

MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES
E. I: 200000

LA CORUÑA

Hoja nº 1

11248

1

1

1

1

La presente hoja ha sido confeccionada por
CONSULTING DE INGENIEROS Y ECONOMISTAS S.A. (CIECSA)
en régimen de contratación con
el *Instituto Tecnológico GeoMinero de España*

EQUIPO DE TRABAJO

* Dirección y supervisión del Proyecto (I.T.G.E.)
Sección de Rocas y Minerales Industriales
Dirección de Recursos Minerales

* Director técnico (CIECSA)
Fernando Alfonso de Molina, Ing. Superior de Minas.

* Geología de campo e informes técnicos (CIECSA)
José Carlos Barros Lorenzo, Lic. en Ciencias Geológicas.
Liliana Jordan Arias, Lic. en Ciencias Geológicas.

* Ensayos y análisis
GEOLAB, S.A

Deseamos expresar muy especialmente al Dr. Ricardo Arenas
nuestro agradecimiento por los consejos brindados en la
elaboración de la síntesis geológica.

1.	PRESENTACION	1
2.	INTRODUCCION	4
2.1.	SITUACION GEOGRAFICA	4
2.2.	ANTECEDENTES	6
3.	SINTESIS GEOLOGICO-MINERA	8
3.1.	SITUACION GEOLOGICA	8
3.2.	ESTRATIGRAFIA	10
3.2.1.	Zona de Galicia - Tras - Os - Montes (ZGTM)	10
3.2.1.1.	Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas (DC)	10
3.2.1.1.1.	Complejo de Cabo Ortegal	11
3.2.1.1.2.	Complejo de Ordenes (CO)	14
3.2.2.	Zona Centrolberica	15
3.2.2.1.	Dominio del Anticlinorio del "Ollo de Sapo"	15
3.2.3.	Zona Asturoccidental-Leonesa	17
3.2.3.1.	Dominio del Navia y Alto Sil.	17
3.2.3.2.	Dominio del Manto de Mondoñedo.	18
3.2.4.	Terciario	22
3.2.5.	Cuaternario	23
3.3.	TECTONICA	24
3.3.1.	Fases de Deformación	24
3.3.1.1.	Fases de deformación prehercénicas	24
3.3.1.2.	Fases de deformación hercénicas	24
3.3.1.3.	Deformación tardihercénica	25
3.3.2.	Estructuras principales de la hoja	25
3.4.	METAMORFISMO	28
3.5.	ROCAS GRANITICAS	29
3.5.1.	Rocas Graníticas prehercénicas	29
3.5.2.	Rocas graníticas hercénicas	29
3.5.2.1.	Granitoides sincinemáticos de emplazamiento relativamente profundo (Grupo I)	31
3.5.2.2.	Granitoides sincinemáticos de emplazamiento somero(Grupoll)	33
3.5.2.3.	Granitoides postcinemáticos de emplazamiento somero (Grupo III)	34
3.6.	METABASITAS	35
3.7.	ROCAS FILONIANAS	36
3.7.1.	Diques y filones de Cuarzo (26)	36
3.7.2.	Diques de pórfidos y Felsitas	36
3.8.	MINERIA	37
3.8.1.	Lignito	37
3.8.2.	Mineralizaciones de hierro	37
3.8.3.	Mineralizaciones de Arsenopirita - Pirita - Calcopirita - Oro y Plata ...	38
3.8.4.	Mineralizaciones de Cobre - Cromo - Niquel - Hierro - Planitoides ...	38
4.	DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS	40
4.1.	ANFIBOLITA (Anf)	42
4.2.	ARCILLAS (Arc)	43
4.3.	ARENAS, GRAVAS Y LEHM GRANITICOS (Are, Grv)	50
4.4.	BARITA (Bar)	53
4.5.	CALIZA (Clz)	54
4.6.	CAOLIN (Kao)	59
4.7.	CUARCITA Y ARENISCA (Cuar, Arn)	67
4.8.	CUARZO (Qu)	71
4.9.	ECLOGITA (Ecl)	74
4.10.	ESQUISTOS (Esq)	75
4.11.	FELDESPATO (Fel)	76
4.12.	GABRO (Gab)	78

4.13.	GRANITO (Gr)	79
	4.13.1. Granitos para áridos de trituración	80
	4.13.2. Granitos para usos ornamentales	87
4.14.	OCRES (Ocr)	89
4.15.	PERIDOTITA (Per) Y SERPENTINA (Sep) (DUNITA, OLIVINO)	90
4.16.	PIZARRA (Piz)	95
4.17.	SILLIMANITA (Sil)	101
4.18.	TURBA (Tur)	103
5.	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	106
6.	VALORACION MINERO INDUSTRIAL	111
6.1.	CONSIDERACIONES GENERALES.	111
6.2.	GALICIA	112
6.3.	ROCAS ORNAMENTALES	114
6.4.	ROCAS DE CONSTRUCCION.	115
6.5.	ARIDOS NATURALES.	116
6.6.	ARIDOS DE MACHAQUEO.	117
6.7.	LADRILLERIA	118
6.8.	REFRACTARIOS.	119
7.	CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES	123
7.1.	ANFIBOLITAS-ECLOGITAS-PERIDOTITAS	123
7.2.	ARCILLA COMUN	125
7.3.	ARENAS Y GRAVAS	128
7.4.	BARITA	129
7.5.	CALIZA	132
7.6.	CAOLIN	134
7.7.	CUARCITA Y ARENISCA	139
7.8.	CUARZO	140
7.9.	ESQUISTOS	142
7.10.	FELDESPATO	143
7.11.	GABRO	146
7.12.	GNEIS	148
7.13.	GRANITOS	150
7.14.	OXIDOS DE HIERRO (OCRES Y OTROS)	153
7.15.	PIZARRAS	155
7.16.	TURBA	160
8.	USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES.	164
8.1.	ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION	165
8.2.	ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO	169
	8.2.1. Aridos para hormigones	169
	8.2.2. Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración.	172
	8.2.3. Aridos para bases de carreteras	175
	8.2.4. Subbases granulares	176
	8.2.5. Balasto de ferrocarriles	176
8.3.	ARIDOS LIGEROS	179
8.4.	CEMENTOS, CALES Y YESOS	181
	8.4.1. Cementos.	181
	8.4.2. CALES	183
	8.4.3. YESOS	184
8.5.	CERAMICA ESTRUCTURAL	185
8.6.	REFRACTARIOS	188
8.7.	LOZAS Y PORCELANAS	194
8.8.	VIDRIO	197
8.9.	INDUSTRIA QUIMICA	202
8.10.	ABRASIVOS	204
8.11.	CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES	207

8.12.	USOS AGRICOLAS	210
8.13.	FUNDENTES	212
8.14.	ARENAS DE MOLDEO	214
8.15.	AISLANTES	216
9	RESUMEN Y CONCLUSIONES	218
9.1.	RESUMEN	218
9.2.	CONCLUSIONES	222
9.3.	RECOMENDACIONES	224
10.	BIBLIOGRAFIA	226

1. PRESENTACION

El sector de rocas y minerales industriales ha experimentado en los últimos años un importante desarrollo, especialmente en el campo de los áridos, tanto naturales como de machaqueo. Esto ha sido como consecuencia la apertura de un gran número de explotaciones, así como el abandono de otras.

El dinamismo de este tipo de actividad trae como consecuencia la necesidad de desarrollar actualizaciones permanentes de los inventarios de las explotaciones tanto activas como inactivas. De esta manera, el ITGE ha iniciado a partir del año 1.988 una revisión de los mapas de rocas industriales a escala 1:200.000 a partir de una serie de normas nuevas recogidas en el **"Manual de metodología para la realización del Mapa de Rocas Industriales a Escala 1:200.000"** (ITGE, 1.988). La hoja "Lugo" a escala 1:200.000 (ITGE, 1.989) fue la primera en realizarse siguiendo estas normas. De la misma manera la Hoja "La Coruña" , Nº 1 a escala 1:200.000, se ha realizado siguiendo estas directrices.

Para la elaboración de la presente memoria y su mapa correspondiente se han seguido las siguientes etapas de trabajo:

- * Una fase previa de gabinete:
 - Recopilación de bibliografía existente
 - Estudio de toda la zona por medio de fotografías aéreas

- * Una fase de campo:
 - Toma de datos de las Jefaturas de Minas de La Coruña y Lugo.
 - Inventario de todas las explotaciones activas, inactivas en indicios de interés.
 - Toma de muestras.

* Una fase final de ensayos y análisis y confección de la memoria y el mapa a escala 1:200.000.

Acompaña a la presente memoria la siguiente documentación complementaria:

- Fichas inventario de las explotaciones e indicios.
- Mapa a escala 1:200.000 de las explotaciones e indicios.
- Mapa a escala 1:200.000 de recursos y litotectos.
- Fotografías aéreas con explotaciones e indicios señalados.
- Mapas a escala 1:50.000 con la ubicación de las explotaciones.
- Informes de laboratorio.

2.- INTRODUCCION

2. INTRODUCCION

2.1. SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja N° 1 (2-1), "La Coruña" a escala 1:200.000 se encuentra situada en el extremo noroccidental de la península Ibérica. Está delimitada por los meridianos 8° 31' 10" y 7° 11' 10" longitud oeste (respecto del meridiano de Greenwich), y 42° 20' 04" y 44° 00' 04" latitud norte. La totalidad de la Hoja pertenece a la Comunidad Autónoma de Galicia abarcando el sector septentrional de la provincias de Lugo y La Coruña. La división de esta Hoja 1:200.000 en las respectivas Hojas 1:50.000 es la siguiente:

	1 (6-2)	2 (7-2)	3 (8-2)
6 (5-3)	7 (6-3)	8 (7-3)	9 (8-3)
21 (5-4)	22 (6-4)	23 (7-4)	24 (8-4)

Sobre una superficie relativamente llana y suavemente ondulada, cuya altitud oscila entre los 450 y 650 metros se destaca la Sierra de Gistral de dirección NE-SO que supera los 1000 metros y de La Corba de orientación NO-SE con alturas que alcanzan los 950 metros.

La red fluvial que abarca la presente Hoja se distribuye en dos vertientes: la cantábrica y la atlántica. La primera comprende una serie de ríos muy pequeños que nacen de relieves residuales muy cercanos a la costa. Los de la vertiente atlántica tienen un recorrido corto, destacándose el río Eume que desemboca en la ría de Ares.

Entre las ciudades más importantes destacan La Coruña, capital de provincia con una población de hecho de 241.808 habitantes, Ferrol 88101 hab., Puentes de García Rodríguez 13.353 hab., Viveiro 14.940 hab., Foz 9.747 hab. respectivamente (Fuente: INE, 1.986).

La mayor parte de las carreteras de la región adoptan una estructura de tipo malla cerrada asumiendo los ejes principales una disposición triangular, uno de cuyos vértices está situado en Ponferrada y los otros dos en La Coruña y Vigo.

La N-550 constituye la columna vertebral de las comunicaciones por carretera en el interior de Galicia y comunica los dos núcleos más importantes de la región, el situado en la zona de La Coruña y el Ferrol. Las comunicaciones de Galicia con el resto del país se realiza por carretera, la N-634 a lo largo de la costa norte del país, la N-VI de Madrid a la Coruña.

El acceso a la región por ferrocarril, tiene lugar por tres puntos: uno de ellos llega a La Coruña desde la frontera con Portugal, otro desde el SE de Galicia y el tercero atravesando la costa norte española tiene como destino El Ferrol.

Con respecto a la infraestructura portuaria de la región se destacan por sus volúmenes de tráfico los puertos de La Coruña y El Ferrol situados en las cercanías de los dos más importantes núcleos urbanos de la región.

2.2. ANTECEDENTES

A partir del año 1.970 en el que el Ministerio de Industria y Energía inicia el Plan Nacional de Investigación Minera (P.N.I.M) el I.T.G.E comienza a desarrollar una serie de actividades encaminadas a la promoción de determinadas sustancias minerales. Dentro del sector de las rocas industriales, y en concreto con respecto al mapa "La Coruña" a escala 1:200.000 se destacan:

- Mapa de rocas industriales escala 1:200.000 del año 1.973.
- Inventario Nacional de rocas y minerales industriales. Año 1.973-1.979.
- Mapa metalogenético a escala 1:200.000. Año 1.976.

Asimismo se han realizado una serie de estudios sectoriales sobre arcillas (1.984), calizas (1.985), pizarras (1.978-1.984), granitos ornamentales (1.973-1.988), serpentinas y rocas ultrabásicas (1.984), estudios sobre cuencas terciarias (1.972), caolín (1.979), y catálogos sobre granitos ornamentales y pizarras (1.986).

3.- SINTESIS GEOLOGICO - MINERA

3. SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

3.1. SITUACION GEOLOGICA

La hoja nº 1 (2-1) La Coruña, E 1:200.000, se situa en el Macizo Ibérico, comprendiendo parte de las zonas Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) y Centro-Ibérica (ZCI), según la división de Julivert et al (1972). Recientemente Farias et al (1987) y Arenas et al (1988) han definido una nueva zona en el NO de la Península Ibérica, incluida tradicionalmente en la ZCI, a la que denominan Zona de Galicia - Tras -Os - Montes (ZGTM). El esquema que representa la subdivisión tectonoestratigráfica de la presente hoja es el siguiente:

ZONA DE GALICIA-TRAS-OS-MONTES	Complejo de Cabo Ortegá Parte del Complejo de Ordenes
ZONA CENTRO IBERICA	Dominio del Anticlinorio "Olló de Sapo"
ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA	Dominio del Navia y Alto Sil Dominio del Manto de Mondoñedo

A continuación se describen de una forma sucinta los límites y las características más importantes de las distintas zonas que conforman la hoja de A Coruña.

I.- Zona de Galicia - Tras - Os - Montes.

Constituye el sector más interno del Macizo Hercínico en el NO peninsular. La ZGTM se encuentra superpuesta tectónicamente a la ZCI, (Autóctono de la Zona Centro-Ibérica, según Díaz Balda et al., 1.988) siendo sus características más notables: la intensidad y extensión del metamorfismo y magmatismos hercínicos, así como una importante ductibilidad en la

deformación, asociada a las sucesivas generaciones de estructuras. Dentro de esta zona pueden distinguirse dos dominios:

1.- **Dominio Esquistoso de Galicia - Tras - Os - Montes (DE)**, formado fundamentalmente por esquistos y paragneises y en menor cantidad por ampelitas, cuarcitas y rocas calcosilicatadas. No aflora en la Hoja.

2.- **Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas (DC)**, constituido por unidades separadas por cabalgamientos, con una gran variedad litológica y una compleja evolución tectonometamórfica. Este dominio se encuentra superpuesto tectónicamente al Dominio Esquistoso.

II.- Zona Centro-Ibérica

Esta zona está representada en la hoja por el Dominio del Olo de Sapo que se caracteriza por su carácter transgresivo. Abarca el área comprendida entre la falla de Vivero y la franja Puente de Eume-Valdoviño.

II.- Zona Asturoccidental-Leonesa.

Se caracteriza por la presencia de un Paleozoico inferior bastante completo reposando sobre un Precámbrico superior en facies esquistosa. La deformación va acompañada por un metamorfismo hercínico, cuya intensidad aumenta hacia el Oeste, y por el desarrollo de al menos de una foliación. Martínez Catalán (1981), modificando la división propuesta por Marcos (1973), define en la ZAOL tres dominios, dos de los cuales están representados en la hoja, el Dominio del Manto de Mondoñedo, en la parte oriental, y el Dominio del Navia y Alto Sil que aflora en la ventana tectónica del Gistral, constituyendo el autóctono del manto Mondoñedo.

3.2. ESTRATIGRAFIA

3.2.1. Zona de Galicia - Tras - Os - Montes (ZGTM)

3.2.1.1. Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas (DC)

Este dominio ocupa la posición estructural culminante en el NO del Macizo Ibérico. Las litologías que lo constituyen se conservan únicamente en el núcleo de amplias sinformas, debidas a la tercera fase de deformación hercínica, y representan restos de "Klippes" resultantes de un gran apilamiento de mantos; estos macizos circunscritos se conocen como "complejos". Actualmente se reconocen cinco en el NO peninsular situados en el Norte de Portugal y Galicia, de los cuales únicamente dos están representados en la hoja de La Coruña, el Complejo de Cabo Ortegal y parte del Complejo de Ordenes.

Según Arenas et. al. (1986), el DC está formado al menos por siete unidades alóctonas independientes, separadas entre sí y del Dominio Esquistoso (DE) por cabalgamientos mayores. Existen otros cabalgamientos de índole menor dentro de algunas unidades, confiriéndole a éstas una fuerte deformación y fracturación.

En base al orden del apilamiento se definen siete unidades tectonoestratigráficas.

- 1.- Unidad Basal de Metasedimentos, Ortogneises y Metabasitas localmente eclogitizadas (U1).

- 2.- Unidad de Metasedimentos Epizonales (U2).
- 3.- Unidad Ofiolítica Epizonal Inferior (U3).
- 4.- Unidad Catazonal Inferior (U4).
- 5.- Unidad Ofiolítica Epi-Mesozonal Superior (U5).
- 6.- Unidad Catazonal Superior (U6).
- 7.- Unidad Culminante de Metabasitas, Metasedimentos y Ortogneises (U7).

A continuación se describen brevemente cada uno de los dominios, así como sus unidades.

3.2.1.1.1. Complejo de Cabo Ortegal

Se situa en la región del Cabo Ortegal, en un afloramiento semielíptico limitado al Norte por el Mar Cantábrico ocupando una extensión de unos 450 Km². Este complejo es el más oriental de los que integran el Dominio de los Complejos (DC) y posiblemente el que ha sufrido un mayor desplazamiento. De las siete unidades que constituyen la secuencia tectonoestratigráfica del DC, cinco de ellas, enumeradas de la U2 a la U6, forman parte del Complejo de Cabo Ortegal (Arenas et. al., 1986), describiéndose a continuación de una forma breve las características más importantes.

*** Unidad de Metasedimentos Epizonales (U2).**

Aflora en la parte Este del Complejo ocupando una menor extensión en relación a otras unidades. Está constituida por metareniscas y metapelitas (pizarras y filitas) con intercalaciones de

mármoles y conglomerados fuertemente filonizados e imbricada con materiales de la U3 y el Silúrico sobre los que cabalga.

* Unidad Ofiolítica Epizonal Inferior (U3)

Aparece al Sur y al Este del complejo de Cabo Ortegá. Arenas (1985) propone la siguiente secuencia de muro a techo:

- 1.- Rocas volcánicas submarinas, con metabasaltos, metandesitas basálticas, brechas de pillows fragmentadas e hialoclásticas.
- 2.- Litologías filonianas y plutónicas (metadiabasas, metagabros y plagiogranitos).
- 3.- Rocas ultramáficas muy serpentinizadas, incluyendo a serpentinitas (4) y afloramientos menores de piroxenitas y dunitas.

* Unidad Catazonal Inferior (U4)

Aflora en la parte E del Complejo y está compuesta por metabasitas, en menor proporción ortogneises y algunos esquistos metapelíticos y metaultrabásitas.

Las tres unidades descritas fueron consideradas anteriormente por Arenas (1985) como integrantes de una entidad alóctona de mayor rango denominada "Unidad de Moeche"; la cual incluía gran parte de las litologías del "Grupo de Moeche" definido por Fernández Pompa et al (1976).

En este Estudio se mantiene el agrupamiento de las citadas unidades en una sola (6), diferenciándose exclusivamente algunas de las litologías que la integran: serpentinas (4), calizas (8), riolitas (9) y gneises (10).

* Unidad Ofiolítica Epi-Mesozonal Superior (U5)

Esta unidad está representada en el Complejo de Cabo Ortegual por un nivel de anfibolitas (3), denominadas Anfibolitas de Purrido-Peña Escrita, constituyendo una franja que se extiende por el borde occidental y meridional del complejo. Estas anfibolitas son de color verde oscuro, de grano medio y presentan una foliación nematoblástica muy marcada.

* Unidad Catazonal Superior (U6)

Esta unidad ha sido objeto de numerosos estudios por distintos autores, sin embargo, varios aspectos de su geología siguen en discusión destacándose entre otros, los relativos a la edad y origen del conjunto. Litológicamente esta unidad está formada por tres grupos principales: rocas básicas, ultrabásicas, paragneises y gneises félsicos.

Metabasitas (3)

Se agrupan bajo esta denominación a las eclogitas, granulitas, anfibolitas y algunos afloramientos de metagabros. Las granulitas y anfibolitas se localizan fundamentalmente en

las formaciones de Bacariza y Candelaria (Vogel, 1967). Las eclogitas a lo largo de un afloramiento desde la Punta de los Aguilones hacia el Sur con un recorrido de una decena de Kilómetros y varios cientos de metros de potencia.

Rocas Ultramáficas (4)

Afloran en los macizos de Limo, Herbeira y Uzal. El tipo de roca más común lo constituyen las peridotitas intensamente serpentinizadas.

Metasedimentos y gneises félsicos (10)

Dan lugar a tres formaciones diferentes denominadas gneises bandeados, gneises de Chimparra y gneises de Cariño (Vogel, 1967). Las litologías dominantes son paragneises pelíticos o samíticos y algunas intercalaciones de gneises félsicos.

3.2.1.1.2. Complejo de Ordenes (CO)

Este complejo de forma ovalada, ocupa una gran extensión en la zona central y Norte de Galicia. Presenta una estructura sinformal y está compuesto por una gran variedad litológica. Dentro de la hoja de La Coruña ocupa el tercio occidental, aflorando exclusivamente la unidad superior, U7, de la secuencia tectonometamórfica definida por Arenas et al (1986).

* Unidad Culminante de Metabasitas, Metasedimentos y Ortogneises(U7)

Ocupa la parte más alta del Complejo de Ordenes. Contiene metabasitas con intercalaciones lenticulares de roca ultramáficas, metasedimentos y rocas intrusivas prehercínicas de composición variable entre granodioritas y gabros. En el ámbito de la hoja los materiales son, casi exclusivamente, metasedimentarios y están compuestos mayoritariamente por metasamitas y metapelitas (2), y algunos lentejones de anfibolitas (3).

3.2.2. Zona Centrolberica

3.2.2.1. Dominio del Anticlinorio del "Ollo de Sapo"

Ocupa el área comprendida entre dos accidentes tectónicos importantes, por el Oeste la falla de Valdoviño y al Este la falla del Viveiro. La sucesión estratigráfica es de muro a techo la siguiente.

* Formación "Ollo de Sapo" (9). (Anteordovícico).

Esta formación porfiroide aflora en el núcleo de una estructura anticlinorial de desarrollo regional, constituyendo esta litología la característica más notable del dominio. Ha sido estudiada por distintos autores destacándose, entre otros, los trabajos de Parga Pondal, Matte y Capdevilla. Atendiendo a la presencia o no de megacrístales de feldespato, pueden distinguirse en esta formación dos tramos: uno inferior u "Ollo de Sapo" de grano grueso (gneis cuarzo feldespático glandular) y otro superior

u "Olo de Sapo" de grano fino (gneis microglandular), con facies mixtas de grano grueso y fino, metapelitas y cuarcitas. Ambos tramos se representan agrupados en la cartografía.

* Pizarras de los Montes (12) (Ordovícico inferior)

Esta unidad está compuesta por unos 270-300 m., de pizarras negras y grises y algunas intercalaciones arenosas, hacia la base puede encontrarse un nivel cuarcítico o conglomerático. La mayoría de los autores se inclina por el carácter discordante de esta unidad sobre la formación del "Olo de Sapo". Para otros, sin embargo, el tránsito entre ambos se produce sin ninguna discontinuidad apreciable.

 * Cuarcita Armoricana (11) (Ordovícico inferior).

Está formada por cuarcitas en bancos gruesos, alternando con algunos niveles de areniscas o pizarras de poco espesor. La potencia de esta unidad está en torno a los 100-120 m. En el flanco oriental del anticlinorio del Olo del Sapo, se reconoce por encima de la Cuarcita Armoricana, una alternancia de areniscas y pizarras con un espesor de unos 80 m., al que se denomina "Capas de transición". En la presente memoria, esta unidad se agrupa dentro de la F. Cuarcita Armonicana, por simplicidad.

* Pizarras de Luarca (12) (Ordovícico medio-superior).

Globalmente se define esta formación como una monótona sucesión de pizarras negras y grises con algunas intercalaciones delgadas arenosas. Se citan sin embargo, algunas variaciones a ambos lados del anticlinorio

1. PRESENTACION

referentes al espesor y características de los miembros que la forman. En el flanco oriental del antiforme su potencia alcanza los 700-800 m, mientras que en el occidental su espesor es menor, pudiendo quedar reducido a sólo unos metros en la zona más occidental del Dominio del "Ollo de Sapo". Otra característica relevante de esta formación, en el flanco occidental, es la presencia, hacia el techo de niveles de diamectitas o "pizarras con cantos" de naturaleza diversa.

* Materiales silúricos (6) (Silúrico).

La sucesión más completa se obtiene en el flanco occidental del anticlinorio, en las proximidades de la costa. Las litologías dominantes son las siguientes: ampelitas, niveles volcánicos (9), pizarras, filitas, areniscas y cuarcitas. En el flanco oriental la sucesión es más incompleta, por encontrarse limitada por la falla de Viveiro, y está formada por pizarras ampelíticas, pizarras oscuras con cloritoide y cuarcitas.

3.2.3. Zona Asturoccidental-Leonesa.

Ocupa la parte oriental de la hoja, estando representados dos de los dominios en los que fue dividida.

3.2.3.1. Dominio del Navia y Alto Sil.

Este dominio sólo aparece en el ámbito de la hoja en la ventana tectónica del Gistral, por debajo del Manto de Mondoñedo. Está constituido por materiales de edad precámbrica y cámbrico inferior.

* Serie de Villalba. (2) (Precámbrico).

Compuesta por gneises homogéneos y esquistos biotíticos fuertemente migmatizados, e intruida por granitos de dos micas.

* Capas de Cándana inferior (2) (Cámbrico inferior).

Formadas por esquistos muscovíticos y biotíticos con intercalaciones cuarcíticas, más frecuentes hacia la base. Su espesor total es de unos 750 m. Esta sucesión puede correlacionarse con las cuarcitas de Cándana Inferior + Pizarras de Cándana del alóctono del Manto de Mondoñedo.

* Cuarcita del Gistral (11) (Cámbrico inferior)

Potente formación, entre 1000-2000 m., de cuarcitas de grano grueso muy puras, con algunos niveles de conglomerados con cantos de cuarzo, e intercalaciones de pizarras arenosas y esquistos biotíticos. La Cuarcita del Gistral puede correlacionarse con las Cuarcitas de Cándana Superior y a las Capas de Tránsito del Dominio del Manto Mondoñedo.

3.2.3.2. Dominio del Manto de Mondoñedo.

Este dominio se caracteriza por la presencia de un Paleozoico inferior prácticamente completo, aunque no demasiado potente, y por la existencia de dos discordancias, una entre el Precámbrico y el Cámbrico inferior y la otra en la base de los materiales silúricos.

La mayor parte de la Zona Asturoccidental-Leonesa representada en la hoja, pertenece a este dominio.

Se han diferenciado de muro a techo las siguientes unidades litoestratigráficas:

* Serie de Villalba (2) (Precámbrico).

Afloran en el núcleo del pliegue acostado del Manto de Mondoñedo. Presenta dos tramos, inferior y superior, de los cuales únicamente el primero está representado.

Este tramo, está constituido por una alternancia de metasamitas y metapelitas con algunos niveles delgados de gneises anfibólicos y anfibolitas de grano fino. Su espesor supera, al menos, los 2000 m.

* Cuarcita de Cándana Inferior (11) (Cámbrico inferior)

Esta formación se dispone discordante sobre la Serie de Villalba y está compuesta por una alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras con algunos niveles de lentejones conglomerádicos hacia la base. Su potencia está entre los 250 y los 350 m.

* Pizarras de Cándana (12) (Cámbrico inferior)

Esta formación está constituida por pizarras verdes y grises con abundantes intercalaciones de areniscas. En su parte baja se encuentran frecuentes niveles calcáreos lenticulares (8), principalmente calizas y calizas

dolomíticas marmorizadas. Su espesor oscila entre los 400-700 m.

* Cuarcita de Cándana Superior (11) (Cámbrico inferior)

Presenta litologías muy similares a las Cuarcitas de Cándana Inferior, es decir, cuarcitas, areniscas y pizarras. Localmente se localizan niveles microconglomeráticos. Su potencia oscila entre los 150 m. en el interior, a los 300 m. en la costa.

* Capas de Tránsito (13) (Cámbrico inferior)

Constituida por una alternancia de pizarras verdes y areniscas rosadas. Hacia la base, se localiza un nivel ampelítico de 20-40 m. de potencia, y hacia el techo, son frecuentes las intercalaciones de espesor métrico de calizas o dolomías. La potencia de esta formación oscila alrededor de los 400 m. aunque en la costa puede aproximarse a 900 m.

* Caliza de Vegadeo (8) (Cámbrico inferior-medio)

Es un nivel carbonatado muy continuo dentro de la zona Asturoccidental-Leonesa.

Esta formación está constituida por calizas y dolomías intensamente recristalizada. En zonas próximas pueden diferenciarse tres miembros. Su potencia está en torno a los 100 m.

* Capas de Riotorto (13) (Cámbrico medio-superior)

Están constituidas por unos 200 m., de pizarras verdes con intercalaciones de arenisca.

* Capas de Villamea (13) (Cámbrico superior-Ordovícico inferior)

Es una alternancia de areniscas y pizarras grises en niveles de espesor centimétrico, hacia techo existen algunos bancos potentes de cuarcitas. Su potencia oscila entre los 400-1000 m. Por similitud litológica se agrupan en una sola unidad (13) las siguientes formaciones:

Capas de Tránsito + Capas de Riotorto + Capas de Villamea.

* Capas del Río Eo (11) (Ordovícico inferior)

Pueden distinguirse dos miembros: uno inferior y otro superior. El Miembro inferior está formado, mayoritariamente, por areniscas, cuarcitas y pizarras, con un espesor total entre 150-200 m. En Miembro superior se pueden observar bancos potentes de ortocuarcitas e intercalaciones de pizarras grises, areniscas y cuarcitas. Su potencia total está entre 50-80 m.

* Pizarras de Luarca (12) (Ordovícico medio).

Aflora en los sinclinales de Villaodrid y Recende. Se trata de una monótona sucesión de unos 200 m., de espesor de pizarras ~~negras~~ o gris azuladas con sulfuros metálicos.

Hacia el muro, existen algunos niveles de arenisca y de hierro oolítico (lenticulares), que han sido objeto de explotación en el pasado. En la parte superior de la formación abundan las intercalaciones arenosas y cuarcíticas. Su potencia es reducida, alcanzándose los 200 m. como máximo, quizás debido a que la parte alte está limitada por la discordancia silírica/discordancia cartográfica.

* Capas de la Garganta (6) (Silúrico)

Están formadas por pizarras ampelíticas ricas en fauna de graptolites, pizarras con cloritoide y ocasionalmente hacia la base niveles lenticulares de cuarcita. La serie aflorante no suele sobrepasar los 50 m. de potencia.

3.2.4. Terciario

Los materiales terciarios están poco representados, existiendo únicamente pequeñas cuencas restringidas a la parte meridional de la hoja. Su origen parece estar frecuentemente condicionada a fallas tipo "strike-slip" y la naturaleza de sus materiales íntimamente relacionada a las características litológicas del zócalo paleozóico, depositados en un medio palustre o fluvial. El tránsito entre el terciario y el cuaternario es en ocasiones difícil de precisar.

* Cuenca de Puentes de García Rodríguez:

Esta cuenta destaca por su interés económico debido a los yacimientos de lignito que engloba. Está compuesta unos tramos basales de conglomerados, sobre los que se dispone una sucesión alternante de arenas, arcillas, lignitos y algunos conglomerados. Es espesor total alcanza en algunos puntos los 200 m.

Se encuentran otras cuencas de menor importancia al SE y NO de la de Puentes, constituidas por alternancias de arenas y arcillas, con algunas intercalaciones carbonosas o ferruginosas. Su potencia oscila entre los 30 m., para las situadas al SE, hasta los 70 m en la cuenca del Pedroso situada al NO.

3.2.5. Cuaternario

Existe una gran variedad de depósitos cuaternarios con un origen y significado diferentes. Destacan, en primer lugar, la existencia de un recubrimiento generalizado del terreno por coluviones y suelos, aun cuando estos no han sido representados en la cartografía. El resto de los materiales cuaternarios han sido agrupados en uno solo, distinguiéndose entre ellos por su importancia económica: depósitos aluviales (Río Douro), turberas (Montes del Buyo), depósitos de rasa costera (son abundantes en las inmediaciones de la Costa Cantábrica, desde Burela hacia el Este a lo largo de toda la hoja), depósitos de playas y dunas, etc.

3.3. TECTONICA

La tectónica de la Hoja es compleja tanto por el carácter polifásico de la deformación, como por la variedad de dominios afectados. Los mayores problemas surgen al tratar de correlacionar las estructuras y fases de deformación entre algunas de las unidades o dominios existentes.

3.3.1. Fases de Deformación

3.3.1.1. Fases de deformación prehercínicas

Se han descrito dentro de los terrenos alóctonos ("complejos"), historias metamórficas complejas, con episodios de edad Caledónica y Eo-Hercínica y con un gradiente de presión media-alta. Las distintas unidades tectonoestratigráficas que los componen, debieron ensamblarse en los primeros estadios de la Orogénia Hercínica (Martínez Catalán, 1989).

En las otras zonas (ZCI y ZAOL) las fases prehercínicas producen distintas discordancias, Precámbrico-Cámbrico (Serie de Villalba-Cuarcita de Cándana Inferior, en la ZOAL), pre-ordovícica (Dominio Anticlinorio del "Ollo de Sapo") y en ambas zonas la discordancia situada en la base del Silúrico.

3.3.1.2. Fases de deformación hercínicas

Se definen tres fases principales de deformación:

- Primera Fase (D₁): Produce estructuras observable a todas las

escalas, vergentes al Este y de dirección N-S, acompañada de una foliación de plano axial.

- Segunda Fase (D_2): Como estructuras mayores genera cabalgamientos vergentes al Este, acompañados de otras estructuras menores (foliación espaciada de crenulación, micropliegues, pliegues "en vaina" de ejes curvos, etc).

- Tercera Fase (D_3): Genera pliegues de gran radio de curvatura con el plano axial subvertical y de dirección N-S.

Como estructuras menores asociadas, se desarrollan pliegues, foliaciones espaciadas de crenulación, etc.

3.3.1.3. Deformación tardihercínica

Las estructuras más importantes son fallas, kink-bands y pliegues suaves transversales a las estructuras mayores hercínicas.

Respecto a las fallas merecen destacarse las de Viveiro y Valdoviño que separan distintas zonas del Macizo Ibérico.

3.3.2. Estructuras principales de la hoja

A gran escala las estructuras mayores conciden con las tres zonas representadas en la hoja, tratándose bien de unidades alóctonas o limitadas por importantes fracturas. A continuación se describen de Oeste a Este las principales estructuras.

- * La estructura más occidental corresponde al Complejo de Ordenes. Se trata de una unidad alóctona ("Klippe" de ámbito regional) con una morfología sinformal debida a la D_3 . Este complejo está intruido en extremo occidental por el complejo granítico de La Coruña y en el oriental por el Macizo de Espenuca, fuertemente deformado.

- * Separando la ZGTM de la ZCI se encuentra la zona de cizalla de Punta Galeira-Palas de Rei, asociada a una banda de granitoides (Macizo de Espenuca). La estructura principal corresponde a la falla de Valdoviño situada en la parte oriental de la banda de cizalla, tratándose, estas de una falla de desgarre levógira y con componente vertical (bloque Oeste hundido). Alcanza un gran desarrollo, pudiendo seguirse a lo largo de unos 100 Km.

- * Anticlinorio del "Olló de Sapo", compleja estructura de dirección NNE-SSO, originada por la interferencia de pliegues de $D_1 + D_3$. Sus límites son por el Oeste, la falla de Valdoviño, al NO por el cabalgamiento basal de Cabo Ortegá y al Este por la falla de Viveiro.

- * Complejo de Cabo Ortegá, corresponde a los restos de una sinforma de tercera fase de deformación hercínica, formada por un gran apilamiento de mantos. El contacto con los materiales de la ZCI se encuentra mecanizado.

- * Falla de Viveiro, sirve de límite entre Dominio del Anticlinorio del Olló de Sapo y de ZAOL. Esta importante estructura ha sido estudiada en detalle por Martínez Catalán (1981). La longitud de su trazado alcanza más de los 140 Km., siendo su funcionamiento de falla normal (labio occidental

hundido) desarrollandose en el labio occidental una banda de cizalla de espesor variable.

* El cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, es junto a los grandes pliegues tumbados de D_1 , las estructuras más importantes en la ZAOL. Aunque el frente del manto se situa al Este fuera del ámbito de la hoja, sin embargo está representado por una semiventana tectónica, denominada ventana del Gistral, en la parte central de la hoja.

* A escala cartográfica la D_3 ha originado grandes pliegues de amplio radio de curvatura. Al Oeste destaca la antifoma del Domo de Lugo que posibilita la existencia de la ventana del Gistral y el correspondiente trazado cartográfico del cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo. Hacia el Este el plegamiento de las trazas axiales de los pliegues de D_1 por la D_3 , origina la sinforma de Bretoña.

* Merecen reseñarse para la totalidad del ámbito de la hoja las fracturas post o tardihercénicas. Son fallas de dirección ONO-ESE o E-O, transversales a las estructuras anteriores. En su mayoría son fallas normales de gran ángulo, presentando frecuentemente una componente de desgarro dextrógiro.

3.4. METAMORFISMO

Las rocas que componen la hoja de La Coruña, han sido afectadas por un metamorfismo regional con unas características e intensidad muy variables. El anticlinorio del "Olló de Sapo" y Complejo de Ordenes, han sufrido un metamorfismo plurifacial de bajo grado. El Complejo de Cabo Ortegal tiene una historia tectonometamórfica compleja con distintas etapas de metamorfismo, alcanzándose en algunas unidades condiciones catazonales.

Conviene señalar también la presencia de un metamorfismo de contacto en las proximidades de algunos granitoides postcinemáticos de emplazamiento somero (Tojiza y Forgoselo) así como un metamorfismo relacionado con a la falla de Viveiro, sobreimpuestos ambos al metamorfismo regional.

3.5. ROCAS GRANITICAS

3.5.1. Rocas Graníticas prehercínicas

Forman una estrecha banda de dirección submeridiana en el borde occidental del Macizo de Espenuca. Son rocas de colores claros de grano medio a fino, compuestas por cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa, biotita y muscovita. Sus texturas son variables con facies bandeadas y granoblásticas o lepidoblasticas.

3.5.2. Rocas graníticas hercínicas

Los granitoides hercínicos ocupan una extensión importante en el ámbito de la hoja. Para su descripción se adopta la clasificación propuesta por Bellido et. al. (1987), la cual utiliza como criterios fundamentales las relaciones de los plutones con respecto a las fases de deformación principales hercínicas, el nivel de emplazamiento y las características petro-mineralógicas más elementales de las facies predominantes en los plutones.

Siguiendo la clasificación realizada por Bellido et.al. (1.987) los cuerpos graníticos de la hoja de La Coruña se distribuyen de la siguiente manera:

*** Granitoides sincinemáticos de emplazamiento relativamente profundo (GRUPO I)**

- Granitoides de dos micas (SUBGRUPO I)

1.- Macizo de San Ciprián

- 2.- Macizo de Monseibán
- 3.- Macizo de La Espenuca
- 4.- Conjunto granítico O Barqueiro - Amoa
- 5.- Alineación Barbeito - Monte Neme - Pico da Meda

- Granitoides biotíticos (Subgrupo IC)

- 1.- Conjunto plutónico de Viveiro
- 2.- Conjunto granítico de Gistral

*** Granitoides sincinemáticos de emplazamiento somero (Grupo II)**

- Granitoides biotíticos (Subgrupo IIA)

- 1.- Macizo de Penedo Gordo
- 2.- Macizo del Ferrol
- 3.- Macizo Cabo Prior

- Granitoides muscovítico - biotíticos o muscovíticos (II C)

- 1.- Macizo de La Silva
- 2.- Macizo del Orro y Monticaño

*** Granitoides postcinemáticos de emplazamiento somero (Grupo III)**

- Granitoides de dos micas (Subgrupo IIIA)

- 1.- Macizo de Forgoselo

- Granitoides biotíticos (Subgrupo IIIB)

1.- Macizo de La Tojiza

- Granitoides biotíticos - anfibólicos (Subgrupo IIIC)

1.- Macizo de Estaca de Bares

A continuación se describen brevemente las principales características de cada uno de los macizos mencionados.

3.5.2.1. Granitoides sincinemáticos de emplazamiento relativamente profundo (Grupo I)

Se caracterizan por encontrarse afectados por las deformaciones de al menos una de las fases tectónicas principales de la Orogenia Hercínica, habiéndose emplazado en condiciones relativamente profundas. Constituyen masas irregulares o alargadas según las estructuras regionales, subconcordantes y mal circunscritas y que frecuentemente tienden a formar un sistema complejo de intrusiones con el conjunto encajante. Así mismo estos plutones por lo general no desarrollan facies marginales de enfriamiento.

* Granitos de dos micas (Subgrupo 1A)

Se presentan como cuerpos mal circunscritos con morfología variable frecuentemente difíciles de delimitar frente a las unidades encajantes. Mayoritariamente son de grano medio y medio-fino y su composición es

la de granitos de tipo moscovítico-biotítico, con predominio claro de la moscovita sobre la biotita, tratándose en muchos casos de leucograníticos. Otro rasgo que caracteriza a este subgrupo es la variabilidad interna de las unidades y que se manifiesta a distintos niveles por variaciones texturales, cambio en la proporción biotita-moscovita y por la abundancia de diferenciados tardíos.

Dentro de este subgrupo se encuentran los macizos de San Ciprián, Muros, Monseibán y Espenuca, el conjunto granítico de O Barqueiro-Amoa y una pequeña porción de la alineación granítica de Barbeito-Monte Neme-Pico de Meda.

* Granitoides biotíticos (Subgrupo 1C)

Presentan una morfología variada, por lo general constituyen plutones mal circunscritos, bien adaptados a las estructuras regionales con los ejes longitudinales subparalelos a las mismas.

A nivel de plutón la variabilidad composicional y textural es, por lo general, de poca importancia. En la mayoría de los casos las facies fundamentales tienen textura porfídica debido a la presencia de megacristales de feldespatos potásicos. En cuanto a su composición son granitoides predominantemente biotíticos. La moscovita está casi siempre presente pudiendo ser un constituyente principal.

Pertenecen a este subgrupo el Conjunto Plutónico de Viveiro (deformado por cizalla dúctil en relación a la falla de Viveiro) y el conjunto granítico de Gistral.

3.5.2.2. Granitoides sincinemáticos de emplazamiento somero (Grupoll)

En este grupo se reúnen una serie de unidades de tipología petrológica variada, aunque sus características evidencian para todos ellos un emplazamiento poco profundo en condiciones epizonales, y por estar afectados en distinto grado, por estructuras asociadas a la tercera fase de deformación hercínica (D_3). En general se trata de plutones bien circunscritos, de tamaño moderado y con contactos netos con el encajante. Las características de este grupo son en parte transicionales entre los granitoides del grupo I y III, lo que ha conducido a clasificaciones muy dispares de alguno de sus macizos, así el Macizo del Ferrol y Cabo Prior han sido clasificadas indistintamente como "Granodioritas precoces" o como "Granodioritas tardías". En la hoja este grupo aparece representado por dos de los subgrupos en los que ha sido dividido.

Subgrupo II A: Unidades compuestas predominantemente por granitoides biotíticos y que comprende los Macizos de Penedo Gordo, Ferrol y Cabo Prior.

Subgrupo II C: Unidades muy heterogéneas, pertenecientes al Macizo de La Coruña con las siguientes subunidades:

- Macizo de La Silva (granitoides mayoritariamente biotíticos)
- Macizos del Orro y Monticaño (granitoides predominantemente musco-biotíticos o moscovíticos).

3.5.2.3. Granitoides postcinemáticos de emplazamiento somero

(Grupo III)

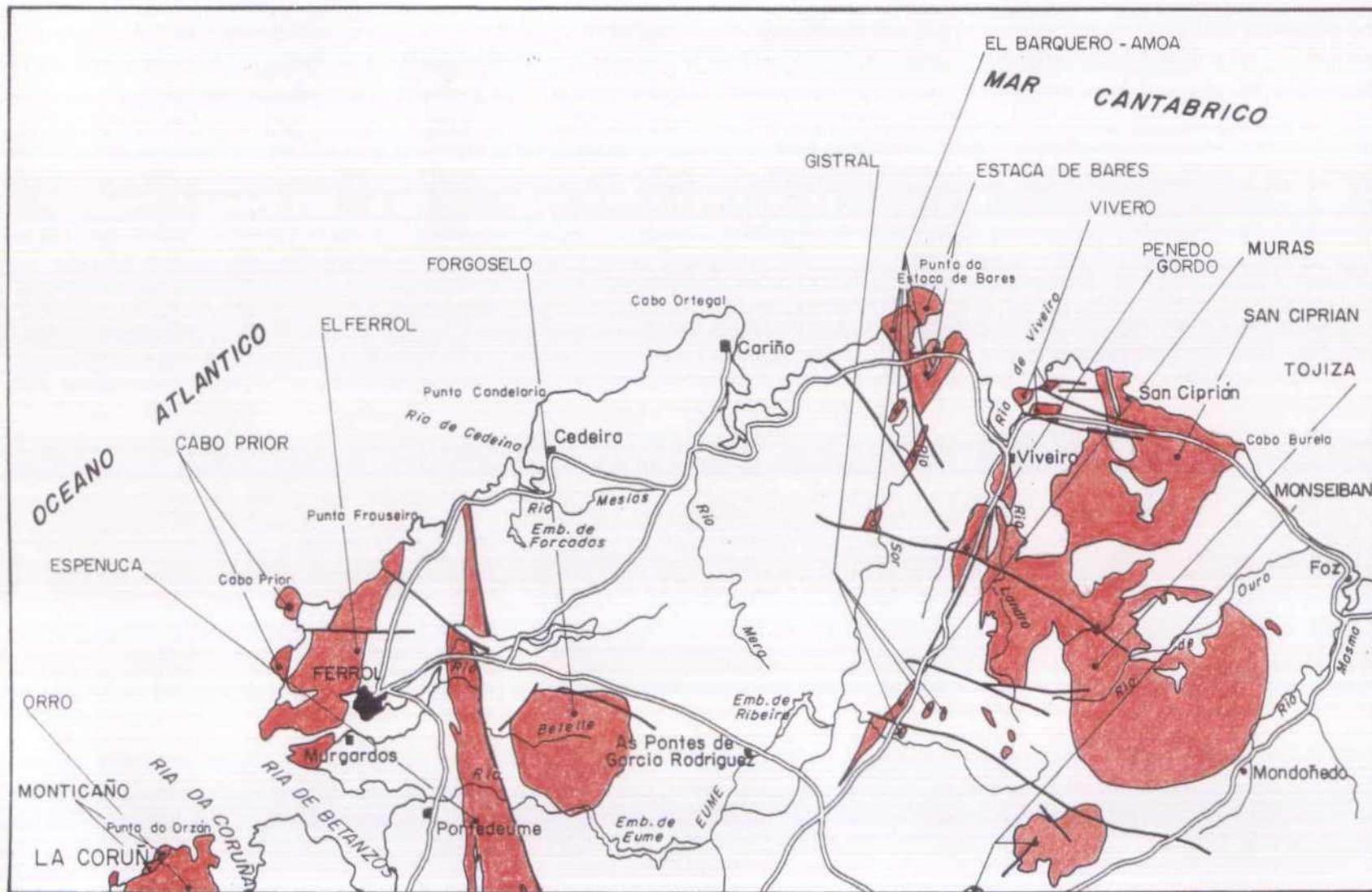
Se caracterizan por cortar a las estructuras generadas por la D_3 y no estar afectados por esta fase de deformación lo cual podría constituir la única diferencia significativa entre estos granitoides y los del Grupo II. Son de tipo bien circunscrito, mostrando en la mayoría de los casos contactos netos y regulares, con morfologías elípticas o subcirculares. Desde el punto de vista petrológico tienen una notable variabilidad manifestándose en una distribución zonal o compleja.

En función de la composición mineralógica se distinguen tres subgrupos, los cuales están representados en el ámbito de la hoja.

- Subgrupo III A. Granitos de dos micas: Macizo de Forgoselo.
- Subgrupo III B. Granitoides biotíticos: Macizo de la Tojiza.
- Subgrupo III C. Granitoides biotíticos-anfibólicos: Macizo de Estaca de Bares.

Las facies principales son de tamaño de grano medio o grueso con textura porfídica como consecuencia de la presencia de megacristales de feldespatos potásicos, únicamente en el Macizo de Estaca de Bares el tamaño de grano es medio-fino.

Aunque para la descripción y clasificación de rocas graníticas se ha seguido la propuesta por Bellido et. al. (1987), siguiendo criterios prácticos estos han sido agrupados de otra forma como se verá en el apartado 4.13.



CUERPOS GRANITICOS DE LA HOJA Nº1

ESCALA. 1:500.000

FUENTE: I.T.G.E. 1987

3.6. METABASITAS

Además de los extensos afloramientos de rocas básicas y ultrabásicas existentes en el DC se localizan otros afloramientos de rocas básicas deformadas en distintas zonas de la presente hoja.

* Metagabros: Afloran formando una banda entre el Complejo de Ordenes y el Macizo de Espenuca. Se encuentran claramente deformados, desarrollándose una esquistosidad definida por la orientación de los anfíboles. Su textura más común es la tipo fláser.

* Ortoanfíbolitas: Aparecen en bandas estrechas de dirección N-S dentro del Macizo de Espenuca.

* Metabasitas indiferenciadas. Se localizan algunos afloramientos de rocas básicas al E y SE de Puentes de García Rodríguez, variando entre metaperidotitas y metagabros a esquistos y gneises anfibólicos.

3.7. ROCAS FILONIANAS

3.7.1. Diques y filones de Cuarzo (26)

Se encuentran representados a todas las escalas a lo largo de toda la hoja, rellenando fracturas tardi o posthercnicas de direcciones ONO-ESE y NO-SE.

3.7.2. Diques de pórfidos y Felsitas

De potencia muy variable, estos diques aparecen en posición subhorizontal cortando a la estratificación con un ángulo muy bajo. En la parte oriental de la hoja estos diques han sido afectados por un proceso de caolinitización dando lugar a importantes yacimientos de caolín. No han sido representados en la cartografía.

3.8. MINERIA

En la hoja existen numerosos yacimientos de rocas y minerales de naturaleza muy variada. En este apartado se describen únicamente los minerales energéticos o metálicos agrupados, estos últimos, por sus mineralización más comunes, excluyéndose las rocas y minerales industriales que serán tratadas detalladamente en el apartado 3.

3.8.1.Lignito

Merece destacarse la cuenca terciaria de Puentes de García Rodríguez, en la que alternan capas de arcilla y arena con niveles de lignito. Es una explotación a cielo abierto de importante dimensiones y de gran interés económico.

3.8.2.Mineralizaciones de hierro

* Yacimientos estratiformes intercalado en la Formación Pizarras de Luarca.

Se trata de óxidos de hierro oolítico. En la actualidad todas las explotaciones están abandonadas, destacándose las de Lombogordo, Silvarosa, Galdo y Bravos.

* Yacimientos intercalados en las Pizarras de Cándana

De análogas características a las descritas. También se encuentran abandonadas, destacándose entre ellas las explotaciones ~~/~~ situadas en las proximidades de A Pontenova, al Este de la hoja.

* Indicios de Magnetita

Relacionados con pequeños "Stocks" graníticos situados al NE del Macizo de la Tojiza. No se explotan actualmente.

* Yacimientos ferruginosos asociados a brechas de falla.

Actualmente no existen explotaciones activas de este tipo de yacimiento.

3.8.3. Mineralizaciones de Arsenopirita - Pirita - Calcopirita - Oro y Plata

Se trata de filones de cuarzo mineralizados, situados en la zona de Montefaro-Meiras y de Covas, en la parte occidental de la hoja. También merece destacarse la explotación de cobre de Saucadio de Arriba, el yacimiento se situa en una zona de falla rellena de cuarzo con mineralizaciones de pirita y calcopirita.

3.8.4. Mineralizaciones de Cobre - Cromo - Niquel - Hierro - Planitoides

Estos indicios se encuentran asociadas a rocas básicas y ultrabásicas dentro del Complejo de Cabo Ortegaleja.

4.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

4. DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

En la realización del presente proyecto se han visitado un total de 315 puntos de explotación e indicios, de los cuales se han inventariado 109 (del 1 al 109 ambos inclusive) considerados como de mayor interés, así como de aquellos otros que por medio de la realización de algunos análisis y ensayos permitan una caracterización aproximada del litotecto a la cual pertenecen.

Con el objeto de no perder información de cara a actuaciones futuras, también se relacionan (ver anexo adjunto) los indicios o explotaciones abandonadas de interés secundario, no inventariados, numerados del 200 al 405.

En estos puntos se citan, entre otros datos, la sustancia objeto de explotación, coordenadas UTM y causa o motivo aparente para no realizar su registro.

En la descripción ordenada de las explotaciones e indicios que se realiza a continuación se reseñan de un modo breve las características de las zonas, explotaciones y yacimientos de interés.

Los datos de producción reflejados corresponde, en su mayor parte, a los obtenidos en las correspondientes Jefaturas Provinciales de Minas y en algunos casos a los datos aportados por los productores. Por último se exponen los resultados de los ensayos realizados, indicando en cada caso los usos posibles y el grado de ajuste a las especificaciones industriales de los mismos.

Las rocas y Minerales Industriales objeto de explotación en la Hoja de "La Coruña" son los siguientes:

CAPITULO 4. EXPLOTACIONES E INDICIOS

Anfibolita	Caolín	Gabro	Peridotita, (dunita, olivino)
Arcilla común	Cuarcita	Gneis	Pizarra
Arena	Cuarzo	Granito	Serpentina
Arenisca	Eclogita	Grava	Sillimanitas
Barita	Esquisto	Lehnm	Turba
Caliza	Feldespató	Ocres	

4.1. ANFIBOLITA (Anf)

Actualmente, la extracción de anfibolita se centra en los términos municipales de San Sadurniño y Moeche, ambos pertenecientes a la provincia de La Coruña. Se han inventariado dos puntos de extracción activos (27 y 29, mapa de indicios y explotaciones) y uno en el que ocasionalmente se extrae material y en el cual se ha instalado una planta de trituración de áridos.

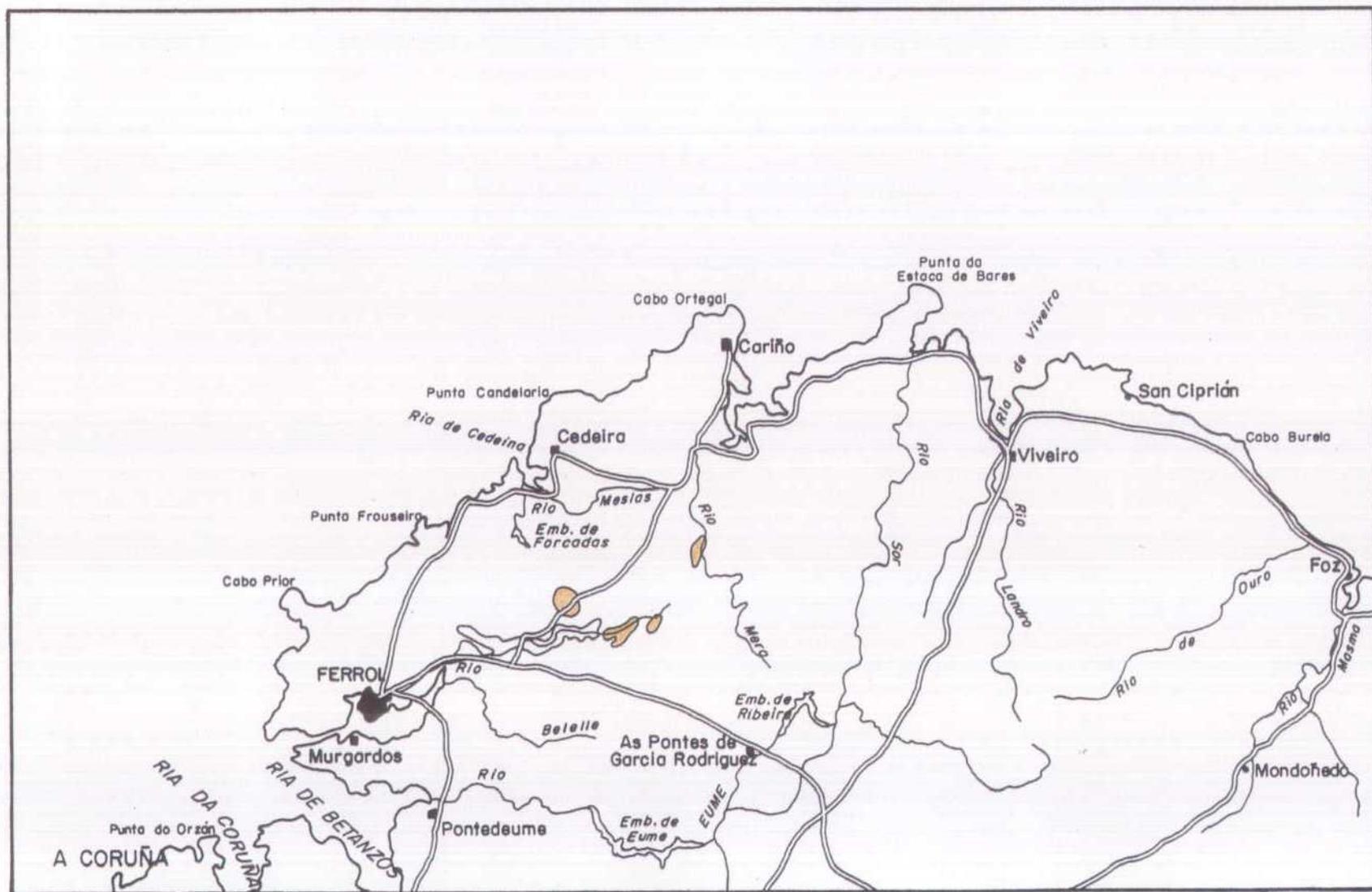
ANFIBOLITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
27	3	7	577.10	4823.08	300	EA	A
29	3	7*	579.86	4824.46	250	EA	A

Las únicas explotaciones activas se sitúan en el Complejo de Cabo Ortegal, concretamente en la denominada U5 (ver síntesis geológica). Estas anfibolitas son de color verde oscuro, de grano medio, intensa foliación nematoblástica y ausencia de bandeo composicional. Mineralógicamente están constituidas por hornblenda y plagioclasa sauseritizada y ocasionalmente epidota.

La producción total de las explotaciones activas o de carácter intermitente alcanzó en el año 1988 las 314.407 Tm, en su mayor parte procedentes del yacimiento situado en Lamas Rapadoiro en el municipio de San Sadurniño (27, mapa de explotaciones e indicios), utilizándose en su totalidad como áridos de machaqueo. Los resultados obtenidos en esta explotación (Dirección General de Obras Públicas de la Junta de Galicia 1987-78), los califican como aptos para capas de rodadura:

Desgaste de Los Angeles	16%
Absorción de agua	0,43%
Densidad aparente	3,06 gr/cm ³
Densidad real	3,1 gr/cm ³
Equivalente de arena	92 %



ZONAS DE EXTRACCION DE ANFIBOLITAS Y SERPENTINA

E. 1: 500.000

4.2. ARCILLAS (Arc)

Se han inventariado 6 yacimientos de arcilla común, repartidas por distintas zonas de la hoja, en su mayor parte de carácter intermitente.

ARCILLA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
20	32	6	565.20	4820.10	40	EI	D
25	30	7	571.70	4820.48	50	EI	A
51	32	9	638.32	4827.20	50	EI	M
58	32	9	643.96	4822.76	50	EI	D
82	30	23	611.00	4803.80	520	EA	A
84	32	23	617.90	4799.38	440	EI	M

El tipo de minería empleado es el "cielo abierto corta", permaneciendo inundados los bancos inferiores gran parte del año, debido a la impermeabilidad del terreno y la alta pluviometría de la zona. Las explotaciones tienen por lo tanto un funcionamiento estacional, trabajando las industrias con el material acopiado en los meses de verano. El arranque se efectúa mediante palas excavadoras, empleándose camiones para el transporte hasta los centros de transformación (cerámicas).

La producción de arcillas que supera las 60.000 Tm/año, se destina mayoritariamente a la fabricación de ladrillería, utilizándose la procedente del paraje Picota (58, mapa de explotaciones e indicios) combinada con otros materiales, para la producción de pavimentos y revestimientos de gres.

Los yacimientos de arcilla con interés económico se han agrupado para su descripción en:

- Depósitos desarrollados en cuencas terciarias: Cuenca del Pedroso y Cuenca de Puentes de García Rodríguez.

- Depósitos cuaternarios: Abarca yacimientos arcillosos desarrollados sobre unos distintos tipos de depósitos pliocuaternarios.

Actualmente están en actividad las explotaciones desarrolladas en las cuencas terciarias del Pedroso (25) y al Oeste de Puentes de García Rodríguez (82), así como otras situadas en depósitos cuaternarios en distintos puntos de la hoja (20, 51, 58 y 84, mapa de explotaciones e indicios).

* Cuenca de Pedroso

Se localiza en el valle del río Jubia al Oeste de San Sadurniño (La Coruña). La forma rectangular de la cuenca (5 x 1,5 Km) obedece a la existencia de una falla de componente horizontal e importante desarrollo, de dirección NNO-SSE.

Esta cuenca está constituida principalmente por una alternancia de arcillas, arenas e intercalaciones carbonosas; en menor proporción existen algunas capas de conglomerados y costras ferríferas. Su potencia puede superar los 70 m. La práctica totalidad del material detrítico está constituido por cuarzo (79-81% en peso), feldespato (10-16%) y micas (4-5%), siendo el resto minerales minoritarios.

Actualmente sólo se encuentra activo el yacimiento en el municipio de Narón, Nuestra Señora de la Merced (25, mapa de indicios y explotaciones) con una producción anual de arcillas de 26.200 Tm destinada a la fabricación de ladrillería. Los resultados obtenidos en una muestra de arcillas rojizas tomadas en una cantera perteneciente a esta cuenca son los siguientes (ITGE, 1.976).

Granulometría

Fracción > 63	62,2 %
Fracción 20 μ - 63 μ	18,65 %
Fracción 2 μ - 20 μ	8,70 %
Fracción < 2 μ	10,63 %

Composición mineralógica

	Q	M	K	F
Muestra Bruta	65	25	10	ind
Fracción < 63 μ	25	45	30	-
Fracción < 20 μ	ind	45	55	-

Análisis químico

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	MnO	H ₂ O
76	14,84	1,64	0,45	0,45	0,13	<0,45	0,76	1,98	0,05	4,16

Los puntos de extracción, números 232, 234 y 235, (ver anexo) pertenecientes a esta cuenca se encuentran abandonados.

* Cuenca de Puentes de García Rodríguez

Se sitúa en la parte central de la hoja, en su borde meridional. Su morfología, al igual que otras pequeñas cuencas situadas al Este, parece estar relacionada a la presencia de fallas.

Este yacimiento de considerables dimensiones (8 x 3 Km) y de gran importancia económica en el que existen enormes reservas de arcillas, se explotan exclusivamente las capas de lignito desechándose el resto considerado estéril. La utilización de los sedimentos detríticos de la cuenca se limita a labores de restauración de la explotación.

Esta cuenca está constituida por unos tramos basales de conglomerados y arcillas versicolores seguidos por una sucesión alternante de arenas, arcillas, lignito y algunos conglomerados. En algunos puntos puede alcanzar los 200 m de espesor. Discordantemente se depositan 2-3 m de materiales cuaternarios de origen fluvial.

Los minerales arcillosos principales son caolinita (mayoritario) e illita aunque puede aparecer ocasionalmente montmorillonita, y minerales interestratificados de montmorillonita-illita. El contenido en materia orgánica, relativamente elevado, favorece su calcinación una vez secas, con el consiguiente ahorro energético.

En la actualidad no existe ninguna explotación activa de arcillas en la cuenca, debido a la explotación de los lignitos a cielo abierto. Los resultados de algunos de los análisis químicos y mineralógicos así como los ensayos tecnológicos realizados sobre arcillas de esta cuenca son las siguientes (ITGE, 1984).

Granulometría

MUESTRA	PU-006	PU-008	PU-010	PU-011
-4,000 mm				
2,000 mm				
1,000 mm	0,3			
0,500 mm	2,4			
0,250 mm	7,5			
0,149 mm	6,2			
0,074 mm	3,7	0,54	0,18	0,06
0,020 mm	14,2	11,20	7,20	5,00
0,010 mm	19,2	13,20	10,00	7,00
0,005 mm	18,3	17,50	15,40	13,10
0,002 mm	15,4	20,00	18,40	18,70
0,001 mm	12,8	38,20	48,70	56,10

Análisis químico

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P.F.	Muestra
63,20	17,4	5,27	0,52	1,69	2,87	0,14	1,27	7,63	PU-006
60,10	17,30	3,29	0,30	0,77	1,93	0,15	1,15	14,95	PU-008
56,8	24,3	4,91	0,14	0,52	2,34	0,16	0,98	9,84	PU-0010
53,7	25,3	2,27	0,72	2,34	2,88	0,16	1,28	11,5	PU-0011

En el municipio de Villalba se ubica un yacimiento (82) en una de las pequeñas cuencas terciarias situadas al Este de la de Puentes de García Rodríguez. Su producción alcanza los 11.000 Tm/año destinándose a la fabricación de ladrillería.

Los análisis efectuados sobre la muestra recogida en esta explotación son las siguientes:

Análisis químico (%)

SiO₂ Al₂O₃ Fe₂O₃
72,51 18,32 3,21

Difracción de rayos X

Cuarzo	2 %
Filosilicato	75 %
Feldespato	5 %

Límites de Atterberg

LL	LP	IP
36,32	20,87	15,45

Granulometría (% que pasa)

<u>Tamiz</u>	<u>% pasa</u>
nº4	98,64 %
nº10	96,06 %
nº40	84,01 %
nº200	56,76 %

El resto de los puntos de extracción inventariados corresponden a distintos tipos de depósitos cuaternarios. El yacimiento situado al Norte de Narón (20), se explota de forma ocasional unas arcillas amarillentas procedentes de una pequeña cuenca cuaternaria. Este material se mezcla posteriormente y en menor proporción con la arcilla procedente del punto 25, destinándose a la fabricación de ladrillería. Según el productor se extraen en este punto unas 5000 Tm anuales.

En la hoja 9 (Foz) del mapa topográfico nacional se sitúan los puntos de extracción 51 y 58 en los municipios de Barreiros y Foz (Lugo). En el primero de ellos la producción de 19.120 Tm/año se destina a la fabricación de ladrillería. En el segundo, del cual no se disponen datos, su producción se utiliza para la fabricación de pavimentos y revestimientos de gres.

Los resultados de los análisis químico y mineralógico del punto 58 son los siguientes:

Análisis químico (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
70,66	21,97	1,06

Difracción rayos X

Cuarzo	25 %
Filosilicatos	70 %
Feldespatos	5 %

Límites de Atterberg

	LL	LP	IP
Porcentaje	36,16	21,89	14,27

Granulometría (% que pasa)

<u>Tamiz</u>	<u>% pasa</u>
nº4	100.0 %
nº10	99.98 %
nº40	99.83 %
nº200	97.71 %

El punto 89 corresponde a un indicio situado en un depósito aluvial, en el que se ha reconocido alguna actividad reciente aunque, se desconoce con seguridad sus aplicaciones actuales.

Además de las explotaciones o indicios anteriormente mencionados, merecen destacarse los antiguos yacimientos de arcillas caolíníferas situados en las proximidades de Bequerencia punto 299 (ver anexo), actualmente restaurados y convertidos en campos de cultivo.

Los resultados obtenidos en dichas explotaciones son los siguientes: (ITGE, 1976)

Análisis químico

50

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O
Bruto	64,5	23,31	1,17	0,83	0,09	<0,45	0,98	<0,05	3,46	0,50	5,37
<20 μ	52,46	31,65	0,22	0,22	0,10	0,61	0,88	<0,05	4,80	0,97	7,14

Composición mineralógica %

	Q	M	K	F
Caolín bruto	45	45	10	Ind.
Fracción <63 μ	10	70	20	Ind.
Fracción <20 μ	Ind.	70	30	-

Podrían utilizarse para ladrillería ligeramente refractaria.

Al Norte de Ortigueira, cerca de la localidad de Luhía se encuentra una pequeña ladrillera. La extracción del material se realiza tanto en las inmediaciones de la fábrica como en obras de desmontes locales.

4.3. ARENAS, GRAVAS Y LEHM GRANITICOS (Are, Grv)

Se trata de sustancias con génesis, en algunos casos muy distintas aunque caracterizados todos ellos por ser materiales no consolidados, para cuya extracción no es necesario el empleo de explosivos.

Para su descripción se las divide en:

- Lehms graníticos (Xabres)
- Arenas y Gravas

Lehm granítico

La alteración superficial de los granitos produce la disgregación y pérdida de cohesión entre los minerales que lo forman, generando depósitos no consolidados desarrollados "in situ" conocidos localmente con el nombre de "Xabres". Estos depósitos están constituidos, fundamentalmente por los minerales más resistentes a la alteración, cuarzo y feldespato, y en menor medida por filosilicatos. Las explotaciones desarrolladas en estos depósitos son de pequeñas dimensiones y su utilización se reduce al ámbito local. En la actualidad ninguna de ellas se encuentra en actividad (ver anexo).

Arena y grava

Se han inventariado un total de 7 explotaciones de este tipo de áridos naturales con algún tipo de actividad a lo largo del año. Las explotaciones son de pequeño tamaño y su mecanización se reduce al empleo de palas mecánicas, camiones y planta de trituración y/o clasificado.

ARENA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
11	32	2	613.40	4836.50	5	EA	D
15	32	3	622.70	4840.6	0	EA	M

GRAVA, ARENA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
48	32	9	632.35	4829.90	90	EA	A
53	32	9	626.75	4820.60	50	EA	M
56	32	9	641.42	4823.22	5	EI	B
57	32	9	643.84	4823.28	40	EA	B
78	32	23	595.50	4806.68	470	EA	D

La producción total declarada es 12.680 Tm/año; no existiendo datos de la misma en la mayor parte de las explotaciones. Para su descripción se han agrupado según el tipo de depósito al que pertenecen.

Arena:

Actualmente, la extracción de arena se reduce al dragado de una pequeña marisma situada en las proximidades de la factoría de INESPAL, en el municipio de Xobe (15, mapa de explotaciones e indicios) y a la comercialización del material acopiado, producto del dragado de la ría del Viveiro (11). Los puntos 338-339-340-341 (ver anexo) situados en la desembocadura del río Eume, están paralizados al haberse prohibido su extracción.

Grava y arena:

Las explotaciones de grava y arena se desarrollan fundamentalmente en depósitos pliocuaternarios correspondientes a terrazas fluviales, conos de deyección y a la rasa

costera. La mayor parte de estas, se concentran en la zona nororiental de la hoja, en los términos municipales de Foz y Barreiros pertenecientes a la provincia de Lugo.

Sobre los conos de deyección ampliamente representadas en la cuenca del río Moudide, se sitúan los puntos 282, 283 y 48 de los cuales únicamente está actividad el último de ellos. Su producción es de 8400 Tm/año. Estos depósitos están formados por bloques de cuarcita subangulosos, niveles conglomerádicos en una matriz o limoarenosa. Su potencialidad puede considerarse elevada.

En las terrazas de los ríos Ouro y Masma se sitúan los puntos 53, 56, 288 y 297 (ver anexo). Actualmente sólo está en actividad el primero de ellos; el 56 tiene carácter intermitente y el resto se encuentran abandonados. No existen datos de producción.

El punto 78, situado al SO de Puentes de García Rodríguez explota arenas y gravas procedentes de un aluvial. Su producción alcanza las 4280 Tm/año.

Los depósitos de rasa se localizan en las inmediaciones de la costa cantábrica en el extremo oriental de la hoja. Están integrados por niveles de conglomerados cuarcíticos, arenosos y arcillosos. En este grupo se incluyen los puntos 57, activo, 280 y 281 ambos inactivos.

4.4. BARITA (Bar)

Existe un único indicio de baritina en el ámbito de la Hoja, el punto nº 93, que corresponde a unas antiguas explotaciones subterráneas abandonadas situadas al SE de Vilanova de Lourenzá (Lugo).

BARITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
93	8	24	639.24	4813.26	170	EB	D

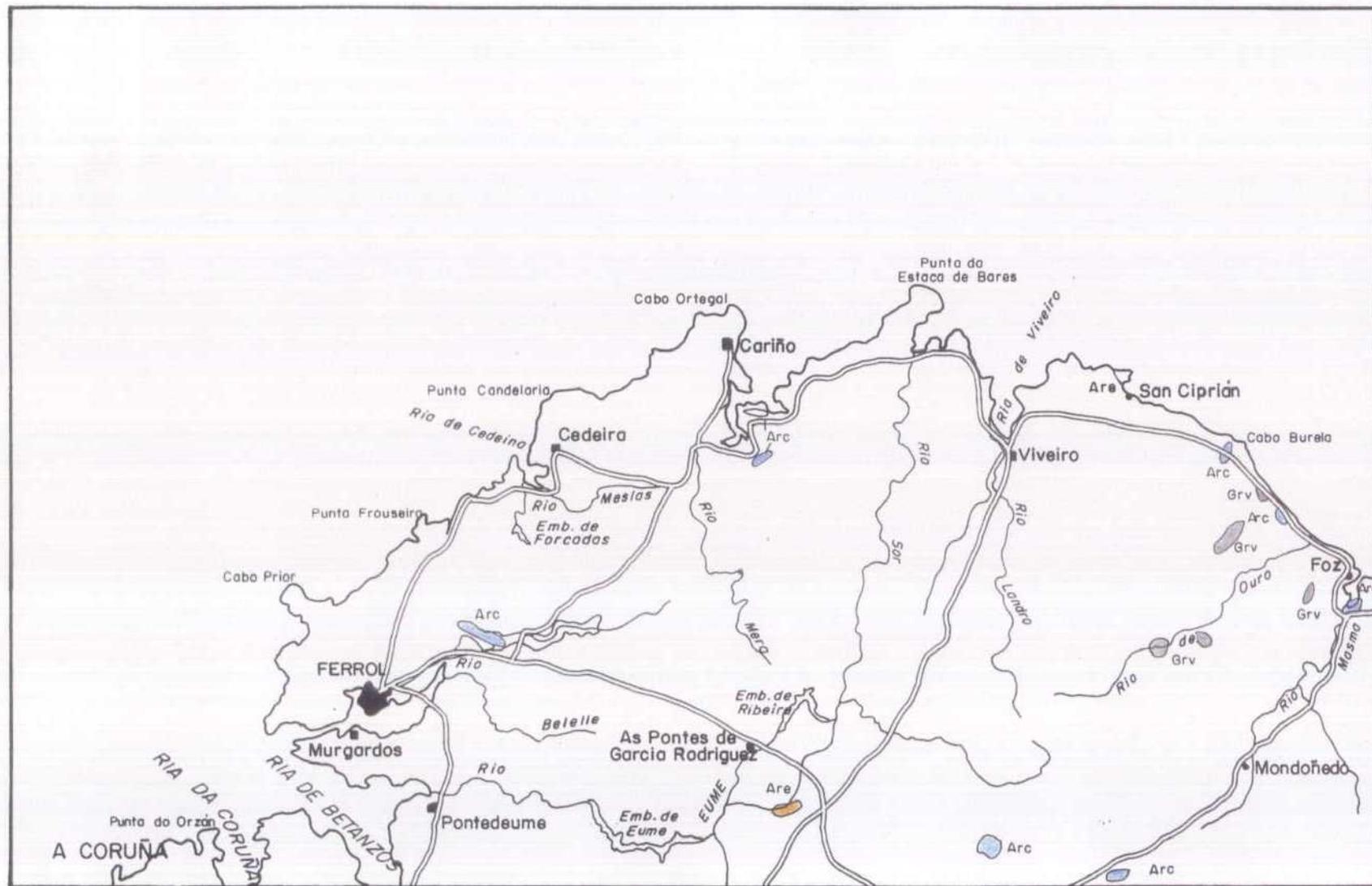
En el citado punto 93 se explotaban filoncillos cortantes de espesor centimétrico dentro de las Calizas de Vegadeo. Los análisis efectuados sobre muestra recogida son las siguientes.

Análisis químico

SiO ₂ 42,03	Fe ₂ O ₃ 2,32	SO ₄ Ba 51,15
---------------------------	--	-----------------------------

Peso específico (todo uno) 2,94 gr/cm³

En la Sección de Minas de Lugo se han solicitado dos derechos mineros para esta sustancia en un área del paraje San Carlos, del Término Municipal de Mondoñedo. Sin embargo, durante la visita realizada no se observó indicio alguno de Barita, por lo que se desechó. (Punto 404, del Listado de Explotaciones no Inventariada)



LEYENDA

- Arc Arcilla
- Are Arena
- Grv Grava

ZONAS DE EXTRACCION DE ARENA , GRAVA, ARCILLA Y LEHM GRANITICO

E: 1: 500.000

4.5. CALIZA (Clz)

La extracción de caliza está prácticamente concentrada en el extremo oriental de la hoja, en los términos municipales de Lourenzá, Mondoñedo y Abadín, pertenecientes todas ellas a la provincia de Lugo. Fuera de esta zona, únicamente se encuentra una explotación de cierto interés, localizada en las proximidades de Moeche. Debido a la escasez de rocas carbonatadas en el Oeste de Galicia este tipo de roca adquiere una gran importancia para la industria.

Se han inventariado un total de 15 puntos de extracción de las cuales solamente uno se encuentra en actividad.

CALIZA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
32	8	7	580.92	4821.60	140	EB	D
86	8	24	638.24	4816.34	120	EB	M
87	8	24	636.40	4815.10	160	EA	A
88	8	24	636.10	4814.70	190	EB	M
89	8	24	635.62	4814.60	160	EB	A
90	8	24	636.80	4814.38	120	EB	A
92	8	24	635.60	4812.94	270	EB	M
94	8	24	639.60	4811.58	100	EB	M
95	8	24	640.42	4811.00	170	EB	M
96	8	24	630.92	4808.06	380	EB	M
98	8	24	632.20	4805.20	320	IN	A
99	8	24	628.48	4804.45	440	EB	M
102	8	24	637.50	4806.70	350	IN	M
104	8	24	635.05	4804.95	380	EB	B
108	8	24	641.00	4808.15	340	IN	M

El tamaño de las explotaciones es muy variable, oscilando de grande a pequeño en relación a las dimensiones del yacimiento. La producción total de caliza, correspondiente a la única explotación activa existente, alcanza las 91.620 Tm/año comercializándose en su totalidad como áridos de machaqueo. En las Calizas de Vegadeo se localizan el mayor número de explotaciones e indicios existentes y en menor proporción sobre las intercalaciones calcáreas de la Pizarras de Cándana y las calizas silúricas

perteneciente al complejo de Cabo Ortegal.

* Calizas intercaladas en las pizarras de Cándana

Están formadas por calizas muy recristalizadas y bandeadas, de color grisáceo o blanco, con frecuentes venas de exudación. Se presentan en uno o dos bancos de potencia muy variable. Ocasionalmente presentan aspecto marmóreo.

Estos niveles han sido explotados como calera en las proximidades de Lousada de Sasdónigas (99). También se emplearon como roca ornamental en punto citado anteriormente, donde llegó a alcanzar una cierta importancia, y de modo muy incipiente en el punto 104. Otros puntos situados sobre los niveles calcáreos de Cándana son el 98 y 102.

Los resultados de los análisis obtenidos del estudio sectorial realizado (ITGE, 1985) para conocer las posibilidades como correctores de suelos en agricultura son las siguientes.

Muestra	98				99		102		
	a	b	c	d	a	b	a	b	c
CaO	29,5	33,7	33,2	30,1	35,7	23,6	35,7	35,5	33,0
MgO	1,37	0,32	0,27	0,69	0,51	12,33	0,24	0,23	0,38
PPC	-	0,379	0,32	0,29	0,03	0,007	0,0144	0,016	0,019
Val.Neutral.	55,1	53,4	54,8	52,0	51,5	44,8	42,8	54,6	53,4
Solb.carb.	51,87	32,5	61,25	60,0	38,75	28,12	40,62	53,75	45,0
CO ₃ Ca equ.	91,0	89,6	88,2	81,1	89,1	72,6	89,6	87,3	86,8

Estos resultados indican la posibilidad de utilización de estos materiales como correctores de suelos.

También se realizaron dos plaquetas pulidas, sobre muestra recogida en el punto 99, sometiendo a un ensayo de choque térmico con los siguientes resultados:

Variación de peso . . .	0,008%
Choque térmico	No presenta oxidaciones
Plaqueta pulida	Vistosidad aceptable con bandeado composicional

* Calizas de Vegadeo

Se trata de calizas y dolomías (más abundantes, estas últimas hacia el techo y muro) muy recristalizadas, de tonalidades blancas o azuladas, aspecto masivo o finamente tableadas. Presentan venas cortantes de cuarzo con siderita y ocasionalmente barita.

Petrográficamente las calizas más puras son de grano grueso y con cristales muy marcados, con márgenes dentados irregularmente. Las dolomías son de grano medio a fino y textura granoblástica. La potencia de esta formación es muy variable, varias decenas de metros como media, aumentando hacia el Sur donde llega a alcanzar el centenar de metros, fuera del ámbito de la hoja.

Son numerosas las explotaciones existentes sobre estas calizas en las proximidades de Vilanova de Lourenzá y Mondoñedo de las cuales permanece activa sólo una de ellas, encontrándose el resto abandonadas. Estas calizas se han utilizado en el pasado para la obtención de cal, abonos, ornamentación y sillería. Posteriormente su explotación quedó reducida al empleo como áridos de machaqueo en carreteras y hormigones. La única explotación activa se sitúa en el paraje de Valiño, (punto 87, mapa de indicios y explotaciones) en el Término Municipal de Lourenzá. La producción alcanza las 91.620 Tm/año utilizándose, en su totalidad como árido de trituración. Los análisis y ensayos efectuados en dicho punto aportan los siguientes resultados:

Análisis químico

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃ ⁼	CO ₃	PPC	SiO ₂ +RI
0,5	0,6	49,9	0,22	0,26	89,12	42,5	6,3

Estabilidad ante el SO₃Mg 5,83%
Desgaste de Los Angeles 33,02%

Estos materiales son aptos para diferentes tipos de bases y subbases granulares y su utilización en hormigones.

En el municipio de Lourenzá (95, mapa de explotaciones e indicios) se sitúa una pequeña explotación. La cantera de carácter intermitente se dedica a la producción de placas para mampostería (revestimientos y solados) de uso local.

Los resultados de los análisis efectuados (ITGE, 1985) sobre la Caliza de Vegadeo en la hoja son los siguientes:

Nº	CaO	MgO	PPC	V.N.	S.C.	CaCO ₃ Equiv.
20	21,50	11,09	0,082	48,7	26,87	83 %
21	27,1	2,29	0,03	49,2	57,50	75,50 %

* Calizas silúricas pertenecientes al Complejo de Cabo Ortegal

En las proximidades de Moeche (La Coruña) se sitúa una cantera, actualmente inactiva, en donde se explotó caliza para la obtención de cal. Su producción llegó a alcanzar las 10 Tm/día. El yacimiento lo forma un lentejón calcáreo constituido por calizas y dolomías claras y bandeadas de varias decenas de metros de potencia, intercalado entre riolitas y esquistos serpentinizados. Esta explotación de caliza es la más occidental de todas las inventariadas, adquiriendo por ello un cierto interés.

Los análisis químicos realizados sobre muestra tomada en este punto (32) son las siguientes:

Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	CO_3Ca	PPC	$\text{SiO}_2 + \text{RI}$
1,0	0,1	44,3	3,2	0,25	79,07	35,1	15,7

En líneas generales, los distintos niveles calcáreos descritos presentan tramos aptos para su uso en cales, fundentes, corrección de suelos y marmolería, aunque su aplicación principal ha sido como áridos de trituración.

4.6. CAOLIN (Kao)

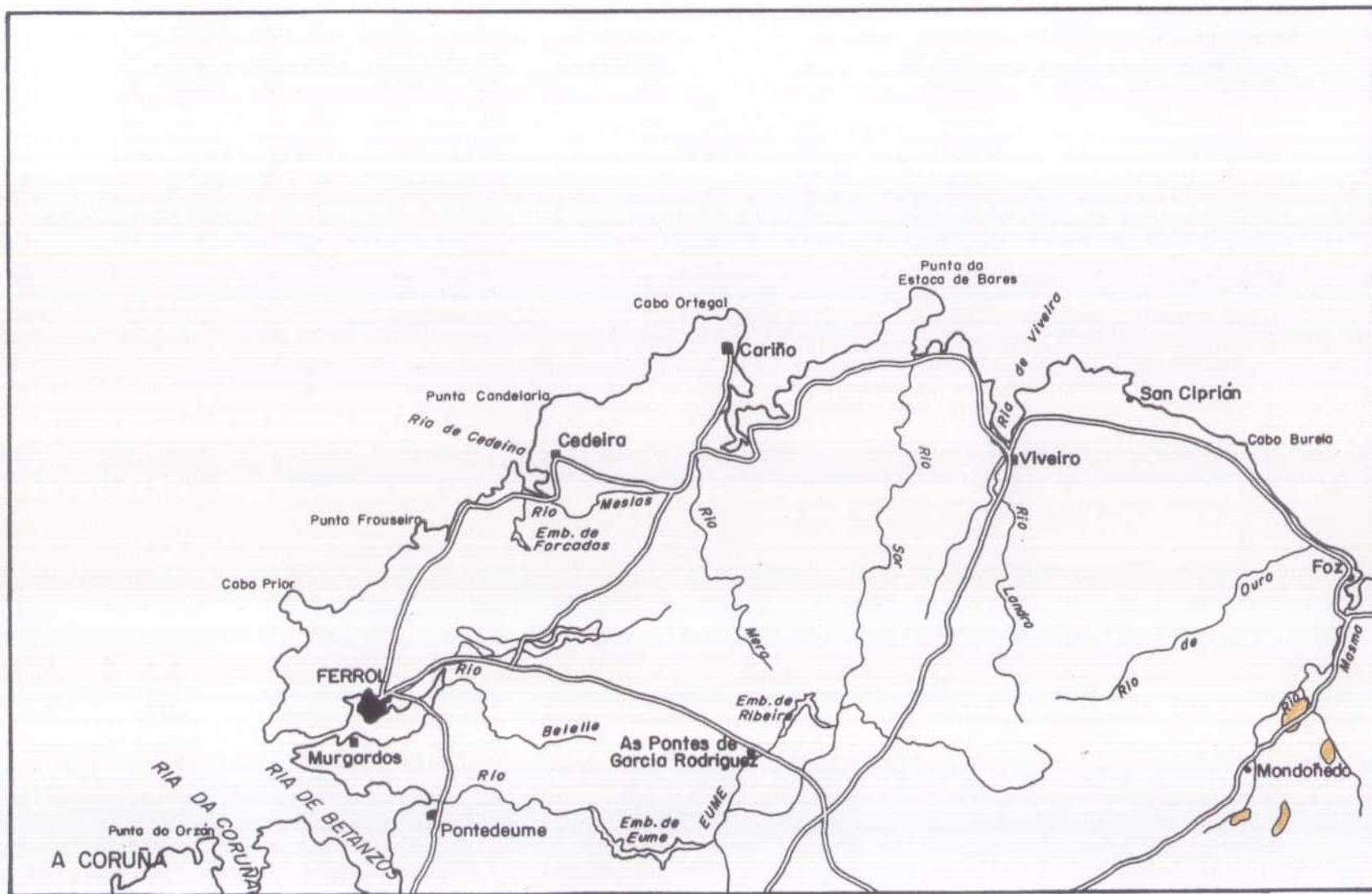
Se han inventariado 6 explotaciones concentradas en su mayor parte al Norte de la provincia de Lugo. En la actualidad únicamente se encuentran activos los situados en las proximidades del Río Douro en el Término Municipal de Foz, cerca de la costa cantábrica.

CAOLIN

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
10	22	2	605.42	4842.80	40	EB	D
46	22	9	630.90	4834.34	250	IN	D
47	22	9	627.14	4831.54	270	EB	D
49	11	9	633.00	4827.55	270	EA	A
50	11	9	634.85	4827.68	140	EA	A
65	22	22	570.76	4809.8	300	EB	D

En el ámbito de la hoja los yacimientos caolíniferos con interés económico pueden ser catalogados en diversos grupos genéticos.

- a) Depósitos originados por alteración de granitoides (yacimientos de San Ciprian, Jove-Lago, Vicedo-Negradas, Burela-Sargadelos y Pontedeume).
- b) Depósitos originados por alteración de diques de microgranitos o pórfidos graníticos (felsitas) interstratificadas entre materiales del Cámbrico inferior (grupos mineros Regovello-ECESA).
- c) Depósitos de arcillas caolíníferas asociados a cuencas terciarias (Puentes de García Rodríguez y Pedroso) así como los desarrollados sobre la rasa costera, descritos en el apartado de arcillas.



ZONAS DE EXTRACCION DE CALIZAS
E. 1: 500.000

* Yacimiento de San Ciprián-Paraños y Jove-Lago

Situados en los términos municipales de Cervo y Jove (Lugo). La extracción de material está paralizada porque la factoría de INESPAL ocupa las zonas de explotación y de vertidos (punto de extracción 19, ver anexo).

Los yacimientos se desarrollan sobre el granito de dos micas perteneciente al macizo de San Ciprián, habiéndose producido la caolinización tanto por causas endógenas (hidrotermalismo) como exógenas (meteorización). Los resultados de los análisis efectuados sobre caolín bruto, son los siguientes (ITGE, 1976):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Perd. 1000°C	
59,18	20,68	3,18	0,00	0,40	3,50	0,52	7,21	5,62	San Ciprián-Paraños.
70,15	17,18	0,85	0,07	0,56	1,21	0,62	5,40	3,52	Jove-Lago

El yacimiento de San Ciprián, que se encuentra agotado, presentaba un índice de blancura cercano al 60%, no pudiendo ser utilizable ni en cargas para la industria del papel ni en cerámica blanca.

El yacimiento de Jove-Lago cuya producción llegó alcanzar las 40.000 Tm/año, se utilizó como cargas para papel con unos índices de blancura superiores al anterior.

* Yacimiento de Vicedo

Se sitúa en el término municipal de Vicedo al NO de la provincia de Lugo. En el paraje de Monte Brañoso, en el municipio de Vicedo (punto 10) corresponde a las antiguas explotaciones pertenecientes a CEDONOSA actualmente abandonadas, cuya producción alcanzaba las 6000 Tm/año de producto vendible.

Este yacimiento se desarrolla sobre un granito de dos micas deformado y relacionado directamente con el filón de cuarzo tardi o posthercínico de O Barqueiro. La caolinitización de este granito se reduce a las zonas más tectonizadas.

Los resultados de los análisis obtenidos en el punto 10 son los siguientes (ITGE 1976).

Granulometría

Fracción < 200 μ	49,15 %
Fracción 44-200 μ	12,33 %
Fracción 20-44 μ	12,85 %
Fracción 2-20 μ	10,20 %
Fracción < 2 μ	16,00 %

Composición mineralógica

	K	M	Mo	F
Fracción < 44 μ	80	5	15	Ind.
Fracción < 20 μ	85	5	10	Ind.

Análisis químico (%) (Fracción (44 μ))

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	H ₂ O
51	33	0,59	0,11	1,31	1,00	0,06	2,05	0,76	0,05	12,01

Indice de blancura	72-74 %
Indice de amarillamiento	0,03-0,14 %
Indice de cristalinidad	0.45-0,57 %

En las proximidades de Negradas, al SE del yacimiento anteriormente citado (10) y en el punto de extracción 213 se realizaron algunas labores exploratorias aunque sin llegar a su explotación. Por sus características este caolín puede ser utilizado en la industria cerámica.

* Yacimiento de Burela-Sargadelos

Se sitúa en los términos municipales de Cervo y Foz (Lugo). La mayor parte de las explotaciones existentes se encuentran abandonadas por haberse agotado sus yacimientos, habiendose inventariado dos puntos: un indicio (46) y una explotación (47) con carácter intermitente.

Los yacimientos se desarrollan por la caolinitización del granito de dos micas del macizo de San Ciprián, produciendo acumulaciones del carácter puntual y morfología irregular.

En estas circunstancias podrían aún existir importantes reservas.

Los análisis efectuados en el punto 278, antigua explotación perteneciente Cementos Rezola son las siguientes (ITGE, 1976).

Granulometría

Fracción < 44 μ	24,7 %
Fracción < 20 μ	16,8 %
Fracción < 2 μ	12,4 %

Composición mineralógica

	Q	F	K	M
Caolín Bruto	40	25	25	10
Fracción 44 μ	10	5	70	15
Fracción 20 μ	5	5	75	15
Fracción 2 μ	<5	-	75	20

Análisis químico

								Pérdida de H ₂ O	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	MgO	CaO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	110°C	1000°C
50,60	34,60	0,66	0,09	0,04	0,03	0,18	1,22	1,56	10,51

Indice de blancura (fracción < 44 μ - < 20 μ) 79 %

Indice de amarillamiento 0,10 %

Aproximadamente un 20 % de los minerales es haloisita, el resto caolinita medianamente ordenada. De acuerdo a estas características este material puede ser utilizado en ciertas cargas de papel, cerámica blanca, refractarios, cementos, etc.

* Yacimiento de Pontedeume

Se sitúa al NO de Pontedeume en la parte occidental de la hoja. Se trata de arenas caoliníferas algo feldespáticas ligadas al granito de dos únicas del Macizo de Espenuca. El punto 65 pertenece a este yacimiento y corresponde a una explotación abandonada de mediano tamaño situada muy próxima al PK-5 de la carretera Cabanas-Puentes de García Rodríguez.

Los resultados de los análisis efectuados en este yacimiento son los siguientes (ITGE, 1976)

Granulometría

Fracción > 200 μ	49,95 %
20-200 μ	30,41 %
2-20 μ	19,40 %
< 2 μ	2,91 %

Composición Mineralógica

	Q	F	K	M
Caolín Bruto	25	20	20	35
F. 2-20 μ	5	—	75	20
F. < 2 μ	—	—	90	10

Composición mineralógica

10-30% Haloisita
 90-70% Caolinita

Análisis químicos (fracción (20 μ))

								Pérdida de agua	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	MgO	CaO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	110°C	1000°C
54,48	30,80	0,42	0,17	0,02	0,02	0,25	0,78	1,70	11,91

Índice de blancura: = 80 %

Índice de amarillamiento 0,08 %

Se ha utilizado en la fabricación de refractarios pudiendo utilizarse en determinados tipos de cargas para papel.

* Yacimiento de Burela-Fazouro

Son los yacimientos más importantes y de mayor interés de la hoja, en los cuales se sitúan las únicas explotaciones activas. Estos yacimientos están relacionados con la alteración y caolínización sufrida por diques pseudoestratiformes de "felsitas" interestratificadas en las series del Cámbrico inferior.

Pertencen a este tipo de yacimiento los puntos 49 y 50 con una producción total anual próxima a las 70.000 Tm. El centro de transformación se sitúa en Burela (Lugo) produciendo dos variedades comerciales; caolín cerámico C-201 utilizado para porcelana y el caolín C-301 usado en cerámica refractaria, aislantes, etc. La empresa realiza estudios para la obtención de otro tipo de caolín destinado a carga para papel.

Los análisis y resultados realizados y facilitados por ECESA, (1989) son los siguientes.

Caolín "Cerámico 201"

Análisis químico (Caolín bruto)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.P.C
49	57,0	31,0	0,8	0,05	0,12	0,2	0,04	0,95	10
50	58,5	30,4	0,5	0,03	0,15	0,2	0,04	0,60	9,9

Análisis del producto vendible

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.P.C.
49,80	36,09	0,58	Vest.	0,18	0,10	1,08	0,05	11,98

Análisis mineralógico

Caolinita	89 %
Cuarzo	6 %
Feldespto	5 %

Barbotina

100 g caolín seco y 75 cm³ de agua destilada

a) Formosil	0,40% + 0,20%
b) Silicato de sosa (vidrio Soluble)	0,20% + 0,01%

Características de calidad Promedio

Residuo 63 um (10.000 mallas/cm ²)	0,9%
Residuo 40 um (16.900 mallas/cm ²) (tamizado por vía húmeda-DIN 4188)	1,6 %
Blancura, Patrón 92,5 OMg (medida con aparato Lange)	80,0 %
Plasticidad (a húmedo-medida con aparato Pfefferkorn)	34,5 %
Retracción en húmedo a seco	6,5 %
Retracción en cocido 1.300° C	7,0 %
Retracción en cocido 1.400° C	13,5 %
Retracción total (1.400° C)	19,0 %
Color en cocido	blanco
Punto de Fusión	SK 34
Pérdida por calcinación	12 + 0,2%
Resistencia a rotura en crudo (secado 45° C)	17,0 Kg/cm ²
Humedad (caolín lavado)	12,0 + 2%

Caolín "C-301"Análisis químico

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O Ind.	P.P.C.
51,50	33,80	0,75	0,05	0,17	0,23	1,25		11,8

Análisis mineralógico

Caolinita	86 %
Cuarzo	8 %
Feldespato	6

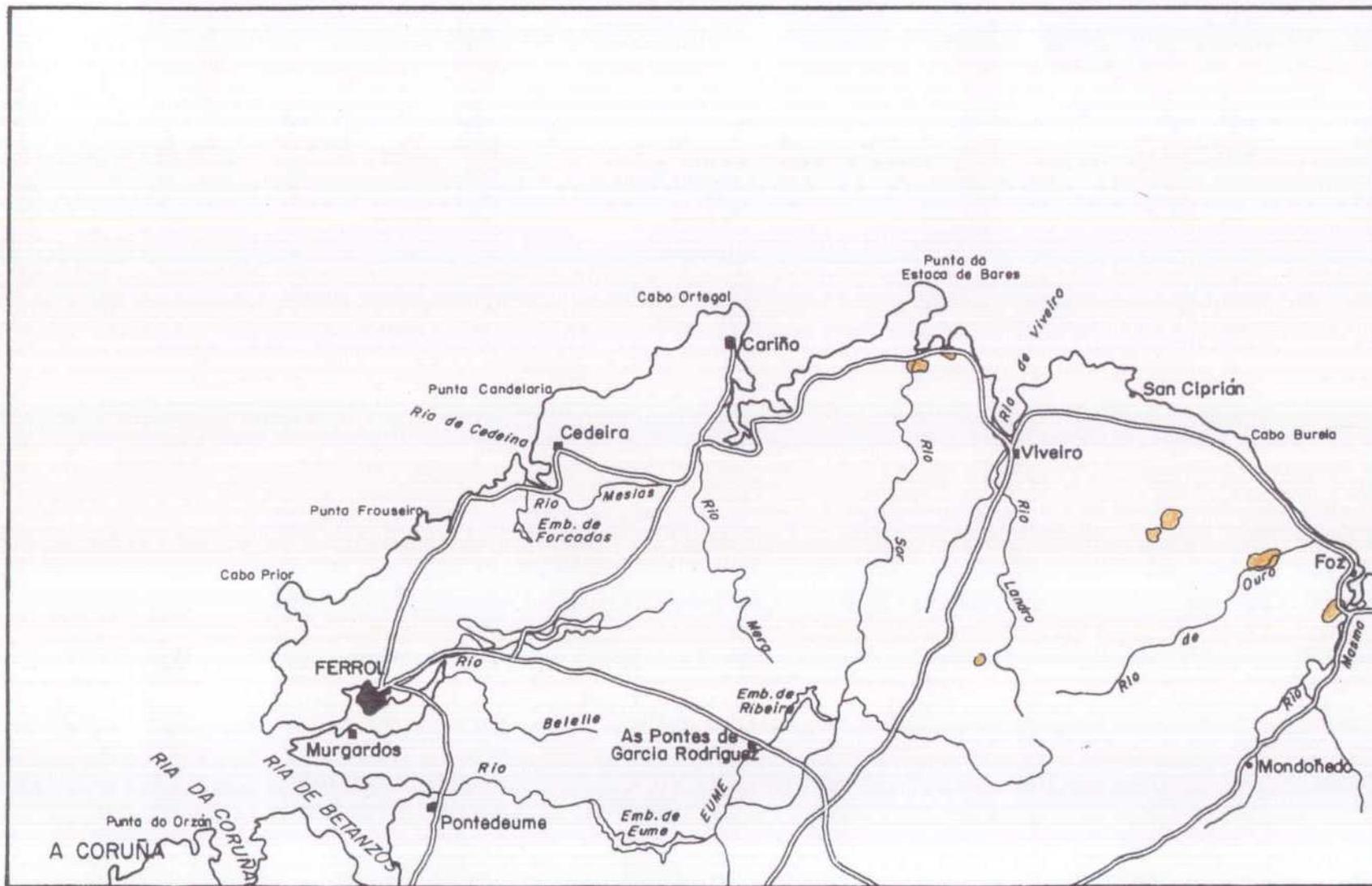
Barbotina

100 g caolín seco y 75 cm³ de agua destilada

a) Formosil	0,480% + 0,60%
b) Silicato de sosa (vidrio Soluble)	0,22% + 0,03%

Características de calidad Promedio

Residuo 63 μm (10.000 mallas/cm ²)	0,9%	0,9 %
(tamizado por vía húmeda-DIN 4188)		1,7 %
Blancura, Patrón	92,5 OMg	
(medida con aparato Lange)		77,0 %
Plasticidad (a húmedo-medida con aparato Pfefferkorn)		35,0 %
Retracción en húmedo a seco		7,0 %
Retracción en cocido 1.300° C		7,5 %
Retracción total		14,0 %
Color en cocido		blanco
Pérdida por calcinación		11,9 %
Resistencia a rotura en crudo (secado 45° C)	17,5 Kg/cm ²	
Humedad (caolín lavado)		12,0 + 2%



ZONAS DE EXTRACCION DE CAOLIN

E. 1:500.000

6p

4.7. CUARCITA Y ARENISCA (Cuar, Arn)

A efectos de las rocas industriales se han agrupado cuarcitas y areniscas, litologías caracterizadas por el alto contenido en cuarzo, aunque con diferente grado metamórfico. Se han inventariado un total de 7 explotaciones, permaneciendo activas 4 de ellas.

ARENISCA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
68	6	22	581.50	4816.40	420	EA	A
79	11	23	599.22	4804.68	540	EB	A
81	11	23	600.78	4801.08	480	EA	A

CUARCITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
17	11	3	623.35	4836.44	330	EB	A
37	6	8	594.40	4831.36	320	EA	A
41	11	8	610.90	4824.86	200	EB	A
91	13	24	636.18	4813.86	240	EB	M

La producción total se aproxima a 1.600.000 Tm/año, utilizándose localmente como áridos de trituración para pistas, carreteras, hormigones, etc. destinándose en un sólo caso (punto 91) a la obtención de placas para solados y revestimientos de fachadas.

La mayor parte de los puntos de extracción visitados se sitúan en la parte central y oriental de la hoja y corresponden al Dominio del Anticlinorio del Olló de Sapo y a la Zona Asturoccidental-Leonesa. Dentro de la primera los paquetes de mayor potencia corresponden a la Cuarcita Armonicana, aunque también son explotados algunos niveles cuarcíticos o areniscosos pertenecientes al Silúrico. En la ZAOL los niveles más importantes son la Cuarcita del Gistral, las Cuarcitas de Cándana y las capas del Eo.

Las explotaciones 17, 41, 79 y 81 pertenecen a la Cuarquita de Gistral. Esta formación está compuesta por 1000-2000 m. de cuarcitas blancas de grano grueso muy puras.

El punto 17 es una antigua explotación de cuarcitas para la obtención de sílice, aunque posteriormente el material extraído se utilizó en la construcción. (Ampliación del Puerto de San Ciprián, 1.978). Sus características más importantes son:

Desgaste de Los Angeles	22,3 - 23,3%
Absorción de agua	0,32 - 0,26%
Densidad aparente	2,62 gr/cm ³
Densidad real	2,64 gr/cm ³
P. específico aparente	2,621 gr/cm ³ (árido seco)
P. específico aparente	2,643 gr/cm ³ (árido s.s.s)
Resistencia a la compresión	2600 - 1836 kg/cm ²

El punto 41 corresponde a una pequeña cantera de cuarcita situada en las proximidades de Ouro. Los ensayos realizados sobre la muestra 8-002 de este yacimiento dan los siguientes valores:

Estabilidad al sulfato (áridos finos)

Fracción		Granulometría original %	Masa de la fracción ensayada g	Pérdida Total %	Pérdida media %
Pasa A.S.T.M.	Retiene A.S.T.M.				
Nº 100	Nº 100	12,86			
Nº 50	Nº 50	4,39			0,33
Nº 30	Nº 30	9,13	100	7,42	0,68
Nº 16	Nº 16	18,97	100	5,51	1,04
Nº 8	Nº 8	20,73	100	10,34	2,14
Nº 4	Nº 4	33,92	100	16,25	5,51
3/8"					
TOTALES ...		100	400		9,70

Análisis químico

SiO ₂	71.55 %
Fe ₂ O ₃	1.23 %
TiO ₂	0.21 %
Cr (p.p.m.)	21

En el término de Xermade (Lugo), en las proximidades de la carretera C-642 se explotan las arenas procedentes de la degradación de la Cuarcita de Gistral (punto 81). Su producción es de más de 8.000 Tm/año comercializándose como árido natural y de machaqueo.

El punto 37 corresponde a una explotación activa situada en cuarcitas y areniscas feldespáticas pertenecientes al Silúrico del Dominio del Olló de Sapo . La producción anual es de 150.000 Tm/año utilizándose como árido de trituración.

Los resultados de los ensayos de caracterización de este material son:

Desgaste de Los Angeles (E)	13
(A)	30-35
(B)	32
Absorción de agua	0,53%
Densidad real . .	2,61 gr/cm ³
Límites de Atterberg (NP)	3,9-5
Equivalente de arena . .	46

Fuente: Junta de Galicia. Dirección General de Obras Públicas.

De acuerdo a los ensayos estos áridos son válidos para bases y subbases de carreteras.

La principal explotación de areniscas (punto 68) se sitúa en el término de San Sadurniño. La cantera es de importantes dimensiones está situada en el contacto entre el granito de dos micas del Macizo de Forgoselo y unas areniscas pertenecientes al Silúrico siendo esta litología la que se explota de forma mayoritaria. La producción anual alcanzó en el año 1.988 un total de 1,5 10⁶ Tm utilizadas, casi exclusivamente, como base en las pistas de servicio del yacimiento de lignito de Puentes de García Rodríguez.

Los ensayos facilitados por la Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas son los siguientes:

Desgaste de Los Angeles	40 %
Densidad aparente	2,51 gr/cm ³
Densidad real	2,64 gr/cm ³

En las cercanías de Vilanova de Lorenzá, se encuentra una explotación recientemente iniciada (91) en la que se extraen placas de cuarcitas para revestimiento de fachadas, solados, etc. Su producción es cercana a las 2.500 Tm/anales, destinadas tanto al mercado nacional como europeo (Francia principalmente).

4.8. CUARZO (Qu)

De los 11 puntos de extracción registrados, sólo dos pertenecen en actividad siendo el resto indicios o explotaciones abandonadas. En su totalidad corresponden a yacimientos del tipo filoniano.

CUARZO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
4	26	1	587,5	4838,5	85	EB	A
5	26	2	604,3	4845,16	250	EA	A
24	26	7	570,9	4822,85	260	EB	M
39	26	8	597,7	4820,00	550	EB	D
69	26	22	583,2	4816,1	340	EA	M
70	26	22	583,6	4815,18	430	EB	D
73	26	22	585,75	4808,0	430	IN	M
74	26	22	587,15	4809,87	450	EB	M
75	26	22	587,55	4808,02	450	IN	M
76	26	22	588,7	4809,9	400	IN	D
85	26	24	623,6	4809,0	660	IN	B

Los filones de cuarzo están ampliamente representados en el ámbito de la Hoja, fosilizando discontinuidades tardi o posthercnicas. Presentan distintas morfologías (tabular, arrosariada, en pluma, etc), así como dimensiones muy variables, oscilando esta de escala métrica a kilométrica. Recientemente se ha realizado por el ITGE-Galicia una revisión y muestreo de las principales filones de cuarzo gallegos. La producción total de esta sustancia se aproxima a las 500.000 Tm/año utilizándose básicamente en ferroaleaciones y como árido de trituración.

El filón de *O Barqueiro* situado en la parte septentrional de la hoja, es el más importante y característico de los actualmente en producción.

Cicatrizada una fractura de dirección N150 E a N170 E, separando metasedimentos

y porfiroides pertenecientes al dominio del anticlinorio del "Olló del Sapo" situados al SO, del conjunto granítico del Barqueiro-Amoa, al NE. Su longitud es de unos 10 Km., oscilando su potencia entre los 30-50 m., adelgazándose rápidamente en las zonas terminales. El valor medio del buzamiento es de unos 45° al SO.

El mineral es cuarzo cristalino masivo. El contenido en SiO₂ supera, por lo general el 99%.

Sobre este filón se sitúa la mina "Sonia" (5), importante explotación de grandes dimensiones. Su frente de explotación llega a alcanzar los 1000 m de longitud, con una anchura media de banco de unos 45m. El material es machacado, clasificado, lavado y estriado manualmente, sometiéndole con periodicidad a controles de calidad. La producción anual alcanza los 460.000 Tm brutas, de lo cuales el 45% se emplean en ferroaleaciones, destinados en su mayoría al mercado internacional (países nórdicos).

El cuarzo de baja calidad se comercializa como árido de (unas 240.000 Tm/año). Los ensayos facilitados Cuarzos Industriales S.A. (1989) son los siguientes:

Análisis químico

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	Otros
99,6	0,30	0,005	0,03	0,004	0,05
99,5	0,4	0,005	0,15	0,004	0,05

Desgaste de Los Angeles 25%

Adhesividad al betún >95%

Coefficiente del pulido acelerado 0,46

Este material es apto para hormigones, bases y capas de regularización de carreteras.

Al NO de Puentes de García Rodríguez, en un filón de cuarzo milonitizado de

dirección NO-SE, se localizan las explotaciones 69 y 70, permaneciendo en actividad la primera de ellas. Su producción es de unas 3.500 Tm/año empleándose como áridos de trituración en la fabricación de hormigones.

El análisis químico correspondiente es (ITGE, Galicia-1988):

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC
69	98,53	0,325	0,055	0,038	0,022	0,023	0,004	---	0,39
70	98,25	0,945	0,293	0,038	0,022	0,006	0,019	---	0,41

Además de su empleo como áridos, también podrían ser utilizados como refractarios silíceos.

Los resultados de los análisis de otros puntos de extracción inventariados son los siguientes:

	4a(*)	4b(*)	24a(*)	24b(*)	24c(*)	74a(*)
SiO ₂	99,0	98,6	98,41	99,26	99,05	99,4
Al ₂ O ₃	0,363	0,345	0,602	----	----	----
TiO ₂	0,013	0,030	0,017	0,009	0,025	0,02
Fe ₂ O ₃	0,345	0,994	0,306	0,335	0,365	0,25
MnO	0,019	0,023	0,016	0,015	0,016	0,015
MgO	0,028	0,048	0,043	0,116	0,018	0,007
CaO	0,015	0,002	0,002	0,002	----	----
Na ₂ O	0,020	0,043	0,016	0,148	0,001	0,06
K ₂ O	----	----	----	----	----	----
PPC	0,20	0,45	0,59	0,35	0,52	0,248

(*) Datos facilitados por ITGE-Galicia

De los análisis efectuados se desprende que el alto contenido en hierro, titanio y manganeso, al igual que en la mayoría de los cuarzos gallegos, limita el campo de aplicación de estos a ferroaleaciones, pudiendo utilizarse la ganga como áridos, refractarios, etc. Sin embargo una pequeña parte de la producción de los puntos 4 y 24 se ha utilizado anteriormente en la industria del vidrio.

4.9. ECLOGITA (Ecl)

La única explotación inventariada (1), actualmente abandonada, se sitúa en las proximidades de Cabo Ortegá, habiendo sido utilizada en las obras de ampliación del puerto de Cariño situado al SE de la cantera.

ECLOGITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
1	3	1	590.84	4845.18	270	EB	ALTAS

Enclavadas en el Complejo de Cabo Ortegá, las eclogitas constituyen un nivel de unos 100-150 m de espesor, que aflora desde la Punta Aguilones hacia el Sur. Macroscópicamente se trata de rocas verdes de grano medio, equigranulares y escasamente orientadas. Los minerales principales son granates y clinopiroxeno (onfacita) en una proporción muy mayoritaria.

Los análisis efectuados sobre muestra recogida en el punto 1 son los siguientes:

Estabilidad ante el SO ₄ Mg	5,52%
Coefficiente de desgaste de Los Angeles	25,32%
Adhesividad al betún	>95%
Absorción de agua	0,17%
Peso específico	3,07 gr/cm ³

Estos materiales son aptos para diferentes tipos de bases y subbases, capas de rodadura y balastos.

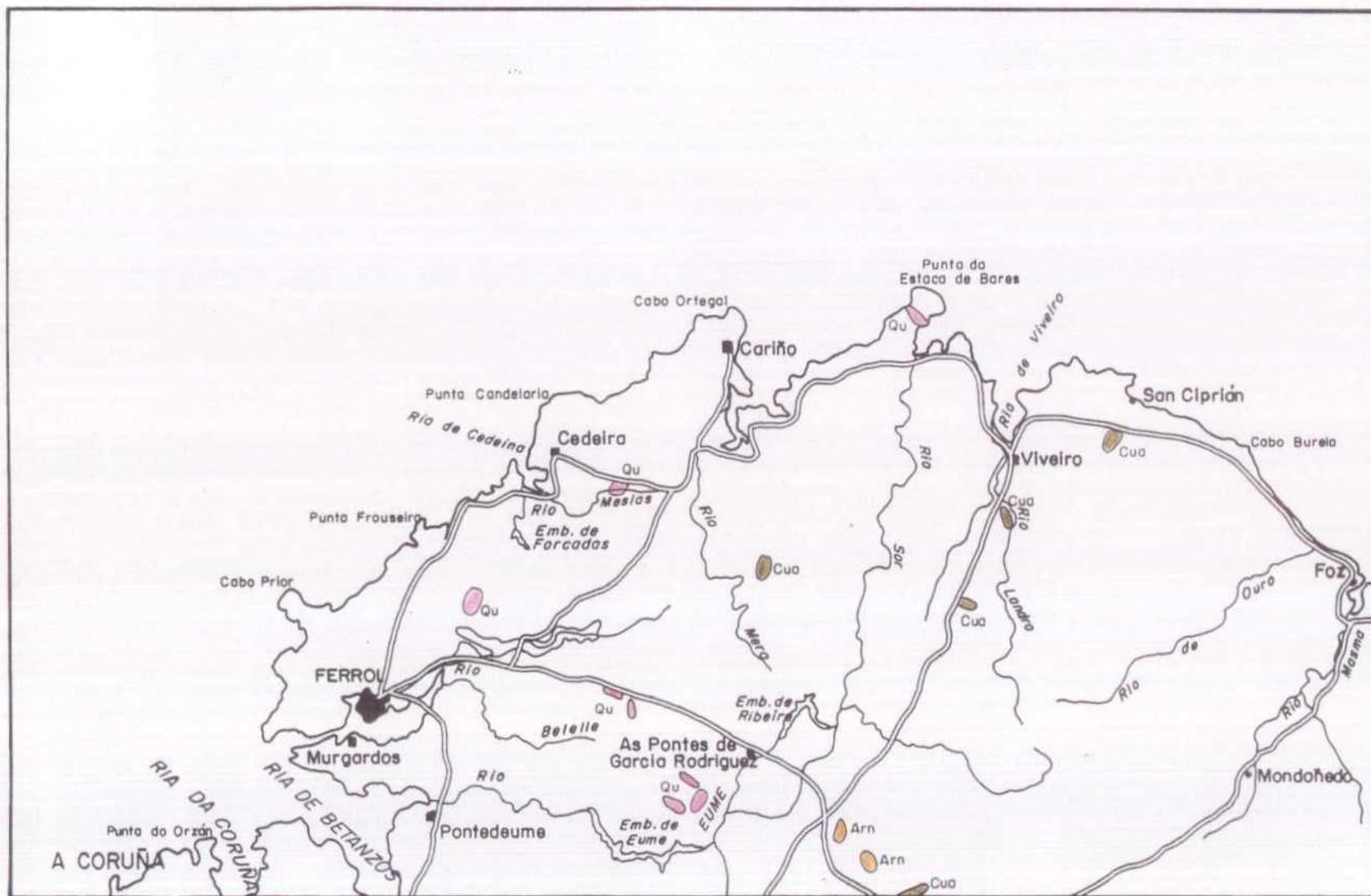
4.10. ESQUISTOS (Esq).

Los esquistos junto a otros metasedimentos constituyen las litologías dominantes en el Complejo de Ordenes y en la Serie de Villalba encontrándose en menor grado en otras unidades. Estos materiales se han extraído en pequeñas canteras de tipo artesanal para satisfacer la demanda local de rocas para construcción de viviendas, cierre de fincas, etc.

En la actualidad la única explotación (64) con alguna actividad a lo largo del año se sitúa en el Término Municipal de Fene (La Coruña), en las inmediaciones de la N-VI. Pertenece a la serie de metasedimentos del Complejo de Ordenes, tratándose de esquistos cuarcíticos de color gris. Su producción es de 4000 Tm/año, utilizándose en rellenos y terraplenes.

ESQUISTO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
64	2	22	567.7	4812.13	110	EI	ALTAS



ZONAS DE EXTRACCION DE CUARZO , CUARCITA y ARENISCA
 E. 1: 500.000

4.11. FELDESPATO (Fel)

Se conoce como feldespato un amplio grupo de silicatos aluminicos con sodio, potasio y calcio, muy abundante en determinadas rocas ígneas. En la hoja, la principal fuente de aporte de feldespatos corresponde a las pegmatitas, asociadas, estas, a diversos tipos de granitoides.

Sobre un total de 4 puntos inventariados, dos corresponden a explotaciones activas y las otras dos a indicios:

FELDESPATO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
12	24	2	614.24	4837.74	180	IN	B
43	22	8	613.35	4818.60	660	EA	M
55	13	9	642.25	4823.75	10	EA	M
83	22	23	614.80	4804.35	700	IN	D

La producción anual de los dos puntos activos se aproxima a los 78.000 Tm, destinadas en su mayor parte al mercado nacional para la elaboración de productos cerámicos o de porcelana. El grado de mecanización de las explotaciones es medio, extrayéndose el material a cielo abierto por métodos convencionales. Los centros de transformación alcanzan un grado de tecnificación mayor.

En los alrededores de Silán, en el término municipal de Muros (43), se explotan unos filones pegmatíticos asociados al granito de dos micas del Macizo de San Ciprián. Presentan una dirección aproximada N-S y buzamiento cercano a los 40° hacia el E. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa (albita), estos últimos en proporción variable.

Su producción es de 4500 Tm/año, utilizándose en la fabricación de lozas y porcelanas.

Análisis químico

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
43a	75,5	15,47	0,07	0,57	3,34	6,57
43b	77,45	13,3	0,05	0,44	3,4	4,76
43c	76,83	13,79	0,06	0,51	3,4	5,24

Fuente: Feldespatos de Silán S.A.

El punto 55 situado en las proximidades de Foz, corresponde a un dique de "felsita" intruido en las Capas de Tránsito del Cámbrico inferior. La producción bruta anual es de unos 73.000 Tm., obteniéndose como subproducto caolín y cuarzo. El feldespato obtenido es del tipo sódico (albita), utilizándose en la industria cerámica.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O
55	65,30	18,43	5,01

Los puntos 12 y 83 son pegmatitas asociadas respectivamente a los granitoides del Conjunto Plutónico de Viveiro y al Macizo de Moseibán.

4.12. GABRO (Gab)

Estas rocas afloran en la parte occidental, en una larga banda de dirección N-S que abarca desde la costa atlántica al límite meridional de la hoja, separando los metasedimentos del Complejo de Ordenes y el granito de dos micas del Macizo de Espenuca.

Son metagabros constituidos por plagioclasas y anfíboles como minerales principales. Presentan distintos tipos texturales, siendo la "flaser" la más generalizada. Se encuentran claramente deformados, desarrollando un foliación definida por la orientación de los anfíboles.

GABRO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
22	1	7	570.05	4829.8	150	EA	M
66	1	22	569.40	4809.08	210	EB	M

La producción anual de la única explotación activa (punto 22) situada en el Término Municipal de Valdoviño, es de 26.000 Tm/año utilizándose como áridos de trituración. Los ensayos de caracterización del material en los puntos 22 y 66 son:

	22 ¹⁾	66
- Coeficiente desgaste de Los Angeles	C: 21% F: 19%	B: 22,5% 21,38%
- Adhesividad al betún	> 95%	
- Coeficiente de pulido acelerado	0,53	
- Absorción de agua	0,69 - 1,89%	0,39%
- Densidad aparente	2,69 gr/cm ³	2,84 gr/cm ³
- Equivalente de arena	94%	

¹⁾ Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas (1.988)

Es un material apto para capas de rodadura, balasto y diferentes tipos de bases para carreteras.

4.13. GRANITO (Gr)

El granito es la sustancia con mayoría de explotaciones respecto al total de las que se hallan en la Hoja. Casi todas se encuentran abandonadas o paralizadas, concentrándose las principales explotaciones activas en las proximidades de La Coruña, Ferrol, Puentes de García Rodríguez, etc.

Se han inventariado un total de 17 explotaciones de las cuales 12 son activas, 1 de carácter intermitente, 2 se encuentran abandonadas y una corresponde a un indicio en donde se situará una futura explotación. En su inmensa mayoría se emplean como áridos de trituración con una producción total anual de 1.902.500 Tm/año.

El grado de mecanización de las canteras y de sus centros de transformación es muy variable, abarcando desde explotaciones altamente tecnificadas hasta otras con escasa maquinaria y sin planta de tratamiento.

GRANITO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
13	24	2	616.16	4838.00	150	EI	A
14	22	2	616.86	4836.63	320	EA	A
16	22	3	623.74	4839.30	30	EB	A
18	23	6	560.62	4818.52	190	EA	A
19	23	6	561.26	4818.30	140	EB	A
21	22	7	570.35	4830.95	140	EA	M
23	22	7	570.56	4829.14	200	EA	M
26	22	7	569.7	4818.00	130	EA	A
45	22	9	630.54	4835.48	200	EA	A
60	21	21	545.4	4799.06	100	EA	A
61	21	21	544.9	4798.70	120	EA	A
62	21	21	546.3	4798.80	140	EA	A
63	22	22	570.44	4813.50	220	EA	A
67	22	22	571.26	4807.90	310	EA	A
71	21	22	582.80	4814.25	460	IN	A
72	21	22	581.78	4810.18	530	EA	A
77	24	23	604.24	4813.00	585	EB	M

En el ámbito de la Hoja se diferencia un número considerable de cuerpos graníticos, parte de los cuales ha sido objeto de algún tipo de extracción, las explotaciones activas sin embargo se concentran en el complejo granítico de La Coruña y los macizos de Ferrol, Espenuca, Forgoselo y San Ciprián. Aunque para la descripción y clasificación de las rocas graníticas se ha seguido la propuesta por Bellido et al (1987), siguiendo criterios prácticos los diferentes granitos han sido agrupados de otra forma:

- a) Granitoides mayoritariamente de dos micas.
- b) Granitoides fundamentalmente biotíticos.

A su vez estos grupos se han subdividido en dos: "facies común" y "facies porfídica" y ambos en deformados y no deformados.

- * Granitoides de dos micas:
 - Facies porfídica deformado (21a), no deformado (21b)
 - Facies común deformado (22a), no deformado (22b)
- * Granitoides biotíticos:
 - Facies porfídica deformado (23a), no deformado (23b)
 - Facies común deformado (24a), no deformado (24b)

4.13.1. Granitos para áridos de trituración

Según la clasificación propuesta de los graníticos el reparto de la producción, en miles de toneladas, es la siguiente:

- Macizo de Orro (21a) 413.500 Tm
- Macizo de Ferrol (23a) 416.000 Tm
- Macizo de Espenuca (22a) 343.000 Tm
- Conj. plutón. de Viveiro (24a) . . . 346.000 Tm
- Macizo de San Ciprián (22a) 150.000 Tm
- Macizo de Forgoselo (21b) 234.000 Tm

Los principales centros de producción se sitúan en las proximidades de La Coruña y Ferrol, existiendo explotaciones cercanas a otros centros de consumo como son As Pontes de García Rodríguez, Viveiro, etc.

A continuación se describen las principales características de los cuerpos graníticos sobre los cuales existen explotaciones activas, o aquellos en los cuales se ha tomado muestra con el objeto de caracterizarlos.

Granitoides de dos micas, deformados, facies porfídica (21a)

* Complejo granítico de La Coruña (Macizo de Orro)

Se trata de un granito de dos micas con megacrístales, deformado, con un tamaño de grano entre fino y medio.

Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita. Microscópicamente presenta textura granuda gruesa o heterogranular, con evidencias de deformación.

Las únicas explotaciones activas de este macizo, puntos 60, 61 y 62, se sitúan en el extremo suroccidental de la hoja, muy cerca de la C-552 en las proximidades de la ciudad de La Coruña.

El resto de las canteras existentes en el plutón se encuentran abandonadas, ocupadas por naves industriales, o han sido paralizadas por su proximidad a centros industriales o núcleos de población.

La totalidad de la producción se emplea como áridos de machaqueo.

El granito del punto 60, muestra los siguientes resultados en los ensayos de caracterización de los áridos para su utilización en hormigones.

Desgaste de Los Angeles	.. (E) 21%(A) 32-38%
Absorción de agua	..... 1,6-2,1 %
Densidad aparente	..... 2,63 gr/cm ³
Densidad real	..... 2,7 gr/cm ³
Equivalente de arena	..... 71 %
Coefficiente de forma	..... 0,24-0,25
Compuestos de azufre	..... No tiene
Terrones de arcilla	..... No tiene

Granitoides biotíticos deformados, facies porfídica (23a)

* Macizo de Ferrol.

Es un granitoide predominantemente biotítico, con megacristales de hasta 40-80 mm. de largo.

Este macizo se encuentra deformado, aumentando la intensidad de la misma hacia el Oeste, en relación con la falla de Esmelle.

Aunque aquí ha existido un número considerable de explotaciones, actualmente sólo se mantiene en actividad una de ellas, punto 18.

El resto se encuentran abandonadas (punto 19, entre otros) o paralizadas por las mismas circunstancias anteriormente apuntadas para el complejo granítico de La Coruña.

La producción del punto 18 se emplea como árido de trituración, habiéndose utilizado también como roca de escollera.

Los resultados de los ensayos de caracterización son los siguientes (Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas).

Desgaste de Los Angeles . (B) = 22% (F) = 14% (E) = 27%
Absorción de agua 0,55%
Densidad real 2,64 gr/cm³

Granitoide biotítico de dos micas deformado, facies común (22a)

* Macizo de Espenuca.

Es un cuerpo heterogéneo alargado de dirección N-S. Está claramente afectado por la tercera fase de deformación hercínica, cuya mayor intensidad se concentra en su parte oriental, coincidiendo con la denominada zona de cizalla de Punta Galeira - Palas de Rei.

Se trata de un granito de dos micas de grano medio a fino, compuesto por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita como minerales principales.

Se encuentran cinco explotaciones activas, números 21, 23, 26, 63 y 67, con un grado de mecanización muy variable.

Gran parte de la producción es utilizada como áridos de trituración. En otros casos se usa para rellenos y cimentaciones (23) o como roca para construcción no elaborada (67), careciendo en los dos últimos casos de planta de machaqueo.

Los resultados de los ensayos efectuados en el punto 21 son los siguientes:

Desgaste de Los Angeles	(A):23% (B):24-25% (F):22%
Adhesividad al betún	95%
Coefficiente de pulido acelerado	51%
Absorción de agua	0,84 - 0,64 %
Densidad aparente	2,64 gr/cm ³
Densidad real	2,63 -2,68 gr/cm ³

Fuente: Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas.

Los ensayos realizados en el punto 26 son:

Estabilidad al sulfato	6,55%
Desgaste de Los Angeles	(A):29,83%
Absorción de agua	0,89%
Densidad aparente	2,57% gr/cm ³

Fuente: Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas.

En el punto 63 se efectuó un ensayo de Los Angeles con el siguiente resultado:

Desgaste de Los Angeles	(A): 32% (E):25%
-----------------------------------	------------------

Fuente: Aridos de Reboredo S.A. (1.989).

Granitoide biotítico deformado, facies común. (24a)

* Conjunto plutónico de Viveiro.

El punto 13 corresponde a una explotación de carácter intermitente situada en el contacto entre el granito perteneciente al Conjunto plutónico de Viveiro y la Serie de Villalba migmatizada. La producción se destina a áridos de machaqueo que fueron utilizados en la ampliación del puerto de San Ciprián (Lugo).

Los ensayos realizados son: (Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas).

Desgaste de Los Angeles	33-47%
Límites de Atterberg (LL-LP)	21,8-7,2%
Equivalente de arena	47%

* Macizo de San Ciprián.

Ocupa una considerable extensión en la parte nororiental de la hoja. Se trata de un granito de dos micas deformado. Su tamaño de grano oscila entre medio y fino. Mineralógicamente está compuesto por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita.

En este macizo se sitúan las explotaciones 14 y 45 ambas activas, y la número 16 inactiva. En el punto 14 se produce árido de trituración. El material extraído en el punto 45 se emplea actualmente como escollera en la ampliación del puerto de Burela (Lugo).

Los ensayos realizados en punto de explotación 14 facilitados por la Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas y por Aridos del Cantábrico, S.A., son los siguientes:

Coefficiente de desgaste de Los Angeles:	37-43%
Absorción de agua:	1,57-1,73%
Densidad real:	2,55 gr/cm ³
Densidad aparente:	2,67 gr/cm ³
Límites de Atterberg LL-LP:	24,8-6,4
Equivalente de arena:	35-77%
Terrores de arcilla:	0,3-0,2%
Reactividad al alcalis-cemento:	NO
Compuestos de SO ₃ :	0,21%

Granitoide de dos micas indeformado, facies porfídica (21b)

* Macizo de Forgoselo

Este cuerpo granítico se caracteriza por su forma redondeada, con contactos netos con el encajante, siendo claramente postcinemático.

Se trata de un granito de dos micas con megacristales. Mineralógicamente está compuesto por cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa, moscovita y biotita como minerales principales.

En el municipio de A Capela (72) se encuentra la única explotación activa existente. El punto 71 corresponde a un indicio en el que se ha previsto instalar una futura explotación. La totalidad de la producción se destina a áridos de machaqueo utilizados en hormigones.

Ensayos tecnológicos del punto 72 (Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas).

Coeficiente de desgaste de Los Angeles(F) = 24%(G) = 44-46%	
Absorción de agua:	0,4%
Densidad real:	2,64 gr/cm ³
Límites de Atterberg:	No plástico
Equivalente de arena:	65%

El punto 77 corresponde a una cantera abandonada recientemente. Se trata de un granitoide biotítico perteneciente al conjunto granítico del Gistral. El material extraído se utilizó en la reparación y modificación de trazado de la carretera C-640. Los ensayos efectuados en este granito dan como resultado:

Coefficiente de desgaste de Los Angeles	28,21%
Absorción de agua	0,55%
Peso específico	2,62 gr/cm ³

Los resultados de los ensayos de desgaste de Los Angeles, a los que se ha sometido a distintos tipos graníticos, muestran unos valores moderadamente altos, aconsejando su utilización en capas de base, zahorras artificiales, etc.

Su empleo en capas de rodadura queda limitado a los granitos con un bajo coeficiente de desgaste o a obras en que las especificaciones técnicas sean menos exigentes.

4.13.2. Granitos para usos ornamentales

A pesar de ser muy abundantes y de existir una gran variedad en este tipo de rocas no se ha reconocido ninguna explotación activa en el ámbito de la hoja.

Recientemente se ha realizado un proyecto (ITGE, 1987), destinado a conocer las posibilidades ornamentales, de las diferentes rocas ácidas y básicas presentes en varias provincias gallegas.

En este trabajo se seleccionan diversas zonas, entre las cuales se encuentra la Sierra Forgoselo incluida dentro de la hoja de La Coruña.

- * Zona de la Sierra de Forgoselo.

Se encuentra ubicada en la hoja 22 (Pontedeume) en las proximidades de la localidad de Racamonde.

La roca es un granito de dos micas de grano medio a fino, con áreas en las que aparecen fenocristales de distribución irregular y cierta orientación. Los minerales esenciales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita.

Los ensayos de caracterización son los siguientes:

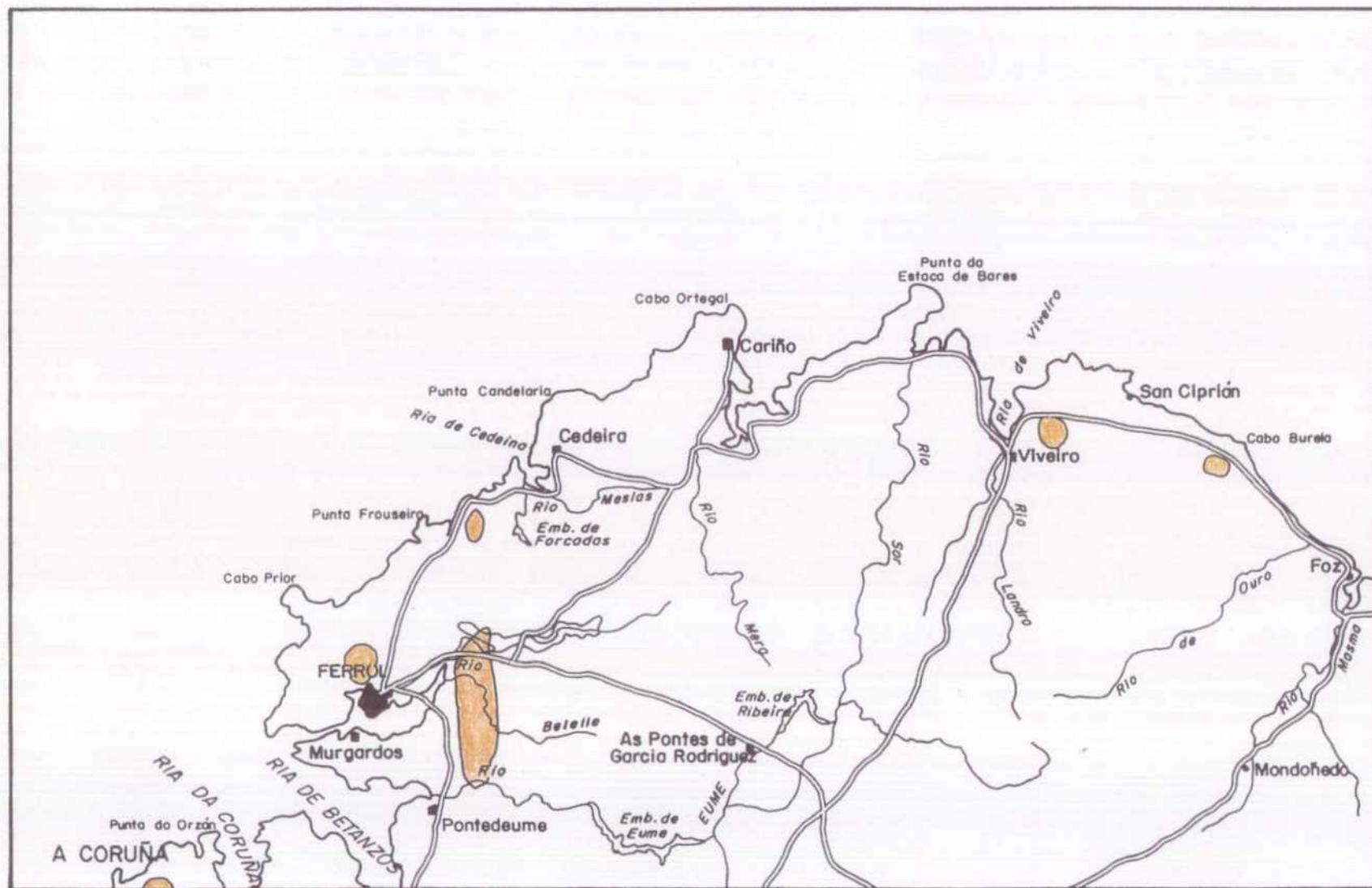
Resistencias a la compresión	1023,0 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	143,3 Kg/cm ²
Resistencia al impacto	60 cm
Resistencia al desgaste	0,37
Masa volúmica	2,68 gr/cm ³
Coefficiente de absorción	0,33%
Módulo de heladicidad	0,03%

El comportamiento ante pulido es aceptable, aunque no demasiado vistosa por la homogeneidad textural y colorido. No presenta variaciones significativas, salvo ligera decoloración, al choque térmico. La canterabilidad de la zona es buena y sus reservas se consideran altas.

En el punto 18, correspondiente a una cantera de áridos en producción, se tomó muestra para la realización de plaquetas pulidas, sometiéndolas a continuación al ensayo de choque térmico. Los resultados obtenidos indican.

Variación de peso	0,02%
Choque térmico	Ligera decoloración.
Plaqueta pulida	No es demasiado vistoso.

La zona del Macizo de Estaca de Bares, podría tener interés por el valor ornamental de la roca. Se trata de un granitoide biotítico-anfibólico con un tamaño de grano medio-fino. Presenta algunos enclaves, más frecuentes en las zonas de borde del macizo.



ZONAS DE EXTRACCION DE GRANITO
E. 1: 500.000

4.14. OCRES (Ocr)

En el Mapa de Explotaciones e indicios se señalan dos puntos de extracción correspondientes a depósitos de hierro sedimentario desarrollados sobre cuencas terciarias.

Sin embargo no se han reflejado otros yacimientos interestratificados en las Pizarras de Luarca y Pizarras de Cándana, de gran importancia en el pasado, por ser su uso eminentemente metalúrgico.

OXIDOS DE HIERRO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
80	30	23	603.0	4807.0	510	EB	D

Los yacimientos sedimentarios están compuestos por niveles de hierro (goethita fundamentalmente) intercalados en niveles areno-arcillosos.

El punto 80, situado en la pequeña cuenca terciaria de Muiñonovo, en el término municipal de Xermade (Lugo) corresponde a una explotación a cielo abierto de hierro abandonadas, de grandes dimensiones, actualmente abandonada.

Los análisis efectuados sobre la muestra recogida son los siguientes:

Análisis químico(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO
12,70	5,31	31,88	0,15	0	0

4.15. PERIDOTITA (Per) Y SERPENTINA (Sep) (DUNITA, OLIVINO)

Bajo el nombre genérico de peridotitas se agrupan distintas rocas ultramáficas, con diferente paragénesis en función de su composición, formadas esencialmente por olivino, piroxenos, anfíboles y biotita.

Las serpentinitas son rocas generadas por la hidratación de rocas olivínicas, peridotitas generalmente.

Se han inventariado un total de 8 explotaciones, (peridotita + serpentinitas), situadas en las proximidades de las poblaciones de Ortiguera y Moeche, pertenecientes ambas a la provincia de La Coruña.

El tamaño y grado de mecanización de estas canteras es muy variable, oscilando entre grandes explotaciones altamente mecanizadas (punto 3), a otros de pequeñas dimensiones y sin apenas maquinaria.

PERIDOTITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
2	4	1	587.0	4842.9	360	EB	A
3	4	1	586.5	4839.4	200	EA	A

SERPENTINA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVA
28	4	7	579.00	4820.44	170	EI	D
30	4	7	580.20	4820.30	150	EA	M
31	4	7	581.20	4819.40	240	EB	M
33	4	7	582.56	4822.00	190	EI	D
34	4	7	582.22	4821.63	180	EB	
35	4	7	585.30	4821.88	290	EB	D

La producción anual es de unas 734.000 Tm, procedentes en su mayor parte de la explotación de peridotitas de Landoi (punto 3). Estos materiales se utilizan, fundamentalmente, como fundentes de tipo básico para la siderurgia.

La explotación de serpentinitas para uso ornamental es actualmente baja, con una producción de 250 Tm/año. Estas rocas ultrabásicas pertenecen al Complejo de Cabo Ortegal y más concretamente a las unidades tectonoestratigráficas denominadas U-3 y U-6.

Uso Ornamental

Existen gran número de canteras, en su mayor parte abandonadas, concentradas en los términos municipales de Moeche, Somozas y en menor grado en otros puntos pertenecientes a los municipios de San Sadurniño y Ortigueira.

Las únicas explotaciones activas (puntos 28 y 33), tienen carácter intermitente, tratándose la primera de ellas de una explotación iniciada recientemente. Las canteras son, por lo general, de pequeñas dimensiones, situándose muy próximas unas de las otras.

El grado de mecanización es bajo, obteniéndose bloques de tamaño métrico para su posterior elaboración (serrado y pulido). Estos productos son aptos para ornamentación de interiores, si bien presenta algunas restricciones a su uso debido a su escasa dureza.

La serpentina ha sido utilizada con gran éxito en las décadas pasadas como roca ornamental, sin embargo actualmente su demanda ha disminuido notablemente, habiendo sido sustituida por otros productos naturales, granitos, mármoles, etc.

En un estudio realizado para conocer las posibilidades de aprovechamiento industrial de las serpentinitas y rocas ultrabásicas de Galicia (ITGE, 1984), se selecciona el área de serpentinitas de Moeche, situado al norte de la provincia de La Coruña, en los Términos Municipales de Moeche, San Sadurniño y Somozas, para uso ornamental. Los resultados de los ensayos tecnológicos realizados en este área confirman la validez de estas rocas para su utilización como roca ornamental. Estos valores son los siguientes (ITGE, 1984)

Análisis Químico (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	% perd.Calc.
C.- 1	37,8	0,44	6,6	6,9	30,9	0,03	0,02	0,10	0,01	15,8
C.- 2	28,6	0,50	7,0	14,7	26,2	0,01	0,05	0,01	0,01	21,7
C.- 5	34,5	0,51	6,5	5,2	33,9	0,01	0,01	0,08	-	17,8

Masa volúmica(gr/cm ³)	Absorción(%)	Porosidad aparente(%)
C.- 1 = 2,55 C.- 6 = 2,58	C.- 1 = 0,05 C.- 6 = 0,26	C.- 1 = 0,14 C.- 6 = 0,67

Resistencia a compresión (kg/cm²)

	C.-1	C.-6
Muestra inalterada:	506.1	577.1
Después de absorción:	649,8	579,0
Después de heladicidad:	473	475,0

Ensayo de heladicidad (variación de peso)

	C.-1	C.-6
H:	0,1 %	H: 0
R:	0,27 %	R: 0,17 %

Resistencia al rozamiento

	C.- 1	C.- 6
Desgaste lineal (mm):	0,22	0,26
d ₁ :	0,72	0,70
d ₂ :	0,71	0,70
d ₃ :	0,71	0,70
d _m :	0,71	0,70

Uso siderúrgico.

Se han inventariado dos explotaciones activas, puntos 2 y 30, cuya producción se utiliza mayoritariamente como fundente siderometalúrgico. El punto 3, se corresponde con una cantera de grandes dimensiones, situada en el borde suroriental del Macizo de Herbeira. Este macizo, al igual que los de Limo y Uzal, pertenece a la unidad tectonoestratigráfica U-6 del Complejo de Cabo Ortegal y está compuesto por rocas ultrabásicas (clasificadas como harzburgitas, dunitas y piroxenitas) intensamente serpentinizadas.

El tipo de roca ultrabásica más común es una peridotita (harzburgita) con espinela y anfíbol. La composición mineralógica más frecuente en las peridotitas es: olivino, anfíbol, clinopiroxeno, ortopiroxeno, granate y a veces clorita. El material extraído en punto 3, es triturado y clasificado "in situ", transportándose en camión hasta el puerto de Cariño para su exportación.

Los análisis químicos de la harzburgita explotada facilitados por Explotaciones del Noroeste S.A., son los siguientes:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Otros	P.P.C
3a	44,1	2,78	0,07	8,31	2,04	0,13	39,5	2,25	0,12	0,07	0,66	
3b	43	1,8		8,60	7,70		36,1	2,10	0,09	0,10	0,20	7,7
3c	38	2,0		10,3	6,60		36	1,60	0,20	0,10		6,6

Los resultados de los ensayos efectuados sobre muestras recogidas, de cara a conocer las posibilidades de estas rocas como áridos de trituración son:

Estabilidad al SO ₄ Mg	4,02%
Coefficiente de desgaste de Los Angeles	23,07%
Adhesividad al betún	> 95%
Absorción de agua	0,13
Peso específico	2,96 gr/cm ³

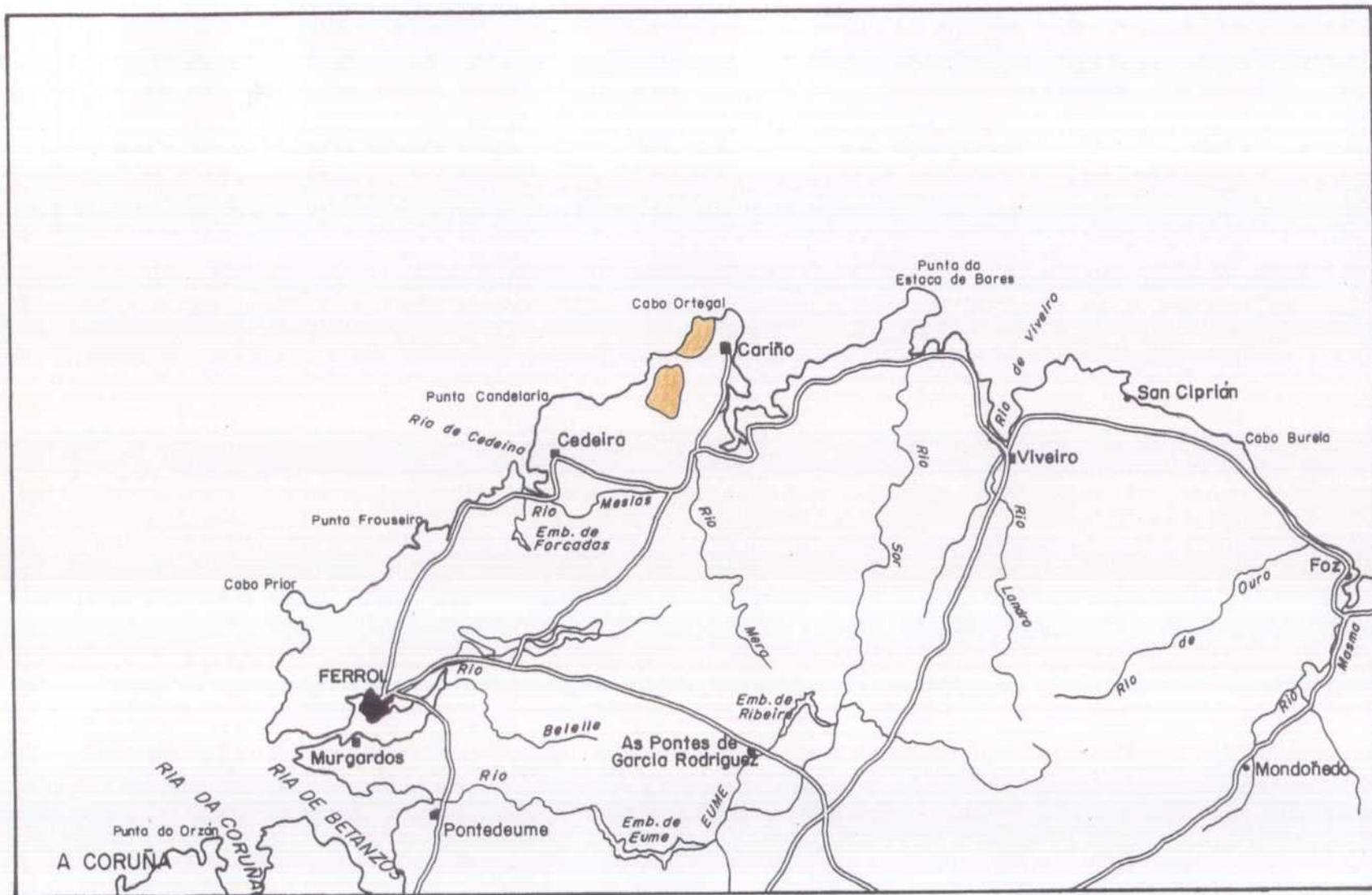
Puede utilizarse en bases y subbases de canteras. Sin embargo no es recomendable su empleo en capas de rodadura en zonas húmedas, debido a la alteración de este tipo de roca, lo que puede generar un pavimento altamente deslizante.

La otra explotación activa, punto 30, se sitúa en las proximidades de Moeche, en las serpentinitas pertenecientes a la unidad tectonoestratigráfica U-3 del Complejo Ortegal. Su producción, 50.000 Tm/año, se destina mayoritariamente al mercado nacional (ENSIDESA).

El análisis químico de muestra recogida en cantera es el siguiente:

Fe_2O_3	TiO_2
8,69%	0,01%

El estudio realizado por el I.T.G.E en el año 1984, mencionado con anterioridad, recoge como otra de sus conclusiones, la viabilidad de explotación de estos materiales para su empleo en siderurgia, seleccionando distintas áreas de interés. Dentro de estas, las zonas con interés prioritario se centran en la facies wherlita del macizo de Herbeira y hazburgfíca de los macizos de Herbeira y Uzal. Su empleo es como carga directa en alto horno, aportando magnesio y sílice para reducir el consumo específico de coque.



ZONAS DE EXTRACCION PERIDOTITA

E. 1: 500.000

4.16. PIZARRA (Piz)

Vulgarmente se conoce como "pizarra" a toda roca de grano fino, capaz de ser exfoliada en placas de poco espesor respecto a su superficie. En este concepto se engloban distintos tipos de rocas: esquistos, filitas, areniscas y cuarcitas hojosas de grano fino, gneises, etc. Sin menospreciar otras posibles aplicaciones de este material, en la actualidad su principal utilización es como roca de construcción y ornamental, con un mercado en continua alza debido a las buenas características de este producto.

Son numerosos los puntos en las que se ha extraído o ha habido tentativa de explotación, resultando la mayor parte de los casos de pequeñas explotaciones de carácter artesanal, de pequeñas dimensiones y ámbito local. En otros, se trata de calicatas exploratorias realizadas de un modo anárquico, animados por las buenas perspectivas del mercado de la pizarra. En su mayoría se encuentran abandonadas.

En otras zonas, sin embargo, la explotación se realiza de un modo industrial, distinguiéndose las siguientes variedades comerciales:

- . La variedad "Monte Rande" se extrae en el término municipal de Ortigueira (La Coruña).
- . En los municipios de Mondoñedo y Pastoriza se explota la variedad "Verde Lugo", y otra no catalogada de tonos grisáceos.

Otros puntos de menor interés son las explotaciones abiertas recientemente en los términos municipales de A Pontenova y Foz, ambos pertenecientes a la provincia de Lugo.

La producción total de los distintos tipos y variedades de pizarra presentes en la hoja es de más 27.000 m/año.

El proceso de producción, comienza con la extracción del bloque mediante explosivos de baja potencia y el empleo de medios mecánicos de arranque (palas cargadoras).

En algún caso se emplea maquinaria de corte para su serrado en banco. En las naves de elaboración en primer lugar se procede al exfoliado primario y serrado de los bloques y a continuación al exfoliado en placas finas y corte de los mismas en distintos tamaños. El proceso concluye, con el seleccionado y empacado en "palets" de madera. Los puntos de extracción son los siguientes:

PIZARRA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
6	12	2	601.24	4839.86	150	EB	M
7	12	2	601.05	4839.58	230	EA	M
8	12	2	601.00	4839.32	280	EA	M
9	12	2	601.00	4839.10	300	EA	A
36	6	8	593.56	4833.96	600	EA	A
38	12	8	597.30	4829.08	290	EA	M
40	12	8	603.76	4817.95	650	EB	B
54	12	9	634.34	4823.75	200	EA	A
59	12	9	644.60	4820.18	330	EB	D
97	13	24	632.75	4807.60	180	EA	D
100	12	24	336.55	4808.20	200	EA	B
102	12	24	636.60	4808.80	200	EA	M
103	12	24	639.00	4805.90	600	EA	D
105	12	24	634.70	4803.52	675	EI	M
106	12	24	633.50	4803.25	720	IN	A
107	12	24	633.50	4803.12	680	EA	A
109	12	24	643.50	4805.68	710	EA	B

Aunque las formaciones pizarrosas son muy abundantes en la mitad oriental de la hoja, tanto en el dominio del Anticlinorio del "Ollo de Sapo" como en la zona Asturoccidental-Leonesa, sin embargo los indicios y explotaciones inventariadas se centran casi exclusivamente en dos formaciones: Pizarras de Cándana y Pizarras de Luarca.

* Formación Pizarras de Cándana.

Esta formación se sitúa geológicamente en la Z.A.O.L. Está constituida por esquistos y filitas con algunas intercalaciones de areniscas, calizas y pizarras ampelíticas. El espesor total de esta formación oscila entre los 400 y 1000 m. Los principales afloramientos se encuentran en la hoja 24 y en menor medida en la hoja 9 del mapas topográficos nacionales a escala 1:50.000. La foliación principal, en estas zonas se dispone de modo subhorizontal.

En esta formación está caracterizada la variedad comercial "Verde Lugo" tratándose de una pizarra de color verdoso con una superficie estriada y bandeada, con frecuentes inclusiones de sulfuros metálicos de pequeño tamaño. Microscópicamente está constituida por sericita, cuarzo, clorita y biotita, como minerales principales y turmalina, carbonatos y algunos opacos como secundarios. Las características tecnológicas de esta variedad son las siguientes (I.T.G.E., 1986):

- Peso específico 2.79 gr/cm³
- Absorción de agua 1.08 %
- Resistencia mecánica a la flexión 300-400 kg/cm²
- Resistencia mecánica a las heladas No se aprecian alteraciones.
- Resistencia mecánica a los cambios térmicos Alteración y decoloración superficial.
- Resistencia mecánica a los ácidos Alteraciones notables.
- Contenidos de carbonatos 1.0 %
- Uso recomendado Pizarras para cubiertas en ambientes
sin contaminación atmosférica.

Esta variedad se explota en los puntos 100, 102 y 103 y los datos de producción disponibles superan las de 4800 Tm/año.

Existe otra variedad de tonos grises no catalogada comercialmente, muy similar a la "Verde Lugo", con un volumen de producción, anual de 7000 Tm. Las explotaciones

activas más importantes se sitúan en los municipios de Pastoriza destacando las denominadas "Louxeiras de Xemil" de importantes dimensiones (punto 107). También está prevista la instalación, a corto plazo, de otra empresa en sus proximidades para lo cual se están realizando las labores preparatorias de explotación (punto 106).

El punto 54, corresponde a antiguas canteras reabiertas recientemente. En ellas se producen losas y placas gruesas de caras regulares (serradas) utilizándose en suelos y revestimiento de fachadas.

En general, las explotaciones son de pequeñas dimensiones (salvo la 107 en actividad y la 106 en preparación), con un grado de tecnificación muy desigual. La mayor parte de la producción se corresponde a "pizarras para cubiertas" (puntos 101, 103, 105, 107 y previsiblemente la 106) destinadas a la exportación (fundamentalmente a Inglaterra en donde tiene gran aceptación). En menor medida se elabora pizarra de tipo "rústico", cuyo consumo se centra en el mercado regional o nacional (100 y 97) y en la producción de placas y baldosas para revestimientos y solados (punto 54 así como en gran parte de las explotaciones anteriormente citadas, aprovechando los tramos de peor calidad o bajo rendimiento).

* Formación Pizarras de Luarca.

Esta formación aflora tanto en el Dominio Anticlinorio del "Olló de Sapo" como en la Zona Asturoccidental-Leonesa. En el primero de ellos, esta formación está compuesta por pizarras negras con algunas intercalaciones arenosas y abundantes sulfuros metálicos. Pueden encontrarse también niveles de hierro oolíticos, niveles de "pizarras con cantos" y cuarcíticos. El espesor total varía entre los 550 m en el flanco occidental del anticlinorio y los 800 m en el oriental. La foliación principal se dispone en posición subvertical, lo que caracteriza la forma de explotación de los frentes de trabajo. Los

principales afloramientos de esta formación se sitúan en el centro de la hoja, con direcciones NE-SO siguiendo las direcciones mayores hercínicas.

Las únicas explotaciones activas, se localizan en el flanco occidental de anticlinorio, en el término municipal de Ortigueira, en el cual está catalogada la variedad "Monte Rande". Es una pizarra de color gris oscuro, su superficie presenta irregularidades con frecuentes inclusiones de cantos y algunos sulfuros metálicos de pequeño tamaño. Los componentes principales son: sericita, cuarzo y clorita y los secundarios: turmalina, plagioclasa, circón y minerales opacos.

Las características tecnológicas de esta variedad son las siguientes (I.T.G.E., 1986):

- Peso específico 2,71 gr/cm³.
- Absorción de agua 1,5%
- Resistencia mecánica a la flexión 300-400 kg/cm².
- Resistencia a las heladas No se aprecian alteraciones.
- Resistencia a cambios térmicos Ligeras alteraciones de los minerales metálicos.
- Resistencia a los ácidos Ligeras alteraciones de los minerales metálicos.
- Uso recomendado Pizarras para cubiertas en cualquier clima y condición atmosférica.

Los puntos de extracción de esta variedad inventariados son 6, 7, 8, 9 y 38. Los cuatro primeros se concentran en un reducido espacio de terreno, en el paraje conocido como "Monte Rande" perteneciente al término municipal de Ortigueira. El distinto grado de mecanización, la excesiva atomización y proximidad de las canteras, titularidad de las mismas, etc., son algunos de los problemas que afectan a esta zona, impidiendo con ello una explotación más racional.

La producción anual se aproxima a los 15000 Tm/año, de las cuales 11000 Tm proceden de los puntos 9 y 38, comercializándose como "pizarras para cubiertas", en su mayoría destinada al mercado internacional. La producción del punto 8 es de unas

4000 Tm/año de pizarra tipo "rústica", distribuídas en el mercado regional.

El punto 109 corresponde a una nueva explotación situada en el término municipal de A Pontenova (Lugo). Esta explotación está situada en la formación Pizarras de Luarca perteneciente a la Z.A.O.L. Se produce pizarra tipo "rústica" para su comercialización local o regional.

Las pizarras silúricas del punto 36 son utilizadas, previamente mezcladas con las cuarcitas del punto 37, como árido de machaqueo.

Los resultados de los ensayos de las muestras del punto 36 son:

Coeficiente de desgaste de Los Angeles	35,80 %
Estabilidad ante el SO ₄ Mg	11,96 %

4.17. SILLIMANITA (Sil)

El único punto inventariado corresponde a un indicio de sillimanita situado en las proximidades del paraje "Penido Novo", perteneciente al municipio de O Valadouro (Lugo).

Los yacimientos se desarrollan sobre enclaves metamórficos diseminados, situados en la zona noroccidental del Macizo de la Tojiza. Estos yacimientos han sido, o están siendo estudiados tanto por organismos oficiales, así como por la empresa concesionaria.

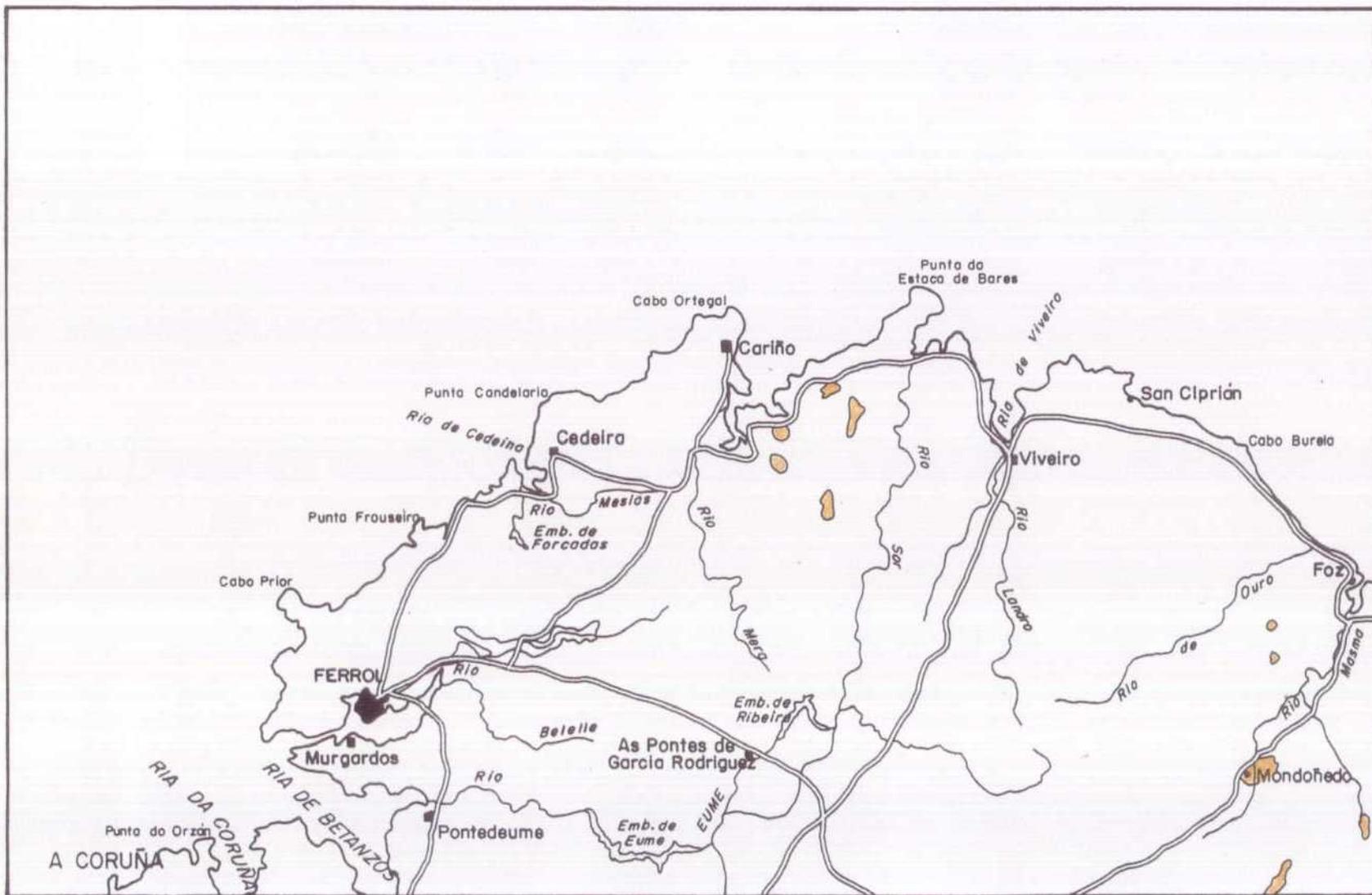
SILLIMANITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
52	2	9	620.2	4821.0	640	IN	M

Los enclaves más importantes se designan (I.T.G.E, 1981) como yacimientos Norte y Sur. El material de estos yacimientos corresponde a gneises y esquistos granatífero-cordieríticos con sillimanita.

Los análisis químicos de algunas muestras tomadas en los citados yacimientos (ITGE, 1981) son:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Observaciones
F-1	64,06	20,82	7,66	Roca con sillimanita
F-10	62,00	29,30	4,13	Roca con sillimanita
F-20	74,80	15,12	1,72	Roca con granito
F-31	58,00	33,44	3,70	Roca con sillimanita
F-40	58,22	32,68	3,86	Roca con sillimanita



ZONAS DE EXTRACCION DE PIZARRA

E. 1:500.000

Utilizando procesos metalúrgicos de flotación y separación magnética, previa molienda y deslamado se consigue:

- 1) Aumentar las leyes de Al_2O_3 de 28-32,7% al 58,6-60,7%
- 2) Disminuir las leyes de SiO_2 de 62,8-58,4% al 37,8-35,9%
- 3) Disminuir las leyes de Fe_2O_3 de 5,12-3,84% al 1,1-0,8%

Según estos resultados de concentración, el producto es apto para el mercado. La aplicación más general de la sillimanita es la fabricación de refractarios, utilizándose también en industrias metalúrgicas, vidrio, cemento, cerámica y petroquímicas. Aunque se estiman que las reservas de estos yacimientos son elevadas, surgen otros problemas relacionados con los procesos de concentración, tamaño adecuado, etc.

4.18. TURBA (Tur)

Los únicos puntos inventariados de esta sustancia se encuentran en los Montes del Buio y Sierra del Gistral, en los términos municipales de Viveiro-Valadouro y Ourol, todos ellos pertenecientes a la provincia de Lugo.

TURBA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50.000	UTM (X)	UTM (Y)	UTM (Z)	ESTADO	RESERVAS
42	31	8	618.05	4820.75	790	IN	M
44	31	9	620.60	4827.90	620	EI	A

El punto 44 corresponde a la única explotación en activo que está ubicada en depósitos de turba cuaternarios situados sobre el granito de dos micas del Macizo de San Ciprián. En ellos pueden distinguirse dos variedades de turba: una superior de color pardo de espesor irregular y una inferior de poco espesor pero muy constante, denominada turba negra.

La extracción se realiza en los meses más secos del año, cuando desciende el porcentaje en agua contenida en la turba. El proceso de explotación, de carácter cíclico, es el siguiente:

- Retirada de la capa vegetal.
- Fresado de la turba, mediante tractor, para su aireación.
- Extracción y acopio en nave de secado.

En la nave de tratamiento situada a pie de explotación, se procede a la molienda, clasificación y envasado para su comercialización. La producción anual alcanza las 17.500 Tm destinadas al mercado nacional para su utilización como fertilizante en agricultura.

Análisis y ensayos (turberas del Buyo y Gistral SA)

Concentrados:

Materia orgánica	97,76%
Cenizas	2,24%
Nitrógeno	2,06%
P ₂ O ₅	0,026%
CaO	0,702%
K ₂ O	0,176%

Según fuentes de la citada empresa, las reservas alcanzan las 1,5 10⁶ Tm en el punto 44 y 41, 0,3 10⁶ Tm en el 41, ambas con una ley media del 50%.

5.- EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

5. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las explotaciones de rocas y minerales industriales, en su mayoría desarrolladas a cielo abierto, originan en distinta medida y a lo largo del proceso de producción una serie de alteraciones ambientales. Para cada una de las explotaciones inventariadas se ha efectuado una valoración del impacto medioambiental sobre los siguientes aspectos:

- * Visibilidad y alteración del paisaje.

Es la alteración más frecuente de las registradas. Son muy escasas las explotaciones activas, situadas en las proximidades de núcleos urbanos o vías de comunicación principales, en las que se ha establecido pantallas visuales para disminuir el efecto derivado de su explotación.

Estas medidas correctoras, consistentes en la repoblación forestal de las escombreras, únicamente se aplican en las explotaciones de caolín (punto 49 y 50), en los que el impacto visual es muy grande debido al contraste de colores, y en algunas canteras de áridos (puntos 27 y 68).

- * Contaminación atmosférica.

Se genera por la liberación de polvos, gases o humos a la atmósfera. Su incidencia es baja en gran parte del año debido a las frecuentes lluvias, únicamente en los meses más secos puede valorarse como media.

Los principales focos de emisión lo constituye el polvo originado en las de tratamiento de áridos o en las propias labores de explotación, en cualquier caso su incidencia es local.

* Vegetación. Fauna.

Este impacto está relacionado con el vertido de elementos al medio ambiente como consecuencia de la explotación, tamaño, sustancia, etc. Merecen destacarse la paralización de antiguas areneras situadas en la vía de Ares por las consecuencias ecológicas que comportaban.

* Aguas superficiales. Aguas subterráneas.

El impacto sobre las aguas puede considerarse en líneas generales moderado, debido a la alta pluviometría de la zona. Las principales alteraciones corresponden a la modificación del drenaje superficial y a la contaminación de las aguas por aumento de sólidos en suspensión.

Las medidas correctoras se reducen a la construcción, en algunas explotaciones, de balsas de decantación muy rudimentarias. El efecto sobre las aguas subterráneas, al no existir acuíferos importantes, es en general pequeño.

* Ruido.

Las principales fuentes de emisión de ruidos son las plantas de tratamiento (trituradoras, cribas, cintas, etc) y la maquinaria móvil (camiones, palas mecánicas, carros perforadores, etc). Su importancia depende tanto de la intensidad del ruido, como de la distancia que los separa de los núcleos de población.

Son varias las explotaciones situadas en las cercanías de zonas habitadas o centros industriales en los que este impacto es elevado (puntos 26, 55, 60, 61, 62, etc.)

- * Vibraciones por explosivos.

La utilización de explosivos origina vibraciones, onda aérea y proyecciones de roca. Como en el caso anterior su importancia dependerá de la distancia a la cual se encuentren las edificaciones, vías de comunicación importantes, líneas eléctricas, etc. El número de explotaciones afectadas es mayor pues abarca a las citadas anteriormente, así como otras situadas en las inmediaciones de las canteras principales.

Por último, señalar que en ninguna de las canteras abandonadas inventariadas se han realizado labores de restauración, produciéndose esta de modo natural.

Aunque existen un número importante de parajes o parques naturales en Galicia, en la actualidad, únicamente están declarados dos: el de las Islas Cíes (Ría de Vigo) y el parque natural del Monte Alhoia (desembocadura del río Miño) situados ambos en la provincia de Pontevedra. En el ámbito de la hoja se sitúan diversos espacios naturales no declarados como tales oficialmente, cuyas características más notables son las siguientes:

- Paraje natural de Betanzos. Comprende la zona interior de la Ría del mismo nombre en la desembocadura de los ríos Mandeo y Mendo. Superficie 410 Ha. Marismas intermareales.
- Río Eume. Bosque caducifolio autóctono. Superficie 8.725 Ha.
- Valdoviño. Paraje natural con una superficie de 570 Ha. Es una extensa laguna litoral, dunas, etc.
- Sierra de Capelada - Ortigueira. Parque natural con una extensión de 11.600 Ha. En la Sierra Capelada, de gran interés paisajístico, se encuentran los acantilados más elevados del continente europeo. La zona de marisma de la Ría de Ortigueira tiene un alto valor paisajístico.
- Río Sor - Estaca de Bares. Parque natural con una superficie de 5.100 Ha.

Es una zona de interés biológico.

- Sierra del Gistral. El parque natural ocupa una extensión de 13.100 Ha.
Zonas de encharcamiento, turbera, alto interés botánico.

6.- VALORACION MINERO INDUSTRIAL

6. VALORACION MINERO INDUSTRIAL

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Según los datos publicados por el Ministerio de Industria y Energía (Estadística Minera de España), durante el año 1987, la variación de la producción minera es netamente favorable a las rocas industriales.

El valor de la producción durante 1987 se elevó a unos 65.343 millones de pesetas, lo cual supuso un incremento del 17,2 % respecto al año anterior.

Por sus posibilidades de exportación pueden destacarse la pizarra, el granito y el mármol. Las pizarras españolas ocuparon el primer lugar entre las sustancias minerales que exportaron durante 1987 y el granito el segundo puesto.

El reparto de la producción nacional entre las principales rocas y minerales industriales, durante 1987, fue el siguiente:

Caliza	39,7%
Pizarra	12,7%
Granito	9,3%
Mármol	5,7%
Yeso	4,0%
Arcilla	3,2%
Sílice y are.sil.	2,6%
Otros	22,8%

6.2. GALICIA

En la comunidad autónoma gallega se extrajeron durante 1987 veinticinco sustancias distintas cuyo valor en conjunto alcanzó los 53.719 millones de pesetas. Estas cifras representan el 14,1% del valor total de la producción minera nacional.

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

La Coruña	70,4%
Lugo	15,0%
Orense	9,5%
Pontevedra	5,1%

Centrándose en el sector de rocas y minerales industriales, el valor de la producción provincial (x10³ ptas.) de las distintas sustancias fue:

	La Coruña	Lugo
Andalucita	35.378	
Arcilla	64.580	108.658
Caliza		1.044.255
Caolín	181.000	657.220
Arc.ref.	72.340	
Caolín lav.	1.057.204	658.372
Cuarcita	48.100	27.270
Cuarzo	231.497	1.241
Feldespató		118.973
Granito	1.753.230	499.431
Magnetita		806.020
Mármol	5.760	
Pizarra	210.617	1.604.903
Sepertina	41.000	
Sílice/aren.sil.	120.500	
Turba		80.376
Otros productos	147.219	86.393

La hoja 1/200.000 nº 1 (La Coruña), comprende parte de las provincias de La Coruña y Lugo.

La producción en esta hoja de rocas y minerales industriales alcanzó en el año 1988 las 5.659.350 Tm, según datos recogidos en las jefaturas Provinciales de Minas de La Coruña y Lugo.

El reparto de la producción por sustancias es la siguiente:

Anfibolita	316.000 Tm
Arcilla común	60.000 Tm
Arenas y gravas	26.000 Tm
Caliza	92.000 Tm
Caolín	75.000 Tm
Cuarcita	1.662.500 Tm
Cuarzo	552.000 Tm
Feldespató	77.500 Tm
Gabro	26.000 Tm
Granito	1.902.500 Tm
Peridotita	734.000 Tm
Pizarra	68.100 Tm
Serpentina	50.250 Tm
Turba	17.500 Tm

La distribución de la producción según sectores industriales es de la siguiente forma:

Rocas ornamentales	2.750 Tm
Rocas de construcción	26.500 Tm
Aridos naturales	26.000 Tm
Aridos de machaqueo	4.364.100 Tm
Ladrillería	60.000 Tm
Refractarios	152.500 Tm
Lozas y porcelanas	152.500 Tm
Agrícolas	17.500 Tm
Fundentes	734.000 Tm
Otros	226.000 Tm

6.3. ROCAS ORNAMENTALES

Aunque en el ámbito de la hoja existe una gran variedad litológica en la actualidad, su utilización ornamental se restringe a algunas explotaciones de serpentinitas, pizarras, cuarcitas y calizas. En general, se trata de canteras de pequeñas dimensiones, escasamente mecanizadas y en algunos casos de carácter intermitente.

En las proximidades de Moeche (La Coruña) se localiza el mayor número de explotaciones de serpentinita de la hoja. Estas canteras que alcanzaron gran actividad en el pasado, se encuentran en gran medida abandonadas. Sólo en dos de ellas realizan alguna actividad a lo largo del año. La serpentinita extraída es trasladada a los centros de transformación para su corte y pulido, utilizándose en ornamentación de interiores. Los estudios sectoriales realizados en esta zona indican importantes reservas de material.

Otras sustancias utilizadas como roca ornamental o de construcción son pizarras, cuarcitas, calizas, esquistos, etc, que se emplean como solados, revestimiento de muros y fachadas, etc, comercializándose tanto en el mercado regional como el nacional e internacional.

6.4. ROCAS DE CONSTRUCCION.

Entre las distintas litologías, las pizarras constituyen el interés principal en este sector. La mayor parte de la producción es de "pizarras para cubiertas" elaboradas en placas de diversas dimensiones o en losas tipo "rústico". Las primeras se comercializan tanto en el mercado internacional como nacional mientras que el segundo tipo se restringe al mercado regional.

Los principales centros de producción se sitúan en los términos municipales de Mondoñedo-Pastoriza (Lugo) y en el término municipal de Ortigueira (La Coruña). En el primero de ellos se extrae la variedad comercial "Verde Lugo" así como otra de tonos grisáceos no catalogada, pero con una importante producción. En el citado en segundo lugar, se extrae la variedad comercial "Monte Rande" también con un importante volumen de producción.

Otras litologías, además de las pizarras, que pueden ser utilizadas en el sector de rocas de construcción son diversos tipos de granitos, esquistos pertenecientes a las series de Ordenes y Villalba, calizas, areniscas, etc. Gran parte de las litologías anteriormente citadas ya han sido utilizadas en obras de carácter local, aunque no de un modo industrial.

6.5. ARIDOS NATURALES.

Dentro de la hoja, los áridos naturales representan un sector de escasa importancia en base al valor de su producción. La extracción se concentra al NO de la hoja en depósitos aluviales, de rasa marina, etc, siendo su potencialidad elevada. La extracción de arena, entre los que merecen destacarse las situadas en las proximidades de Pontedeume (La Coruña), están actualmente paralizadas por motivos económico-ecológicos.

6.6. ARIDOS DE MACHAQUEO.

Son considerados como tales aquellos que precisan un tratamiento de trituración y/o lavado.

Se explotan con esta finalidad una gran variedad de litologías pertenecientes a zonas o dominios geológicos diferentes, destacandose:

Anfibolitas pertenecientes al	
Complejo de Cabo Ortegal	316.000 Tm
Areniscas y cuarcitas	
(Cuarcita del Gistral y Silúrica)	1.660.500 Tm
Caliza de Vegadeo	92.000 Tm
Cuarzo	336.000 Tm
Gabro	26.000 Tm
Granito (diversos tipos de)	1.892.000 Tm
Pizarra	41.600 Tm
TOTAL	4.364.100 Tm

Los áridos de trituración constituyen en su conjunto el 77 % de la producción total de rocas extraídas en la hoja. Los principales centros de producción se sitúan en las proximidades de La Coruña, Ferrol, As Pontes, etc. En las dos primeras la excesiva concentración y su proximidad a núcleos de población, fábricas, etc, ha obligado a la paralización de un buen número de explotaciones.

Estos áridos son utilizados, según sus calidades específicas, como zahorras, subbases granulares, capas de rodadura, balasto, hormigones, escolleras, etc.

6.7. LADRILLERIA

La producción de arcillas se utiliza en su totalidad en el sector de ladrillería. Las explotaciones se dispersan por distintas regiones en el ámbito de la hoja y por lo general, están ubicadas en las inmediaciones de su centro de elaboración. Suelen tener carácter intermitente, trabajando durante todo el año con el material acopiado en los meses de verano.

El principal centro de producción se sitúa en el término municipal de Narón. Otros centros de interés se localizan en Foz y al Norte de Villalba.

6.8. REFRACTARIOS.

Algunas sustancias como caolín, feldespato y arcilla cuyo uso principal corresponde a otros sectores, se utilizan también como refractarios. No se dispone de datos de la parte de producción empleada en este sector.

Asímismo, conviene citar los indicios de sillimanita existentes en la parte noroccidental del Macizo de Tojiza, en las proximidades de O Valadouro (Lugo), aún no explotados.

* Lozas y porcelanas

Este sector alcanza gran importancia en la parte N y NE de la hoja, en donde existen yacimientos de gran interés económico. Son dos las sustancias explotadas con este fin: caolín y feldespato.

Entre los primeros, conviene señalar las explotaciones situadas en el término municipal de Foz. Se trata de yacimientos de caolín desarrollados sobre "felsitas" intercaladas entre materiales cámbricos. El material extraído se trasporta desde las canteras a Burela para su procesamiento. El producto elaborado (75.000 Tm/año) se comercializa tanto en el mercado nacional como en el europeo, empleándose en lozas y porcelanas y como refractario.

El resto de las explotaciones de caolín existentes en la hoja se encuentran abandonadas. El feldespato se extrae en dos explotaciones pertenecientes a los términos municipales de Muras y Barreiros (Lugo), trasladándose el material para su procesamiento a Viveiro y Foz respectivamente. El producto se destina principalmente al mercado nacional para su empleo en lozas y porcelanas y en el campo de la cerámica

para la fabricación de grés. La producción conjunta anual alcanza las 77.500 Tm.

* Agrícolas

La turba es la única sustancia utilizada en el sector de la agricultura, aunque posiblemente otras rocas (calizas de Cándana) podrían ser empleadas como correctores de suelos. La única explotación activa de turba se sitúa en los Montes de Buyo, en el límite de los términos municipales de Viveiro y O Valadouro. Alcanza una producción anual 17.500 de Tm, distribuidas en el mercado nacional como fertilizantes de suelos.

* Fundentes

Existen dos explotaciones en actividad situadas al N de la provincia de La Coruña, en el denominado Complejo de Cabo Ortegal. En ambos casos se trata de serpentinitas o peridotitas serpentinizadas con un porcentaje elevado de óxido de magnesio, utilizadas como fundente siderometalúrgico.

La explotación de mayor importancia (684.000 Tm) se sitúa en Landoi, perteneciente al término municipal de Ortigueira. El material previamente triturado y clasificado se exporta, en su mayor parte, a países europeos a través del puerto de Cariño. El otro punto de extracción activo se encuentra en las proximidades de Moeche. En este caso su comercialización se centra en el mercado siderúrgico nacional. La potencialidad de los recursos existentes en los macizos de Limo y Herbeira, situados en las proximidades de Cabo Ortegal, puede considerarse como muy elevada.

* Otros usos

En este apartado se destaca como la aplicación más importante, el empleo del

cuarzo como materia prima para la obtención de ferrosilicio. Actualmente, la extracción de esta sustancia se reduce a la explotación existente sobre el filón de cuarzo de O Barqueiro, en el término municipal de Mañón, al NE de la provincia de La Coruña. Su producción que alcanza las 216.000 Tm/año se exporta en su mayor parte, empleándose en ferroaleaciones. Los rechazos obtenidos se aprovechan como áridos de trituración.

La posibilidad de utilización del cuarzo filoniano gallego en productos de alto valor (cuarzo cristal, vidrio o fibra óptica) es bajo por el exceso, en general, de hierro, alúmina y otros elementos menores. Sin embargo en alguno de los filones existentes en la hoja, podrían ser utilizados en el campo de las ferroaleaciones, aunque las reservas y el transporte al punto de consumo pueden resultar un factor determinante.

Otras aplicaciones de menor importancia son la utilización del granito (10.000 Tm) como mampostería, muros, cierre de fincas, etc., el empleo de esquistos en rellenos y terraplenes, etc.

7.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

7. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

7.1. ANFIBOLITAS-ECLOGITAS-PERIDOTITAS

Las anfibolitas son rocas metamórficas, de tonos verdes oscuros, constituidas esencialmente por la asociación de hornblendas con una plagioclasa cálcica. Son el resultado de un metamorfismo regional de intensidad media a elevada de rocas ígneas básicas y de rocas sedimentarias, por lo tanto, según la composición de la roca originaria y el grado del metamorfismo, la asociación mineralógica fundamental hornblenda-plagioclasa está acompañada por otros minerales.

Las anfibolitas se pueden clasificar en ortoanfibolitas y paranfibolitas, pero esta distinción no es siempre sencilla y debe hacerse teniendo en cuenta sus relaciones de yacimiento con otras rocas metamórficas, además de su composición.

Las anfibolitas tienen textura esquistosa poco manifiesta porque en general, los minerales micáceos (biotita) no abundan; la esquistosidad se debe a la orientación preferencial de los prismas de hornblenda.

En las anfibolitas de grado elevado es frecuente el bandeo constituido por la alternancia de pequeños niveles esencialmente anfibólicos con otros de plagioclasas.

Usos

Debido fundamentalmente a su colaboración, las anfibolitas se usan como roca de ornamentación, roca de sillería y revestimientos, se utilizan además como áridos de machaqueo.

Análisis y ensayos

Para determinar la aptitud de las anfibolitas respecto al empleo a que se destinen, es necesario conocer un conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas que pueden evaluarse mediante los ensayos siguientes:

- Análisis químico y petrográfico
- Loseta pulida
- Absorción y peso específico
- Resistencia a las heladas
- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a la flexión
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia al choque
- Coeficiente de dilatación lineal térmica
- Modulo elástico
- Microdureza Knoop

Normativa

No existe una normativa específica para estas rocas. Ver normas generales para Rocas Ornamentales y Aridos.

7.2. ARCILLA COMUN

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

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

Propiedades físicas

La propiedad más importante de las arcillas es su plasticidad al ser mezcladas con agua y la posibilidad de ser moldeadas. Esta propiedad no es exclusiva de las arcillas, pudiendo producirse también por la presencia de coloides orgánicos o geles inorgánicos. El valor cuantitativo de la plasticidad en una pasta arcillosa va a depender de una serie de factores:

- Tamaño de partículas
- Capacidad de cambio de la arcilla
- Naturaleza de los iones 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. No existe normativa oficial sobre las materias primas utilizadas en la elaboración de los productos cerámicos antes citados, primado, en general, criterios económicos.

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

- Arcillas de naturaleza illítica o illítica-caolínica
- Contenidos en esmectitas <10-15% para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.
- Arena silíceo en proporción variable: hasta 30-40%, actuando como desgrasante.
- Ausencia de carbonatos en granos, siendo tolerable la calcita muy fina (<15%).
- Elementos colorantes:
 - 5-10% de Fe_2O_3 para tonalidades rojizas.
 - 3-10% de TiO_3 en presencia de Fe_2O_3 : tonalidades amarillentas.
 - 0,5-4% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3 : tonalidades ocre.

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 semirefractarias con relaciones de contenido caolín otras arcillas, altas. Para gres se utilizan arcillas illito-caolínicas (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.

7.3. 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 y rañas, mediante medios mecánicos convencionales.

La denominación por tamaños más usual es la siguiente:

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

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

7.4. BARITA

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

- Venas y relleno de cavidades, precipitados a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura.
- Depósitos residuales, por meteorización de depósitos preexistentes.
- Depósitos estratiformes, en los que la baritina se presenta masiva, como cemento.

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

	BaO	Co ₂	So ₃	Dureza	Densidad
Barita	65,7	—	34,3	3-3,5	4,3-4,6

Las propiedades que confieren a las baritas interés industrial son:

- Alto peso específico
- Dureza Baja
- Inercia química
- Brillo y blacura
- Absorción de radiaciones

Usos y especificaciones

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

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

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

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

	BaSO ₄	Especif.	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Volátiles Humedad	Solubles pH en agua	Aceite	Granulometría
Blanco fijo	97	4,3-4,48	<0,2	<1	<0,5	0,2-0,5 6-8	15-30	Grado I 0,1 0,2 μ
Baritina	94	4,3-4,5	<0,05	<2,0	<0,5	<0,2 6-8	6-12	0,1-40 μ

* Industria química

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

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

Las especificaciones generales son:

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

* Vidrio

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

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

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

* Otras Industrias

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

7.5. CALIZA

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

Usos y especificaciones

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

Del mismo modo en muchas ocasiones se prefiere una caliza de peor calidad que la teóricamente aconsejable para el proceso debido a que la relación calidad/precio puede llegar a justificar tal elección.

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

Las calizas se utilizan en un gran número de sectores y aplicaciones industriales, aunque los sectores de la construcción y aglomerantes se reparten un 58,2% y un 38,6% respectivamente del tonelaje total extraído en España. Debido a este gran número de procesos industriales en que entran a formar parte las especificaciones son muy diversas, basándose en sus cualidades químicas o físicas según el uso al que se destinen.

* Construcción

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

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

Respecto a su uso como material triturado, además de la solidez, son importantes la resistencia a la abrasión, la dureza y la estabilidad química, así como la absorción de agua, el peso específico y la granulometría.

En cuanto a las especificaciones se refieren fundamentalmente a la presencia de sustancias perjudiciales, como pueden ser los terrones de 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%.

7.6. CAOLIN

Los caolines son rocas caracterizadas por un significativo contenido de minerales de la familia de las Kanditas:

- Caolinita, nacrita y dickita
- Haloisita y metahaloisita

La caolinita, caolinita + haloisita y haloisita son los principales componentes de los depósitos comerciales, a los que acompañan cantidades variables de cuarzo, feldespatos, micas, otras arcillas, alunita, óxidos de hierro y titanio, etc. Los yacimientos, a grandes rasgos, pueden ser de dos tipos:

- Primarios, desarrollados "in situ" mediante meteorización en clima tropical húmedo, por alteración hidrotermal o por acción de solfataras. Las principales rocas que al caolinizarse pueden proporcionar concentraciones explotables son: Rocas graníticas s.l., rocas metamórficas gneísicas, rocas volcánicas ácidas, areniscas grauváquicas y arcósicas y pizarras sericíticas.
- Secundarios, en los que el material original ha sufrido un proceso de transporte y posterior sedimentación. En este grupo se incluyen los caolines sedimentarios s.s., arenas caoliníferas, "ball clays", "fireclays" y "flintclays".

El término "ball clay" alude a arcillas caoliníferas muy plásticas, fácilmente dispersables en agua y color blanco en cocción, si bien su color natural es oscuro. Presentan un buen módulo de ruptura.

El término "fireclay" presenta distintas acepciones. La más amplia incluye en este grupo a

las arcillas de cocción no blanca y fusión superior a 1.520°C.

Los "flint clays" o caolines pétreos son arcillas duras, masivas, no plásticas y con fractura concoidea. Están constituidas por caolinita muy pura y cristalizada en tamaños de partícula extremadamente finos. Son arcillas refractarias de alto grado.

Composición y propiedades

La caolinita es un silicato aluminico hidratado, de fórmula $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

SiO_2	Al_2O_3	H_2O
46,5	39,5	14

La distribución y forma de las partículas en apilamientos de placas microscópicas pseudo hexagonales de la caolinita, son algunas de las características que controlan sus propiedades reológicas. La estructura cristalina es resistente al ataque químico por lo que se convierte en una carga blanca de alto interés industrial.

Otras propiedades de interés son:

- Blancura, afectada por la presencia de óxidos.
- No toxicidad
- Tamaño de partículas <63 u.
- Superficie específica
- Poder cubriente
- Refractariedad
- Poder absorbente y adherente

Explotación y procesado

La mayor parte de los depósitos de Caolín se encuentran cerca de la superficie,

por lo que su extracción se realiza a cielo abierto, con medios mecánicos convencionales, si bien en algunos casos se utilizan métodos hidráulicos removiendo el material con chorros de agua y extrayendo la suspensión por bombeo.

En explotaciones subterráneas la extracción suele realizarse por el método de cámaras y pilares. Aunque el caolín natural puede ser utilizado directamente (refractarios), el caolín comercial de alta calidad se obtiene por vía húmeda con los siguientes pasos habituales:

- Dispersión
- Eliminación de la fracción gruesa (>44 u)
- Separación por fracciones por centrifugación
- Deslaminación de las fracciones gruesas y posterior fraccionamiento por centrifugación
- Tratamiento químico para aumentar blancura
- Filtración (eliminación de agua y sales solubles) hasta conseguir una concentración del 60% en sólidos.
- Secado y pulverizado, o formación de barbotinas de alta concentración en caolín (70% en sólidos) o calcinación
- Envasado

Usos y especificaciones

Se utiliza este material en numerosos procesos industriales, siendo los principales los siguientes:

- Fabricación de papel, como cargas
- Cerámica fina y refractarios
- Industria del Caucho
- Plásticos
- Cargas en pinturas
- Cementos blancos

Algunas especificaciones más utilizadas en estos sectores son:

Cargas en Papel

- * Índice de blancura
- * Granulometría, un 50% mínimo menor de 2 micras

Cerámica

- * Índice de blancura mayor del 80%
- * Porcentaje de $Fe_2O_3 + TiO_2$ menor del 1% en porcelana
- * Porcentaje de $Fe_2O_3 + TiO_2$ menor del 3% en gres

Industria del caucho

- * Porcentaje de volátiles del 2% máximo
- * Porcentaje de materias solubles del 3% máximo
- * Pérdida al fuego 6-14%
- * Porcentaje de Cu de 0,005% máximo
- * Porcentaje de Mn de 0,05% máximo

Pinturas

- * Porcentaje de volátiles del 2% máximo
- * Porcentaje de material solubles del 0,5% máximo
- * Pérdida al fuego 10-14%

Cargas blancas

- * Índice de blancura mayor del 85%
- * Viscosidad Brookfield 600 cp
- * Granulometría 75% mínimo menor de 2 micras

Ensayos

Los ensayos más comunes son los siguientes:

- Análisis químico y difracción de R-X sobre muestra total, fracción <64 u, <20 u, <2 u.
- Granulometría
- Abrasividad
- Blancura y amarilleamiento
- Viscosidad Brookfield
- Poder defloculante
- Velocidad de formación de espesor
- Resistencia mecánica en seco y cocido
- Absorción de agua
- Contracción

Normativa

No existe ningún tipo de normativa en nuestro país referente al caolín.

Un caolín tipo, producido por Caosil, utilizado en la fabricación de papel, presenta las siguientes características:

Granulometría

> 53 micras	0,057%
> 10 micras	13%
< 2 micras	53%

Análisis mineralógico

Caolín	93%
Cuarzo	5%
Mica	2%

Propiedades de aplicación

Abrasión	10,3 mg
Blancura	97,9%
Brillo	91,1%

Caolín cerámico

Análisis mineralógico

Caolín	87%
Cuarzo	9%
Mica	4%

Propiedades de aplicación

Blancura después de cocción a 1180°C	92,5%
Absorción	22,8%
Contracción	3,7%

Granulometría

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

Para mayor información ver apartados lozas y porcelanas, refractarios y cargas.

7.7. CUARCITA Y ARENISCA

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

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.

7.8. CUARZO

El cuarzo, SiO_2 , es el más abundante de todos los minerales en la naturaleza y aparece ampliamente distribuido como constituyente de numerosas rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias, masivo, en diques y filones. cristalizado, etc.

Existe una gran variedad de formas del cuarzo:

- * Variedades cristalinas: cristal de roca, amatista, cuarzo rosado, cuarzo ahumado, cuarzo citrino, cuarzo lechoso, ojo de gato, cuarzo rutilado, venturina, ...
- * Variedades criptocristalinas:
 - Fibrosas: Calcedonia, cornalina, ágata, ónice, heliotropo, etc.
 - Granulares: Silex y pedernal, jaspe, etc.

Composición y propiedades

Si	O	Peso Dureza	Índice de Esp.	Refracción
46,7	53,3	7	2,65	1,54-1,55

Entre todos los minerales, el cuarzo es el más próximo a un compuesto químico puro, presentado propiedades físicas constantes. El cuarzo, también conocido como α -Cuarzo o cuarzo bajo, es uno de los seis polimorfos conocidos de sílice, estable por debajo de 573°C . Entre las propiedades más interesantes del cuarzo figuran la piroelectricidad y piezoelectricidad.

Usos

La mayor parte del cuarzo consumido en la industria del vidrio procede de depósitos sedimentarios (arenas, gravas, areniscas, etc) así como de cuarcitas y son descritos por separado.

- El cuarzo masivo, procedente de depósitos pegmatíticos, venas, etc. cumple los requisitos de pureza para ser utilizado en manufactura de vidrios especiales, vidrio en general y es asimismo utilizado para productos refractarios, procesos metalúrgicos. (Manufactura de silicio metálico, ferroaleaciones, etc).
- Los cristales de cuarzo de alta calidad son utilizados en electrónica (osciladores piezoeléctricos, etc.). Deben estar libres de defectos estructurales, maclas, impurezas o inclusiones. El uso de cristales naturales ha sido crecientemente suplantado por cuarzo sintético. En óptica es utilizado en lentes para microscópios petrográficos, espectroscopia, etc.
- Las variedades cristal de roca (incoloro), amatista (púrpura-violeta), ahumado (pardo-oscuro a negro), rosado, citrino (amarillo), venturina (cuarzo con escamas de oligisto o mica), son utilizadas como gema. En general las variedades criptocristalinas y especialmente el ágata son apreciadas como minerales ornamentales. Las diferentes variedades de cuarzo son utilizadas como abrasivos de grado intermedio.

Ensayos

- Análisis químico y mineralógico

7.9. ESQUISTOS

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

Usos

Tanto su composición mineralógica y química como la laminación que ofrecen, que permite su disgregación en placas, marcan las variadas aplicaciones de estos minerales. Así, se utilizan en la industria de la construcción como roca de sillería y revestimiento, generalmente de carácter rústico; en la industria del cemento y derivados; en ladrillería y como aislante.

En el campo de los áridos pueden utilizarse como áridos de compactación previo estudio de sus propiedades (forma, tamaño de partículas, alterabilidad, etc.).

Análisis y ensayos

- Estudio petrográfico
- Análisis mineralógico
- Análisis químico

Normativa

Ver normas para Rocas ornamentales y áridos.

7.10. FELDESPATO

Se conoce como feldespato un amplio grupo de aluminosilicatos de Sodio, Potasio y Calcio, pero generalizando se distinguen tres tipos fundamentales:

- Feldespato Potásico, con fórmula química general $\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2 \cdot \text{Al}_2 \text{O}_3$ y cuyos términos más representativos son la Ortosa y la Microclina.
- Feldespato Sódico, de fórmula $\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2 \text{O} \cdot \text{Al}_2 \text{O}_3$, siendo la Albita la más representativa.
- Feldespato Cálcico, de fórmula $2\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot \text{Al}_2 \text{O}_3$, cuyo representante es la Anortita, aunque en realidad estos dos últimos, que forman el grupo de las Plagioclasas, constituyen una serie isomorfa cuyos términos extremos son los citados, con términos intermedios como la Oligoclasa, Andesina, Labradorita y Bytownita.

Los tipos más utilizados son los feldespatos ricos en potasio, así como las mezclas de estos y los sódicos, mientras que las plagioclasas son muy poco utilizadas. Las fuentes básicas de aporte de feldespatos son las pegmatitas, arenas feldespáticas y granitos y otras rocas ígneas.

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

Usos y especificaciones.

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

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

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

Para mayor información ver apartado vidrio.

En la elaboración de productos cerámicos se requiere en general:

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

Ensayos

Los ensayos preliminares más utilizados son los siguientes:

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

Normativa

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

Humedad	APNE 22.212
Análisis químico completo	APNE 22.213
Análisis granulométrico	APNE 22.214
Fusibilidad a la T de trabajo	APME 22.215

7.11. GABRO

Los gabros son rocas intrusivas básicas constituidas esencialmente por plagioclasas y piroxenos. Si el piroxeno fundamental es monoclinico, la roca se denomina gabro y si predomina el piroxeno rómbico, norita.

Su coloración oscura y su estructura granular holocristalina análoga a la de los granitos hacen que comercialmente se les considere en el grupo de los granitos (granitos negros y oscuros).

Propiedades y usos.

Como se decía, los gabros son rocas de coloración oscura, estructura granular, con peso específico comprendido entre 2,8 y 3,1 t/m³. Su resistencia a compresión simple puede variar ampliamente; se puede considerar el intervalo 460-4700 Kp/m². Su conductividad térmica varía entre 475×10^5 y 720×10^5 cal/s/cm.

Sus aplicaciones se centran en el campo de las rocas de construcción y en el de los áridos, fundamentalmente. Como piedra en bloque puede utilizarse en estructuras de construcciones, revestimientos interiores o exteriores, peldaños y pavimentos, bordillos, adoquines, monumentos, etc. El material fragmentado se utiliza como árido (hormigones. agregados, asfálticos, firmes de carreteras), basalto, escolleras, rellenos.

Análisis y ensayos.

Para evaluar las propiedades fisicomecánicas de los gabros según el destino comercial a que pretenda dedicarse se recurre a los siguientes análisis y ensayos:

Roca de Construcción (Revestimientos, pavimentos, sillería)

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

Aridos para hormigón

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

Aridos para aglomerados asfálticos

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

Normativa

Ver normativas generales en apartados de rocas ornamentales y áridos.

7.12. GNEIS

Son rocas producidas por metamorfismo regional de grado elevado, constituidas esencialmente por cuarzo y feldespatos con cantidades menores de micas y minerales ferromagnéticos; su esquistosidad es dicontínua y muy mal definida.

En ellos es característica la separación de los componentes síalicos (cuarzo y feldespatos) de los ferromagnéticos (biotita, piroxenos y anfíboles), en pequeños niveles lenticulares de color alterno claro y oscuro, paralelos a la esquistosidad de la roca.

Propiedades y usos

Los gneis presentan fisibilidad irregular, según superficies más separadas que los esquistos. Su peso específico oscila entre 2,5 y 2,7 T/m³; su resistencia a la compresión simple puede variar entre, aproximadamente 800 y 3300 Kp/cm² y su conductibilidad térmica es del orden de 400 x 10⁵ cal/s/cm.

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

Análisis y ensayos

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

- Estudio petrográfico
- Loleta pulida
- Resistencia a compresión simple
- Absorción y peso específico
- Resistencia a las heladas

- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Alterabilidad. Choque térmico
- Alterabilidad en atmósfera contaminante

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

Aridos para hormigón

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

Aridos para aglomerados asfálticos

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

Normativas

Ver normativas generales para rocas ornamentales y áridos.

7.13. GRANITOS

Los granitos, en sentido amplio, constituyen 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 puede dividirse en dos grandes grupos, en función de la proporción de minerales máficos o félsicos presentes:

- Granitos claros (granitos, ademellitas, granodioritas, sienitas).
- Granitos oscuros (gabros, dioritas, incluso rocas volcánicas).

Usos

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

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

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

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

A Resvestimientos exteriores
 B Resvestimientos interiores
 MI Muy importante
 I Importante

C Pavimentos exteriores
 D Pavimentos interiores
 PI Poco importante

Aridos para hormigón

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

Aridos para aglomerados asfálticos

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

Normativa

Ver normativas ver apartados rocas ornamentales y áridos.

7.14. OXIDOS DE HIERRO (OCRES Y OTROS)

En este conjunto se incluyen minerales constituidos por óxidos de hierro de los que se consideran aplicaciones industriales no metalúrgicas, que si bien en porcentaje respecto a la utilización metalúrgica suponen valores reducidos (del orden del 1%), en valores absolutos alcanzan cifras notables, del orden de 4 a 5 millones de toneladas/año en todo el mundo. Estos minerales son la hematites (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), goethita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y limonita ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

Usos y aplicaciones

Tradicionalmente, las aplicaciones principales de los óxidos de hierro en el campo de los minerales industriales han sido la purificación del gas de hulla y fundiciones de no férreos. Estas aplicaciones han quedado ya obsoletas y se utilizan en el lavado de carbón, cementos, aditivos de alta densidad y pigmentos.

Se ha utilizado magnetita en la preparación de fluidos de alta densidad a aplicar en procesos de separación de minerales, como consecuencia de su elevado peso específico (5-2,2) y sus propiedades magnéticas que facilitan su recuperación en separadores magnéticos: además, es relativamente dura y químicamente estable.

También se utilizan óxidos de hierro como aditivo en cementos, para activar la formación de silicatos cálcicos y en la fabricación de variedades especiales de cementos sulfurresistentes. La demanda en este campo depende de las características de las materias primas locales. Asimismo se utilizan óxidos de hierro como aditivos del hormigón para oleoductos y gasoductos marinos.

Aunque los óxidos de hierro naturales utilizados como pigmentos han sido ampliamente desplazados por los sintéticos, siguen localmente utilizándose en este campo. Proceden de la alteración de los minerales antes señalados. En el aspecto comercial se distinguen tres categorías: ocres (rojo y amarillo), siena (naranja oscuro) y oscuros (marrón oscuro). El color depende del tipo y la cantidad del óxido de hierro presente.

En general, la hematites es responsable de los rojos oscuros, la limonita de los amarillos y la magnetita de los oscuros (marrones y negros). Una propiedad importante de los óxidos de hierro para su uso en pinturas es el poder de absorción de aceite, que depende en gran medida de la forma de las partículas: la naturaleza acicular de los óxidos amarillos les proporciona mayor poder de absorción que el de los rojos, que son esféricos.

Normativa

UNE-48-193-63 Pigmentos. Oxido de hierro amarillo.

Ver normativas generales sobre pigmentos.

7.15. PIZARRAS

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

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

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

Usos y aplicaciones

La utilización de las pizarras se realiza en tres formas:

- Bloques: Se fabrican con ellos tejas, baldosa, mesas de jardín, mesas de billar, peldaños, etc.
- Grava: Se utiliza para la fabricación de telas aislantes e impermeables, piedras artificiales (terrazos), áridos ligeros para hormigón, etc.
- Polvo: Se puede utilizar como material de relleno en distintos campos (gomas, plásticos, pinturas, aislantes, etc.)

Análisis y ensayos

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

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

Las pizarras destinadas a solados 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 recogen en la Norma UNE 22-201. El cuadro siguiente refleja la importancia de los principales ensayos de caracterización de la pizarra en función de la utilización a que se destine.

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

Fuente: I.T.G.E. Pizarras de España.

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

Especificaciones

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

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

Origen y composición

- * Las pizarras de una misma partida procederán del mismo yacimiento salvo que expresamente se hayan aceptado otros términos.
- * Las pizarras no tendrán contenido en materia carbonosa y/o arcilla superior al 1%, ni carbonatos en proporción superior al 10%.

Dimensiones y curvatura

- * Los fabricantes indicarán las dimensiones y tolerancias admisibles en cada tipo de productos.
- * En ningún caso las placas presentarán espesores de $\pm 50\%$ del "espesor nominal" correspondiente a su partida.
- * Las placas de pizarra no tendrán una curvatura superior al 1,5%.
(Las pizarras con mayor curvatura pueden ser elementos para aplicaciones especiales).

Color y aspecto externo

- * Las pizarras de una misma partida tendrán un color uniforme, aunque pueden admitirse ligeras variaciones en los tonos propios del material.
- * No presentarán nudos que sobresalgan más de la mitad del espesor de las placas.
- * Las huellas o estrías no podrán tener una profundidad superior a la mitad del espesor de las placas.
- * Las placas de pizarras no presentarán imperfecciones ni roturas que manifiestamente dañen su solidez.
- * Las pizarras no deberán mostrar defectos achacables al labrado (bordes mal cortados, rotura de esquinas, exfoliación defectuosa, etc.)

Inclusiones

- * Las inclusiones de minerales metálicos (en granos agregados o bandas) en ningún caso atravesarán las placas.
- * Se conocerá la composición mineralógica de las inclusiones observables en la superficie de las placas.

Características físicas y alterabilidad

- * El peso de las placas no mostrará variaciones superiores al 10% respecto del "peso nominal" que le corresponda a la partida.
- * El peso específico aparente no será inferior a $2,6 \text{ gr/cm}^3$ (UNE 22-191).
- * Las placas de pizarra no tendrán un grado de absorción de agua superior al 3% (UNE 22-195).
- * Las pizarras secas y sin haber sufrido ningún proceso de alteración no podrán tener un módulo de rotura a flexión inferior a 290 Kg/cm^2 (UNE 22-195).

- * Las pizarras embebidas en agua no mostrarán alteraciones visibles apreciables ni un módulo de rotura inferior en un 20% respecto a las secas.
- * Las pizarras no presentarán alteraciones importantes no 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 la especificaciones que se exigen en las normas generales o en las particulares para cada caso.

Normativa

Ver normas generales para rocas ornamentales y para áridos.

7.16. TURBA

La turba constituye el término más moderno de la serie de los carbones. Su formación supone la primera etapa 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 seca 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%
Acidos 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 citada implican aplicaciones industriales diferentes. La turba rubia se utiliza únicamente como corrector del suelo 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 y 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 empaquetado
- 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 pie 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
- Índice 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 1970 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 N₂, materia orgánica, ácidos fúlvicos y ácidos húmicos.

8.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS

Y

MINERALES INDUSTRIALES

8. USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES.

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

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

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

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

8.1. ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION

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

- Composición y comportamiento físico-químico
- Estética

Las principales rocas utilizadas son:

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

- Granitos s.s., granodioritas, adamellitas,
- Sienitas, sienitas nefelínicas, monzonitas, monzosienitas.
- Basaltos, basanitas, nefelinitas.
- Gabros s.s., gabros olivínicos, troctolitas, noritas, anortositas.
- Pórfidos y lamprófidios.
- Fonolitas, Tefritas.
- Harzburgitas, Wehrilita, Lertzolitas.
- 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
- Serpentinias
- Falsas ágatas, ónice

* **ARENISCAS**

* PIZARRAS.- Los principales ensayos a realizar son:

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

Los valores mínimos y acotación de resultados de las rocas utilizadas para pavimentos similares y columnas.

	Peso Específico	Absorción Agua	Resist Compre.	Resist Flexión	Resist Heladas	Res. Ag. Químicos
Granito	2,5	<1,4	>1300	>80	Buena	Buena
Mármol	2,5	<1,6	>500	>70	Baja	Atacable
Areniscas	2,4	<4,5	>250	>50	Baja	Baja
Cuarcita	2,6	<1,3	>1300	>90	Buena	Buena
Caliza	2,0	<2,0	>400	>70	Baja	Atacable
Pizarra	2,5	<1,8	>800	>300	Buena	Buena

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

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

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

Peso espec. Aparente	Absorción Agua	Módulo de Rotura a Flexión	Resistencia Heladas
>2,6	<3%	>290	<3%

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

NORMATIVAS UNE

Las normas UNE son muy detalladas para granitos, mármoles y pizarras. no obstante, los ensayos que se cifran 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
- 22-198-85 Idem. Resistencia a los ácidos
- 22-199-85 Idem. Calcimetría
- 22-200-85 Idem. Curvatura de superficie
- 22-201-85 **Pizarras ornamentales. Pizarras para cubiertas**
- 7-089-55 Ensayo de absorción de agua en pizarras para cubiertas
- 7-090-73 1R Ensayo de resistencia a flexión de pizarras para cubiertas
- 7-091-55 Ensayo de inmersión en ácido sulfúrico de pizarras para cubiertas
- 7-310-73 Determinación de la densidad aparente de pizarras para cubiertas
- 7-311-73 Ensayo de porosidad de las pizarras para cubiertas

8.2. ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO

8.2.1. Aridos para hormigones

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

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

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

* Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0 si el hormigón tiene una dosificación de cemento superior a 300 Kg/m³ si se emplea un aireante.

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

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

Material retenido. Por el tamiz 50 ASTM y que flota en un líquido de peso específico 2, debe ser inferior a 0,5% en peso.

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

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

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

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

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

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

El árido grueso cumplirá las siguientes limitaciones granulométricas.

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

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

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

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

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

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

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

8.2.2. Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración.

a) Ligantes bituminosos viscosos.

* ARIDOS GRUESOS

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

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

Estabilidad al SO_2 , NA_2 o SO_4 , Mg. Pérdidas menores respectivamente, al 16% y 24% en peso.

Adhesividad. Porcentaje ponderal de árido totalmente envuelto superior al 75% siempre que en el 25% restante no 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_4 , NA_2 o SO_4 , Mg. Pérdidas menores al 12% y 18% en peso respectivamente.

b) Ligantes bituminosos fluidos

*** ARIDOS GRUESOS**

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

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO₄, NA₂ o SO₄ Mg. Pérdidas menores al 16% y 24% en peso, respectivamente.

Adhesividad. Condiciones análogas al apartado a).

*** ARIDOS FINOS**

Además de la granulometría, debe cumplir:

✓ Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO₄, NA₂ o SO₄ Mg. Pérdidas menores, respectivamente, al 12% y 10% en peso.

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

c) Mezclas bituminosos 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 Riedelweber).

d) Mezclas bituminosas en caliente

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

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

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

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

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

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

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

peso respectivamente.

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

8.2.3. Aridos para bases de carreteras

a) Bases de macadam

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

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 35.

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

b) Bases grava-cemento

Aparte de las características granulométricas debe cumplir:

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 40.

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

Terrones de arcilla. Menor del 2% en peso.

Materia orgánica. Menor del 0,05% (expresada en ácido tánico).

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

Equivalente en arena: superior a 30.

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

FUENTE: Salinas, J.L.

8.2.4. 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.

8.2.5. Balasto de ferrocarriles

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

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

- Estabilidad al sulfato magnésico: pérdidas inferiores al 10% en peso.

Normativa UNE

- 7-050-53 Cedazos y tamices de ensayos.
- 7-073-54 Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción.
- 7-082-54 Determinación aproximada de la materia orgánica en arena para hormigones o morteros.
- 7-083-54 Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.
- 7-084-54 Determinación de la humedad superficial de gravas y arenas.
- 7-088-55 Determinación de la compacidad en los áridos para morteros y hormigones.
- 7-133-58 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- 7-134-58 Determinación de partícula blandas en áridos gruesos para hormigones.
- 7-135-58 Determinación de finos en áridos utilizados para la fabricación de hormigones.
- 7-136-58 Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico.
- 7-137-58 Ensayo químico para determinar la reactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones, con los álcalis de cemento.
- 7-139-58 Análisis granulométrico de áridos.
- 7-140-58 Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos.
- 7-151-59 Ensayo de recubrimiento de áridos con emulsiones asfálticas.
- 7-238-71 Determinación de coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones.
- 7-244-71 Determinación de partícula de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones.

- 7-245-71 Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos.
- 7-324-76 Determinación del equivalente de arena.
- 7-438-78 Determinación en los áridos, del material que pasa por el tamiz 0,080
UNE 7-050.
- 41-110-58 Toma de muestras de los áridos empleados en la fabricación de
hormigones.
- 41-111-58 Aridos finos para hormigones.
- 41-112-58 Aridos gruesos para hormigones.

8.3. ARIDOS LIGEROS

Dentro de este grupo se incluyen:

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

Las propiedades deseables en estos materiales son :

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

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

- C-330: Agregados de peso ligero para hormigón.
- C-331: Agregados de peso ligero para unidades de construcción.
- C-332: Agregados de peso ligero para hormigones secos.

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:

Sustancia	Porcentaje
SiO ₂	50-65
Al ₂ O ₃	9-22
Fe ₂ O ₃	4-8
CaO	0,5-10
MgO	0,5-10
Alcalis	2,0-4,5
SO ₃	0,5-4
S	<1
Cl	<0,3

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

Existen dos tipos de adiciones:

- Adiciones hidráulicamente activas (adiciones activas): poseen propiedades hidráulicas latentes, como las escorias siderúrgicas, o son capaces de fijar la cal de los cementos (puzolanas).
- Adiciones inertes, que sin perturbar el fraguado, el endurecimiento o la estabilidad del cemento, introducen alguna mejora que favorezca a este (adherencia, plasticidad, blancura, rendimiento de pastas, etc)

8.4. CEMENTOS, CALES Y YESOS

8.4.1. 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 levadas 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 los más importantes son:

<u>Material</u>	<u>Aporta</u>
Arenas	SiO ₂
Cenizas de pirita	Fe ₂ O ₃
Mineral de hierro	Fe ₂ O ₃
Caolines	Al ₂ O ₃ +SiO ₂
Bauxitas	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
Arc.,piz.,esq.	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fé ₂ O ₃

Entre las adiciones activas, las más utilizadas son:

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

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

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

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

A.- Módulo de silicatos:

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

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

B.- Módulo de fundentes:

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

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

C.- Módulo hidráulico:

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

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

D.- Grado de saturación o standard de cal:

Es la cantidad de CaO que se puede combinar con la SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ del crudo en condiciones normales de cocción y enfriamiento. El grado de saturación máximo teórico es 100%. En la práctica industrial es muy difícil obtener clinkers sin cal libre, es decir, con el standard de cal en crudo del 100%, por lo que se fija generalmente entre el 94 y 98%

	VALOR MAX. EN CRUDO	VALOR MAX. EN CLINKER
MnO	0,022	0,036
Cr ₂ O ₃	0,012	0,002
Cl	0,012-01	0,05
S ⁻	0,3	
SO ₃ K ₂ O+0,5Na ₂ O	0,8-1,0	
K ₂ O+Na ₂ O expr. como Na ₂ O	1,0	2,0
MgO	<2,0-2,2	

8.4.2. CALES

Según la norma UNE 41-066, cales son todos los productos de variada composición química y aspecto físico procedentes de la calcinación de rocas calcáreas

(calizas, dolomías, margas,...) y que se clasifican en dos grupos fundamentales:

* **Cal aérea:** material aglomerante 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 . Está puede ser:

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

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

8.4.3. 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 remita al lector, a fin de evitar innecesarias repeticiones, a los apartados de Calizas (4.17.), Dolomitas (4.26.), Arcillas (4.5.) y Yeso (4.61.).

8.5. CERAMICA ESTRUCTURAL

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

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

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

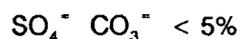
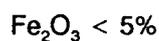
La marcha analítica a adoptar es la siguiente:

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

Las principales especificaciones industriales son las siguientes:

Ladrillo macizo.

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



Sílice libre < 10%

Ladrillo hueco. Tejas y Bovedillas

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

Normativa

La normativa española hace referencia únicamente a productos de fábrica.

- 7-058-52 Método de ensayo de la resistencia del gres al ataque por agentes químicos.
- 7-062-53 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.
- 7-063-53 Ensayo de eflorescencia en los ladrillos.
- 7-191-62 Ensayo de permeabilidad de las tejas de arcilla cocida.
- 7-192-62 Determinación de la resistencia a la intemperie de las tejas de arcilla cocida.
- 7-193-62 Determinación de la resistencia a la flexión de las tejas de arcilla cocida.
- 7-193-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexión de tejas.
- 7-268-73 Determinación de la succión de los ladrillos.
- 7-312-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexotracción del material constituyente de grandes piezas cerámicas.
- 7-318-77 Determinación de la dilatación potencial de materiales cerámicos por

tratamiento con agua caliente.

- 7-319-77 Medida de la resistencia a la flexión de piezas en vano de bovedillas cerámicas.
- 67-019-84 Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos.
- 67-024-78 Tejas cerámicas.
- 67-026-84 Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la resistencia a la compresión.
- 67-027-84 Idem. Determinación de la absorción de agua.
- 67-028-84 Idem. Ensayo de heladicidad.

8.6. REFRACTARIOS

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

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

Las diversas aplicaciones industriales de los refractarios, implican una gran variedad de combinaciones y grados en las citadas fuerzas destructivas, con lo que son bastantes los materiales que se pueden considerar refractarios.

Los tipos primarios de ladrillos refractarios incluyen ladrillos de silicatos aluminicos (a base de "fireclay" y alúmina), ladrillos básicos (magnesia y cromo, solos o combinados en distintas en distintas proporciones), de sílice, aislantes, y refractarios especiales (carbono, carburo de silicio, óxido de circón, etc.). Los ladrillos, se moldean en crudo y son tratados a altas temperaturas antes de usarlos aunque no en todos los casos, como los de dolomía, por ejemplo.

Los ladrillos también se clasifican en función de sus dimensiones y sus formas. La forma típica es la de un prisma rectangular de dimensiones y sus formas. La forma típica es la de un prisma rectangular de dimensiones: 288,6 x 114,3 x 63,5 mm ó 228,6 x 114,3 x 76,2 mm.

Tipos y Clases de Refractarios

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

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

- Productos de corindón.
- Productos fabricados a base de hidróxido de aluminio (Bauxita y otros).
- Productos del grupo de la sillimanita (fabricados a partir de sillimanita, andalucita o distena).
- Productos de mullita sintética.
- Productos de alúmina pura.

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

- Refractarios aluminosos entre el 43 y 45% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 41 y 43% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 39 y 41% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 35 y 39% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 30 y 35% de Al_2O_3 .

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

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

4.- Refractarios de semisílice: Contienen menos del 10% de Al_2O_3 y el resto es

fundamentalmente sílice hasta un máximo del 93%. Se dividen en:

- Refractarios de semisílice propiamente dichos, que se fabrican a partir de arenas arcillosas o de mezclas de arcillas y cuarzos en las proporciones adecuadas.
- Productos siliciosos naturales: obtenidos por tallado de areniscas bajas en fundentes y con suficiente cohesión.

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

6.- Refractarios básicos: Se dividen en:

- Refractarios de magnesia: Contienen más del 80% de MgO . La materia prima fundamental es la magnesia sinterizada preparada a partir de carbonatos magnésicos, brucita o hidróxidos de magnesio obtenidos de agua marina.
- Refractarios de magnesia-cromo: Obtenidos por mezclas de magnesia y cromita. Contienen del 5 al 18% de Cr_2O_3 .
- Refractarios de cromo-magnesia: Contienen entre el 18 y 32% de Cr_2O_3 .
- Refractarios de Forsterita. Su constituyente principal es el ortosilicato magnésico (SiO_2MgO) y pueden obtenerse a partir de olivino o por síntesis a partir de materiales siliciosos y magnesianos.
- Refractarios de dolomía. Productos obtenidos a partir de dolomía sinterizada, estabilizados y semiestabilizados.
- Refractarios de espinela.
- Refractarios de cromita. Contienen más del 32% de Cr_2O_3 .

7.- Refractarios que contienen Carbono.

- Refractarios a base de coque o antracita. Están obtenidos a base de coque de petróleo, de coque metalúrgico, o de antracita, aglomerados con alquitrán de coquería.
- Refractarios a base de grafito. Se preparan con arcilla a la que se añade no más de un 30% de grafito.

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

9.- Refractarios que contienen circonio:

- Refractarios a base de óxido de circonio (ZrO). Utilizan el material circona como materia prima.
- Refractarios a base de silicato de circonio (ZrOSiO₂). Utilizan el mineral circón como materia prima.

10.- Refractarios especiales.

- Refractarios a base de carburos: Obtenidos de Carburo de circonio (ZrC), Boro (BC), Titanio (TiC), etc.
- Refractarios a base de Nitruros: ZrN, BN, AlN, etc.
- Productos a base de Bromuros: CrB.
- Productos a base de Siliciuros: MoSi₂, WSi₂, etc.
- Productos a base de óxidos altamente refractarios: obtenidos a partir de Al₂O₃, TiO₂, BeO, ThO y, prácticamente puros, el CaO, MgO y Cr₂O₃.
- Cermets: Compuestos metalocerámicos.

En los productos donde el compuesto principal es la Alúmina (Al₃O₃), aunque era habitual clasificarlos considerando el conjunto Al₂O₃ + TiO₂ (Alúmina comercial), en la actualidad el TiO₂ se fija sólo en las especificaciones de calidad.

Normas UNE para Materiales refractarios

- 61-001-75 Definición y clasificación por su composición química.
- 61-002-75 Clasificación por su conformación.
- 61-003-75 Toma de muestra de materiales con forma.
- 61-004-75 Toma de muestra de materiales sin forma.
- 61-005-75 Comprobación de formas y dimensiones. Tolerancias. Criterios de aceptación y rechazo.
- 61-006-75 Defectos internos. Criterios de aceptación y rechazo.
- 61-007-75 Productos refractarios aislantes con forma. Clasificación y división.
- 61-008-75 Ensayos de Materiales refractarios.
- 61-009-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina.

- Refracción de corindón.
- 61-010-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina fabricados a base de un hidróxido de aluminio.
- 61-011-75 Características generales de halos refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos del grupo de la sillimanita.
- 61-012-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos de mullita sintética.
- 61-013-75 Características generales de los refractarios de alto contenido en alúmina.
- 61-014-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 43 a 45% de alúmina.
- 61-015-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 43% de alúmina.
- 61-016-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 41% de alúmina.
- 61-017-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.
- 61-018-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.
- 61-019-75 Características generales de los refractarios silicoaluminosos.
- 61-020-75 Características generales de los refractarios de semisilíce.
- 61-021-75 Características generales de los refractarios de sílice.
- 61-022-75 Características generales de los refractarios de magnesia cocidos.
- 61-023-75 Características generales de los refractarios de magnesia-cromo cocidos.
- 61-024-75 Características generales de los refractarios de magnesia-cromo aglomerados unímicamente.
- 61-025-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia cocidos.
- 61-026-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia aglomerados químicamente.

- 61-027-75 Características generales de los refractarios de forsterita.
- 61-028-75 Características generales de los refractarios de dolomía.
- 61-029-75 Características generales de los refractarios de cromita.
- 61-030-75 Características generales de los refractarios de carbono.
- 61-031-75 Características generales de los refractarios de carburo de silicio.
- 61-032-75 Densidad real.
- 61-033-75 Densidad aparente, absorción de agua y porosidad abierta.
- 61-034-75 Densidad total.
- 61-035-75 Porosidad total.
- 61-036-75 Permeabilidad al aire.
- 61-037-75 Resistencia a la compresión en frío.
- 61-038-77 Refractariedad bajo carga constante y temperatura creciente. Método convencional.
- 61-039-77 Resistencia a la flexión en frío.
- 61-040-77 Variación permanente de dimensiones.
- 61-041-77 Resistencia a los cambios bruscos de temperatura (choque térmico).
- 61-042-77 Refractariedad (ensayo de resistencia pirosópica).
- 61-043-79 Superficie específica con el permeabilímetro Blaine.
- 61-044-77 Ataque por monóxido de carbono.
- 61-045-77 Aislantes conformados. Densidad aparente.
- 61-046-77 Resistencia a la flexión en caliente.

8.7. LOZAS Y PORCELANAS

Bajo este epígrafe se agrupan productos tan diversos como porcelanas de mesa, porcelana sanitaria, azulejos, loza de mesa, porcelana electrocerámica, baldosas de gres, gres sanitario, etc., es decir productos que se podrían denominar en conjunto "cerámica fina".

Estos productos se obtienen por cocción de una pasta compuesta generalmente por materias plásticas, fundentes y desengrasantes; en general, para la formación de la pasta se necesitan entre 5 y 10 materias primas o componentes, cuya mezcla, en las cantidades precisas, permite obtener las características deseables (en general, blancura, resistencia mecánica, floculación, dilatación, etc.).

Las arcillas nobles no son más que una parte de la pasta que va a dar lugar a la cerámica fina.

La composición media de las pastas, con sus correspondientes temperaturas de cocción, para cerámicas finas viene reseñada en la tabla siguiente:

Producto	% Materiales Plásticos		% Materiales Desengrasantes		% Materiales Fundentes		Temperatura de Cocción (°C)
	Arcilla Noble	Caolín	Silice	Chamota	Feldespatos	Caliza Dolomía	
Lozas Feldeespáticas	25-30	25-3	25-35	-	10-20	-	1250-1300
Calcáreas	25-30	25-30	20-40	-	-	<30	1000-1100
Vetrif. Vajilla	10	30-35	20-40	-	15-40	-	1210-1300
Sanitarios	25	25	20-25	-	25-30	-	-
Gres sanitario	35-45	5-15	-	40-50	<10	-	1200-1300
Porcelana dura	5-10	45-50	10-30	-	15-40	<5	1350-1400

Fuente: Guide de Prospection des matériaux de carrière (B.R.G.M. 1.983)

La materia prima fundamental, la arcilla, ha de cumplir las siguientes especificaciones:

- Caolinita entre el 50 y el 80%
- Blancura $Fe_2O_3 < 2\%$; $TiO_2 < 2\%$
- Cuarzo hasta el 25%
- Feldespato + illita + calcita hasta el 25%
- Esmectitas (<5%)
- Granulometría < 100 micras todos los elementos.
- Ausencia total de yeso y de sales solubles

Los análisis a realizar para todas las muestras que se tomen son:

- Granulometría: determinación de elementos superiores a 40 micras
- Calcimetría.
- Análisis mineralógico por difracción de rayos-X.
- Análisis químico con determinación de SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 .

En algunas muestras:

- Ensayo de cocción a 1000, 1100, 1200, 1200 y 1300°C sobre pasta normal y definición de la pérdida al fuego, color, absorción de agua, contracción lineal, resistencia mecánica y resistencia pirosfópica.

Para algunas porcelanas especiales, como las electrotécnicas, el contenido en Al_2O_3 ha de ser del 33%, con una pérdida al fuego entre el 11 y el 13% y un contenido máximo de Fe_2O_3 del 0,5%.

La granulometría ha de ser tal que el 65% sea menor de 10 u., mientras que el 35% restante sea menor de 40 u.

Módulo de rotura en verde 15 Kg/cm₂.
 Contracción de secado 6-9%.
 Contracción de seco a cocido 17-21%.

Las especificaciones mediasj del análisis químico de la arcilla son las siguientes:

	Porcelana sanitaria	Porcelana de mesa
SiO ₂	46-48%	50%
Al ₂ O ₃	37-38%	34%
Fe ₂ O ₃	0,7-0,78%	0,5%
TiO ₂	0,06-0,07%	0,1%
MgO	0,15-0,24%	
CaO	0,08-0,1%	3%
K ₂ O + Na ₂ O	1,5-2%	3%
Silice libre	< 5%	< 5%

Fuente: I.T.G.E (1.981), Actualización del Inventario de Rocas.

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

8.8. VIDRIO

Dentro de la industria del vidrio se incluyen sectores muy variados: vidrio plano, envases de vidrio, vidrio óptico, vidrios especiales, etc. , cada uno de los cuales presenta sus propios requisitos en cuanto a materias primas y especificaciones:

- Materias primas

Los principales materiales utilizados son:

Arena silíceas	SiO ₂
Carbonato sódico	Na ₂ O
Caliza y dolomía	CaO, CaO+MgO
Feldespato, aplita, sienita	Al ₂ O ₃ +Na ₂ O+K ₂ O
Boratos.	B ₂ O ₃
Sulfato sódico	SO ₃ +Na ₂ O
Yeso.	SO ₃ +CaO
Barita.	SO ₃ +BaO
Fluorita.	F ₂
Arsénico	As ₂ O
Cromita férrica	Cr ₂ O ₃
Pirritas de hierro	F ₂ O ₃ +S
Nitrato sódico	Na ₂ O
Selenio	Se
Carbono	C

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

La alúmina confiere durabilidad, inhibe la desvitrificación y aumenta la viscosidad durante el proceso de fabricación . El B₂O₃ proporciona resistencia a choques térmicos y a ataques químicos. Los sulfatos promueven la fusión y actúan fijando los procesos. El resto de los óxidos o elementos actúan como modificadores.

Especificaciones

Los principales requisitos hacen referencia a la composición química y granulometría .

* Composición

Dentro de todos los componentes químicos, el contenido en óxidos de hierro es el que presenta mayores restricciones, especialmente en vidrios transparentes.

La presencia de impurezas refractarias se traduce en la formación de "piedras" o inclusiones sólidas indeseables, al no obtenerse la fusión de estos minerales.

* Granulometría

La distribución granulométrica es otro factor crítico que afecta a la fusibilidad de los materiales, especialmente en la arena silícea, feldespato, sienita nefelínica, etc., debiendo eliminarse las partículas gruesas(límite máximo: 30mesh); las partículas demasiado finas deben ser asimismo eliminadas (límite mínimo:100 mesh).

El conjunto de materiales a emplear en la fabricación de un vidrio debe presentar uniformidad granulométrica con el objeto de obtener mezclas homogéneas.

Las principales especificaciones aparecen resumidas en la tabla siguiente:

	Composición química	Granulometría
Arena síliceas para vidrio incoloro 60	SiO ₂ > 99,5 Fe ₂ O ₃ < 0,003-0,008 Cr ₂ O ₃ > 0,0003-0,0006 TiO ₂ < 0,003	+ 20 mesh - 0 + 30 mesh - 1% máx.
Arena sílicea para vidrio laminado 60 Vidrio coloreado	SiO ₂ > 96 Fe ₂ O ₃ < 0,1 Al ₂ O ₃ 0,2-1,6 Fe ₂ O ₃ < 0,1-0,3	- 100 mesh - 15% máx.
Carbonato Sódico 50	Na ₂ O > 57,62 NaCl < 0,5 Fe ₂ O ₃ < 0,005	+ 16 mesh - 0 + 30 mesh - 3% máx. - 200 mesh - 3% máx.
Caliza 75	Fe ₂ O ₃ +FeO < 0,035 Mat. orgánica < 1,0 Humedad < 2,0 MnO,PbO,P ₂ O ₃ < 0,1	CaO > 55+ 16 mesh - 1% máx. + 20 mesh - 15% máx. - 100 mesh - 20% máx.
Feldespatos 60	Al ₂ O ₃ > 19 Alcalis > 11 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh = 1% máx. - 100 mesh - 25% máx.
Sienita nefelínica 70	Al ₂ O ₃ > 22 Alcalis > 13 SiO ₂ < 62 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 30 mesh - 0 + 40 mesh - 3,5 % máx. - 100 mesh - 35% máx.
Aplita 60	Al ₂ O ₃ > 22 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh - 2 máx. + 30 mesh - 20 máx.
Sulfato sódico 60	Na ₂ SO ₄ > 99 NaCl < 0,2 Fe ₂ O ₃ < 0,002	+ 20 mesh - 1 máx. + 30 mesh - 2 máx. - 100 mesh - 54 máx.
Yeso 60	Fe ₂ O ₃ < 0,25	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh - 0,5% máx. + 30 mesh - 12% máx. - 100 mesh - 25% máx.

Normativa

- BS-2975 Especificaciones de la arena sílicea para vidrio incoloro.
- BS-3108 Especificaciones de la limonita para vidrio incoloro.
- BS-3674 Especificaciones del carbonato de sodio.
- UNE-43-501-84 Fibra de vidrio, vidrio textil. Terminología.
- UNE-43-603 Vidrio, nomenclatura y terminología. Cristal, vidrio sonoro.
- UNE-43-751 Ensayos de vidrio, materias primas. Análisis granulométrico.

Estos pigmentos minerales naturales o sintéticos tienen propiedades físico-químicas importantes y por ellas se distinguen de minerales similares con aplicaciones en metalurgia, cementos, construcción, agricultura, etc.

Propiedades químicas

Los hierros pigmentarios han de ser químicamente inertes, conteniendo sólo trazas de minerales pesados y tóxicos, fundamentalmente: plomo, antimonio, arsénico, cadmio, mercurio y selenio. Tienen que resistir, igualmente, la exposición a energía radiante con cambios físico-químicos mínimos.

Propiedades físicas

Son importantes de determinar en pigmentos de hierro:

Absorción de aceite	Superficie de reacción
Tamaño de partículas	Forma de los cristales
Propiedades magnéticas	Propiedades ópticas

No obstante, las propiedades físico-químicas de los pigmentos naturales, son muy variadas y, por tanto, sus aplicaciones van a depender de ellas. Como ejemplo de composición de pigmentos naturales, se puede observar la tabla que se expone a continuación:

Mineral	Hematites
País o fuente	Spanish oxide
% Fe ₂ O ₃	85,0
% SiO ₂	6,5
% Al ₂ O ₃	1,0
% MgO	1,0
% CaO	3,0
% MnO ₂	-
% ppc a 1000°C	3,0
% Sales solubles	1-2
Color	Rojo brillante
% Absorción aceite	17
Tamaño medio de partículas (μ)	1,5
Superficie de reacción g/m ²	5,8
Peso específico	4,67

FUENTE: Industrial Minerals and Rocks (1983)

Normativa UNE

- 48-045-56 Peso específico de los pigmentos.
- 48-046-56 Pigmentos. Determinación de la humedad higroscópica y de los volátiles.
- 48-047-56 Absorción del aceite por los pigmentos.
- 48-067-41 Determinación del pH en los pigmentos.
- 48-101-641R Clasificación de los pigmentos empleados en la fabricación de pinturas y barnices.
- 48-103 Colores normalizados.
- 48-104-62 Partículas gruesas en los pigmentos y pinturas.
- 48-105-81 Materia soluble en agua de los pigmentos (método de extracción en caliente).
- 48-106-81 Idem. (método de extracción en frío).
- 48-108-82 Determinación de la acidez o alcalinidad del extracto acuoso en los pigmentos.
- 48-109-82 Resistividad del extracto acuosos de los pigmentos.
- 48-174-61 Finura de molienda de los pigmentos, en las pinturas y esmaltes.
- 48-193-63 Pigmentos. Oxido de hierro amarillo.

8.9. INDUSTRIA QUIMICA

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales encuentran importantes aplicaciones en la industria química y sus derivados. Según Jones (1973), los minerales más comunes, los productos químicos derivados de ellos y los usos finales, se pueden glosar en la siguiente tabla:

Mineral	Reactivos	Producto	Usos finales
Esposumena	Acido sulfurico Caliza	Sulfato de Litio Hidróxido de Litio	Cerámica, vidrio, moldeos Refrigerantes, brillantinas, vidrios altamente resistentes
Halita	Electricidad, agua	Sosa cáustica Cloro Hidrógeno	Productos químicos diversos, textil, papel, metales Productos químicos, papel Síntesis de amoníaco, metalur- gia, productos químicos
	Amoníaco, Cal, CO ₂	Carbonato sódico Cloruro cálcico	Productos químicos, vidrio, jabones y metalurgia Supresión de polvo, tratamiento para carreteras
Silvina	Electricidad, agua	Hidróxido potásico Cloro Hidrógeno	Fertilizantes, detergentes ver Halita ver Halita
Berilo	Fluoroferrito sódico	Hidróxido de berilio	Tubos fluorescentes, tubos TV, vidrio, cerámica
Caliza	Calor, oxígeno	Cal	Sosa cáustica, tratamientos de aguas
		CO ₂	Productos químicos, carbonato Na

Barita	Carbón	Carbonato de bario Cloruro de bario	Vidrio, cerámica, tubos TV, pirotecnia, oxigenoterapia, imanes, 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 aluminico Sulfato aluminico	Tratamientos de aguas, refractarios, floculantes, catalizadores
Cuarzo	Carbonato sódico	Silicato sódico	Adhesivos, cementos, jabones, defloculantes
	Cloro, coque	Tetracloruro de silicio	Siliconas y cauchos
Caliches	Acido sulfúrico	Acido Nítrico	Fertilizantes, química en general
Rocas fosfatadas	Acido sulfúrico	Acido fosfórico	Fertilizantes, detergentes, cargas en alimentación
	Silice, coke	Fósforo	tratamiento en agua
Azufre	Aire, calor	SO ₂ Acido sulfúrico	Fungicidas, insecticidas, disolventes, agentes reductores Ver anhídrita
Pirita	Aire, calor	Acido sulfúrico	Ver anhídrita
Fluocita	Acido sulfúrico	Acido fluorhídrico	Química orgánica, fundentes, metalurgia, dentífricos, separación de isótopos, grabados de agua fuerte
Anhídrita	Gas, Carbón, Oxígeno	Acido sulfúrico	Fertilizantes, química, pigmentos, refinado de petróleo, metalurgia
		Cal	Ver Caliza
Epsomita Magnesita Salmuera	Dolomias Calor, oxígeno	Oxido Magnésico (Magnesia) Acido clorhídrico	Refractarios, Productos químicos diversos, cementos Química orgánica
Celestina	Carbón	Carbonato de estroncio	Vidrio, cerámica, pirotecnia, Tubos TV

8.10. ABRASIVOS

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

Las propiedades físicas de interés en estas sustancias son: dureza, fragilidad, granulometría y forma de los granos, tipo de fractura, pureza, etc.

La variabilidad en estos parámetros condicionará los posibles campos de aplicación de los distintos abrasivos.

Principales abrasivos naturales

* Dureza superior (H>7) * Dureza media (H=5,5-7) * Dureza inferior (H>5,5)

- Diamante
- Corindón
- Esmeril
- Granate
- Estaurolita

82

- Caledonia
- Silex
- Cuarzo
- Cuarcita
- Arenisca
- Arena silícea
- Basalto
- Feldespato
- Granito
- Perlita

84

94

- Apatito
- Calcita
- Arcilla
- Diatomita
- Dolomita
- Oxidos de hierro
- Caliza
- Talco
- Tripoli

HR

43

La progresiva introducción de abrasivos artificiales (Carburo de silicio, alúmina, carburo de boro, nitruro de boro, carburo de tungsteno, diamante artificial, ...) ha desplazado del mercado a los abrasivos naturales de alto grado con excepción hecho del granate y el diamante.

La industria consume materiales abrasivos en tres formas:

* Granos sueltos

Se emplea una amplia gama de minerales: arena silíceo, corindón, granate, Sílex, etc. Para chorros de arena se requiere, en general, una dureza >7, siendo importantes la resistencia al impacto, peso específico, uniformidad granulométrica, etc.

Los materiales abrasivos granulares son fundamentalmente utilizados para manufactura de otros productos abrasivos: papeles, telas, aglomerados, etc.

* Aglomerados

Se utilizan habitualmente granos con una rígida granulometría, de corindón, esmeril, y abrasivos artificiales de alto grado. Las características de los mismos vienen definidas en UNE-16-305-75. La aglomeración se obtiene habitualmente mediante vitrificación, aunque también puede realizarse mediante resinas, caucho, etc.

* Papeles y telas abrasivas

Se utilizan en este sector: granate, cuarzo, Sílex, etc, para lijado de materiales de dureza media. Para metales se utilizan abrasivos artificiales: alúmina, carburo de silicio, etc.

* Abrasivo en polvo, para jabones y productos de limpieza.

Se utilizan habitualmente materiales de dureza inferior ($H = 3-5$): feldespatos, pumita, trípoli, diatomita, caolín, etc. El tamaño de grano es extremadamente fino: 100-325 mesh o superior.

Normativa UNE

La normativa es escasa en lo referente a materias primas, refiriéndose habitualmente a herramientas abrasivas industriales.

16-162-82	Definición y designación de los abrasivos aplicados.
16-300-75	Definición, designación, gama de medidas y perfiles de los productos abrasivos aglomerados (150 R/525).
16-326 a 328	Rollos de tela y papel abrasivo (150-3366 a 3368).
16-330-81	Hojas de abrasivo aplicado (150/015-2235).
16-331-82	Discos abrasivos (150/015-3017).
16-332-80	Piedras al aceite. Dimensiones.

Otras normativas

BS 871-1981	Papeles abrasivos y telas.
ANSI-B 74.2-1982	Graduación de gránulos abrasivos.
74.4-1977	Test para la densidad real de los granos abrasivos.
74.5-1974	Test para capilaridad de los granos abrasivos.
17.6-1077	Procedimientos para el muestreo de granos abrasivos.
74.8-1977	Fragilidad de los granos abrasivos.
74.18-1977	Especificación para las graduaciones de ciertos abrasivos.
74.19-1980	Grabros abrasivos. Test para determinar el contenido magnético del abrasivo.

8.11. CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES

Las cargas minerales son materiales inertes que son incorporados a otras sustancias con el fin de modificar algunas propiedades:

- Coste de elaboración
- Características físicas
- Flujo y/o reología
- Resistencia al fuego
- Densidad
- Conductividad térmica
- Color, brillo, opacidad
- Dureza, fragilidad, resistencia a impactos
- Deformabilidad. viscosidad, punto de reblandecimiento
- Conductividad eléctrica
- Textura superficial
- Expansión térmica
- Resistencia a la abrasión
- Etc.

Estos efectos son consecuencia de las propiedades específicas de la sustancia utilizada como carga: inercia química. granulometría, forma de partículas, color índice de refracción, etc.

Los ensayos para evaluar estas propiedades son muy variados, dependiendo de cada mineral, de la propiedad que se quiera estudiar y de las especificaciones concretas del sector.

Los más habituales son:

- Análisis químico y mineralógico
- Granulometría; tamaño, forma y distribución de los granos
- Blancura
- Humedad
- Densidad
- pH
- Absorción de aceite (Normas Ford y Westinghouse)

Filtros

Para que una sustancia pueda ser utilizada como filtro industrial, debe reunir las siguientes características:

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

Los materiales más frecuentemente utilizados son:

- Arenas silíceas
- Diatomita
- Perlita expandida
- Asbestos
- Turba
- Zeolitas
- Tierras de Fuller (arcillas paligorskíticas y/o esmectíticas)
- Bauxitas activadas

Absorbentes

Los principales minerales utilizados son:

- Sepiolita
- Paligorskita
- Bentonitas
- Bauxitas activadas
- Tierras de Fuller

Los ensayos generales a realizar son:

- Absorción de agua y aceite (Normas Ford y Westinghouse)
- Poder decolorante
- Degradación granulométrica
- Humedad

Principales propiedades de algunas cargas minerales

	Peso específico	Dureza	Índice Refracción	pH	Absorción aceite cc/100 gr
Asbestos	2.5-2.6	2.5-4.0	1.51-1.55	8.5-10.3	40-90
Barita	4.3-4.6	2.5-3.5	1.64	7	6-10
Bentonita	2.3-2.8	1.5	1.55-1.56	6.2-9.0	20-30
Diatomita	2.0-2.35	4.5-6.0	1.42-1.49	6-8.5	100-300
Calcita	2.7	3	1.66	7.8-8.5	6-30
Caolín	2.6	2.0-2.5	1.56-1.58	4.5-7	25-50
Mica	2.7-3.0	2.0-3.0	1.59	7.4-9.4	25-50
Perlita	2.5-2.6	5.0	1.72	11.0-12.6	20
Pumita	2.2-2.6	5-6	1.49-1.50	7-9	30-40
Pirofilita	2.8-2.9	1-2	1.57-1.59	6-8	40-70
Pizarra	2.7-2.8	4-6	-	6.8	20-25
Silice cristalina	2.6-2.65	6.5-7.0	1.53-1.54	6-7	20-50
Talco	2.6-3.0	1-1.5	1.57-1.59	8.1-9	20-50
Verniculita	2.2-2.7	1.5	1.56	7	-
Yeso	2.3	1.5-2.0	1.52	6.5-7	17-25

Condensado de Ind. Minerals and Rocks, AIME, 1983.

8.12. USOS AGRICOLAS

Se incluyen en este grupo:

- Fertilizantes
- Correctores de suelos
- Sustratos para cultivos

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

- Primarios: Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- Secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre
- Trazas: Boro, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno y Cloro.

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

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

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

La principal sustancia utilizada como sustrato para cultivos es la turba (4.57).

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.

8.13. FUNDENTES

Se pueden clasificar en básicos, neutros y ácidos, dentro de la metalurgia, en función de la naturaleza ácida o básica de sus soluciones en agua o, más directamente, por el hecho de que reaccionarán con componentes metálicos (ácidos o básicos) que se liberan del material que se está fundiendo, formando una escoria igualmente fusible. Para que un producto natural sea considerado fundente, no debe reaccionar con cantidades apreciables del metal que se está fundiendo, pero sí con sus impurezas. Los fundentes más comúnmente utilizados en la industria metalúrgica son las calizas, sílice y fluoritas. La Caliza es el fundente básico más común en la metalurgia, tanto ferrosa como no ferrosa. La Caliza se descompone a altas temperaturas en CaO y CO₂, y al ser básica reacciona bien con menas de cobre y plomo ácidas en su mayoría. El óxido de calcio disminuye el peso específico y la temperatura de fusión, hace más fluida la escoria, con su consiguiente descenso del punto de fusión.

El óxido de calcio en forma de cal, es muy empleado en la industria del acero. La Sílice es uno de los fundentes más baratos y más utilizados industrialmente, en forma de arena, grava, cuarzo, areniscas y cuarcitas. Los silicatos, sin embargo no son convenientes debido a que es frecuente que contengan hornblenda, micas o feldspatos. La sílice es el fundente ácido más característico y normalmente se emplea en metalurgia para contrarrestar la basicidad de cal si se ha utilizado con exceso.

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

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

%	Caliza	Cal	Dolomia	Dolomia Calcinada	Fluorita
CaCO ₃	95,06	-	54,74	-	12,25
MgCO ₂	0,54	0,76	39,61	-	-
Fe ₂ O ₃	0,70	0,93	0,43	1,57	1,00
SiO ₂	1,73	2,55	0,74	1,53	4,65
S	0,049	0,07	0,026	0,037	1,00
CaF ₂	-	-	-	-	81,0
P	0,020	0,03	0,006	0,009	-
H ₂ O	1,70	-	4,00	-	-
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.

8.14. ARENAS DE MOLDEO

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

- Naturales: arenas arcillosas, donde la arcilla actúa como un aglomerante natural. Son poco usadas por los problemas inherentes al control de calidad.
- Sintéticas: arenas silíceas, de alto grado, a las que se incorpora bentonita como ligante arcillosos (o resinas).

Las arenas de fundición deben responder a las siguientes propiedades:

- Análisis químico:

	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 u)

Arena silícea < 4%
 Arena extrasilícea 0,3-0,8%

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

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

Otros materiales

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

Arena sílice	1682°C
Arena de zircón	2538°C
Arena de estaurolita	1538°C
Arena de cromita	1816°C

Las arcillas utilizadas como aglomerantes en las arenas de moldeo son bentonitas, en una proporción de 44-8% con respecto a la arena.

Las especificaciones propuestas por el SFSA (Steel Founders Society of America) son las siguientes para bentonitas sódicas:

- Contenido en agua = 6-12% (Límites mínimo y máximo)
- pH > 8,2
- Ca < 0,7%

Los test habituales a efectuar son:

- Análisis químico
- Difracción de R-X
- A.T.D.
- Resistencia a la compresión en verde y en seco
- Durabilidad
- Límites de Atterberg

9.- RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. RESUMEN Y CONCLUSIONES

9.1. RESUMEN

Las rocas y minerales industriales actualmente objeto de explotación en la hoja 1:200.000 nº 1 (La Coruña) son:

Anfibolita	Caolín	Gabro	Serpentina
Arcilla común	Cuarcita	Granito	Turba
Arenas y gravas	Cuarzo	Ocres	Peridotita(Dunita, Olivino)
Calizas	Feldespatos	Pizarra	Silimanita

Otras sustancias que han sido aprovechados, si bien en la actualidad no existen explotaciones activas son:

Barita Gneis
Eclogita Lehms graníticos
Esquistos

De estos últimos, en su mayor parte, se trata de explotaciones de carácter temporal para satisfacer necesidades locales. También merece reseñar la paralización, por diversos motivos, de las areneras situadas en la desembocadura del río Eume.

Se han inventariado un total de 109 explotaciones e indicios encontrándose, en el mes de Octubre de 1989, 59 activos o con carácter intermitente. La distribución geográfica de los puntos inventariados así como otros de menor interés (reflejados por la sigla representativa de la sustancia) aparecen reflejados en el "Mapa de Explotaciones e Indicios" adjunto a la presente memoria.

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

	Activas	Abandonadas	Indicios	Total
Anfibolita	2			2
Arcilla común	6			6
Arena-grava	7			7
Barita		1		1
Caliza	1	11	3	15
Caolín	2	3	1	6
Cuarc.-Arenis.	4	3		7
Cuarzo	2	5	4	11
Eclogita		1		1
Esquisto	1			1
Feldespato	2		2	4
Gabro	1	1		2
Granito	13	3	1	17
Oxid.de hierro		1		1
Peridotita	1	1		2
Pizarra	13	3	1	17
Serpentina	3	3		6
Sillimanita			1	1
Turba	1		1	2
TOTAL	59	36	14	109

En las explotaciones activas la extracción se realiza siempre a cielo abierto mediante el empleo de medios convencionales, salvo en Campo Da Lagoa (punto 15 en mapa de indicios) en donde se emplea una draga, para la extracción de arena. La producción total de rocas y minerales industriales, en la hoja de La Coruña, según fuentes de la Jefatura Provincial de Minas de La Coruña y Lugo referidos al año 1.988, asciende a 5.659.350 Tm anuales. La producción anual de los diferentes sustancias, desglosadas por sectores de consumo, son las siguientes (Fuente: Dirección General de Minas de Galicia):

- Rocas ornamentales	2.750 Tm
- Agrícolas	17.500 Tm
- Fundentes	734.000 Tm
- Otros	226.000 Tm
- Lozas y porcelanas	152.500 Tm
- Rocas de construcción	26.500 Tm
- Aridos Naturales	26.000 Tm
- Aridos de Machaqueo	4.364.100 Tm
- Ladrillería	60.000 Tm
- Refractarios	152.500 Tm

De cara a su posible uso industrial, se agrupa por su litología dominante, las distintas unidades o formaciones geológicas presentes en la hoja de La Coruña. A continuación y de un modo ordenado se relacionan las diferentes sustancias codificadas según los sectores de su posible empleo industrial.

SUSTANCIA	UBICACION	USOS
ANFIBOLITA	Lentejones intercalados en los Esq. de Ordenes Complejo del Cabo Ortegál	áridos de machaqueo
ARCILLA	Depósitos cuaternarios - Cuencas Terciarias: - As Pontes de García RodríguezLadrillería - Pedroso	áridos de machaqueo Ladrillería
ARE.- GRAV.	Lehm graníticos Depósitos cuaternarios	Ladrillería Áridos naturales Áridos naturales
BARITA CALIZA	Filonés en la Caliza de Vegadeo Caliza de Cándana	Áridos de machaqueo Usos agrícolas Fundentes Áridos de machaqueo
CAOLIN	Felsitas caolinitizadas Otros caolines	Cales Fundentes Lozas y porcelanas
CUARCITA	Cuarcita del Gistral Cuarcita de Cándana Capas del EO Cuarcita Armoricana Cuarcitas silúrica	Refractarios Carg.filt.y absorb. Lozas y porcelanas Refractarios Áridos de machaqueo Refractarios Abrasivos Áridos de machaqueo
CUARZO	Filón de O Barqueiro Otros filones Complejo de Cabo Ortegál	Áridos de machaqueo Áridos de machaqueo
ECLOGITA GRANULITA ESQUISTO	Esquistos de Ordenes Complejo de Cabo Ortegál Series de Villalba	Rocas de construcción Rocas de construcción Rocas de construcción
FELDESPATO	Pegmatita Diques de Felsita	Lozas y porcelanas Refractarios Lozas y Porcelanas Refractarios Áridos de machaqueo
GABRO GRANITO	Metagabros Granitoides de dos micas indeformados Facies porfídica(21b) Macizo de Forgoselo Granitoides de dos micas no deformados Facies común (22b) Apósisis de Arieira Granitoides de dos micas deformados Facies porfídica (21a) Macizo de Orro Granitoides de dos micas deformados Facies común (22a) Macizos de San Ciprián, Muros Moseiban y Espenuca, los conjuntos graníticos de Barqueiro-Amoa y Montañaño y la alineación granítica Barbeito-Monte Neme-Pico de Meda Granitoides biotíticos no deformados Facies común (23b) Macizo de Tojiza Granitoides biotíticos deformados Facies porfídica (23a) Macizo de Estaca de Bares Granitoides biotíticos deformados Facies común (23a) Macizo de Ferrol Granitoides biotíticos deformados Facies común (24a) Macizo de Penedo Gordo, Cabo Prior, Silva conjunto plutónico de Viveiro y conjunto granítico de Gistral Complejo de Cabo Ortegál	Áridos de machaqueo Roca ornamental Áridos de machaqueo Roca ornamental Áridos de machaqueo Áridos de machaqueo
PERIDOTITA	Complejo de Cabo Ortegál	áridos de machaqueo Fundentes
PIZARRA	Serie de Villalba Pizarras de Cándana Pizarra de Luarca Otras formaciones	Áridos de machaqueo Rocas de construcción Rocas de construcción Rocas de construcción Rocas de construcción
SERPENTINA	Complejo de Cabo Ortegál	Rocas de construcción Fundentes
TURBA	Depósitos cuaternarios	Usos agrícolas

9.2. CONCLUSIONES

Debido a la compleja geología regional, la hoja se caracteriza por una amplia variedad litológica. Relacionadas con los distintas zonas o dominios litoestratigráficos presentes, destacan pizarras, esquistos, gneises, cuarcitas, calizas, rocas básicas y ultrabásicas así como distintos tipos de granitoides y rocas filonianas.

La explotación de rocas y minerales industriales está claramente orientada hacia el sector de la construcción, representando los áridos el 77% de la producción total de la hoja

Los áridos de trituración derivados de la explotación de granitos, areniscas, anfibolitas, etc, constituyen el sector más importante con una producción anual de 4.364.000 Tm. Los recursos de algunas sustancias (granitos, anfibolitas, cuarcitas, etc.) pueden considerarse como ilimitados.

La obtención de áridos naturales se centra fundamentalmente en depósitos aluviales. La extracción de arenas de playas o procedentes del dragado de las rías (Eume) están paralizadas.

La producción de rocas de construcción está concentrada en las "pizarras para cubiertas", elaborandose tres variedades, dos de las cuales están catalogadas comercialmente "Verde Lugo" y "Monte Rande". Gran parte de la producción se exporta a países europeos.

En menor medida se utilizan cuarcitas y pizarras como solados y para recubrimiento de muros y fachadas, y serpentinas en la ornamentación de interiores.

Las arcillas se explotan en diversos puntos de la hoja destacando las explotaciones próximas a Narón (La Coruña). Se utilizan, en su mayor parte, en la fabricación de ladrillería.

La explotaciones de caolín, muy abundantes en el cuadrante nororiental de la hoja están en su mayor parte abandonadas. Las únicas explotaciones activas situadas en las proximidades de Fazouro (Lugo) proporcionan un producto, que previamente procesado se utiliza en la industria cerámica o de refractarios tanto nacional como internacional.

La turba extraída en unos depósitos existentes en la Sierra del Buyo (Lugo) se utiliza como fertilizante en agricultura.

Los fundentes básicos empleados en siderurgia se explotan en dos zonas pertenecientes al Complejo de Cabo Ortegal. Gran parte de la producción se exporta al extranjero.

El yacimiento de cuarzo filoniano más importante de la zona, se sitúa en las proximidades de Estaca de Bares (La Coruña). El cuarzo se emplea en ferroaleaciones, utilizándose el rechazo como árido de trituración.

Como elementos diferenciadores de la hoja destacan la presencia de calizas y dolomías en la parte oriental y la gran abundancia de rocas básicas y ultrabásicas en el Complejo de Cabo Ortegal, litologías inexistentes en otras zonas de Galicia.

9.3. RECOMENDACIONES

Dentro de las posibles actuaciones a seguir, con vistas a un mayor conocimiento de las posibilidades de la hoja 1:200.000, nº 1 "La Coruña" se recomienda realizar los siguientes estudios:

- * "Pizarras para cubiertas". Fase de exploración general y fase de investigación de las formaciones Pizarras de Cándana y Pizarras de Luarca (tanto en el Dominio del "Olló de Sapo" como en la zona asturoccidental-leonesa). El interés de estas formaciones se debe a que en ellas se encuentran las principales explotaciones activas de pizarra de la hoja, estando actualmente catalogadas dos variedades: "Verde Lugo" en las Pizarras de Cándana) y "Monte Rande" en las Pizarras de Luarca pertenecientes al Dominio del "Olló de Sapo".

- * Fase de exploración general e inventariado sobre la potencialidad de utilización en ornamentación y/o construcción de algunos tipos de rocas presentes en la hoja.
 - Formaciones cuarcíticas o areníticas, pertenecientes preferentemente a la Zona Asturoccidental-Leonesa.
 - Calizas de Cándana, sobre todo en las áreas marmorizadas.
 - Esquistos y paragneises incluidos en la serie de Villalba y en los Complejos de Ordenes y Cabo Ortegá.

- * Granito: Estudio más detallado de la zona Norte del Macizo de Forgoselo, seleccionada en el estudio del I.T.G.E. 1988, así como en el Macizo de Estaca de Bares debido al valor ornamental de la roca.

10.- BIBLIOGRAFIA

10. BIBLIOGRAFIA

- Aizpurja, J. Navarro Gascon, J.V. Fresno Lopez, F. y Santos Garcia, A (1988). Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales industriales, E. 1:200.000. Fondo documental del ITGE. Madrid.
- Aizpurua, J. Navarro Gascon, J.V. y García Romero, E. (1989). Mapa de Rocas y Minerales Industriales, E. 1/200.000, hoja nº 2 (Lugo). Fondo documental del I.T.G.E. Madrid.
- Arce Duarte, J.M., Fernandez Tomas, J y Monteserin Lopez, V (1977). Memoria y mapa geológico nº 24 (Mondoñedo). Mapa geológico de España. 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Arce Duarte, J.M. y Fernandez Tomás, J. (1976). Memoria y mapa geológico nº 8 (Vivero). Mapa geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Arce Duarte, J.M.; Fernandez Tomas, J. y Alvarez Menendez. J.M. (1973). Memoria y mapa geológico nº 23 (puentes de García Rodriguez). Mapa geológico de España 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Arce Duarte, J.M. y fernandez Tomás, J. Monteserin Lopez, V (1977). Memoria y papa geológico nº 2 (Cillero). Mapa geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Arenas, R; Díaz García, F y Martinez Lombardero, J.R. (1989). La geologia de los Complejos de Cabo Ortegá y Ordenes. (libro guía de la excursión). Laboratorio Geológico de Laxe. XI Reunión de Geología y Minería de N.O. Peninsular. A.Coruña.

- Barros Lorenzo, J.C.; Castaño Menendes, M.; Hacar Rodriguez, M.P.; Lombardero Barcelo, M. y Olmo Sanz, A. (1985). Metodología de investigación de los yacimientos de pizarras para cubiertas. Cuadernos Laboratorio Geologico de Laxe. Vol. 10, pp 429-44. A.Coruña.
- Bastida, F. Marcos, A. Marquinez, J. Martinez Catacan, J.R.; Perez Estaun, A y Pulgar, J.A. (1984). Memoria y mapa geológico nº 1 (La Coruña). Mapa geológico de España E. 1/200.000. ITGE. Madrid.
- Bellido, F. Gonzalez Lodeiro, F, Klein, E. Martinez Catalan, J.R. y Pablo Macia, J.G de (1987). Las rocas graníticas hercínicas del Norte de Galicia y occidente de Asturias. Memorias del ITGE, nº 101, 157 p.p. ITGE. Madrid.
- Crabiffosse, S; Ferrero, A y Monge, C. (1989). aportación al conocimiento del cuarzo en Galicia. Cuaderno Laboratorio Geologico de Laxe. Vol. 14, pp 225-236. A.Coruña.
- Fernandez Pompa, F. y Montejerin Lopez, V. (1977). Memoria y mapa geológico nº 7 (Cedeira), Mapa Geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid. Madrid.
- Fernandez Pompa, F. y Piera, T (1973). Memoria y mapa geológico nº 21 (La Coruña). Mapa geológico de España E 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Fernandez Tomás, J y Monteserin Lopez, V (1977). Memoria y mapa geológico nº 3 (San Ciprián). Mapa geológico de España E 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Fernandez Pompa, F y Fernandez Martinez F, (1976) Memoria y mapa geológico nº 1 (Cariño). Mapa geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid.

- Gonzalez Lodeiro, F. Hernandez Urroz, J. Klein E, Martinez Catalan, JIR. y Pablo Macia, J.G. de (1983). Memoria y mapa geológico nº 2 (Lugo). Mapa geológico de España E 1/200.000. ITGE. Madrid.

- I.T.G.E. (1973)
"Mapa de Rocas Industriales", escala 1/220.000. Hoja nº 1 (La Coruña).
"Estudio económico y tecnológico para explotación y aprovechamiento de las rocas industriales". Especificaciones y clasificaciones de las rocas industriales. Tomo II. Arenas y gravas.

- I.T.G.E.(1974)
"Estudio económico y tecnológico para la explotación y aprovechamiento de las Rocas Industriales". Especificaciones y clasificaciones. Tomo IV. Rocas calcáreas sedimentarias. Tomo V. Dunita y olivino. Tomo VII. Aridos de machaqueo.

- I.T.G.E.(1975)
"Mapa metalogénico de España", escala 1/200.000, hoja nº 1 (La Coruña).

- I.T.G.E.(1979)
"Actualización y mejora del Archivo de Rocas Industriales de Galicia".
"Proyecto de Investigación de pizarras en el NO de la Península Ibérica".

- I.T.G.E.(1980)
"Programa nacional de Investiggación de Arcillas".

- I.T.G.E.(1982)
"Mapa minereo-metalogénico de Galicia", escala 1/400.000.

- I.T.G.E.(1984)
 - "Exploración y caracterización de las arcillas de la cuencas terciario-cuaternarios de Galicia"
 - "Estudio de caracterización y aplicaciones de las arcillas de siete cuencas terciario-cuaternarias de Galicia 2ª Fase"
 - "Exploración de Serpentinias y rocas ultrabásicas para su aprovechamiento como roca ornamental o industrial" Tomo II. Zona de Galicia.
 - "Concentración de Sillimanitas de Valle de Oro (Lugo)"
 - "Potencial básico de granitos ornamentales en Coruña, Lugo y Orense". Tomo IV.
 - "Rocas Industriales de Galicia - Caolines y materiales arcillosos"
 - "Mapa de Rocas y Minerales Industriales" E:1/200.000. Hoja 8 (2-2) Lugo.
 - "Manual de metodología para la realización de los mapas de rocas y minerales industriales, 1:200.000"

- I.T.G.E.(1985)
 - "Caracterización y posibilidades correctoras de las calizas en Galicia como correctores de suelos para agricultura"

- I.T.G.E.(1986)
 - "Granitos de España"
 - "Pizarras de España"

- I.T.G.E.(1987)
 - "Potencial básico de granitos ornamentales de La Coruña", Lugo y Orense.

- I.T.G.E.(1988)
 - "Manual de metodología de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales", escala 1:200.000.

- Martínez Catalán, J.R. (1989). Resumen comunicación. Laboratorio Geológico de Laxe. XI Reunión de Geología y Minería del NO Peninsular. La Coruña.
- Martínez Catalan, J.R. (1981). Estratigrafía y estructura del Dono de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-Leonesa). Tesis doctoral. Universidad de Salamanca. 317 p.p.
- Martínez-Alvarez, J.A; Torres Alonso, M y Gutierrez Claverol M. (1977). Memoria y mapa geológico nº 9 (Foz). Mapa geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Monteserin, V. y Fernandez Pompa, F (1976). Memoria y mapa geológico nº 6 (San Salvador de Serantes). Mapa geológico de España E 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Monteserin, V. y Fernandez Pompa, F (1973). Memoria y Mapa Geológico nº 22 (Puentedeume). Mapa geológico de España e 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Winkler H.C. (1978). Petrogénesis de rocas metamórficas. Ediciones H. Blune. 346 p.p. Madrid.

- Martínez Catalán, J.R. (1989). Resumen comunicación. Laboratorio Geológico de Laxe. XI Reunión de Geología y Minería del NO Peninsular. La Coruña.
- Martínez Catalan, J.R. (1981). Estratigrafía y estructura del Dono de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-Leonesa). Tesis doctoral. Universidad de Salamanca. 317 p.p.
- Martínez-Alvarez, J.A; Torres Alonso, M y Gutierrez Claverol M. (1977). Memoria y mapa geológico nº 9 (Foz). Mapa geológico de España E. 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Monteserin, V. y Fernandez Pompa, F (1976). Memoria y mapa geológico nº 6 (San Salvador de Serantes). Mapa geológico de España E 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Monteserin, V. y Fernandez Pompa, F (1973). Memoria y Mapa Geológico nº 22 (Puentedeume). Mapa geológico de España e 1/50.000. ITGE. Madrid.
- Winkler H.C. (1978). Petrogénesis de rocas metamórficas. Ediciones H. Blune. 346 p.p. Madrid.

11.- LISTADOS

11.- LISTADOS

A continuación se muestran los listados siguientes:

- Explotaciones e indicios inventariados.
- Explotaciones e indicios no inventariados.
- Directorio de empresas explotadoras de la provincia de La Coruña.
- Directorio de empresas explotadoras de la provincia de Lugo.
- Directorio de los centros de explotación de la provincia de La Coruña.
- Directorio de los centros de explotación de la provincia de Lugo.

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	3 HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
1	eclogita	1	590.84	4845.18	270	A Coruña	Ortigueira	EB	3	
2	peridotita	1	587.0	4842.9	360	A Coruña	Ortigueira	EB	4	
3	peridotita	1	586.5	4839.4	200	A Coruña	Ortigueira	EA	4	18
4	cuarzo	1	587.5	4838.5	85	A Coruña	Ortigueira	EB	26	
5	cuarzo	2	604.3	4845.16	250	A Coruña	Mañón	EA	26	22-04
6	pizarra	2	601.24	4839.86	150	A Coruña	Ortigueira	EB	12	
7	pizarra	2	601.05	4839.58	230	A Coruña	Ortigueira	EA	12	02-01
8	pizarra	2	601.0	4839.32	280	A Coruña	Ortigueira	EA	12	02-01
9	pizarra	2	601.0	4839.1	300	A Coruña	Ortigueira	EA	12	02-01
10	caolin	2	605.42	4842.8	40	Lugo	O Vicedo	EB	22	
11	arena	2	613.4	4836.5	5	Lugo	Viveiro	EA	32	03
12	feldespato	2	614.24	4837.74	180	Lugo	Viveiro	IN	24	
13	granito	2	616.16	4838.0	150	Lugo	Xove	EI	24	04
14	granito	2	616.86	4836.63	320	Lugo	Xove	EA	22	04
15	arena	3	622.7	4840.6	0	Lugo	Xove	EA	32	03
16	granito	3	623.74	4839.3	30	Lugo	Cervo	EB	22	
17	cuarcita	3	623.35	4836.44	330	Lugo	Xove	EB	11	
18	granito	6	560.62	4818.52	190	A Coruña	Ferrol	EA	23	04
19	granito	6	561.26	4818.3	140	A Coruña	Ferrol	EB	23	
20	arcilla	6	565.2	4820.1	40	A Coruña	Narón	EI	32	09
21	granito	7	570.35	4830.95	140	A Coruña	Valdoviño	EA	22	04
22	gabro	7	570.05	4829.8	150	A Coruña	Valdoviño	EA	1	04
23	granito	7	570.56	4829.14	200	A Coruña	Valdoviño	EA	22	04
24	cuarzo	7	570.9	4822.85	260	A Coruña	Narón	EB	26	
25	arcilla	7	571.7	4820.48	50	A Coruña	Narón	EI	30	09
26	granito	7	569.7	4818.0	130	A Coruña	Neda	EA	22	04
27	anfíbolita	7	577.1	4823.08	300	A Coruña	San Sadurniño	EA	3	04
28	serpentina	7	579.0	4820.44	170	A Coruña	San Sadurniño	EI	4	01

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
29	anfíbolita	7	579.86	4824.46	250	A Coruña	Moeche	EA	3	04
30	serpentina	7	580.2	4820.3	150	A Coruña	Moeche	EA	4	16
31	serpentina	7	581.2	4819.4	240	A Coruña	San Sadurniño	EB	4	
32	caliza	7	580.92	4821.6	140	A Coruña	Moeche	EB	8	
33	serpentina	7	582.56	4822.0	190	A Coruña	Moeche	EI	4	01
34	serpentina	7	583.22	4821.63	180	A Coruña	Somozas	EB	4	
35	serpentina	7	585.3	4821.88	290	A Coruña	Somozas	EB	4	
36	pizarra	8	593.56	4833.96	60	A Coruña	Ortigueira	EA	6	04
37	cuarcita	8	594.4	4831.36	320	A Coruña	Ortigueira	EA	6	04
38	pizarra	8	597.3	4829.08	290	A Coruña	Ortigueira	EA	12	02-01
39	cuarzo	8	597.75	4820.0	550	A Coruña	As Pontes	EB	26	
40	pizarra	8	603.76	4817.95	650	Lugo	Muras	EB	12	
41	cuarcita	8	610.9	4824.86	200	Lugo	Ouroi	EB	11	
42	turba	8	618.05	4820.75	790	Lugo	Ouroi	IN	31	
43	feldespato	8	613.35	4818.6	660	Lugo	Muras	EA	22	11
44	turba	9	620.6	4827.9	620	Lugo	Viveiro-O Valadouro	EI	31	17-14
45	granito	9	630.54	4835.48	200	Lugo	Cervo	EA	22	04
46	caolín	9	630.9	4834.34	250	Lugo	Cervo	IN	22	
47	caolín	9	627.14	4831.54	250	Lugo	Cervo	EB	22	
48	grava, arena	9	632.35	4829.9	90	Lugo	Foz	EA	32	03
49	caolín	9	633.0	4827.55	270	Lugo	Foz	EA	11	11-10
50	caolín	9	634.85	4827.68	140	Lugo	Foz	EA	11	11-10
51	arcilla	9	638.32	4827.2	50	Lugo	Foz	EI	32	09
52	sillimanita	9	620.2	4821.0	640	Lugo	O Valadouro	IN	2	
53	grava, arena	9	626.75	4820.6	50	Lugo	Alfoz	EA	32	03
54	pizarra	9	634.34	4823.75	200	Lugo	Foz	EA	12	01-02
55	feldespato	9	642.25	4823.75	10	Lugo	Barreiros	EA	13	22-11
56	grava, arena	9	641.42	4823.22	5	Lugo	Barreiros	EI	32	03-04

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
57	grava, arena	9	643.84	4823.28	40	Lugo	Barreiros	EA	32	03
58	arcilla	9	643.96	4822.76	50	Lugo	Barreiros	EI	32	22
59	pizarra	9	644.6	4820.18	330	Lugo	Barreiros	EB	12	
60	granito	21	545.4	4799.06	100	A Coruña	Arteixo	EA	21	04
61	granito	21	544.9	4798.7	120	A Coruña	Arteixo	EA	21	04
62	granito	21	546.3	4798.8	140	A Coruña	A Coruña	EA	21	04
63	granito	22	570.44	4813.5	220	A Coruña	Fene	EA	22	04
64	esquisto	22	567.7	4812.13	110	A Coruña	Fene	EI	2	22
65	caolín	22	570.76	4809.8	300	A Coruña	Cabana	EB	22	
66	gabro	22	569.4	4809.08	210	A Coruña	Cabanas	EB	1	
67	granito	22	571.26	4807.9	310	A Coruña	Pontedeume	EA	22	01-02
68	arenisca	22	581.5	4816.4	420	A Coruña	San Sadurniño	EA	6	04
69	cuarzo	22	583.2	4816.1	340	A Coruña	Somozas	EA	26	04
70	cuarzo	22	583.6	4815.18	430	A Coruña	Somozas	EB	26	
71	granito	22	582.8	4814.25	460	A Coruña	A Capela	IN	21	
72	granito	22	581.78	4810.18	530	A Coruña	A Capela	EA	21	04
73	cuarzo	22	585.75	4808.0	430	A Coruña	A Capela	IN	26	
74	cuarzo	22	587.15	4809.87	450	A Coruña	A Capela	EB	26	
75	cuarzo	22	587.55	4808.02	450	A Coruña	A Capela	IN	26	
76	cuarzo	22	588.7	4809.9	400	A Coruña	A Capela-As Pontes	IN	26	
77	granito	23	604.24	4813.0	565	Lugo	Muras	EB	22	
78	grava, arena	23	595.5	4806.68	470	A Coruña	As Pontes	EA	32	03
79	arenisca	23	599.22	4804.68	540	Lugo	Xermade	EB	11	
80	óxidos de hierro	23	603.0	4807.0	510	Lugo	Xermade	EB	30	
81	arenisca	23	600.78	4801.08	480	Lugo	Xermade	EA	11	04
82	arcilla	23	611.0	4803.8	520	Lugo	Villalba	EA	30	09
83	feldespato	23	614.8	4804.35	700	Lugo	Villalba	IN	22	
84	arcilla	23	617.9	4799.38	440	Lugo	Abadín	EI	32	

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
85	cuarzo	24	623.6	4809.0	660	Lugo	Abadín	IN	26	
86	caliza	24	638.24	4816.34	120	Lugo	Lourenzá	EB	8	
87	caliza	24	636.4	4815.1	160	Lugo	Lourenzá	EA	8	04
88	caliza	24	636.1	4814.7	190	Lugo	Mondoñedo	EB	8	
89	caliza	24	635.62	4814.6	160	Lugo	Mondoñedo	EB	8	
90	caliza	24	636.8	4814.38	120	Lugo	Lourenzá	EB	8	
91	cuarcita	24	636.18	4813.86	240	Lugo	Lourenzá	EA	13	01-02
92	caliza	24	635.6	4812.94	270	Lugo	Mondoñedo-Lourenzá	EB	8	
93	barita	24	639.24	4813.26	170	Lugo	Lourenzá	EB	8	
94	caliza	24	639.6	4811.58	100	Lugo	Lourenzá	EB	8	
95	caliza	24	640.42	4811.0	170	Lugo	Lourenzá	EB	8	
96	caliza	24	630.92	4808.06	380	Lugo	Mondoñedo	EB	8	
97	pizarra	24	632.75	4807.6	180	Lugo	Mondoñedo	EA	13	02-01
98	caliza	24	632.2	4805.2	320	Lugo	Mondoñedo	IN	8	
99	caliza	24	628.48	4804.45	440	Lugo	Abadín	EB	8	
100	pizarra	24	636.55	4808.2	200	Lugo	Mondoñedo	EA	12	02-01
101	pizarra	24	636.6	4808.3	200	Lugo	Mondoñedo	EA	12	02-01
102	caliza	24	637.5	4806.7	350	Lugo	Mondoñedo	IN	8	
103	pizarra	24	639.0	4805.9	600	Lugo	Mondoñedo	EA	12	02-01
104	caliza	24	635.05	4804.95	380	Lugo	Mondoñedo	EB	8	
105	pizarra	24	634.7	4803.52	675	Lugo	Pastoriza	EI	12	02-01
106	pizarra	24	633.5	4803.25	720	Lugo	Pastoriza	IN	12	
107	pizarra	24	633.5	4803.12	680	Lugo	Pastoriza	EA	12	02
108	caliza	24	641.0	4808.15	340	Lugo	Lourenzá	IN	8	
109	pizarra	24	643.5	4805.68	710	Lugo	A Pontenova	EA	12	02

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (no inventariados)

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
0	pizarra	0	2			0	no localizada, antig. minas de Fe ?
0	caolín	0	2			0	no localizada
0	arena	0	3			0	ocupada por INESPAL
0	serpentina	4	7			0	no localizada
0	serpentina	4	7			0	no localizada
0	cuarcita	0	9			0	no localizada
0	granito	0	21			40	no localizada, corresp. a viviendas
0	granito	0	22			280	no localizada
0	arcilla	0	23			0	no localizada
0	caliza	8	24	639.9	4809.85	140	proximidad a viviendas
0	caliza	8	24			0	no localizada
200	serpentina	4	1	589.6	4844.0	150	la explot. no llegó a realizarse
201	peridotita	4	1	586.26	4843.1	500	corral para agrupar ganado
202	peridotita	4	1	584.3	4840.65	500	pequeña excavación sin interés
203	peridotita	4	1	585.0	4840.24	350	excavación para pistas locales
204	anfíbolita	3	1	576.45	4839.65	220	alejada puntos potenc. de consumo
205	arcilla	32	2	593.3	4836.0	15	ocupada por escombrera Piz. Campo
206	serpentina	4	2	596.06	4840.0	80	próxima a viviendas, acopio madera
207	pizarra	6	2	596.9	4840.72	25	próxima a viviendas, acopio madera
208	pizarra	6	2	598.6	4841.0	90	ocupada por variante de la C-642
209	pizarra	12	2	600.2	4839.28	200	labores exploratorias abandonadas
210	granito	22	2	605.18	4844.76	130	terraplenes para carreteras
211	cuarzo	26	2	605.14	4843.0	15	próximo a carretera y ferrocarril
212	leña	22	2	609.86	4844.15	70	terraplenes para la C-642
213	caolín	22	2	609.78	4843.88	70	labores exploratorias abandonadas
214	caolín	9	2	610.24	4841.8	30	corta exploratoria, sin interés
215	granito	24	2	614.0	4836.82	60	próxima a carretera y ferrocarril
216	granito, gneis	2	2	614.8	4838.0	80	terraplenes para la C-642
217	granito, gneis	2	2	615.25	4838.08	110	terraplenes para la C-642
218	granito	22	3	623.18	4842.35	10	escollera para el puerto de Yove
219	caolín	11	3	621.5	4840.8	30	ocupada por balsas-escomb. INESPAL
220	granito	22	3	625.15	4837.62	60	utilizada para la presa de INESPAL
221	granito	22	3	630.6	4736.96	70	proximidad a la C-642
222	granito	24	6	556.2	4822.18	70	sin interés
223	granito	23	6	559.26	4821.9	70	sin interés
224	granito	23	6	561.9	4820.56	120	próxima a viviendas, sin interés
225	granito	23	6	561.42	4820.42	160	actualmente es un campo de deportes
226	granito	23	6	561.6	4819.32	100	muy próxima a viviendas
227	granito	23	6	561.66	4818.88	100	muy próxima a viviendas
228	granito	23	6	561.26	4817.5	100	muy próxima a viviendas
229	esquistos	6	7	571.45	4830.3	40	terraplén para variante de C-646
230	arcilla	32	7	568.56	4826.65	50	ocupada por nave industrial
231	granito	22	7	570.8	4824.98	320	escaso interés

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (no inventariados)

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
233	lehm	22	7	569.58	4821.46	60	explotación autorrestaurada
234	arcilla	32	7	570.52	4821.32	90	próxima a viviendas
235	arcilla	32	7	571.54	4820.84	50	otros registros 05029, 05028
236	pizarra	12	7	573.0	4818.16	60	terraplenes para la C-631
237	pizarra	6	7	574.42	4817.68	100	sin interés
238	cuarzo	26	7	576.68	4818.3	230	indicio de escaso interés
239	cuarzo	26	7	575.0	4819.0	130	calicatas escaso interés
240	anfíbolita	3	7	577.6	4821.6	140	escaso interés
241	anfíbolita	3	7	580.6	4824.6	240	ocupada por una vivienda
242	anfíbolita	3	7	580.7	4824.3	250	ocupada por un centro deportivo
243	esquistos	6	7	583.7	4827.58	240	sin interés
244	serpentina	4	7	580.6	4821.32	70	muy próxima a viviendas
245	serpentina	4	7	581.84	4822.0	220	pequeña explotación abandonada
246	serpentina	4	7	582.66	4822.32	190	pequeña explotación abandonada
247	caliza	8	7	583.15	4822.05	125	próxima a viviendas
248	serpentina	4	7	583.38	4822.0	140	parcialm. rellena de escombros
249	serpentina	4	7	583.38	4821.8	160	cantera abandonada y autorrestaurada
250	serpentina	4	7	584.36	4821.78	170	pequeña explotación abandonada
251	cuarzo	26	7	589.38	4817.95	540	sin interés
252	cuarcita	6	7	591.66	4821.6	400	escaso interés
253	cuarcita	6	7	588.12	4825.18	200	escaso interés, recubiertas
254	serpentina	4	7	588.5	4826.0	170	restos de P.T. y de maquinaria
255	caliza	8	7	589.4	4826.55	220	escaso valor minero
256	caliza	8	7	589.6	4827.83	200	escaso interés
257	serpentina	4	7	589.55	4828.36	160	pequeña explotación abandonada
258	esquistos	6	7	590.62	4832.07	220	sin interés
259	cuarcita	6	8	595.0	4828.54	420	pequeña explotación sin interés
260	pizarra	12	8	599.22	4827.75	500	abundancia de cuarzo de segregación
261	arenisca	12	8	600.58	4831.18	380	sirve de acopio de madera
262	pizarra	12	8	598.66	4833.0	300	presencia de oxidaciones
263	pizarra	12	8	599.0	4833.72	300	bloque pequeño, presenta oxidación
263	pizarra	12	8	599.08	4834.08	280	oxidaciones muy frecuentes
265	pizarra, arenisca	12	8	604.6	4827.7	450	sin ningún interés
266	cuarcita	11	8	613.02	4830.32	110	ocupada por trazado de la C-640
267	cuarcita	11	8	613.08	4830.0	120	ocupada por nuevo trazado de C-640
268	arenisca	6	8	593.84	4824.84	470	escaso interés
269	cuarcita	11	8	597.56	4824.8	575	sin interés
270	pizarra	12	8	593.76	4820.1	600	escaso interés
271	cuarzo	26	8	594.6	4820.0	480	ocupada por explotación ganadera
272	arenisca	11	8	602.46	4819.0	660	escaso interés
273	pizarra	12	8	603.35	4818.4	650	crenulación abundante
274	pizarra	12	8	603.54	4818.0	690	escaso interés
275	pizarra	12	8	603.36	4817.7	665	escaso interés minero
276	arenisca	11	8	608.42	4820.36	600	sin interés
277	cuarcita	11	8	510.76	4824.7	180	muy próxima al punto nº 41
278	caolín	22	9	630.9	4835.4	160	vertedero, autorrestaurada
279	granito	22	9	631.7	4835.3	160	escaso interés
280	grava, arena	32	9	633.42	4833.56	40	posible impacto visual
281	grava, arena	32	9	635.26	4832.0	20	
282	grava, arena	32	9	632.48	4830.0	90	replado de eucaliptos
283	grava, arena	32	9	632.25	4829.4	90	posible utilización
284	caolín	22	9	627.8	4830.8	220	restaurado, irreconocible
285	caolín	22	9	625.4	4829.0	420	replantación forestal
286	lehm, granito	22	9	621.4	4824.85	440	terraplenes para obra local
287	feldespato	23	9	525.25	4818.18	100	ocupada por explotación agrícola

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (no inventariados)

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
288	grava, arena	32	9	628.32	4820.5	80	acopio para madera
289	feldespato	23	9	633.35	4822.0	340	indicio de escaso interés
290	cuarcita	11	9	633.25	4823.6	160	próxima a viviendas y carretera
291	caolín	12	9	634.64	4822.94	140	reconstruida a campo de labradío
292	lehm	22	9	637.38	4822.0	170	sin interés
293	caolín	13	9	638.76	4822.78	40	replantación forestal
294	caliza	8	9	639.92	4822.5	10	escasas reservas y prox. viviendas
295	caolín	13	9	639.84	4824.4	30	próxima a viviendas y ffcc
296	cuarcita	11	9	639.45	4826.06	70	sin interés
297	grava, arena	32	9	640.75	4823.0	10	restaurada a explotación agrícola
298	arcilla	32	9	644.04	4823.06	60	escaso interés
299	arcilla	32	9	645.86	4823.36	40	reconstruidas para uso agrícola
300	cuarcita	11	9	645.9	4821.36	200	escaso interés
301	granito	24	21	542.94	4798.36	200	sin interés
302	granito	24	21	543.5	4799.08	150	escaso interés, basura en interior
303	granito	21	21	544.0	4798.6	130	zona de acopio de arena
304	granito	21	21	544.4	4798.6	140	próxima a carretera Coruña-Carballo
305	granito	21	21	545.2	4798.9	100	cantera aband. entre dos activas
306	granito	21	21	455.65	4799.4	60	ocupada por naves industriales
307	granito	21	21	545.94	4799.42	60	ocupada por naves industriales
308	granito	21	21	546.2	4799.36	50	ocupada por naves industriales
309	granito	21	21	546.35	4799.3	50	ocupada por naves industriales
310	granito	21	21	546.7	4799.45	60	ocupada por naves industriales
311	granito	21	21	546.8	4799.3	60	ocupada por naves industriales
312	granito	21	21	546.9	4798.9	70	prox. viviendas, ffcc y líneas A.T
313	granito	24	21	549.22	4798.54	100	inundada, basurero incontrolado
314	granito	24	21	549.05	4798.75	80	próxima a antena de una emisora
315	granito	24	21	545.56	4800.7	110	excavación para terraplenes
316	granito	24	21	544.0	4801.1	25	desmante para el puerto de Bens
317	granito	24	21	544.2	4801.41	20	planta trat. y acopio de arenas
318	granito	21	21	545.3	4801.4	120	muy próxima a pista basurero munic.
319	granito	21	21	545.48	4801.32	120	muy próxima a parque de maquinaria
320	granito	24	21	546.46	4801.06	100	muy próxima a viviendas
321	granito	24	21	546.5	4802.94	40	canteras muy próximas a viviendas
322	granito	24	21	548.06	4803.66	40	ocupada en parte por edificaciones
323	granito	24	21	548.05	4804.08	40	posible impacto visual muy alto
324	granito	24	21	548.95	4803.9	20	ocupado por hotel y viviendas
325	esquisto	2	21	554.06	4801.8	80	zona acopio materiales construcción
326	esquisto	2	21	560.3	4800.47	40	utilizada para terraplenes
327	granito	23	21	557.35	4810.66	60	próxima a viviendas
328	granito	23	21	557.2	4810.8	80	posible uso ornamental
329	granito	23	21	558.28	4813.2	20	muy próxima a viviendas
330	granito	23	21	559.4	4813.4	20	próxima a depósitos combustible
331	granito	23	21	559.6	4814.14	30	próxima a instalaciones militares
332	granito	23	21	558.04	4816.14	150	utilizada para terraplenes
333	granito	23	21	560.72	4816.3	15	próxima a viviendas
334	gneis	2	22	569.14	4813.52	120	escaso interés
335	esquisto	2	22	568.26	4812.9	100	sin interés
336	esquisto	2	22	567.7	4811.45	160	escaso interés, acopio de madera
337	granito	22	22	570.65	4808.68	20	acopio de madera, fuerte talud
338	arena	32	22	569.04	4807.28	10	extracción prohibida
339	arena	32	22	568.9	4807.14	10	extracción prohibida
340	arena	32	22	568.56	4806.94	10	extracción prohibida
341	arena	32	22	567.38	4807.32	5	extracción prohibida
342	esquisto	2	22	566.74	4806.88	50	ocupada por viviendas

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (no inventariados)

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOL.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
343	anfíbolita, esquisto	3	22	566.5	4805.22	180	usada como acopio áridos naturales
344	granito	22	22	571.42	4804.46	390	
345	granito	22	22	571.68	4812.8	220	escaso interés
346	granito	21	22	574.34	4813.16	350	usado para escollera, alejado
347	cuarzo	26	22	581.2	4816.68	440	explotación de pequeñas dimensiones
348	cuarcita	6	22	586.85	4815.6	480	interés para obras locales
349	cuarzo	26	22	587.1	4816.1	480	escasa potencia (6 m?)
350	granito	21	22	581.58	4810.58	580	muy próxima al punto 72
351	cuarzo	26	22	582.8	4809.42	530	escasa potencia aparente
352	arenisca	11	22	581.55	4808.18	600	escaso interés
353	granito	21	22	580.24	4807.06	410	
354	pizarra	12	22	583.34	4807.08	530	escaso interés
355	esquisto	11	22	573.94	4809.62	420	sin interés, autorestaurada
356	cuarzo	26	22	586.28	4805.4	430	escasa potencia aparente
357	cuarzo	26	23	594.6	4815.46	580	sirve de basurero municipal
358	esquisto	11	23	593.3	4813.45	440	sin interés
359	cuarcita	11	23	596.04	4809.5	440	muy próxima a C-641
360	arcilla	32	23	596.35	4809.12	450	pasó al dominio minero de ENDESA
361	arenisca	11	23	600.5	4803.82	560	pequeña explotación abandonada
362	arenisca	11	23	601.0	4803.6	560	uso local
363	anfíbolita	3	23	601.45	4801.85	540	muy próxima a viviendas
364	cuarcita	11	23	602.26	4800.04	460	posible uso como árido natural
365	cuarcita	11	23	604.48	4799.65	520	posible uso como árido natural
366	cuarcita	11	23	605.34	4799.0	480	explotaciones antiguas abandonadas
367	cuarcita	11	23	607.1	4799.76	460	explotaciones muy pequeñas
368	óxidos de hierro	30	23	607.3	4801.82	310	restauradas por la vegetación
369	arenisca	13	23	609.1	4805.84	520	escaso interés
370	granito	22	23	610.95	4802.45	485	uso local, son basureros
371	granito	22	23	610.82	4799.2	410	sin interés
372	granito	22	23	615.2	4802.15	540	desmonte para terraplenes de C-634
373	cuarcita	11	23	615.28	4807.94	810	uso muy local
374	esquisto, cuarcita	0	23	611.54	4808.76	630	sin interés
375	cuarcita	13	23	610.18	4815.82	760	escaso interés
376	cuarcita	11	23	609.65	4815.5	790	escaso interés
377	cuarcita	11	23	609.0	4815.54	810	escaso interés
378	cuarcita	11	23	607.0	4813.64	740	escaso interés
379	granito	22	23	606.42	4816.37	680	oxidaciones, escaso interés
380	pizarra	6	23	601.16	4809.75	560	terraplen, sin interés
381	granito	23	24	622.12	4809.9	610	macizo rocoso fracturado
383	pizarra	2	24	620.4	4809.08	660	sin interés
384	esquisto	2	24	623.8	4807.98	680	sin interés
385	pizarra	2	24	624.0	4802.67	510	sin interés
386	cuarcita	2	24	629.45	4803.5	650	desmonte para terraplenes
387	caliza	8	24	630.5	4806.3	430	escasas reservas
388	caliza	8	24	631.6	4806.5	300	probable protección arqueológica
389	caliza	8	24	631.66	4808.54	360	afectada por la variante de C-634
390	caliza	8	24	632.5	4809.55	200	escaso interés
391	cuarcita	11	24	634.96	4805.5	490	alejada de centros de consumo
392	cuarcita	11	24	632.7	4802.94	620	interés local
393	pizarra	13	24	635.52	4801.42	580	sin interés
394	caliza	8	24	641.2	4804.3	480	sin interés
396	cuarcita	11	24	643.7	4805.5	700	escaso interés
397	pizarra	12	24	643.15	4806.02	700	abunda Sc y Kb
398	pizarra	12	24	643.24	4806.5	750	abunda Sc-Kb
399	caliza	8	24	639.2	4807.95	440	escaso interés

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (no inventariados)

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOCL.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
400	caliza	8	24	640.4	4809.3	180	proximidad a viviendas y carretera
401	cuarcita	11	24	636.96	4809.22	270	escaso interés
402	arenisca	13	24	638.54	4813.36	80	desmante para terraplenes
403	caliza	8	24	634.18	4812.04	140	próxima a viviendas y a la C-634
404	barita	8	24	633.9	4811.0	200	indicio
405	pizarra, arenisca	11	24	641.72	4804.44	550	sin interés

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
anfíbolita	Aridos de Lamas SA Ameñeiral, 80 Fene A Coruña	981-340204	577.1	4823.08	04
anfíbolita	José No Martiñán e Hijos SA Cuesta de la Palloza, 1 12 A Coruña A Coruña	981-295921	579.86	4824.46	04
arcilla	Cerámica Arzua SA Alto del Castaño, 249 Narón A Coruña	981-381300	565.2	4820.1	09
arcilla	Cerámica Arzua SA Alto del Castaño, 248 Narón A Coruña	981-381300	571.7	4820.48	09
arenisca	Cuiña SA Presa de Alende, 2-4 As Pontes A Coruña	981-450793	581.5	4816.4	04
cuarcita	José Manuel Blanco Caaveiro La Penela, 19 12 Ortigueira A Coruña	981-400743	594.4	4831.36	04
cuarzo	Cuarzos Industriales SA Avda. de Madrid, 7 29 Lugo Lugo	982-227359	604.3	4845.16	22-04
cuarzo	Cuiña SA Presa de Alende, 2-4 As Pontes A Coruña	981-450793	583.2	4816.1	04
esquisto	Luis Amendeo Casal Campolongo-Pontedeume A Coruña		567.7	4812.13	22

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USG
			(X)	(Y)	
gabro	Serafin Carrodeguas Nieto Pantín-Valdoviño A Coruña	981-487182	570.05	4829.9	04
granito	Canteras Ferrolanas SA Almendra, 2 1º Ferrol A Coruña	981-327600	560.62	4818.52	04
granito	Ángel Veiga López Lago-Valdoviño A Coruña	981-487171	570.35	4830.95	04
granito	Juán González García Sándara-Valdoviño A Coruña	981-487589	570.56	4829.14	04
granito	Hijos José Losada Canceiro SA Perbes, 35 Ferrol A Coruña	981-311468	569.7	4818.00	04
granito	AHCSA Paseo de Ronda, 56 Bajo A Coruña A Coruña	981-259150	545.4	4799.06	04
granito	Cantera La Greia SL General Sanjurjo, 57 2º A Coruña A Coruña	981-282934	544.9	4798.7	04
granito	Geogalaica SA Pastor Díaz, 1 3º Pontevedra Pontevedra		546.3	4798.8	04
granito	Aridos de Reboredo SA Ameñiral, 80 Fene A Coruña	981-340204	570.44	4813.5	04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
granito	María del Pilar Feal Dopico San Cibrao, 13B Pontedeume A Coruña	981-431855	571.26	4807.9	01-02
granito	MINERINSA Minerinsa Poblado Viejo Endesa As Pontes A Coruña	981-450222	581.78	4810.18	04
grava, arena	Venarca SL General Mola, 82 18 Villaiba Lugo	981-511043	595.5	4806.68	03
peridotita	Explotaciones del Noroeste SA Ameneiral, 80 Perlio - Fene A Coruña	981-340204	586.5	4839.4	18
pizarra	Jesús Martínez Pérez Espasante-Ortigueira A Coruña		601.05	4839.58	02-01
pizarra	Jesús Martínez Pérez Celtigos-Viso-Ortigueira A Coruña	981-408146	601.0	4839.32	02-01
pizarra	Pizarras Campo SA Cuiña-Ortigueira A Coruña	981-400067	601.0	4839.1	02-01
pizarra	José Manuel Piñeiro López Pontequera-Ortigueira A Coruña	982-413031	593.56	4833.96	04
pizarra	Pizarras Campo SA Cuiña-Ortigueira A Coruña	981-400067	597.3	4829.08	02-01

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
 PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
serpentina	Serpentinas Gallegas SA Historiador Vedia, 1 Atico A Coruña A Coruña	981-259144	579.0	4820.44	01
serpentina	Gabriel Pérez Fernández Santa Comba, 34 Ferrol A Coruña	981-311850	580.2	4820.3	18
serpentina	Marmolera Gallega SL Obispo Aguirre, 13 Lugo Lugo	982-220550	582.56	4822.0	01

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE LUGO

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
arcilla	Industrias Pardiñas SA Carretera General, s/n Fazouro-Foz Lugo	982-136554	638.32	4827.2	09
arcilla	Materiales Cerámicos Leandro Lecurny, 2 Burela-Cervo Lugo	982-580000	643.96	4822.76	22
arcilla	Gayoso Orol CB Chao Ledo, 2 Villalba Lugo	981-510762	611.0	4803.8	09
arena	Hermanos Blanco Magazos-Viveiro Lugo	982-560860	613.4	4836.5	03
arena	Antonio Rey Ávda. Diputación Xove Lugo		622.7	4840.6	03
arenisca	Ricobo Rego do Muíño, 24 As Pontes A Coruña	981-450911	600.78	4801.08	04
caliza	Isidro Otero García Valiñadares, 8 Mondofedo Lugo	982-521003	636.4	4815.1	04
caolin	EDESA Los Castros, s/n Burela-Cervo Lugo	982-580300	633.0	4827.55	11-10
caolin	EDESA Los Castros, s/n Burela-Cervo Lugo	982-580300	634.85	4827.68	11-10

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE LUGO

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
cuarcita	Fizarras Vega SL Ortega y Gasset, 36 Lugo Lugo		636.18	4813.86	01-02
feldespato	José Fernas Cerdeiras Travesía de la Marina, 49 Viveiro Lugo	982-560597	613.35	4818.6	11
feldespato	Basazuri SL Mañente-Foz Lugo	982-140098	642.25	4823.75	22-11
granito	CUINA SA Presa de Alende, 2-4 As Pontes A Coruña	981-450793	616.16	4838.0	04
granito	Aridos del Cantábrico SA Campo Castillo, 8-9 3º Lugo Lugo	982-229699	616.86	4836.63	04
granito	FOCSA Avda. Linares Rivas, 28-32 A Coruña A Coruña	981-225782	630.54	4835.48	04
grava, arena	Construcciones Cazas SL Arcadio Pardiñas, 140 Bajo Burela-Cervo Lugo	982-580473	632.35	4829.9	03
grava, arena	Const. Hornig. del Cantábrico Alto de Mañente-Foz Lugo	982-140939	626.75	4820.6	03
grava, arena	Isidro Otero García Valiñadares, 3 Mondoñedo Lugo	982-521003	641.42	4823.22	03-04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE LUGO

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
grava, arena	José Ramón Fernández Lobo San Miguel de Reinante Lugo	982-134096	643.84	4823.26	03
pizarra	Pizarras de Santa Cecilia SL Madroi-Foz Lugo		634.34	4823.75	01-02
pizarra	Isidro Otero García Valiñadares, 3 Mondoñedo Lugo	982-521003	632.75	4807.6	02-01
pizarra	Venancio Pardeiro López Santa M. Maior-Mondoñedo Lugo	982-121456	636.55	4808.2	02-01
pizarra	Pizarras Veira do Rio SL A Veiga, 3 Riotorto Lugo	982-346000	636.6	4808.7	02-01
pizarra	Hocamaís Santaia-Riotorto Lugo		639.0	4805.9	02-01
pizarra	INLUSA Bretoña-Pastoriza Lugo	982-349203	634.7	4803.52	02-01
pizarra	SLATE MARCELINO SUAREZ 24-28 O BARCO DE VILVESERANS ORENSE	986-376159	633.5	4803.25	02-01
pizarra	INLUSA Bretoña-Pastoriza Lugo	982-349203	633.5	4803.12	02

DIRECTORIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACION
 PROVINCIA DE LA CORUÑA

SUSTANCIA	PROCESO	PRODUCTO FINAL	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO
Anfibolita	molienda clasificación	áridos	Aridos de Lamas SA Ameneiral 80 Fene La Coruña	981-340204
Anfibolita	molienda clasificación	áridos	José No Martiñán e Hijos, SA	981-295921
Arcilla	cocción	ladrillos	Antonio Díaz Martínez Laxas-Luhia-Ortigueira La Coruña	981-400734
Caolín	cocción	cerámicas	Cerámica de Sargadelos, SL O Castro-Sada La Coruña	981-620200
Cuarzo	homigonado	hormigón	Cuiña, Sa Presa de Alende, 2-4 As Pontes La Coruña	981-450973
Granito	hormigonado	hormigón	Hormig. Concrete Hispania, SA Ctra. Coruña a Carballo, Km 4 Arteixo La Coruña	981-297133
Granito	hormigonado	hormigón	Hormigones de La Coruña, SA Carretera La Coruña-Carballo Arteixo La Coruña	
Pizarra	serrado, exfoliado clasificación	pizaras para cubiertas	Pizarras Campo, SA Cuiña-Ortigueira La Coruña	981-400067
Pizarra	serrado, exfoliado clasificación	pizarras para cubiertas	Pizarras Campo, SA Cuiña-Ortigueira La Coruña	981-400067

