Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES
Escala 1:200.000

HOJAS Nº 14 (8-2) VIELLA Y Nº 23 (8-3) HUESCA

EXPEDIENTE Nº			

ORGANICA Nº	PROGRAMA Nº	CONCEPTO Nº

SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

11396

INDICE

Pág

0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO 1

1.- INTRODUCCION 6
1.1.- SITUACION GEOGRAFICA 7
1.2.- ANTECEDENTES 10

2.- SINTESIS GEOLOGICO-MINERA 12
2.1.- SITUACION GEOLOGICA 13
2.2.- ESTRATIGRAFIA 16
2.2.1.- Paleozoico 16
2.2.1.1.- Cámbrico-Ordovícico Superior 16
2.2.1.2.- Ordovícico Superior-Silúrico 18
2.2.1.3.- Devónico 18
2. 2..1.4.- Carbonífero 19
2.2.1.5.- Pérmico 20
2.2.2.- Mesozoico 21
2.2.2.1.- Triásico 21
2.2.2.2.- Jurásico 22
2.2.2.3.- Cretácico 22
2.2.2.4.- Transición Cretácico-Terciario. Facies Garumniense 25
2.2.3.- Terciario 25
2.2.3.1.- Paleoceno-Eoceno Inferior 27
2.2.3.2.- Eoceno Inferior- Medio 27
2.2.3.3.- Eoceno Medio (Luteciense) 30
2.2.3.4.- Eoceno Medio Superior 31
2.2.3.5.- Eoceno Superior-Oligoceno 32
2.2.3.6.- Oligoceno-Mioceno 36
2.2.4.- Cuaternario 38

2.3.- ROCAS VOLCANICAS, INTRUSIVAS Y ULTRABASICAS 41
2.3.1.- Rocas Ultrabásicas y Básicas 41
2.3.2.- Rocas Intrusivas 41
2.3.3.- Rocas Volcánicas y Subvolcánicas:porfirita, andesitas, ofitas y riodacitas 43

2.4.- ESTRUCTURA 45
2.4.1.- Estructura Hercínica 46
2.4.2.- Estructura Alpina 47

Pág

2.5.- MINERIA 49
2.5.1.- Mineralización de oro y wolframio 49
2.5.2.- Mineralizaciones cinc-plomo 50
2.5.3.- Mineralizaciones de hierro 50
2.5.4.- Mineralizaciones de cobre, cobalto y níquel 51
2.5.5.- Yacimientos energéticos 51

3.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS 53
3.1.- ARCILLA 55
3.2.- ARENA 63
3.3.- ARENISCA 65
3.4.- CALIZA 71
3.5.- CUARCITA 81
3.6.- DIABASAS Y OFITAS. ANDESITAS 84
3.7.- DOLOMIA 89
3.8.- FLUORITA 92
3.9.- GRANITO Y PEGMATITA 94
3.10.- GRAVAS-ARENAS Y ZAHORRAS 97
3.11.- HALITA 105
3.12.- MARGAS 108
3.13.- MARMOL Y CALIZA MARMOREAS 111
3.14.- PIZARRAS 117
3.15.- TURBA 120
3.16.- YESO 122

4.- IMPACTO AMBIENTAL 126
4.1.- INTRODUCCION 127

4.2.- VALORACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA HOJA 128
4.3.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS 133

5.- VALORACION MINERO-INDUSTRIAL 141
5.1.- INTRODUCCION 142
5.2.- USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION 144
5.2.1.- Rocas ornamentales y de construcción 144
5.2.2.- Aridos naturales 147
5.2.3.- Aridos de Machaqueo 148
5.2.4.- Cerámica Estructural 148
5.2.5.- Industria Química 149
5.2.6.- Otros Fines 149

Pág

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES 150
6.1.- RESUMEN 151
6.2.- CONCLUSIONES 156

7.- BIBLIOGRAFIA 158

ANEXOS

Nuestro agradecimiento a la Diputación General de Aragón, que através de sus Departamentos de Industria, Comercio y Turismo, así como de Medioambiente, han prestado su directa colaboración en la realización del presente trabajo.

Igualmente nuestro reconocimiento al Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), que junto a la Diputación General de Aragón (D.G.A.), han sido el soporte económico del proyecto.

A la Diputación Foral de Navarra que nos ha facilitado el Mapa Geológico de la Comunidad Foral a escala 1:200.000.

Al Servicio de Apoyo Técnico de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón por los numerosos análisis aportados de muestras tomadas por ellos.

A la Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza, especialmente a los Departamentos de Economía, Industria y Comercio Exterior.

Al Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, así como a todos los empresarios y dueños de explotaciones, por la gran cantidad de datos aportados a este trabajo.

Es de agradecer la cesión, por parte del Sr. Oriol Riba y colaboradores, de la síntesis litológica de la provincia de Huesca, realizada a E. 1:200.000 y no publicada.

0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO

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

- **Dirección y supervisión (ITGE) y (D.G.A.)**

Servicio de Investigación Minera. Departamento de Industria, Comercio y Turismo. Diputación General de Aragón.

Sección de Rocas y Minerales Industriales. Dirección de Recursos Minerales. Instituto Tecnológico y Geominero de España.

- **Equipo de Trabajo**

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

.. Jaime Muñoz Alvaro - Ingeniero de Minas

.. Javier Fernández Pello - Licenciado en Ciencias Geológicas

.. Pedro Claverías Muñoz - Ingeniero Técnico de Minas

.. Diego García Magaña - Ingeniero Técnico de Minas

. Universidad de Zaragoza

.. Mateo Gutiérrez Elorza - Dr. en Ciencias Geológicas

.. Andrés Pocovi Juan - Dr. en Ciencias Geológicas

. Laboratorios

. Laboratorios

.. E.N. ADARO S.A.

.. LOENCO

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.

Esta evolución ha traído como consecuencia el cierre por obsoletismo de numerosas explotaciones antiguas, y ha obligado asimismo a 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 continua evolución del sector implica un cambio casi constante de los métodos de explotación, calidad de los productos obtenidos, apertura de nuevos 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 los mismos, a una permanente actualización de estos inventarios de explotación.

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

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

- Recopilación y análisis de la bibliografía y documentación existente.

- Estudio previo de las Hojas mediante fotografía aérea.

- Consulta a los Servicios Provinciales de Industria, Comercio y Turismo - Sección de Minas,de la Diputación General de Aragón y de la Generalitat de Cataluña de los Planes de Labores anuales de las provincias de Huesca y Lleida.

- Consulta a las Jefaturas Regionales de Carreteras.

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

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

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

1.- INTRODUCCION

1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

Las hojas nº 14 (8-2) "VIELLA" y nº 23 (8-3) "HUESCA", del Mapa Topográfico Nacional a E. 1: 200.000, están localizadas al norte de la Península y comprendidas entre los meridianos 0º 31' 10. 5" y 0º 48' 49. 5" de longitud Este, respecto del meridiano de Greenwich, y el paralelo 42º 00' 04. 3" de latitud Norte y la frontera con Francia como límite septentrional.

La división y distribución de estas Hojas en otras a escala 1: 50.000, es la siguiente:

HOJA Nº 14 VIELLA

			118 bis (32-7) CANEJAN
145 (29-8) SALLENT	146 (30-8) BUJARUELO	147 (31-8) LIENA	148 (32-8) BOSOST

HOJA Nº 23 HUESCA

177 (29-9) BIESCAS	178 (30-9) BROTO	179 (31-9) BIELSA	180 (32-9) BENASQUE
210 (29-10) YEBRA DE BASA	211 (30-10) BOLTAÑA	212 (31-10) CAMPO	213 (32-10) PONT DE SUERT
248 (29-11) APIES	249 (30-11) ALQUEZAR	250 (31-11) GRAUS	251 (32-11) AREN
286 (29-12) HUESCA	287 (30-12) BARBASTRO	288 (31-12) FONZ	289 (32-12) BENABARRE

Administrativamente están representadas la Comunidad Autónoma de Aragón, que ocupa más de 90 % de la superficie, que corresponde a la provincia de Huesca,y la Generalitat de Cataluña, que ocupa la franja más oriental de la hoja, perteneciente a la provincia de Lleida.

Morfoestructuralmente se pueden diferenciar en esta hoja tres unidades escalonadas de Sur a Norte con orientación general NNO-SSE denominadas: a) Llanos y mesas de Huesca; b) Sierras del Prepirineo; c) Relieves del Pirineo.

La primera de las unidades indicada se extiende por las hojas 1:50.000 de Huesca y Barbastro, y en la misma se pueden diferenciar dos regiones: una totalmente llana, destacando aislados cerros testigos con escaso significado morfológico; bordeando esta planicie aparece la segunda región, integrada por mesas alternantes con valles y depresiones de gran amplitud. La mayor parte de los materiales aflorantes en esta unidad pertenecen al Mioceno y en menor medida al Oligoceno y Cuaternario.

La unidad que corresponde al Prepirineo está constituida por una sucesión de Sierras de grandes dimensiones, con laderas de fuertes pendientes y desniveles, alcanzando la cota más alta en la Sierra de Guara. Los valles que separan estas cadenas montañosas son en general profundos y angostos, a excepción del valle del Cinca, que alcanza una gran amplitud. Fundamentalmente los terrenos de esta unidad pertenecen al Paleógeno, encontrándose en el borde algunos afloramientos mesozoicos.

Por último el Pirineo ocupa la franja más septentrional de la zona estudiada, y morfológicamente constituye una cadena montañosa de acusados desniveles y altitudes superiores a los tres mil metros (Zona Axial o Alta Cadena). Aparece marcada por numerosos cauces, en su mayoría de orientación aproximada N-S; los más importantes presentan laderas muy pendientes y desniveles superiores a los mil metros. En esta zona

afloran los materiales antiguos y de más diverso origen, encontrándose tanto el Paleozoico como el Mesozoico, así como rocas volcánicas y plutónicas.

La red fluvial está constituida por una serie de afluentes del río Ebro, entre los que se pueden citar el Cinca y el Noguera-Ribagorzana, así como afluentes de éstos.

Las poblaciones más importantes son Huesca capital, Barbastro, Sabiñánigo, Fonz, Graus, Bielsa y Biescas en la provincia de Huesca y Pont de Suert y Viella, en la de Lleida.

La abrupta topografía, condiciona las comunicaciones, que en su mayoría tienen un trazado N-S, aprovechando los valles excavados por los ríos de procedencia pirenáica, quedando definidas por las carreteras nacionales N-123 (Zaragoza a Huesca), N-230 (Tortosa a Francia por el Valle de Arán), N-240 (Tarragona a San Sebastián y Bilbao) y N-330 (Murcia y Alicante a Francia por Zaragoza), que comunican las hojas por sus extremos oriental y occidental, siendo carreteras comarcales de dirección E-O las que unen toda la parte central de las mismas. El trazado ferroviario es escaso y se ciñe al sector SE y S.

1.2.- ANTECEDENTES

Desde el año 1970, en el que el Ministerio de Industria y Energía inicia el Plan nacional de Investigación Minera (PNIM), el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) -hoy denominado Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE)- inicia una serie de actividades encaminadas a la promoción de determinadas sustancias minerales. Dentro del sector de las Rocas Industriales, en la zona de estudio -hoja nº 23 Huesca y nº 14 Viella- hay que resaltar los siguientes trabajos:

- Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000 (IGME, 1975 y 1975 a).
- Inventario Nacional de Rocas y Minerales Industriales (IGME, 1975).
- Mapa Metalogenético. Escala 1:200.000 (IGME, 1973 y 1974).

Así como diferentes estudios sectoriales sobre yesos (IGME, 1975 b), arcillas (IGME, 1975 e IGME, 1980) y sales sódicas (IGME, 1978).

Para la realización del Mapa de Recursos se han confeccionado los Mapas Geológicos de las Hojas nº 23 Huesca y nº 14 Viella a escala 1:200.000, en base a la información existente, tanto de trabajos publicados y tesis de licenciatura y/o doctorales, como de cartografías geológicas que actualmente están en realización por el ITGE.

En los itinerarios de campo se ha utilizado las diferentes hojas del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, (2ª Serie) y las hojas a ésta misma escala del Servicio Cartográfico de España.

La Diputación General de Aragón, ha desarrollado trabajos de investigación de la minería energética y no energética en el territorio de su Comunidad Autónoma, marcando objetivos y políticas de actuación en diversos estudios, entre los que hay que señalar, como recopilación de los mismos:

- Libro de la Minería de Aragón (1.993)

2.- SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

2.1.- SITUACION GEOLOGICA

En las hojas nº 14 "Viella" y nº 23 "Huesca", desde antiguo, se han diferenciado de SE a NO, sectores cuya litología y estructura presentan características propias. En un corte transversal se distinguen las Sierras Exteriores en contacto con la Cuenca del Ebro, las Sierras Interiores adosadas a la Zona Axial y entre ambas la Depresión Media.

A) Cuenca del Ebro

Constituida predominantemente por depósitos terciarios continentales, sobre los cuales adquieren un gran desarrollo los materiales cuaternarios, que afloran en el área de influencia de los ríos Isuela, Flumen, Guatizalema, Botella, Alcanadre y Cinca, en la parte más meridional del área de estudio.

B) Sierras Exteriores o Marginales

Conjunto montañoso constituido por la serie mesozoica (Keuper y Cretácico) y Terciario inferior (margas eocenas, calizas de alveolinas, etc.).

En su borde meridional se localiza el cabalgamiento frontal surpirenáico que se dispone sobre los materiales autóctonos de la Cuenca del Ebro, quedando a veces recubierto por las molasas oligo-miocenas y materiales más modernos. Forman un mosaico de macizos, integrados por las Sierras de Loarre, Caballera, Gabardiella, Gratal, Guaray, Montsec, en general de dirección pirenáica, que se superpone a una dirección de plegamiento N-S de edad Eoceno Medio, cuya estructura más representativa es el anticlinal de Boltaña.

Las Sierras Exteriores al O del río Cinca (sector Aragonés) constituyen una alineación de dirección ONO-ESE compuesta por materiales de edad Triásica, Cretácico Superior y Eoceno, que presentan estructuras (pliegues y cabalgamientos) con orientaciones longitudinales a la cadena pirenaica y también transversales.

Al E del río Cinca las Sierras Exteriores se organizan en una doble alineación formada por las Sierras del Montsec al N y las Sierras Marginales Catalanas al S, separando las dos alineaciones se sitúa la Depresión de Ager, compuesta por materiales eocenos con una estructura sinclinal.

C) Depresión media

Al O del río Cinca (sector Aragonés), está constituida por los materiales eocenos de la Cuenca de Jaca ("flysch", margas azules y depósitos transicionales) y por molasas oligocenas, y al E de dicho río, está formada por la Cuenca de Graus-Tremp (Sector Central). En general, presenta materiales blandos, surcados por los valles de los ríos Aragón, Guarga, Ara, Basa, etc. Dentro de ella se pueden diferenciar las siguientes subunidades:

a) Sinclinal del Guarga que se caracteriza por presentar un relleno en el que se pueden observar el tránsito de las facies marinas a continentales. Bajo estos materiales finaliza el complejo de cabalgamientos "ciegos" de Monte Perdido (Martínez, M. B., 1991). El Terciario continental presenta masas importantes de conglomerados (San Juan de la Peña, Peña Oroel, Sierra de Cancias, Santa María de Buil, etc.).

b) Zona septentrional ocupada por el Flysch.

c) Zona de la "Canal de Berdún", valle de Fiscal, Boltaña-Ainsa y Roda de Isábena, en la que predominan las margas del Eoceno.

D) Sierras Interiores

Constituyen la cobertera del "Pirineo Axial o Alta Cadena", que se estructura en un sistema imbricado de cabalgamientos que se desplazan hacia el S, gran parte de los cuales quedan fosilizados por los depósitos turbidíticos.

Las Sierras Interiores están representadas entre otras por Monte Perdido, Ordesa, Peña Telera, Baciero y Turbón.

E) Zona Axial o Alta Cadena

Se extiende por el sector N de la hoja nº 14 "Viella" y nororiental de la hoja nº 23 "Huesca". Se encuentra formada por una serie de cabalgamientos que involucran principalmente materiales de basamento (Paleozoico y batolitos graníticos), que en algunas áreas están afectados por metamorfismo.

En el sector S del área más oriental de la Zona Axial, se ubica la "Zona de Las Nogueras", representada por materiales paleozoicos y mesozoicos, que constituyen un conjunto de láminas cabalgantes, con unos planos de falla muy verticalizados e incluso invertidos buzando hacia el N.

2.2.- ESTRATIGRAFIA

En las hojas nº 14 "Viella" y nº 23 "Huesca", afloran materiales del Paleozoico, Mesozóico, Terciario y Cuaternario, así como rocas volcánicas, subvolcánicas e intrusivas.

Son numerosos los trabajos sobre la estratigrafía del Pirineo y en ellos, con frecuencia, se describen formaciones litoestratigráficas que en pocas ocasiones han sido definidas formalmente, pero sin embargo, tienen una gran difusión bibliográfica(Mey P.H.W., et al., 1968), (Quirantes J., 1969), (Garrido-Megias, A. y Rios L.M., 1972), (Nijman, W. y Nio S.D., 1975), Puigdefábregas C., 1975), (Rios L.M. et al, 1982), (Simo, A., 1985), (Puigdefábregas C. y Souquet, P., 1986), (Melendez, G. y Pocoví A., 1987), (Cuevas M.C., 1990), etc.

2.2.1.- Paleozóico

Estos materiales ocupan gran parte de la zona pirenaica, al N de la hoja, denominada "Alta Cadena Paleozoica" o "Zona Axial". Estan afectados por un intenso plegamiento acompañado por un metamorfismo que excepto en el domo de Bossost es de bajo grado. En ellos ha intruido plutones graníticos, rocas ultrabásicas y rocas volcánicas.

2.2.1.1.- Cámbrico-Ordovícico Superior (7).

En el valle de Gistaín está representado de muro a techo por:

- Pizarras negras que afloran con un espesor de unos 700 m en la zona fronteriza del alto Cinqueta (IGME, 1982. b).

- Esquistos, cuarzoesquistos y pizarras, que en S. Juan de Plan tienen unos 200 m de potencia, mientras que en la hoja de Liena alcanza los 1.300 m.

- Cuarcitas, que se presentan en bancos de algunos decímetros, teniendo finas separaciones de micacitas. En la hoja nº 147 de "Liena" llega a alcanzar 650 m de espesor.

  En el Valle de Arán (Gª Sansegundo, J.; Alonso, J.L., 1989), a grandes rasgos la sucesión presilúrica, está representada por dos tramos. El tramo inferior (serie de Urets, serie de Orla) está constituido fundamentalmente por alternancias pelítico-cuarcíticas, entre las que se intercala un nivel de calizas (8). La potencia total de este tramo se estima en unos 600 m.

  El tramo superior, esencialmente conglomerático-lutítico (conglomerados de Mall de Bulard, caliza Sandwich y capas de Liat) y discordante, ha sido atribuido al Ordovícico Superior. El espesor medio de este tramo es de unos 50 m.

- Calizas marmóreas (8). En el desmonte de la carretera a Gistain y sobre los esquistos y cuarzoesquistos del Ordovicico, afloran unos 125 m de caliza blanca marmórea masiva (IGME, 1982 a). En la hoja nº 147., Liena, en la zona de Urdiceto, afloran calizas marmóreas de pátina blanca de aspecto masivo, en contacto con el granito de Bielsa, no sobrepasando los 50 m de espesor. En el valle de Arán, aflora un grueso nivel de calizas blancas y masivas conocido con el nombre de Caliza de Bentaillon o "Calcaire Metallifère", denominación debida a las importantes mineralizaciones de Zn-Pb que a ella se asocian (García Sansegundo J, 1992). El espesor de ésta unidad nunca supera los 150 m.

2.2.1.2.- Ordovícico Superior - Silúrico (9).

En su base está representado por pizarras grises oscuras, con nivelillos (1 mm) claros con contenido de cuarzo (IGME, 1982. a), con un espesor de 300 a 600 m. A techo afloran las pizarras negras grafitosas con abundante pirita, con niveles asociados de caliza negra fosilífera. Al ser fácilmente tectonizables es difícil el precisar su espesor, en el Puerto de la Madera (IGME,1982 b), su potencia sería de unos 500 m, mientras que en Sierra Negra (ITGE, en realización) alcanza los 200 m de espesor.

2.2.1.3.- Devónico (10, 11, 12, 13).

Aflora al N del territorio de estudio, teniendo su mayor extensión cartográfica al NO y NE. Uno de los rasgos más destacables es la gran variedad de litologías que presentan las diferentes zonas.

Galera J.M. (1987) establece un esquema litoestratigráfico de las formaciones del Devónico pirenaico, al que se atribuye una potencia máxima de 2.000 m y mínima de 350 m.

A grandes rasgos, el Devónico presenta en su base un tramo calcáreo alternante con pizarra que puede alcanzar los 400 m de espesor en el Macizo de Vignemale (ITGE, 1989 a), tras el cual viene un desarrollo considerable de pizarras con intercalaciones areniscosas y cuarcíticas; esta serie llega a rebasar los 600 m de espesor (ITGE, 1989). En el área de Chía, se localizan niveles de pizarra que podrían ser susceptibles de explotación, para su empleo como pizarra de techar. Hacia techo se produce el retorno de las calizas, rosadas (griotte) y negra masiva, así como calizas arrecifales que llegan a rebasar los 400 m de espesor (Caliza de Foratata), al NO del área de estudios. En el sector NE de Viella, se ha diferenciado, dentro del Devónico Medio-Superior, una serie siliciclástica (13), representada por areniscas y lutitas verdosas con esporádicas intercalaciones calcáreas, con un espesor total de unos 600 m (García-Sansegundo J., 1992).

Cartográficamente se diferencian:

- Calizas, dolomías, pizarras y cuarcitas (10).

- Calizas marmóreas, mármoles y calizas que presentan una extensión cartográfica representativa a escala 1:200.000 (11).

- Pizarras y cuarcitas. Calizas marmóreas, mármoles y calizas que presentan escasa representación cartográfica (12).

- Serie siliciclástica (13).

En la hoja nº 145, Sallent, del M.T.N. a escala 1.50.000, se localizan grandes manchas de mármol de color blanco y grano grueso (11) en Picos del Infierno (ITGE, 1989), cuyas relaciones geométricas con el encajante son netas y en muchos casos cortan a la estratificación.

2.2.1.4.- Carbonífero (14, 15, 16)

Aflora en el Pirineo Axial, de manera irregular y con extensión variable.

- **Carbonífero Inferior-Medio (14).**

  Fundamentalmente calcáreo, tiene un espesor total de unos 350 m. De muro a techo está representado por: caliza griotte beige a gris clara en bancos de 10-40 cm, calizas tableadas negras en bancos decimétricos a muro y métrico a techo, con un espesor total de unos 220 m, calizas arcillosas tableadas y tramos de pizarras calcárea.

En el sector NE, se presenta una caliza marmorizada localmente con zonas de "skarn". En Villanova tiene aspecto masivo y una potencia de unos 70-90 m, mientras que más al N llega a alcanzar 200-300 m de potencia (ITGE, en realización).

- **Carbonífero Medio-Superior (Namurienase-Westfaliense). Facies Culm (15).**

Presenta una alternancia de pizarras y grauvacas grises, en bancos generalmente decimétricos, siendo frecuentes los restos de plantas. Se trata de una serie potente que en algunos puntos llega a los 1.000 m de espesor.

- **Carbonífero Superior (Estefaniense) (16).**

Consta de pizarras grises con pasadas conglomeráticas, tobáceas, y capas de carbón. En el sector oriental de la hoja predominan las pizarras y aparecen andesitas ya sea en forma masiva o como elementos de tobas y/o conglomerados. Su potencia total varía entre 250 m y 800 m (ITGE, en realización).

Al NE, su espesor se estima en torno al centenar de metros (ITGE, 1989), siendo más frecuentes las capas de antracita.

2.2.1.5.- Pérmico (17).

Se trata de una serie roja que incluye lutitas y areniscas con intercalaciones de conglomerados cuarzosos, brechas y caliza que se acuñan lateralmente.

Afloran al NO de Bielsa y entre los Ríos Esera y Noguera-Ribagorzana, en el sector NE de ésta hoja, así como en el Alto Aragón, al NO del área de estudio. La potencia total

oscila entre más de 1.000 m al N de Canfranc (ITGE, 1989) y menos de 100 m al S de Benasque.

2.2.2.- Mesozóico

2.2.2.1.- Triásico

Afloran estos materiales en la parte S y E de la Hoja en asomos diapirícos, en núcleos perforantes de anticlinales y en algunas zonas de fractura.

- Buntsandstein (18)

  Se localizan en el sector N de la Hoja de estudio con dirección pirenaica. Lo forman areniscas y lutitas rojas, en bancos métricos, teniendo un espesor medio de unos 200 m. En su base presentan arenisca conglomerática o conglomerado cuarzoso de algunos metros de potencia, mientras que al techo se presentan venillas de yeso intercaladas en las lutitas rojas o verdes.

- Muschelkalk-Keuper (19)

  Aflora en la zona surpirenaica y Sierras Marginales, y dado que el espesor de las calizas, calizas dolomíticas y dolomías tableadas del Muschelkalk es de unos 50 m, se han unido cartográficamente a las margas y arcillas abigarradas del Keuper, que contiene niveles yesíferos, que engloban masas de ofitas y rocas carbonatadas brechoides. La potencia real de esta serie es menor de unos 150 m y corresponde a la Fm. Pont de Suert (Mey P.H.W., et al , 1968), estando relacionado el nivel del despegue de los cabalgamientos con éstos materiales plásticos.

2.2.2.2.- Jurásico (20)

Dado el escaso desarrollo del Jurásico dentro del territorio de estudio, se agrupa cartográficamente.

Ramón X. (1989) realiza un análisis secuencial y sedimentológico del Lías de los Pirineos, y diferencia una serie calco-margosa, con calizas dolomíticas, dolomías negras, calizas, calizas margosas y margas, con un espesor de unos 160 m, en los afloramientos aislados próximos a Chía (IGME, 1982, a), que no son representables a escala 1:200.000.

En la Sierra del Montsec y en el Turbón, afloran dolomías negras y calizas atribuidas al Dogger (IGME, 1972). Su espesor en algunos puntos es de unos 200 m.

2.2.2.3.- Cretácico

- **Cretácico Inferior (21).**

  Presenta una extensión restringida, a la hoja nº 213 (Bisauri-Pont de Suert) y puntualmente en las hojas nº 179 (Bielsa) y 180 (Benasque), decreciendo su espesor hacia el O de forma espectacular. Así, las calizas claras urgonianas tienen un espesor de 300 m en el Valle de Isábena y se reducen a unas decenas de metros en el anticlinal de Aras (IGME, 1972).

  Litológicamente presenta calizas con caráceas, calizas arcillosas, dolomías, brechas, areniscas (arenisca del Turbón) y margas.

  En la Sierra de Espibierba, al NE de Bielsa, se observa el afloramiento más occidental del Cretácico inferior dentro de la zona de estudio, a lo largo de una corrida de 1.500 m, y con un espesor de 20 m, en donde aparecen areniscas con

restos de lignito, areniscas calcáreas, calizas arenosas con Orbitolinas, calizas nodulosas y margas lignitosas (IGME, 1982 a).

Berástegui X., et al., (1990) realizan un análisis tectosedimentario del Cretácico Inferior en el Surpirineo Central.

- **Cretácico Superior (22, 23, 24, 25).**

Presentan una variación lateral de espesores y litologías acusadas al producirse períodos con una gran actividad tectónica durante su deposición, lo que conlleva una sedimentación discontinua y una erosión local. Así, las calizas con sílex de Aguasalenz, en Sahún, tienen una potencia de unos 170 m, mientras que en el río Esera y Sierra de Baciero, rebasa los 4.000 m (IGME, 1982,a).

Cartográficamente dentro del Cretácico Superior se diferencian:

- **Calizas, dolomías, calizas ferruginosas, calizas con sílex, calizas arenosas y margas grises (22)**, su edad abarcaría todo el Cretácico Superior, con un espesor muy variable, oscilando entre 1.454 y 4.860 m, tomando como base las columnas de Bielsa-Plan-Laspuña, Sahún-Barbaruens-Chía y Armena (IGME, 1982 a).

Así en la hoja nº 179 de Bielsa, de muro a techo, presenta:

	Potencia real
Caliza con alveolinas y calizas con Pithonellas	70 m.
Calizas a veces con dolomías	150-400 m.
Calizas arenosas ferruginosas "Maciños del Cotiella".....	250-650 m.

	Potencia real
Calizas con sílex en Aguasalenz	200-2900 m.
Caliza arenosa	4-60 m.
Alternancia de margas y caliza arenosa	500 m.
Margas grises	280 m.

- **Calizas bioclásticas (23)**, afloran en las Sierras Marginales al SE de la Hoja. Se le atribuye una edad Santoniense Medio-Campaniense, que en algunos puntos, dada su pureza en CO_3Ca, es beneficiada para su empleo en la industria química, ubicándose los principales yacimientos en las proximidades de Fonz (Huesca).

  La caliza suele ser de grano grueso, a veces con cristales de calcita; se presenta con tonalidades grises, blancas, pardas, y rojizas. Los restos fósiles más frecuentes son rudistos, gasterópodos y braquiópodos. Su espesor es variable, oscilando por lo general entre 150 m y 350 m.

- **Turbiditas (24)**, afloran al NE de la Hoja, con dirección pirenaica. Se incluyen las brechas calcáreas de Campo, que afloran en relación con fallas inversas, así como microbrechas y lentillas subarrecifales (IGME, 1972). Las mayores extensiones de afloramiento se localizan en Vilas del Turbón (Huesca), y Masos de Tamurcia (Lleida), constituyendo el núcleo de estructuras sinclinales.

- **Arenisca de Marboré (25)**, esta formación toma su nombre del pico Marboré, al cual da forma; presenta rasgos morfológicos muy acusados, dando lugar a impresionantes escarpes de pátina amarillenta en los valles de Pineta, Ordesa, circo de Gavarnie, Picos Taillón, Otal, garganta del río Cinca, etc.

  Se compone de calizas finamente arenosas y/o arcillosas de color gris oscuro y areniscas de grano más grueso de cemento calcáreo, en estratos decimétricos a

métricos y areniscas dolomíticas, identificada en el paisaje por su pátina negruzca. En general, hacia el Este, pasa a facies margosas (IGME, 1982 a).

La potencia oscila entre 350 m y más de 750 m que alcanza en la garganta del Río Cinca.

2.2.2.4.- Transición Cretácico-Terciario. Facies Garumniense (26).

En la zona de las Sierras Exteriores, el Cretácico más alto (Maastrichtiense) y el Terciario más bajo se ha llamado tradicionalmente "Garumniense", que corresponden a los materiales definidos como Fm. Tremp por Mey, P.H.W. et al. (1968).

Se trata de una formación con límites variables y composición litológica heterogénea. En ella predominan las arcillas y areniscas rojas, así como intercalaciones de calizas lacustres. Localmente presenta intercalaciones de yeso, conglomerados y lignito.

La potencia de la formación oscila entre unos 60 m, en las proximidades de Parroy al S de la hoja, y de 500 m al E del Montsec, acuñándose hacia el O (IGME, 1972). El techo de la formación presenta edad Paleocena, aunque esta unidad cartográfica incluye, sector occidental de la Sierra Cabeza, facies del Eoceno Inferior con fauna del Cuisiense (ITGE, en realización, e).

2.2.3.- Terciario.

En el Terciario aflorante en las hojas nº 14 "Viella" y nº 23 "Huesca", se han distinguido más de treinta unidades litoestratigráficas que reflejan la diversidad de ambientes sedimentarios en una sucesión más o menos continua, con edades comprendidas entre el Paleoceno y Mioceno.

En base a los medios de deposición se pueden agrupar las principales formaciones como sigue:

Depósitos Continentales

	Facies Garum	(26)
	Fm Campanué	(31)
	Fm Bellmunt	(31)
	Fm Montllobat	(28)
	Fm Castigaleu	(28)
(*)	Fm Castisent	(28)
(*)	Fm Capella	(28)
	Conglo. masivos de Sta. Orosia	(33)
	Fm Campodarbe	(34)
	Fm Escanilla	(34)
	Fm Sariñena	(40)
	Fm Barbastro	(38)

Depósitos de Plataforma carbonatada

Fm Boltaña	(27)
Fm Guara	(32)
Fm Puy de Cinca	(32)

Depósitos de transición fluvio-marino

	Fm Yeba	(29)
	Fm Metils	(29)
	Fm Perrúa	(29)
(**)	Fm Millares	(29)
	Fm Belsúe-Atarés	(35)
	Fm Sobrarbe	(35)
	Fm Margas de Fiscal	(35)

Depósitos Turbiditicos

Fm Bolave-Mondiciero	(30)
Fm Burgase	(30)
Fm San Vicente	(30)
Fm Paules	(30)

Depósitos de Plataforma externa

Fm Arguis-Pamplona	(36)
Fm Areniscas de Sabiñánigo	(3)
Fm Margas de Larres	(3)
Fm Margas de Jánovas	(3)

(*) Presentan materiales depositados en medio deltáico.

(**) Con niveles turbidíticos.

2.2.3.1.- Paleoceno-Eoceno Inferior.

Dolomías,calizas,areniscas calcáreas, calizas con sílex, margocalizas (27).

Presenta la hoja nº 14 de Viella y zona septentrional de la hoja nº 23 de Huesca, materiales calcáreos con un espesor de unos 140 m a 170 m. De muro a techo aparecen, dolomías tableadas (50-85 m), caliza masiva y areniscas calcáreas (65 m) y caliza con sílex, areniscas y margas (50-60 m). En la hoja de Bielsa, la potencia de esta serie llega a ser de más de 500 m; en su mayor parte está representada por caliza de pátina blanca con pasadas arenosas (IGME 1982, a).

La Fm. Boltaña de edad Cuisiense (Eoceno Medio) definida por Barnolas A., et al (1991), (IGME, 1982) e (ITGE, en realización c, e y f), se incluye cartográficamente dentro del tramo 27. Se trata de calizas, calcarenitas grises y areniscas calcáreas, que afloran en el anticlinal de Boltaña, en donde sobrepasan los 500 m de espesor,que se reduce hacia el O y S de Cupiello hasta desaparecer. Se interpreta esta unidad como una plataforma carbonatada tipo rampa, en la cual los sedimentos distales, situados al N, están constituidos por calizas y margas; hacia el S dominan las calcarenitas, que fueron depositadas en zonas proximales y menos profundas (ITGE, en realización, f).

2.2.3.2.- Eoceno Inferior-Medio.

- Areniscas y lutitas rojas con intercalaciones conglomeráticas (28).

Afloran al SE de la hoja nº 23 Huesca y dentro de esta unidad se incluyen materiales depositados en un medio continental, tales como las formaciones Montllobat, Castigaleu y Capella (NIJMAN, W.; NIO S.D., 1980).

Se caracterizan por la alternancia de areniscas grises, amarillas o marrones que forman canales que aumentan de potencia hacia el O en donde alcanzan los 20 m de espesor, lutitas con

niveles arenosos de tonos rojos a amarillo-gris y conglomerados poligénicos, cuyos cantos más frecuentes son de 2-6 cm.

El espesor en el sector oriental es de unos 300 m, mientras que en el Valle del Esera alcanza los 450 m aumentando los niveles de areniscas y margas.

Cuevas M. (1991), deduce que la Fm. Capella se depositó bajo la influencia de tres sistemas sedimentarios, dos de ellos fluviales y un sistema deltaico. El espesor de esta serie en Graus sería de unos 250 m. Afloran areniscas blancas, grises y ocres, margas y limos finos grises, marrones y ocres, conglomerados y localmente yesos blancos.

En el sector ONO, en el anticlinal de Balces, afloran las areniscas rojas de San Pelegrín (ITGE, en realización, c), que debido a su escasa potencia, no se representan cartográficamente a escala 1:200.000.

- Areniscas, margas y caliza margosa. Pasadas de caliza (29).

Constituyen manchas aisladas, con dirección pirenaica. Estos materiales se han depositado en un medio transicional fluvio-marino. Los sedimentos más antiguos se ubican en el sector sur-oriental, en donde predominan las margas que ocasionalmente contienen niveles de yeso y caliza. Más al O, al N de Graus, constituyen la Fm. Perarrúa (Nijman W., Nios S.D., 1980) en donde dominan las areniscas y margas grises con esporádicas intercalaciones de caliza, teniendo en conjunto una potencia de unos 500 m, en el área del río Esera, atribuidos al Luteciense.

Al NO, afloran de muro a techo margas y margas calcáreas (Fm. Yeba inferior) con un espesor de unos 120 m; margas, margas calcáreas nodulares, caliza arenosa con algunas turbiditas (Fm. Yeba Superior) con una potencia de unos 130 m. Estas series pueden superar los 430 m de espesor (IGME, 1982) y en gran parte corresponden a depósitos deltáicos; la Fm. Margas de Millares (Van Lunsen H.A., 1970), cuya potencia oscila entre 5 y 240 m (IGME, 1972), se

incluye dentro del tramo 29 y son margas calcáreas grises con puntos de pirita e intercalaciones de areniscas oscuras, que en algunas áreas, se han depositado en un medio turbidítico.

- **Turbiditas (30).**

Se localizan al N de la Depresión Media, en el sector noroccidental, con un amplio desarrollo superficial y una corrida que supera los 20 Km. Presenta espesores estimados entre 3.700 y 4.600 m (IGME, 1982), en el sector de Broto, que corresponden a las partes más proximales del surco del "flysch" eoceno de la Cuenca de Jaca, de dirección pirenaica.

Más hacia el SE, en la región de Ainsa, se encuentra en facies formadas por margas, con algunos paquetes arenosos turbidíticos. Al este de Ainsa se encuentran las facies deltaicas del Esera (Mutti et al, 1985).

Hacia el N (ITGE, 1989), el "flysch" comienza por un tramo en el que las secuencias turbidíticas son calcáreas. La potencia es variable, pudiéndose cifrar en algunos centenares de metros. Esta formación puede acoger megacapas de calcarenita de unos 15 m de espesor, así como bloques (olitostromas) calcáreos con matriz margosa. Hacia techo aflora el denominado "flysch" pardo, formado por secuencias turbidíticas areniscosas con matriz arcilloso-margosa, que en algunos puntos alcanza los 2.000 m de espesor, que adquiere un gran desarrollo en la Cuenca turbidítica de Jaca.

El anticlinal de Boltaña (ITGE, en realización, c) separa los sedimentos turbidíticos en dos sectores: la Cuenca de Jaca al O (Fm. Burgase) y la de Ainsa al E (Fm. San Vicente y Fm. Paules).

Hay que señalar, que en el núcleo del anticlinal tumbado de Sabiñánigo, afloran la Fm. Margas de Larres,que puede equivaler a la Fm. Margas de Jánovas,cuya potencia varía desde cero hasta más de 1.000 m (ITGE, en realización, c). A techo descansan las areniscas con glauconita (Arenisca de Sabiñánigo) que alcanzan 200 m de espesor. Estas se depositaron en un

medio distal de plataforma, aunque cartográficamente se incluyen dentro de las facies turbidíticas.

2.2.3.3.- Eoceno Medio (Luteciense).

- Conglomerados masivos (31).

Se atribuyen al Luteciense los afloramientos de conglomerados sitos en el borde septentrional del sector sur-occidental de la Depresión Media, encontrándose entre ellas los conglomerados masivos de la Fm. Campanúe (Garrido-Megías A., 1968), cuyos cantos poligénicos proceden de los sedimentos mesozóicos, los cuales flotan sobre una matriz arenosa. Forman las zonas proximales de un abanico aluvial, procedente del NE (Nijman, W., y NIO, S.D., 1980), pasando hacia el S a una serie formada por areniscas y margas marinas (Fm. Perarrúa 29). El espesor de los conglomerados poligénicos supera los 200 m.

- Calizas, calcarenitas y areniscas (Fm. Guara y Fm. Puy de Cinca). Luteciense (32).

Aflora en el sector occidental de la zona de estudio, alcanzando su máximo desarrollo en la hoja nº 249 de Alquézar. El ITGE (en realización, e), realiza un estudio sedimentológico y diferencia, de muro a techo, las siguientes unidades de la Fm. Guara:

Unidad G-I. Contiene areniscas, conglomerados, calizas bioclásticas y lutitas. Predominan los materiales siliciclásticos. Alcanza un espesor de 300 m en los llanos de Cupiello, acuñándose de E a O y de N a S hasta tener una potencia de 20-30 m.

Unidad G-II. Presenta calizas y calcarenitas con alveolinas y nummulites. Alcanza los 700 m de espesor en los llanos de Cupiello, mientral que más al O y S no sobrepasa los 150 m de potencia.

Unidad G-III. Es la unidad más alta de la Fm. Guara; se caracteriza por presentar importantes acumulaciones de calizas bioclásticas con nummulites y bancos de éstos foraminíferos, que son utilizados en Alquézar como roca de construcción, teniendo un valor potencial alto como roca ornamental. La parte más alta presenta paquetes de arenisca carbonatadas. En la Sierra de Guara alcanza los 250m de potencia; disminuye su espesor hacia el E. Así en Arguís tiene unos 90 m, y más al NE, pasa a formar margocalizas nodulosas con un espesor de 25 a 40 m (ITGE en realización, f), que se interpreta como la parte distal de la plataforma calcárea de Guara.

En la hoja nº 250 de Graus aflora la Fm. Puy de Cinca (Garrido-Megías, A., 1968), que presenta en su base unos 120 m de margas grises con nummulites; le siguen 80 m de calizas con nummulites y alveolinas, y culmina con margas grises con nummulites con una potencia real de unos 60 m (IGME, 1972).

2.2.3.4.- Eoceno Medio-Superior.

- Areniscas, margas y lutitas (35) (Fm. Belsué-Atares, Fm. Sobrarbe).

Corresponde a materiales depositados en ambientes deltaicos que presentan una distribución espacial irregular, que afloran en la mitad centro-occidental de la Hoja nº 23 de Huesca y se integran en las Fms. Sobrarbe, Margas de Fiscal, Fm. Belsué. Los mayores espesores se encuentran en el sinclinal de Sescum, donde la Fm. Belsué-Atares alcanza los 1.300 m de potencia. Presenta areniscas intercaladas con margas grises con ostreas, grandes paquetes de areniscas y alternancia de margas grises con limos y areniscas finas (ITGE, en realización, e). Más hacia el E disminuye su espesor hasta los 90 m en el Valle del Río Ara y Peña Cancias. Mientras que en el núcleo del sinclinal de Paules, aflora la Fm. Sobrarbe (35) que presenta de muro a techo margas azules (80 m), areniscas (20 m),cuyo tamaño de grano aumenta hacia techo y margas y arcillas que tienen un espesor mayor de 30 m, en Buil (ITGE, en realización, c).

Más al N predominan las margas gris azuladas (35) que C. Puigdefábregas (1975) denomina Margas de Fiscal, que se apoyan sobre el "flysch" de Fiscal (IGME, 1982).

- Margas azules y grises (Fm. Pamplona-Arguis) (36).

Se trata de margas marinas bastante fosilíferas, con intercalaciones esporádicas de limos calcáreos, rebasando los 1.200 m de potencia en las Hojas de Yebra de Basa y sector occidental de la Hoja de Apiés. En el sinclinal de Belsué, la Fm. Arguis alcanza escasamente los 400 m de potencia y se reduce progresivamente hacia el E. Al tratarse de depósitos sintectónicos, su espesor es muy variable, pero puede atribuírseles un valor estimativo de unos 300 m en el sector occidental de las Sierras Marginales aragonesas (Millán H., et al, 1992).

Según Canudo J.I., et al. (1991) la parte inferior de la Fm. Arguis se corresponde con una sedimentación de plataforma externa, mientras que la superior pasa hacia el E a constituir progresivamente materiales que se depositan en un medio deltaico (Fm. Belsué-Atarés), existiendo niveles de arenisca (Arenisca de Yeste-Arrés) y arrecifales.

2.2.3.5.- Eoceno Superior-Oligoceno

- Conglomerados masivos y brechas (33).

Corresponden a depósitos proximales de abanicos aluviales procedentes del Pirineo y que pasan de la cuenca hacia el centro a formar los complejos deltaicos progradantes. El espesor es muy variable, no sobrepasándo, en general, los 200 m de potencia.

Hacia el N de Campodarbe, en el sinclinal de Cancias, se ubican los conglomerados de Santa Orosia (33), que esporádicamente presentan margas intercaladas hacia el NO.

En el sector oriental de la H-23 "Huesca", se localiza el afloramiento más extenso de esta unidad geológica, representada por conglomerados masivos con margas rojizas de edad oligocena (ITGE, en realización, d).

En el borde meridional (en el flanco N del anticlinal de Barbastro), se ubica la brecha de Azlor (33), que presenta brechas y conglomerados con predominio de cantos de caliza (de hasta 30 cm), y areniscas groseras. La potencia en la zona de Azlor es de unos 20 m, aunque más hacia el N este espesor pueda ser mayor. Es muy probable que los bloques y cantos que componen esta unidad, debieron haber sido transportados en masa ("debris flow").

- Lutitas rojas, areniscas, conglomerados y limolitas (34)
(Fm. Escanilla, Fm. Campodarbe, y Fm. Peraltilla).

Se trata de una potente serie, predominantemente de origen fluvial, que llega a representar espesores de 3.000 m. El mayor afloramiento (de unos 800 km^2) se ubica al O de la Hoja, en el área geográfica del sinclinorio del Guarga (Fm. Campodarbe), cuyos materiales se caracterizan por una alternancia de lutitas rojas con canales de areniscas, cuyas dimensiones suelen ser de centenares de metros y la potencia de orden métrico a decamétrico; se encuentran tambien conglomerados de caliza y arenisca, lutitas y limolitas calcáreas, así como niveles de calizas lacustres.

En otros puntos de las Sierras Exteriores, donde se observan materiales de la Fm. Campodarbe, se localizan en las unidades estructurales de La Fueva y La Fabana, en donde los materiales de origen fluvial presentan una alternancia de margas rojas con canales laxos de areniscas finas y medias. Localmente se presentan niveles de gravas con clastos de materiales paleozóicos.

En las proximidades de Graus, se ubica la Fm. Escanilla (34), compuesta por margas abigarradas y pardo-rojizas, areniscas y conglomerados en bancos métricos, existiendo en su base

bancos de calizas lacustres con lignitos (IGME 1982). Al O de Mediano esta formación alcanza los 500 m de espesor.

El afloramiento más meridional corresponde a la Fm. Peraltilla (34) en donde se diferencia un miembro inferior, que tiene arcillas rojas con intercalaciones de areniscas y algunas capas de calizas, con un espesor total de unos 250 m. El ambiente sedimentario sería aluvial distal (ITGE en realización, h). El miembro superior contiene canales de arenisca de mayor potencia (hasta de 20 m) y arcillas rojas con un espesor de 15-30 m, entre las cuales, suelen reconocerse capas de areniscas de grano fino. El espesor total de este medio superior es de unos 1.150 m.

- Arcillas, areniscas, calizas y yesos. Brechas y conglomerados (37) (Capas de Abiego, Fm. Peralta).

Afloran a lo largo de todo el franco suroriental del Anticlinal de Barbastro (ITGE, en realización, h). La sucesión aparece representada por areniscas en bancos, aproximadamente, de 1 m de espesor, de tamaño de grano fino o medio. Las arcillas son de tonos rojizos, a veces con niveles de yesos intercalados. A menudo se reconocen calizas de tonos blanquecinos en capas de 5 a 15 cm, con margas intercaladas. El espesor total de esta serie es de unos 150 m en la Hoja de Barbastro.

Es muy probable que en la Hoja de Fonz, aflore la Fm. Peralta, con un espesor superior a los 500 m de potencia, en base a los estudios que efectúa el ITGE en la Hoja nº 326 de Monzón, limítrofe con la de Fonz, en donde aflora en el flanco N del anticlinal de Peralta. La serie tiene en su base lutitas y areniscas que lateralmente pasan a formar brechas y conglomerados calcáreos.

- Yesos masivos. Arcillas, yesos y niveles de arenisca (Fm. Barbastro)(38).

Este conjunto de rocas (Fm. Barbastro) forman una banda de dirección NO-SE al S del la Hoja nº 23 "Huesca", que corresponde al núcleo del Anticlinal de Barbastro. Esta formación

la integran principalmente margas de color blanquecino y niveles decimétricos de yeso, aunque hay zonas en que los yesos son tan abundantes que pueden ser considerados como masivos. Además se puede observar la presencia de capas de areniscas de escala métrica o centimétrica, abundando al E y NE de Peraltilla (ITGE, en realización, h).

El espesor total de la Fm. Yesos de Barbastro es difícil de precisar debido al gran número de plieges que la deforman. Sin embargo se estiman unos 400 m de espesor.

Las capas de areniscas y las margas de la Fm. Barbastro pueden representar períodos de aportes terrígenos a la cuenca endorréica, mientras que la presencia de yesos puede ser interpretada como depósitos de laguna salina ("Playa Lake").

2.2.3.6.- Oligoceno-Mioceno.

- Conglomerados masivos y brechas (39)

Al S de Fonz, aparece un conjunto de brechas y conglomerados calcáreos, areniscas y lutitas de origen fluvial. Las brechas pueden incluir bloques métricos de calizas cretácicas y terciarias, ofitas y lutitas con yesos de Keuper que se interpretan como depósitos de ladera (Fm. Baells).

Adosados al borde S de la Sierra de Guara, afloran conglomerados masivos (39) alternando con otros más angulosos, cuya naturaleza es en su mayor parte carbonatada, con abundante matriz calcárea. La potencia de esta unidad puede sobrepasar ampliamente los 200 m. Se interpreta esta unidad como depósitos de abanicos de pie de monte, ligados a los cabalgamientos que se desarrollan en la Sierras Exteriores a lo largo del Oligoceno (ITGE, en realización, f).

Al O y SE de la Sierra de Rufás, se encuentran unos conglomerados poligénicos, con la mayoría de los cantos de origen lejano, probablemente de la Zona Axial. Están constituidos por bancos masivos, de cantos cuarcíticos, de granito etc., muy redondeados, con matriz muy arenosa. Hacia el S se intercalan niveles de arcillas rojas, al mismo tiempo que disminuye el tamaño de grano de los estratos conglomeráticos. Se interpretan como sedimentos de carácter fluvial, que rellenan "paleovalles", pasando hacia el S a las llanuras lutíticas de la Depresión del Ebro (ITGE, en realización, f).

- Areniscas, arcillas y conglomerados (Fm. Sariñena) (40).

Esta unidad litológica es la más extendida al S de la Hoja nº 23 "Huesca" y aflora adosada al margen meridional de las Sierras Exteriores.

Quirantes J. (1969) define la Fm. Sariñena en la Depresión del Ebro, siendo equivalente a la Fm. Uncastillo (Soler M., Puigdefábregas C, 1970), que aflora al O de la zona de Estudio.

La Fm. Sariñena contiene lutitas y limos versicolores, entre las cuales afloran paleocanales de areniscas que tienen un espesor de 1 a 5 m, aunque a menudo tienen una potencia mayor, cuando se amalgaman varios canales. El tamaño de grano de las areniscas es entre fino y medio, salvo en la parte inferior de los canales donde frecuentemente es grueso o bien aparecen niveles de microconglomerado.

Esta formación siliciclástica se depositó en un medio fluvial, en donde las capas lutíticas representan los depósitos de llanura de inundación, mientras que las areniscas, microconglomerados y algunos canales rellenos de conglomerados, representan depósitos más proximales.

Crusafont et al. (1966, 1969) descubren en Santa Cilia un yacimiento de pequeños mamíferos, peces de agua dulce y cocodílidos, que permite asignarle una edad Aquitaniense (ITGE, en realización, f).

- Lutitas, calizas y areniscas (Fm. Galocha)(42).

Esta unidad, de edad Ageniense, tiene una alternancia de tramos arcillosos y limosos de tonos anaranjados y amarillentos, localmente rojizos, entre los que se intercalan paleocanales arenosos aislados, con espesores de 2-5 metros y una continuidad lateral de decenas de metros, y margas de coloración variada, con capas de potencia variable de calizas, calizas arenosas y calizas margosas, que cuando presentan una superficie cartográfica importante se representan en la unidad geológica **(41)**, teniendo una continuidad lateral kilométrica y espesor centimétrico a métrico.

Las lutitas y areniscas finas son representativas de depósitos de llanura aluvial, del sistema fluvial de Huesca, mientras que para las calizas, cuyo mayor desarrollo tiene lugar en la Sierra de la Galocha (ITGE, en realización, g), se considera que han sido depositadas en depresiones externas y poco profundas (lagos), en la zona marginal del sistema fluvial.

2.2.4.- Cuaternario

Los depósitos cuaternarios de esta hoja se emplean fundamentalmente para la construcción, obras públicas y plantas de hormigonado, y se han agrupado en cuatro tipos diferentes:

- Morrenas (43)
- Terrazas (44)
- Glacis, coluviones y derrubios (45)
- Llanuras de inundación y valles de fondo plano (46)

Los depósitos cuaternarios cubren una importante extensión en la parte S del área estudiada, que corresponden a llanuras aluviales y terrazas, mientras que en el sector septentrional de la Hoja predominan los afloramientos de morrenas y glacis.

- Depósitos morrénicos (43).

Se concretan en acumulaciones caóticas de bloque heterométricos largamente transportados, con estrías y restos de la acción glacial, englobados en un matriz arenosa con cierta fracción de finos y con ciertas estructuras de flujo.

Los depósitos morrénicos de obturación glaciar corresponden, en general, a ambientes glaciolacustres. Entre ellos destacan los de la zona S de Llanset (ITGE en realización, a).

Las morrenas se localizan en las zonas altas de los valles pirenaicos, estando mejor conservadas en el valle del Aragón que en el del Gállego.

En el sector nororiental de la Hoja nº 23 "Huesca" se localizan morrenas que, en algunos casos, se encuentran a una diferencia de cota de unos 500 m sobre el nivel actual. En el Valle del Esera se alojó un potente glaciar al que enviaban tributarios los macizos del Turbón y de Cotiella; su longitud fue de unos 30 Km (IGME, 1971).

En toda la zona del Valle de Arán son numerosas las muestras del desarrollo glaciar cuaternario, conservándose grandes bloques de granito.

- Terrazas (44).

Estan compuestas por conglomerados con cantos de cuarcita, caliza, arenisca y otros, bastante alterados, de granito, con tamaños que en ocasiones superan los 40 cm; la matriz es arenosa y limosa. En los cursos altos hay una mayor heterometría de los cantos, existiendo a veces lentejones de limos y arenas, así como costras calcáreas (caliche).

Su máximo desarrollo dentro de la zona de estudio se localiza en el sector suroccidental, que corresponde a la zona N de la Cuenca del Ebro, disponiéndose escalonadamente a partir del cauce del río.

Las formas de acumulación mejor desarrolladas, se encuentran en los Valles de los ríos Isuela, Cinca, Noguera-Ribagorzana, Flumen y Alcanadre; en este último río, que discurre de Norte a Sur entre las cotas 450 m y 340 m, Rodríguez, J., (1986) ha distinguido siete niveles diferentes de terrazas.

Los depósitos aparecen dominados por gravas poligénicas de procedencia pirenaica con algunas intercalaciones de arenas subordinadas.

El sistema del Noguera-Ribagorzana se organiza mediante 9 niveles diferentes de terrazas (Escuer, et al., 1992), en los que predominan las gravas sobre los conglomerados.

- Glacis, coluviones y derrubios (45).

Se trata de depósitos terrígenos poligénicos de gran variabilidad de potencias, componentes y estructuras, que forman superficies de enlace entre las vertientes de las Sierras y las acumulaciones aluviales de valles y depresiones, ocupando grandes extensiones. Por su litología

se pueden diferenciar dos tipos de glacis, unos formados esencialmente por cantos de caliza y arenisca, bastante homométricos, subredondeados, englobados en una matriz arenosa poco coherente. Otros, compuestos en su totalidad por arcillas y limos procedentes de las vertientes modeladas en los materiales terciarios.

- Llanuras de inundación y valles de fondo plano (46)

Se incluyen dentro de estos depósitos cuaternarios recientes a la terraza de 10 m, llanuras de inundación, barras y fondos aluviales.

Rellenan, a veces, el fondo de antiguos valles, variando su composición en función del substrato. En general, están constituidos por limos, gravas y arenas poligénicas, con cantos subredondeados a subangulosos.

2.3.- ROCAS VOLCANICAS, INTRUSIVAS Y ULTRABASICAS

2.3.1.- Rocas ultrabásicas y básicas (1)

Su principal afloramiento se ubica en el borde meridional del Macizo de Lys, en el sector SSE de la Hoja nº 14 "Viella" (Mapa Geológico de la Generalitat de Catalunya, 1991).

En los bordes de los macizos de rocas ígneas,suelen encontrarse enclaves de rocas básicas con una matriz aplítica.

2.3.2.- Rocas Intrusivas (2,3,4 y 5)

En el núcleo de la Zona Axial pirenaica, aparece una gran variedad de rocas intrusivas que han producido un apreciable metamorfismo térmico en las rocas encajantes.

Los macizos de Panticosa y La Maladeta, presentan una estructura zonada concéntrica, que define facies leucocráticas en el núcleo y facies más oscuras hacia los bordes.

- Tonalita (2).

Forma la orla externa del macizo de Panticosa. Se trata de una tonalita anfibólica con ausencia de feldespato potásico, y que tiene como minerales principales cuarzo, andesita, biotita, clinoanfibol y clinopiroxeno. Son abundantes los diques de microtonalitas y microdioritas. Otros diques observados son de diabasa y porfiritas andesíticas (ITGE, 1989).

- **Granodiorita (3)**

Son junto con los granitos biotíticos, las rocas graníticas más abundantes en el área de estudio.

En el macizo de Cauterets-Oeste (ITGE, 1989) se presenta una granodiorita de grano medio, biotítica-hornbléndica, con andesita y feldespato potásico; en el sector más externo se aprecian dioritas y tonalitas biotíticas. En Panticosa aflora granodiorita clara de grano fino-medio que aumenta de grano y de minerales ferromagnesianos hacia las zonas externas del plutón (ITGE, 1989). Los macizos de Posets y de Millares presentan una granodiorita formada por plagioclasa zonada, cuarzo, microclina, biotíta y hornblenda como componentes principales y apatito, circón y opacos como minerales accesorios (IGME, 1982, a).

- **Granitos biotíticos (4).**

Están representados en los macizos de Cauterets, Panticosa y Bielsa.

Son granitos con biotita, que tiene como minerales principales cuarzo, ortosa, plagioclasa (albita-oligoclasa) y biotita; y apatito, circón y opacos como componentes accesorios (ITGE, 1989 a). En el macizo de Cauterets, en su sector central, se localiza un granito de grano grueso de dos micas, pobre en ferromagnesianos.

- **Granitos leucocráticos (5).**

Se trata de granitos con moscovita, con presencia de numerosos diques de pegmatita.

Al N de Bossot y al E de la Hoja nº 14 "Viella", afloran leucogranitos y pegmatitas deformados (5), intruidos en materiales Cambro-Ordovícicos (7), metamórficos del domo de Bossost (García-Sansegundo J., 1992).

2.3.3.- Rocas volcánicas y subvolcánicas: porfirita, andesitas, ofitas y riodacitas.(6)

Constituyen, por lo general, afloramientos aislados de escaso desarrollo, que con frecuencia afloran en relación con los depósitos del Estefaniense (15), Pérmico (17) y del Keuper (19).

En el sector nororiental, se ha cartografiado un dique de porfirita (ITGE, 1989), de dirección E-O que atraviesa y bordea por el S el granito de Cauterets, que petrográficamente está constituido por fenocristales de andesita en una matriz cristalina de plagioclasa microlítica con tendencia a textura ofítica.

Las andesitas, afloran ligadas al complejo vulcano-sedimentario del Estefaniense y Pérmico, en el sector N y NE de la zona de estudio, e incluye además de rocas piroclásticas, cineritas silicificadas, ignimbritas, tobas lítico-vítreas con esquistosidad y pizarras tobáceas en todos sus términos.

Bixel, F. y Lucas, Cl., (1983), distinguen 3 episodios volcánicos. El primero es de edad Estefaniense y se denomina "vulcanismo tipo Ossau". Hacia el final del Estefaniense tiene lugar el segundo episodio con la emisión de lavas andesíticas calcoalcalinas. Por último, el tercer episodio corresponde a un vulcanismo alcalino, con producción de basaltos.

Ríos, L. Mª, et al (1979), en el área de Cerler, detectan la presencia de material tobáceo de origen volcánico ácido en las pizarras devónicas del entorno (ITGE, en realización, a). Hacia las partes más externas del Pico de Cerler, se pasa gradualmente a rocas de tonos blancos muy alteradas, compuestas por cuarzo, sericita (caolín) y algo de calcita, de aspecto pulverulento y untuosas al tacto.

Las ofitas constituyen un conjunto de rocas cristalinas básicas, que afloran ligadas a las arcillas y margas abigarradas del Keuper (19), en las Sierras Exteriores e Interiores.

Su aspecto externo es el de una roca microcristalina homogénea, de color verde negruzco, fácilmente alterable. Petrográficamente se observan granos alotromorfos de augita de hasta 3 mm de diámetro, con microlitos plagioclásicos de feldespato. Como accesorios se observan olivinos, apatitos y fluorita roja asociada a la augita.

En general, se trata de rocas microcristalinas de textura ofítica, que afloran en el sector oriental de la zona de estudio.

Desde el punto de vista industrial, estas rocas han sido empleadas como áridos.

La montaña de Cerler, ubicada al NE de la Hoja nº 23 "Huesca", se la consideró formada, en antiguos trabajos, por una granodiorita del magmatismo sinorogénico hercínico, siendo Ríos L. Mª., et al., (1979) quienes, en base a su composición, indicaron que se trataba de un pórfido riolítico y, en el entorno del área, identifican rocas de carácter riolítico o dacítico, material tobáceo y posibles efusiones de lavas (6).

El pórfido riolítico-dacítico (6) del área de Cerler constituye la masa de mayor extensión y relieve del sector; tiene una textura porfídica con fenocristales de plagioclasas alteradas a sericita, así como feldespato potásico y una abundante matriz compuesta por los mismos minerales que los fenocristales, con presencia de zonas de cuarzo y abundantes productos clorítico-arcillosos (ITGE, en realización).

2.4.- ESTRUCTURA

La Cordillera Pirenaica se extiende, según la dirección E-O, a lo largo de un millar de kilómetros y abarca desde el Principado de Asturias en donde sus estructuras se prolongan bajo el mar, de forma paralela a la costa cantábrica hasta la Provenza. La zona de estudio, se ubica en el sector central de esta Cordillera.

Se puede decir que la Cordillera Pirenaica es el resultado de la colisión entre las placas Ibérica y Europea durante el Cretácico Superior y el Neógeno. La parte central de esta cordillera aparece ocupada principalmente por rocas del basamento hercínico que constituyen la Zona Axial, levantada por cabalgamientos alpinos. En el margen meridional de esta Zona Axial se formó un apilamiento antiformal de láminas cabalgantes que involucran conjuntamente a rocas paleozóicas, mesozóicas y del Terciario Inferior (DERAMOND et al., 1985; MUÑOZ, 1985; etc). En la parte meridional del apilamiento antiformal, tiene lugar la formación de una serie de cabalgamientos, despegados a nivel de las rocas plásticas triásicas, con dirección de transporte hacia el sur y que se desarrollan hasta la Cuenca del Ebro, constituyendo la Zona Surpirenáica. El acortamiento total que se ha estimado para la Cordillera Pirenaica está entre 100 y 150 km. (ROURE et al., 1989; MUÑOZ, 1992; etc.)

En un corte transversal de la vertiente meridional de la Cordillera Pirenaica se distinguen las Sierras Interiores adosadas a la Zona Axial, las Sierras Exteriores en contacto con la Cuenca del Ebro y entre ambas la Depresión Media.

La Depresión Media al O del río Cinca está constituida por el "flysch" de la Cuenca de Jaca y por molasas oligocenas; su disposición estructural consiste en un sinclinorio de orientación ONO-ESE (sinclinal de Guarga) y cabalgamientos vergentes al S. Al E del río Cinca se localiza la Cuenca de Graus-Tremp.

Las Sierras Exteriores, al O del río Cinca, constituyen una alineación ONO-ESE que presentan pliegues y cabalgamientos con orientaciones longitudinales a la cadena y también transversales, que a veces afectan a los materiales de la Depresión del Ebro, y en ocasiones son fosilizados por ellos. Al E del río Cinca, las Sierras Exteriores se organizan en una doble alineación formada por la Sierra del Montsech al N, que constituye un importante cabalgamiento de dirección E-O, y las Sierras Marginales Catalanas al S, que forman un sistema imbricado de cabalgamientos vergentes al S. Separando las dos lineaciones se sitúa la Depresión de Ager que presenta una estructura sinclinal. Al S de las Sierras Marginales, afectando a la Depresión del Ebro, se dispone el anticlinal de Barbastro-Balaguer, de núcleo yesífero y eje paralelo a las sierras, dibujando un arco con la convexidad hacia el S (Martínez Mª. B.,1991).

Entre estos dos sectores que denominaremos sector Aragonés (al O del río Cinca) y el sector central (al E del río Cinca), existe un área con rasgos peculiares que constituye el tránsito entre los dos sectores definidos; es el sector del Cinca, en donde, las Sierras Interiores se caracterizan por la superposición anormal de materiales mesozoicos y paleocenos (manto de Cotiella) sobre los materiales eocenos de la Depresión Media, y se encuentran afectadas por pliegues de orientación N-S: anticlinal de Boltaña (separa la cuenca de Graus-Tremp al E de la cuenca de Jaca al O), sinclinal de Buil, anticlinal de Mediano. En el núcleo de este último llegan a aflorar materiales mesozoicos. Los conglomerados oligocenos (Conglomerados de Graus) sobrepasan los límites de la Depresión y se extienden hacia el S en el interior de la Cuenca del Ebro. Las Sierras Exteriores, en el sector del Cinca, se presentan como una continuación hacia el O de las Sierras Marginales Catalanas.

2.4.1.- Estructura Hercínica

En la orogenia hercínica, se reconocen tres fases de deformación acompañadas de esquistosidad y metamorfismo, así como de intrusión de grandes masas calientes graníticas, afectando a los materiales paleozóicos.

- La fase 1, en el Pirineo, es anterior a la fase principal y presenta directrices transversas a ésta (Rios J.M., 1957) y (Valero, J., 1974), generalmente de rumbo N-S a N 20 E.

  ITGE (1989, a) considera como cabalgamientos precoces aquellos que son anteriores a la fase 2 principal, entre los que se encuentran la unidad de Chinipro.

- La fase 2 o fase principal, ha producido pliegues muy aplastados, a veces de gran amplitud, de plano axial tendido y dirección más o menos N 120 E y vergencia al S (ITGE, 1989 y en realización, a). Estas estructuras van acompañadas de una esquistosidad de flujo, con frecuencia, paralela a la estratificación.

- La fase 3 y otras ulteriores. La denominación de fase 3 (Ríos, L.Mª., 1984) se atribuyó a los pliegues posteriores a los de fase principal que rodean a los plutones de Cauterets, Panticosa y Posets. Estos pliegues son comtemporáneos a la intrusión (ITGE, en realización, a),(ITGE, 1989 y 1989 a).

  Wensink (1962) considera que, aprovechando las discontinuidades litológicas del edificio hercínico, se producen cabalgamientos hercínicos tardíos, que habrían rejugado posteriormente en el Terciario, tales como los frentes cabalgantes de la unidad Vignemale-La Munia (unidad que incluye la serie de Sia), y el situado a ambos lados de la Hourquette d'Alans (ITGE, 1989 y 1989 a).

2.4.2.- Estructura Alpina

La tectónica alpina se manifiesta principalmente por fallas inversas y cabalgamientos, vergentes al S, que cobijan en muchos casos a materiales posthercínicos. Mey, P.H.W. (1967) ha observado en el sector oriental pliegues no muy apretados de materiales mesozóicos, con una esquistosidad incipiente, que atribuye a la orogénesis alpina.

Martínez Mª. B., (1991) considera que las láminas cabalgantes están en relación directa con la potencia de las series estratigráficas. Si los cambios de potencia se producen según una dirección N-S, las unidades estructurales presentarán una rampa frontal con dirección E-O; así, la rampa frontal de la unidad del Cotiella se localiza en el Montsec. Del mismo modo, si el cambio de espesor tiene lugar según una dirección E-O, las unidades presentarán rampas laterales, con dirección submeridiana y una vergencia, en general, hacia el O, de forma que las unidades más potentes cabalgan sobre las menos potentes (láminas de Mediano, Naval, Boltaña, etc.).

La localización del plano de cabalgamiento suele situarse en los niveles plásticos del Keuper (19) y/o en los niveles margosos del Cretácico Superior (22).

La edad de las principales deformaciones alpinas, cubre un amplio periodo de tiempo comprendido entre el Santoniense Superior-Campaniense hasta el Oligoceno Superior (Martínez, Mª. B., 1991).

2.5.- MINERIA

En este apartado se describen las mineralizaciones de metálicos más comunes, así como los energéticos, excluyendo las Rocas y Minerales Industriales que serán tratados detalladamente en el apartado 3.

La mayoría de las mineralizaciones están en relación con la Zona Axial pirenaica.

2.5.1.- Mineralización de oro y wolframio

En los "skarn" del sector occidental del macizo de Cauterets, se han puesto de manifiesto mineralizaciones que encajan en los mármoles cipolínicos bandeados,de tonos gris-blanquecinos del Devónico,localizados próximos al contacto con el granito.

Algunos análisis efectuados en muestras tomadas en esta zona,han dado los siguientes resultados:

oro	920 - 1410 p.p.m.
wolframio	540 - 1386 p.p.m.

En los desmuestres efectuados, tanto en superficie como en los sondeos realizados,se encuentran valores elevados de bismuto, en la mineralización de Au,W,Pb,Zn y Cu. Dado que el bismuto, debido a su baja movilidad, es un buen trazador de depósitos polimetálicos, se cree que en las zonas del Pico del Pecho y ladera S que rodea al ibón de Respumoso, pueda existir un cuerpo mineralizado importante.

2.5.2.- Mineralizaciones cinc - plomo

La zona axial del Pirineo Central presenta en la alta montaña (1500 a 2000 m),en el anticlinorio ordovícico de Bossots (Ovejero G.,1992),numerosas labores abandonadas cuya principal actividad extractiva se extendió de 1850 a 1930, y posteriormente, en la Mina Victoria, localizada en el Valle de Arán, entre 1949 y 1953, mientras que la Mina Liat permaneció inactiva.

Estos yacimientos, en donde predomina el cinc, se presentan mayoritariamente en cuerpos estratoides, de potencia decimétrica a métrica. Mineralógicamente presentan gran uniformidad: blenda ferrífera masiva, galena subordinada y, como minerales accesorios, calcopirita, pirrotina, pirita y magnetita. Como minoritarios aparecen: sulfuarseniuros de Fe, Co y Ni, casiterita y estannina.

La plata (0,3 - 1,5 kg/t Pb metal) está asociada a la galena.

En las proximidades de Bielsa (Minas Ana y Mariana) se encuentran mineralizaciones de Pb-Zn, relacionadas con el granito (IGME,1982 a).

En los alrededores de Hospital de Parzán se ha beneficiado galena de tipo filoniano que arma en pizarras silíceas y penetra en las areniscas del Trías (IGME,1982 b). Por último, la Mina El Circo, sita en las proximidades de Bono (ITGE, en realización a), fue explotada entre 1940 y 1983 beneficiandose filones de plomo-cinc.

2.5.3.- Mineralizaciones de hierro

En el pico Mener (IGME, 1982 b) se benefició hasta 1901, hierro procedente del oligisto, siderita y limonita, que afloran en filones relacionados con el granito de Bielsa.

En las proximidades del hospital de Gistaín, en las areniscas del Bunt, aparece oligisto micáceo así como galena, pirita y calcopirita (IGME, 1982 a).

2.5.4.- Mineralizaciones de cobre, cobalto y níquel

Existen mineralizaciones de sulfuros, a veces sulfuarseniuros, de hierro y cobre en la Mina Cerler y Eriste, asociados a rocas de tipo pórfido dacítico (ITGE, en realización).

En el área del río Isábena (Mina Famosa) y en el barranco de la Montañeta (Mina San José) se localizan sulfuros de hierro y cobre, posiblemente con plata (ITGE, en realización, a). En la cabecera del río Ribagorzana se localiza calcopirita, malaquita, azurita y cuarzo en relacción a calizas marmóreas.

En el término municipal de San Juan de Plan (IGME, 1982 a), se ubica la Mina de Gistaín, donde se beneficiaron mineralizaciones de cobalto que impregnaban un nivel dolomítico del Ordovícico, de unos 2 m de potencia, que según Maliverney, C. (1973) constituía un yacimiento estratiforme de naturaleza hidrotermal. Su paragénesis es: pirita, esmaltina, bismutina, calcopirita, cuarzo, ankerita y calcita.

2.5.5.- Yacimientos energéticos

- **Carbón**. En Campo de Troya, la mina "La Mejor", explotó antracita que aflora en el complejo vulcano-sedimentario del Estefaniense (ITGE, 1989). Las capas son estrechas, pero de gran poder calorífico. En la actualidad se encuentra sin actividad.

  En los términos municipales de Cajigar (mina "Eulalia"), Laguarres, Viacamp, Litera, Tierz y Ager, se han beneficiado capas de lignito relacionadas con materiales terciarios, de las mismas características que la anterior.

- **Hidrocarburos.** Aragón ha sido unas de las regiones donde se ha concentrado con mayor intensidad la investigación de estos productos, centrándose en principio en las áreas del Pirineo Central, Valle del Ebro e Ibérica-Maestrazgo.

  En la actualidad existen varios Permisos de Investigación de los que son títulares las Compañías REPSOL, S.A., CEPSA y TULLOW OIL AND GAS.

  Asimismo existe una Concesión de Explotación denominada "Serrablo", localizada sobre la comarca de Serrablo y parcialmente sobre La Canal de Berdún, entre las localidades de Jaca y Sabiñánigo.

  En esta concesión existe un yacimiento de gas natural, que se localiza en los niveles carbonatados del "flysh" eoceno (Grupo Hecho), situado, según una umbilicación E-O, en la unidad alóctona surpirenaica denominada Manto de Gavarnie.

  Los yacimientos en explotación se localizan a unos 1.600 metros de profundidad el de Aurín, y entre 2.400 y 3.000 metros el de Jaca.

  La explotación de este yacimiento, comenzó en 1984 y se ha mantenido hasta 1989, siendo nula a partir de este año.

3.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Durante el desarrollo del presente proyecto se han visitado un total de 292 puntos de explotación e indicios, de los cuales se han inventariado 172 (del 1 al 172 ambos inclusive), considerados de interés. Asimismo, se han contemplado aquellos puntos localizados a través de algún estudio específico, tesis o artículo que, por los análisis y/o ensayos publicados, pudieron tener interés industrial, o al menos, permitan una caracterización aproximada del litotecto al cual pertenecen.

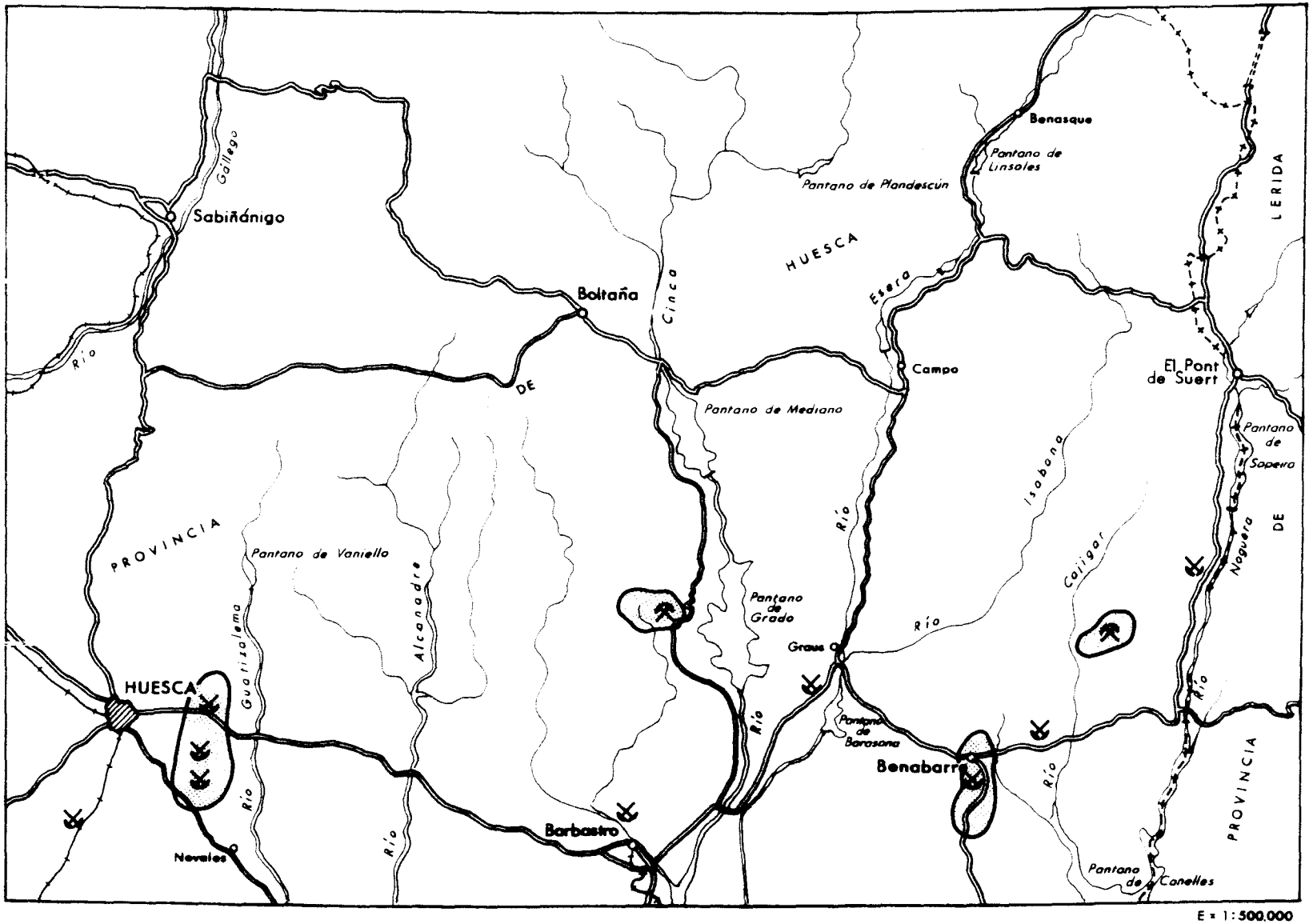
Con el objeto de no perder la información excelente para actuaciones futuras, también se han relacionado en un Anexo adjunto las explotaciones abandonadas e indicios de interés secundario no inventariados.

3.1.- ARCILLA

El número de canteras de arcilla inventariadas en estas hojas,cuyo destino puede ser la fabricación de productos de cerámica estructural, ha sido de 17, de las que dos corresponden a explotaciones intermitentes, 9 a canteras abandonadas y 6 a yacimientos no beneficiados industrialmente hasta la actualidad.

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
74	22	213	294710	4994230	Indicio	Altas	
88	28	251	302300	4682150	Indicio	Altas	
91	34	250	265700	4680000	Interm.	Medias	
98	40	248	712550	4678100	Indicio	Medias	
101	29	251	302500	4677300	Interm.	Altas	1.500
104	29	251	311400	4677150	Abando.	Altas	
121	46	288	279000	4671200	Abando.	Bajas	
124	40	286	719850	4669600	Abando.	Bajas	
127	40	286	719650	4669400	Abando.	Bajas	
129	40	286	719900	4669250	Abando.	Medias	
131	40	286	719900	4667200	Indicio	Altas	
137	34	289	297650	4665500	Abando.	Altas	
138	40	286	720250	4664850	Indicio	Altas	
146	34	289	292225	4663700	Abando.	Altas	
153	42	286	711550	4659700	Abando.	Bajas	
157	23	288	289650	4658650	Indicio	Medias	
167	40	287	263450	4655700	Abando.	Bajas	

Las explotaciones inventariadas se localizan prioritariamente en las hojas 251 y 286, en los términos municipales de Monesma y Cagigar, Loporzano y Huesca, respectivamente.



E = 1:500.000

ZONA DE EXTRACCION DE ARCILLA PARA CERAMICA ESTRUCTURAL

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

Desde el punto de vista estratigráfico los niveles beneficiados abarcan desde el Cretácico hasta el Mioceno Inferior, perteneciendo la mayor parte de ellas a las Formaciones "Sariñena" y "Barbastro".

El yacimiento correspondiente al Cretácico se localiza en la hoja 1:50.000 de Pont de Suert, término municipal de Valle de Lierp. Está constituido por una alternancia de arcillas margosas versicolores, muy plásticas, en donde predominan los tonos grises y rojos.

A formaciones eocenas pertenecen tres estaciones (nº 88, 101 y 104), localizadas en la hoja 1:50.000 de Arén, en los términos municipales de Manesma y Cajigar (2) y Arén, correspondiendo una a un yacimiento, otra a una explotación abandonada y la tercera a una intermitente.

Los niveles que configuran estos depósitos están constituidos por arcillas de tonos que varían de beige-rosado a grises oscuros, presentándose en tramos de 6 a 8 metros de potencia, recubiertas por tramos calcáreos y margosos.

En la explotación intermitente (nº 101) se beneficia un nivel arcilloso de color gris-oscuro, con intercalaciones margosas de los mismos tonos, que es utilizado esporádicamente por los vecinos del pueblo para la fabricación de ladrillos y tejas en un horno de pequeñas dimensiones (2 m ϕ y 3 m de profundidad).

En el tránsito Eoceno-Oligoceno se ha inventariado una sola explotación, que trabaja de forma intermitente, localizada en el término municipal de Naval y que beneficia un paquete de arcillas y limolitas rojas de unos 10 m de potencia.

El material extraído se utiliza en los talleres localizados en Naval en la elaboración de piezas artesanales, características de esta localidad y conocidas en el sector artesano.

Son varios los puntos de la misma zona de donde se ha extraído material con propiedades similares.

En formaciones oligocenas se han inventariado dos explotaciones abandonadas (nº 137 y 146) localizadas en la hoja 1:50.000 de Benabarre, en los términos municipales de Tolva y Benabarre. En ambos casos se beneficiaban niveles de arcillas rojas y marrones con intercalaciones de areniscas. Las reservas en ambos yacimientos son altas y su accesibilidad buena.

Finalmente, en tramos pertenecientes al Mioceno Inferior, se han inventariado 8 estaciones localizadas en las Hojas 1:50.000 de Graus (1), Huesca (6), y Barbastro (1), términos municipales de Igriés, Loporzano (3), Huesca, Monflorite, Vicién y Barbastro.

Las estaciones ubicadas en la Hoja de Huesca se localizan en yacimientos arcillosos pertenecientes a la Formación Sariñena; están constituidos por paquetes de arcilla de tonos marrones,rojizos y verdosos, arenosas y con intercalaciones de niveles de arenisca de grano fino, con potencias variables que oscilan entre 40 cm y 2,5 m; estos paquetes areniscosos son los que han impedido,en muchos casos,el aprovechamiento industrial.

La estación nº 167 se localiza en un afloramiento perteneciente a la Formación Barbastro y está constituida por capas horizontales de arcillas de tonos marrones y verdosos, que en conjunto tienen una potencia que oscila entre 6 y 10 m, de gran plasticidad.

El yacimiento localizado en Igriés (nº 98) está constituido por arcillas ligeramente calcáreas de color gris claro, alternando con niveles de areniscas y con trazas de yeso.

Finalmente, a depósitos cuaternarios corresponde un yacimiento localizado en la hoja 1:50.000 de Fonz, término municipal de Graus, que está constituido por limos calcáreos con cantos poligénicos, nivelillos de arenisca y conglomerados. El material es de baja

calidad para usos cerámicos, pero es útil para el fin que se destinaba: base para césped, por la fracción arenosa que tiene.

Los ensayos y análisis efectuados en muestras de estos materiales han dado los siguientes resultados:

a) Análisis químico en %

Estación	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P.p.c.
98	48,15	20,42	1,35	6,81	2,49	6,97	0,43	3,46	8,77
129	34,32	13,51	0,58	5,24	2,47	20,94	0,31	2,73	19,18
129.A	45,00	7,84	0,93	4,35	1,33	21,41	tra.	1,53	18,53
157	42,68	21,60	1,07	3,12	17,54	1,83	0,61	0,24	11,30
167	46,96	22,60	0,89	8,29	4,72	2,02	0,56	3,58	9,49

b) Estudio Mineralógico Difracción de Rayos X (en %)

Todo uno (Fracción $< 37\ \mu$)

Estación	Calcita	Plagioclasa	Feldes. K	Cuarzo	Filosilicatos	Dolomita	Yeso
88	20	1	< 5	20	45		
91	15	10	< 5	20	5		
98	15		tra.	10	75		
101	45	5		15	30	< 5	
104	35	5	< 5	15	45		
129.A	55			15	30		
131	20	< 5		15	60		10

Agregados Orientados (Fracción < 20 μ)

Estación	Clorita	Caolinita	Illita	Montmo.	Interestratificados	Vermicu.
88	20	25	75			
91	20	5	70			
98	20	25	50		tra.	
101	15	< 5	75	< 5		
104	20	< 5	65	10		
129.A	5	15	70		tra.	5
131	15	tra.	85			

c) Contenido en carbonatos

Estación	CO_3Ca %	CO_2 %
88	15,94	7,01
91	17,29	7,60
11	32,65	14,36
104	24,43	10,75
131	25,43	11,19

d) Límites de Atterberg

Estación	Límite líquido	Límite plástico	Indice plasticidad
88	34,5	17,5	17,0
91	34,0	17,7	16,3
101	28,1	16,8	11,3
104	32,0	17,6	14,4
129.A	33,1	19,2	13,9
131	37,7	20,4	17,3
157	34,2	17,6	16,6
167	50,8	25,1	25,7

e) Análisis granulométrico

% retenido en el tamiz nº 230 (63 μ)

Estación	% retenido
88	22,20
91	30,32
101	13,27
104	7,83
131	0,79
157	26,42

Estación	% Retenido	
	< 1/16	< 1/256
98	1,3	34,4
129	7,7	74,8

Los análisis químicos de las muestras correspondientes a las estaciones nº 98, 129 y 167, indican que el contenido de Fe_2O_3 oscila entre el 5-10 %, lo que las hace aptas para la fabricación de ladrillo hueco, tejas y bovedillas, mientras que las otras dos muestras (Fe_2O_3 <5 %) pueden ser utilizadas para la elaboración de ladrillo macizo.

El estudio mineralógico por difracción de Rayos X, indica que con excepción de las muestras nº 91, 98 y 131, la fracción arcillosa (filosilicatos) es inferior al 50 %, que además está constituida fundamentalmente por illita, con pequeñas proporciones de montmorillonita y caolinita, excepto en la muestra nº 98, donde el contenido de este último mineral es del orden de 25 %.

Hay que destacar asimismo el alto contenido en calcita de las muestras nº 101 y 129 A, superior al 45 %.

En cuanto al contenido de carbonatos solamente la muestra nº 101 supera el 30 %, siendo asimismo alto el de los nº 104 y 131, lo cual hará que aumente la absorción de agua, disminuya la contracción de cocción, modifique la resistencia mecánica de cocido, la expansión por humedad, etc.

Los límites de Atterberg muestran valores para el Indice de Plasticidad inferiores a 15 en las muestras nº 101, 104 y 129 A, lo que obligaría a mezclarlas con arcillas magras para obtener una arcilla apta para su uso en cerámica estructural.

Por el contrario, el Indice de Plasticidad de la muestra nº 167 excede de 25, por lo que sería preciso mezclarlas con arcillas más arenosas, para bajar este valor y poder emplearla en la fabricación de piezas cocidas.

Finalmente el análisis granulométrico confirma, que las muestras en general presentan un bajo contenido en fracción arenosa, excepto las nº 88, 91 y 157, donde el porcentaje retenido supera el 20 %.

3.2.- ARENA (Are).

De este tipo de material se ha inventariado solamente una explotación, hoy abandonada, localizada en la hoja de Benabarre, en el mismo término municipal.

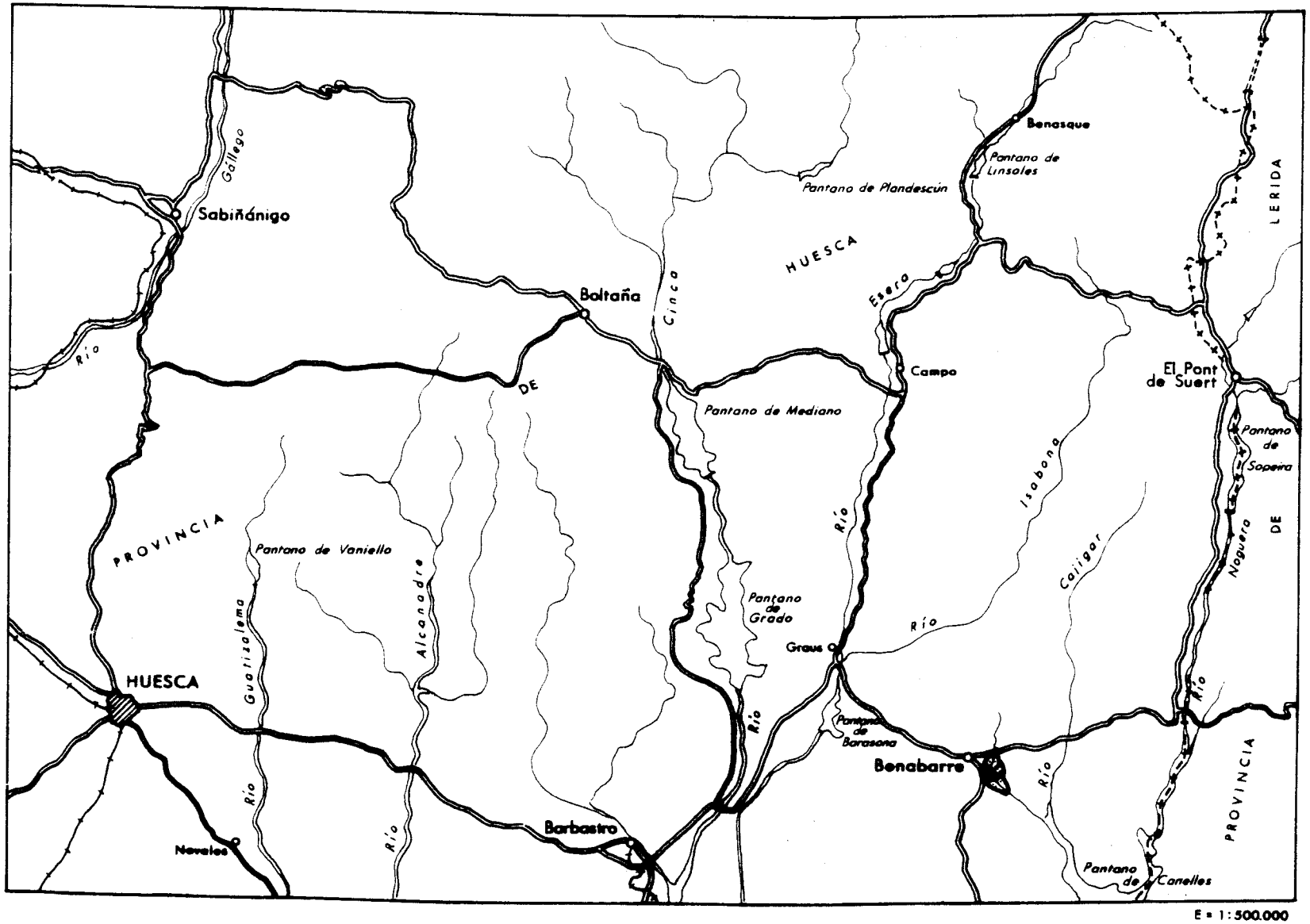
Nº Estación	Form. Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción (t)
142	26	289	292725	4664450	Abandon.	Medias	

Se trata de niveles de arenas y/o calcarenitas de tonos amarillentos y blanquecinos en los paquetes de techo y rojizos en el muro. Estos niveles se encuentran recubiertos por tramos calizos, con una potencia de 10-15 m, lo que obligó a realizar una explotación subterránea.

La explotación beneficiaba aquellas zonas donde la roca está más disgregada y el arranque es más sencillo.

En estas arenas se han realizado análisis para determinar el contenido en SiO_2, dando como resultado valores que oscilan entre 92,81 y 97,54 %.

Estos contenidos no la hacen apta para su utilización en la industria del vidrio (contenido en $SiO_2 > 98$ %), ni tampoco para su uso en fundición como arenas de moldeo, hay muestras que su contenido en SiO_2 (<93%), ya que en este sector los contenidos exigidos oscilan entre el 95 y 98 %.



ZONA DE EXTRACCION DE ARENA

Explotación abandonada

3.3.- ARENISCA (Arn)

Los yacimientos de arenisca inventariados en estas hojas han sido 8, de los cuales 2 corresponden a explotaciones intermitentes y 6 están abandonadas.

Aunque los afloramientos son muy numerosos, principalmente en la hoja de Pont de Suert y concretamente en el municipio de Laspaules, existen otras explotaciones en Broto, Labuerda, Ainsa, Veracruz, Blecua y Torres.

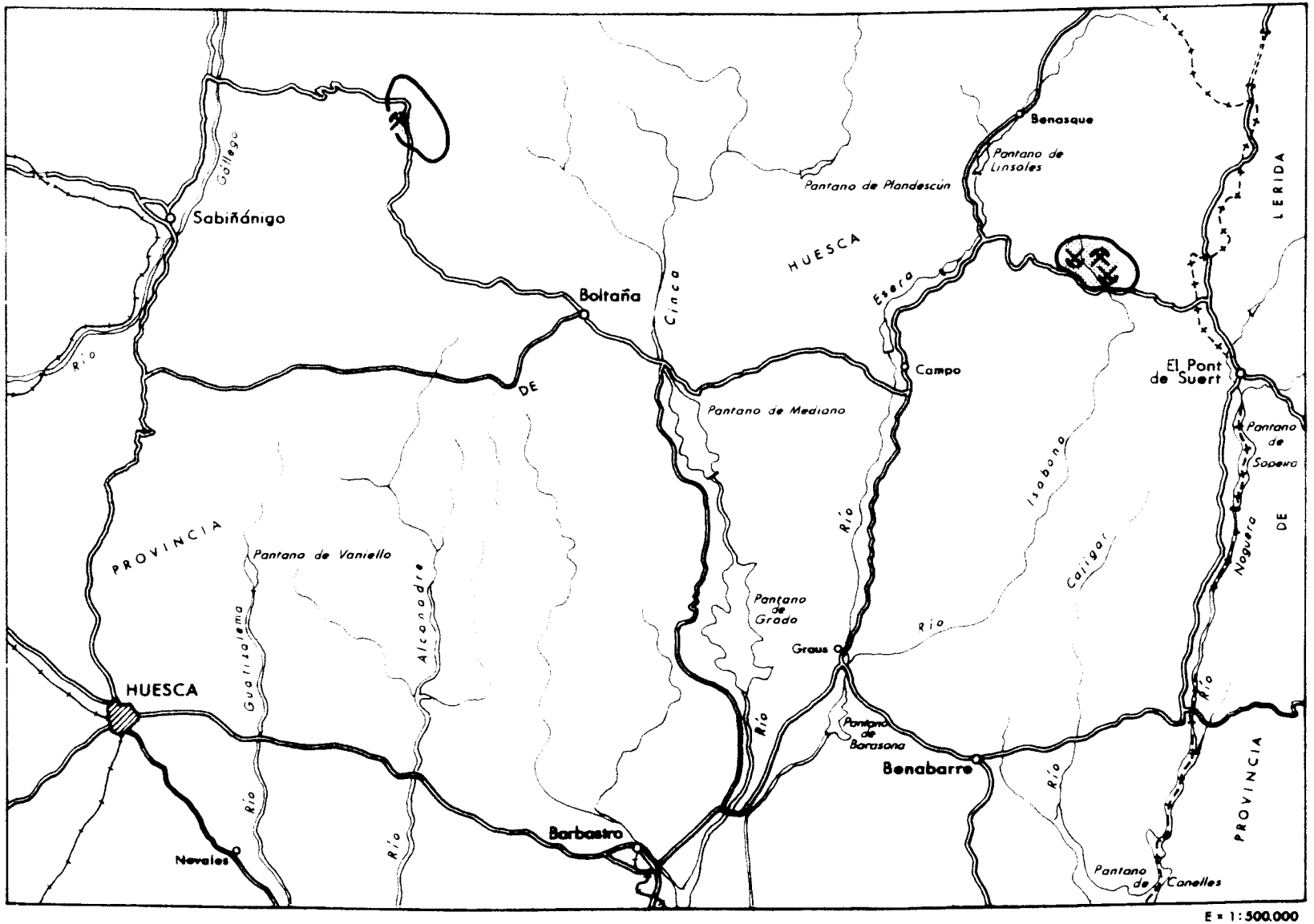
La edad de estos materiales beneficiados abarca desde el Triásico (facies Buntsandstein) hasta el Cuaternario.

Areniscas del Triásico

Los materiales que presentan mayor interés corresponden a la Facies Buntsandstein; está constituida por areniscas rojas con estratificación entrecruzada, de grano medio a grueso y con varios metros de potencia.

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
48	18	213	302080	4706440	Abando.	Altas	
49	18	213	303990	4706030	Interm.	Altas	1.500
51	18	213	302160	4705270	Abando.	Altas	

Los principales afloramientos de estos materiales se localizan en la hoja nº 213 y están formados por areniscas tableadas de tonos rojizos, que se utilizan como roca de construcción en enchapados, solados y pequeños sillares, en las poblaciones de la zona.



E = 1:500.000

ZONA DE EXTRACCION DE ARENISCA PARA PIEDRA NATURAL

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

Aunque hay varios puntos, todos ellos localizados en los municipios de Laspaules y Montanuy, de donde han sacado material para usos locales, en la actualidad solamente existe una explotación, que trabaja de forma muy esporádica y siempre bajo pedido; se localiza en las proximidades de la aldea de Meril, municipio de Laspaules; presenta dos bancos donde el arranque se realiza manualmente; tanto los accesos como la localización, a más de 1.500 m de altitud, hace que las condiciones de trabajo sean muy especiales.

De este tipo de material se ha tomado una muestra representativa cuyos resultados han sido:

a) Ensayos para rocas de construcción.

Estación	Peso espec. apar. gr/cm^3	Absorción de agua %	Re. compresión kg/cm^2	Re. heladas pérdida peso %	Re. cambios térmicos variación peso %
49	2,50	1,77	512,85	0,16	0,17

b) Estudio petrográfico

Composición mineralógica.

. Minerales Principales -> Cuarzo, feldespato potásico, mica blanca.

. Minerales Accesorios -> Mineral de hierro, biotita, turmalina, rutilo, apatito.

Clasificación petrográfica: Arcosa con cemento ferruginoso.

Areniscas Cretácicas

Solamente se ha inventariado una estación de este tipo de materiales, localizada en el municipio de Veracruz, que representa a una pequeña explotación de areniscas de tonos marrones-grisáceos, muy alterada en superficie y tableada en capas de menos de 30 cm.

Este material se ha utilizado para la reparación de caminos y pistas y como subase en el arreglo de alguna carretera de la zona.

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
75	25	213	301060	4693990	Abando.	Altas	

Areniscas Terciarias

En areniscas terciarias se han efectuado tres estaciones, de las que dos corresponden a materiales eocénicos y una al Mioceno Inferior.

En el caso de las areniscas del Eoceno, nº 59 y nº 71, en la primera se ha beneficiado un afloramiento constituido por niveles de tonos marrones de 0,5 a 1 m de potencia, que se ha empleado como roca de construcción en los edificios de la zona; mientras que en la otra explotación se ha aprovechado un afloramiento de arenisca de grano fino y tonos oscuros, tableada en bancos de 0,5 m de espesor máximo y con intercalaciones de aspecto pizarroso, que ha sido utilizada como árido para la construcción de la carretera que pasa próxima a ella.

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
59	30	211	264000	4701150	Abando.	Media	
71		212	265380	4698810	Abando.	Media	
145	40	286	731600	4663850	Abando.	Altas	

En el Mioceno Inferior se ha inventariado solamente una explotación, localizada en el municipio de Blecua y Torres, en donde se ha beneficiado un depósito de areniscas que se presenta en dos capas de aproximadamente 3 m de espesor, separadas por niveles arcillosos marrones.

Similar a esta explotación existen numerosos puntos donde se han extraído este tipo de materiales para su uso como roca de construcción, y que dadas las características de la arenisca, se han ido integrando paulatinamente en el paisaje, favorecida por la fácil meterorización de la roca.

Los resultados obtenidos en muestras tomadas en estos materiales han sido los siguientes:

a) Ensayos para rocas de construcción

Estación	Peso espec. aper. gr/cm^3	Absorción de agua %	Re. compresión kg/cm^2	Re. heladas %	R. cambios térmicos %
59	2,685	0,123	1114,2	0,03	0,09
71	2,618	1,043	912,8	0,79	0,50

b) Estudio petrográfico

Composición mineralógica.

Estación nº	Componentes Principales	Componentes Accesorios
59	Calcita, Cuarzo	Clorita, materia orgánica, opacos, sericita, turmalina, mica blanca, m. de hierro, caolín
71	Albita	Turmalina, materia orgánica, mica blanca, clorita, opacos, materia carbonosa

Clasificación Petrográfica

- 59 -> Subarcosa con cemento calcáreo
- 71 -> Calcarenita ("Grainstone")

Areniscas en depósitos cuaternarios

Se ha localizado una sola estación, nº 23, que corresponde a un depósito de bloques poco rodados de areniscas de cemento calcáreo, que se localizan en las proximidades del cauce del río Ara y que han sido arrastrados por sus afluentes Yesa y Abate; son utilizados esporádicamente por los constructores de la zona para la restauración de edificios antiguos o para construcciones de nueva planta.

Los tamaños obtenidos tienen forma paralepipédica y las medidas están comprendidas entre 60 x 30 x 15 cm y 100 x 50 x 30 cm.

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
23	45	178	735600	720000	Inter.	Medias	1.500

3.4.- CALIZA

Las hojas 1:200.000 nº 14 "VIELLA" y nº 23 "HUESCA", cuentan con una notable presencia de materiales calizos, que cubren gran parte de la columna estratigráfica correspondiente al Triásico, Jurásico, Cretácico, Eoceno y Oligoceno, y sin embargo su importancia desde el punto de vista de su beneficio para usos industriales es escasa, excepto algunos afloramientos que se destinan al sector de las ferroaleaciones.

No se han considerado en este apartado aquellos materiales que han sido clasificados como calizas marmóreas, que se describirán conjuntamente con los mármoles.

De las explotaciones visitadas se han inventariado 32, de las que 6 corresponden a canteras activas y/o intermitentes, 24 están abandonadas y 2 corresponden a indicios. Los campos de utilización de estos materiales son: áridos para la construcción y obras públicas, piedras naturales, industria química, industria metalúrgica y aglomerantes (cementos y cales).

Las explotaciones son siempre a cielo abierto, de dimensiones muy variables, en función del destino que se ha dado al material extraído, empleándose para el arranque bien explosivos (áridos, industrias químicas y metalúrgicas) o herramientas manuales (piedras naturales).

Calizas mesozóicas

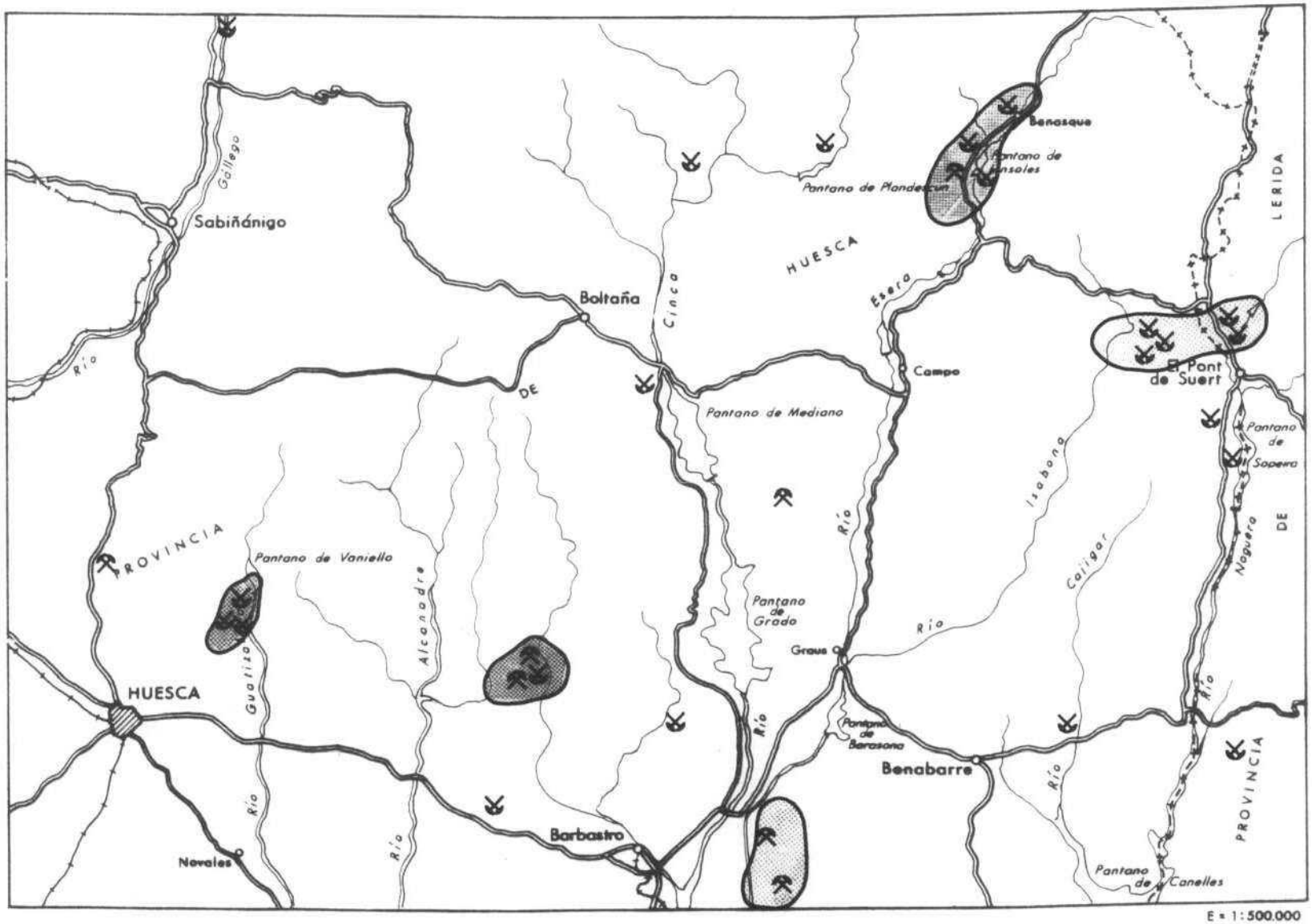
Los yacimientos inventariados de estos materiales se localizan, fundamentalmente, en las Hojas 1:50.000 nº 213 (Pont de Suert), 251 (Arén) y 288 (Fonz), y del total de 16, 3 corresponden a explotaciones activas, 11 a abandonadas y 2 a indicios; son las siguientes:

Nº	FORMACION	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
36	19	179	292510	4715650	Aband.	Bajas	
61	21	213	306440	4700720	Aband.	Altas	
64	19	213	313100	4700320	Aband.	Altas	
65	20	213	309990	4700070	Aband.	Altas	
67	22	213	307030	4699900	Aband.	Altas	
80	21	251	313950	4688500	Aband.	Altas	
82	24	251	314150	4687000	Aband.	Altas	
85	19	248	712650	4684550	Activa	Altas	200.000
128	19	287	263650	4669300	Aband.	Medias	
132	23	288	286000	4666900	Aband.	Altas	
149	22	289	314975	4661750	Aband.	Altas	
158	23	288	288100	4658800	Indicio	Altas	
160	23	288	274000	4657900	Activa	Altas	66.000
162	19	288	281950	4656500	Indicio	Altas	
164	23	288	275650	4655850	Activa	Altas	60.000
171	23	250	271000	4672760	Aband.	Altas	

Estatrigráficamente, de muro a techo, se ubican como sigue:

En el Muschelkalk se sitúan 5 explotaciones, que benefician o beneficiaban yacimientos constituidos por calizas grises oscuras-negras, tableadas y generalmente muy fracturadas que se destinaban a su uso como áridos para carreteras.

La estación nº 85, actualmente activa, se localiza en el término municipal de Nueno y en este momento está aprovechando una escombrera próxima, que proviene de las obras de atrincheramiento de la nueva carretera.



ZONA DE EXTRACCION DE CALIZAS PARA ARIDOS

ZONA DE EXTRACCION DE CALIZAS PARA PIEDRA NATURAL

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

En cuanto a la estación nº 162 corresponde a un afloramiento, localizado en el municipio de Peralta de Calasanz, constituido por calizas grises y blancas de aspecto marmóreo, en el que se efectuó una pequeña calicata para obtener bloques para pruebas de corte y pulido; tiene el inconveniente de estar fracturada, y de presentar cambios de tonalidades.

En el Jurásico se ha inventariado una sola explotación, la nº 65, localizada en el municipio de Bonansa, que ha beneficiado un yacimiento de calizas y dolomías de colores gris y negro con vetillas de calcita, masiva e intensamente fracturada, que se ha destinado a la obtención de áridos para carreteras, en la época en la que se estaban reformando y acondicionando los viales de la zona.

Finalmente, en el Cretácico, se han inventariado 10 explotaciones localizadas en las Hojas 1:50.000 de Graus, Pont de Suert, Arén y Fonz, que han destinado el material extraído, generalmente, a su uso como áridos. Los yacimientos visitados están constituidos por materiales con características muy variables, así su tonalidad puede oscilar desde blanca y crema hasta rojiza y gris oscura; en puntos pueden presentarse intercalaciones margosas y/o arcillosas, y ocasionalmente ser fosilífera. Su aspecto superficial varía desde masiva hasta tableada, en bancos de menos de 30 cm de espesor; normalmente están muy fracturadas.

En la actualidad solamente se encuentran activas dos explotaciones localizadas en los municipios de: Estadilla, donde se beneficia un depósito de caliza blanca rosada, muy pura y muy rota, y en Fonz, cuyo material es de las mismas características, y que en ambos casos se destina a las plantas de Carburos del Cinca e Hidro-Nitro, ubicadas en Monzón.

Los resultados de los análisis y ensayos efectuados en muestras de calizas son los siguientes:

a) Análisis químico (en %)

Estación	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_3	P.p.c.	CO_3Ca
61	1,65	0,63	0,55	0,01	0,02	1,26	52,67	0,01	<0,01		42,68	94
65	1,71	0,76	0,47	0,01	0,03	1,12	52,96	<0,01	0,01	0,15	42,57	94,5
80	14,20	2,40				1,10	45,10				36,80	81,00
85	1,35	0,65	0,35	<0,01	0,04	1,72	52,36	0,01	<0,01	0,12	43,40	93,5
160	1,40	0,30				0,70	54,10				43,30	98,00
162	1,28	0,72	0,47		0,03	7,92	44,75	0,01	<0,01	0,15	44,15	80
164	1,70	0,60		0,02		0,80	52,20				43,20	98,00

b) Ensayos mecánicos

Estación nº	P. espec. apare.	P. espec. real	Absorción	Desgaste los Angeles		Estabilidad al SO_4Mg	Coef. pulido acele.	
				Granulo	Coefici.		Antes ensayo	Después ensayo
61				A	25,2	0,45		
65				F	42,19	0,40		
80	2,66 2,64	2,72 2,73	0,91 1,30	A	18	8,6		
85				A	29,47	0,20		
160	2,61 2,59	2,67 2,68	0,93 1,32	A B A	27,5 26 65,06	2,97 0,53	70	37
162				A	28	0,30		
164	2,66 2,64	2,69 2,70	0,30 0,73	A B E E F	24 24,5 32,5 29,5 48,0	3,79	67	27

Tomando como base los resultados de los análisis químicos, todas las muestras analizadas, excepto la nº 162, son aptas para la fabricación de cemento, no siendo adecuadas ninguna de ellas como materia prima para la fabricación de vidrio.

Por otra parte, las muestras 160 y 164, con un contenido en CO_3Ca superior al 97 %, son válidas para el tratamiento de azúcares y en metalurgia; en el caso de su posible empleo como

carga para papel y pulpa de papel, el contenido en CO_3Ca es superior al exigido, pero presentan un contenido en SiO_2 superior al permitido (<1 %).

En cuanto a los resultados de los ensayos mecánicos, indican que todas las muestras analizadas son válidas para su empleo como áridos para base de carreteras y ligantes bituminosos.

Calizas terciarias

Dentro del Terciario se han inventariado 16 estaciones de las que 3 corresponden a explotaciones intermitentes, 12 están abandonadas y una pertenece a un indicio.

La relación de estas estaciones es la siguiente:

Nº	Formación Geológica	HOJA 1:50.000	COORDENADAS U.T.M. X	Y	ESTADO	RESERVA	PRODUCCION (t)
17	30	177	719900	4726800	Aband.	Altas	
33	27	179	277620	4716510	Inter.	Altas	
34	27	179	276300	4716140	Aband.	Altas	
77	30	212	276240	4690690	Aband.	Altas	
79	30	249	259100	4688900	Aband.	Altas	
81	30	250	270100	4688250	Aband.	Altas	
87	35	249	254900	4682700	Aband.	Altas	
93	32	248	724000	4679000	Aband.	Altas	
97	32	248	724200	4678250	Aband.	Altas	
99	32	248	724100	4677800	Aband.	Altas	
112	32	249	254010	4673600	Inter.	Altas	
114	32	249	254000	4673100	Inter.	Altas	
115	32	249	253900	4672950	Aband.	Altas	
136	34	289	297925	4665550	Aband.	Altas	
156	32	287	255600	4658950	Aband.	Altas	
172	27	178	737300	4727400	Indicio	Altas	

Los yacimientos del Eoceno se reparten por toda la Hoja de Huesca, existiendo dos zonas con varias explotaciones localizadas en los municipios de Alquézar y Loporzano, que presentan unas

características muy parecidas en cuanto al material aflorante, ya que se trata de calizas de tonos rosados y rojizos, algo arenosas en el primer caso y rosadas en el segundo.

Los afloramientos de Loporzano, puntualmente potentes, se presentan muy fracturados, lo que los imposibilita para su uso como roca ornamental, aunque su carácter fosilífero los hace vistosos.

En el caso de los yacimientos de Alquézar, también fosilíferos, la fracturación es más débil, lo que permite la utilización de forma esporádica de estos materiales como piedra de construcción en la restauración de algunos edificios de la zona.

El resto de los yacimientos son de tonalidades grisáceas, azuladas, etc., estando generalmente muy fracturados y estratificados en bancos de potencia muy variable.

Hay que destacar por sus características especiales la estación nº 77 localizada en el municipio de La Fueva, que corresponde a un gran yacimiento de calizas gris-azuladas, fácilmente alterables, muy tableadas, lo que permite obtener planchas de espesor centimétrico que se utilizan esporádicamente tanto para enlosados como para cubiertas de tejado o sillares, cuando presentan un mayor espesor, en las edificaciones de los pueblos de la comarca.

La extracción de estas planchas se hace mediante picos y/o barras aprovechando los niveles margosos intercalados.

El resto de las explotaciones inventariadas se han utilizado exclusivamente como árido por construcción o carreteras.

El único yacimiento inventariado del Oligoceno corresponde a la estación nº 136 localizada en el término municipal de Tolva; está constituido por calizas de tonos grisáceos y azules, muy fracturadas y fosilíferas, que se utilizaron como áridos.

Los análisis y ensayos realizados a las muestras tomadas en terrenos terciarios son los siguientes:

a) Análisis químico (en %)

Estación	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_3	P.p.c.	CO^3Ca	CO_3Mg
17	0,30					0,5	55,0				44,0	98,0	
34	1,13	0,28	0,19	0,01	0,04	1,18	54,10	<0,01	<0,01		43,08	96,6	
93	1,90	0,09				0,09	53,10				43,10	97,0	
136	1,26	0,38	0,16	0,02	0,04	1,25	53,87	<0,01	0,01	0,07	43,33	96,2	
156	4,92	0,45	0,55			2,21	48,98				42,13	93,0	
172 A	0,90	0,39	0,40			16,65	35,62				45,63	63,53	34,82
172 B	1,04	0,27	0,20			14,40	37,78				45,80	67,40	30,21

b) Ensayos de áridos

Estación nº	Desgaste Los Angeles		P. espec. aparente	P. espec. real	Absorción Y	Coef. pulido acelerado		Estabilidad al SO_4Mg
	Granul.	Coefic. desgaste				Antes ensayo	Después ensayo	
17	A B	32,5 31,5	2,69 2,69	2,71 2,72	0,27 0,74	58	38	1,7
34	A	31,5						1,9
93	A B	19,5 19	2,67 2,68	2,71 2,72	0,41 0,46	64	46	1,37
156	A E F	26 29 28	2,66 2,65	2,72 2,73	0,72 1,07	63	37	3
172 A	A B	14 13,5	2,78 2,78	2,81 2,83	0,32 0,66	63	39	0
172 B	A E	19,5 18,5	2,77 2,77	2,82 2,83	0,61 0,71	74	34	0

c) Ensayos para rocas de construcción

Estación nº	R. compresión kg/cm²	R. heladas Perdida de peso %	R. Cambios térmicos Variación en peso %	Absorción agua %	Clasificación petrográfica
114	565,35	0,07	0,04	1,34	2,55
115	515,95	0,09	0,06	0,67	2,60

d) Estudio petrográfico

Estación nº	Componentes Principales	Componentes Acesorios	Clasificación Petrográfica
114	Calcita	Cuarzo	Biosparita
115	Calcita Cuarzo Albita	Mica blanca, mat. carbonosa y min. de hierro	Biosparita arenosa

Microscópicamente la muestra nº 114 está compuesta por aproximadamente un 70 % de bioclastos (abundantes miliólidos), de tamaño comprendido entre 200 y 700 μ y envueltos por un cemento esparítico.

Presenta una porosidad primaria (intergranular) cuya proporción se aproxima a un 8 %.

La única impureza no carbonatada la constituye la presencia de algunos granos de tamaño arena fina ($\leq$ 1% del total).

En cuanto a la muestra nº 115 como ya se ha indicado es una biosparita con aproximadamente un 30 % de cemento y alrededor de un 55 % de bioclastos, con tamaños de 500 μ a 4 mm.

La roca contiene aproximadamente un 10 % de cuarzo de tamaño arena fina a gruesa y un 5 % de fragmentos de roca (argilitas-limolitas).

En base a los resultados obtenidos de los análisis químicos, se pueden establecer las siguientes consideraciones:

. Todas las muestras analizadas, excepto la 172 A y 172 B, son aptas para su empleo en la fabricación de cemento, aunque será preciso adicionarles rocas que aporten sílice y alúmina.

. Las muestras analizadas no son aptas para su empleo en los procesos de fabricación de papel por sus altos contenidos en SiO_2 ($\geq$ 1 %).

. Las muestras 17 y 172 A son aptas para su uso como fundentes en procesos metalúrgicos.

. La muestra nº 17 se puede utilizar en los procesos de purificación de azúcares.

. Por último, las muestras 17, 34, 93 y 136 se pueden emplear para la desulfuración de los gases de combustión de los carbones.

Los resultados de los ensayos para áridos indican que los materiales inventariados serían aptos para su empleo en bases de carretera y ligantes bituminosos.

Los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión se encuentran por encima del límite mínimo exigido a una caliza para usos ornamentales (>400 kg/cm^2).

3.5.- CUARCITA

Aunque únicamente se ha inventariado una explotación que trabaja intermitentemente, en el paraje La Losera, del término municipal de Les Bordes, en la provincia de Lleida, en la Hoja nº 148 (Bossots) existen numerosos afloramientos que hacen que sus reservas sean considerables, no sólo en esta hoja, sino en todas las que comprenden parte de los Pirineos.

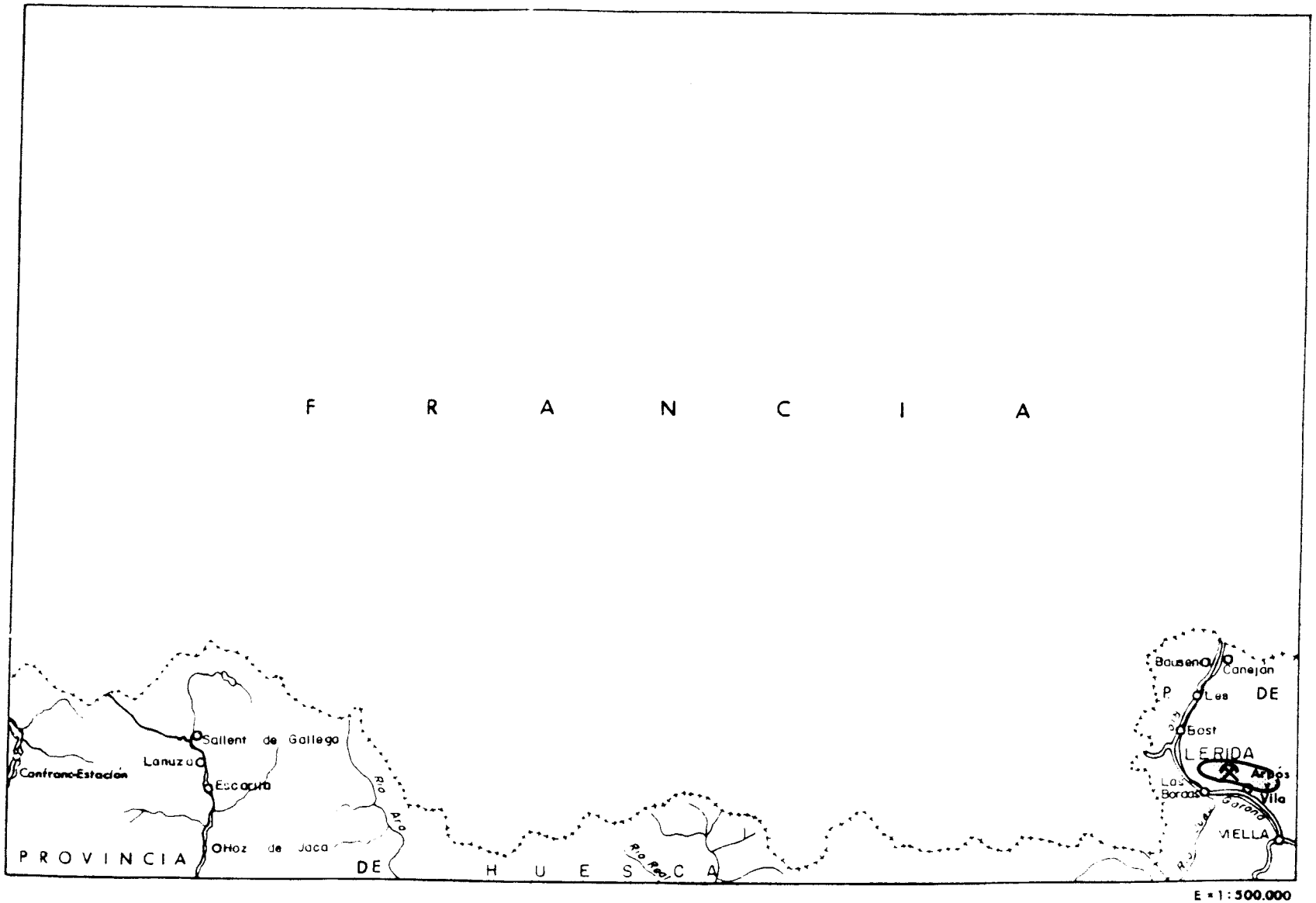
Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
12	10	148	315100	4734995	Interm.	Altas	500

Litológicamente se trata de una roca grisácea, compacta, que presenta una estratificación muy pronunciada, lo que permite la obtención de planchas del orden de los 3-6 cm de grosor, que se utilizan para suelos, revestimientos y ocasionalmente techados.

El arranque del material se efectúa mediante barras y palancas, obteniendo planchas de formas irregulares, que son utilizadas por los habitantes de la zona.

Como esta explotación hay varias similares en el Valle de Arán que, al no explotarse, se van integrando paulatinamente en el paisaje.

El estudio petrográfico clasifica a esta roca como metalimolita micáceo-carbonosa, siendo sus componentes principales cuarzo y mica blanca y los accesorios materia carbonosa, turmalina, circón, apatito y opacos.



ZONA DE EXTRACCION DE CUARCITA

Explotación activa o intermitente

Aproximadamente el 60 % de la roca lo constituye cuarzo de tamaño limo a arena muy fina (50 a 150 μ).

Los ensayos mecánicos realizados han dado los siguientes resultados:

P. espec. Aparente gr/cm^3	Absorción de agua %	R. Compresión kg/cm^2	R. Heladas %	R. Cambios Térmicos %
2,73	0,01	637,05	0,02	0,01

La muestra analizada presenta valores aceptables en cuanto a absorción de agua, resistencia a las heladas y a los cambios térmicos, no ocurriendo lo mismo para la resistencia a la compresión donde los valores obtenidos son considerablemente más bajos que los de una cuarcita (> 1300 km/cm^2). Esto ha sido debido a la existencia de una intensa microfracturación en la muestra.

3.6.- DIABASAS Y OFITAS. ANDESITAS

En este apartado se ha incluido con las diabasas y ofitas, la única estación de andesita que se ha localizado y que se sitúa a en el municipio de Sallent de Gallego.

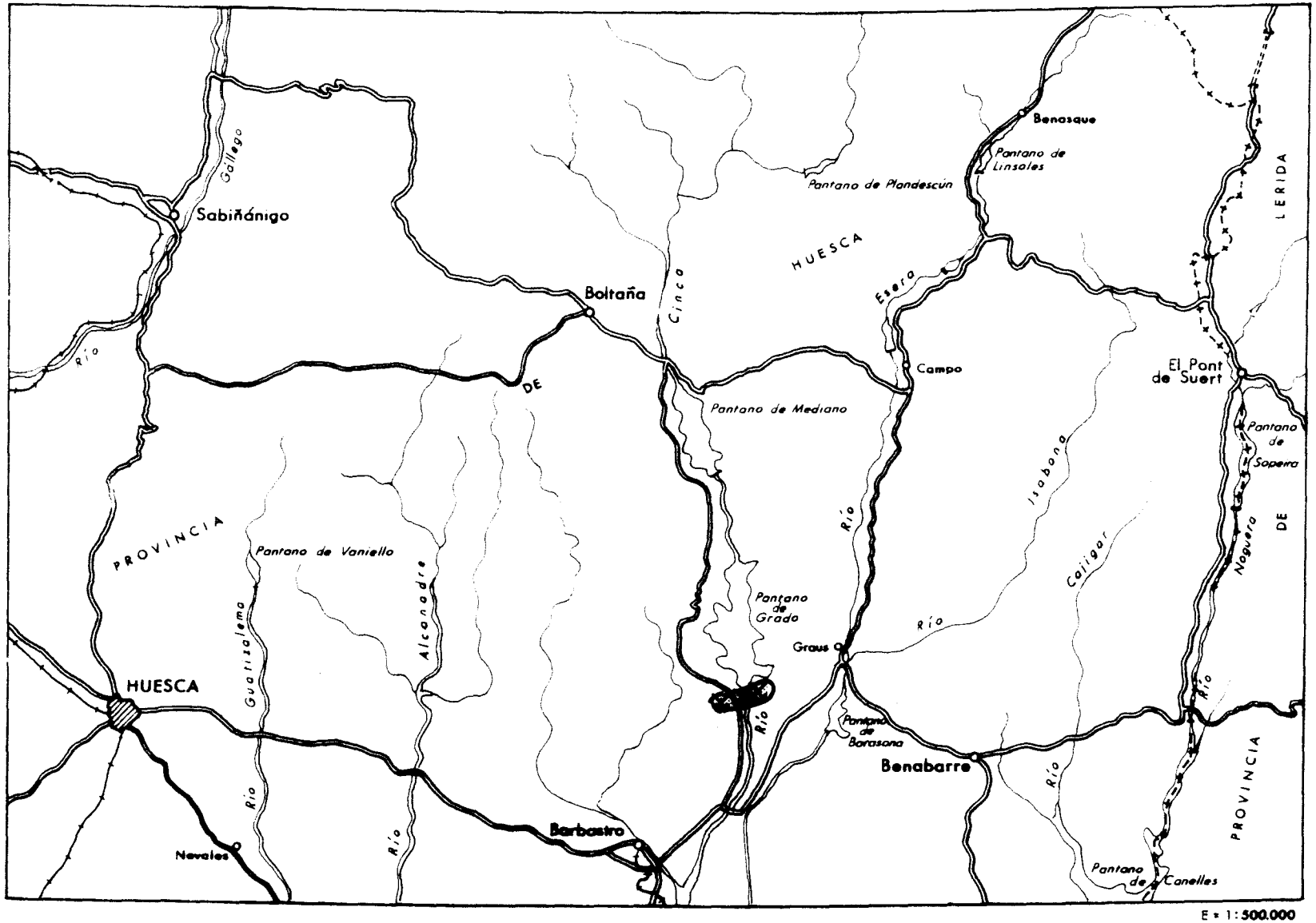
En el caso de las diabasas y ofitas, aunque son numerosos los afloramientos de estas rocas existentes en las hojas estudiadas, solamente se han inventariado 7 estaciones que corresponden a 5 explotaciones abandonadas y 2 indicios, localizadas en las Hojas nº 213 (Pont de Suert) y 288 (Fonz).

La relación de estas estaciones es la que se indica a continuación:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
3	6	145	711800	4741600	Indicio	Medias	
53	6	213	305000	4703910	Abando.	Medias	
72	6	213	314000	4698500	Abando.	Altas	
76	6	213	314450	4691010	Abando.	Medias	
118	6	288	270000	4671600	Abando.	Altas	
119	6	288	272990	4671600	Abando.	Medias	
141	6	288	280400	4664500	Indicio	Medias	
168	6	288	286700	4665600	Indicio	Medias	

La estación nº 3 corresponde a un indicio de andesita que se presenta como un dique de unos 40 m de potencia y 200 m de corrida, con una dirección N-160-E. Está constituido por una roca de tono gris-verdoso oscuro con cristales de hornblenda y biotita.

Los afloramientos de materiales ofíticos se encuentran generalmente muy alterados y diaclasados; se trata de una roca gris verdosa, oscura, de grano grueso, compacta y de fractura irregular, que en estado alterado presenta tonos marrones con aspecto arcilloso.



ZONA DE EXTRACCION DE OFITA

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

No ocurre lo mismo con el yacimiento de diabasa, que se presenta poco fracturado y con escasa alteración, apreciándose una roca verde oscura, con un aspecto vistoso desde el punto de vista ornamental.

Esta última explotación, localizada en el municipio de Sopeira, entre la carretera de Pont de Suert a Benabarre y el Embalse de Escales, presenta indicios de extracción de muestras para su posible uso ornamental; sin embargo, tiene como principal inconveniente para su posible aprovechamiento industrial, su especial ubicación que condicionaría enormemente cualquier explotación.

Tanto las ofitas como las diabasas son excelentes áridos para carreteras, fundamentalmente para su empleo en capas de rodadura.

Los análisis y ensayos realizados en estos materiales han dado los siguientes resultados:

a) Análisis químicos (en %)

Estación Nº	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	SO_2	P.p.c.	CO_3Ca
118	48,3	18,0	10,8	7,0	11,8	0,01	0,9	0,08
141	49,1	17,0	11,2	7,8	12,8	0,01	0,4	0,4

b) Ensayos mecánicos: áridos

Estación nº	Desgaste Los Angeles		P. espec. aparente gr/cm^3	P. espec. real gr/cm^3	Absorción agua %	Coef. pulido acelerado		Estabilidad al SO_4Mg
	Granul.	Coefic. desgaste				Antes ensayo	Después ensayo	
118 A	A	11,5		2,93	0,81	82	51	
118 B	A B	12 12	2,89	2,96	0,81	91	52	0,97
118 C	A B	13,5 14	2,95	2,98	0,39	65	48	
119	A	11		2,96	0,47	86	49	
141	A B	12 12	2,96	3,00	0,55	86	55	0,5

c) Ensayos mecánicos: rocas ornamentales

Estación nº	P. específico gr/cm^3	Absorción agua %	R. compresión kg/cm^2	R. Choques Térmicos	R. Heladas
76	2,97	0,04	20,97	0,07	0,01

d) Estudio petrográfico

Estación nº	Componentes Principales	Componentes Accesorios	Clasificación Petrográfica
76	Clinopiroxeno, Plagioclasa, Anfibol	Opacos, Apatito, Prenhita, Clinozoisita, M. blanca, Clorita	Diabasa piroxénico-anfibólica
118	Clinopiroxeno, Plagioclasa	Cuarzo, Clorita, Anfibol, Ilmenita	Ofita

3.7.- DOLOMIA

En este tipo de materiales se han localizado cuatro estaciones que corresponden a otras tantas explotaciones abandonadas, localizadas en la Hoja nº 213 (Pont de Suert) en los municipios de Laspaules (2) y Bonansa, en la provincia de Huesca, y Pont de Suert, en la de Lleida.

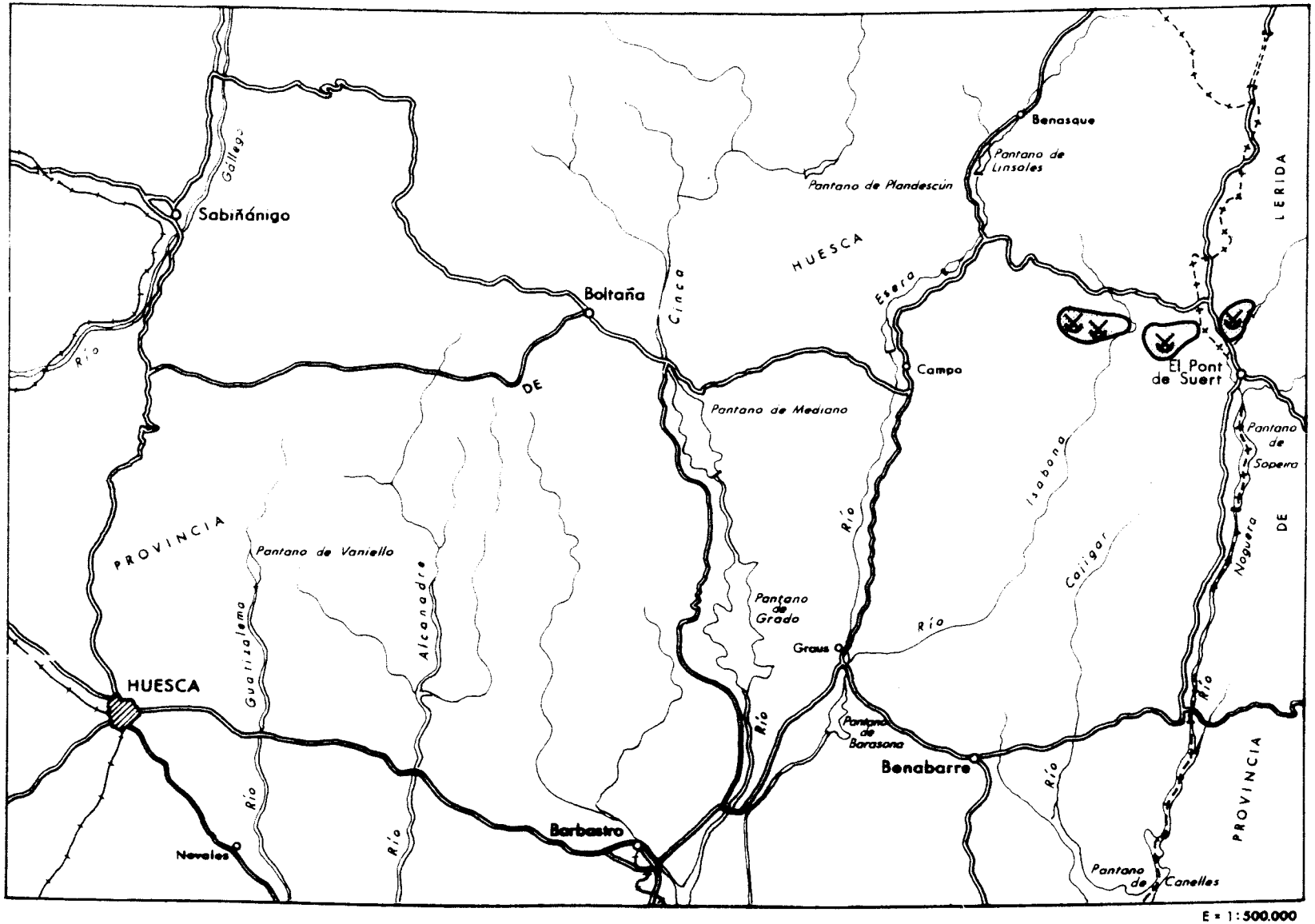
En el cuadro adjunto se recoge la ubicación de las mismas:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
54	19	213	299995	4703690	Abando.	Altas	
56	19	213	301600	4702070	Abando.	Altas	
62	19	213	312550	4700720	Abando.	Altas	
69	22	213	306340	4699560	Abando.	Altas	

Las tres primeras estaciones inventariadas corresponden a yacimientos triásicos, Facies Muschelkalk, constituidos por dolomías de tonos negro-grisáceos, muy tableadas en capas de unos 15 cm e intensamente fracturadas.

En todos los casos se localizan próximas a las vías de comunicación y, los materiales extraidos, han sido utilizados como áridos para los arreglos y reformas de las carreteras.

La estación nº 69 corresponde a una cantera de grandes dimensiones localizada en el municipio de Bonansa, donde se ha beneficiado un gran afloramiento de una dolomía gris oscura, de edad cretácica, masiva, con vetas de calcita y muy fracturada. Existen en la plaza de cantera restos de tolvas, así como de maquinaria y muelles de carga.



ZONA DE EXTRACCION DE DOLOMIA

Explotación abandonada

Los análisis y ensayos efectuados en muestras de estos materiales han dado los siguientes resultados:

a) Análisis químico (en %)

Estación nº	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	P.p.c.
54	2,30	0,24	0,51	0,01	21,66	29,53	0,27	0,07	0,02	46,89
69	12,01	0,81	0,56	<0,01	20,07	28,06	0,05	0,30	-	37,85

b) Ensayos mecánicos: áridos

Estación nº	P. espec. aparente gr/cm^3	P. espec. real gr/cm^3	Absorción agua %	Desgaste granulo	Los Angeles Coefic.	Estabilidad SO_4Mg %
69	2,75	2,85	1,26	A	27	1,22

3.8.- FLUORITA

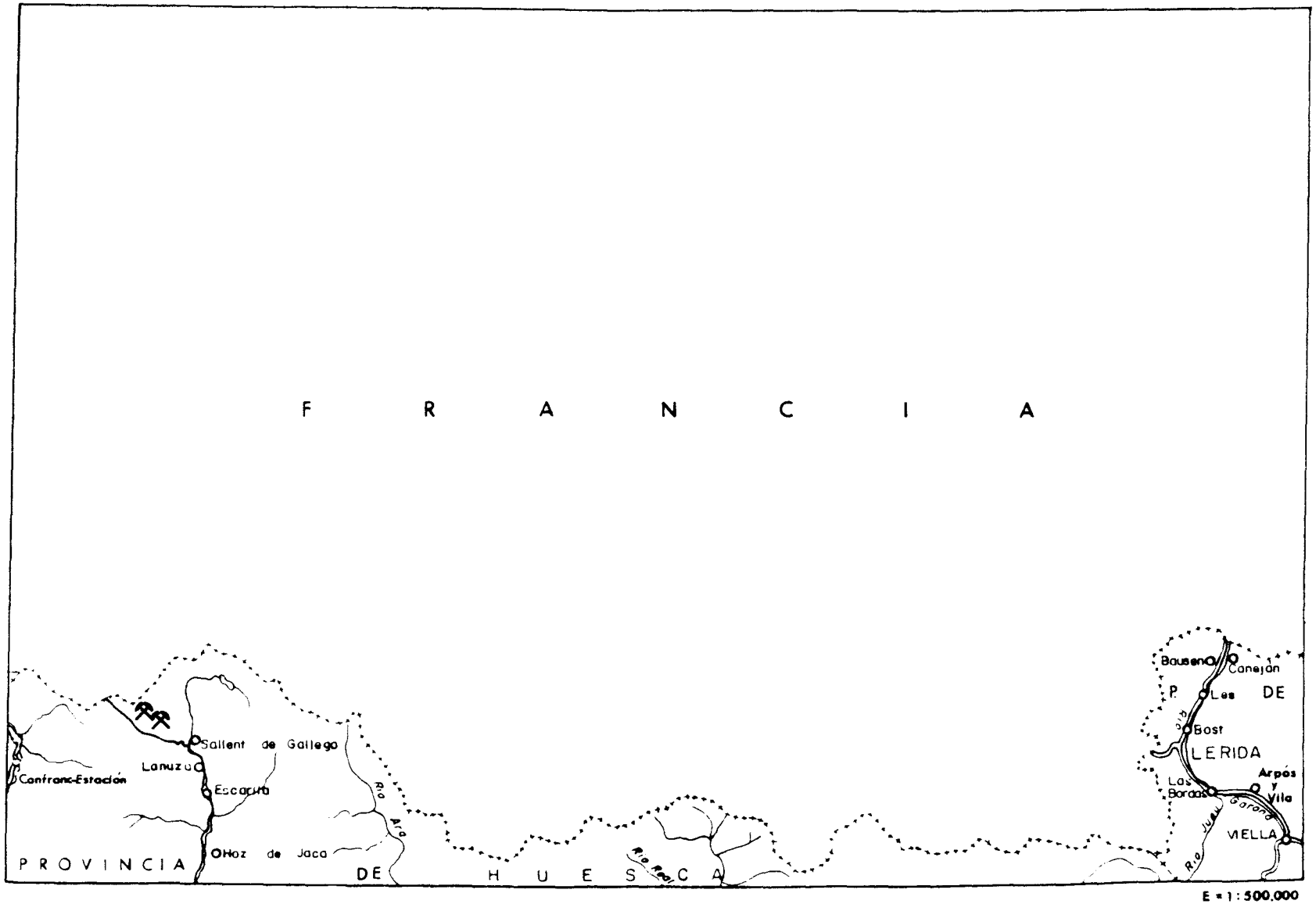
Las únicas estaciones inventariadas de esta sustancia se localizan en el municipio de Sallent de Gallego y corresponden a las minas "Rosario" y "Elisita" pertenecientes a la firma "Minas el Formigal". Las coordenadas de estas minas se recogen en el listado siguiente:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
1		145	710800	4742200	Interm.	Bajas	
4		145	712200	4741600	Interm.	Bajas	

En las minas "Elisita" y "Rosario" se benefician, por minería subterránea, sendos filones irregulares de unos 8 m de potencia media y dirección N-290-E, que están constituidos principalmente por cuarzo masivo blanco y/o cristalizado, fluorita de tonos amarillos, verdosos y morados, talco, etc., encajantes en calizas y pizarras estefanienses.

La zona donde se ubica la mina "Rosario" corresponde a un complejo filoniano arrosariado, con potencias que varían de 5 a 25 m.

La explotación, como se ha indicado, es subterránea, totalmente artesanal y su producción muy baja; el mineral obtenido se usa en fundición, en las zonas de Bilbao o Barcelona, o para muestras mineralógicas de colección y óptica, si se consiguen buenos ejemplares.



FLUORITA

⚒ Explotación activa o intermitente

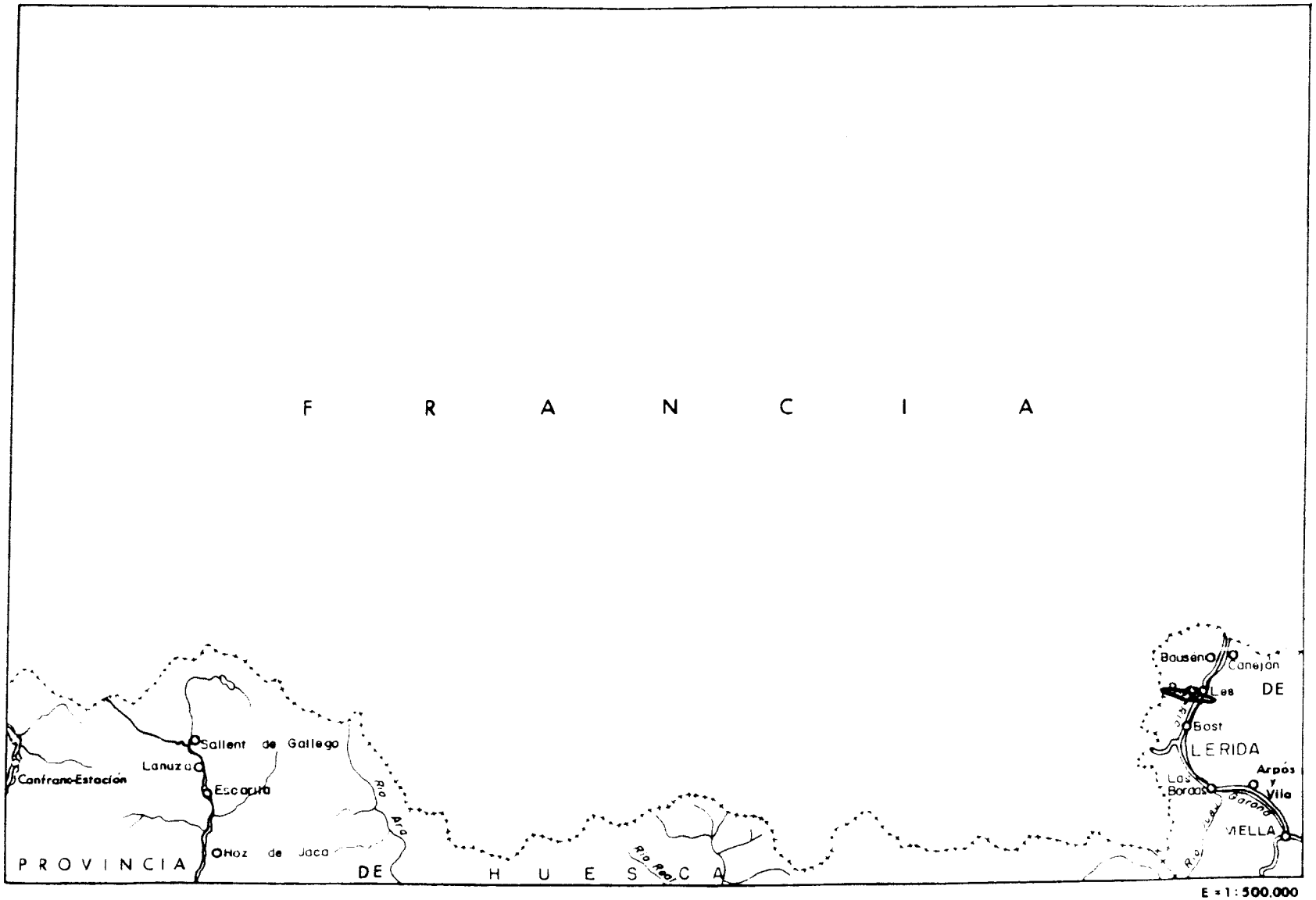
3.9.- GRANITO Y PEGMATITA

Aunque las rocas graníticas están bien representadas en el ámbito de las hojas de estudio, solamente se han inventariado dos estaciones; una correspondiente a un indicio de granito localizado en el batolito de La Maladeta y otra, a una explotación activa de pegmatita.

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
2		148	312020	4741620	Activa	Altas	8100
20	3	180	316790	4721990	Indicio	Altas	

La estación nº 2 se localiza en el municipio de Les, en la provincia de Lleida, próxima a la carretera N-230 de Tortosa a Francia por el Valle de Arán, a la altura del punto kilométrico 181,5. Se trata de un dique pegmatítico, de gran anchura, casi vertical, ubicado entre esquistos metamórficos; hay que resaltar su escaso grado de fracturación y diaclasado, lo que permite la obtención de bloques comerciales de gran tamaño.

La explotación se realiza a cielo abierto, empleando para el arranque del material medios mecánicos modernos, (hilo diamantado, perforación múltiple, etc), acordes con la importancia de la cantera y la calidad del material.



E = 1 : 500.000

ZONA DE EXTRACCION DE PEGMATITA

Explotación activa

La roca extraída es de color azul claro, generalmente de grano grueso, con algunas pequeñas zonas de grano fino. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y mica. Comercialmente se la conoce con el nombre de "AZUL DE ARAN".

La producción oscila entre los 3.000-4.000 m^3/año y se comercializa tanto a nivel nacional como al exterior debido a la alta calidad ornamental de la roca.

En cuanto a la estación nº 20, está situada en el municipio de Viela Mig Arán, en la provincia de Lleida, en el paraje de la ermita de St. Rita, ubicada en el batolito de La Maladeta.

Se trata de un afloramiento de granito color gris-claro y grano medio-grueso, en donde el grado de fracturación y diaclasamiento es muy variable de unos puntos a otros, lo que obligaría, para poder seleccionar zonas de interés, a un estudio de detalle de la totalidad de la zona.

Los estudios y ensayos realizados en estos materiales han dado los siguientes resultados:

a) Ensayos mecánicos: rocas ornamentales

Estación nº	Peso específico gr/cm^3	Coeficiente Absorción %	R. Compre. kg/cm^2	R. a la Flexión kg/cm^2	R. Desgaste mm	R. Impacto cm	Módulo Heladicidad
2	2,55	1,00	911	/01	0,5	/35	0,06

3.10.- GRAVAS-ARENAS Y ZAHORRAS

De este tipo de materiales se han inventariado 65 estaciones, de las que 3 son canteras en actividad continuada, 11 trabajan temporalmente, 50 permanecen inactivas y 1 corresponde a un indicio.

El listado de explotaciones inventariadas de estas sustancias es el siguiente:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
15		146	737000	4731250	Interm.	Altas	2700
18	46	179	267780	4725140	Aband.	Altas	
21	46	177	719500	4721200	Aband.	Bajas	
22	45	179	273660	4721190	Aband.	Medias	
25	45	180	296140	4719530	Interm.	Altas	1200
26	45	180	294700	4718510	Interm.	Altas	
27	46	178	736300	4718500	Aband.	Altas	
28	45	179	270400	4717760	Aband.	Altas	
30	45	179	274290	4716800	Interm.	Altas	
31	45	179	293120	4716800	Aband.	Medias	2000
32	45	179	286990	4716530	Aband.	Altas	
35	45	179	275600	4715850	Interm.	Altas	
40	45	179	290770	4713910	Aband.	Medias	
41	45	179	289790	4713720	Aband.	Medias	
42	46	177	716000	4713700	Aband.	Bajas	
43	46	177	717200	4712100	Activa	Bajas	120000
44	45	178	264250	4710550	Aband.	Bajas	

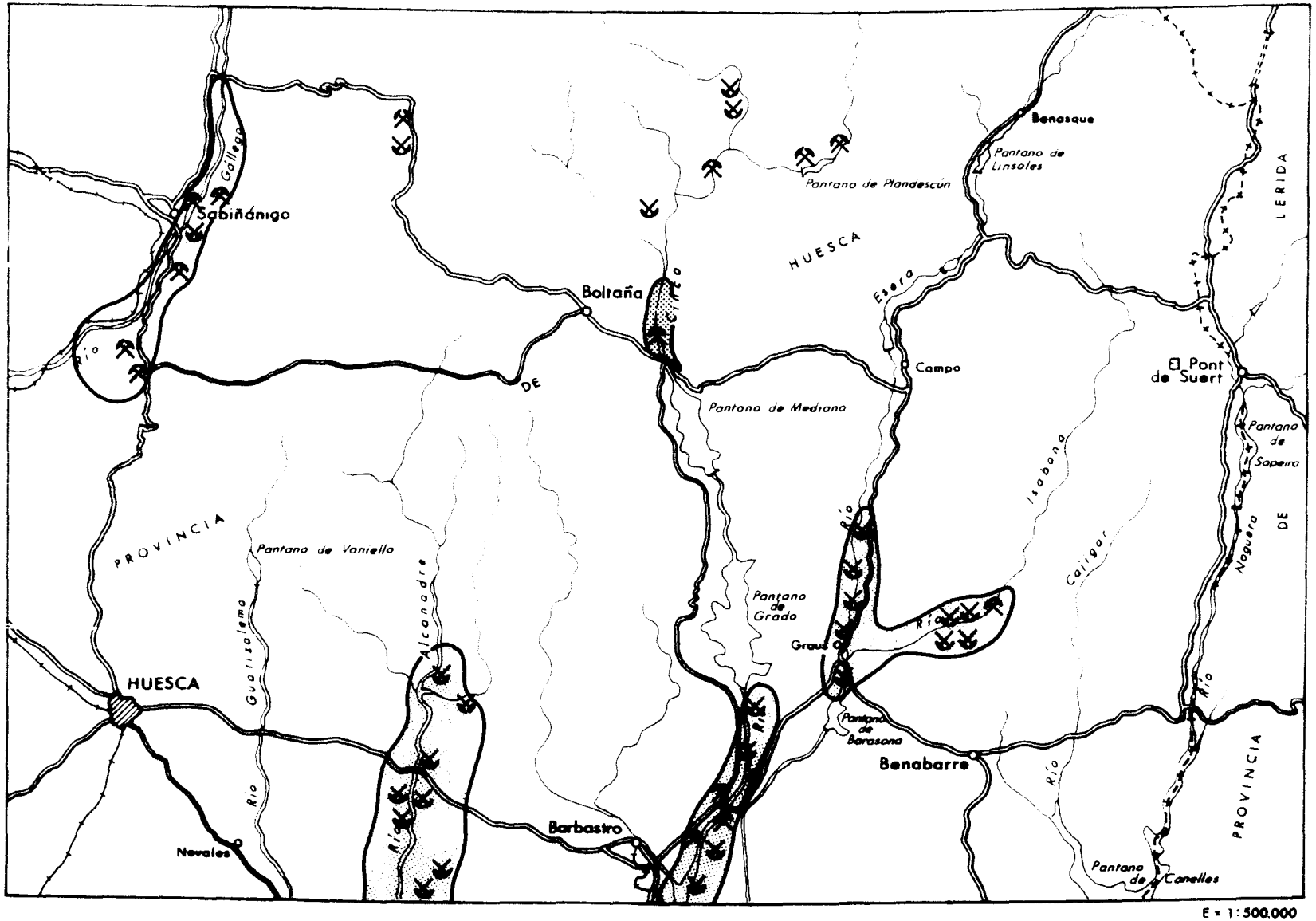
Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
45	46	180	320360	4708740	Interm.	Medias	
46	46	210	719250	4708400	Interm.	Medias	10000
47	45	212	267640	4706850	Aband.	Medias	
52	45	212	286710	4704360	Aband.	Medias	
55	45	212	285290	4702110	Aband.	Bajas	
57	46	210	711750	4701700	Activa	Alatas	300000
58	46	211	264700	4701200	Activa	Medias	400000
63	45	212	279990	4700500	Aband.	Altas	
66	45	212	280480	4700020	Aband.	Medias	
68	45	212	280760	4699770	Aband.	Medias	
70	46	210	714300	4698900	Interm.	Medias	30000
73	46	213	314400	4696630	Aband.	Medias	
78	46	213	299760	4690560	Medias	Medias	
84	46	251	313500	4686000	Aband.	Altas	
89	46	250	282000	4681000	Aband.	Medias	
90	46	251	313100	4680600	Aband.	Altas	
92	45	249	256300	4679100	Aband.	Bajas	
94	46	251	293800	4678900	Aband.	Altas	
96	46	250	281400	4678250	Aband.	Medias	
100	45	250	269950	4677700	Aband.	Altas	
102	46	251	292900	4677300	Interm.	Altas	40000
103	46	251	311400	6477200	Aband.	Altas	
105	46	250	290000	4676200	Aband.	Medias	
106	46	248	730000	4676000	Aband.	Altas	
107	46	250	287000	4675800	Aband.	Medias	
108	45	250	290200	4675800	Aband.	Medias	
109	45	248	729150	4675650	Aband.	Altas	
111	46	250	280000	4673900	Aband.	Bajas	
117	44	286	724300	4671850	Aband.	Altas	
120	45	288	271050	4671600	Aband.	Medias	

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
122	45	286	730700	4671100	Aband.	Bajas	
123	45	287	742250	4670700	Aband.	Medias	
125	46	288	271800	4669550	Aband.	Altas	
126	46	289	309550	4669500	Indic.	Altas	
130	46	288	284100	4667600	Aband.	Bajas	
133	44	287	742700	4666000	Aband.	Altas	
134	46	288	271100	4665900	Aband.	Altas	
135	46	288	281000	4665700	Aband.	Altas	
139	44	287	739100	4664800	Aband.	Medias	
140	45	287	739050	4664600	Aband.	Medias	
143	44	287	739700	4664050	Aband.	Medias	
144	44	287	738950	4664000	Aband.	Medias	
148	46	288	270500	4662000	Aband.	Altas	
150	45	288	266800	4660200	Aband.	Medias	
151	46	288	268100	4660100	Interm.	Altas	50000
154	46	288	267700	4659600	Interm.	Altas	20000
155	45	287	746000	4659300	Aband.	Altas	
159	44	287	743500	4657950	Aband.	Bajas	
161	46	288	267000	4657550	Interm.	Altas	9000
169	44	288	266100	4655300	Aband.	Altas	

Las explotaciones son a cielo abierto, con empleo de palas, generalmente con ruedas de goma, siendo las zonas más beneficiadas, los aluviones recientes de los ríos Cinca, Aurín y Gallego.

El largo recorrido de estos ríos, en conjunción con la heterogeneidad litológica de las zonas que cruzan, condiciona la naturaleza poligénica de estos depósitos. Las reservas

de las mismas son muy grandes aunque gran parte de las mismas corresponden a los aluviones de los ríos Cinca, Guarga, Noguera-Ribagorzana y Aurín-Gállego.



E = 1:500.000

ZONA DE EXTRACCION DE GRAVAS Y ARENAS

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

Como ya se ha indicado los materiales presentan naturaleza poligénica, conteniendo cantos calcáreos, cuarcíticos, graníticos, esquistosos, pizarrosos, etc., en proporciones variables. El tamaño y angulosidad de los cantos disminuye aguas abajo, predominando en algunos puntos los grandes bloques.

El tamaño de las explotaciones, es pequeño o mediano, exceptuando las explotaciones activas donde los frentes presentan gran longitud.

La producción es dificil de precisar, pues hay explotaciones intermitentes que se benefician de las crecidas de los ríos y por lo tanto de difícil control, pudiéndose estimar en conjunto del orden de 1 Mt.

Comercialmente, se suelen distinguir tres productos diferentes según tamaños, que son las gravas, gravillas y arenas. La aplicación industrial de estos materiales se circunscribe a la producción de áridos naturales y/o de machaqueo para sus distintas aplicaciones en obras públicas, plantas de hormigonado, construcción, etc.

Las muestras analizadas y sometidas a ensayos mecánicos, arrojan los siguientes resultados:

a) Análisis químico (en %)

Estación nº	SiO_2	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	CaO	MgO	CO_3Ca	P.p.c
42	35,5					
43	27,8	1,80	37,7	1,20	69,00	31,2
70	30,1	2,10	37,0	0,60	66,00	30,0
90	26,1	2,00	39,5	0,50	72,00	31,6

b) Ensayos mecánicos: áridos

Estación nº	P. espec. aparente gr/cm³	P. espec. real gr/cm³	Desgaste Los Angeles		Coeficiente Pulido Acele.		Equival. arena	Estab. SO_4Mg	Absorc Agua %
			Granulo	Coeficiente	Antes Ensayo	Despues ensayo			
21	-	2,71	A B	18,5 18,5	64	51	74	-	0,52
27			A	20			64		
42	2,65	2,71	A B	17 15,5	74	55	70	0,3	0,81
43	2,67	2,72	A B	20 20,5	60	50	68	2,0	0,74
57			A	19,7				0,47	
58			G	21,35				0,92	
70	2,65	2,71	A B	21 20,5	65	44	74	1,81	0,81
70 B		2,70	A B	20 17					0,61
90	2,66	2,70	A B	22,5 23,0	84	47	73	1,10	0,57
102			G	23,3				0,20	
123			A	32,3				0,07	
126	2,66	2,70	A B	28,0 26,5	84	50	68	8,3	0,66
154			A	17,8					0,00

Estación Nº	Presencia de Sulfatos $SO_4^=$	Materia Orgánica %
21	No	0,30
27	Ind.	0,30
42	No	0,11
43	No	0,07
70	No	0,06
90	No	0,18

Los valores obtenidos para las muestras analizadas permiten el uso de estos materiales como áridos para tratamientos con emulsiones bituminosas, bases de carretera, subases granulares y balasto de ferrocarril.

La existencia, en alguna de las terrazas de los ríos, de niveles de arcilla, así como de materia orgánica, haría necesario un lavado previo de estos depósitos para su uso como áridos para hormigones.

3.11.- HALITA

Dentro de la hoja se han inventariado cinco estaciones: las nº 83, 110, 116, 147 y 163, ubicadas en los términos municipales de La Fueva, Naval, Hoz y Costeau, Graus y Peralta de Calasanz, respectivamente, que corresponden en su totalidad a yacimientos triásicos de Facies Keuper.

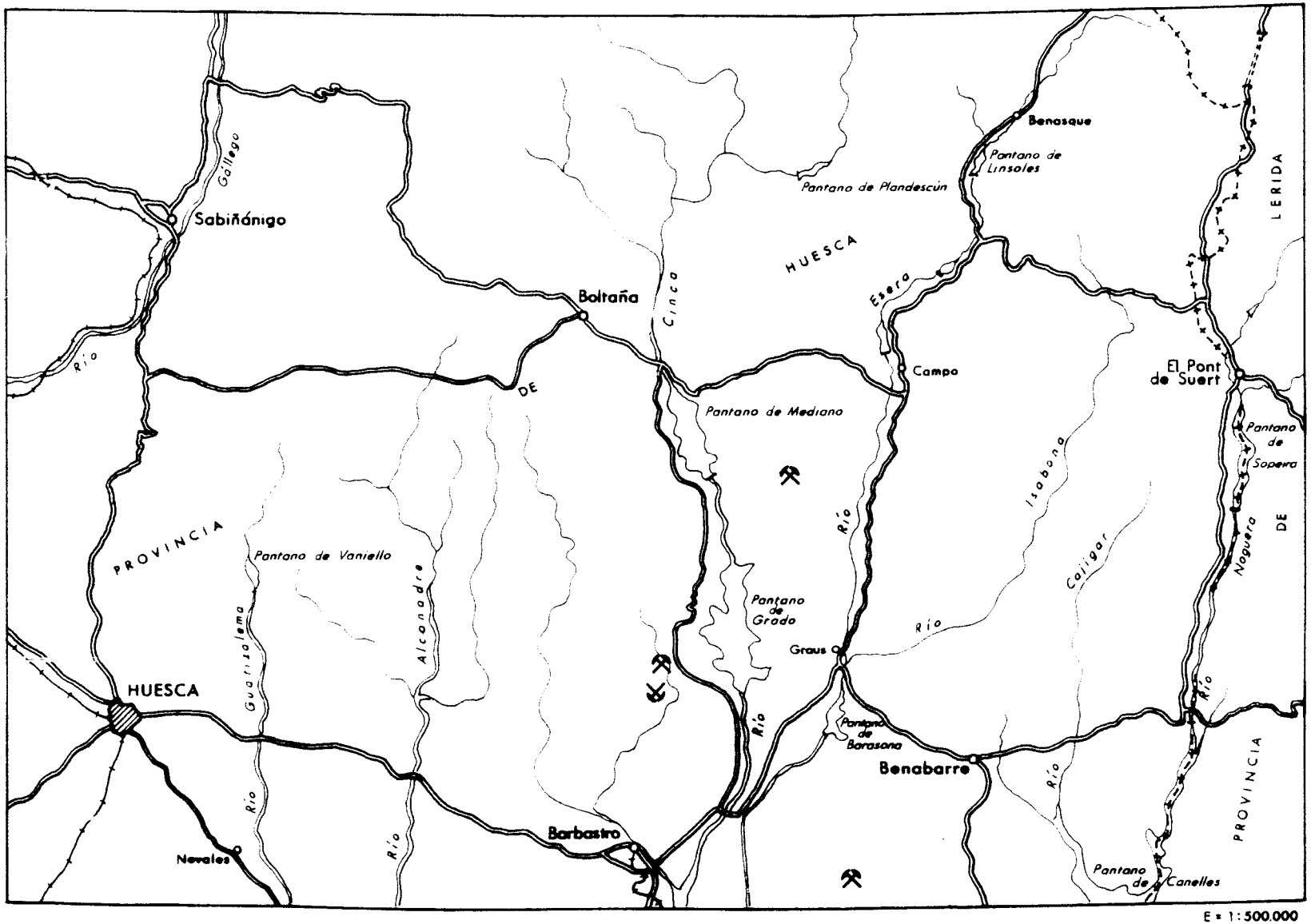
El listado de estas estaciones se recoge a continuación:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
83	19	250	275800	4686800	Interm.	Altas	200
110	19	250	265000	4674800	Activa	Altas	1500
116	19	249	262800	2672900	Aband.	Medias	
147	19	288	281100	4662900	Interm.	Medias	500
163	19	288	282990	4656350	Interm.	Altas	1000

De estas explotaciones hay que diferenciar las que benefician la sal por el sistema de sondeos y disolución, de aquellas otras que obtienen las salmueras mediante pozos de pequeña profundidad.

Así, tanto las salinas localizadas en Naval y Peralta de Calasanz, como las de Guibano, poseen pozos de 3 a 4 m de profundidad y sección 4 x 4 m^2, de donde se extrae la salmuera mediante bombas que la transportan hasta las balsas que, en número variable, están próximas a la zona de extracción.

Por otra parte, la explotación nº 147, localizada en Graus, obtiene la salmuera mediante sondeos de 250 mm de diámetro y profundidades que alcanzan los 190 m. La



E = 1:500.000

HALITA

⚒ Explotación activa o intermitente

⚒ Explotación abandonada

suspensión salina obtenida se transporta hasta las balsas de decantación que se encuentran a unos 4,5 km de la zona de explotación.

Finalmente, en el municipio de Salinas de Trillo, existe una concesión activa ("Esperanza") donde se localiza un pozo de 2 x 2 m^2 de sección y 4 m de profundidad, que extrae esporádicamente.

La producción total es del orden de las 3.200 t/año y el producto obtenido, después de molido, se empaqueta en sacos de 25 kg, con destino al consumo nacional, para su uso en: alimentación, industria química, agricultura, ganadería, etc.

3.12.- MARGAS

De esta sustancia, aunque abundante en el ámbito de las hojas de estudio, fundamentalmente en la nº 23 "Huesca", sólo se ha realizado una estación, que corresponde a un indicio ubicado en el municipio de Ainsa-Sobrarbe, en la hoja nº 211 (Boltaña).

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
60	36	211	263750	700800	Indicio	Altas	

Se trata de un yacimiento de margas gris-azuladas, masivas, pertenecientes al Bartoniense, que configuran una serie de cerros testigos que destacan en el paisaje.

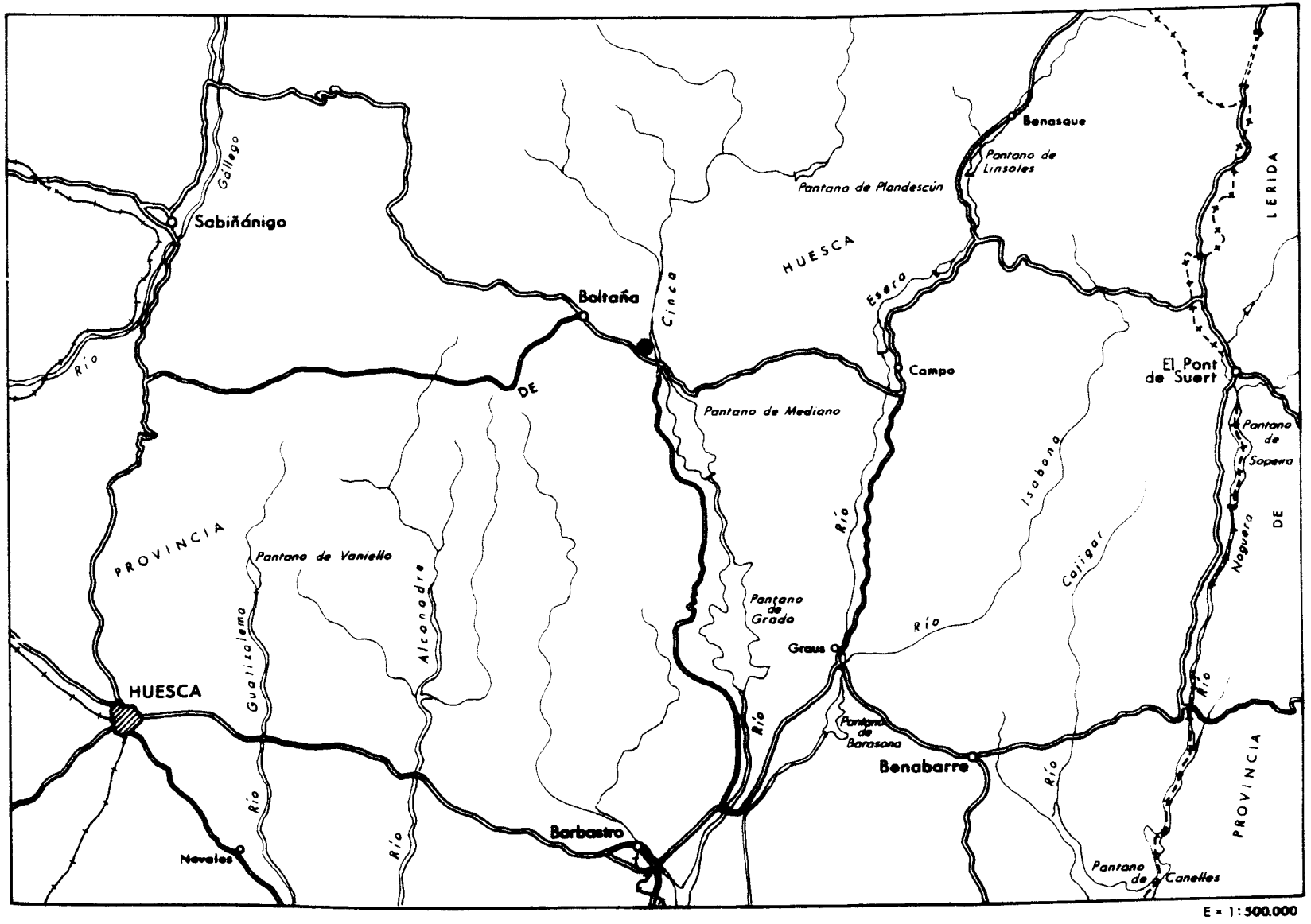
Análisis efectuados en estos materiales han dado los siguientes resultados:

a) Análisis químico (en %).

Estación nº	SiO^2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	K_2O	NaO_2	P.p.c.
60	36,27	10,33	4,35	0,93	2,30	22,34	1,60	0,08	22,22

b) Análisis granulométrico

Estación nº	% que pasa	
	1/16	1/250
60	99,0	31.1



● INDICIO DE MARGAS

c) Análisis minerológico. Difracción de rayos X

Muestra nº 60

· Todo uno

Filosilicatos	=	45 %
Cuarzo	=	10 %
Calcita	=	40 %
Dolomita	=	5 %

· Fracción < 20 μ

Illita	=	55 %
Caolinita	=	25 %
Clorita	=	20 %

Los valores obtenidos en esta muestra para los módulos que caracterizan a un crudo de cemento, son los siguientes:

. Módulo de silicatos	=	2,47
. Módulo de fundentes	=	2,38
. Módulo hidráulico	=	0,44

Al analizar estos datos, se observa que los valores obtenidos para los módulos de silicatos y fundentes, están dentro de los intervalos admitidos (1,2 - 4,0 y 1,5 - 3,0 respectivamente), mientras que el módulo hidráulico presenta valores muy inferiores a los admitidos (1,7 - 2,2).

Por lo tanto, para poder utilizar este material en la fabricación de cemento, sería necesario adicionarle caliza de alta pureza, que aumentara el módulo hidráulico. Por otra parte, el contenido en álcalis se encuentra ligeramente alto.

3.13.- MARMOL Y CALIZA MARMOREAS

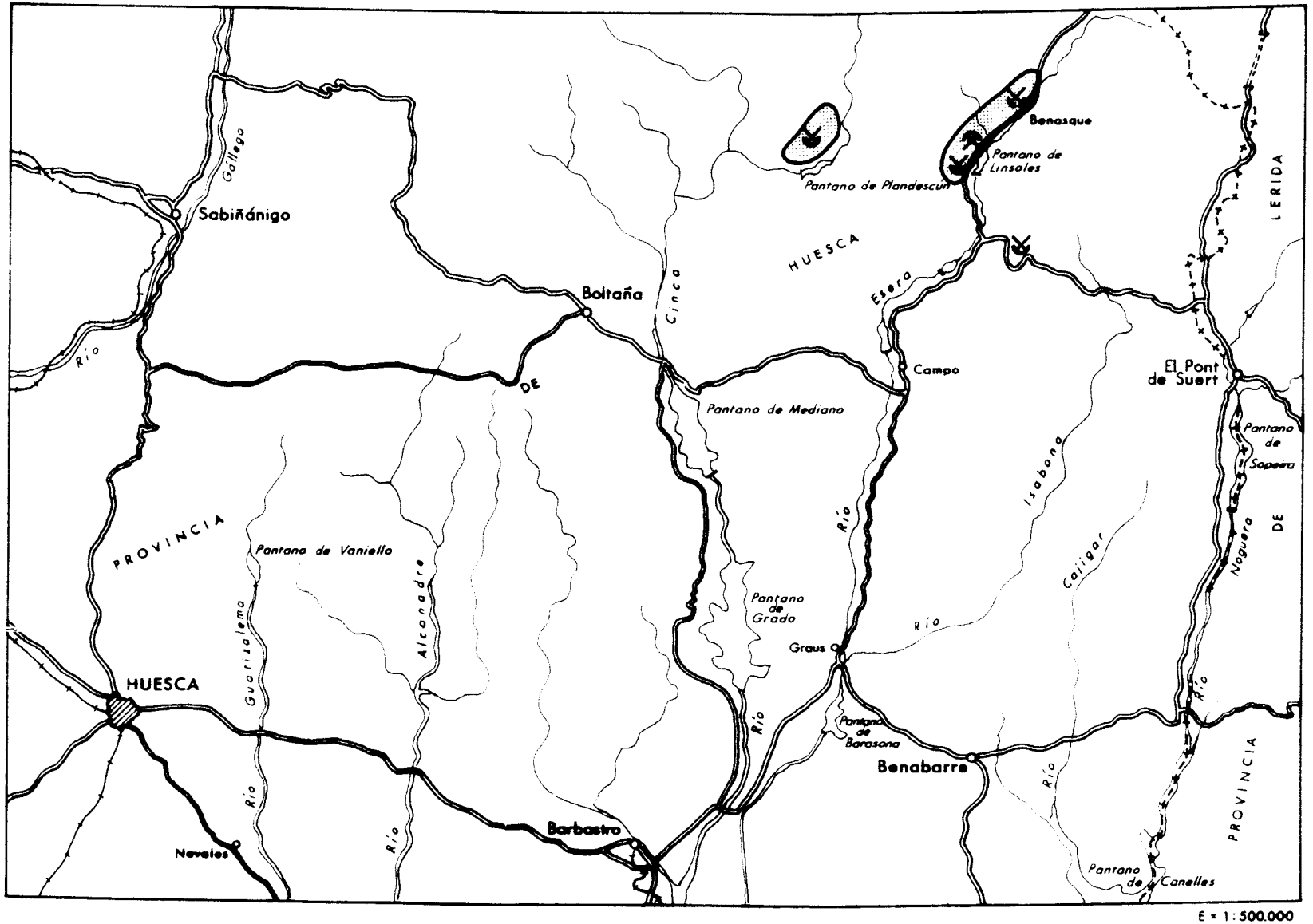
En este apartado se han incluido conjuntamente los mármoles propiamente dichos y los afloramientos de calizas que por sus características son susceptibles de utilizarse o se utilizan como roca ornamental.

Por lo tanto, en este grupo se han inventariado 12 estaciones, de las que una corresponde a una explotación intermitente, 9 a canteras inactivas y 2 a indicios, y que se localizan en las hojas nº 145 (Sallent de Gallego), 179 (Bielsa), 180 (Benasque) y 213 (Pont de Suert).

La totalidad de las estaciones inventariadas se localizan en terrenos paleozoicos, en yacimientos pertenecientes al Devónico, fundamentalmente, y al Carbonífero.

El listado de las estaciones correspondientes a estos materiales se recoge en el cuadro siguiente:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
5	10	145	703600	4739000	Aband.	Altas	
6	10	145	703500	4739000	Aband.	Altas	
7	10	145	703750	4738600	Aband.	Altas	
8	10	145	703400	4738300	Aband.	Medias	
9	10	145	703150	4738300	Interm..	Medias	
10	10	145	704200	4737650	Aband.	Altas	
11	10	145	704150	4737150	Indicio	Medias	
19	10	180	299700	4723490	Aband.	Altas	
24	10	179	282150	4719680	Indicio	Altas	
29	12	180	293400	4717550	Aband.	Altas	
39	14	179	291520	4714860	Interm.	Altas	1.000
50	14	213	300360	4705350	Aband.	Altas	

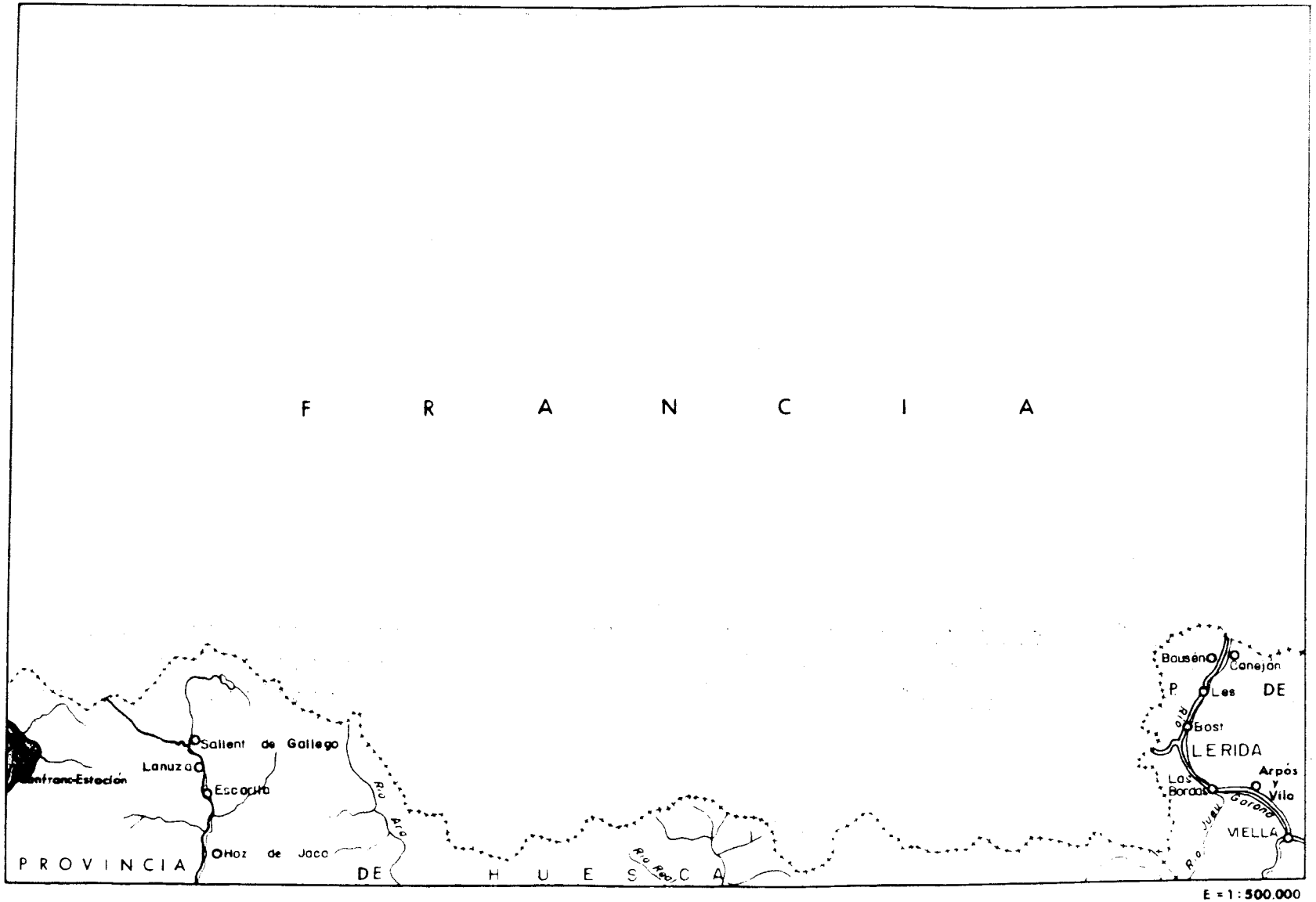


E = 1:500.000

ZONA DE EXTRACCION DE MARMOL

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada



ZONA DE EXTRACCION DE MARMOL

Explotación activa o intermitente

Explotación abandonada

El grupo de estaciones de la Hoja nº 145 (Sallent de Gallego), se localiza en el municipio de Canfranc. Pertenecen al Devónico Medio y se presentan en masas de grandes dimensiones, que marcan los rasgos morfológicos más importantes de la zona. La potencia del tramo oscila, en todo su conjunto, entre los 200 y 350 m. En su parte inferior se distingue un nivel, bien estratificado, con tono gris-amarillento y con una potencia de 30 m.

Continúa la serie con una caliza marmórea de color gris, bien estratificada, que según se va ascendiendo en la serie se va haciendo más masiva. Normalmente, la caliza tiene un color blanco grisáceo, aunque localmente puede ser gris oscura o negra. En algunas zonas, estos mármoles presentan un veteado más o menos fino de calcita.

En el área de los afloramientos de color negro, existe una estructura bastante complicada en detalle, pues se trata de un anticlinal tumbado hacia el suroeste, que por el noroeste está cortado por una falla. El buzamiento del plano axial es de unos 20° N.

Los materiales que se explotan, intermitentemente en esta zona, tienen una coloración gris oscura a negra, grano fino, con un veteado blanco muy denso de calcita. Ornamentalmente son muy semejantes al denominado "Negro Marquina".

En otros puntos los mármoles presentan tonalidades rosáceas, pero el material se encuentra más fracturado.

El sistema de explotación que se ha empleado en esta zona es el hilo helicoidal, obteniéndose bloques de grandes dimensiones.

En la zona de Gistain (nº 24) se ha inventariado un yacimiento, también Devónico, que está constituido por unas calizas marmóreas de tonos blanco-grisáceos veteados, blancos y amarillentos, que presenta una estratificación difusa en bancos de 1 a 1,5 m de potencia, en donde no se aprecia una fuerte fracturación. En esta zona se ha intentado sacar bloques, pero no se han obtenido con tamaños comerciales.

En cuanto a la zona de Villanova-Benasque, los yacimientos se localizan a ambos lados del río Esera y pertenecen tanto al Devónico como al Carbonífero.

En el Devónico, las calizas presentan una coloración principalmente gris, crema y marrón. Generalmente se presentan estratificadas en bancos pequeños, muy replegados y afectados por una fuerte fracturación-diaclasamiento.

Al noroeste de Villanova, existe una explotación hoy abandonada (dada de baja) donde las calizas, algo recristalizadas, presentan color negro, fuerte diaclasamiento, así como numerosos "pelos", que impiden la extracción de bloques comerciales.

En cuanto a los niveles del Carbonífero, están constituidos en su base por unas calizas grises, de grano fino, recristalizadas, con numerosas vetas y restos de fósiles de calcita, que han sido comercializados bajo la denominación de "Gris Benasque". A continuación se sitúan niveles de tonos negros con numerosas vetas y concreciones de calcita, que le dan un aspecto bastante semejante al "Negro Marquina".

Finalmente en el municipio de Bisaurri, se ha inventariado una estación (nº 50) que corresponde a un afloramiento de calizas carboníferas, recristalizadas, de color gris-oscuro, con un fuerte diaclasamiento en superficie, que de continuar en profundidad, impediría la extracción de bloques para su uso como roca ornamental.

Los análisis y ensayos efectuados en estas muestras han dado los siguientes resultados:

a) Análisis químico (en %)

Estación nº	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	NaO_2	K_2O	P.p.c.
7 A	3,56	0,72	0,86	0,64	51,22	0,12	0,18	42,70
7 B	2,03		0,69	1,56	52,48			43,24
7 C	0,54	0,02	0,25	0,48	54,90			43,71
9 A	0,42		0,14	0,36	55,29			43,79
9 B	0,36		0,28	0,62	54,94			43,85
9 C	0,34		0,18	0,78	54,82			43,88

b) Estudios petrográficos

Estacion Nº	Componentes Principales	Componentes Accesorios	Clasificación Petrográfica
7	Calcita	Opacos	Mármol calcítico
7 B	Calcita	Opacos, Cuarzo	Mármol
7 N	Calcita	Dolomita, Opacos (Sulfuros), M. de hierro, Mat. Carbonosa	Caliza recristalizada, marmórea, brechoide (veteada)
7 R	Calcita	Materia Carbonosa, Dolomita	Caliza marmórea
9	Calcita	Opacos	Mármol calcítico
24	Calcita	Mat. Carbonosa, Rutilo, Opacos	Mármol
39	Calcita	Mat. Carbonosa, Opaco (pirita)	Biomicrita
39 A	Calcita	Cuarzo, Dolomita, Mat. Carbonosa, Sericita y M. de hierro	Caliza fosilífera
39 B	Calcita	M. de hierro, Opaco (pirita), Dolomita	Caliza fosilífera

c) Ensayos mecánicos: rocas ornamentales

Estación nº	P. espec. aparente gr/cm³	Absorción agua %	R. Compresión Kg/cm²	R. Cambios Térmicos %	R.Heladas %	P. especif. real gr/cm³
7	2,75	0,29				2,77
7 B	2,68	0,40	762,70	0,06	0,08	
7 N	2,71	0,15	768,55	0,03	0,06	
7 R	2,69	0,16	499,11	0,06	0,08	
9	2,63	0,31				2,65
24	2,69	0,20	767,90	0,03	0,07	
39	2,72	0,07	971,09	0,04	0,05	

Los valores obtenidos en los ensayos reseñados, dan valores de la "absorción de agua" muy por debajo del máximo permitido para mármoles (< 1,6) y calizas (< 2,0); en cuanto a la resistencia de la compresión tienen valores superiores a los admitidos para mármoles (> 500) y caliza (>450).

3.14.- PIZARRAS

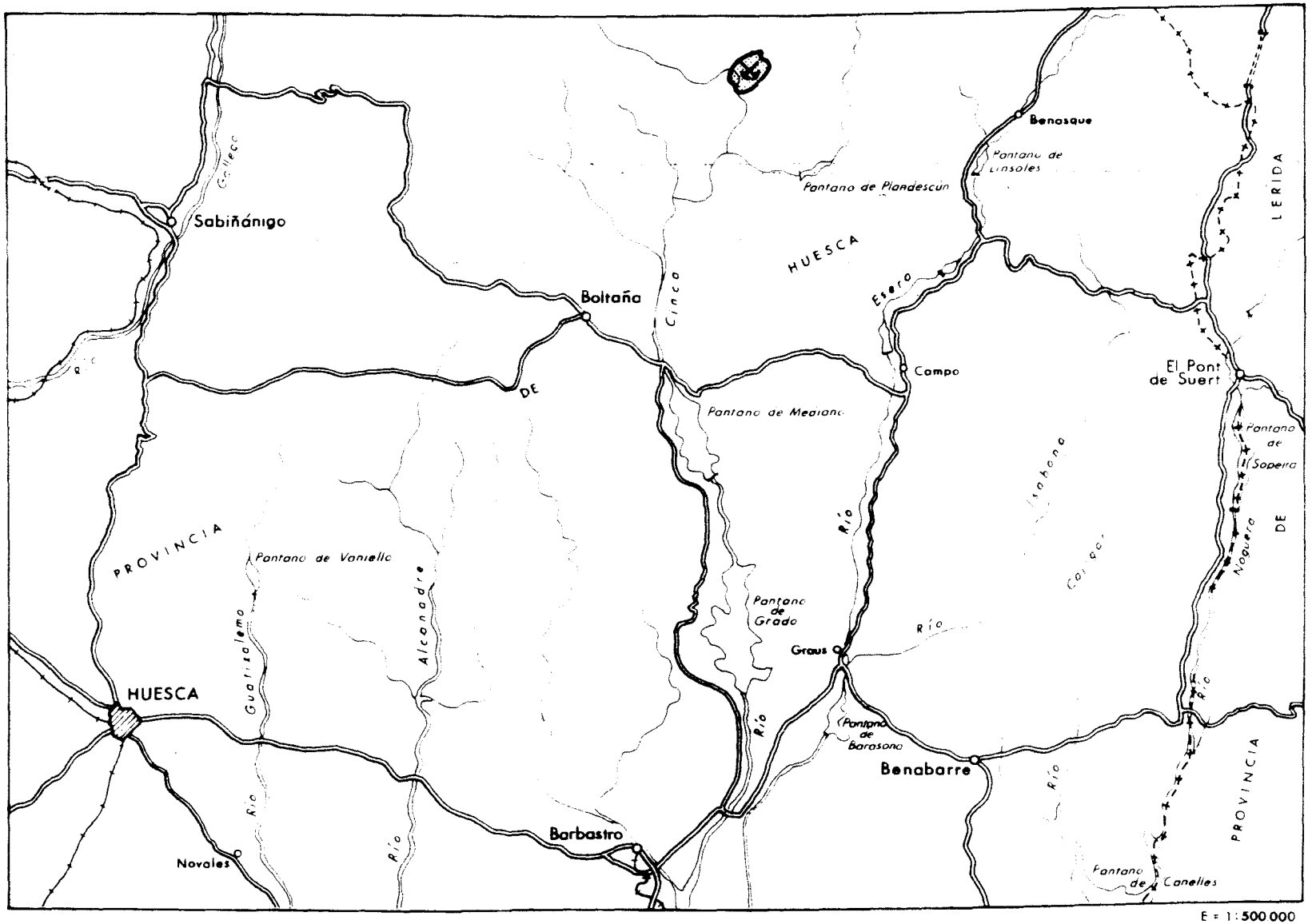
De este tipo de material se han inventariado 5 estaciones, localizadas en las hojas nº 148 (Bossot) y 179 (Bielsa), en los términos municipales de Les Bordes, provincia de Lleida y Bielsa y Chía, en la de Huesca, respectivamente.

Estas cinco estaciones corresponden a tres explotaciones abandonadas y dos indicios, todos ellos pertenecientes a materiales devónicos y cuyo listado se indica seguidamente:

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
13	10	148	315480	4734650	Aband.	Altas	
14	12	148	314110	4733170	Aband.	Altas	
16	18	179	268910	4727350	Aband.	Altas	
37	12	179	288310	4715640	Indicio	Altas	
38	12	179	289040	4715130	Indicio	Altas	

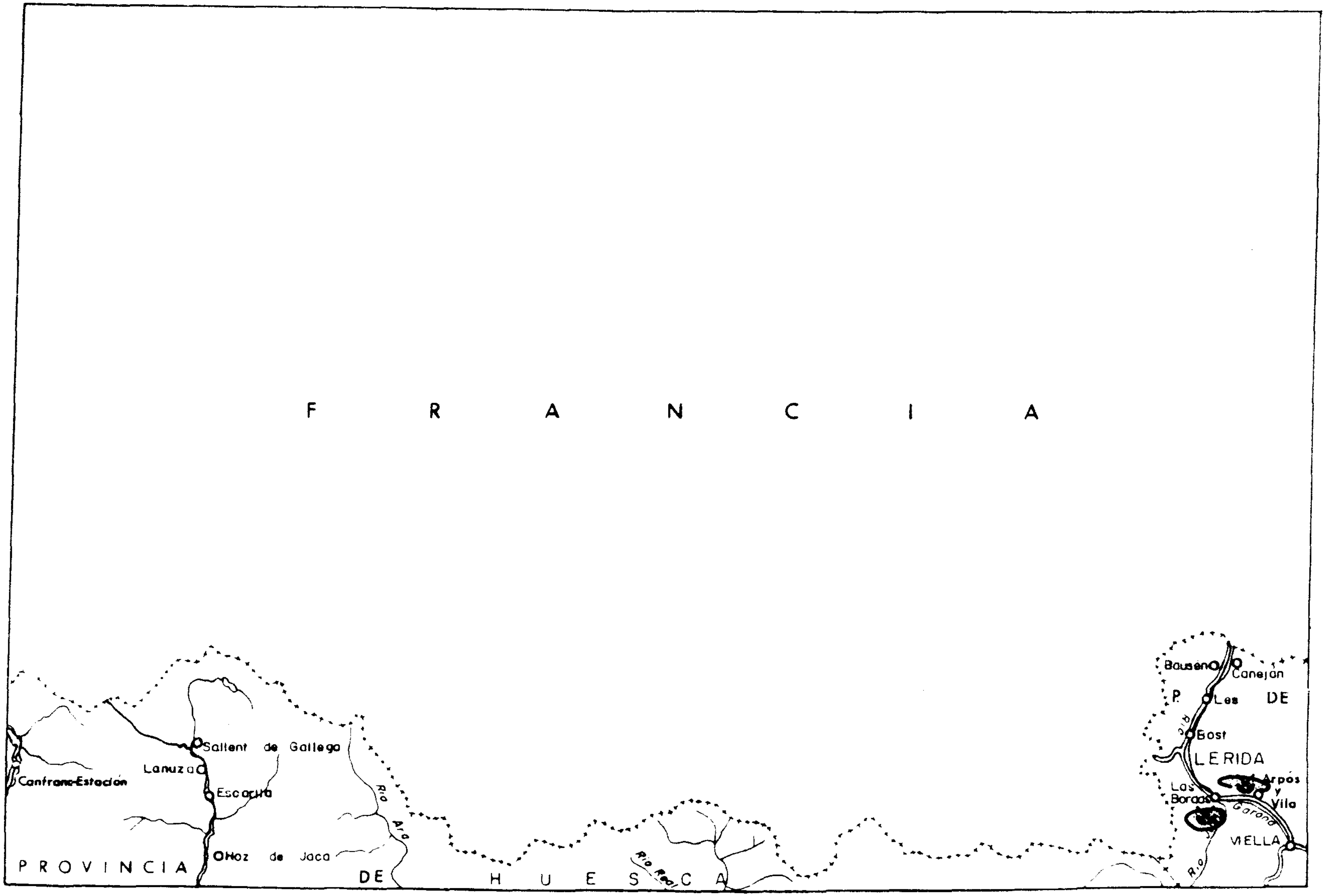
De las dos explotaciones localizadas en el municipio de Les Bordes, en la primera de ellas (nº 13) se ha beneficiado un afloramiento constituido por pizarras grises oscuras cuarcitosas con intercalaciones de cuarcitas. Estos niveles pizarrosos no lajan con facilidad por lo que el material arrancado se ha empleado normalmente como piedra de sillería y, en los casos que se obtenían planchas, para suelos o tejados.

La estación nº 14, representa a un gran paquete de pizarras negras, con vetillas de cuarzo con una disposición vertical, en cuyo frente se aprecian perfectamente paquetes que lajan con facilidad y otros más "duros" o "bastos". Parece que en la zona se han hecho pruebas de extracción de bloques o "rachones" y los resultados obtenidos no son muy satisfactorios, tanto por la poca potencia de los filones buenos (< 1 m), como por el rendimiento de lajado.



ZONA DE EXTRACCION DE PIZARRA

Explotación abandonada



E = 1 : 500.000

ZONA DE EXTRACCION DE PIZARRA

Explotación abandonada

Este yacimiento se encuentra en una gran masa forestal denominada "Bosque de Sapartega", con un alto valor ecológico.

En lo referente a las estaciones de la hoja nº 179 (Bielsa), la localizada en el municipio de Bielsa, próxima a la población de Chisagüe (nº16), está constituida por una alternancia de areniscas y limolitas rojas pertenecientes al Permotrías, que presentan en algunos puntos una estratificación muy marcada, que permite la obtención de planchas de 8 a 10 cm. Este material se ha empleado, en la actualidad de forma esporádica, en la construcción de edificios en la zona de Bielsa, con objeto de mantener una cierta homogeneidad arquitectónica con el entorno.

Por el contrario las estaciones nº 37 y nº 38, que se localizan en el término municipal de Chía, corresponden a afloramientos del Devónico, constituidos por pizarras negras con ligeras intercalaciones areniscosas. Hay varios puntos donde las pizarras presentan una gran facilidad al lajado, aunque los paquetes válidos no parecen de gran potencia. Es éste un extenso afloramiento, que se extiende desde el Collado de Sahún hasta las proximidades de Chía, con posibilidad de contener zonas de interés.

Los análisis y ensayos realizados en este tipo de materiales han dado los siguientes resultados:

a) Estudio petrográfico

Estacion Nº	Componentes Principales	Componentes Accesorios	Clasificación Petrográfica
14	Mica blanca, Cuarzo, Clorita	Mat. Carbonoso, Turmalina, M. de hierro, Apatito, Leucoxeno, Circón, Rutilo	Pizarra limolítica carbonosa

En la muestra nº 14 se observa la estratificación principal visible por la presencia de algunas bandas más cuarzosas y una crenulación oblicua a la esquistosidad ($\approx 30^{\circ}$ de ángulo aparentes) patente pero poco penetrativa.

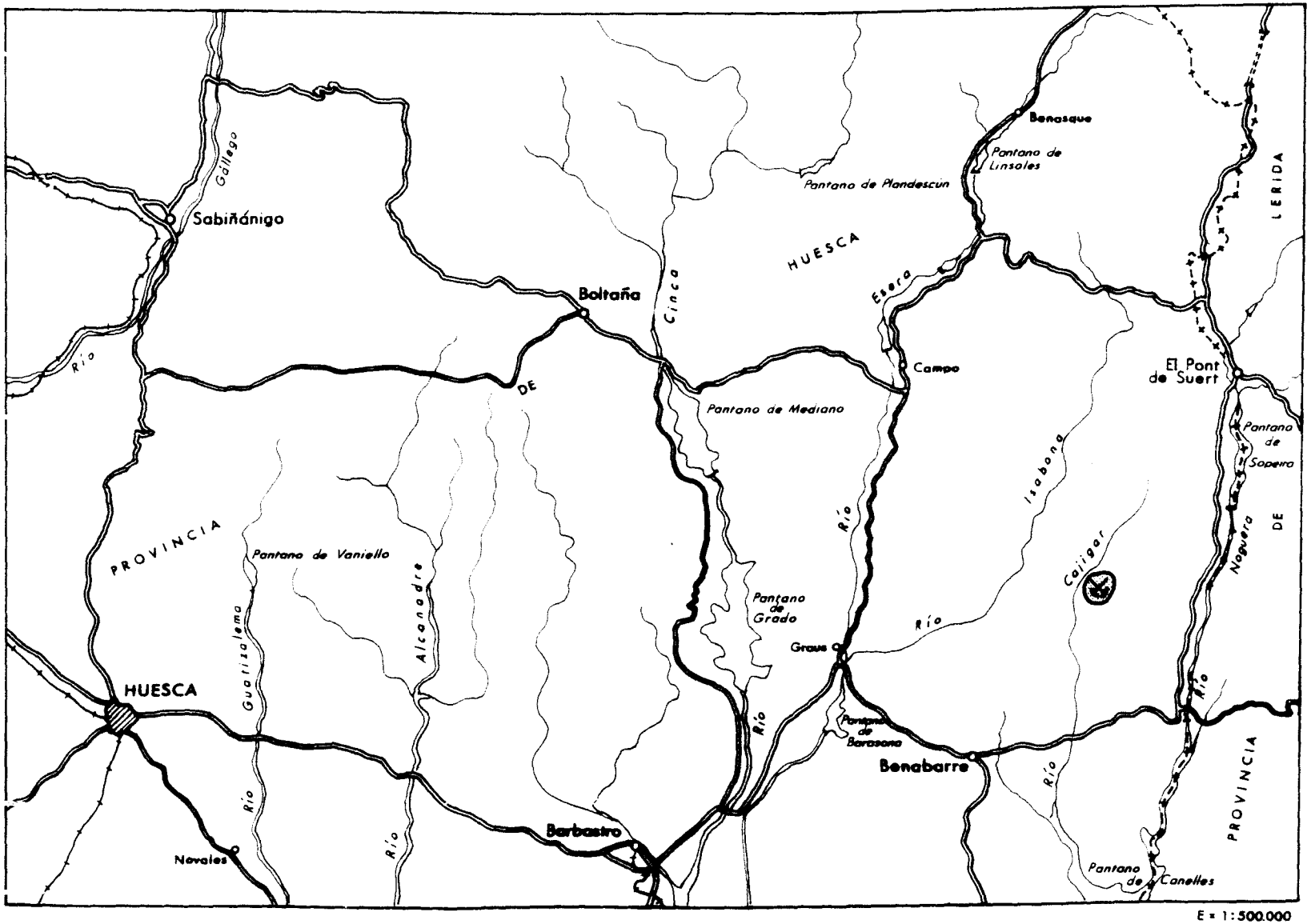
3.15.- TURBA

Se ha considerado dentro de este apartado un paquete de arcillas grises con niveles de lignito, sobre el que se sitúan de muro a techo: margas grises, arcillas rojas y un paquete de conglomerados calcáreos.

Esta estación se localiza en la hoja nº 251 (Arén), en el municipio de Monesma y Cajigar, en el paraje denominado "Mina Eulalia".

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
86		251	304200	4683600	Aband.	Medias	

Se trata de una zona abandonada desde los años 60, en donde existen pequeñas tolvas y abundantes lodos. El lignito se presenta en forma de capas de 0,20 a 0,50 m, a veces en bolsadas de 2 m. Durante el año 1.992 se realizaron labores de explotación, que sólo tuvieron continuidad durante unos meses.



E = 1:500.000

ZONA DE EXTRACCION DE TURBA

Explotación abandonada

3.16.- YESO

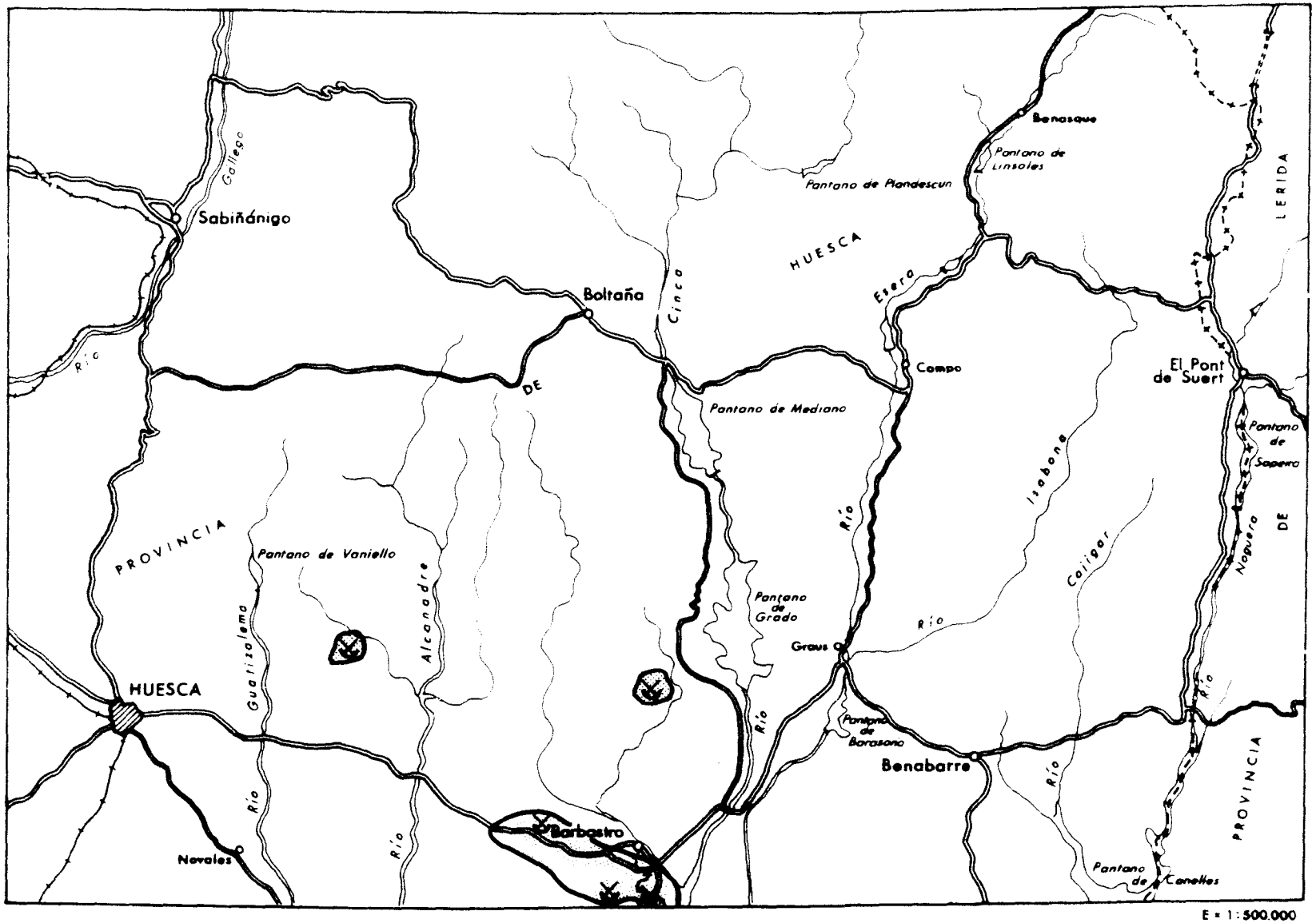
De esta sustancia se han inventariado 6 estaciones, de las que 5 corresponden a canteras abandonadas y una a un indicio. Se localizan en las hojas nº 249 (Alquézar) y nº 287 (Barbastro).

Estación nº	Formación Geológica	Hoja 1:50.000	Coordenadas U.T.M. X	Y	Estado	Reservas	Producción T/año
95	38	249	733200	4678400	Aband.	Medias	
113	19	249	264000	4673350	Aband.	Bajas	
152	38	287	748300	4660000	Aband.	Altas	
165	38	287	260000	4655750	Aband.	Altas	
166	38	287	263350	4655700	Aband.	Altas	
170	38	287	257050	4655200	Indicio	Altas	

En general se trata de yacimientos pertenecientes al Oligoceno (Formación Barbastro) y uno al Trías (Facies Keuper).

La estación nº 113, que se ubica en el municipio de Naval, corresponde a un yacimiento perteneciente al Keuper, que conforma un pequeño cerro aislado en un paraje llano, que está constituido por niveles de yeso laminado blanco, en capas de potencia media, ligeramente replegado y con intercalaciones margo-arcillosas grises.

El material extraído se ha utilizado para usos locales y las reservas son bajas. La calidad del conjunto del material extraído es baja como consecuencia de las intercalaciones margo-arcillosas.



ZONA DE EXTRACCION DE YESO

Explotación abandonada

El resto de las explotaciones inventariadas pertenecen al Oligoceno, y con la excepción de la nº 95 que está en el municipio de Casbas de Huesca (hoja nº 249 "Alquézar"), constituyen un núcleo agrupado entre Peraltilla y Basbastro en el cuadrante SE de la hoja nº 287 (Barbastro).

La explotación localizada en Casbas de Huesca beneficiaba un yacimiento formado por una alternancia de arcillas, margas, calizas y yesos, en donde se extraía el yeso de forma artesanal para uso local; se trata de yesos fibrosos blanquecinos.

Las reservas de esta explotación son reducidas. El yeso es blanco, de tipo sacaroideo o cristalino, alabastrino, en capas alternantes delgadas y potentes, replegadas y con numerosos niveles intercalados de margas y areniscas.

Las reservas de yeso existentes, en la hoja 1:200.000 de Huesca, son muy elevadas, aunque la calidad conjunta del material extraído es baja, por las intercalaciones estériles que presenta.

a) Análisis químico (en %)

Estación nº	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	P.p.c
152	1,33	0,40	0,17	0.01	0.01	0,87	31,37	<0,01	<0,01		
165	1,59	0,46	0,21	0,02	0,01	0,72	31,57	0,10	0,01	0,06	21,60
170	1,92	0,54	0,28	0,02	<0,01	1,06	31,84	<0,01	<0,01	0,06	21,84

b) Estudio mineralógico. Difracción de rayos X

Estación Nº	$SO_4Ca\ 2H_2O$	Calcita	Celestina	Cuarzo	Illita	Dolomita	Magnetita	Paligors.
152	90	Ind.		Ind.		sí	Ind.	
165	≤90	Ind.		Ind.	Ind.	sí		Ind.
170	90	Ind.	Ind.	Ind.				

En función de los resultados obtenidos en los análisis y ensayos indicados anteriormente, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- El contenido en Fe_2O_3 de las muestras 152 y 165, permitiría su utilización en la fabricación de vidrio.

- El valor de $SO_4Ca\text{-}2H_2O$ ó "Índice de Pureza", clasifica a las muestras analizadas como yeso de Clase I, según la norma UNE 41-169-73.

- El índice de pureza de las muestras ($\geq$ 90 %) permitiría la fabricación de: yeso grueso, yeso fino, prefabricados y escayolas.

Asimismo, estos materiales son aptos para su empleo en la fabricación de cemento como retardador de fraguado.

4.- IMPACTO AMBIENTAL

4.1.- INTRODUCCION

Ha sido en los últimos años cuando se ha empezado a notar con claridad, en los países más industrializados, cómo el bienestar económico, fruto de un mayor desarrollo, iba siempre acompañado de una serie de efectos agresivos sobre la naturaleza, que empezaban a ser cuestionados por la población.

En base al espectacular aumento de la facultad humana de transformar el entorno natural, se ha producido un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos.

Sin embargo, en ningún momento ha sido tan importante para la humanidad, como hoy en día, reconocer su dependencia de los minerales y su influencia sobre la calidad de vida y desarrollo futuro. Es, pues, evidente que no se puede prescindir de la explotación de los recursos minerales, sino que además esta actividad se incrementará en el futuro, pero la conciencia que se posee de la limitación de los recursos naturales, así como la de los diversos elementos que constituyen los ecosistemas que nos rodean, obliga a analizar y crear soluciones que permitan que los terrenos alterados, como consecuencia de la demanda de materias primas, vuelvan a ser útiles para otros usos, salvaguardando el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales.

4.2.- VALORACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA HOJA

En el presente trabajo se ha efectuado un análisis y valoración del impacto ambiental que producen cada una de las explotaciones inventariadas, para lo que se ha tenido en cuenta su incidencia sobre los siguientes aspectos:

- Impacto visual y alteración del paisaje
- Contaminación atmosférica: humos y polvo
- Alteración de la vegetación
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Emisión de polvo y humo
- Vibraciones por voladuras

Las hojas objeto de estudio, tienen un limitado número de yacimientos de rocas y minerales industriales con explotaciónes activas o con frentes abandonados, sin que en ningún momento, se haya tenido en cuenta el impacto ambiental que las mismas causaban, ni por lo tanto la posible restauración de las zonas abandonadas.

Esta apertura y posterior abandono de canteras, se ha incrementado en los últimos años, tanto por la ampliación y mejora de la red viaria, como por el desarrollo económico-industrial que han experimentado algunos núcleos urbanos localizados dentro del ámbito de las hojas (Huesca, Sabiñanigo, Barbastro, Graus, Viella, etc.) que, en consecuencia, demandaban un mayor volumen de materias primas.

Como consecuencia de este crecimiento socio-económico, el sector industrial que experimentó un mayor auge ha sido el de la construcción (edificación) y obras públicas,

por lo que se han desarrollado, en gran medida, la industria de áridos y, en menor proporción, la de rocas de construcción.

Por lo tanto, al no estar los sectores más desarrollados constituidos por industrias que en sus procesos de extracción y transformación sean muy contaminantes, los factores con un mayor impacto medio-ambiental han sido el visual y el paisajístico.

Por otra parte, la irregular distribución geográfica de las explotaciones y la falta de núcleos de concentración hace que las causas importantes sean hechos aislados, que en general presentan una mejor solución de restauración.

Dentro de la superficie abarcada por las dos hojas de estudio, hay que diferenciar la zona sur de la hoja de Huesca, ocupada por la Depresión del Ebro y su área de influencia, en donde la alta o escasa vegetación hace, por una parte, que el impacto tanto visual como paisajístico de las explotaciones sea alto, y, por otra, que la integración de las mismas en el entorno de forma natural sea muy lenta.

Sin embargo, en la zona norte de la hoja de Huesca y en toda la de Viella, la abundante vegetación hace que la restauración natural de las explotaciones se efectúe de forma rápida, aunque siempre quedan zonas de los frentes donde sería preciso hacer una pequeña restauración.

Por otra parte, hay que indicar la prohibición que existe sobre la extracción de áridos en los cauces de los ríos, limitándose en ocasiones a épocas posteriores a grandes riadas, lo que además sirve para efectuar la limpieza de los mismos. Asimismo, los Servicios de Montes están prohibiendo y simultáneamente restaurando, en alguna medida, los importantes pie-de monte o coluviones que, situados próximos a las vías de comunicación, han sido explotados para su utilización como áridos, y que presentan un gran impacto visual.

En cuanto al resto de los factores considerados: humos, polvo, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, ruido, vibraciones, etc., el impacto producido sobre ellos es prácticamente nulo.

Legislación aplicable

La legislación vigente que afecta directamente al sector minero es la siguiente:

- Real Decreto 2994/1982, de 15 de Octubre sobre Restauración del Espacio Natural Afectado por Actividades Mineras.

- Real Decreto 1116/1984, de 4 de Mayo, sobre Restauración del Espacio Natural Afectado por las Explotaciones de Carbón a Cielo Abierto y el aprovechamiento Racional de estos Recursos Energéticos.

- Orden de 13 de Junio de 1984 sobre Normas para la Elaboración de los Planes de Explotación y Restauración del Espacio Natural Afectado por las Explotaciones de Carbón a Cielo Abierto y el Aprovechamiento Racional de estos Recursos Energéticos.

- Orden de 20 de Noviembre de 1984, por la que se desarrolla el Real Decreto de 15-10-82 sobre Restauración de Espacios Naturales Afectados por Actividades Extractivas.

Por otro lado, a nivel de disposición general estatal, las actividades mineras deben ser sometidas a una evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la adaptación a la legislación española de lo establecido en la Directiva 85/377/CEE de 27 de Junio en materia de "Evaluación de Impacto Ambiental" de los proyectos públicos o privados, en la forma prevista en:

- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio de Evaluación de Impacto ambiental.

- Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.)

Asimismo, hay otras normativas que regulan algunos aspectos de las alteraciones que produce la actividad minera, como pueden ser:

- Ley de Aguas, que contempla los vertidos sólidos en suspensión.

- Ley de Protección Atmosférica, que regula los niveles de emisión e inmisión de los gases y sólidos emitidos por plantas de tratamiento.

- Normativas del Ministerio de Industria sobre vibraciones producidas por voladuras.

Por último, al recibir la Diputación General de Aragón, recientemente, nuevas competencias en el Medio Ambiente, ha desarrollado la siguiente legislación:

- Decreto 45/1994, de 4 de Marzo, de la Diputación General de Aragón, de evaluación de impacto ambiental.

Restauración de explotaciones

En general no se han observado labores de restauración en las labores abandonadas, aunque en alguna canteras, fundamentalmente localizadas en la mitad norte de la hoja de Huesca y en la de Viella, se han efectuado pequeñas obras para paliar el impacto visual, sobre todo en zonas con alta incidencia en el sector turístico.

Asimismo, en algunas explotaciones de gravas y arenas localizadas en la parte alta de los ríos que discurren por las hojas, se han realizado pequeñas restauraciones o explanaciones.

Algunas explotaciones, fundamentalmente de arcillas, se están utilizando como zonas para vertido de escombros y/o desechos.

4.3.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

En el espacio que comprenden las Hojas nº 14 (Viella) y nº 23 (Huesca), se localizan los siguientes Espacios Naturales, alguno de ellos en fase de tramitación:

a) Comunidad Autónoma de Aragón

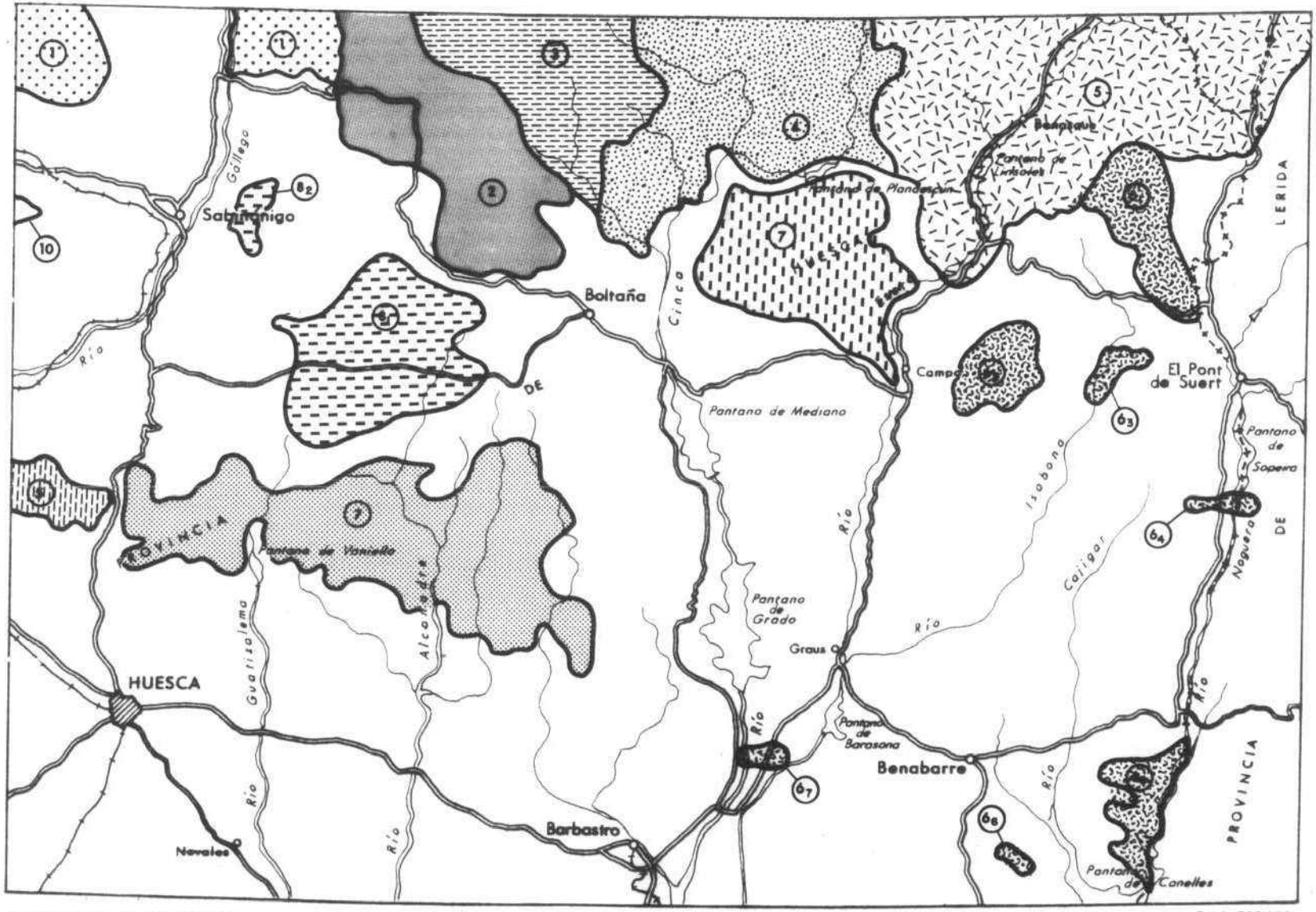
- Anayet-Peña Telera-Panticosa
- Valles de Broto y Vio
- Ordesa-Monte Perdido
- El alto Cinca
- Posets-Maladeta
- De la Ribagorza
- Sierra de Guara
- El Serrablo
- Sierras de Gratal y Caballera
- Monte Oroel

b) Generalidad de Cataluña

- Vall d'Aran

1.- Anayet-Peña Telera-Panticosa

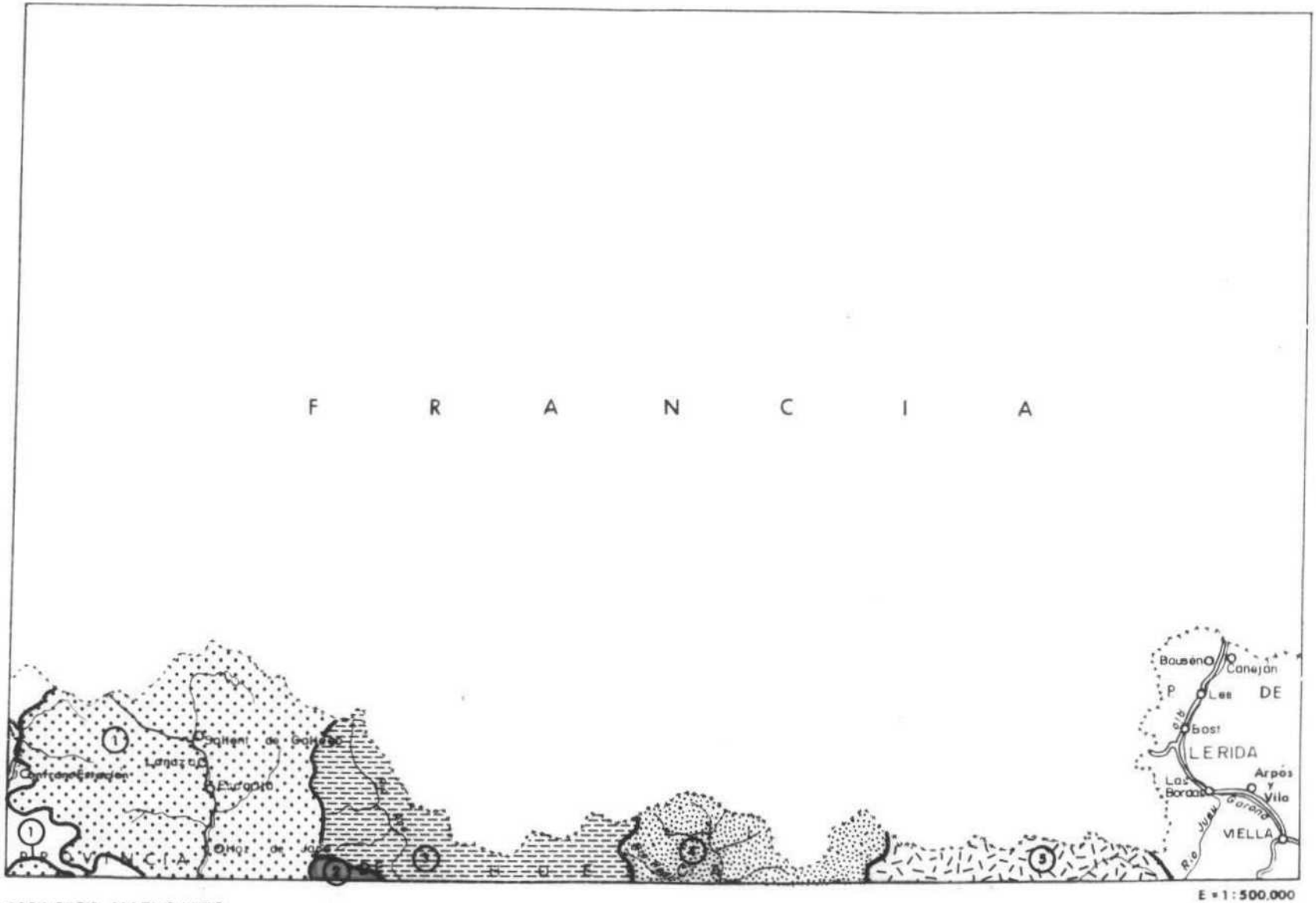
En la actualidad esta zona está clasificada, parcialmente, como reserva de caza, y se solicita para ella la categoría de "Parque Natural".



E = 1:500.000

ESPACIOS NATURALES

1	ANAYET - PEÑA TELERA - PANTICOSA	6	DE LA RIBAGORDA	6_5	SIERRA DE MONGAY	8_1	SIERRAS DE CANCIAS Y GALARDON
2	VALLES DE BROTO Y VIU	6_1	RIO BALIERA	6_6	ESTAÑA	8_2	MALLOS DE IZUN Y MONTE OTURI
3	ORDESA Y MONTE PERDIDO	6_2	EL TURBON	6_7	OLVERA	9	SIERRAS GRATAL Y CABALLERA
4	ALTO CINCA	6_3	RIO ISABENA OBARRA	7	SIERRA DE GUARA	10	MONTE OROEL
5	POSETS - MALADETA	6_4	SOPEIRA	8	EL SERRABLO		



E = 1 : 500.000

ESPACIOS NATURALES

1 ANAYET- PEÑA TELERA - PANTICOSA

2 VALLES DE BROTO Y VIU

3 ORDESA Y MONTE PERDIDO

4 ALTO CINCA

5 POSETS - MALADETA

El valle del alto río Aragón, con el paso de Somport y el eje Jaca-Canfranc, debe considerarse como el pasillo de comunicaciones principal para enlazar Aragón con Francia, por lo que es necesario un estudio interno de impactos medio-ambientales, en zonas como: el pico de Anayet, los canales de Iza y Roya, el barranco de Ip, y los ibones y turberas dispersas sobre los antiguos paisajes glaciares.

Asimismo, existen numerosas cumbres superiores a los 3000 m de altitud entre el puerto de El Portalet, (alto río Gallego), y el macizo de Vignemale, como el Balaitus o el pico de Argualas entre otras.

En torno al balneario de Panticosa, existe una de las mejores concentraciones de lagos glaciares pirenaicos o ibones.

Por último, la solana de Sierra Tendeñera está incluida en la reserva de la biosfera de Vignemale, constituyendo un área forestal declarada de interés excepcional por la Unesco.

2.- Valles de Broto y Vio

En la actualidad existen reservas parciales de caza y se solicita su catalogación como "Parque Natural".

En estas zonas se encuentran áreas tan espectaculares como la cascada de Sarroval, el estrecho fluvial de la Cerrada de Jánovas o la solana de Burgasé.

Existen bosques de pinos albares con boj y quejigares. Abundan el corzo, jabalí, venado, aves rapaces y pequeños carnívoros.

3.- Ordesa y Monte Perdido

Actual Parque Nacional, con una superficie de 15.709 ha. Alberga alguno de los paisajes más espectaculares de las montañas europeas.

Este valle, a diferencia de la mayor parte de los valles pirenaicos, discurre paralelo a la zona axial de la cordillera. Se trata de un típico valle en "U", testimonio de épocas glaciares y rodeado de las típicas fajas y cornisas que sobresalen de los murallones rocosos laterales: Fajas de Mallo y de Mondarruego, de Luenga, de Petrasales y de Pelay.

Las cascadas fluviales son otras de las excepcionalidades de Ordesa; agua transparente que se desploma en la llamadas Gradas de Soaso, Tamborrotera, Arco Iris, Molinieto, Cotatuero y Aripas.

Tras la ampliación de sus límites, este parque abarca en su totalidad el macizo de Monte Perdido y sus formaciones glaciares, el impresionante cañón de Añisclo, las gargantas de Escuaín y parte del valle de Pineta.

Se solicita la extensión de los límites del mismo sobre el valle de Otal, Bujaruelo, la garganta de los Navarros y el sur del macizo de Vignemale.

4.- Alto Cinca

Para esta gran área, actual reserva parcial de caza, se ha solicitado su inclusión como "Parque Natural".

En ella se localizan los valles de Bielsa y de Puértolas, los ríos Arres, Yaga y alto Cinca; el valle de Gistaín,que es uno de los mejor conservados del Pirineo. Por el sur la majestuosa mole de Peña Montañesa, que domina las tierras de Sobrarbe.

El macizo de Cotiella y la sierra Ferrera mantienen sus cualidades naturales intactas. Hay que destacar la planicie kárstica de Entremón, el desfiladero de las Devotas y, en el circo de Armeña, algunos de los ibones más meridionales del pre-Pirineo.

5.- Posets-Maladeta

Actual "Reserva Nacional de Caza", se solicita su clasificación como "Parque Natural".

Constituye la mayor concentración de alta montaña de la Península Ibérica, con las mayores alturas de la cordillera pirenaica: el Aneto (3.404 m), el pico del Posets (3.377 m) y La Maladeta (3.308 m).

Los escasos glaciares supervivientes de los Pirineos, de cuando los períodos del glaciarismo cuaternario, se conservan en los macizos de Balaitus (glaciares de las Fondellas y de la Brecha de Latour), Picos del Infierno (Glaciares del Infierno), La Munia (Glaciar de Robiñera), Posets (glaciares de Posets, Paul y Llardana), Perdiguero (Glaciar de Literola) y Aneto-Maladeta (glaciares de Salenques, Tempestades, Barrancs, Aneto, Maladeta, Alba, Coronas, Llosás y Vallibierna), que en conjunto componen el mayor fenómeno glaciar de nuestro país y el ejemplo superviviente más meridional del continente europeo.

Este conjunto de glaciares han sido declarados Monumentos Naturales por la Diputación General de Aragón.

Espléndidos valles de origen glaciar son los de Eriste, Estós y Vallibierna, en torno al de Benasque, el cual se encuentra cubierto por espesos bosques de abetales y caducifolios.

6.- De la Ribagorza

Para esta área, constituida por diversas serranías y algunos tramos fluviales privilegiados, se ha solicitado su clasificación como "Parque Natural".

Entre los accidentes naturales más destacados se pueden citar el río Isabena, con las gargantas espectaculares de Obarra; el río Noguera-Ribagorzana, con el último desfiladero fluvial virgen del pre-Pirineo: el Congosto de Montrebei; la sierra de Mongay y las llamadas balsas de Estaña, dos pequeñas lagunas de aguas claras y transparentes; El Turbón, elemento paisajístico espectacular, los Congostos de Olvena y Sopeira y la cuenca del río Baliera.

7.- Sierra de Guara

Este conjunto ha sido declarado recientemente "Parque Natural de la Sierra de Guara y sus Cañones", por la Diputación General de Aragón.

Constituye la principal de las sierras del pre-Pirineo español, y es una gigantesca red kárstica en un laberinto de sierras, cañones fluviales, barrancos, mallos, etc. Su interés paisajístico, arqueológico, espeleológico, histórico-artístico, botánico y faunístico es inigualable. Alberga ecosistemas de gran fragilidad, como la glera o cascajar del Pontón, con raros endemismos vegetales.

Abunda el jabalí, corzo, ciervo, gato montés y nutria.

8.- El Serrablo

Los límites de este conjunto de espacios naturales se localizan dentro de una solicitud de "Reserva de Caza" denominada El Serrablo. Se trata de un auténtico desierto demográfico con menos de tres habitantes por kilómetro cuadrado. Presenta la máxima densidad en España de jabalíes, además de corzos, ciervos y multitud de rapaces.

Excelentes sectores lo constituyen las Sierras de Cancias y Galardón y, cerca de Sabiñánigo, los Mallos de Izún, el monte de Oturi y la senda hacia la ermita de Santa Orosia, con interesante parajes geológicos, buenos bosques y presencia de quebrantahuesos.

9.- Sierras de Gratal y Caballera

Estos dos espacios naturales forman parte del conjunto formado por ellas y por las Sierras de Loarre y Javierre. La fórmula de protección solicitada es la de "Parque Natural".

En estas zonas se localizan algunos de los ejemplos de mallos más característicos de toda el área.

Se localizan en la zona jabalí, gato montés, rapaces, etc.

10.- Monte Oroel

El conjunto constituido por Peña Oroel y San Juan de la Peña se incluye en un área sobre la que se ha solicitado su designación como "Parque Natural".

Peña Oroel es un macizo aislado, que está dominando la ciudad de Jaca y donde existe una flora abundante y muy variada.

11.- Vall d'Aran

Actualmente reserva de caza y también reserva teórica para el oso en la zona de Artiga de Lin. La fórmula solicitada es la de "Parque Natural".

En esta zona la naturaleza es espléndida a partir de media ladera, por encima del valle principal. Espesos bosques de abetos y de especies holárticas, constituyen un habitat tradicionalmente favorable para gran cantidad de especies animales.

5.- VALORACION MINERO-INDUSTRIAL

5.1.- INTRODUCCION

Las hojas 1:200.000 nº 14 (VIELLA) y nº 23 (HUESCA) comprenden parte de la provincia de Huesca y una pequeña franja,en su zona oriental,de la provincia de Lleida.

La producción global de rocas y minerales industriales en el ámbito de las hojas superó, según datos suministrados por los propios explotadores y de las estimaciones realizadas durante las visitas efectuadas, la cifra de 1,3 Mt.

La distribución de esta producción, según sustancias y provincias, viene reflejada en el cuadro siguiente:

Provincia / Sustancia	Huesca Producción (t)	Lleida Producción (t)	TOTAL Producción (t)
Arcilla	1.500		1.500
Arenisca	3.000		3.000
Caliza	326.000		326.000
Caliza Or.	1.000		1.000
Cuarcita		500	500
Grava y Areni.	982.900		982.900
Halita	3.200		3.200
Pegmatita		8.100	8.100
Zahorra	2.500		2.500
TOTAL.....	1.320.100	8.600	1.328.700

Del total de la producción de ambas hojas, el 99,5 % corresponde a la provincia de Huesca, y solamente un 0,5 % a la de Lleida.

Como dato de referencia pueden tomarse los valores de producción para estas mismas sustancias, según la "Estadística Minera de España" (año 1990), tanto nacional como para las dos provincias que se localizan en estas hojas.

Provincia / Sustancia	Huesca Producción (t)	Lleida * Producción (t)	TOTAL NACIONAL Producción (t)
Arcilla	40.150	109.950	13.343.931
Arenisca		23.300	2.007.173
Caliza	97.037	245.024	123.055.356
Caliza Orn.	3.240	243.280	2.021.228
Cuarcita			711.250
Grava y Aren.	844.756	1.548.409	51.061.215
Halita	1.470		
Granito			12.909.929

* Estos datos se refieren a toda la provincia de Lleida

Además de la sustancias indicadas, en las provincias de Huesca y Lleida se explotan, fuera del ámbito de las hojas, otros materiales como son: margas, pizarra, sílice, arenas silíceas y yeso.

Se procede a continuación a un análisis de la producción desglosando cada una de las sustancias, según los usos industriales a los que se destinan.

5.2.- USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION

5.2.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción

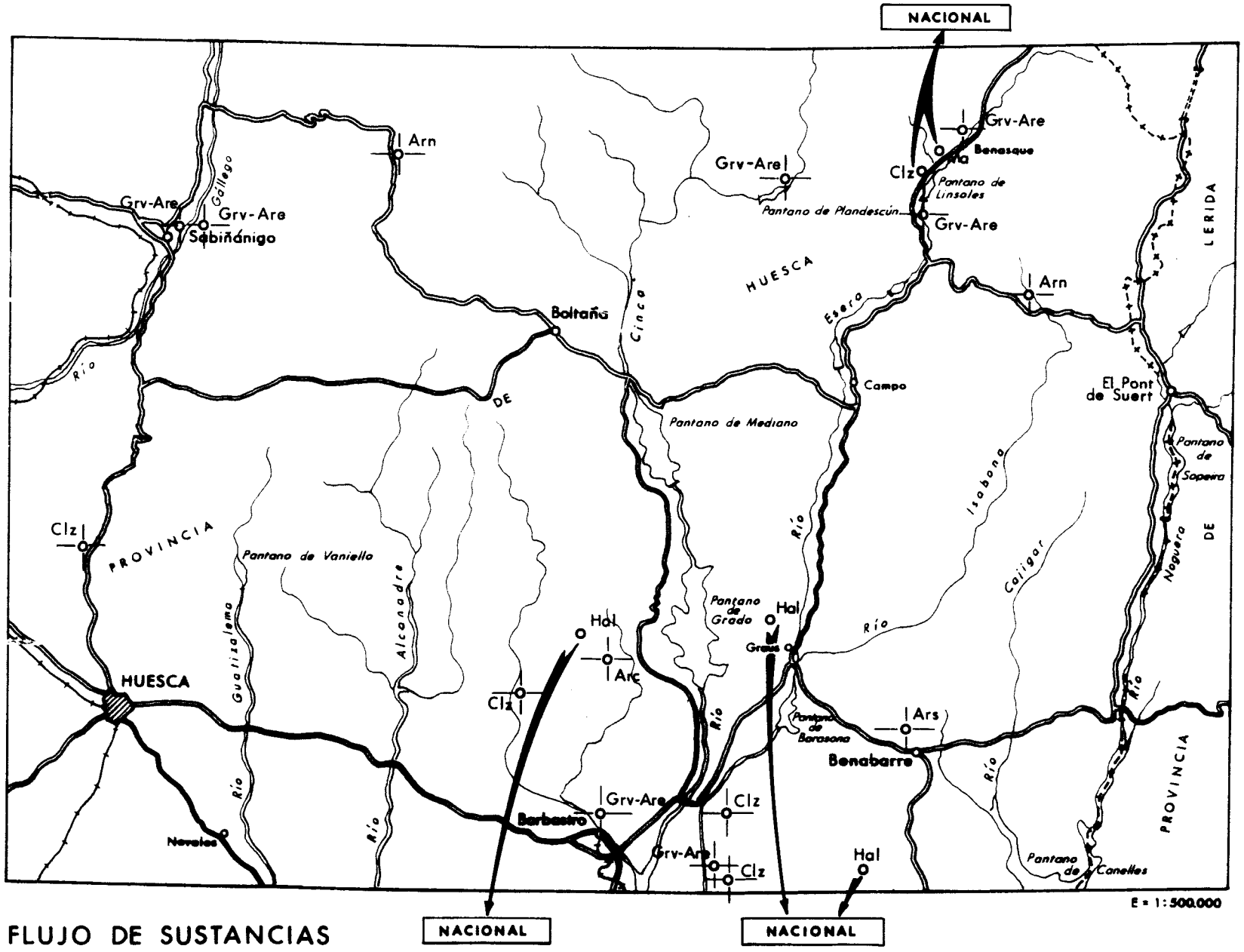
Aunque en el ámbito de las hojas existe una gran variedad litológica, en la actualidad solamente existe una explotación que trabaje de forma continuada para obtener material con estos fines que se localiza en el municipio de Les (Lleida), que beneficia un dique pegmatítico con destino a la obtención de bloques, con fines ornamentales.

Trabajando de forma intermitente existen dos explotaciones de arenisca localizadas en los municipios de Broto y Laspaules, que benefician niveles, de tonos rojizos, que se utilizan en las edificaciones de la zona como sillares vistos. Existe otra explotación de cuarcita que se presenta muy estratificada en bancos de 5 a 10 cm, y es utilizada para enlosado y enchapado; se localiza en el término municipal de Les Bordes (Lleida). Por último, se explota una caliza marmórea de tonos grises y negros, de edad devónica, situada en el municipio de Villanova, que extrae bloques y piedra en rama para su utilización en prefabricados.

La producción total con destino a rocas de construcción y ornamentales, es la siguiente:

.	Areniscas	3.100 t
.	Caliza	1.000 t
.	Cuarcita	500 t
.	Pegmatita	8.100 t

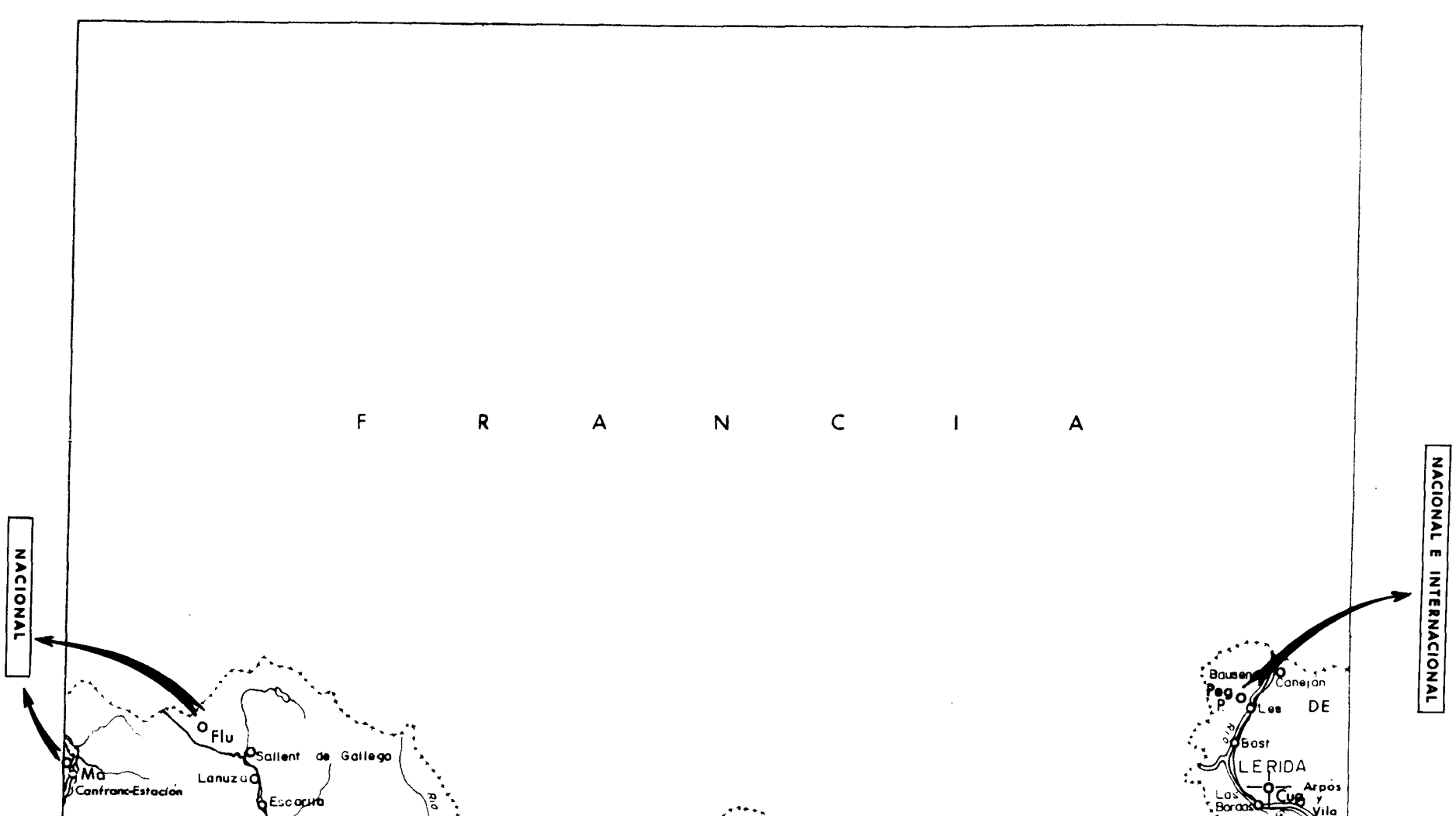
Otras sustancias que en algún momento han sido explotadas como rocas ornamentales y/o de construcción son: arenisca del Mioceno Inferior, en Blecua y Torres (Huesca); caliza del Eoceno, en Alquézar (Huesca); mármol de edad devónica, en



E = 1:500.000

FLUJO DE SUSTANCIAS

Uso local y regional



FLUJO DE SUSTANCIAS

—o— Uso local y regional

Canfranc y Gistain, en la provincia de Huesca, y tramos pizarrosos del Devónico en Les Bordes (Lleida) y Bielsa (Huesca).

Los recursos potenciales de rocas para su uso como roca ornamental o piedra de construcción, pueden estimarse como elevadas en el caso de las areniscas, pizarras y cuarcitas. De estos materiales existen niveles geológicos que pueden ser susceptibles de aprovechamiento, como se indica en el punto 6.

En el caso de los mármoles y calizas marmóreas, aunque existen numerosos afloramientos en las proximidades de los Pirineos, falta confirmar la potencialidad de los mismos; situación ésta, similar a la que se presenta en los afloramientos del Eoceno del área de Alquezar.

5.2.2.- Aridos naturales

Los áridos naturales constituyen el sector de mayor importancia dentro del ámbito de la hoja. La producción total estimada ha sido de 916.700 t, correspondiendo un 99,8% a depósitos de gravas-arenas y el resto a zahorras.

Las principales explotaciones se localizan en los términos municipales de Sabiñánigo, Ainsa, Capella y Barbastro, en la provincia de Huesca.

En cuanto a las reservas de este tipo de materiales, hay que señalar como importantes las localizadas en los depósitos del río Cinca y en menor medida las de los ríos Alcanadre, Aurín, Gállego y Vero.

En la actualidad, son numerosos los depósitos de gravas y arenas, próximos a los cauces de los ríos, en donde está prohibida toda actividad extractiva, por motivos medio-ambientales, lo que hace que sea problemática, en muchas áreas, la obtención de áridos naturales.

5.2.3.- Aridos de Machaqueo

Los áridos de trituración representan aproximadamente el 21,2% de la producción total de rocas y minerales industriales beneficiados en esta hoja. Alcanzan una producción de 334.200 t.

Se explotan con este fin calizas, fundamentalmente del Muschelkalk y en menor proporción del Cretácico Superior, cuyos depósitos se localizan en los municipios de Nueno y Estadilla respectivamente.

El yacimiento de Nueno beneficia una caliza gris oscura o marrón, compacta y con abundantes vetas blanquecinas. Pertene al Muschelkalk, y su producción es la mayor de todas las existentes en la hoja.

Finalmente, hay que señalar que, en cuanto a reservas, éstas son cuantiosas, por lo que cualquier aumento de la demanda puede ser absorbido sin ningún problema, bien por las explotaciones actualmente activas, o bien con la puesta en marcha de alguna explotación parada, en general de grandes dimensiones.

5.2.4.- Cerámica estructural

Aunque en épocas pasadas existió un núcleo de explotaciones con cierta importancia localizado en la hoja 1:50.000 de Huesca, en la actualidad solamente existe una cantera, que trabaja intermitentemente, localizada en el término municipal de Monesma y Cajigar.

El depósito en explotación, de edad eocena, está constituido por un paquete arcilloso de 3-4 m de potencia, que contiene un elevado porcentaje de arena, lo que hace que su calidad no sea idónea para la fabricación de ladrillos y piezas estructurales.

La producción de esta explotación es del orden de las 1.500 t/año, y sus reservas no son muy elevadas.

5.2.5.- Industria química

En el término municipal de Fonz, se beneficia un depósito de calizas del Cretácico Superior, de tonos gris-blanquecinos que se destinan a la fabricación de carburos metálicos y ferroaleaciones en las fábricas localizadas en Monzón. La producción que se destina a este uso es del orden de las 48.000 t/año.

Las reservas de calizas, para estos usos, son lo suficientemente grandes como para abastecer cualquier aumento de la demanda que se produzca en un futuro.

Así mismo y con destino a la industria química, se destina una pequeña cantidad de la sal que se obtiene en las salinas de Naval.

5.2.6.- Otros fines

Una pequeña cantidad de las calizas que se extraen en la explotación de Fonz, se destinan al sector agrícola como correctores de suelos, utilizando el sobrante como áridos para terrazos, piedra artificial, etc.

La producción de caliza para estos usos es del orden de las 12.000 t anuales.

Así mismo la mayor proporción de la sal obtenida en Naval, se destina a su uso en la industria alimenticia.

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

6.1.- RESUMEN

Las rocas y minerales industriales que han sido o son objeto de explotación en las hojas 1:200.000 nº 14 (Viella) y nº 23 (Huesca), son los siguientes:

- Arcilla común
- Arena silícea
- Arenisca
- Caliza
- Cuarcita
- Diabasa
- Dolomía
- Fluorita
- Granito (Pegmatita)
- Grava y arena
- Halita
- Marga
- Mármol
- Ofita
- Pizarra
- Turba
- Yeso
- Zahorra

El total de puntos inventariados ha sido de 172, de los que solamente se encuentran en actividad (continua o intermitente) 32. La localización geográfica de los mismos aparece reflejada en el Mapa de Explotaciones e Indicios.

Las explotaciones se distribuyen, según sustancias y estado de actividad, de la forma siguiente:

SUSTANCIAS	ACTIVAS	INTERMITENTES	ABANDONADAS	INDICIOS	TOTAL
Andesita				1	1
Arcilla común		2	6	6	17
Arena silícea			1		1
Arenisca		2	6		8
Caliza	3	3	23	3	32
Cuarcita		1			1
Diabasa			1		1
Dolomía			4		4
Fluorita			2		2
Granito-Pegma.	1			1	2
Grava-arena	3	10	35	1	49
Halita	1	3	1		5
Marga				1	1
Mármol y Caliza M.		1	9	2	12
Ofita			4	2	6
Pizarra			3	2	5
Turba			1		1
Yeso			5	1	6
Zahorra		2	16		18
TOTAL	8	24	120	20	172

Hay que resaltar el alto índice de explotaciones abandonadas que se registra en sustancias como la caliza (72 %), zahorra (89 %), arcilla (82 %) y yeso (100 %). En general el porcentaje de explotaciones activas, incluyendo intermitentes, es extremadamente bajo (21 %), con relación a otras zonas del país; razón ésta que es debida a no encontrarse en las hojas grandes núcleos de población, si se exceptúa la ciudad de Huesca, localizada en el ángulo SO de la hoja.

La totalidad de las explotaciones activas son a cielo abierto y en general de no muy grandes dimensiones.

La producción total, según los datos extraídos durante las visitas efectuadas a las distintas explotaciones, asciende a 1,3 Mt anuales.

Los principales sectores económicos de consumo de las sustancias explotadas son:

- Rocas Ornamentales y de Construcción 12.600 t
- Aridos naturales 916.700 t
- Aridos de machaqueo 334.200 t
- Industria química (Ferroaleaciones) 48.000 t

La orientación industrial, actual y potencial de las diferentes formaciones presentes en el ámbito de las hojas se resume, a continuación, referenciada de acuerdo con la clasificación de sectores industriales:

Arcilla

Formaciones del Cuaternario 09
Formación Galocha 09
Formación Sariñena 09
Fms. Campodarbe y Peraltilla 09
Formación Perarrua 09
Fms. Montllbat, Castigalén y Capella 09-22
Facies Garumniense 09
Niveles Arcillosos del Cretácico Superior 09-11
Arcillas del Keuper 09

Arena

Formaciones cretácicas 03-19

Arenisca

Areniscas del Bunt 02-04
Fms. Belsue-Atares y Sobrarbe 02
Formación Sariñena 02

Caliza

Niveles calizos del Devónico 01-02-04
Niveles calizos del Carbonífero Inferior 01-02-04
Niveles calizos del Muschelkalk 02-04
Niveles calizos del Jurásico 04
Niveles calizos del Cretácico 04
Niveles calizos del Campaniense-Santoniense . 06-07-14-17
Formación Boltaña 04
Niveles turbidíticos 02-04
Formación Guara 01-02-04
Fms. Campodarbe y Escamilla 04
Fms. Belsue-Atares 04
Capas de Abiego y Fm. Peralta 04

Cuarcita

Niveles cuarcíticos del Ordovícico 02-04
Niveles cuarcíticos del Devónico 02-04

Dolomia

Niveles dolomíticos del Muschelkalk 04
Niveles dolomíticos del Jurásico 04

Niveles dolomíticos del Cretácico 04

Niveles dolomíticos del Paleoceno-Eoceno Inf. 02-04

Granito

Granitos leucocráticos y biotíticos,
granodiorita y tonalita 02-04

Mármol

Niveles marmóreos Devónicos 01-02-04

Niveles marmóreos del Carbonífero 01-02-04

Pizarras

Niveles pizarrosos del Devónico 02

Yeso

Niveles yesíferos del Keuper 06-08

Formación Barbastro 06-08

Otros materiales como ofitas, diabasas, andesitas y gravas, se han utilizado y se utilizan como áridos naturales y de machaqueo; fluorita para su uso en fundición y óptica, ocasionalmente; margas que se pueden utilizar para cementos y turba para abonos.

6.2.- CONCLUSIONES

Como se observa por el desglose de la producción, el principal, y casi único, campo de utilización de los materiales explotados en esta hoja, es el Sector de la Construcción, en donde se destina el 97,2 %, del total de la misma, del que un 96,2 % corresponde a los áridos.

Aunque es esta una hoja con un bajo aprovechamiento de materias primas, no es por falta de materiales o sustancias que puedan ser objeto de aprovechamiento, pero unas veces la localización de los yacimientos en zonas con un alto valor paisajístico y/o medioambiental, como ocurre con los afloramientos de mármoles en zonas de los Pirineos (Canfranc, Sallent de Gállego, Benasque- Villanova, Gistain, etc.), hace que en numerosas ocasiones se desestime su explotación.

Condiciones similares se dan en algunos afloramientos de pizarras y granitos.

En algunos casos estos depósitos podrían explotarse por minería subterranea ("ladera") con lo que la incidencia en el entorno sería sensiblemente menor, ahora bien, antes de proceder a su aprovechamiento sería preciso realizar estudios geológico-mineros de detalle y de viabilidad.

Por otra parte, el desarrollo de la infraestructura vial de la zona, necesitará un abastecimiento de materias primas (áridos, piedras de construcción, etc,) que permitirá el aprovechamiento de sustancias como calizas, ofitas, dolomías, etc. idóneas para estos usos.

Además de los materiales indicados y los usos descritos, hay otros niveles de sustancias que podrían ser beneficiados para su uso en fundición y como correctores agrícolas, caso

de las calizas de edad Campaniense-Santoniense; como "rocas ornamentales" podrían beneficiarse afloramientos carbonatados de la Formación Guara, fundamentalmente en el área de Alquezar; arenas silíceas de los afloramientos cretácicos para moldeo y los niveles dolomíticos tableados del Paleoceno-Eoceno Inferior como "roca de construcción".

En cuanto a los principales litotectos señalados en el Mapa de Recursos, hacer referencia a los materiales arcillosos localizados al E de Huesca capital, con destino a la industria de cerámica estructural; los niveles carbonatados del Devónico y Carbonífero para su uso como "roca ornamental" y de "construcción"; los afloramientos de arenisca del Bunt y de las Formaciones Belsue-Atares, Sobrarbe y Sariñena, localizados en el área de los municipios de Laspaules, en el primer caso y Broto en las areniscas terciarias.

En el caso de los yesos, se ha señalado como litotecto de interés los afloramientos que constituyen la Formación de Yesos de Barbastro.

Se ha marcado asimismo un litotecto que comprende los afloramientos paleozoicos de cuarcitas y pizarras, localizados en el ángulo NE de la hoja de Viella, por su posible utilización como "piedra de construcción", en base a su facilidad de obtener "lajas" o planchas.

Finalmente en el capítulo de los áridos naturales, se han señalado como posibles litotectos los depósitos cuaternarios localizados en los rios Cinca, Gállego, en los alrededores de Barbastro, en Sabiñánigo y Arto, y Flumén, Isuela, y Guatizalema, en los alrededores de Huesca.

En todos los depósitos marcados, el problema no es en cuanto a reservas, ya que en general, estas son lo suficientemente grandes como para absorver cualquier demanda que se produzca, sino de ordenación y restauración de las explotaciones, según vayan avanzando y posteriormente abandonándose.

7.- BIBLIOGRAFIA

- BARNOLAS, A.; SAMSO, J.M.; TEIXELL, A.; TOSQUELLA, J. y ZAMORANO, M. (1.991). Evolución sedimentaria entre la Cuenca de Graus-Tremp y la Cuenca de Jaca-Pamplona. Libro Guía. Excursión nº 1. I Congreso del Grupo Español del Terciario. Vic. F. Colombo Ed.

- BIXEL, F. y LUCAS, CL. (1.983). Magmatisme, tectonique et sedimentation dans les fosses stéphano permiens des Pyrénées occidentales. Revue de Geol. Dyn. et Geographie Phy. vol. 24-4

- CANUDO, J.I.; MALAGON, J.; MELENDEZ, G.; MILLAN, H.; NAVARRO, J.J. y POCOVI, A. (1.991). Las Secuencias Deposicionales del Eoceno Medio y Superior de las Sierras Exteriores (Prepirineo Meridional aragonés). Geogaceta, 9

- COSTA, J.M. y MAESTRE, E. (1.989). Las secuencias deposicionales del Eoceno del Prepirineo Oriental. Geogaceta, 6

- CRUSAFONT, M.; RIBA, O. y VILLENA, J. (1.966). Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (rio Formiga, prov. de Huesca) y sus consecuencias geológicas. Notas y Comun. ITGE, 83

- CRUSAFONT, M. y PONS, J.M. (1.969). Nuevos datos sobre el Aquitaniense del N. de la provincia de Huesca. Acta Geológica Hispánica, t. IV, núm. 5

- DERAMOND, J.; GRAHAM, R.R.; HOSSACR, J.R.; BABY, P. and CROYZET, G. (1.985). Nouveau modèle de la châine des Pyrénées. C.R. Acad. Sc. Paris, 301. II

- EL PAIS SEMANAL (1.990). Guía de la Naturaleza Española

- ESCUER, J.; COLOMBO, F. y VILADEVALL, M. (1.992). Rasgos geomorfológicos y sedimentológicos de algunas terrazas auríferas cuaternarias en la Cuenca del Ebro: Rios Segre y Noguera-Ribagorzana. III Congreso Geológico de España, t. 2. Salamanca

- GALERA, J.M. (1.987). Estudio del Devoniano del Pirineo Central Español. Tesis Doctoral. Univers. Politécn. de Madrid. E.T.S. de Ing. de Minas.

- GARCIA-SANSEGUNDO, J.; GARCIA SENZ, J.M.; MONTES, M.; SAMSO, J.M.; SANZ, J.; TEIXELL, A. y ZAMORANO, M. (1.991). Evolución Estructural y Sedimentaria del Borde N. de la Cuenca del Ebro entre las Sierras Marginales y las Sierras Exteriores. I Congreso del Grupo Español del Terciario. Vic. F. Colombo. Ed.

- GARRIDO, A. (1.973). Estudio geológico y relación entre Tectónica y Sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central. Tesis Doctoral. Granada

- GENERALITAT DE CATALUNYA (1.989). Mapa Geologic de Catalunya. E. 1:200.000. Barcelona

- IGME (1.971-1.975). Plan Nacional de Investigación de Yesos. Depresión del Ebro y Cuenca del Duero

- IGME (1.972). Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Hoja nº 23, Huesca

- IGME (1.972). Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Hoja nº 14, Viella

- IGME (1.974). Mapa Metalogenético de España. E. 1:200.000. Hoja nº 23, Huesca

- IGME (1.974). Mapa Mertalogenético de España. E. 1:200.000. Hoja nº 14, Viella

- IGME (1.974). Mapa de Rocas Industriales. E. 1:200.000. Hojas nºs 14, Viella y 23, Huesca

- IGME (1.976 a). Inventario Nacional de Rocas y Minerales Industriales

- IGME (1.982). Mapa Geológico de España. E. 1:50.000 Segunda Serie.Hojas nºs 147, Liena; 178, Broto y 179, Bielsa

- IGME (1.985). Posibilidades de Arcillas Especiales en Aragón. 1ª Fase

- IGME (1.986). Análisis de las posibilidades de Granitos Ornamentales en Cataluña

- IGME (1.987). Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Huesca

- IGME (1.989). Mapa Geológico de España. E. 1:50.000 Segunda Serie. Hojas nºs 145, Sallent y 146, Bujaruelo

- IGME (1.991). Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a E. 1:200.000

- ITGE (En realización **a**). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 177, Biescas

- ITGE (En realización **b**). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 180, Benasque

- ITGE (En realización **c**). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 211, Boltaña

- ITGE (En realización **d**). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 213, Pont de Suert

- ITGE (En realización e). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 248, Apies

- ITGE (En realización f). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 249, Alquezar

- ITGE (En realización g). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 286, Huesca

- ITGE (En realización h). Mapa geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 287, Barbastro

- LUNSEN, H.A. Van (1.970). Geology of the Arx-Cinca Region, Spanish Pyrénées, province of Huesca. Geol. Utraiectina, nº 16

- LUTERBACHER, H.P. (1.969). Remarques sur la position de la Formación Ager (Pyrénées méridionales). Mem. B.R.G.M., 69

- MARTINEZ PEÑA, M.B. y POCOVI, A. (1,988). El amortigamiento frontal de la estructura de la cobertera surpirenaica y su relación con el anticlinal de Barbastro-Balaguer. Acta Geológica Hispánica, t. 23, nº 2

- MARTINEZ PEÑA, M.B.; MILLAN, H. y POCOVI, A. (1.992). Láminas Cabalgantes del Sector Central del Pirineo Meridional (Provincia de Huesca). III Congreso Geológico de España. Salamanca. t. 2

- MATA PERELLO, J.M. (1.990-92). Inventario mineralógico de las comarcas de Aragón. Rev. de Geol. Aragonesa. Museo de Geol. U.P.C. Manresa

- MEY, P.H.W.; NAGTEGAAL, P.J.C.; ROBERTS, K.J. y HARTEVELT, J.J.A., (1.968). Lithostratigraphic subdivision of post-hercynian deposits in the south-central Pyrenees, Spain. Leidse Geol. Mededelingen, 41

- MILLAN, H.; CASAS, A.M. y NAVARRO, J.J. (1.991). Estudio preliminar de la fracturación a escala microestructural en las sierras marginales aragonesas. Geogaceta, 9

- MUÑOZ, J.A. (1.992). Evolution of a Continental Collision Belt: Ecors-Pyrenees Crustal Balanced Cross-section. In:12. Mc Clay (Ed), Thrust Tectonics

- MUTTI, E.; REMACHA, E.; SGAVETTI, M. ROSELL, J.; VALLONI, R. y ZAMORANO, M. (1.985). Stratigraphy and facies characterstics of the Eocene Hecho Group turbidite systems, south-central Pyrenees. Exc. nº 12, 6 th European Regional Meating, Excursión Guide booh

- POCOVI, A. (1.978). Sierras Marginales Catalanas. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona

- PUIGDEFABREGAS, C. (1.975). La sedimentación molásica en la Cuenca de Jaca. Pirineos, Jaca, 104

- PUIGDEFABREGAS, C. y SOUQUET, P. (1.986). Tecto-sedimentary cycles and depositional sequences of the Mesozoic and Tertiary from the Pyrenees. Tectonophisics, 129

- QUIRANTES, J. (1.969). Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros. Tesis Doctoral. Instituto "Fernando El Católico". Zaragoza. Año de publicación, 1.978

- RIBA, O. (Inédito). Mapa litológico de la provincia de Huesca. E. 1:200.000

- RIOS, L.M. (1.977). El paso Devónico-Carbonífero y las atribuciones erróneas al Carbonífero en los rios Esera y Baliera, provincia de Huesca. Bol. Geol. y Min. t. 88-4

- RIOS, L.M.; BELTRAN, F.J.; LANAJA, J.M. y MARIN, F.J. (1.979). Contribución a la geología de la zona axial pirenaica, valles del Cinca y Esera, provincia de Huesca. Libro homenaje al Prof. Solé Sabaris. Acta Geológica Hispánica, t. 14

- RIOS, L.M. (1.984). La terminación-amortiguación occidental del Manto de Cotiella y puesta al día de su marco geológico (Pirineos, prov. de Huesca). Libro homenaje a G. Felgueroso. Madrid

- RODRIGUEZ VIDAL, J. (1.986). Geomorfología de las Sierras Exteriores Oscenses y su piedemonte. Tesis Doctoral. Univ. de Zaragoza

- WENSINK, H. (1.962). Paleozoic of the upper Gallego and Ara Valleys. Huesca province, Spanich Pyrenees. Estudios Geologics, 18

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES E. 1:200.000

RECURSOS

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

HUESCA

23

8 - 3

LEYENDA

CUATERNARIO
- HOLOCENO — 46 Conglomerados, gravas y arenas (Llanura aluvial, fondo de valle)
- PLEISTOCENO — 45 Conglomerados, gravas y arenas (Glacis, coluviones); 44 Conglomerados, gravas y arenas (Terrazas); 43 Morrenas, cordones morrénicos recientes, depósitos de obturación glaciar

TERCIARIO
- MIOCENO — ARAGONIENSE — 42 Lutitas, calizas y areniscas
- MIOCENO — AQUITANIENSE — 41 Calizas y margas
- MIOCENO — AGENIENSE — 40 Areniscas, arcillas y conglomerados; 39 Conglomerados masivos y brechas
- OLIGOCENO — CHATIENSE — 38 Yesos masivos. Arcillas, yesos y niveles de arenisca
- OLIGOCENO — STAMPIENSE — 37 Lutitas, areniscas, conglomerados y brechas. Yesos nodulares, calizas y gypsarenitas; 36 Margas azules y grises
- EOCENO — PRIABONIENSE — 35 Areniscas, margas y lutitas
- EOCENO — BARTONIENSE — 34 Lutitas rojas, areniscas, conglomerados y limolitas.
- EOCENO — LUTECIENSE — 33 Conglomerados masivos; 32 Calizas, calizas bioclásticas y calcarenitas con nummulites y alveolinas. Ocasionalmente areniscas y conglomerados
- EOCENO — CUISIENSE — 31 Conglomerados masivos; 30 Flysch calcáreo, flysch arcillo-margoso, olistostromas y calcarenitas
- EOCENO — ILERDIENSE — 29 Areniscas, margas, caliza margosa. Posadas de caliza; 28 Areniscas y lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados y margas
- PALEOCENO — E. GARUM — 27 Dolomías, calizas, areniscas calcáreas, calizas con silex. Areniscas, calcarenitas y margocalizas; 26 Arcillas rojas, areniscas y calizas micríticas (Facies Garum)

CRETACICO
- SUPERIOR — MAASTRICHTIENSE — 25 Areniscas margosas, calizas arenosas y areniscas
- SUPERIOR — CAMPANIENSE — 24 Turbiditas, brechas calcáreas, margas, (Localmente turbidíticas) y brechas
- SUPERIOR — SANTONIENSE — 23 Calizas bioclásticas
- SUPERIOR — CONIACIENSE — 22 Calizas, calizas ferruginosas, calizas con silex, calizas arenosas y margas grises
- SUPERIOR — TURONIENSE
- SUPERIOR — CENOMANIENSE
- INFERIOR — 21 Areniscas, areniscas calcáreas, calizas, margas lignitosas y arcillas

JURASICO
- MEDIO Y SUPERIOR — 20 Calizas, dolomías y margas
- INFERIOR

TRIASICO
- E KEUPER — 19 Arcillas y margas abigarradas. Calizas y dolomías
- E MUSCHELKAL — 18 Areniscas y lutitas rojas
- E BUNTSANDSTEIN

PERMICO — 17 Lutitas y areniscas rojas, con posadas de brechas, conglomerados y caliza

CARBONIFERO
- MEDIO-SUP. — ESTEFANIENSE — 16 Pizarras grises y negras con posadas conglomeráticas y tobáceas. Capas de carbón
- MEDIO-SUP. — WESTFALIENSE — E. CULM — NAMURIENSE — 15 Grauvacas y pizarras grises. (Facies Culm.)
- INFERIOR — 14 Caliza griotte, calizas negras tableadas, pizarras calcáreas. Caliza marmórea

DEVONICO
- SUPERIOR — 13 Areniscas, lutitas verdes e intercalaciones calcáreas; 12 Pizarras, cuarcitas, calizas marmóreas y calizas
- INFERIOR-MEDIO — 11 Mármoles, calizas marmóreas y calizas; 10 Calizas, dolomías, pizarras y cuarcitas

SILURICO — 9 Pizarras ampelíticas con niveles de caliza

ORDOVICICO
- SUPERIOR — ASHGILLIENSE
- SUPERIOR — CARADOCIENSE — 8 Caliza blanca marmórea
- INFERIOR — 7 Cuarcitas, areniscas, cuarzoesquistos y pizarras

CAMBRICO

ROCAS VOLCANICAS — 6 Manifestaciones volcánicas y subvolcánicas: Porfirita, andesitas y ofitas (Complejo de riodacitas de Cerler)

ROCAS INTRUSIVAS
- 5 Granitos leucocráticos
- 4 Granitos biotíticos
- 3 Granodiorita
- 2 Tonalita

ROCAS ULTRABASICAS — 1 Rocas ultrabásicas

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto concordante
- Contacto discordante
- Contacto mecánico o intrusivo
- Falla
- Cabalgamiento
- Anticlinal
- Anticlinal tumbado
- Sinclinal
- Sinclinal tumbado
- Litotecto o mineralotecto comprobado
- Litotecto o mineralotecto posible
- (14) Usos
- Clz Sustancia
- Nº de explotación o indicio
- Klippe

CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA
Arc	Arcilla	Grv	Grava
Are	Arena	Hal	Halita
Arn	Arenisca	Mar	Margas
Clz	Caliza	Ma	Mármol
Con	Conglomerado	Ofi	Ofita
Cua	Cuarcita	Piz	Pizarra
Dia	Diabasa	Tur	Turba
Dol	Dolomía	Yes	Yeso
Gr	Granito	Zah	Zahorra

Nº	USO	Nº	USO
1	Rocas ornamentales	12	Vidrio
2	Rocas de construcción	13	Pigmentos
3	Áridos naturales	14	Química
4	Áridos de machaqueo	15	Abrasivos
5	Áridos ligeros	16	Cargas, filtros y absorbentes
6	Cementos	17	Agricultura
7	Cales	18	Fundentes
8	Yesos	19	Arenas de moldeo
9	Cerámica estructural	20	Aislantes
10	Refractarios	21	Minerales decorativos y gemas
11	Lozas y porcelanas	22	Otros

VIELLA (14)

TUDELA (22)

BENGA (24)

LERIDA (33)

ESCALA 1:200.000

2 000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km

Proyección y cuadrícula U.T.M. Elipsoide internacional
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante

COORDENADAS

Geográficas	42°00'04".3
U.T.M.	46 6
Lambert	870

ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL

Escala 1:1.000.000

- CUATERNARIO
- MIOCENO
- OLIGOCENO-EOCENO SUP.
- EOCENO-PALEOCENO al Flysch
- CRETACICO SUP. b1 Flysch
- CRETACICO INF.
- JURASICO
- KEUPER-MUSCHELKALK
- PERMOTRIAS
- CARBONIFERO
- DEVONICO
- ORDOVICICO SUP.-SILURICO
- CAMBRICO-ORDOVICICO
- GRANITO
- ROCAS VOLCANICAS

ESQUEMA TECTONICO

Escala 1:1.000.000

- CUATERNARIO
- CUENCA DEL EBRO — TERCIARIO
- SIERRAS EXTERIORES — TERCIARIO
- MESOZOICO
- DEPRESION MEDIA — TERCIARIO
- SIERRAS INTERIORES — TERCIARIO
- MESOZOICO
- ZONA AXIAL — PALEOZOICO
- ROCAS INTRUSIVAS
- ROCAS VOLCANICAS

DISTRIBUCION DE HOJAS ESCALA 1:200.000

Referencia Mapa Nacional 1: 50.000			
177	178	179	180
210	211	212	213
248	249	250	251
286	287	288	289

23

Referencia Mapa Militar 1: 50.000			
29-9	30-9	31-9	32-9
29-10	30-10	31-10	32-10
29-11	30-11	31-11	32-11
29-12	30-12	31-12	32-12

8-3

DIVISION ADMINISTRATIVA

1-Huesca
2-Lerida

11396

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES E. 1:200.000

SITUACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

HUESCA	23 / 23
	8.-3

VIELLA (14)

TUDELA (22)

BENASQUE (24)

LERIDA (33)

ESCALA 1:200.000

2 000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km

Proyección y cuadrícula U.T.M. Elipsoide internacional
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante

CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA
Arc	Arcilla	Grv	Grava
Are	Arena	Hal	Halita
Arn	Arenisca	Mar	Margas
Clz	Caliza	Ma	Mármol
Con	Conglomerado	Ofi	Ofita
Cua	Cuarcita	Piz	Pizarra
Dia	Diabasa	Tur	Turba
Dol	Dolomía	Yes	Yeso
Gr	Granito	Zah	Zahorra

Nº	USO	Nº	USO
1	Rocas ornamentales	12	Vidrio
2	Rocas de construcción	13	Pigmentos
3	Aridos naturales	14	Química
4	Aridos de machaqueo	15	Abrasivos
5	Aridos ligeros	16	Cargas, filtros y absorbentes
6	Cementos	17	Agricultura
7	Cales	18	Fundentes
8	Yesos	19	Arenas de moldeo
9	Cerámica estructural	20	Aislantes
10	Refractarios	21	Minerales decorativos, y gemas
11	Lozas y porcelanas	22	Otros

ESTACION 37 Número de estación observada
ESTACION 2 Usos o usos actuales
Sustancia inventariada
ESTACION 43 / 5 / Grv EXPLOTACION DE ALTA PRODUCCION

- PLANTA DE TRATAMIENTO
- PLANTA DE TRATAMIENTO A PIE DE CANTERA
- POLIGONO INDUSTRIAL

METODOS DE EXPLOTACION

	ACTIVA	INTERMITENTE	INACTIVA
CIELO ABIERTO	○	◇	□
SUBTERRANEA	○	◇	□
OTROS	○	◇	□

EXPLOTACIONES

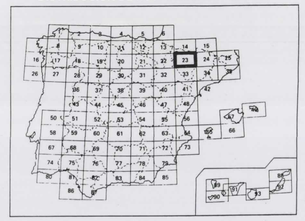
ESTADO \ TAMAÑO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	DEPOSITO ARTIFICIAL
ACTIVA	○	○	○	○
INTERMITENTE	◇	◇	◇	◇
INACTIVA	□	□	□	□

INDICIOS

INDICIOS INVENTARIADOS	△
INDICIOS NO INVENTARIADOS Y/O ESTACIONES DE OBSERVACION	•

NOTAS

DISTRIBUCION DE HOJAS ESCALA 1:200.000



Referencia Mapa Nacional 1: 50.000

177	178	179	180
210	211	212	213
248	249	250	251
286	287	288	289

23

Referencia Mapa Militar 1: 50.000

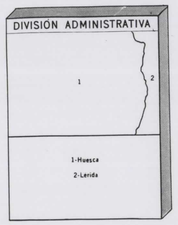
29-9	30-9	31-9	32-9
29-10	30-10	31-10	32-10
29-11	30-11	31-11	32-11
29-12	30-12	31-12	32-12

8-3

COORDENADAS

Geográficas	42°00'04",3
U.T.M.	46
Lambert	870

DIVISIÓN ADMINISTRATIVA



1-Huesca
2-Lerida

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES
E. 1:200.000

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

HUESCA	23
	8-3

INVESTIGACIONES REALIZADAS

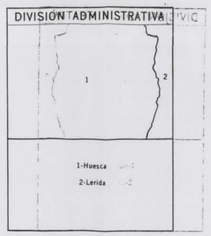
MAPA DE SITUACION

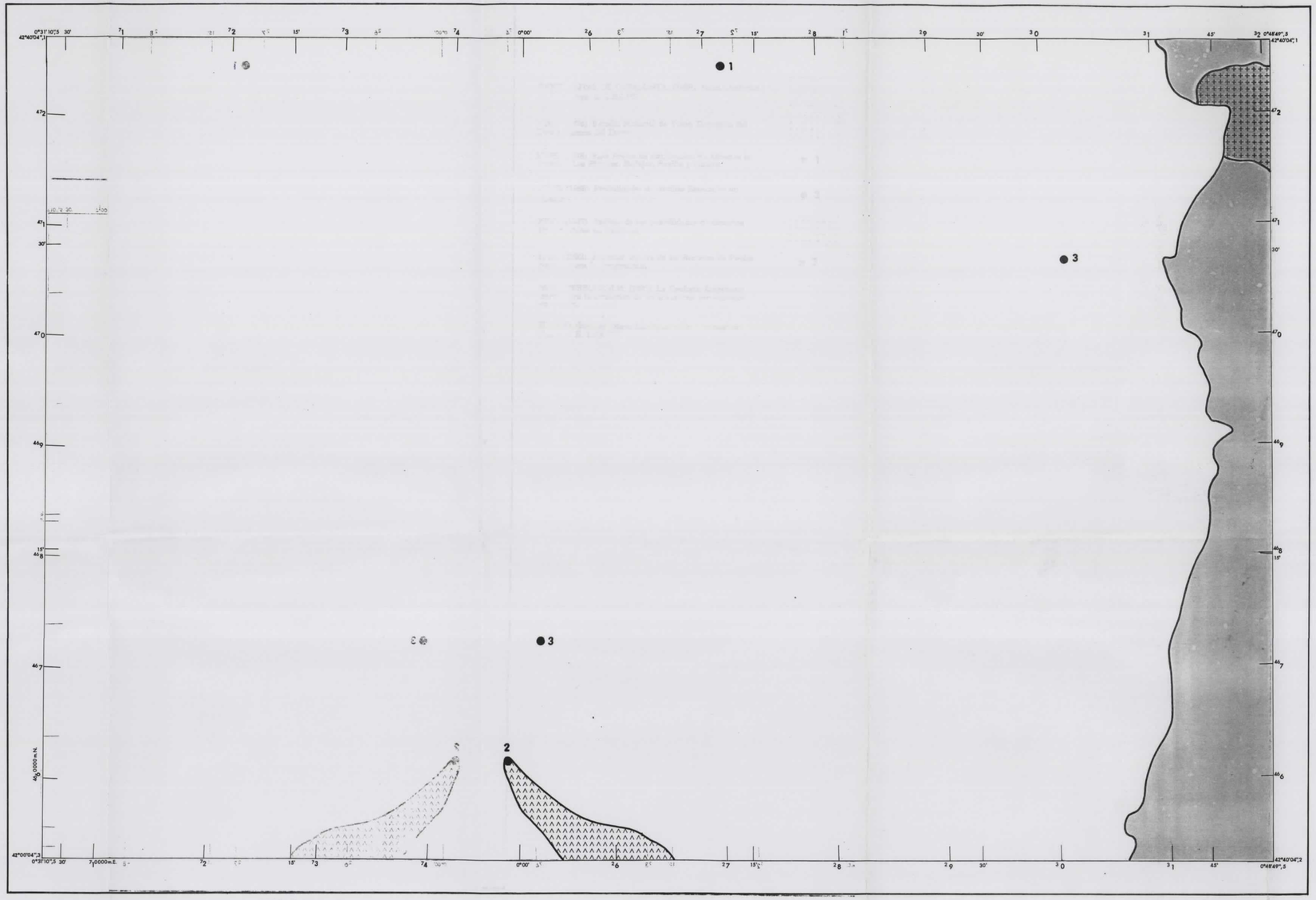


REFERENCIA NACIONAL Y MAPA MILITAR 1:50.000



DIVISION ADMINISTRATIVA





Escala 1:200.000

2000m. 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km.

Proyección y cuadrícula U.T.M. Elipsoide internacional

COORDENADAS	
Geográficas	42°00'04",3
U.T.M.	466

GENERALITAT DE CATALUNYA. (1989). Mapa Geológico de Catalunya. E. 1:200.000

IGME. (1974). Estudio Sectorial de Yesos. Depresión del Ebro y Cuenca del Duero.

IGME. (1978). Fase Previa de Exploración de Asbestos en zonas de Los Pirineos, Badajoz, Sevilla y Huelva. ● 1

IGME. (1986). Posibilidades de Arcillas Especiales en Aragón. ● 2

IGME. (1987). Análisis de las posibilidades de Granitos Ornamentales en Cataluña.

ITGE. (1992). Potencial Minero de los Recursos de Piedra Natural para la Construcción. ● 3

MATA-PERELLO, J.M. (1990). La Geología Aragonesa: Bases para la confección de un inventario mineralógico en Aragón.

RIBA, O. (Inédito). Mapa Litológico de la provincia de Huesca a E. 1:200.000.

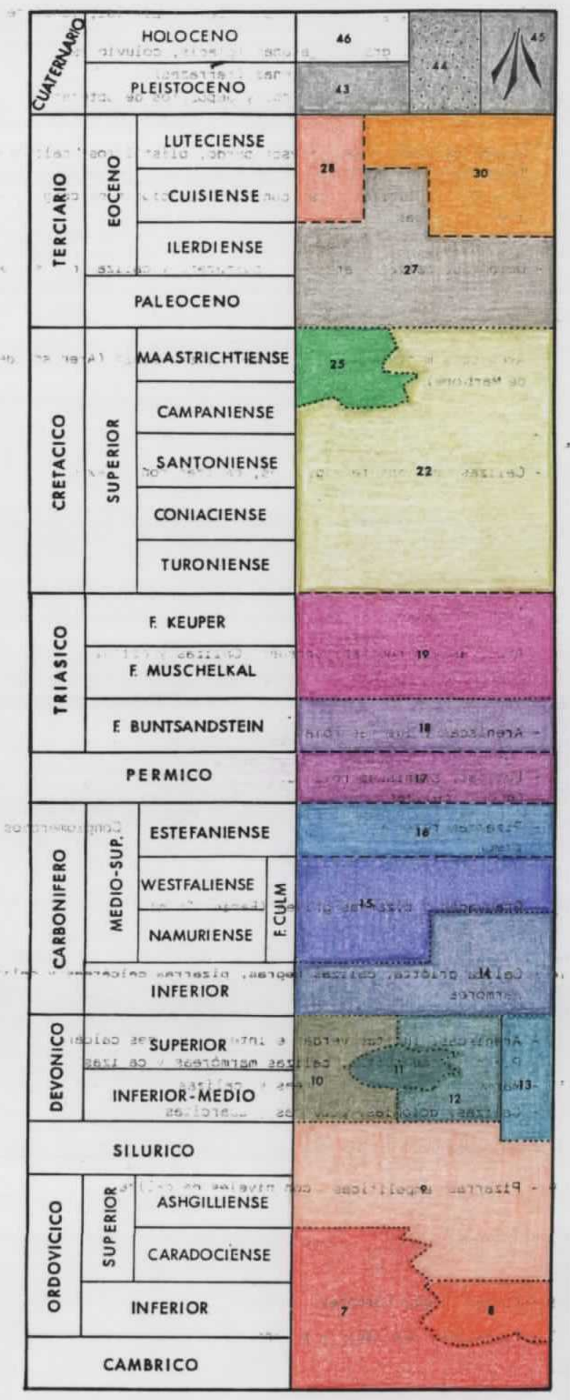
MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES E. 1:200.000

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

RECURSOS

VIELLA	14
	8-2

LEYENDA



46 - Conglomerados, gravas y arenas (llanura aluvial, fondo de valle)
45 - Conglomerados, gravas y arenas (glacis, coluviones)
44 - Conglomerados, gravas y arenas (terrazas)
43 - Morrenas, cordones morrénicos y depósitos de obturación glaciar)
30 - Flysch calcáreo basal, flysch pardo, olistolitos, calcarenitas, olistostromas
28 - Areniscas y lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados y margas
27 - Dolomias, calizas, areniscas calcáreas y calizas con silex
25 - Areniscas margosas, caliza arenosa, areniscas (Arenisca de de Marboré)
22 - Calizas, calizas ferruginosas, calizas con silex
19 - Arcillas y margas abigarradas. Calizas y dolomías
18 - Areniscas y lutitas rojas
17 - Lutitas, areniscas rojas con pasadas de brechas, conglomerados y calizas
16 - Pizarras rojas y carbón. Pizarras tobáceas. Conglomerados brechoides
15 - Grauvacas y pizarras grises (Facies Culm)
14 - Caliza griotte, calizas negras, pizarras calcáreas y caliza marmórea
13 - Areniscas, lutitas verdes e intercalaciones calcáreas
12 - Pizarras, cuarcitas, calizas marmóreas y calizas
11 - Mármoles, calizas marmóreas y calizas
10 - Calizas, dolomías, pizarras y cuarcitas
9 - Pizarras ampelíticas con niveles de caliza
8 - Caliza blanca marmórea
7 - Cuarcitas, areniscas y pizarras

ROCAS VOLCANICAS

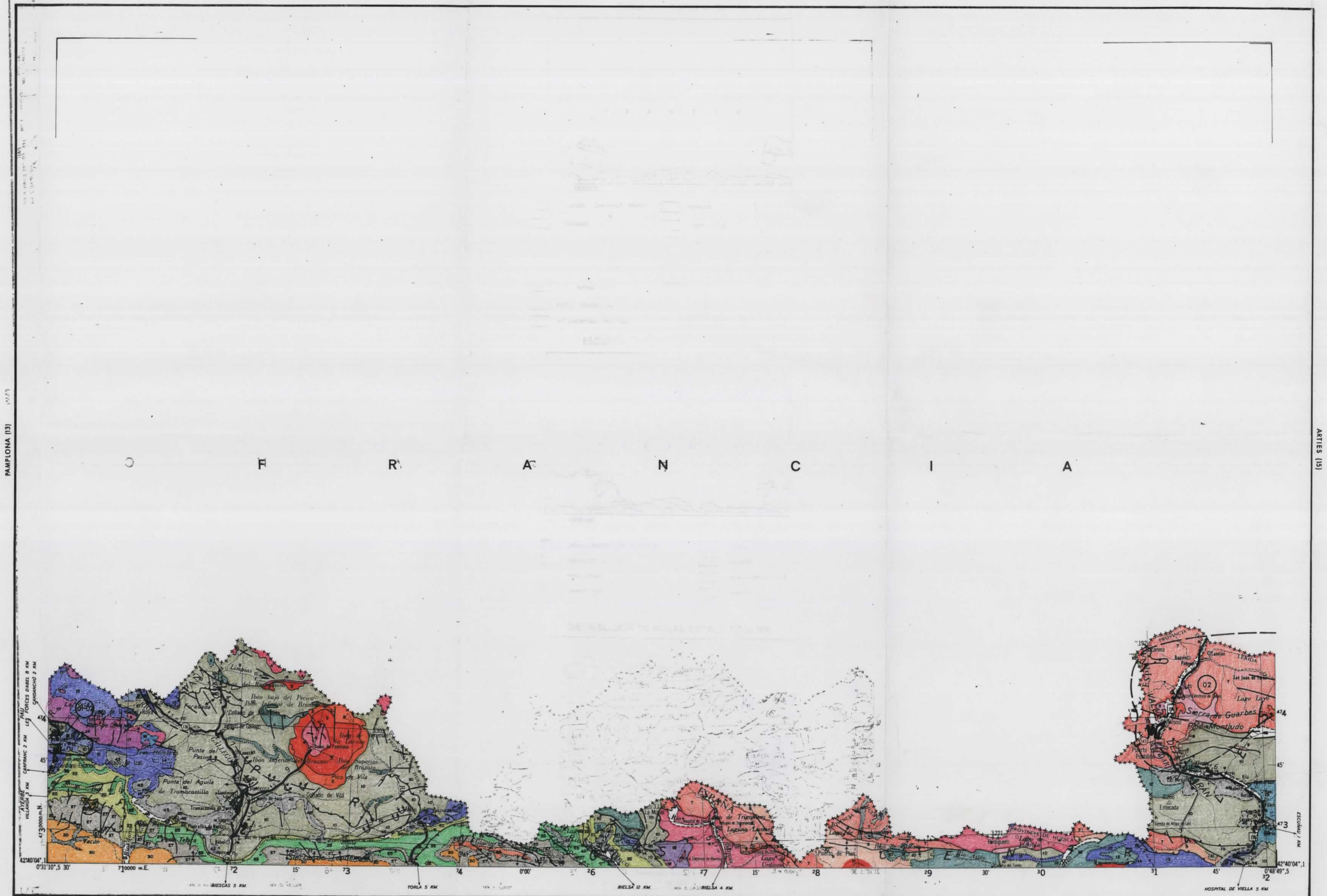
6 - Manifestaciones volcánicas y subvolcánicas (Porfirita, andesitas y ofitas)

ROCAS INTRUSIVAS

5 - Granitos leucocráticos
4 - Granitos biotíticos
3 - Granodiorita
2 - Tonalita

ROCAS ULTRABASICAS

1 - Rocas ultrabásicas



HUESCA (23)

ESCALA 1:200.000

2 000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km

Proyección y cuadricula U.T.M. Elipsoide internacional

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante

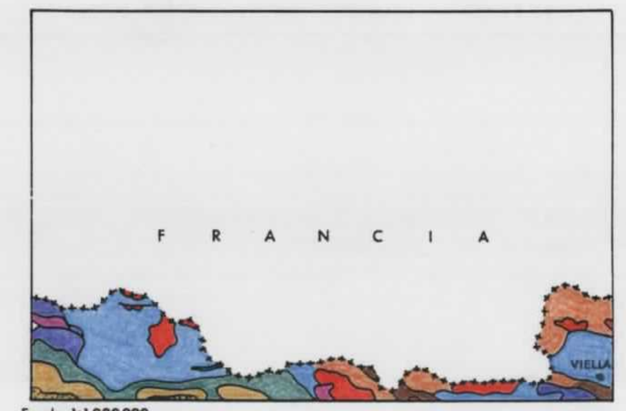
ESQUEMA TECTONICO



Escala 1:1.000.000

TERCIARIO Depresión Media
MESOZOICO Sierras interiores
PERMICO
CARBONIFERO
DEVONICO
SILURICO
CAMBRICO-ORDOVICICO
Zona Axial o Alta Cadena
ROCAS INTRUSIVAS
ROCAS VOLCANICAS
METAMORFISMO REGIONAL

ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL



Escala 1:1.000.000

EOCENO-PALEOCENO a) FLYSCH
CRETACICO SUPERIOR
PERMO-TRIAS
CARBONIFERO
DEVONICO
SILURICO
INFRA-CARADOCIENSE
GRANITO

DISTRIBUCION DE HOJAS ESCALA 1:200.000



SIGNOS CONVENCIONALES

	Contacto concordante		Sinclinal tumbado
	Contacto discordante		Litotecto o mineralotecto comprobado
	Contacto mecánico o intrusivo		Litotecto o mineralotecto posible
	Falla	14	Usos
	Cabalgamiento	Clz	Sustancia
	Anticlinal	20	Nº de explotación o indicio
	Anticlinal tumbado		
	Sinclinal		

CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA
Clz	Caliza	Piz	Pizarra
Cua	Cuarcita	Zah	Zahorra
Dia	Diabasa		
Flu	Fluorita		
Ma	Mármol		
Peg	Pegmatita		

Nº	USO	Nº	USO
1	Rocas ornamentales	12	Vidrio
2	Rocas de construcción	13	Pigmentos
3	Aridos naturales	14	Química
4	Aridos de machaqueo	15	Abrasivos
5	Aridos ligeros	16	Cargas, filtros y absorbentes
6	Cementos	17	Agricultura
7	Cales	18	Fundentes
8	Yesos	19	Arenas de moldeo
9	Cerámica estructural	20	Aislantes
10	Refractarios	21	Minerales decorativos y gemas
11	Lozas y porcelanas	22	Otros

COORDENADAS

Geográficas	42° 40' 04",1
U.T.M.	47 3
Lambert	910

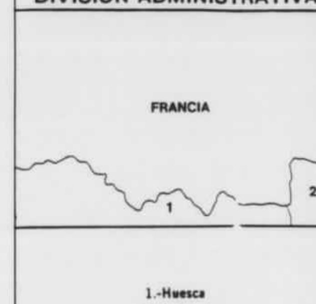
Referencia Mapa Nacional 1: 50.000

	14		118 "bis"
145	146	147	148

Referencia Mapa Militar 1: 50.000

	8-2		32-7
29-8	30-8	31-8	32-8

DIVISION ADMINISTRATIVA



1.-Huesca
2.-Lérida

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES E. 1:200.000

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

SITUACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

VIELLA	14
	8-2

CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA
Clz	Caliza	Piz	Pizarra
Cua	Cuarcita	Zah	Zahorra
Dia	Diabasa		
Flu	Fluorita		
Ma	Mármol		
Peg	Pegmatita		

N.º	USO	N.º	USO
1	Rocas ornamentales	12	Vidrio
2	Rocas de construcción	13	Pigmentos
3	Aridos naturales	14	Química
4	Aridos de machaqueo	15	Abrasivos
5	Aridos ligeros	16	Cargas, filtros y absorbentes
6	Cementos	17	Agricultura
7	Cales	18	Fundentes
8	Yesos	19	Arenas de moldeo
9	Cerámica estructural	20	Aislantes
10	Refractarios	21	Minerales decorativos y gemas
11	Lozas y porcelanas	22	Otros

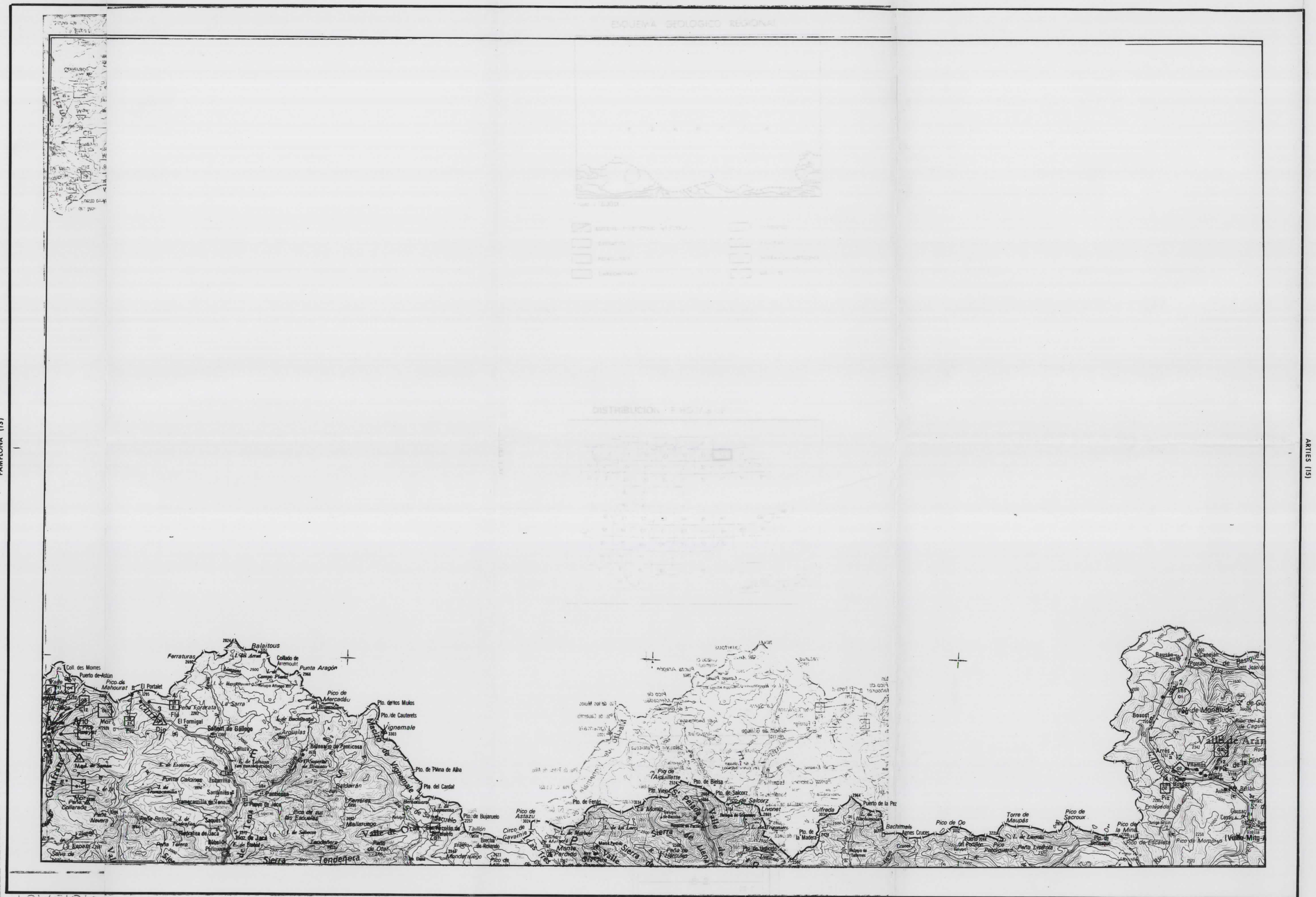
37 Número de estación observada
ESTACION (2) Usos o usos actuales
Gr Sustancia inventariada
43
ESTACION (5) EXPLOTACION DE ALTA PRODUCCION
Grv

- PLANTA DE TRATAMIENTO
- PLANTA DE TRATAMIENTO A PIE DE CANTERA
- POLIGONO INDUSTRIAL

METODOS DE EXPLOTACION	ACTIVA	INTERMITENTE	INACTIVA
CIELO ABIERTO	○	◇	□
SUBTERRANEA	○	◇	□
OTROS	○	◇	□

EXPLOTACIONES — ESTADO / TAMAÑO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	DEPOSITO ARTIFICIAL
ACTIVA	○	○	○	○
INTERMITENTE	◇	◇	◇	◇
INACTIVA	□	□	□	□

INDICIOS	
INDICIOS INVENTARIADOS	△
INDICIOS NO INVENTARIADOS Y/O ESTACIONES DE OBSERVACIÓN	•



HUESCA (23)

ESCALA 1:200.000

2 000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km

Proyección y cuadrícula U.T.M. Elipsoide internacional

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante

NOTAS

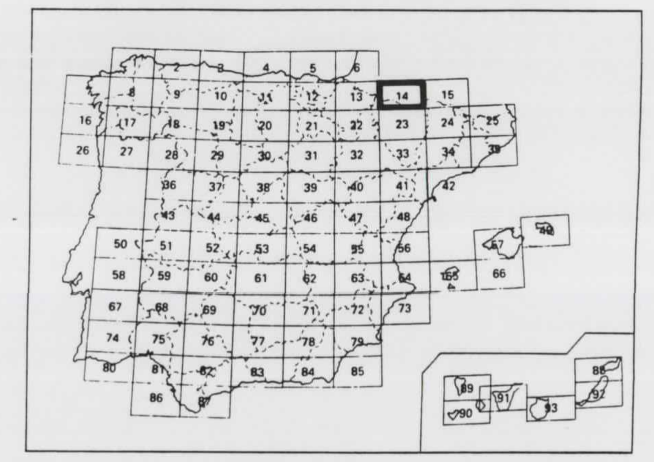
ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL



Escala 1:1.000.000

- EOCENO-PALEOCENO a) FLYSCH
- CRETACICO SUPERIOR
- PERMO-TRIAS
- CARBONIFERO
- DEVONICO
- SILURICO
- INFRA-CARADOCIENSE
- GRANITO

DISTRIBUCION DE HOJAS ESCALA 1:200.000



Referencia Mapa Nacional 1: 50.000

	14		118 "bis"
145	146	147	148

Referencia Mapa Militar 1: 50.000

	8-2		32-7
29-8	30-8	31-8	32-8

COORDENADAS	
Geográficas	42° 40' 04" 1
U.T.M.	47 3
Lambert	910

DIVISION ADMINISTRATIVA



1.-Huesca
2.-Lérida

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

E. 1:200.000

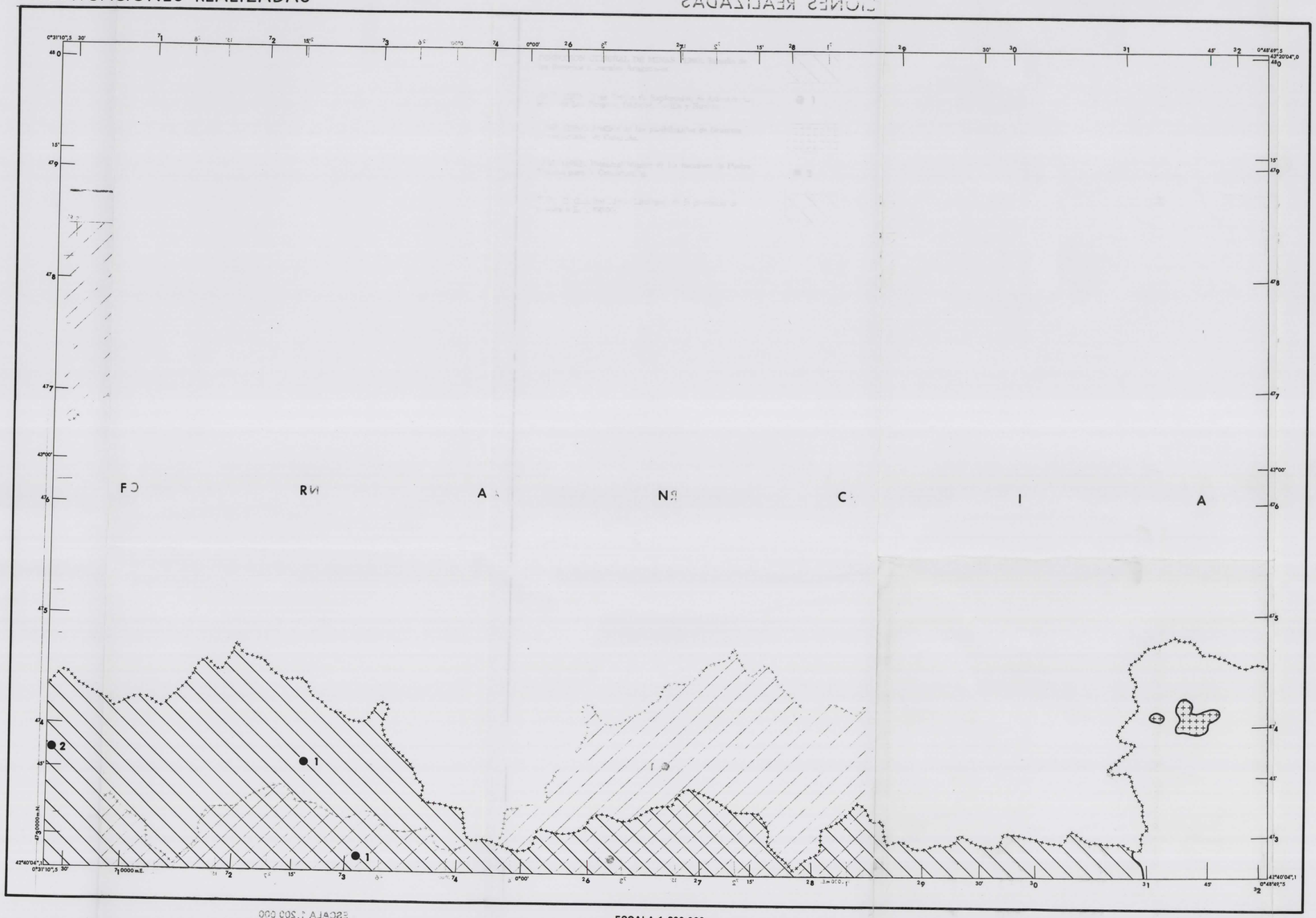
Instituto Tecnológico GeoMinero de España

VIELLA

14

8-2

INVESTIGACIONES REALIZADAS



ESCALA 1:200 000

2 000 m 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 Km

Proyección y cuadrícula U.T.M. Elipsoide internacional

DIRECCION GENERAL DE MINAS. (1990). Estudio de los Recursos Minerales Aragoneses.

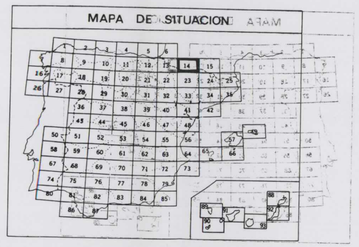
IGME. (1978). Fase Previa de Exploración de Asbestos en zonas de Los Pirineos, Badajoz, Sevilla y Huelva. ● 1

IGME. (1987). Análisis de las posibilidades de Granitos Ornamentales en Cataluña.

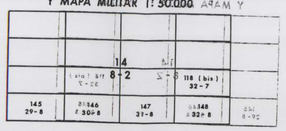
ITGE. (1992). Potencial Minero de los Recursos de Piedra Natural para la Construcción. ● 2

RIBA, O. (Inédito). Mapa Litológico de la provincia de Huesca a E. 1:200.000.

MAPA DE SITUACION



REFERENCIA NACIONAL Y MAPA MILITAR 1: 50.000



DIVISIÓN ADMINISTRATIVA



COORDENADAS	
Geográficas	43°20'04",0
U. T. M.	31

MAPA DE ROCAS

Y

MINERALES INDUSTRIALES

ESCALA 1:200.000

HOJAS NUMS. 14 (8-4) VIELLA Y 23 (8-3) HUESCA

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

Pág

8.1.- LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS 1
8.1.1.- Explotaciones e indicios inventariados 1
8.1.2.- Explotaciones e indicios no inventariados 6

8.2.- DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS 11

8.3.- DIRECTORIO DE CENTROS DE TRANSFORMACION 14

8.4.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES 15
8.4.1.- Arcilla Común 15
8.4.2.- Arenas y Gravas 18
8.4.3.- Arenas Silíceas 19
8.4.4.- Calizas 20
8.4.5.- Cuarcita y Arenisca 31
8.4.6.- Diabasas y Ofitas 32
8.4.7.- Dolomía 34
8.4.8.- Fluorita 39
8.4.9.- Granito 41
8.4.10.- Halita 45
8.4.11.- Margas 48
8.4.12.- Mármol y Serpentina 50
8.4.13.- Pizarras 53
8.4.14.- Turba 60
8.4.15.- Yeso y Anhidrita 64

8.5.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES 71
8.5.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción 71
8.5.2.- Aridos naturales y de machaqueo 76
8.5.2.1.- Aridos para hormigones 76
8.5.2.2.- Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración 78

Pág.

8.5.2.3.- Aridos para bases de carreteras 82
8.5.2.4.- Subases granulares 83
8.5.2.5.- Balasto de ferrocarriles 83

8.5.3.- Cementos, Cales y Yesos 86
8.5.3.1.- Cementos 86
8.5.3.2.- Cales 89
8.5.3.3.- Yesos 90

8.5.4.- Cerámica Estructural 91
8.5.5.- Industria química 93
8.5.6.- Usos agrícolas 96
8.5.7.- Fundentes 98
8.5.8.- Arenas de Moldeo 100

8.1.- LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

8.1.1.- Explotaciones e indicios inventariados

Nº	SUSTANCIA	HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
1	Fluorita	145	710800	4742200	1850	Huesca	Sallent de G.	EB	-	18-21
2	Pegmatita	148	312020	4741620	790	Lleida	Les	EA	-	01
3	Andesita	145	711800	4741600	1720	Huesca	Sallent de G.	IND	6	04
4	Fluorita	145	712200	4741600	1750	Huesca	Sallent de G.	EB	-	18-21
5	Caliza	145	703600	4739000	1400	Huesca	Canfranc	EB	10	04
6	Caliza	145	703500	4739000	1400	Huesca	Canfranc	EB	10	04
7	Mármol	145	703750	4738600	1310	Huesca	Canfrac	EB	10	01
8	Mármol	145	703400	4738500	1450	Huesca	Canfranc	EB	10	01
9	Mármol	145	703150	4738300	1600	Huesca	Canfranc	EB	10	08
10	Caliza	145	704200	4737650	1370	Huesca	Canfranc	EB	10	04
11	Mármol	145	704150	4737150	1300	Huesca	Canfranc	IND	10	01
12	Cuarcita	148	315100	4734995	1160	Lleida	Les Bordes	EI	10	02
13	Pizarra	148	315480	4734650	1070	Lleida	Les Bordes	EB	10	02
14	Pizarra	148	314110	4733170	930	Lleida	Les Bordes	EB	12	02
15	Zahorra	146	737000	4731250	1360	Huesca	Torla	EI	45	03
16	Pizarra	179	268910	4727350	1500	Huesca	Bielsa	EB	18	02
17	Caliza	177	719900	4726800	950	Huesca	Biescas	EB	30	04
18	Grava-Arena	179	267780	4725140	1150	Huesca	Bielsa	EB	46	03
19	Caliza	180	299700	4723490	1420	Huesca	Benasque	EB	10	04
20	Granito	180	316790	4721990	1650	Lleida	Vielha e Hija	IND	3	01-02
21	Grava-Arena	177	719500	4721200	800	Huesca	Biescas	EB	46	03
22	Zahorra	179	273660	4721190	990	Huesca	Bielsa	EB	45	03
23	Arenisca	178	735600	4720000	880	Huesca	Broto	EI	45	02
24	Mármol	179	282150	4719680	1300	Huesca	Gistain	IND	10	01
25	Grava-Arena	180	296140	4719530	1100	Huesca	Benasque	EI	45	03
26	Grava-Arena	180	294700	4718510	1110	Huesca	Sahún	EI	45	03
27	Grava-Arena	178	736300	4718500	860	Huesca	Broto	EB	46	03
28	Zahorra	179	270400	4717760	840	Huesca	Tella-Sin	EB	45	03
29	Caliza	180	293400	4717550	1190	Huesca	Sahún	EB	12	04
30	Zahorra	179	274290	4716800	1010	Huesca	Tella-Sin	EI	45	03
31	Zahorra	179	293120	4716800	1350	Huesca	Sahún	EB	45	03
32	Zahorra	179	286990	4716530	2010	Huesca	Plan	EB	45	03
33	Caliza	179	277620	4716510	1050	Huesca	Plan	EI	27	04

Nº	SUSTANCIA	HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
34	Caliza	179	276300	4716140	930	Huesca	Tella-Sin	EB	27	04
35	Grava-Arena	179	275600	4715850	870	Huesca	Plan	EI	45	03
36	Caliza	179	292500	4715650	1180	Huesca	Sesue	EB	19	01-02
37	Pizarra	179	288310	4715640	1940	Huesca	Chia	IND	12	02
38	Pizarra	179	289040	4715130	1930	Huesca	Chia	IND	12	02
39	Caliza	179	291520	4714860	1170	Huesca	Villanova	EI	14	01-02
40	Zahorra	179	290770	4713910	1360	Huesca	Chia	EB	45	03
41	Zahorra	179	289790	4713720	1800	Huesca	Chia	EB	45	03
42	Grava-Arena	177	716000	4713700	840	Huesca	Sabiñánigo	EB	46	04
43	Grava-Arena	177	717200	4712100	800	Huesca	Sabiñánigo	EA	46	03
44	Zahorra	178	264250	4710550	640	Huesca	Puertolas	EB	45	03
45	Grava-Arena	180	320360	4708740	1100	Lleida	Barruera	EI	46	03-04
46	Grava-Arena	210	719250	4708400	800	Huesca	Sabiñánigo	EI	46	03-04
47	Zahorra	212	267640	4706850	885	Huesca	El Pueyo de A.	EB	45	03
48	Arenisca	213	302080	4706440	1570	Huesca	Laspaules	EI	18	02
49	Arenisca	213	303990	4706030	1530	Huesca	Laspaules	EB	18	02
50	Caliza	213	300360	4705350	1360	Huesca	Bisaurri	EB	14	04
51	Arenisca	213	302160	4705270	1465	Huesca	Laspaules	EB	18	02
52	Zahorra	212	286710	4704360	790	Huesca	Seira	EB	15	03
53	Ofita	213	305000	4703910	1400	Huesca	Montanuy	EB	6	04
54	Dolomía	213	299995	4703690	1350	Huesca	Laspaules	EB	19	04
55	Zahorra	212	285290	4702110	740	Huesca	Campo	EB	45	03
56	Dolomía	213	301600	4702070	1370	Huesca	Laspaules	EB	19	04
57	Grava-Arena	210	711750	4701700	780	Huesca	Sabiñánigo	EA	46	03-04
58	Grava-Arena	211	264700	4701200	540	Huesca	Ainsa	EA	46	03-04
59	Arenisca	211	264000	4701150	580	Huesca	Labuerda	EB	30	02
60	Margas	211	263750	4700800	540	Huesca	Ainsa-Sobrabe	IND	36	09
61	Caliza	213	306440	4700720	1350	Huesca	Laspaules	EB	21	04
62	Dolomía	213	312550	4700720	970	Lleida	Pont de Suert	EB	19	04
63	Zahorra	212	279990	4700500	1000	Huesca	Foradada del T.	EB	45	03
64	Caliza	213	313100	4700320	970	Lleida	Pont de Suert	EB	19	04
65	Caliza	213	309990	4700070	1290	Huesca	Bonansa	EB	20	04
66	Zahorra	212	280480	4700020	1030	Huesca	Foradada del T.	EB	45	03
67	Caliza	213	307030	4699900	1370	Huesca	Bonansa	EB	22	04
68	Zahorra	212	280760	4699770	1030	Huesca	Foradada del T.	EB	45	03
69	Dolomía	213	306340	4699560	1390	Huesca	Bonansa	EB	22	04
70	Grava-arena	210	714300	4698900	730	Huesca	Sabiñánigo	EI	46	03-04
71	Arenisca	212	265380	4698810	560	Huesca	Ainsa-Sobrarbe	EB	18	04

Nº	SUSTANCIA	HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
72	Ofita	213	314000	4698500	970	Lleida	Pont de Suert	EB	6	04
73	Grava-arena	213	314400	4696630	810	Lleida	Pont de Suert	EB	46	03-04
74	Arcilla	213	294710	4694230	1000	Huesca	Valle de Lierp	IND	22	09
75	Arenisca	213	301060	4693990	510	Huesca	Veracruz	EB	25	02
76	Diabasa	213	314450	4691010	850	Huesca	Sopeira	EB	6	01-02-04
77	Caliza	212	276240	4690690	590	Huesca	La Fueva	EB	30	02
78	Grava-arena	213	299760	4690560	865	Huesca	Veracruz	EB	46	03-04
79	Caliza	249	259100	4688900	850	Huesca	Ainsa-Sobrar.	EB	30	02-04
80	Caliza	251	313950	4688500	850	Huesca	Sopeira	EB	21	04
81	Caliza	250	270100	4688250	590	Huesca	La Fueva	EB	30	04
82	Caliza	251	314150	4687000	745	Huesca	Sopeira	EB	24	04
82	Caliza	250	275800	4686800	600	Huesca	Salinas de T.	EI	19	14-22
84	Grava-arena	251	313500	4686000		Huesca	Sopeira	EB	46	03-04
85	Caliza	248	712650	4684550	820	Huesca	Nueno	EA	19	04
86	Turba	251	304200	4683600	1060	Huesca	Monesma/Caj.	EB	35	
87	Caliza	249	254900	4682700	925	Huesca	Barcabo	EB	35	04
88	Arcilla	251	302300	4682150	1010	Huesca	Monesma/Caj.	IND	28	09
89	Grava-arena	250	282000	4681000	495	Huesca	Perarrua	EB	46	03-04
90	Grava-arena	251	313100	4680600	650	Huesca	Aren	EB	46	03-04
91	Arcilla	250	265700	4680000	1000	Huesca	Naval	EI	34	09-22
92	Grava-arena	249	256300	4679100	650	Huesca	Barcabo	EB	45	03-04
93	Caliza	248	724000	4679000	820	Huesca	Loporzano	EB	32	04
94	Grava-arena	251	293800	4678900	590	Huesca	Graus	EB	46	03-04
95	Yeso	249	733200	4678400	640	Huesca	Casbas de H.	EB	38	08
96	Grava-arena	250	281400	4678250	480	Huesca	Graus	EB	46	03-04
97	Caliza	248	724200	4678250	800	Huesca	Loporzano	EB	32	04
98	Arcilla	248	712550	4678100	720	Huesca	Igries	IND	40	09
99	Caliza	248	724100	4677800	780	Huesca	Loporzano	EB	32	04
100	Grava-arena	250	269950	4677700	500	Huesca	Naval	EB	45	03-04
101	Arcilla	251	302500	4677300	960	Huesca	Monesma/Caj.	EI	29	09
102	Grava-arena	251	292900	4677300	570	Huesca	Capella	EI	46	03
103	Grava-arena	251	311400	4677200	590	Huesca	Aren	EB	46	03-04
104	Arcilla	251	311400	4677150	610	Huesca	Aren	EB	29	09
105	Grava-arena	250	290000	4676200	530	Huesca	Capella	EB	46	03-04
106	Grava-arena	248	730000	4676000	720	Huesca	Loporzano	EB	46	03-04

Nº	SUSTANCIA	HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
107	Grava-arena	250	287000	4675800	500	Huesca	Capella	EB	46	03-04
108	Zahorra	250	290200	4675800	600	Huesca	Capella	EB	45	03
109	Grava-arena	248	729150	4675650	720	Huesca	Loporzano	EB	45	03-04
110	Halita	250	265000	4674800	575	Huesca	Naval	EA	19	14-17-22
111	Grava-arena	250	280000	4673900	460	Huesca	Graus	EB	46	03-04
112	Caliza	249	254010	4673600	725	Huesca	Alquezar	EI	32	01-04
113	Yeso	249	264000	4673350	700	Huesca	Naval	EB	19	08
114	Caliza	249	254000	4673100	700	Huesca	Alquezar	EI	32	01-04
115	Caliza	249	253900	4672950	610	Huesca	Alquezar	EB	32	01-02-04
116	Halita	249	262800	4672900	690	Huesca	Hoz/Casteau	EB	19	14
117	Grava-arena	286	724300	467850	620	Huesca	Loporzano	EB	44	03
118	Ofita	288	270000	4671600	510	Huesca	El Grado	EB	6	04
119	Ofita	288	272990	4671600	698	Huesca	Lecastilla	EB	6	04
120	Zahorra	288	271050	4671600	500	Huesca	El Grado	EB	45	03
121	Arcilla	288	279000	4671200	460	Huesca	Graus	EB	46	09-22
122	Grava-arena	286	730700	4671100	620	Huesca	Ibieca	EB	45	03
123	Zahorra	287	742250	4670700	540	Huesca	Bierge	EB	45	03-04
124	Arcilla	286	719850	4669600	500	Huesca	Loporzano	EB	40	09
125	Grava-arena	288	271800	4669550	360	Huesca	El Grado	EB	46	03-04
126	Grava-arena	289	309550	4669500	520	Lleida	Tremp	IND	46	03-04
127	Arcilla	286	719650	4669400	500	Huesca	Loporzano	EB	40	09
128	Caliza	287	263650	4669300	680	Huesca	Hoz de Barb.	EB	19	04
129	Arcilla	286	719900	4669250	500	Huesca	Loporzano	EB	40	09
130	Grava-arena	288	284100	4667600	575	Huesca	Graus	EB	46	03-04
131	Arcilla	286	719900	4667200	540	Huesca	Huesca	IND	40	09
132	Caliza	288	286900	4666900	620	Huesca	Benabarre	EB	23	04
133	Grava-arena	287	742700	4666000	580	Huesca	Abiego	EB	44	03-04
134	Grava-arena	288	271100	4665900	350	Huesca	El Grado	EB	46	03-04
135	Grava-arena	288	281000	4665700	480	Huesca	Graus	EB	46	04
136	Caliza	289	297925	4665550	700	Huesca	Tolva	EB	34	04
137	Arcilla	289	297650	4665500	700	Huesca	Tolva	EB	34	09
138	Arcilla	286	720250	4664850		Huesca	Monflorite	IND	40	09
139	Grava-arena	287	739100	4664800	460	Huesca	Angües	EB	44	03
140	Zahorra	287	739050	4664600	450	Huesca	Angües	EB	45	03-04
141	Ofita	288	280400	4664500	650	Huesca	Graus	IND	6	04

Nº	SUSTANCIA	HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
142	Arena	289	292725	4664450	700	Huesca	Benabarre	EB	26	03
143	Grava-arena	287	739700	4664050	470	Huesca	Lascellas.	EB	44	03
144	Grava-arena	287	738950	4664000	450	Huesca	Angües	EB	44	03
145	Arenisca	286	731600	4663850	510	Huesca	Blecua/Torres	EB	40	02
146	Arcilla	289	292225	4663700	700	Huesca	Benabarre	EB	34	09
147	Halita	288	281100	4662900	675	Huesca	Graus	EI	19	14-17
148	Grava-arena	288	270500	4662000	330	Huesca	Estada	EB	46	03-04
149	Caliza	289	314975	4661750	960	Lleida	Sant Estev.S.	EB	22	04
150	Zahorra	288	266800	4660200	330	Huesca	Barbastro	EB	45	03
151	Grava-arena	288	268100	4660100	310	Huesca	Barbastro	EI	46	03-04
152	Yeso	287	748300	4660000	400	Huesca	Peraltilla	EB	38	08
153	Arcilla	286	711550	4659700	410	Huesca	Vicien	EB	42	09
154	Grava-arena	288	267700	4659600	310	Huesca	Barbastro	EI	46	03-04
155	Zahorra	287	746000	4659300	480	Huesca	Peraltilla	EB	45	03
156	Caliza	287	255600	4658950	560	Huesca	Barbastro	EB	32	04
157	Arcilla	288	289650	4658650	790	Huesca	Benabarre	IND	23	09-11
158	Caliza	288	288100	4658800	820	Huesca	Benabarre	IND	23	14
159	Zahorra	287	743500	4657950	520	Huesca	Lascellas.	EB	44	03
160	Caliza	288	274000	4657900	500	Huesca	Estadilla	EA	23	04
161	Grava-arena	288	267000	4657550	290	Huesca	Fonz	EI	46	03-04
162	Caliza	288	281950	4656500	770	Huesca	Peralta de Cal.	IND	19	04
163	Halita	288	282990	4656350	660	Huesca	Peralta de Cal.	EI	19	14-17
164	Caliza	288	275650	4655850	630	Huesca	Fonz	EA	23	08-07/02-14
165	Yeso	287	260000	4655750	400	Huesca	Barbastro	EB	38	08
166	Yeso	287	263350	4655700	320	Huesca	Barbastro	EB	38	08
167	Arcilla	286	263450	4655700	400	Huesca	Barbastro	EB	40	09
168	Ofita	288	286700	4655600	720	Huesca	Peralta de Cal.	IND	6	03-04
169	Grava-arena	288	266100	4655300	290	Huesca	Barbastro	EB	44	03-04
170	Yeso	287	257050	4655200	450	Huesca	Barbastro	IND	38	08
171	Caliza	250	271000	4672760	460	Huesca	El Grado	EB	23	04
172	Caliza	178	737300	4727400	1200	Huesca	Torla	IND	27	04

8.1.2.- Explotaciones e indicios no inventariados

HOJA	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
145	726300	4737800	1560	Granito	Cantera de pequeñas dimensiones. Zona de reserva ecológica. Muy fracturada.
145	719800	4728600	1130	Caliza	Integrada en el paisaje. Repoblada la plaza de cantera.
145	719700	4736500	1360	Caliza	La ocupa la nueva carretera.
145	703500	4737100	1280	Caliza	No se puede explotar por la proximidad de la nueva carretera.
145	703500	4737000	1230	Mármol	No sirve para bloque (tectonizada). Situada junto a Carretera de Francia.
146	261400	4729050	1300	Grava	Integrada en el paisaje, no se aprecia la explotación. Zona de acampada.
148	316450	4735190	1010	Pizarra	Cantera abandonada que se va integrando paulatinamente en el paisaje.
148	315570	4734580	950	Cuarzo	Cantera abandonada desde la construcción de la presa que se integra en el entorno.
148	317590	4733250	1100	Pizarra	Totalmente integrada en el entorno.
177	720050	4715450	770	Grava	Depósitos de río Gallego. El río está encauzado con bloques.
177	719900	4717300	800	Grava	Además de lo anterior se ha hecho repoblación forestal.
178	739100	4717700	1100	Arena	Integrada en el paisaje.
178	265400	4711400	600	Grava	Depósitos del río Cinca en Puertolas. No se puede sacar.
178	265025	4711700	700	Caliza	Antiguo indicio, no ha existido explotación.
178	263850	4727000	1210	Grava	Depósitos del río Cinca en Bielsa. No se puede extraer.
178	265950	4726000	1220	Grava	Depósitos del río Cinca en Bielsa. No se puede extraer.
178	736450	4720750	940	Arena	Totalmente integrada en el paisaje. No hay indicios de ella.
178	736100	4720000	880	Grava	Depósitos del río Ara (Erm. de San Blas). Prohibido la extracción.
178	736500	4716500	740	Grava	Depósitos del río Ara (Broto). Prohibido la extracción.
178	735900	4721900	910	Arena	Integrada en el paisaje.

HOJA	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
178	736850	4719200	1020	Arena	Integrada en el paisaje. Prácticamente irreconocible.
178	735500	4722500	1250	Arena	Explotación de pequeñas dimensiones integrada en el paisaje.
178	735500	4712400	800	Grava	Depósitos río Ara-Bco. del Lugar. Prohibido la extracción.
179	292820	4709760	1000	Zahorra	Se está integrando progresivamente en el entorno.
179	292020	4715900	1090	Caliza	Ha desaparecido al construir el túnel.
179	280490	4717795	1150	Caliza	Se está integrando en el entorno al crecer la vegetación.
179	265995	4712990	690	Caliza	Ha desaparecido al realizar las obras de la carretera.
180	295570	4709350	1080	Caliza	Se va integrando en el entorno, crece la vegetación.
180	296190	4719760	1150	Pizarra	Totalmente recubierta de vegetación.
180	301680	4726360	1580	Pizarra	Ha ido desapareciendo con las reformas de la carretera.
180	313750	4712260	1080	Grv-are	Prohibida la extracción de áridos del río en esta zona.
180	294520	4718390	1090	Grv-are	Está cubierta por el embalse la zona donde se extraía.
210	726350	4698100	820	Grava	Prohibida la extracción del cauce del río Guarga.
210	718800	4697400	750	Grava	Prohibida la extracción del cauce del río.
210	720450	4697000	770	Grava	Prohibida la extracción del cauce del río.
210	724150	4696850	790	Grava	Prohibida la extracción del cauce del río.
210	715400	4694500	980	Arena	Reintegrada al paisaje. No se observa frente.
210	715300	4693200	1200	Arena	Cantera tapada por nuevo trazado carretera.
211	265500	4709100	600	Grava	Prohibido extraer grava del cauce del río Cinca.
211	741850	4706850	690	Grava	No se extrae hace años grava en este punto.
211	265150	4705650	580	Grava	No se extrae grava del cauce del río Cinca.
211	257850	4704900	660	Arena	Integrada en el paisaje.
211	264850	4704100	52	Grava	No se permite extraer material del cauce del río Cinca.
211	257700	4704000	700	Arena	Reintegrada en el entorno.

HOJA	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
211	259200	4700450	640	Grv-are	Integrada en el entorno. No se observa cantera.
212	284995	4703000	760	Zahorra	Se está integrando lentamente en el entorno.
212	265990	4706640	620	Caliza	La erosión que se está produciendo la está integrando en el entorno.
212	266070	4708110	590	Grv-are	Depósito de grandes dimensiones en el río Cinca, pero está prohibida la extracción.
212	265480	4699610	510	Grv-are	Sacaban de los límites del embalse, hoy está prohibido.
212	285590	4699200	670	Grv-are	Depósito en el río Esera que no se permite su aprovechamiento.
213	298650	4706950	1500	Caliza	Está totalmente cubierta de vegetación.
213	310995	4701500	960	Yeso	Se está integrando en el entorno. Sin accesos.
213	313650	4699030	850	Grava	Completamente restaurada e integrada en el lecho del río.
213	314500	4697930	905	Yeso	Ha desaparecido con las construcciones del pueblo.
213	314420	4697220	860	Arena	Está totalmente abandonada la cantera y la cerámica.
213	314010	4696560	920	Yeso	Explotación abandonada por mala calidad.
213	318000	4696260	990	Yeso	Totalmente integrada. En la plaza hay un huerto.
213	314090	4695690	840	Zahorra	Pie de monte calizo.
213	313520	4693290	850	Ofita	Las obras de la carretera la han desmontado.
213	313560	4692150	1090	Caliza	Totalmente integrada en el paisaje.
213	314320	4691180	890	Caliza	Las ampliaciones de la carretera la han eliminado.
213	314120	4691120	890	Caliza	Las ampliaciones de la carretera la han eliminado.
248	713200	4689350	1260	Caliza	Rintegrada en el paisaje.
248	719050	4688500	920	Caliza	Reintegrada en el paisaje.
248	713450	4683700	1240	Yeso	Ha desaparecido el frente de cantera.
248	714800	4679700	770	Arena	No se observa frente de cantera.
249	259350	4687440	880	Caliza	Pequeñas dimensiones. Casi ha desaparecido.
249	258700	4687000	870	Grava	Escasas reservas. Sin interés.
249	742000	4681350	820	Caliza	Localizada en paraje boscoso protegido.
249	739000	4677300	790	Caliza	Situada dentro de un bosque protegido
249	257600	4675300	700	Grava	Se han agotado las reservas.
249	263900	4674950	820	Caliza	Se está recubriendo de vegetación.
250	269900	4688500	580	Caliza	Pequeñas dimensiones. Recubriendose con vegetación

HOJA	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
250	268620	4685500	470	Grava	Se está integrando en el paisaje.
250	280200	4677100	510	Arena	Escasas reservas. Se está integrando en el paisaje.
250	287000	4676000	525	Zahorra	Se ha convertido en basurero.
250	281600	4675850	510	Arcilla	Restituida para usos agrícolas.
250	265400	4674500	620	Caliza	Pequeñas dimensiones. Reintegrandose en el entorno.
250	282200	4674100	460	Grava	Agotamiento de reservas. Río Isabena
250	266300	4673300	520	Grava	Se está recubriendo de vegetación.
251	313700	4687100	780	Caliza	Prácticamente ha desaparecido.
251	297350	4685900	700	Grava	Recubriéndose de vegetación.
251	296650	4684000	670	Grava	Se está recubriendo de vegetación.
251	295400	4681600	660	Grava	Se está integrando paulatinamente en el entorno.
251	312500	4681100	770	Caliza	Prácticamente ha desaparecido por la vegetación.
251	312400	4679400	610	Grava	Se está cubriendo de vegetación.
251	311000	4675200	590	Grava	Se está cubriendo de vegetación.
251	295900	4674980	750	Caliza	Pequeñas dimensiones. Está desapareciendo.
251	298600	4674600	1010	Caliza	Se está integrando en el paisaje.
251	310600	4673800	530	Grava	Se está restaurando con el crecimiento de la vegetación.
286	727500	4671900	590	Arena	Prácticamente no se apreacia el frente.
286	731250	4669150	580	Arena	Totalmente integrada en el paisaje.
286	719900	4656200	480	Arena	Integrada en el paisaje. No se observa frente.
286	719850	4653600	380	Arena	Totalmente restaurada de forma natural.
287	254050	4665950	500	Arena	Integrada en el paisaje.
287	733550	4664900	480	Arena	Pequeñas dimensiones. Integrada en el paisaje.
287	745100	4664400	500	Arena	Prácticamente desaparecida.
287	255000	4662800	390	Grava	No se extrae grava en esta zona del río Vero.
287	746600	4661600	460	Arena	Sin interés. Integrado en el paisaje.
287	252650	4659700	440	Yeso	Pequeñas dimensiones. Integrado en el paisaje.
287	252950	4658850	440	Yeso	No presenta interés.
287	253850	4657600	410	Yeso	Afloramiento sin interés.
287	737950	4654700	350	Grava	No se extrae grava del cauce del río Alcanadre en este punto.
288	270000	4671600	510	Caliza	Se ha convertido en basurero.

HOJA	COORDENADAS UTM			SUSTANCIA	CAUSA DE LA BAJA
	X	Y	Z		
288	290750	4665350	725	Caliza	Pequeñas dimensiones y situado a pie de carretera.
288	270300	4660400	400	Yeso	Cubierta de vegetación.
288	270500	4660300	415	Caliza	Está cubriéndose de vegetación.
288	271700	4663150	350	Grava	Se han efectuado plantaciones de árboles.
288	275500	4655400	575	Caliza	Recubierta por vegetación.
288	286800	4655000	700	Zahorra	Plantaciones de cereales.
288	277900	4653800	660	Caliza	Cubierta de vegetación.
289	316500	4670500	1040	CGL	Pequeños frentes sin interés.
289	292300	4664800	740	Caliza	Ha desaparecido el frente de cantera.
289	292100	4664200	700	Arena	No existen indicios de frente.
289	292400	4663150	650	Arcilla	Se ha integrado de forma natural en el entorno.
289	292500	4662850	640	Grava	Ha desaparecido con la nueva carretera.
289	292800	4662450	640	Arcilla	Se ha desmontado para nuevo trazado.
289	312700	4662025	970	Caliza	No se aprecia frenate de cantera antigua.
289	294300	4661400	570	Grava	Ha desaparecido. Se ha integrado en el entorno.
289	294400	4656500	700	Cuarzo	Se trata de un ensanche de caminos.

8.2.- DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS

Sustancia	Explotador	Coordenadas		Usos
Caliza	Mondreco S.A. Paseo San Agustín Zaragoza	712650	4684550	Aridos para carretera y construcción
Halita	Comunidad Vecinos Ayuntamiento 974/ 304151 Plaza Mayor, 4 Naval (Huesca	265000	4674800	Ganadería, alimentación, ind. química, agricultura
Halita	Rito Armisen Las Venta-Graus (Huesca)	275800	4686800	Ind. química, alimentación.
Arcilla	Varios Naval (Huesca)	265700	4680000	Cerámica artesanal
Grava y Arena	Angel Serena Benabente de Aragón Graus (Huesca)	292800	4677300	Aridos
Grava y Arena	Felipe García Berunes c/ Instituto Laboral s/n Sabiñánigo (Huesca)	719250	4708400	Zahorra para rellenos, cimentaciones.
Grava y Arena	Hormigones y Aridos del Pirineo Aragonés Carretera Biescas s/n Sabiñánigo (Huesca)	714300	4698900	Hormigones
Grava y Arena	" "	711750	4701700	Hormigones
Grava y Arena	Hormigones del Pirineo S.A. Avda. Pirenaica s/n Ainsa (Huesca)	264700	4701200	Hormigones y prefabricados
Halita	G. Portella Pequera Avda. Pirineos, 5-7ºA 974/ 311282 Barbastro (Huesca)	281100	4662900	Ind. química, alimentación.
Halita	José Sánchez Monzon (Huesca)	282990	4656350	Ind. química, alimentación.

Sustancia	Explotador	Coordenadas		Usos
Grava y Arena	Aridos Andreu Bco. Ariño s/n 974/ 311865 Barbastro (Huesca)	267700	4659600	Prefabricados.
Caliza	A. Villanova Cascarra c/ Barón de Eroles, 9 974/ 400268 Monzón (Huesca)	274000	4657900	Fábrica de carburos.
Caliza	-	275650	4655850	Hidronitro, escollera.
Arcilla	Almar Gestio S.A. Cant Fatjo dels Urons Apdo. 97 93/ 6925500 S. Cugat del Valles (Barcelona)	289650	4658650	--
Grava y Arena	F. Gistau Foncilla c/ Benasque, 8 Barbastro (Huesca)	267000	4657550	Aridos para gaviones.
Grava y Arena	Aridos y Hormigones de las Pilas S.L. Ctra. Graus-Barbastro Km. 7 974/ 310880 Barbastro (Huesca)	268100	4660100	Hormigones
Grava y Arena	HORMYAPA Ctra. Biescas s/n Sabiñánigo (Huesca)	717200	4712100	Hormigones
Arenisca	--	735600	4720000	Piedra para restauración.
Zahorra	--	274290	4716800	Obras públicas.
Zahorra	--	737000	4731250	Obras públicas
Grava y Arena	--	275600	4715850	Carreteras.
Caliza Marmórea	SEMOSA Ctra. Canillas, 138 91/ 7595912 Madrid	291520	4714860	Terrazo y mármol.

Sustancia	Explotador	Coordenadas		Usos
Mármol	SEMOSA Ctra. Canillas, 138 91/ 7595912 Madrid	704150	4737150	Roca ornamental.
Fluorita	Minas de Formigal Hotel Giralt 974/ 485268 Biescas (Huesca)	712200	4741650	Fundente y colecciones.
Fluorita	" "	710800	4742200	Fundente y colecciones.
Pegmatita	ERIASA Vía Augusta, 261 93/ 2054313 Barcelona	312020	4741620	Roca ornamental

8.3.- DIRECTORIO DE CENTROS DE TRANSFORMACION

SUSTANCIA	PROCESO	PRODUCTO FINAL	EMPRESA-DOMICILIO	MUNICIPIO
Arcilla	Manual y cocción	Cerámica Art.	Alfarería A. Echevarria	Naval
Arcilla	Manual y cocción	Cerámica Art.	Alfarería F. Cuetos	Naval
Arcilla	Manual y cocción	Cerámica Art.	Alfarería Abio	Bandalies
Arenas y Gravas	Clasif. y lavado	Aridos	Amortini y Mora, S.L.	Benasque
Arenas y Gravas	Clasifica.	Hormigón	Aridos y Horm. Puente Las Pilas,S.A.	Estada
Arenas y Gravas	Clasif. y lavado	Hormigón	Hormigones del Pirineo, S.A.	Ainsa
Arenas y Gravas		Hormigón	Aridos y Hormigones Vidal, S.A.	Graus
Arenas y Gravas	Clasifica.	Hormigón	Hormigones Girart	Huesca
Arenas y Gravas		Hormigón	Aridos y Hormigones Puente Las Pilas	Barbastro
Arenas y Gravas		Hormigón	AHYSDES, S. L.	Ainsa
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones Huesca	Angües
Grava+Cemento	Amasado	Prefabricados	Prefabricados IPEVA, S. A.	Barbastro
Grava+Cemento	Amasado	Prefabricados	Prefabricados del Cinca, S.A.	El Grado
Triturados+Cemento	Amasado	Terrazos	REVITUBO, S.A.	Tiera
ClNa, ClK, NaOH,etc.			Energía e Industrias Aragonesas	Sabiñánigo
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones Huesca S.L.	Angües
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones Giral S.A.	Huesca
Arenas Y Gravas	Clasif. y lavado	Aridos	Marino Sisques	Azanny
Arenas y Gravas	Clasif. y lavado	Aridos	Lázaro Noguero	Osso
Arenas y Gravas		Hormigón	Ribagorzana de Construcciones	Estadilla
Arenas y Gravas		Hormigón	Aridos y Hormig. Antonio Biescas	Ayerbe
Arenas y Gravas	Clasif. y lavado	Aridos	Aylagas García	Plasencia M.
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones del Pirineo S.A.	Salillas
Arenas y Gravas	Clasif. y lavado	Aridos	José Mª Pociello	Estopiñán
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones Huesca S.L.	Angües
Arenas y Gravas		Hormigón	Vidal, Arión y Hormigones S.A.	Graus
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormapa S.A.	Sabiñánigo
Arenas y Gravas		Hormigón	Hormigones Fraga S.L.	Fraga
Arenas y Gravas		Hormigón	Boiria S.L.	Huerto
Arenas y Gravas		Hormigón	Aridos y Hormigones Biescas	Ayerbe
Arenas y Gravas		Hormigón	Quibus S.A.	Ontiñena
Aridos+Asfalto	Mezclado	Aglom. Asfáltico	Construcciones Roldan, S. A.	Huesca

8.4.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

8.4.1.- Arcilla Común

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

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

Propiedades físicas

La propiedad más importante de las arcillas 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 adsorbidos
. Cantidad de agua en la pasta
. Naturaleza de los iones contenidos en el agua de amasado

Usos y especificaciones

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

Son asimismo utilizadas en manufactura de cementos y en la producción de áridos ligeros -arcillas expandidas-.

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 ilítica o ilítico-caolinítica.
- Contenidos en esmectitas (<10-15%) para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.
- Arena silícea en proporción variable: hasta 30-40%, actuando como desgrasante.
- Ausencia de carbonatos en granos, siendo tolerable la calcita muy fina (<15%).
- Elementos colorantes:

  5-10% de Fe_2O_3 para tonalidades rojizas
  3-10% de TiO_2 en presencia de Fe_2O_3: tonalidades amarillentas
  0,5-4% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3: tonalidades ocres.

  El color aparece asimismo afectado por otros factores tales como:

  - Temperatura de cocción
  - Grado de vitrificación

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

. Impurezas no deseables:

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

El uso de estas arcillas en lozas queda restringido a las lozas de baja calidad (lozas groseras y medias), requiriéndose arcillas semirrefractarias con relaciones de contenido caolín/otras arcillas, altas. Para gres se utilizan arcillas ilítico-caoliníticas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 <15%. El objetivo en 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 ilita, clorita,, esmectita, vermiculitas, ... La presencia de caolinita es un factor limitante por su carácter refractario (<40%).

Interesan arcillas con contenido elevado en materia orgánica y óxidos de hierro para poder liberar el gas necesario para la expansión:

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

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

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

Ensayos

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

8.4.2.- 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 de terrazas fluviales, lechos de ríos, rañas, etc., 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 menuda ..	15	a	30 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

8.4.3.- **Arenas silíceas**

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

En general se explotan en canteras a cielo abierto, con medios mecánicos simples.

Usos y especificaciones

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

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

	Vidrios Blancos	Vidrios Semi-blancos	Lanas
SiO2	>99%	>98,5%	>98%
Fe2O3	<0,03%	<0,2%	<0,3%
Cr2O3	<0,0003%	<0,005%	-
Al2O3	<1%	-	-

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

En el vidrio plano el contenido máximo permitido de Fe2O3 es de 0,1%.

En fundición las especificaciones más utilizadas son:

- Contenido en SiO2 entre 95-98%.
- Contenido en carbonatos, en forma de CO2 entre 0,1-0,4%.

Ensayos

Los ensayos más comunes son los siguientes:

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

8.4.4.- Caliza

Las calizas son rocas sedimentarias de origen químico, detrítico u 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 gran 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 repar-

ten un 58,2% y un 38,6% respectivamente del tonelaje total extraído en España.

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

- **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 arcilla, yesos, piritas y rocas friables o porosas en exceso.

- **Fabricación de cemento**

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

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

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

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

Para mayor información ver el capítulo de Cementos, Cales y Yesos.

- **Fabricación de cal**

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

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

La norma UNE 41-066 clasifica las cales como:

. Cales aéreas:

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

. Cales hidráulicas:

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

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

			Residuos tamiz UNE	
	CaO+MgO	CO_2	0,2	0,08
- Cal aérea I	90%	5%	5%	10%
- Cal aérea II	60	5	15	-

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

	$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$	Residuos		Resiten.
		Tamiz 0,2	Tamiz 0,08	Compres.
- Cal hidráulica I	20%	5%	20%	50 Kg/cm²
- Cal hidráulica II	15	10	-	30
- Cal hidráulica III	10	10	-	15

CO_2 <5% para las tres calidades.

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

El índice hidráulico es la proporción de los compuestos de Sílice, Alumino e Hierro presentes en las arcillas en forma de silicatos yel Magnesio y Calcio de caliza expresados en porcentaje en peso de los óxidos correspondientes.

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

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

- **Papel y pulpa de papel**

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

Un análisis típico de caliza para papel es el siguiente:

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

- **Cargas blancas**

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

Los sectores en los que se utilizan son:

. Cerámica
. Insecticidas
. Pinturas y pigmentos
. Papel
. Caucho
. Baldosas y pigmentos
. Asfaltos
. Productor de calafateado
. Papel de fumar
. Cosméticos
. Lapiceros
. Explosivos
. Alimentación
. Cubiertas de suelos
. Gravas y aceites
. Colas
. Cueros
. Linóleos
. Pulimentos de metales
. Jabón y detergentes
. Pasta dentrífica
. Tintas blancas
. Aislamientos de cables eléctricos

- **Vidrio**

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

En general se exige que la caliza contenga un mínimo del 98% de Carbonato de cCalcio y Magnesio, siendo muy importante la limitación de los óxidos de Hierro y materia orgánica que no deben exceder del 0,035% y 0,1% respectiva-

mente. Los óxidos de Manganeso, Plomo, Azufre y Fósforo, deben ser mantenidos al mínimo, sin que en ningún caso excedan del 0,1%. El residuo insoluble en ClH, incluyendo la sílice debe ser menor del 1%.

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

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

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

- **Metalurgia**

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

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

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

- **Tratamiento de azúcares**

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

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

- **Desulfuración de los gases de combustión**

El azufre se puede eliminar antes, durante o después de la combustión. El procedimiento más generalmente utilizado es la eliminación del azufre en los gases de salida. Este proceso puede llevarse a cabo por vía seca o húmeda. El más empleado es el de vía húmeda, en el que la caliza actúa como reactivo absorbente en forma de carburo de calcio y en mezclas de cal o caliza.

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

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

- **Calizas como correctores de suelos en agricultura**

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

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

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

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

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

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

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

Como valores generales se puede tomar:

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

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

A continuación se ofrecen datos obtenidos sobre calizas de la Formación "Calizas de Vegadeo". (I.G.M.E. 1985-f).

Ca %	Mg %	P %	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	S.C.	C.C.E.	V.N.
34,3	0,37	0,0018	-	36	61	60,62	94	56
36,7	0,16	0,0043	6	36	-	62,5	91,0	55,7

Ensayos generales sobre calizas

Los ensayos preliminares más utilizados son:

. Análisis químico completo
. Comportamiento ante la calcinación
. Reactividad

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

En el caso de su utilización en ornamentación los ensayos son más específicos, realizándose ensayos de pulido, choque térmico y todos los normalizados que aparecen detallados en el capítulo de rocas ornamentales.

Normativa

Otras normas para distintos ensayos son:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- ASTM D75-79 - Ensayo a la abrasión Los Angeles.

- ASTM D 3-18 - Resistencia al impacto.

- ASTM C88-61 - Resistencia a los agentes atmosféricos.

Como se menciona para el caso de las dolomías, para muchos de los usos no existen normativas en España, estando en estudio el proyecto de normativa realizado por el I.G.M.E. en el que se incluyen además de las ya citadas en 4.26, las siguientes:

. Caliza para purificacion de azúcares.
. Calizas para alimentación animal.

8.4.5.- Cuarcita y Arenisca

Las cuarcitas son, en su acepción más general, rocas metamórficas, formadas casi exclusivamente por cuarzo. Derivan habitualmente del metamorfismo sobre areniscas y en menos ocasiones tienen un origen metasomático.

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

Usos

. La cuarcita es considerada como un 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 áridos y refractarios

Normativa

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

8.4.6.- Diabasas y Ofitas

Las diabasas son rocas de composición mineralógica idéntica a la de los gabros, es decir, formadas esencialmente por plagioclasas y piroxenos, en particular augita, pero de yacimientos filonianos o subvolcánicos. Las diabasas se caracterizan por su estructura ofítica, que consiste en un entrecruzado de cristales aplanados de plagioclasa en cuyos intersticios se encuentran piroxenos en grandes placas que incluyen cristales de plagioclasa.

El término "ofita" se aplica a las rocas volcánicas básicas asociadas a fenómenos de diapirismo pero que petrológicamente corresponden a diabasas con textura ofítica.

Propiedades y usos

Su compacta textura hace de las diabasas una roca muy dura, tenaz, y muy resistente a la alteración. Son rocas duras, pero debido a la ausencia de cuarzo o a su muy pequeña proporción, no resultan abrasivas a la maquinaria.

Poseen un densidad de 2,8 a 3,1 t/m^3, resistencia a compresión alta (1800-2500 kp/cm^2) y conductividad térmica de 500 a 560 x 10^5 cal/s/cm.

Su utilización fundamental se efectúa en el campo de los áridos de trituración (agregados de hormigón, carreteras, balasto); modernamente se aplican como agregados de alta densidad en blindajes de hormigón de reactores nucleares. También se pueden utilizar, aunque es poco frecuente, como roca de construcción (ornamental, silleria, revestimientos).

Análisis y ensayos

Como posible roca de construcción, cabe considerar los siguientes análisis y ensayos:

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida

- Resistencia a compresión simple
- Absorción y peso específico
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia al choque
- Coeficiente de dilatación lineal térmica
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop

Es decir, se consideran los ensayos habituales para definir totalmente una roca destinada a su uso como revestimiento en general. Para su utilización como árido de machaqueo, se tienen los siguientes ensayos:

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 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 normativa general para áridos.

8.4.7.- Dolomía

Las dolomías son rocas compuestas fundamentalmente de dolomita. Este es un carbonato doble de calcio y magnesio, cuya fórmula es $(CO_3)_2CaMg$, con un contenido de 54,3% de CO_3Ca y 45,7% de CO_3Mg.

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

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

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

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

Usos y especificaciones

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

Los sectores que mayor volumen de dolomía utilizan actualmente, son el de la construcción, fundamentalmente como árido de trituración, con un porcentaje próximo al 66% del tonelaje total extraído, el de la fabricación de vidrio y como fundente en procesos siderúrgicos.

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

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

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

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

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

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

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

- La dolomía como refractario se utiliza en tres formas: dolomía cruda, calcinada o calcinada a muerte.

  Se exige que la dolomía contenga más del 20% de carbonato de magnesio, menos del 0,05% de azufre y menos del 2% de sílice, siempre en tamaños menores de 2 cm.

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

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

	Dolomía cruda	Dolomía calcinada	Dolomía tostada
CO_3Mg	>20%	>20%	>35%
SiO_2	< 2%	< 2%	< 1%
$Fe_2O_3+Al_2O_3$	-	-	< 1,5%
S	< 0,05%	-	-
Tamaño	< 2 cm	< 2 cm	< 1 cm

Ensayos

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

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

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

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

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

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

Normativa

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

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

- Dolomías para refractarios
- Calizas y Dolomías para espolvoreo de minas de carbón
- Calizas y Dolomías para cargas blancas, Cerámica

- Calizas y Dolomías para refractarios
- Calizas y Dolomías para cargas blancas, Caucho
- Dolomías para fabricación de papel
- Calizas y Dolomías para vidrio
- Calizas y Dolomías para corrección de suelos

Ver normativas generales de Aridos, Refractarios, Vidrio y Usos agrícolas.

8.4.8.-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. Asímismo, 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 Específ.	Ind. de Refracc.	Punto de Fusión
51,1	48,9	4	3,18	1,4339	1.270º C

El peso específico oscila entre 3.01-3.6 gr/cm^3 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 la 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 la obtención de fluorocarbonos, fluoruro alumínico, criolita sintética,....

  Especificaciones:

  CaF_2 > 97%
  H_2O < 0,1%
  Otras impurezas (As, Pb): según usuarios

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

	% CaF_2
Grado I.....	95-96
Grado medio....	93-94
Grado II.....	85-90

  El contenido en impurezas depende de los usuarios. Habitualmente: SiO_2 < 2,5-3%, así como cantidades limitadas de calcita, 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 % de SiO_2 por 2,5 y sustrayéndolo del % de CaF_2.

- Optica: Dimensiones mínimas de los cristales 6x6x6 mm.
  Los cristales de fluorita óptica son utilizados para fabricación de lentes acromáticas, prismas para espectógrafos, 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 químicos
- Difracción de Rayos-X

8.4.9.- Granito

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

elaboradas con 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 y en el de los áridos. Como piedra de construcción puede utilizarse en revestimientos, interiores o exteriores, peldaños, pavimentos, sillares, bordillos, adoquines, monumentos, etc. El granito fragmentado se utiliza como árido (hormigones, agregados asfálticos, finos de carreteras), 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 se tiene:

Roca de construcción (revestimientos, pavimentos, sillería)

Los ensayos más relevantes a realizar son:

	A	B	C	D	E
Masa Volúmica	XX	XX	XX	X	x
Absorción	XX	X	XX	X	X
R. Compresión	XX	X	XX	X	XX
R. Flexión	XX	X	XX	XX	XXX
R. Choque	X		XXX	XX	XXX
R. Heladas	XXX	X	XXX	X	XX
R. Desgaste	X	X	XXX	XX	XXX
Choque Térmico	XXX	X	XXX	X	XX

A . . . . . Revestimientos Exteriores

B . . . . . Revestimientos Interiores

C . . . . . Pavimentos Exteriores

D . . . . . Pavimentos Interiores

E . . . . . Peldaños

XXX.. Muy importante XX.. Importante X.. Poco Importante

Aridos

Los ensayos generales para áridos se pueden ver en el apartado 8.5.2.

Normativa

Para áridos se puede contemplar en el apartado 8.5.2.

La normativa (Normas UNE) para las rocas ornamentales es muy detallada y se describe a continuación:

7-067-54	Determinación del peso específico de los materiales pétreos
7-068-53	Ensayo de compresión de adoquines de piedra
7-069-53	Ensayo de desgaste por rozamiento, en adoquines de piedra
7-070-53	Ensayo de heladicidad en adoquines de piedra
22-170-85	Granitos ornamentales. Características generales
22-171-85	Idem. Tamaño de grano
22-172-85	Idem. Absorción y peso específico aparente
22-173-85	Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
22-174-85	Idem. Resistencia a las heladas
22-175-85	Idem. Resistencia a la compresión
22-176-85	Idem. Resistencia a la flexión
22-177-85	Idem. Módulo elástico
22-178-85	Idem. Microdureza Knoop
22-179-85	Idem. Resistencia al choque
22-180-85	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 Knoop
22-189-85	Idem. Resistencia al choque
22-190-85	Pizarras ornamentales (Placas y losas).Generalidades
22-191-85	Idem. Absorción y peso específico aparente
22-192-85	Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
22-193-85	Idem. Resistencia a las heladas
22-194-85	Idem. Resistencia a la compresión
22-195-85	Idem. Resistencia a la flexión
22-196-85	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

8.4.10.- Halita

La halita -ClNa-, sal gema y sal común es un mineral corriente y abundante, con una amplia distribución mundial.

Se presenta en solución en el agua de los océanos (1-5% ClNa), en lagos salados (asociado con sulfato sódico, minerabilita, thenardita, trona, burkeyta ...), en aguas subterráneas ... y en forma de depósitos minerales tipo "playa lake", estratificado, en domos y diapiros ... asociada con otros minerales evaporíticos.

Composición y propiedades

% Cl	% Na	Dureza	Peso Específico	Punto de fusión
60,7	39,3	2,5	2,16	772ºC

Solubilidad en agua (0ºC - 35,7%
(100ºC - 39,8%

Usos y especificaciones

* La industria química absorbe más del 50% de la producción de sal común, siendo utilizada en la producción de cloro, carbonato sódico, hidróxido sódico, ácido chorhidrico, sulfato sódico ... compuestos que, a su vez intervienen en la manufactura de más de 14.000 productos químicos diferentes.

* Como nutriente o condimento, en la industria conservera, sal de mesa, quesos, mantequillas, ...

* Como conservante en carnes, pescados, queso, ...

* Lodos de perforación.

* En procesos metalúrgicos

* Como anticongelante, en carreteras con nieve, manufactura de hielo, helados ...

Explotabilidad

En general, la pureza de los depósitos debe ser del 95% o superior.

Explotación y procesado

La explotación de sal común se realiza mediante minería subterránea -cámaras y pilares; por disolución y por evaporación solar.

En el primero de los casos, el procesado suele ser simple, requiriéndose un machacado y tamizado. Para obtener grados mayores de pureza (99%) se utiliza el proceso Sortex o el proceso Termoadhesivo. Para grados aún mayores (99,99% ClNa), sal, finalmente triturada es disuelta y recristalizada.

Ensayos

- Análisis químico
- Análisis mineralógico

Normativa

UNE 34-202-81 Cloruro sódico (sal comestible). Determinación de materias insolubles en agua o en medio ácido y preparación de las disoluciones de partida para otras determinaciones.

UNE 34-203-81 Idem. Determinación de la pérdida de masa a 110ºC.

UNE 34-204-81 Idem. Determinación del calcio y del magnesio. Método complexométrico con EDTA.

UNE 34-205-81 Idem. Determinación de halógenos expresados en cloro. Método mercurimétrico.

UNE 34-206-81 Idem. Determinación de nitritos. Método permanganimétrico.

UNE 34-207-81 Idem. Determación de yoduros. Método yodométrico.

UNE 34-208-81 Idem. Determinación de potasio. Método volumétrico.

UNE 34-209-81 Idem. Determinación de hierro. Método fotométrico.

UNE 34-210-81 Idem. Determinación de fluoruros. Método fotométrico.

UNE 34-231-81 Idem. Determinación de hexacianoferrato soluble en agua. Método fotométrico con azul de prusia.

UNE 34-232-81 Idem. Análisis granulométrico por tamizado mecánico.

UNE 34-233-81 Idem. Determinación de sulfatos como sulfato bárico. Método gravimétrico.

PNE 30-302-77 Cloruro de sodio para uso industrial. Determinación de las materias insulubles en agua o en medio ácido.

PNE 30-303-77 Idem. Determinación de la pérdida de masa a 110ºC.

PNE 30-304-77 Idem. Determinación complexométrica con EDTA de calcio y magnesio.

PNE 30-305-77 Idem. Determinación mercurimétrica de halógenos.

8.4.11.- Margas

La marga es una roca de carácter híbrido, ya que está constituída por carbonato cálcico y material arcilloso.

Estos componentes se encuentran en proporciones muy diversas, habiéndose establecido la siguiente clasificación:

Porcentaje de carbonatos	Sustancia	Porcentaje de arcillas
100	Caliza	0
95	Caliza margosa	5
85	Marga-Caliza	15
75	Marga-calcárea	25
65	Marga	35
35	Marga	65
25	Marga-arcillosa	75
15	Marga-Arcilla	85
5	Arcilla-margosa	95
0	Arcilla	100

Métodos de extracción

Al ser una roca mixta, el método de explotación dependerá del porcentaje de cada uno de los componentes, efectuándose siempre a cielo abierto. Así, si el porcentaje de carbonato es elevado, la dureza de la roca requerirá el empleo de explosivos para el arranque, mientras que si el

material arcilloso es el dominante generalmente, se realizará el arranque con métodos mecánicos simples.

Usos y especificaciones

El sector que utiliza un mayor volumen de margas, es el de la elaboración de cementos, tanto naturales como el tipo Portland, al encontrar en muchas ocasiones el porcentaje requerido de carbonatos y arcilla de forma natural, o bien con escasa adición de alguno de los componentes.

Los porcentajes más favorables son los que contienen del 35-60% de carbonato o bien en margas arcillosas con un contenido en caliza entre el 25-35%.

También son utilizadas en la elaboración de cales hidráulicas, lanas minerales y en cerámica vasta (ladrillos, tejas, ...).

Los ensayos más utilizados son generalmente los mismos que para otros materiales utilizados en los mismos sectores. Así se efectúan:

- Análisis químico
- Determinación de la humedad
- Porcentaje de carbonatos
- Contenido de materia orgánica

La normativa utilizada es la misma que se ha enumerado para la caliza, respecto de los usos comunes. Ver apartado 8.4.4.

8.4.12.- Mármol y Serpentina

Se define el mármol como una roca metamórfica, constituida por un mosaico de cristales de calcita (CO_3Ca) y/o dolomita ($(CO_3)_2CaMg$), presentando a menudo otros minerales metamórficos en proporciones variables.

Esta sería la definición en sentido estricto, sin embargo en sentido comercial el término es micho 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 (Peridotitas generalmente). El aspecto de este material es muy variado por la heterogeneidad que presenta debido a su propia génesis. Como roca ornamental es muy apreciada, si bien presenta algunas restrinciones 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 fuera 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 la elaboración de monumentos, estatuas y otros productos artesanales.

Los usos de la serpentina son practicamente 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 neumáticos, 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

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 gr/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 Knoop . . . . . 140,4 Kg/mm^2

8.4.13.- Pizarras

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

Las propiedades esenciales de las pizarras, que condicionan sus usos son: fisilidad, finura de grano, baja porosidad, dureza, inalterabilidad, etc.

La explotación de los yacimientos de pizarra suele efectuarse a cielo abierto, 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
- Grado de fisilidad

Para determinar las propiedades fisicomecánicas de las pizarras para cubiertas elaboradas es necesario efectuar los siguientes ensayos:

- Peso específico aparente
- 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 u 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 recigen en la Norma UNE 22-201.

El cuadro siguiente refleja la importamcia 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
Pizarras para cubiertas	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	-	-	-
Losas pavim. exteriores	XX	X	XXX	X	X	XXX	XX	XX
Losas pavim. interiores	X	-	-	X	X	XXX	XX	XX
Placas revest. exteriores	XX	X	XXX	XX	X	-	-	XX
Placas revest. interiores	X	-	-	X	XX	-	-	XX
Bloques para muros,colum.	XXX	X	XX	-	-	XXX	-	-

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

X. Poco importante XX. Importante XXX. 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 las normas UNE 22-201.

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

Origen y composición

- Las pizarras de una misma partida procederán del mismo yacimiento,

salvo que expresamente se hayan aceptado otros términos.

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

Dimensiones y curvatura

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

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

- Las placas de pizarra no tendrán una curvatura superior al 1,5%. (Las pizarras con mayor curvatura pueden emplearse en otras aplicaciones).

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 mecánicos (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 gr/cm^3 (UNE 22-191)

- Las placas de pizarra no tendrán un grado de absorción de agua superior al 3%. (UNE 22-191)

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

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

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

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

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

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

8.4.14.- Turba

La turba constituye el término más moderno de la serie de los carbones. Su formación supone la primera etapa de un proceso de descomposición de restos de procedencia vegetal que conduce, en última instancia, a la formación de hulla o antracita. Esta acción ocurre en lugares pantanosos, donde crecen y mueren plantas lacustres.

La mayor parte de la materia turbosa está constituida por ácidos húmicos, cuya composición corresponde a la fórmula empírica $C_{48}H_{32}O_{24}$. La turba, una vez secada y libre de cenizas, se compone de aproximadamente 60% de carbono, 6% de hidrógeno y 34% de oxígeno, que corresponde a la fórmula $C_{24}H_{18}O_{10}$. La composición tipo de la turba es la siguiente:

Agua.....20-30%	Acido húmico.....40-60%
Cenizas..... 1-10%	Huminas..... 0-10%
Celulosa..... 0-15%	Azufre.....0,1-0,2%
Pentosas y azúcares.. 5-10%	Nitrógeno.....0,7-3,4%
Ceras y resinas.....1,5-13%	

En estado bruto, la turba contiene entre 75 y 95% de agua, pero por secado al aire, ese porcentaje baja al 20%. En la naturaleza, la turba se presenta como turba rubia, llamada así por su color marrón claro y como turba negra, que aparece a mayor profundidad, no tiene estructuras vegetales y es de color oscuro.

Usos

Las propiedades químicas de cada tipo de turba citado implican aplicaciones industriales diferentes. La turba rubia se utiliza únicamente como corrector de suelos en agricultura y horticultura. La negra puede utilizarse directamente como combustible. Además de estas aplicaciones de carácter general, cabe citar las siguientes, entre otras:

- Calefacción y empleo de coque de turba en fabricación de carbones activos para la depuración del agua y de los humos.
- Fabricación de carbones decolorantes para la industria alimentaria.
- Combustible en la industria cerámica para la fabricación de ladrillos refractarios ligeros.
- Combustible doméstico.
- Filtrado de whisky
- Producción de vapor
- Agente aglutinante
- Agente curtiente
- Almacenamiento y empacado
- Elaboración de Mg metal
- Industria de explosivos
- Aislamiento térmico y acústico
- En mezclas arenosas de fundición

Explotación

En las explotaciones españolas el arranque de la turba se efectúa en la mayoría de los casos mediante pala excavadora. Se procede al desmonte del recubrimiento arcilloso o arcilloarenoso y luego se extrae la turba, que suele secarse a pié de cantera, y se transporta posteriormente a centros de consumo o transformación.

Ensayos

Para la definición de la utilidad de una turba en alguno de los campos de aplicación, son precisos los siguientes ensayos o determinaciones:

- Carbono fijo
- Nitrógeno
- Humedad
- Contenido en azúcar
- Materia orgánica
- Poder calorífico
- Acidos húmicos y ácidos fúlvicos
- Indice de calidad como abono
- pH

Especificaciones

Para evaluar la calidad de la turba bajo el punto de vista de

su aptitud como fertilizante, existen unas normas publicadas en el B.O.E. núm. 147 de 20 de Junio de 1.970, que fijan las estipulaciones que deben cumplir las turbas para ser usadas como correctivas de suelos:

- Materia orgánica..... 60%

- Cenizas..... 40%

- Humedad..... 50%

Dichas normas legales no establecen con la claridad necesaria las calidades de las turbas; el Instituto de Edafología del CSIC usa como parámetros el pH, contenido en N_2, materia orgánica, ácidos fúlvicos y ácidos húmicos.

8.4.15.- Yeso y Anhidrita

El sulfato de calcio se presenta en la naturaleza bajo dos formas estables: una anhídra ($CaSO_4$ - anhidrita), poco utilizada industrialmente, y otra dihidratada ($Ca\ SO_4\ .\ 2H_4O$ - yeso), materia prima del yeso industrial.

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

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

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

Composición y propiedades

	CaO	SO_3	H_2O	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 algez, en sus variedades laminar, fibrosa, etc., generalmente acompañado de impurezas de tipo arcilloso.

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

El procesado requiere una primera etapa de trituración y molienda que debe adecuarse al sistema de deshidratación a utilizar, variando el grado de

trituración de la roca cruda. Habitualmente se emplean machacadoras de mandíbulas y de conos.

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

En otros procedimientos, la cocción se efectúa sin combustión, 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 Tm
- Relación espesor cobertera/capa explotable <2
- Espesor mínimo explotable: 1 m

Ensayos

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

Especificaciones y normativas

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

Clase	% Mínimo de $CaSO_4.2H_2O$	% 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 31-5-1085 (B.O.E. nº 138, 10-6-1985) especifica el Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción, anulando las normas UNE 102-010 y 102-011. Se establecen los siguientes tipos y características:

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

CARACTERISTICAS	YG YGGL	YF YF/L	YP	E-30 E-30/L	3-35-E-35/L
Químicas:					
Agua combinada, en tanto por ciento, máximo	6	6	6	7	7
Indice de pureza (contenido teórico total en sulfato de calcio y agua) en tanto por ciento, mínimo	75	80	85	90	92
Sulfato de calcio semihidrato ($SO_4Ca\,1/2H_2O$) en tanto por ciento, mínimo	-	-	-	85	87
pH mínimo	6	6	6	6	6
Finura de molido:					
Retención en el tamiz 0,8 UNE-7.050, en tanto por ciento,máximo	-	-	-	0	0
Retención en el tamiz 0,2 UNE-7.050, en tanto por ciento,máximo	50	15	30	5	1
Resistencia mecánica a flexotraccion, 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	8:20	8:20	8	8:20	8:20
Duración del estado plástico, mínimo en minutos	10:30	10:30	10	10:30	10:30

- **Otras normas son:**

UNE 102-037 - Yesos y escayolas de construcción. Método de análisis de fases

UNE 102-031 - Métodos de ensayos físicos y mecánicos

UNE 102-032 - Métodos de análisis químicos.

- **Normas francesas:**

NF B 12-201 - Yesos de construcción

NF B 12-401 - Finura por tamizado

NF B 12-303 - Yesos finos de construcción para enlucidos de muy alta dureza

NF B 12-302 - Yesos para staff

- **Normas inglesas:**

BS 1191 - Pláster de yeso para la construcción

BS 4598 - Pláster para impresiones dentales

- **Normas USA:**

ASTM C 22-50 - Especificaciones standard para la piedra de yeso

ASTM C 563-72 - Método standard de ensayo para determinar el SO_3 óptimo en el cemento Portland

ASTM C 471-72 - Análisis químico del yeso y productos de yeso

ASTM C 61-64 - Especificaciones para el cemento Keene

ASTM C 28-68 - Especificaciones para 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

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

Las sustancias descritas en el apartado anterior, pueden agruparse, en función de sus usos y sectores económicos de consumo y de acuerdo con la clasificación efectuada en el "Manual de Metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a E. 1:200.000", editado por el I.T.G.E. según las siguientes categorías:

- Rocas ornamentales
- Rocas de construcción (sillería, techado, pavimentación, etc.)
- Aridos naturales
- Aridos de machaqueo
- Cementos
- Cales
- Yesos
- Cerámica estructural
- Industria química
- Agricultura (fertilizantes, correctores y sustratos)
- Fundentes
- Arenas de moldeo

8.5.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción

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 incluye aquí un amplio grupo de rocas ígneas con textura granular o gneisica visible:

- Granitos s.s., granodioritas, adamellitas, ...
- Sienitas, sienitas nefelínicas, monzonitas, monzosienitas
- Basaltos, basanitas, nefelinitas, ...
- Gabros s.s., gabros olivínicos, troctolitas, noritas, anortositas, diabasas, ...
- Pórfidos y lamprófidos
- Fenolitas, tefritas, ...
- Harzburgitas, wehrlitas, lerzolitas, ...
- Gneises y migmatitas

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

· **MARMOLES**

Desde el punto de vista comercial se incluyen:

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

· **ARENISCAS**

· **PIZARRAS**

Su uso principal es la fabricación de placas delgadas (3 a 6 mm) para

cubiertas, aunque también se utilizan losas algo más gruesas (10-30 mm) para revestimientos y solados, e incluso pequeños bloques para mampostería. Las pizarras de grano fino se utilizan preferentemente para cubiertas, mientras que las pizarras de grano grueso, pizarras arenosas y limonitas tienen su aplicación en los otros usos constructivos; en estos últimos también se utilizan en ocasiones rocas fácilmente exfoliables: areniscas esquistosas de grano fino, esquistos e incluso calizas tableadas, las cuales, a veces, también se comercializan bajo el nombre genérico de pizarras.

VALORES MINIMOS Y ACOTACION DE RESULTADOS DE LAS ROCAS UTILIZADAS PARA PAVIMENTOS, SILLARES Y COLUMNAS

	Peso Específico	% Absorción Agua	Resistencia Compresión	Resistencia Flexión	Resistencia Heladas	Resistencia Agentes 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	Muy buena	Muy buena
Caliza	2,0	< 2,0	> 400	> 70	Baja	Atacable
Pizarra	2,5	< 1,8	> 800	> 300	Buena	Buena

VALORES MINIMOS Y ACOTACION DE RESULTADOS DE LAS ROCAS UTILIZADAS PARA REVESTIMIENTOS

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

VALORES MINIMOS DE PIZARRAS PARA CUBIERTAS, SEGUN UNE 22-201-84

Peso Específico 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 heladicidad en adoquines de piedra

22-170-85 Granitos Ornamentales. Características generales

22-171-85 Idem. Tamaño de grano

22-172-85 Idem. Absorción y peso específico aparente

22-173-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento

22-174-85 Idem. Resistencia a las heladas

22-175-85 Idem. Resistencia a la compresión

22-176-85 Idem. Resistencia a la flexión

22-177-85 Idem. Módulo elástico

22-178-85 Idem. Microdureza Knoop

22-179-85 Idem. Resistencia al choque

22-180-85 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 Knoop

22-189-85 Idem. Resistencia al choque

22-190-85 Pizarras Ornamentales (Placas y losas). Generalidades

22-191-85 Idem. Absorción y peso específico aparente

22-192-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento

22-193-85 Idem. Resistencia a las heladas

22-194-85 Idem. Resistencia a la compresión

22-195-85 Idem. Resistencia a la flexión

22-196-85 Idem. Resistencia al choque

22-197-85 Idem. Resistencia a los cambios térmicos

22-198-84 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

8.5.2.- Aridos Naturales y de Machaqueo

8.5.2.1.- Aridos para hormigones

· **ARIDOS FINOS**

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

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

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

Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0 si el hormigón tiene una dosificación de cemento superior a 300 Kg/m^3, o a 250 Kg/m^3 si se emplea un aireante.

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

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

- **Material retenido** por el tamiz 50 ASTM y que flota en un líquido de peso específico 2, debe ser inferior a 0,5% en peso.

- **Compuesto de azufre,** expresado en SO_3 y referidos al árido seco, inferiores al 1% en peso.

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

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

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

· **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 de 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 MAXIMOS (%)			
	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 85%.

- **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 pédidas serán inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.

- **Desgaste Los Angeles:** El coeficiente de calidad medido por este ensayo será inferior a 40 para el árido grueso.

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

a) LIGANTES BITUMINOSOS VISCOSOS

· **ARIDOS GRUESOS**

Además de una composición granulométrica, que se especifica en el Plie-

go de Prescripciones Técnicas Generales del M.O.P.T., 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_4Na_2 o SO_4Mg:** Pérdidas menores respectivamente al 16% y 24% en peso.

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

· **ARIDOS FINOS**

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

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 40.

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

b) <u>LIGANTES BITUMINOSOS FLUIDOS</u>

· **ARIDOS GRUESOS**

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

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 40.

- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg:** Pérdidas menores al 16% y 24% en peso respectivamente.

- **Adhesividad:** Condiciones análogas al apartado a)

· **ARIDOS FINOS**

Ademas de la granulometría, debe cumplir:

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 40.

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

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

c) **MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRIO**

· **ARIDOS GRUESOS**

Fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM o más del 85% en peso.

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

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

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

- **Adhesividad:** Análogas condiciones que en el apartado a).

· **ARIDOS FINOS**

Fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM con un máximo del 15% en peso.

Los parámetros que definen la calidad deben cumplir:

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

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

d) MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

· **ARIDOS GRUESOS**

Fracción retenida en el tamiz 8 ASTM.

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente menor de 35 para capas de regularización, o de base e inferior a 25 para capas intermedias o de rodadura.

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

- **Coeficiente de pulido acelerado:** Mayor de 0,45 para capas de autopistas 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.

8.5.2.3.- Aridos para bases de carreteras

a) **BASES DE MACADAM**

· **ARIDOS GRUESOS**

Además de la composición granulométrica debe cumplir:

- **Coeficiente Los Angeles:** Inferior a 35.

- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg:** Pérdidas menores al 16% y 24% en peso respectivamente.

b) **BASES GRAVA-CEMENTO**

Aparte de las caraterísticas 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

INDICES DE CALIDAD DE LOS VALORES QUE SE OBTIENEN CON LOS ENSAYOS NORMALIZADOS MAS CARACTERISTICOS

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

Tomado de SALINAS, J.L.

8.5.2.4.- Subbases granulares

Además de las características granulométricas, debe cumplir:

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 50.

- **CBR:** Mayor de 20

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

8.5.2.5.- Balasto de ferrocarriles

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

- **Coeficiente de desgaste Los Angeles:** En cualquiera de las granulome-

trías ensayadas, inferior a 30, si bien en casos excepcionales puede admitirse hasta 35.

- **Estabilidad al sulfato magnésico:** Pérdidas inferiores al 10% en peso.

Normativa UNE

7-050-53 Cedazos y tamices de ensayos.
7-073-54 Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción.
7-082-54 Determinación aproximada de la materia orgánica en arena para hormigones o morteros.
7-083-54 Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.
7-088-55 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 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 del 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 partículas de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones.
7-245-71 Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos.

7-324-76 Determinación del equivalente de arena.

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

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

41-111-58 Aridos finos para hormigones.

41-112-58 Aridos gruesos para hormigones.

8.5.3.- Cementos, Cales y Yesos

8.5.3.1.- Cementos

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

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

La mezcla, tras un proceso de molienda y homogeneización, de calizas y correctores se denomina crudo.

El crudo, calcinado a elevadas temperaturas (1400-1450°C), y enfriado con relativa rapidez, da lugar al clinker.

Por fin, la mezcla íntima, con una determinada finura, de clinker y yeso en una proporción aproximada de 95:5 se denomina cemento.

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

Entre los materiales correctores lo más importantes son:

MATERIAL	APORTA
Arenas	SiO_2
Cenizas de pirita	Fe_2O_3
Mineral de hierro	Fe_2O_3
Caolines	$Al_2O_3 + SiO_2$

Bauxitas	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$
Arcillas, pizarras, esquistos	$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$

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

	%
SiO_2	50-65
Al_2O_3	9-22
Fe_2O_3	4-8
CaO	0,5-10
MgO	0,5-10
Alcalis	2,0-4,5
So_3	0,5-4,0
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) **Puzolanas.** Bajo esta norma se designan los siguientes materiales:

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

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

A - Módulo de silicatos

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

Los valores límites del módulo de silicatos se sitúan entre 1,2 y 4,0, oscilando los valores de utilización entre 2,4 y 2,7.

B - Módulo de fundentes

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

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

C- Módulo hidráulico

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

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

D - Grado de saturación o standar de cal

Es la cantidad de CaO que se puede combinar con la SiO_2, Al_2O_3 y Fe_2O_3 del crudo en condiciones normales de cocción y enfriamiento. El grado de saturación máximo teórico es 100%.

En la práctica industrial es muy difícil obtener clinkers sin cal libre, es decir, con el standar de cal en crudo del 100%, por lo que se fija generalmente entre el 94 y 98%.

	VALOR MAXIMO EN CRUDO	VALOR MAXIMO EN CLINKER
MnO	0,022	0,036
Cr_2O_3	0,012	0,002
Cl^-	0,012 - 01	0,05
$S^=$	0,3	
$\frac{SO_3}{K_2O + 0,5\ Na_2O}$	0,8 - 1,0	
$K_2O + Na_2O$ expr. como Na_2O	1,0	2,0
MgO	< 2,0 - 2,2	

8.5.3.2.- Cales

Según la norma UNE 41-066, cales son todos los productos de variada composición química y aspecto físico procedentes de la calcinación de rocas calcáreas (calizas, dolomía, 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 CO_2.

  Puede ser:

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

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

8.5.3.3.- Yesos

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

Para un conocimiento más exhaustivo sobre ensayos, especificaciones y normativas sobre cementos, cales y yesos, se remite, a fin de evitar innecesarias repeticiones, a los apartados de Calizas (8.4.4.), Dolomías (8.4.8.), Arcillas (8.4.1.) y Yeso (8.4.11.).

8.5.4.- Cerámica Estructural

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

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

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

La marcha analítica a adoptar es la siguiente:

- Análisis químico, con expresión de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO y MgO
- Análisis mineralógico por difracción de Rayos-X
- Análisis granulométrico
- Limites 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

Fe_2O_3 < 5%

$SO_4^{=}$ $CO_3^{=}$ < 5%

Silice libre < 10%

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

Ladrillo hueco, Tejas o Bovedillas

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

Normativa UNE

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 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.

7-063-53 Ensayo de eflorescencia en los ladrillos

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

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

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

7-193-77 IR 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 ditalación 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 IR Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos.

67-024-78 Tejas cerámicas.

69-026-84 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.

8.5.5.- Industria Quimica

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales (ya descritas en el apartado 4) 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
Espodumena	Acido sulfúrico Caliza	Sulfato de Litio Hidróxido de Litio	Cerámica, vidrio, moldeos Refrigerantes, brillantinas, vidrios altamente resistentes
Halita	Electricidad, agua	Sosa caústica Cloro Hidrógeno	Productos químicos diversos, textil, papel, metales Productos químicos, papel Síntesis de amoníaco, metalurgia, productos químicos
	Amoníaco, Cal, CO_2	Carbonato sódico Cloruro Cálcico	Productos químicos, vidrio, jabones y metalurgia Supresión de polvo, tratamiento para carreteras
Silvina	Eletricidad, agua	Hidróxido potásico Cloro Hidrógeno	Fertilizantes, detergentes Ver Halita Ver Halita
Berilo	Fluoroferrito sódico	Hidróxido de berilio	Tubos fluorescentes, tubos TV, vidrio, cerámica
Caliza	Calor, oxígeno	Cal CO_2	Sosa caústica, tratamientos de aguas Productos químicos, carbonato Na

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Anhidrita	Gas, Carbón, Oxígeno	Acido sulfúrico Cal	Fertilizantes, química, pigmentos, refinado de petróleo, metalurgia Ver Caliza
Epsomita Magnesita Salmueras	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
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 circonio	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 alumínico, Sulfato alumínico	Tratamientos de aguas, refractarios, floculantes, catalizadores
Cuarzo	Carbonato sódico Cloro, coque	Silicato sódico Tetracloruro de silicio	Adhesivo, cementos, jabones, defloculantes Siliconas y cauchos
Caliches	Acido sulfúrico	Acido nítrico	Fertilizantes, química en general

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Rocas fosfatadas	Acido sulfúrico Sílice, coque	Acido fosfórico Fósforo	Fertilizantes, detergentes, cargas en alimentación Tratamiento en agua
Azufre	Aire, calor	SO_2 Acido sulfúrico	Fungicidas, insecticidas, disolventes, agentes reductores Ver anhidrita
Pirita	Aire, calor	Acido sulfúrico	Ver anhidrita
Fluorita	Acido sulfúrico	Acido fluorhídrico	Química orgánica, fundentes, metalurgia, dentífricos, separación de isótopos, grabados de agua fuerte

8.5.6.- Usos Agrícolas

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
- Borax, colemanita
- Calcopirita, cuprita, esfalerita, molibdenita

En el capítulo de corrección de suelos, las principales sustancias utilizadas son los carbonatos: Caliza, calcita, mármol, etc. Aparte del Ca^{++} y Mg^{++}, que se aportan como nutriente, el principal factor a evaluar es el valor neutralizante y la solubilidad carbónica (ver apartado 4.17)

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

8.5.7.- **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 como 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 fluoritas.

Caliza: Es el fundente básico más común en la metalurgia, tanto ferrosa como no ferrosa.

La Caliza se descompone en 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 en la escoria; además, si se mezcla con óxido de hierro 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.

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 feldespatos.

La Sílice es el fundente ácido más característico y normalmente se emplea en metalurgia para contrarrestar la basicidad de la cal si se ha utilizado en exceso.

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 que figura a continuación se pueden observar composiciones medias de los principales fundentes, datos tomados de la Asociación Estadounidense del Aero.

%	Caliza	Cal	Dolomia	Dolomia Calcinada	Fluorita
$CaCO_3$	95,06	-	54,74	-	12,25
$MgCO_3$	0,54	0,76	39,61	-	-
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	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_2O	1,70	-	4,00	-	-
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.

8.5.8.- Arenas de Moldeo

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

- Naturales: arenas arcillosas, donde la arcilla actúa como un aglomerante natural. Son poco usadas por los problemas inherentes al control de calidad.

- Sintéticas: arenas silíceas, de alto grado, a las que se incorpora bentonita como ligante 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 %

- Indice 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, estaurolita, olivino y cromita. Se obtienen con ellos valores de refractariedad más altos, en general, y menor expansión térmica.

A continuación se expresan diferentes puntos de fusión de distintas arenas de moldeo:

Arena silícea.....	1.682º C
Arena de zircón.....	2.538º C
Arena de estaurolita.....	1.538º C
Arena de cromita.....	1.816º 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% (límite mínimo y máximo).
- pH > 8,2
- Ca < 0,7%

Los test habituales a efectuar son:

- Análisis químico
- Difracción de RX
- A.T.D.
- Resistencia a la compresión en verde y en seco.
- Durabilidad
- Límites de Atterberg