15 años inactiva.
334	497,1	4.643,05	150	Pizarra	Pequeñas dimensiones y más de 5 años inactiva. La zona de explotación está ocupada por un merendero.
334	492,65	4.645,35	350	Pórfido	Pequeñas dimensiones y más de 15 años inactiva.
334	493,2	4.645,6	370	Granito	Pequeñas dimensiones (material utilizado para la carretera de esta zona).
334	493,75	4.645,4	320	Sauló	Pequeñas dimensiones (material utilizado para la carretera de esta zona).
334	494,8	4.645,85	360	Pórfido	Pequeñas dimensiones (material utilizado para la carretera de esta zona).
334	487,4	4.644,05	100	Arcilla	Terrenos urbanizados.
334	499,2	4.644,08	120	Caliza	Se usó el material de esta cantera para áridos y para construcción. Lleva más de 25 años sin funcionar.
334	501,4	4.645,8	75	Arcilla	Pequeñas dimensiones. Varios años sin funcionar.
334	505,1	4.644,25	120	Caliza	Se utilizó para la fabricación de cal. Actualmente la plaza de cantera está urbanizada.
334	506,3	4.648,5	60	Arcilla	Agado el yacimiento.

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
334	511,05	4.632,5	3	Granito	Zona urbanizada. Lleva bastantes años inactiva
334	507,85	4.632,7	10	Granito	Zona urbanizada.
334	506,95	4.632,2	80	Granito	Zona urbanizada y con árboles de 3 a 5 m en plaza de cantera.
334	513,95	4.635,6	55	Arcilla	Plaza de cantera ocupada por almacén de corcho.
334	495,9	4.648,65	160	Caliza	Cantera de pequeñas dimensiones. Plaza de cantera poblada de árboles.
334	486,6	4.648,2	180	Caliza	Pequeñas dimensiones y zona urbana.
334	486,6	4.648,15	220	Caliza	Pequeñas dimensiones y zona urbana.
334	486,65	4.647,8	120	Caliza	Pequeñas dimensiones y zona urbana.
334	486,35	4.647,50	160	Caliza	Pequeñas dimensiones y zona urbana.
335	517,450	4.645,520	-	Caliza	Edificios en plaza de cantera. Pequeñas dimensiones y bastantes años inactiva.
335	517,500	4.645,480	-	Caliza	Edificios en plaza de cantera. Zona urbanizada.
335	517,000	4.644,000	280	Caliza	Edificios en plaza de cantera. Zona urbanizada.
335	516,900	4.643,800	200	Caliza	Edificios en plaza de cantera. Zona urbanizada.
335	518,1	4.646,2	180	Caliza	La plaza de cantera y bancos de ésta restituidos con pinos.
335	518,65	4.646,48	100	Caliza	Zona urbanizada.
335	517,75	4.645,95	200	Caliza	Zona urbanizada.
335	517,320	4.644,200	200	Caliza	Zona urbanizada y pequeñas dimensiones.
335	516,100	4.644,950	150	Caliza	Zona urbanizada.
335	515,350	4.644,700	120	Arena	Zona urbanizada junto a carretera.
335	517,450	4.645,850	140	Caliza	Zona urbanizada. Pequeñas dimensiones.
364	436,9	4.630,5	540	Arcilla	Plaza de cantera urbanizada.
364	429,3	4.691,2	680	Arcilla	Agotamiento del yacimiento.
364	437,5	4.615,9	520	Arenisca	Zona urbanizada.
364	437,9	4.619,65	560	Arenisca	Abundante vegetación en zona de cantera. Lleva más de 18 años sin funcionar.
364	445,65	4.619,000	530	Pizarra	Pequeñas dimensiones. Lleva unos 18 años parada.
364	433,75	4.630,70	860	Caliza	Pequeñas dimensiones. Abandonada hace más de 18 años.
364	455,00	4.621,90	900	Cuarcita	Pequeñas dimensiones. Abandonada hace más de 18 años.
364	437,780	4.626,700	470	Caliza	Pequeñas dimensiones. Abandonada hace más de 18 años.
364	448,400	4.622,400	925	Pizarra	Abundante vegetación en zona cantera. Abandonada hace bastantes años.
364	450,720	4.621,840	300	Pizarra	Abundante vegetación. Abandonada hace años.
364	454,850	4.621,400	715	Esquistos	Hace años está abandonada. Abundante vegetación.
364	44,500	4.621,400	600	Pizarra	Abundante vegetación y abandonada hace años.
364	444,85	4.617,000	500	Pizarra	Pequeñas dimensiones. Tapada por la vegetación.
365	478,45	4.626,08	80	Basalto	Situada junto a autopista, la están tapando con escombros.
365	477,8	4.629,25	100	Sauló	Agotado yacimiento. Area de explotación restaurada.
365	473,85	4.630,35	100	Basalto	Agotado yacimiento.
365	481,55	4.631,35	80	Pórfido	Area urbanizada
365	463,2	4.627,1	200	Aridos (Gravas)	Cantera. Abandonada y restituida con árboles.
365	465,4	4.624,5	160	Gneis	Pequeñas dimensiones y árboles en plaza de cantera.
365	465,3	4.624,65	150	Esquisto	Plaza de cantera restituida por pinos (aprox. de 3 m)
365	468,5	4.621,1	60	Grava	Agotada.

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
365	476,9	4.615,3	70	Granito	Situada al borde N-II, Km. 687,5.
365	478	4.614,4	120	Granito	Zona urbanizada por urbanización Mas Carbó.
365	484,25,	4.615,15	120	Granito	Zona urbanizada.
366	500,45	4.625,95	50	Granito	Cantera de pequeñas dimensiones inactiva desde aprox. 1972
366	502,55	4.626,80	60	Granito	Pequeñas dimensiones y dentro de urbanización
366	502,9	4.627,05	90	Granito	Pequeñas dimensiones.
366	500	4.628,05	80	Granito	Se utiliza plaza de cantera para almacenar áridos de otros lugares.
366	501,3	4.628,28	40	Sauló	La nueva cantera cruza la carretera.
366	505,7	4.631,1	80	Granito	Plaza de cantera ocupada por almacén de materiales de construcción y áridos. En urbanización D' Aro.
366	505,7	4.630,7	100	Granito (Leucogranito)	Dentro de urbanización Santa Cristina.
366	504,100	4.630,3	140	Granito	Pequeñas dimensiones y abundante vegetación.
366	496,5	4.622,6	200	Granito	Ocupa su espacio una urbanización.
366	489,8	4.622,6	280	Pizarra	Cantera de pequeñas dimensiones, no se explota desde hace más de 4 años.
366	500,2	4.624,9	220	Granito	Restituida plaza de cantera con pinos (aprox. 3 m)
366	500,9	4.625,2	120	Granito (para arenas)	Cantera de pequeñas dimensiones. Lleva unos 15 años inactiva.
366	501,8	4.625,3	60	Granito	Cantera de pequeñas dimensiones. Lleva unos 15 años inactiva.
366	502,0	4.625,4	20	Granito	Cantera de pequeñas dimensiones. Lleva unos 15 años inactiva.
366	503,5	4.625,5	15	Granito	La plaza de cantera se utiliza para almacén y depósito de contenedores del puerto.
366	501,4	4.625,7	40	Granito	Plaza de cantera ocupada por una urbanización.
366	490,2	4.617,3	40	Granito	Zona urbanizada.
366	490,6	4.618,4	160	Granito	Zona urbanizada.
366	491,85	4.619	140	Granito	Plaza de cantera restituida con pinos y otros árboles.
366	493,75	4.619,28	80	Granito	Zona urbanizada.
366	495,05	4.619,2	5	Granito	Zona urbanizada.
366	496,5	4.620,35	60	Pórfido	Zona urbanizada.
366	495,6	4.621,1	110	Pórfido	Cantera de pequeñas dimensiones e inactiva hace más de 15 años.
366	496,5	4.621,5	60	Pórfido	Cantera de pequeñas dimensiones e inactiva hace más de 15 años.
366	500,52	4.629,4	60	Sauló	Ubicada en urbanización de Santa Cristina de Aro (pequeñas dimensiones).
366	494,8	4.631,35	100	Sauló	Cantera muy pequeña e iniciativa hace años.
366	490,1	4.627,6	180	Granodioritas	Pequeñas dimensiones, casi no se reconoce el lugar por la vegetación.
366	486,5	4.614,85	60	Granito	Desaparecida dentro de urbanización.
393	450,8	4.612,25	200	Arcilla	Vendieron propiedad para edificar.
393	431,75	4.595,1	55	Arcilla	Zona urbanizada.
393	450,8	4.607,2	280	Granito	Lleva muchos años inactiva, el camino está cortado. Pequeñas dimensiones.
292	449,18	4.607,2	400	Granito	Parada hace unos 15 años. Predominan adoquines. Cantera pequeña.
393	448,6	4.607,3	260	Granito	Pequeñas dimensiones. Más de 10 años inactiva.
393	444,9	4.602,9	230	Granito	Pequeñas dimensiones y tapada por la vegetación, arbustos de aproximadamente 3 m.
393	445,48	4.601,70	370	Granito	Cantera tapada por la vegetación (había adoquines y bordillos).
393	446,45	4.599,12	390	Granito	Zona urbanizada.

HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
393	449,42	4.598,3	240	Granito	Rodeada de casas de recreo (predominan áridos).
393	443,35	4.595,40	235	Granito	Zona urbanizada.
393	443,85	4.595,20	240	Granito	Zona urbanizada.
393	440,50	4.595,75	300	Granito	Zona urbanizada.
393	444,20	4.595,70	300	Granito	Zona urbanizada.
393	449,30	4.601,32	150	Granito	Pequeñas dimensiones e invadida por la vegetación.
393	448,84	4.600,65	310	Granito	Pequeña dimensiones e invadida por la vegetación.
393	443,500	4.596,00	320	Granito	Inactiva más de 18 años e invadida por la vegetación.
393	429,60	4.612,00	300	Granito	Inactiva más de 18 años e invadida por la vegetación.
393	429,550	4.611,900	320	Granito	Inactiva más de 18 años e invadida por la vegetación.
394	456,7	4.603,250	170	Granito	Plaza de cantera edificada. Pequeñas dimensiones.
394	460,920	4.603,200	65	Granito	Plaza de cantera en urbanización.
394	466,25	4.607,45	100	Granito	Parada hace más de 15 años. Cantera de pequeñas dimensiones.
394	477,9	4.611,45	60	Cuarcita	Parte de la plaza de cantera está ocupada por área de descanso (ensanche) de la carretera nacional II (aprox. Km 83).
394	471,25	4.607,15	3	Arena	Area totalmente urbanizada.
394	479,2	4.611,1	15	Sauló	Dentro de área urbanizada.
394	478,9	4.611,85	20	Sauló	Zona urbanizada.
394	477,12	4.609,55	8	Arena	Area totalmente urbanizada.
421	435,05	4.590,50	120	Granito	Inactiva hace más de 15 años con abundante vegetación.
421	436,980	4.591,150	40	Arcilla	Actualmente no se explota arcilla en este lugar. Se suministran de arcilla de San Cugat.
421	436,65	4.592,15	160	Granito	Abandonada hace más de 17 años.
421	437,20	4.594,00	260	Granito	Abandonada hace más de 17 años.
421	438,52	4.593,70	200	Granito	Abandonada hace más de 17 años.

A.4. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

A.4. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

ARCILLA COMUN

Se incluye 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 arcilla (illita, caolinita, clorita, esmectitas, etc.) siendo su composición más frecuente de tipo illítico- caolínítico. 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 es su plasticidad al ser mezcladas 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 absorbidos.
- 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 tradicional, 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-caolínítica.
- Contenidos en esmectita <10-15% para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.
- Arena silíceo en proporción variable: 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.
 - 0,5-5% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3 : tonalidades ocreas.

El color aparece asimismo afectado por otros factores tales como:

- Temperatura de cocción.
- Grado de vitrificación.
- Contenido en Al_2O y MgO .
- Composición de los gases liberados durante la cocción.

– Impurezas no deseables:

- SO_4Ca <4%
- NaCl <1,5%
- Na_2SO_4 <0,4%
- MgSO_4 <1%

El uso de estas arcillas en lozas queda restringido a las lozas de baja calidad (lozas groseras y medias), requiriéndose arcillas semirrefractarias con relaciones de contenido caolín/otras arcillas, altas. Para grés se utilizan arcillas illito-caoliniticas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 <15%. El objetivo de este sector es obtener pastas cerámicas capaces de obtener impermeabilidad 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 illita, clorita, esmectita, vermiculitas. La 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 piritita (<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 resistencia a compresión.
- Color de cocción.

ARENAS Y GRAVAS

Se incluyen en este grupo aquellas rocas detríticas no consolidadas 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 en terrazas fluviales, lechos de ríos y rañas, mediante medios mecánicos convencionales.

La denominación por tamaños más usual 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

Para mayor información sobre ensayos, usos y especificaciones se remite al apartado 5.2 (Aridos).

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

	BaO	CO ₂	SO ₃	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:

Agente pesado en lodos de perforación (uso principal):

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

Pintura

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

	BaSO ₄	Especif.	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Volátiles humedad	Solubles pH en agua	Aceite	Granulometría
Blanco fijo	97	4,3-4,48	<0,2	<1	<0,5	0,2-0,5 6-8	15-30	Grado I 0,1-02μ
Baritina	94	4,3-5,5	<0,05	<2,0	<0,5	<0,2 6-8	6-12	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, carbonatos 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:

BaSO ₄ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SrSO ₄ (%)	F (%)	Granulometría
>94	<1	<1	Trazas	0,84-4,7 mm

Vidrio

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

BaSO ₄ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
96-98	<0,1-0,2	Trazas	<0,15	< 1,5

Otras industrias

- Como carga en la industria del caucho: % BaSO₄ >99%. Ausencia de cobre y manganeso.
- En la fabricación de hormigones especiales.

BASALTO

Son rocas volcánicas que se presentan en coladas de configuración masiva y dispuestas en paquetes horizontales. Ocasionalmente se caracterizan por una marcada disyunción columnar.

Los basaltos son las rocas volcánicas más difundidas y están formadas por plagioclasas calcio-sódicas y piroxenos rómbicos y/o monoclinicos, acompañados, a veces, por olivino.

Usos y aplicaciones

Pueden considerarse los siguientes grupos de utilidades industriales:

- Rocas de construcción: Pueden utilizarse en bloques como rocas ornamentales (se consideran incluso comercialmente como granitos oscuros), roca de sillería y revestimientos.
- Áridos: La roca triturada y clasificada puede utilizarse como árido para hormigón (prefabricado de hormigón tales como viguetas, bloques, tubos, etc), áridos para carreteras, basalto.
- Otros usos: Se incluyen aquí utilidades tales como abrasivos y aditivos.

Ensayos y normativa

Los ensayos convenientes para la caracterización fisicomecánica de estas rocas como material de construcción (roca ornamental, revestimiento y sillería) son análogos a los indicados para las rocas graníticas, por lo que se remite al lector al apartado correspondiente (7.1.). Ver asimismo ensayos para áridos en 7.2.

CALIZA

Las calizas son rocas sedimentarias de origen químico, detrítico y organógeno, con más del 95% de carbonato 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 importancia los de orden económico. Debido a la abundancia de materiales sustitutivos y a 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, asimismo, 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 el uso al que se destinen.

Construcción

Las dos formas esenciales de utilización de la 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 mármol, 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 arcillas, 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%.

CUARCITA Y ARENISCA

Las cuarcitas son rocas metamórficas, formadas casi exclusivamente por cuarzo. Derivan habitualmente del metamorfismo sobre areniscas y en menos ocasiones tienen su origen metasomático. Existe una total gradación entre areniscas y cuarcitas, función del grado de metamorfismo sufrido.

Usos

- La cuarcita es considerada como abrasivo silíceo natural de grado intermedio, siendo utilizada en muelas abrasivas, molinos de bolas, etc.
- Como árido natural o árido de machaqueo.
- La cuarcita es utilizada asimismo en manufactura de refractarios de sílice y metalurgia.
- Las areniscas son utilizadas fundamentalmente como abrasivos y como roca de construcción.

Ensayos

- Petrografía.
- Análisis químicos.
- Ensayos para ácidos y refractarios.

Normativa

Ver normativa general para áridos, refractarios, abrasivos y rocas de construcción.

ESQUISTO

Bajo el término «esquisto» se engloba un conjunto muy variado de rocas en cuanto a su composición mineralógica, cuyo denominador común lo constituye el hecho de tratarse de rocas formadas por metamorfismo regional de diverso grado, muy esquistosas, por lo general con lineación, y en ellas los granos son lo suficientemente grandes para permitir la identificación microscópica de los minerales componentes. El bandeo por segregación es, en general, prominente.

Usos

Tanto su composición mineralógica y química como la laminación que ofrecen permite su disgregación en placas, que marcan las variadas aplicaciones de estos materiales. Así, se utilizan en la industria de la construcción como roca de sillería y revestimiento, generalmente de carácter rústico; en la industria del cemento y derivados; en ladrillería y como aislante. En el campo de los áridos pueden utilizarse como áridos de compactación previo estudio de sus propiedades (forma, tamaño de partículas, alterabilidad, etc.).

Análisis y ensayos

- Estudio petrográfico.
- Análisis mineralógico.
- Análisis químico.

Normativa

Ver normas para rocas ornamentales y áridos.

FLUORITA

Fluoruro cálcico (CaF_2). La fluorita se presenta generalmente en cristales o masas exfoliables. También masiva, granular, gruesa... El color es muy variable, desde transparente a verde claro o púrpura. Las tierras raras, itrio y cesio, aparecen en ocasiones sustituyendo al calcio. Asimismo, son frecuentes las inclusiones de gases y fluidos (agua, petróleo) o de minerales (pirita, marcasita...).

Aparece en gran variedad de ambientes geológicos: En fisuras y venas, depósitos estratiformes, depósitos de reemplazamiento, stockworks, carbonatitas y rocas alcalinas, depósitos residuales, como ganga en otras mineralizaciones, brechas, pegmatitas... Suele estar asociada con minerales muy diversos: calcita, dolomita, yeso, celestina, baritina, cuarzo, galena, blenda, casiterita, topacio, turmalina, apatito...

Propiedades:

% Ca	% F	Dureza H	Peso específico	Ind. de refracción	Punto de fusión
51,1	48,9	4	3,18	1,4339	1.279 °C

El peso específico oscila entre 3.01- 3.6 g/cm³ para formas no cristalinas.

Pulverizado, y tratado con ácido sulfúrico, se descompone en ácido fluorhídrico y sulfato cálcico. Otras propiedades de interés industrial son su bajo índice de refracción, isotropía, baja dispersión y posibilidad de transmitir luz ultravioleta, que hacen de la fluorita útil para lentes especiales, aunque en este campo está siendo reemplazada por fluorita sintética. Su bajo punto de fusión le confiere propiedades fluidificantes al utilizarse en fundiciones.

Usos y especificaciones

- Manufactura de ácido fluorhídrico, según reacción antes citada.

Después de destilación el ácido fluorhídrico se presenta en el mercado en forma anhidra, o disuelto en agua (70% HF).

El HF es punto de partida para obtención de fluorocarbonos, fluoruro aluminico, criolita sintética...

Especificaciones

CaF₂ > 97%

H₂O < 0,1%

Otras impurezas (As, Pb): según usuarios

- Cerámica, esmaltado de utensilios, vidrios ahumados...

	<u>% CaF₂</u>
Grado I	95-96
Grado medio	93-94
Grado II	85-90

El contenido en impurezas depende de los usuarios. Habitualmente: SiO₂ < 2,5-3%, así como cantidades limitadas de calca, óxido férrico y trazas de Pb y Zn.

- Metalurgia: Contenido efectivo de fluorita > 60 y habitualmente Pb < 0,5 y azufre (en sulfuros) < 0,25.

El contenido efectivo de fluorita se obtiene multiplicando el % SiO₂ × 2,5 y sustrayéndolo del % CaF₂.

- Optica: Dimensiones mínimas de los cristales 6 × 6 × 6 mm. Los cristales de fluorita óptica son utilizados para fabricación de lentes acromáticas, prismas para espectrógrafos, etc.

- Otros usos: industria electrónica, física nuclear...

Explotación y procesado

La explotación, según el tipo de yacimientos, se hace a cielo abierto o mediante minería subterránea.

Habitualmente, el mineral debe ser concentrado para cumplir las especificaciones del mercado, recurriéndose a técnicas de flotación. La barita y galena pueden ser recuperadas como subproducto.

Ensayos

- Análisis químico.
- Difracción de Rayos X.

GNEIS

Son rocas producidas por metamorfismo regional de grado elevado, constituidas esencialmente por cuarzo y feldespatos con cantidades menores de micas y minerales ferromagnésicos; su esquistosidad es discontinua y muy mal definida. En ellos es característica la separación de los componentes siálicos (cuarzo y feldespatos) de los ferromagnesianos (biotita, piroxenos y anfíboles), en pequeños niveles lenticulares de color alterno claro y oscuro, paralelos a la esquistosidad de la roca.

Propiedades y usos

Los gneis presentan fisibilidad irregular, según superficies más separadas que los esquistos. Su peso específico oscila entre 2,5 y 2,7 t/m³; su resistencia a la compresión simple puede variar entre, aproximadamente, 800 y 3.300 kp/cm³ y su conductibilidad térmica es del orden de 400×10^5 cal/s/cm.

La utilización industrial de los gneises se efectúa fundamentalmente en el campo de las rocas de construcción (roca ornamental, roca de sillería, revestimientos) y en el de los áridos (hormigón, carreteras, balasto).

Análisis y ensayos

Los análisis y ensayos a realizar según el uso que se pretenda dar al gneis, son análogos a los enumerados anteriormente para otras rocas industriales. Como roca de construcción cabe considerar los siguientes:

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

Los ensayos indicados son los que se aplican a granitos ornamentales, pero pueden razonablemente aplicarse a los gneis ornamentales. Para su utilización como árido de machaqueo se consideran los siguientes ensayos.

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.
- Partículas 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 generales para rocas ornamentales y áridos.

GRANITO

Los granitos, en sentido amplio, constituyen una familia de rocas ígneas intrusivas formadas, fundamentalmente, por feldspatos 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 procedimientos 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, adamellitas, granodioritas, sienitas).
- Granitos oscuros (gabros, dioritas, incluso rocas volcánicas).

Usos

Las aplicaciones del granito se encuentran en el campo de las rocas de construcción, pudiéndose utilizar 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), balasto, escolleras, rellenos.

Análisis y ensayos

Los ensayos a realizar en estas rocas dependen del destino comercial que se pretenda darles; según se utilicen en el campo de las rocas ornamentales o de construcción o en el de los áridos. Como roca de construcción (revestimientos, pavimentos, sillería):

- 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.

MI: Muy importante.

I: Importante.

C: Pavimentos exteriores.

D: Pavimentos interiores.

PI: Poco importante.

Aridos para hormigón

- Granulometría.
- Sustancias reaccionantes.
- Estabilidad al sulfato magnésico.
- Compuestos de azufre.
- Absorción de agua y peso específico.
- Ensayo Los Angeles.
- Coeficiente de forma.
- Equivalente de arena.
- Partículas 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 y apartados de rocas ornamentales y áridos.

MARMOL

Se define el mármol como una roca metamórfica, constituida por un mosaico de cristales de calcita (CO_3Ca) y/o dolomita ($(\text{CO}_3)_2\text{Mg}$), presentando a menudo otros minerales metamórficos en proporciones variables.

Este sería la definición en sentido estricto; sin embargo, en sentido comercial el término es mucho más amplio, ya que se incluyen también otra serie de materiales como son las serpentinitas, las falsas ágatas, el ónice, algunas calizas y el travertino.

El más importante en volumen son las serpentinitas, rocas que se generan por la hidratación de rocas olivínicas (periodotitas, generalmente). El aspecto de este material es muy variado por la heterogeneidad que presenta debido a su propia génesis. Como roca ornamental es muy apreciado, si bien presenta algunas restricciones en cuanto a su uso respecto al mármol, por las características de algunos de sus componentes, que presentan escasa dureza.

Usos

El principal uso del mármol es en ornamentación, en el sector de la construcción, además de otros marginales como áridos, cargas, etc., en cuyo caso se trata como si fuese una caliza normal.

Si se dejan aparte las aplicaciones en construcción como sillares, actualmente en desuso, su aplicación se puede resumir en:

- Revestimientos.
- Pavimentos, solería.
- Peldaños.
- Rodapiés.
- Funerarios.

También es muy utilizado en elaboración de monumentos, estatuas y otros productos artesanales.

Los usos de la serpentinita son prácticamente los mismos que los del mármol, si bien se restringe un poco su utilización en exteriores, debido a las características mencionadas anteriormente de alguno de sus componentes.

Extracción y tratamiento

Dado el uso específico al que se destina la mayor parte del material, la extracción requiere unas técnicas especiales con el fin de obtener grandes volúmenes de roca sin fragmentar.

De este modo, en cantera, la extracción se efectúa en bancadas superpuestas, realizándose los cortes de la roca con hilo helicoidal generalmente, o bien con baterías de taqueo, neumáticas, procurando evitar el uso de explosivos convencionales.

Una vez obtenido el bloque en cantera, el dimensionamiento se realiza con martillo neumático. Ya con las medidas adecuadas, en el taller se efectúa el corte primario mediante telares o sierras circulares, obteniéndose tableros, que en sucesivas operaciones se pulen y fragmentan en piezas standard según el destino final del producto.

Ensayos y especificaciones

Los ensayos preliminares más utilizados son:

- Análisis químico.
- Estudio petrográfico.
- Prueba de pulido.
- Heladicidad.

Para la caracterización completa del material se efectúan los siguientes ensayos normalizados:

- Masa volúmica, absorción y porosidad aparente.
- Resistencia a compresión.
- Resistencia a compresión después de heladicidad.
- Resistencia a flexión.
- Resistencia al desgaste por rozamiento.
- Resistencia al choque.
- Microdureza knopp.

Como ejemplo de los valores medios para este tipo de material, una de las variedades más conocidas como es el *blanco macael* ofrece los siguientes resultados:

– Masa volúmica aparente	2,72 g/cm ³
– Absorción de agua.....	0,16%
– Porosidad aparente	0,60%
– Resistencia a la compresión.....	803,9 kg/cm ²
– Resistencia a la flexión	211,9 kg/cm ²
– Resistencia al desgaste.....	0,36 mm
– Resistencia al choque.....	45 cm
– Microdureza knopp.....	140,4 kg/mm ²

Normativa

Ver normativa general para rocas ornamentales.

PEGMATITA

Las fuentes básicas de aporte de feldespatos son las pegmatitas, arenas feldespáticas y granitos y otras rocas ígneas.

Se conoce como feldespato un amplio grupo de aluminio-silicatos de sodio, potasio y calcio.

Se distinguen tres tipos fundamentales:

- Feldespato potásico, con fórmula química general SiO_2 , K_2O , Al_2O_3 y cuyos términos más representativos son la ortosa y la microclina.
- Feldespato sódico, de fórmula SiO_2 , Na_2O , Al_2O_3 , siendo la albita la más representativa.
- Feldesptato cálcico, de fórmula SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , cuyo representante es la anortita, aunque en realidad estos dos últimos, que forman el grupo de las plagioclasas, constituyen una serie isomorfa cuyos términos extremos son los citados, con términos intermedios como la oligoclasa, andesina, labradorita y bytownita.

Los tipos más utilizados son los feldespatos ricos en potasio, así como las mezclas de éstos y los sódicos, mientras que las plagioclasas son muy poco utilizadas.

Existe un buen número de sistemas de tratamiento del material, extraído generalmente a cielo abierto con métodos tradicionales, que van desde la simple selección manual, pasando por los sistemas tradicionales de molino, clasificación y lavado, hasta los métodos de separación gravimétrica, magnética, electrostática y con la aplicación de técnicas de flotación. La mezcla de todos estos procesos conduce a la instalación de un sistema, más o menos sofisticado que incluye el enriquecimiento y la depuración del producto final.

Usos y especificaciones

Se utilizan principalmente en la fabricación de vidrio (como fuente de Al_2O_3 , K_2O y Na_2O) y en la elaboración de productos cerámicos mezclados con otros materiales, aunque también se usa en la fabricación de abrasivos y detergentes.

Para la industria del vidrio las principales especificaciones que debe cumplir el material son:

- Contenido en Fe_2O_3 menor de 1% en vidrio de color y menor de 0,3% en vidrio blanco.
- Que no contenga partículas refractarias o colorantes.
- Un contenido en Al_2O_3 mínimo de 15-16%.

Para mayor información ver apartado 7.8: Vidrio.

En la elaboración de productos cerámicos se requiere en general:

- Tamaño de grano menor o igual a 80 micras.
- Contenido de Fe_2O_3 menor de 0,3% en general y menor de 0,1% en variedades especiales.
- Color uniforme en el material fundido, preferentemente blanco.
- El porcentaje de Al_2O_3 puede estar entre el 10-15%.

Ensayos

Los ensayos preliminares más utilizados son los siguientes:

- Estudio petrográfico sobre lámina delgada.
- Análisis químico completo.
- Pérdida al fuego.
- Prueba de fusión.

Normativa

Existe una serie de propuesta de normativas para regular los ensayos de las propiedades físicas. Son los siguientes:

- Humedad	APNE 22.212
- Análisis químico completo	APNE 22.213
- Análisis granulométrico	APNE 22.214
- Fusibilidad a la temperatura de trabajo	APNE 22.215

PIZARRA

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, plagioclasa, turmalina, etc.)

Las propiedades esenciales de las pizarras, que condicionan sus usos, son: fisibilidad, finura de grano, baja porosidad, dureza, inalterabilidad, etc. La explotación de los yacimientos de pizarra suele efectuarse a cielo abierto, aunque en los últimos años se han iniciado labores subterráneas.

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 fisicomecánicas 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.
- Contenido 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 cuadro siguiente refleja la importancia de los principales ensayos de caracterización de la pizarra en función de la utilización a que se destine.

UTILIZACION	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: ITGE Pizarras de España.

- 1: Absorción de agua.
- 2: Resistencia a las heladas.
- 3: Resistencia a los cambios térmicos.
- 4: Resistencia a los ácidos.
- 5: Resistencia 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 $\pm 50\%$ del «espesor nominal» correspondiente a su partida.
- * En ningún caso 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 metálicas (en granos, agregados o bandas) en ningún caso atravesarán las placas.
- * Se conocerá la composición mineralógica de las inclusiones 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 $2,6 \text{ g/cm}^3$ (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 5mm.

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

Normativa

Ver normas generales para rocas ornamentales y áridos.

PUMITA Y ROCAS PIROCLASTICAS

Pumita

Las pumitas son rocas formadas por un vidrio volcánico correspondiente a una composición de lava ácida, producto de una erupción violenta y caracterizadas por una gran número de burbujas producidas por los gases desprendidos por el magma.

Las dos propiedades más importantes de la pumita son el bajo peso específico (unos 650 kg/m³) y el poder de aislamiento, regidas por su naturaleza porosa.

Usos y aplicaciones

La utilización industrial de la pumita conoce los siguientes campos:

- Fabricación de cemento puzolánico, utilización análoga a la de los vidrios volcánicos con alto contenido vítreo y elevada proporción de sílice.
- Áridos para hormigones de baja densidad.
- Otras aplicaciones de la pumita, en polvo, se dan en el campo de los abrasivos, cargas para pinturas, aislamientos térmicos y acústicos, acabado de metales y plásticos, caucho, procesado de tubos de televisión y pulido de pantallas, etcétera.
- Eventualmente se utiliza como roca de revestimiento.

Ensayos

Pueden considerarse los ensayos y análisis especificados en el estudio de las rocas volcánicas piroclásticas.

Rocas piroclásticas

Toda erupción volcánica arroja productos consolidados ya en el interior de la chimenea o productos sólidos arrancados al sustrato preexistente. Estos restos clásticos son de tamaños variados y su clasificación puede efectuarse utilizando criterios basados en su carácter de sueltos o consolidados, en su granulometría y también puede efectuarse una clasificación genética. Se tiene:

a) Materiales sueltos

- Bombas, que, según clasificación Fisher 1961 y Bloklina 1959, corresponden a piroclastos con tamaño superior a 64 mm.
- Lapilli, que, corresponden a tamaños comprendidos entre 2 y 64 mm.
- Cenizas (finas y gruesas), con tamaños entre 0,0039 y 2 mm.

Por otra parte existen denominaciones locales, como son el conocido «picón» de las Islas Canarias, que engloba dos tilos de granulometría: una más abundante con tamaños entre 1 y 3 cm, y otra con tamaños entre 7 y 10 cm en su mayor proporción. Las cenizas, «rofa» o «arena» corresponden a piroclastos con tamaños entre 0,1 mm y 2 cm.

b) Materiales compactados

Se incluyen brechas y tobas volcánicas. La textura y composición de la tobas volcánicas son importantes y J. V. Howell las ha clasificado en:

- Tobas vítreas, que son cenizas volcánicas consolidadas compuestas fundamentalmente por fragmentos vítreos emitidos durante la erupción volcánica; se denominan así cuando el material vítreo supera en 75% del total de la roca.
- Tobas líticas, formadas por fragmentos de rocas sedimentarias, eruptivas e intrusivas que han sido arrancadas durante la ascensión de la lava y depositadas en la chimenea volcánica para luego ser expulsadas de forma explosiva.
- Tobas cristalinas. Se presentan como depósito consolidado a partir de cenizas volcánicas, compuesto por cristales intratélúricos arrojados durante la erupción volcánica. Se consideran tobas cristalinas sólo aquellas que contienen más del 75% de cristales.

Usos y aplicaciones

Estos materiales, que se engloban bajo el nombre de vidrios volcánicos, pueden utilizarse en los siguientes campos:

- Fabricación de cementos puzolánicos. Según el Pliego Oficial de Condiciones para la recepción de Conglomerados Hidráulicos, «se entiende por puzolana, para su empleo en fabricación de cementos, el producto natural, de origen volcánico, que es capaz de fijar cal a temperatura ambiente y formar compuestos de propiedades hidráulicas». De todos los materiales tobáceos existentes sólo poseen altos valores de puzolanidad los que tienen un alto contenido vítreo y una elevada proporción de sílice, como las tobas vítreas de naturaleza riolítica.
- Construcción. En particular los materiales piroclásticos sueltos (lapilli) se utilizan en todo tipo de prefabricados de hormigón (bloques, tubos, bovedillas), excepto viguetas para las que se utiliza grava basáltica. Los tamaños utilizados dependen del fabricante pero, una vez molidos y cribados, suelen estar comprendidos entre 5 y 10 mm para bloques finos, entre 10 y 15 mm para bloques normales y alrededor de 15 mm para bovedillas. Las especificaciones para este uso marcan un peso específico no excesivamente alto, el material no debe estar alterado y su granulometría debe estar comprendida entre los límites citados.
- Obras públicas. Se utilizan materiales sueltos para aglomerados asfálticos (convienen productos con densidad superior a 1,1 g/cm³) y también se puede utilizar como material de relleno.
- Agricultura. En Lanzarote se utilizan las cenizas como acuífero artificial, que retiene el agua y drena lentamente hacia los horizontes arcillosos subyacentes, mitigando la evaporación.
- Otros usos. Tales como absorbentes, portadores de insecticidas, filtros, cargas, abrasivos, etc.

Análisis y ensayos

Para la caracterización como puzolanas, se consideran los siguientes ensayos:

- Análisis químico.
- Estudio petrográfico.
- Molienda y determinación de finura.
- Ensayos de reactividad con cal (mecánico y químico).
- Molienda y mezclas con cemento.
- Índice puzolánico.
- Resistencia a compresión y flexotracción.

Respecto a las características de los ensayos y las especificaciones exigidas puede seguirse lo contenido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos («BOE» n.º 206, de 28 de agosto de 1975). En cuanto a su utilización en el campo de los áridos, pueden realizarse los ensayos considerados ya en otras sustancias. Ver apartados 5.2. «Aridos» y 5.4. «Cementos».

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 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -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

	CaO	SO ₃	H ₂ O	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 minerales se derivan sus diferentes propiedades físicas: dureza, densidad, solubilidad y especialmente su distinto comportamiento térmico: el yeso, al ser calentado a 190- 200 °C 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 aljez, 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 proceso 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 cobertura/capa explotable <2.
- Espesor mínimo explotable: 1 m.

Ensayos

- Análisis químico.
- Ensayos de calcinación.
- Difracción de Rayos X.
- Humedad.

Especificaciones y normativas

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

CLASE	% Mínimo de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	% Mínimo agua cristalizada	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 31-5-985 (BOE n.º 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 siguiente tipos y características:

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
Índice 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 (SO ₄ Ca ₂ 1/1H ₂ O)	–	–	–	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 ciento, máximo.....	50	15	30	5	1
Resistencia mecánica a flexotracción, mínima en kp/cm ² (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.....	820	8 20	8	8 20	8 20
Duración del estado plástico mínimo en minutos					

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

– 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:

NF B 12-201: Yesos de construcción.

NF B12-401: 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 563-73: Método standard de ensayo para determinar el SO₃ 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 pláster de yeso.

ASTM C 36-73: Especificaciones para tabiques de yeso.

ASTM C 59-73: Especificaciones para yesos de enlucido y pláster de molduras.

ASTM C 317-64: Especificaciones para hormigón de yeso.

A.5. USOS Y SECTORES DE CONSUMO

A.5. USOS Y SECTORES DE CONSUMO

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.
- Aridos ligeros.
- 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.

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 gneílica visible:

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

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

Comercialmente, las rocas de color oscuro son denominados como «granitos negros» (basaltos, gabros).

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

- Calizas marmóreas, calizas ornamentales, conglomerados y brechas calcáreas.
- Travertinos.
- Serpentinias.
- 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 la 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 específico	Absorción agua	Resistencia compresión	Resistencia flexión	Resistencia heladas	Res. agen químicos
Granito	2,5	<1,4	>1.300	> 80	Buena	Buena
Mármol	2,5	< 1,6	> 500	> 70	Baja	Atacable
Arenisca	2,4	< 4,5	> 250	> 50	Baja	Baja
Cuarcita	2,6	< 1,3	>1.300	> 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.

Normativa 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 heladidad en adoquines de piedra.
- 22-170-83 **Granitos ornamentales.** Características generales.
- 22-171-85 Idem. Tamaño de grano.
- 22-173-85 Idem. Absorción y peso específico aparente.
- 22-172-85 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 Knopp
- 22-179-85 Idem. Resistencia al choque.
- 22-280-85 **Mármoles 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 Knopp.

- 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.

ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO

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/m³ 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 50 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% de peso.

b) **Aridos gruesos.** Se define como árido grueso a emplear en hormigones la fracción de lo que queda retenido en el tamiz 4 ASTM 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
1 1/2"	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.

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 MOPT, 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_2 , Na_2 o SO_4 Mg. 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 hay 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 $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. 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 granulometría:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. Pérdidas menor 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 $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. Pérdidas menores, respectivamente, al 12% y 10% en peso.

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

c) **Mezclas bituminosas en frío.**

* **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 $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. 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 $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. 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 $SO_4 Na_2$ o $SO_4 Mg$. Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso, respectivamente.

Coefficiente 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 peso, respectivamente.

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

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 de 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.

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.

Balasto de ferrocarriles

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

Coefficiente 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 de 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 partículas 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 Áridos finos para hormigones.
- 41-112-58 Áridos gruesos para hormigones.

ARIDOS LIGEROS

Dentro de este grupo se incluyen:

- * **Áridos ligeros naturales:** Pumitas, escorias, tobas, brechas y cenizas volcánicas.
- * **Áridos ligeros estructurales manufacturados:** Arcillas o pizarras expandidas.
- * **Subproductos ligeros:** Escorias artificiales.
- * **Áridos ultraligeros manufacturados:** Perlita expandida y vermiculita exfoliada.

Las propiedades deseables en estos materiales son:

- Bajo peso específico.
- Propiedades aislantes térmicas y acústicas.
- Propiedades ignífugas.
- Resistencia mecánica.
- Baja absorción de agua.
- Resistencia al frío y heladas.
- Baja contracción en el secado y mínima expansión térmica.
- Buena aglomeración con cemento.
- Inercia química.
- Propiedades elásticas.
- Resistencia a la abrasión.

No existe normativa oficial española para estos materiales, pudiendo en su defecto citarse las siguientes normas ASTM:

C-330 Agregados de peso ligero para hormigón.

C-331 Agregados de peso ligero para unidades de construcción.

C-332 Agregados de peso ligero para hormigones secos.

CEMENTOS, CALES Y YESOS

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 (1.400-1.450 °C) y enfriado con relativa rapidez, da lugar al *clinker*. Por fin, la mezcla íntima, con una determinada finura, de clinker y yeso es 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	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$
Bauxitas	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
Arcillas, pizarras, esquistos	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

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 ₂ O ₃	9-22
Fe ₂ O 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 (adiciones 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) Pozolanas. Bajo este nombre se designan los siguientes materiales:
 - Rocas volcánicas (riolitas, andesitas, etc.).
 - Rocas sedimentarias (diatomeas).
 - Cenizas volantes.
 - Arcillas activadas.

	Valor máximo en crudo	Valor máximo en clinker
MnO	0,022	0,036
Cr ₂ O ₃	0,012	0,002
Cl ⁻	0,012-0,1	0,05
S ⁼	0,3	
$\frac{SO_3}{K_2O + 0,5 Na_2O}$	0,8-1,0	
K ₂ O + Na ₂ O expresado como Na ₂ O	1,0	2,0
MgO	<2,0-2,2	

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:

$$MS = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

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

B. Módulo de fundentes:

$$MF = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

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

C. Módulo hidráulico:

$$MH = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

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 SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ 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 clinkers 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%.

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 constituido fundamentalmente de óxido o hidróxido de calcio y que amasada con agua tiene la propiedad de endurecerse únicamente en el aire, por acción del CO₂. Esta puede ser:
 - Dolomítica o gris si contiene más de 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 o 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 diferencia 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%.

Yesos

El yeso es una roca sedimentaria, de estructura cristalina, cuyo constituyente esencial es el sulfato cálcico hidratado. 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).

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-, caolinitica, con cantidades variables de cuarzo, carbonato cálcico, feldspatos, 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.

$\text{Fe}_2\text{O}_3 < 5\%$

$\text{SO}_4 = \text{CO}_3 = < 5\%$

Sílice libre $< 10\%$

Ladrillo hueco, tejas y bovedillas

La cantidad de Fe_2O_3 ha de estar comprendida entre el 5 y 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 grés al ataque por agentes químicos.
- 7-062-53 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.
- 7-063-53 Ensayo de fluorescencia 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.

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-químico 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 térmico, 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 fuerza destructivas, con lo que son bastantes los materiales que se pueden considerar refractarios.

Los tipos primarios de ladrillos refractarios incluyen ladrillos de silicatos aluminicos (a base de «fireclay» y alúmina), ladrillos básico (magnesia y cromo, solos o combinados en distintas proporciones), de sílice, aislantes y refractarios especiales (carbón, 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 × 114,3 × 63,5 mm, o 228,6 × 114,3 × 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 (fabricado 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 síliceos.
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. Contiene 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 simiestabilizados.
 - 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 silicio. Contienen 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 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ (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. Refractarios de corindón.
- 61-010-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina fabricados a base de un hidróxido de aluminio.
- 61-011-75 Características generales de los 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 los refractarios de semisílice.
- 61-021-75 Características generales de los refractarios de sílice.
- 61-022-75 Características generales de los refractarios de magnesita cocidos.
- 61-023-75 Características generales de los refractarios de magnesita-cromo cocidos.
- 61-024-75 Características generales de los refractarios de magnesita-cromo aglomerados químicamente.
- 61-025-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesita cocidos.
- 61-026-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesita aglomerados químicamente.
- 61-027-75 Características generales de los refractarios de forsterita.
- 61-028-75 Características generales de los refractarios de dolomita.
- 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 pirosférica).
- 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.

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 grés, grés 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 o componentes, 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 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.

Producto		% Materiales plásticos		% Materiales desengrasantes		% Materiales fundentes		Temperatura de cocción (°C)
		Arcilla noble	Caolín	Sílice	Chamota	Feldespatos	Caliza Dolomía	
Lozas	Feldespática	25-30	25-30	25-35	–	10-20	–	1.250-1.300
	Calcáreas	25-30	25-30	20-40	–	–	<30	1.000-1.100
Vitrificados	Vajilla	10	30-35	20-40	–	15-40	–	1.210-1.300
	Sanitarios	25	25	20-25	–	25-30	–	–
Gres sanitario		35-40	5-15	–	40-50	<10	–	–
Porcelana dura		5-10	45-50	10-30	–	15-40	<5	1.350-1.400

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%
- Fe₂O₃..... <2%
- TiO₂..... <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 SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO, Fe₂O₃, TiO₂.

En algunas muestras:

- Ensayo de cocción a 1.000, 1.100, 1.200 y 1.300°C sobre pasta normal y definición de la pérdida al fuego, color, absorción de agua, contracción lineal, resistencia mecánica y resistencia pirosfópica.

Para algunas porcelanas especiales, como las electrónicas, el contenido en Al₂O₃ ha de ser del 33%, con una pérdida de fuego entre el 11 y el 13% y un contenido máximo de Fe₂O₃ 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
SiO ₂	46-48%	50%
Al ₂ O ₃	37-38%	34%
Fe ₂ O ₃	0,7-0,78%	0,5%
TiO ₂	0,06-0,07%	0,1%
MgO	0,15-0,24%	
CaO	0,08-0,1%	3%
K ₂ O + Na ₂ O	1,5-2%	3%
Sílice libre	<5%	<5%

Fuente: ITGE (1981). Actualización del Inventario de Rocas.

Para cualquier tipo de porcelanas, la relación caolín/arcillas diversas >5 y aproximadamente 1 para lozas.

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 ₂ O
Caliza y dolomía	CaO, CaO + MgO
Feldespato, aplita, sienita	Al ₂ O ₃ + Na ₂ O + K ₂ O
Boratos	B ₂ O ₃
Sulfato sódico	SO ₃ + Na ₂ O
Yeso	SO ₃ + CaO
Barita	SO ₃ + BaO
Fluorita	F ₂ Ca
Arsénico	As ₂ O
Cromita férrica	Fe ₂ O ₃ + S
Piritas de hierro	Fe ₂ O ₃ + S
Nitrato sódico	Na ₂ O
Selenio	Se
Carbono	C

De todos ellos, los vidrios de sílice-sosa-cal constituyen el volumen más importante de la producción, donde el SiO₂ es el agente formador de vidrio, Na₂O actúa como fundente y CaO actúa como material estabilizante.

La alúmina aporta resistencia y durabilidad, inhibe la desvitrificación y aumenta la viscosidad durante el proceso de fabricación. El B₂O₃ 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 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 materiales.

* 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 al 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 ₂ O ₃	1,0
- % MgO	1,0
- % CaO	3,0
- % MnO ₂	-
- % ppc a 1.000 °C	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 hidrosfópica 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).
- 48-106-82 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.

INDUSTRIA QUIMICA

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales encuentran importantes aplicaciones en la industria química 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:

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Esposdumena	Acido sulfúrico Caliza	Sulfato de Litio Hidróxido de Litio	Cerámica, vidrio, moldes Refrigerantes, brillantinas, vidrios altamente resistentes
Halita	Electricidad, agua	Sosa caústica Cloro Hidrógeno	Productos químicos diversos, textil, papel, metales Productos químicos, papel Síntesis de amoniaco, metalurgia, productos químicos
	Amoniaco, Cal, CO ₂	Carbonato sódico Cloruro cálcico	Productos químicos, vidrio, jabones y metalurgia Supresión de polvo, tratamiento para carreteras
Silvina	Electricidad, agua	Hidróxido potásico Cloro Hidrógeno	Fertilizantes, detergentes Ver Halita Ver Halita

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Berilo	Fluoroferrito sódico	Hidróxido de berilio	Tubos fluorescentes, tubos TV, vidrio, cerámica
Caliza	Color oxígeno	Cal CO ₂	Sosa cáustica, tratamientos de aguas Productos químicos, carbonato
Barita	Carbón	Carbonato de bario Cloruro de bario	Vidrio, cerámica, tubos TV, pirotecnia oxigenoterapia, magnetos, medicinas, ladrillos, detergentes para metales
Bastnaesita Monacita Xenotima	Acido sulfúrico	Oxidos de Tierras raras	Colorantes para vidrio, polvos abrasivos, catálisis, lentes fotográficas, arcos de carbono
Zircón	Cloro, coque	Oxicloruro de zirconio	Producción de metales, productos químicos especiales
Rutilo	Cloro, coque	Tetracloruro de titanio	Pigmentos. Titanio (metal), agentes resistentes al agua
Pirolusita	Acido clorhídrico	Cloruro de Manganeso	Baterías, detergentes, fertilizantes, vidrio, esmaltes
Colemanita	Carbonato sódico	Borato sódico	Detergentes, filtrantes
Bauxita	Acido sulfúrico	Hidróxido aluminico Sulfato aluminico	Tratamientos de aguas, refractarios, floculantes, catalizadores
Cuarzo	Carbonato sódico Cloro, coque	Silicato sódico Tetracloruro de silicio	Adhesivos, cementos, jabones, defloculantes Siliconas y cauchos
Caliches	Acido sulfúrico	Acido nítrico	Fertilizantes, química en general
Rocas fosfatadas	Acido sulfúrico Sílice, coque	Acido fosfórico Fósforo	Fertilizantes, detergentes, cargas en alimentación Tratamiento de agua
Azufre	Aire, calor	SO ₂ Acido sulfúrico	Fungicidas, insecticidas, disolventes, agentes reductores Ver anhidrita
Pirita	Acido sulfúrico	Acido fluorhídrico	Química orgánica, fundentes, metalurgia, dentríficos, separación de isótopos, grabados de agua fuerte
Anhidrita	Gas, carbón, oxígeno	Acido sulfúrico Cal	Fertilizantes, química, pigmentos, refinado de petróleo, metalurgia Ver Caliza
Epsomita Magnesita Slamueras	Dolomías Calor, oxígeno	Oxido magnésico (Magnesia) Acido clorhídrico	Refractarios. Productos químicos diversos, cementos Química orgánica
Celestina	Carbón	Carbonato de estroncio	Vidrio, cerámica, pirotecnia, tubos TV

ABRASIVOS

Se consideran como abrasivos aquellos minerales o rocas que pueden ser utilizados para pulir, desbastar, moler, raspar, limpiar mecánicamente, etc., otros materiales sólidos.

Las propiedades físicas de interés en estas sustancias son: dureza, fragilidad, granulometría y formas 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 inferior (H<5,5)
Diamante	Calcedonia	Apatito
Corindón	Silex	Calcita
Esmeril	Cuarzo	Arcilla
Granate	Cuarcita	Diatomita
Estaurolita	Arenisca	Dolomita
	Arena silícea	Oxidos de hierro
	Basalto	Caliza
	Feldespato	Talco
	Granito	Trípulo
	Perita	

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..., 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, trípulo, diatomita, caolín, etc. El tamaño de grano es extramadamente fino: 100-325 mesh o superior.

Normativa UNE

La normativa es escasa en lo referente a materias prima, 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 aglomerados (150 R/ 525).
- 16-326 a 328 . . Rollos de tela y papel abrasivo (150-3336 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 la capilaridad de los granos abrasivos.
 - 17.6-1977 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.

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 reología.
- 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 las 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:

- Formar una costra o torta muy porosa.
- Area superficial baja.
- Correcta distribución granulométrica acorde al tipo de filtrado a realizar.
- Baja retención.
- Resistencia a colapso bajo presión.
- Posibilidad de poder ser suministrada en varios grados.

Los materiales más frecuentemente utilizados son:

- Arenas silíceas.
- Diatomita.
- Perlita expandida.
- Asbestos.
- 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 específico	Dureza	Indice refracción	pH:	Absorción aceite cc/ 100 g
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.

USOS AGRICOLAS

Se incluyen en este grupo:

- Fertilizantes-
- Correctores de suelos.
- Sustratos para cultivos.

El objetivo de los fertilizantes es suplir las deficiencias en nutrientes de un determinado suelo. En este sentido, los nutrientes esenciales, considerados como minerales fertilizantes, pueden ser divididos en:

- Primarios: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Secundarios: calcio, magnesio y azufre.
- Trazas: boro, hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno y cloro.

Los principales minerales y rocas, directa o indirectamente utilizados son:

- Nitratos: potásico, cálcico, magnésico.
- Fosfatos y apatito.
- Potasas.
- Caliza, calcita, dolomita, magnesita.
- Azufre, piritas.
- Yeso.
- Bórax, colemanita.
- Calcopirita, cuprita, esfalerita, molibdenita.

Para corrección de suelos, las principales sustancias utilizadas son los carbonatos: caliza, calcita, mármol etc. Aparte del Ca^{++} y Mg^{++} que se aportan como nutrientes, el principal factor a evaluar es el valor neutralizante y la solubilidad carbónica.

La principal sustancia utilizada como sustrato para cultivos es la turba.

Otras sustancias son perlita, pumita, vermiculita.

Entre otros factores interesan:

- pH.
- Retención de agua.
- Contenido en materia orgánica y azufre (turba).
- Granulometría adecuada a la demanda aire/ agua específica de cada planta.

FUNDENTES

Se pueden clasificar en básicos, neutros y ácidos, dentro de la metalurgia, en función de la naturaleza ácida o básica de sus soluciones en agua o, más directamente, por el hecho de que reaccionarán con componentes metálicos (ácidos o básicos) que se liberan del material que se está fundiendo, formando una escoria igualmente fusible. Para que un producto natural sea considerado fundente, no debe reaccionar con cantidades apreciables del metal que se está fundiendo, pero sí con sus impurezas. Los fundentes más comúnmente utilizados en la industria metalúrgica son las calizas, sílice y fluorita. La caliza es el fundente básico más común en la metalurgia, tanto ferrosa como no ferrosa.

La caliza se descompone a altas temperaturas en CaO y CO_2 , y al ser básica reacciona bien con menas de cobre y plomo, ácidas en su mayoría. El óxido de calcio disminuye el peso específico y la temperatura de fusión hace más fluida la escoria, con su consiguiente descenso del punto de fusión. El óxido de calcio en forma de cal es muy empleado en la industria del acero. La sílice es uno de los fundentes más baratos y más utilizados industrialmente, en forma de arena, grava, cuarzo, areniscas y cuarcitas. Los silicatos, sin embargo, no son convenientes debido a que es frecuente que contengan hornblenda, micas o feldspatos. La sílice es el fundente ácido más característico y normalmente se emplea en metalurgia para contrarrestar la basicidad de cal si se ha utilizado con exceso.

La fluorita se considera como un fundente neutro y se utiliza para dotar de inferior punto de fusión y de mayor viscosidad a las escorias.

En la tabla adjunta se pueden observar composiciones medias de los principales fundentes, según datos tomados de la Asociación Estadounidense del Acero.

%	Caliza	Cal	Dolomía	Dolomía calcinada	Fluorita
CaCO ₃	95,06	–	54,74	–	12,25
MgCO ₂	0,54	0,76	39,61	–	–
Fe ₂ O ₃	0,70	0,93	0,43	1,57	1,00
SiO ₂	1,73	2,55	0,74	1,53	4,65
S	0,049	0,07	0,026	0,037	1,00
CaF ₂	–	–	–	–	81,0
P	0,020	0,03	0,006	0,009	–
H ₂ O	1,70	–	4,0	–	–
OCa	–	81,36	–	–	–
OMg	–	–	–	56,35	–
Ppc	–	14,00	–	1,60	–

Además, son impurezas no deseables en los fundentes los óxidos de cinc, bario, magnesio y manganeso.

ARENAS DE MOLDEO

Las arenas utilizadas en fabricación de moldes de fundición pueden ser clasificadas como:

- Naturales: arenas arcillosa, 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 arcilloso (o resinas).

Las arenas de fundición deben responder a las siguientes propiedades.

- Análisis químico

	SiO ₂	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%

- Índice de finura AFS (American Foundrymen 's Society).

Acero	35 a 70 + 5
Aleaciones de cobre y metales ligeros	90-140 + 5
Hierro colado.....	40-140 + 5

Otros materiales

Otros minerales utilizados como arenas de fundición son zircón, estaurilita, olivino y cromita. Se obtienen con ellos valores de refractariedad más altos, en general, y menor expansión térmica.

Diferentes puntos de fusión de arenas de moldeo:

Arena silícea	1.682 °C
Arena de zircón	2.538 °C
Arena de estaurilita	1.538 °C
Arena de cromita	1.816 °C

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 Rayos X.
- ATD.
- Resistencia a la compresión en verde y en seco.
- Durabilidad.
- Límites de Atterberg.

AISLANTES

En general, aislante puede ser cualquier sustancia mineral capaz de crear una barrera entre un ambiente humano requerido y una condición no deseada. En este sentido necesitamos escudos antirradiación, aislamiento eléctrico, criógeno y barreras acústicas.

Existen muchas rocas y minerales industriales que entran de lleno en distintos procesos de manufacturación de materiales aislantes con tratamientos industriales mínimos o nulos.

Entre ellas, los más utilizados son:

- Perlitas: mezcladas con yeso u cementos son aislantes térmicos y acústicos.
- Vermiculitas: aislantes criogénicos para áticos.
- Asbestos: aislantes eléctricos y térmicos.
- Lanas minerales y algodones de silicatos: fibras manufacturadas utilizadas como aislantes térmicos en muros de construcción.
- Diatomitas: entran en la composición de ladrillos aislantes de sílice-alúmina.
- Micas: utilizadas como aislantes eléctricos.
- Wollastonita: como sustituto de asbestos en cementos aislantes.
- Materiales especiales: como vidrios, cerámicas electrotécnicas, etc.
- Pizarras, asfalto, sepiolita, yesos, etc.

Las propiedades que interesan para todos estos materiales son:

- Bajo coeficiente de conductividad.
- Buenas resistencias mecánicas.
- Estabilidad a altas temperaturas y frente a agentes químicos.