



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

165 AY

PROSPECCION DE ARIDOS EN GALICIA

VOLUMEN I: PARTE GENERAL

ITGE 1991



11278

PROSPECCION DE ARIDOS EN GALICIA

VOLUMEN I: PARTE GENERAL

ITGE 1991

Este Proyecto ha sido realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España en regimen de cooperación económica con la Consellería de Ordenación del Territorio y Obras Públicas de la Xunta de Galicia.

Dirección Xeral de Calidade Medioambiental e Urbanismo
Supervisión Técnica:

- Adolfo Pérez Luiña.
- Alberto López Casanueva.
- Carmina Nieto Olano.

Instituto Tecnológico Geominero de España

- Ricardo Arteaga: Supervisión técnica.
- Angel Ferrero Arias (geólogo): Director y coordinador del proyecto.
- Julio Roel Morales (geólogo): Toma de datos, cartografía de detalle, elaboración de los datos y redacción del informe.
- José Ma Toyos Sáenz de Miera (geólogo): Actualización de indicios y cartografía de detalle.
- Luis Antonio Díaz Rodríguez (geólogo): Actualización de indicios.
- María Luisa Crespo Caamaño: Mecanografía del informe.

- Laboratorio de análisis del Instituto Tecnológico Geominero de España: Ensayos de áridos.

Colaboraciones

- José Carlos Barros Lorenzo (geólogo): Actualización de indicios.

- Laboratorio de la Xefatura Provincial de Estradas de A Coruña (Xunta de Galicia): Ensayos de áridos.

Agradecimientos

A la Sección de Rocas y Minerales Industriales del ITGE, por la aportación de datos de la actualización de indicios.

A las Direcciones Provinciales de Carreteras (Xunta de Galicia), Delegaciones del MOPU en Galicia, y a las empresas del sector, las facilidades dadas para la recopilación de información.

INDICE GENERAL

MEMORIA

VOLUMEN I: PARTE GENERAL

VOLUMEN II: ZONA CORUÑA-VIGO

VOLUMEN III: ZONAS LUGO-NORTE Y LUGO-CENTRO

VOLUMEN IV: ZONA OURENSE-CENTRO

ANEXOS

ANEXO I: PLANOS

ANEXO II: DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA

INDICE DEL VOLUMEN I

PARTE GENERAL

<u>1. INTRODUCCION</u>	7
1.1. ANTECEDENTES	7
1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO	13
1.3. AREAS DE ESTUDIO Y METODOLOGIA APLICADA	14
<u>2. ASPECTOS GENERALES</u>	20
2.1. DEFINICION, TIPOS Y USOS DE LOS ARIDOS	22
2.2. YACIMIENTOS DE ARIDOS	24
2.3. PROPIEDADES GENERALES DE LOS ARIDOS	32
2.3.1. CARACTERISTICAS FISICAS	32
2.3.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS	34
2.4. CARACTERISTICAS ESPECIFICAS Y NORMATIVA	37
2.4.1. CARRETERAS	37
2.4.2. HORMIGONES	56
2.4.3. VIAS FERREAS	71
2.4.4. OTROS USOS	74
2.5. PLANTAS DE OBTENCION DE ARIDOS	87
2.6. PLANTAS DE APROVECHAMIENTO DE ARIDOS	90
<u>3. BREVE ANALISIS DEL SUBSECTOR EN GALICIA</u>	95
<u>4. RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	103
<u>5. APENDICES</u>	111
5.1. FOTOGRAFIAS	111
5.2. DIRECTORIO DE EMPRESAS	127
5.3. LISTADO GENERAL DE INDICIOS DE ARIDOS	142
5.4. BIBLIOGRAFIA	159

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

"La importancia económica de los áridos es extraordinaria y es necesario plantear, sobre todo en los alrededores de las ciudades importantes, y en las grandes obras de infraestructura, estudios de inventarios de áridos que permitan una optimización de aprovisionamiento de las calidades idóneas para cada tipo de demanda, y a la vez una reducción de los costes, con una minimización del impacto ambiental derivado del aprovechamiento de estos materiales" (Ordóñez, S.(1988))

1.1. ANTECEDENTES

Antecedentes Técnicos.

Los trabajos realizados en relación con este tema, son escasos :

El Instituto Tecnológico Geominero de España, dentro de los Programas de Infraestructura Minera, cuenta con el "Mapa de Rocas Industriales a E.- 1 : 200.000" que se desarrolló en Galicia durante el periodo 1971-1976 y que comprende la siguientes Hojas: 1 (La Coruña), 2 (Avilés), 7 (Santiago de Compostela), 8 (Lugo), 9 (Cangas de Narcea), 17 (Orense), 16/26 (Pontevedra - La Guardia), 18 (Ponferrada), 27/28 (Verín-Alcañices).

Este tipo de Mapas comprenden un mapa y una memoria que incluye aspectos generales y la localización de yacimientos y explotaciones de rocas y minerales industriales, con datos o consideraciones relativas a la calidad, producciones y otros aspectos de interés minero.

En la actualidad se esta realizando una revisión de estos Mapas, habiéndose terminado en 1988 la Hoja Nº 8 (Lugo) e iniciándose durante 1989 la revisión de las Hojas Nº 1 (Coruña) y Nº 7 (Santiago de Compostela), estando en elaboración los documentos base para su posterior edición. En 1990 se inició la revisión de las Hojas Nº 18 (Ponferrada) y Nº 17/27 (Orense-Verín).

En el Proyecto " Características y Posibilidades de las Calizas en Galicia como Correctores de Suelos para Agricultura" (IGME, 1985), se delimitaron las áreas donde aparecen calizas y/o dolomías (casi exclusivamente al E. de la provincia de Lugo y NE de la de Ourense) y se realizaron diversos ensayos y caracterizaciones de los materiales carbonatados así como delimitaciones de áreas posibles para el uso considerado en el estudio. Este estudio orienta en relación de las posibilidades de calizas para áridos.

En el informe interno "Estudio de las posibilidades de áridos naturales en la zona de Padrón-río Ulla" (IGME, 1988), se realiza una revisión de los datos aportados, para esa zona, por los estudios del ITGE en relación con las exploraciones de lignitos y arcillas así como en los Mapas de Rocas Industriales apoyada con un reconocimiento en campo. Las alternativas posibles indicadas en las conclusiones del trabajo son:

* Recursos marginales: En relación con depósitos coluviales, conos de deyección y terrazas antiguas.

* Recursos pequeños: En relación con terrazas recientes.

* Recursos medios-grandes: En relación con depósitos de llanura aluvial recientes, con los depósitos del Terciario

de la Cuenca Los Angeles y con xabres en la zona de afloramientos de la granodiorita de Caldas de Reis (Villagarcía de Arosa - Caldas de Reis).

** Masas ígneas como áridos de machaqueo: En general representan recursos grandes-medios.

Por último y desde el ITGE se mantiene el Inventario Nacional de Rocas Industriales.

Por la Consellería de Ordenación del Territorio y Obras Públicas de la Xunta de Galicia y dado el nivel de conflicto social ocasionado en los últimos años por la extracción de áridos naturales en zonas susceptibles de degradación del medio, se realizaron los siguientes trabajos orientados fundamentalmente a valorar la importancia del impacto ambiental producido y de los que resaltamos aquellos aspectos relacionados con los recursos de áridos.

"Estudio de evaluación y diagnóstico de la problemática de la contaminación en la desembocadura del río Ulla y ría de Arosa" (1984).

Se describe la forma de extracción de arenas del río y ría, recomendando no extraer arenas aguas abajo de la isla de Bexo y sustituir el método de succión por otro, manteniendo un volumen de extracción que permita la paulatina recuperación del fondo para el aporte de arrastre calculado (unas 80.000 t/año).

Sitúa la extracción de arenas la entre 700.000 y 900.000 t/año.

"Estudio del estado de la contaminación en la ría de Mu-ros y Noya" (1985).

Se describe la forma de extracción de arenas de la ría, obteniéndose unas 300.000 t/año frente a un aporte calculado de 65.000 t/año, lo que significa una pérdida de 235.000 t/año.

"Estudio sobre la regulación de extracción de áridos en el tramo internacional del río Miño" (1985).

En el inventario de graveras y areneras en el bajo Miño del año 1981, en el apartado 4.1. GRAVERAS Y ARENERAS, concluye y recomienda: " Las gravas que se extraen del cauce del río Miño constituyen un recurso no renovable, ya que las presas existentes han limitado los aportes de materiales sólidos. Se recomienda prohibir indefinidamente las extracciones aguas abajo de Ourense".

El estudio describe las graveras y areneras de la zona así como sus producciones y da un calculo aproximado de extracciones de arenas para 1984 de 835.200 t/año frente a unas aportaciones del río de 400.000 t/año, lo que significa una pérdida anual de 435.200 t. Se recomienda realizar la extracción de gravas de las terrazas superiores y no superar las 400.000 t/año.

"Estudio del potencial de áridos en la desembocadura del río Ulla" (EPTISA, 1985).

Se describe someramente la geología de la zona así como la maquinaria y sistemas de extracción de arena que se emplean. La producción anual se sitúa entre 1.530.000 t y 2.700.000 t y los efectos que alteran el medio consisten en: enturbiamiento, alteración granulométrica de los fondos y modificación física del cauce.

Como posibles materiales alternativos señala:

- Terrazas fluviales colgadas.
- Arenas eólicas (área de la playa de la Lanzada).
- Cuenca Terciaria de Los Angeles.
- Dragados en la zona exterior de la ria.
- Canteras de rocas ígneas.

"Plan especial de protección de las riberas del río Miño al paso por la provincia de Orense" (1987).

Trabajo extenso compuesto de ocho volúmenes de los que únicamente contienen información relativa a recursos alternativos de áridos los volúmenes 1 y 2.

Se señala, en el V-1, que las graveras que funcionan en el momento del estudio se sitúan en las terrazas superiores, adjuntándose un plano de situación de graveras y canteras.

En el V-2 se da una valoración aproximada de las canteras existentes y se proponen 6 zonas en las que sería posible la explotación de granitos y granodioritas con reservas importantes:

- Margen izquierda del río Miño, entre los municipios de Nogueira de Ramuín y Pereira de Aguilar.
- Alrededores de Ourense.
- Dos zonas en Astariz.
- Alrededores de Ribavadia.
- Cantera de Gomesende.

Por último se realiza una descripción geológica del área de estudio.

El énfasis fundamental de estos estudios se sitúa en la línea de evaluación del impacto ambiental, de las reservas extraíbles y del ritmo más adecuado de explotación o la

conveniencia de su cierre. Las alternativas de recursos se estudian solamente de forma marginal.

Por parte de la Dirección General de carreteras, se cuenta con información recogida en :

- Proyectos de construcción de carreteras.
- Informes de evaluación de impacto ambiental relativos a tramos de carreteras en proyecto.

Inicialmente los datos conocidos llevan a considerar, en relación con los áridos para la construcción de carreteras, zonas deficitarias en áridos para aglomerados la parte norte de la provincia de Lugo, la sur de la de Pontevedra y la zona próxima a Ourense y especialmente desde el cierre de las explotaciones de graveras del Miño en el entorno de Ourense y más recientemente (1/3/89) en la zona del Baixo Miño.

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (Demarcación de Carreteras), realizó (1973 y una parte actualizada en 1986), un inventario de canteras de la zona N. de Lugo con localización y descripción de las canteras y algunos ensayos. También realizaron un resumen de datos recogidos en los planes de labores para 1988.

Antecedentes Sociales

Se quiere indicar aquí que han sido numerosas las protestas y actuaciones de diferentes grupos comprometidos con la defensa de la naturaleza por la extracción de áridos desde depósitos litorales (zonas de Ferrol, Baldaio, Corrubedo, ría de Muros-Noia, desembocadura de los ríos Ulla, Eume, Miño etc.) y algunos aluviales (graveras del río Miño).

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Establecer una metodología básica para la localización, estudio y valoración de áridos naturales y de machaqueo en Galicia.

- Conocer el potencial de áridos, en Galicia, evitando incluir aquellos recursos cuya extracción represente importantes implicaciones medio-ambientales, suficientemente conocidas o esperables, como para justificar la inconveniencia de la extracción, solo aceptable en situaciones extraordinarias y de interés público.

- Ofrecer alternativas, desde el conocimiento más completo de las posibilidades de recursos, a aquellas extracciones que actualmente impactan negativamente el medio ambiente.

- Posibilitar la localización de aquellos áridos más demandados o los más escasos en la Autonomía y en las zonas en las que se produce o pueda producirse, previsiblemente, su consumo.

1.3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA EMPLEADA

Area de estudio

Los trabajos se desarrollaron en las zonas de mayor consumo actual y previsiblemente futuro (Fig-1), considerándose cuatro áreas que comprenden: Los entornos de Lugo y Ourense, la zona norte de la provincia de Lugo y una franja norte-sur definida por el eje Coruña-Santiago-Pontevedra-Vigo-Tui.

En coordinación con los trabajos de actualización de los Mapas de Rocas Industriales, se han incluido los indicios de áridos significativos existentes en la práctica totalidad de la Comunidad Autónoma de Galicia y cuando se consideró oportuno, se revisaron materiales fuera de las áreas consideradas.

Metodología empleada

El esquema metodológico seguido para la realización de los trabajos se recoge en la Fig-2, ejecutándose según las pautas que se describen a continuación:

Revisión de documentación y normativa vigente

Se realizó una revisión bibliográfica y documental con el fin de conocer las características generales más importantes a considerar en relación con los yacimientos de áridos y su utilización industrial.

Revisión del inventario de áridos naturales y de machaqueo.

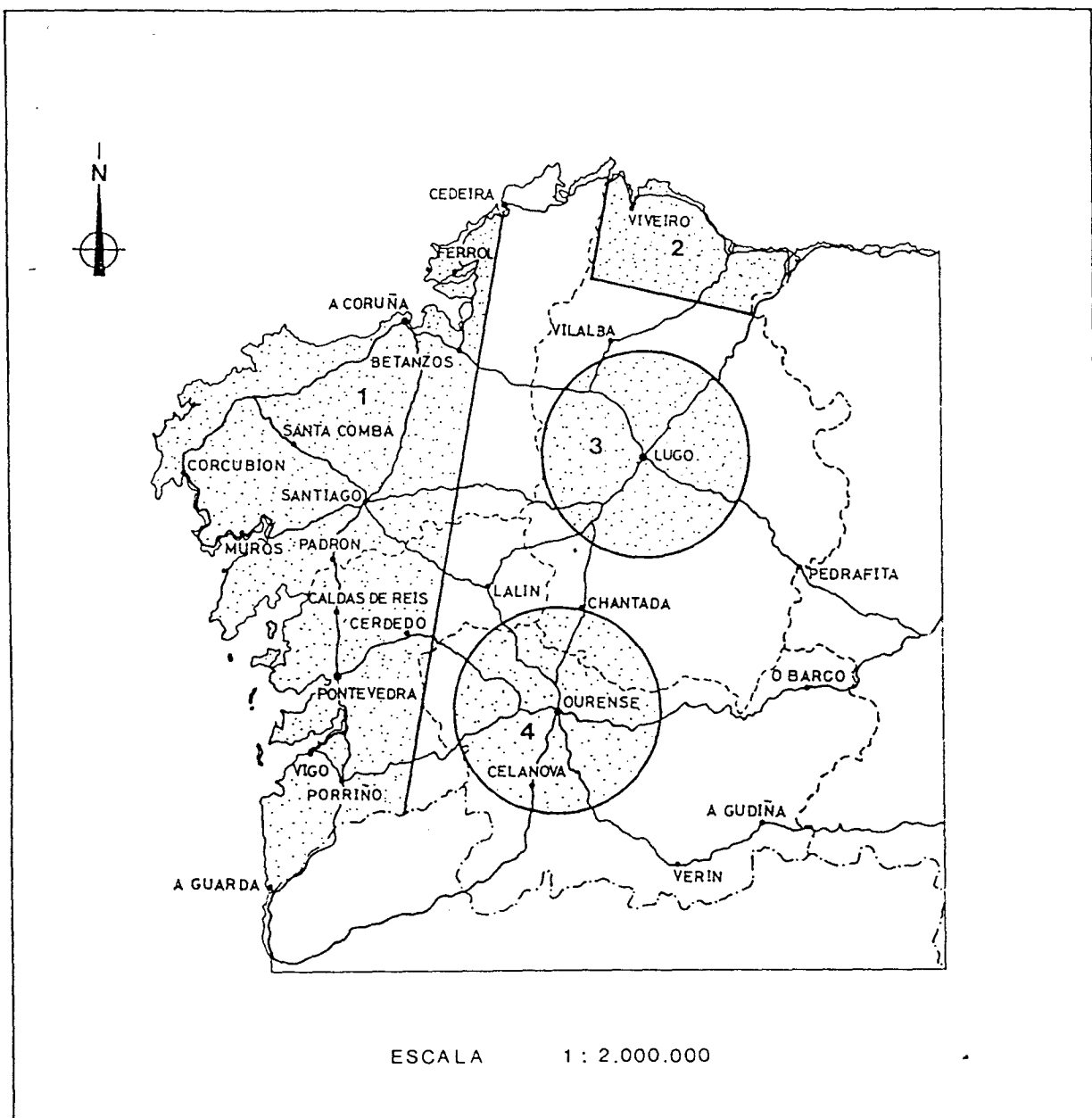


FIG. 1

PLANO DE SITUACION DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

- 1.- ZONA CORUÑA-VIGO
- 2.- ZONA LUGO-NORTE
- 3.- ZONA LUGO-CENTRO
- 4.- ZONA OURENSE-CENTRO

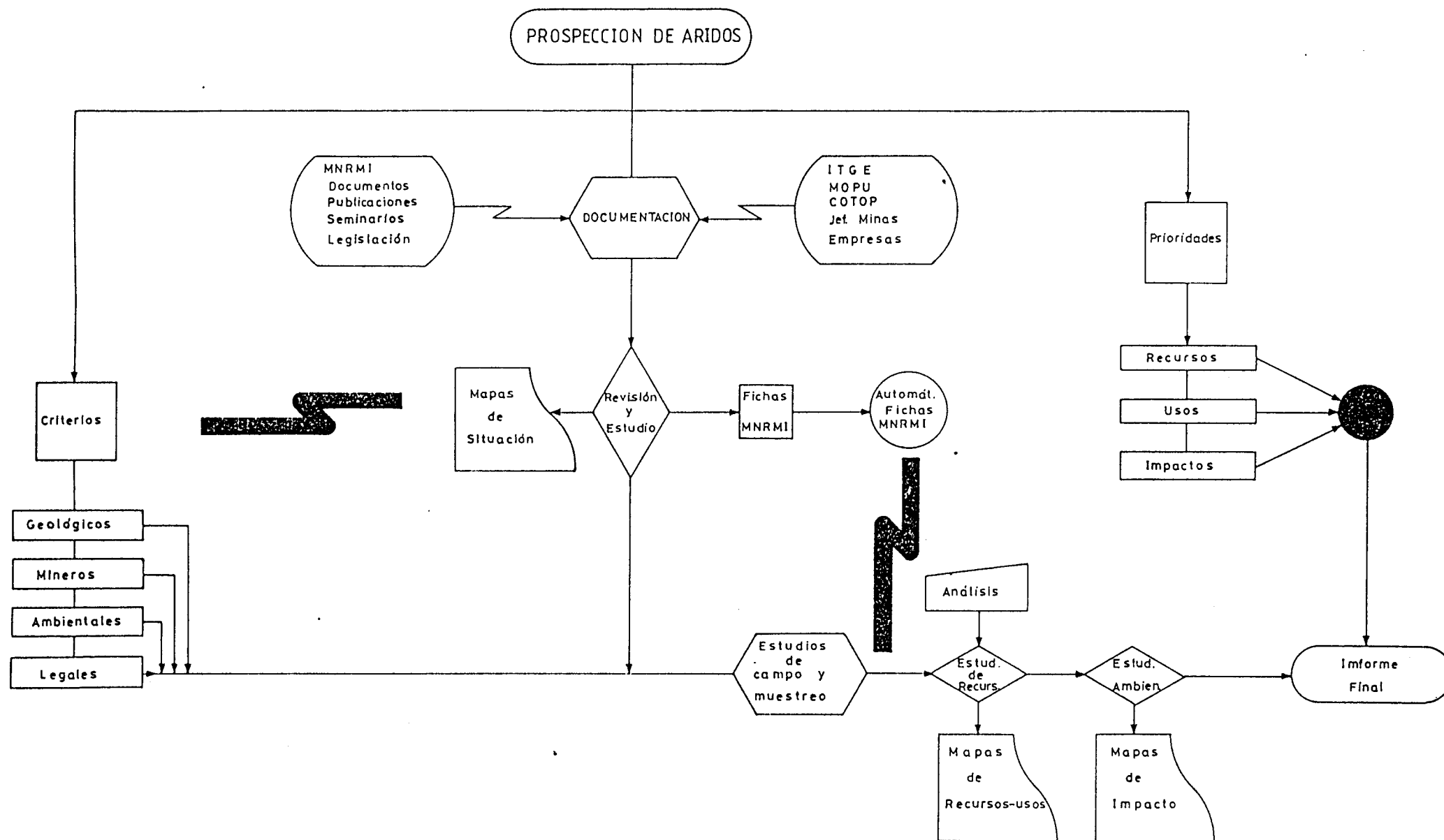


FIG. 2 - ESQUEMA METODOLOGICO

Revisión del inventario de áridos naturales y de machaqueo.

En base a la información existente se mejoró y completó la selección de zonas en las que se desarrollaron los distintos trabajos.

En las zonas seleccionadas se revisaron los indicios más significativos de áridos naturales y de machaqueo y se complementó una ficha para su incorporación al Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales.

La revisión incluyó un reconocimiento en campo del indicio y la toma de muestras representativas para la caracterización tecnológica de la materia prima.

Se realizó un muestreo complementario, tomándose muestras de 30-40 kg de todo uno o de las granulometrías adecuadas para la realización de los ensayos y análisis.

Con carácter general se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis granulométricos de áridos naturales.
- Estabilidad del SO_4Mg ó SO_4Na_2 .
- Desgaste Los Angeles.
- Equivalente de arena de áridos naturales.
- Peso específico y absorción de agua.

Delimitación y definición de yacimientos

Se realizaron trabajos complementarios de cartografía, muestreo y análisis:

En base a los datos obtenidos y a trabajos complementarios de cartografía geológica y ampliación de la toma de muestras y análisis, se delimitaron las masas o depósitos que por las características tecnológicas de la materia prima presentan una calidad adecuada, en base a los usos actuales y a los resultados de los análisis y ensayos, para su uso como áridos en los siguientes campos:

- . Hormigones
- . Carreteras
- . Vías férreas
- . Otros (terraplenes, pedraplenes, prefabricados para la construcción etc.)

Se indicaron los recursos disponibles para aquellos usos más probables de cada yacimiento y la potencialidad del recurso, en base a los datos de producción, sus usos y a las características geológico-mineras del yacimiento.

Este informe recoge todos los datos y resultados obtenidos durante la realización del proyecto y consta de:

- Una parte general en la que se tratan cuestiones tales como tipos de yacimientos, características generales y especificaciones y usos de los áridos.

- Una segunda parte en la que se revisan los distintos materiales de Galicia con interés para áridos y se detallan los trabajos realizados y resultados obtenidos en relación con cada yacimiento delimitado. Incluye un análisis de los materiales revisados y su valoración. Se adjuntan todas aquellas fichas, figuras y mapas generados durante el desarrollo del trabajo.

2. ASPECTOS GENERALES

2. ASPECTOS GENERALES

Los recursos de áridos quedan clasificados según el Título Primero de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, como recursos de la Sección A), que incluye a los materiales de escaso valor económico y comercialización geográficamente restringida, así como aquellos materiales que solamente con operaciones de arranque, quebrantado y calibrado quedan en disposición de utilizarse en obras de infraestructura, construcción y otros usos.

El derecho de aprovechamiento se obtiene a través de las Corporaciones Locales con la previa aceptación por parte de las correspondientes Delegaciones Provinciales de la Dirección Xeral de Industria e Comercio de la Xunta de Galicia.

Las principales disposiciones que regulan la extracción de áridos se encuentran en:

* Ley 22/1973, de 21 de julio, de minas y R.D. 2857/1978, de 25 de agosto, Reglamento general para el régimen de la minería.

* R.D. 863/1985, de 2 de abril, Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

* O. de 16 de abril de 1990 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del capítulo VII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

* O. de 22 de marzo de 1988 por la que se aprueban Instrucciones Técnicas Complementarias de los capítulos II, IV y XIII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

* R.D. 2114/1978, de 2 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.

* R.D. 2994/1982 para la restauración del espacio natural afectado por actividades mineras.

* D. 2414/1961, de 30 de noviembre, Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas y D. de 15 de marzo de 1963 Normas para su desarrollo.

* Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del medio ambiente atmosférico y D. 833/1975, de 6 de febrero, para su desarrollo.

* Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas y R.D. 849/86, de 11 de abril, de desarrollo de la Ley de Aguas.

* Ley 15/1975, de 2 de mayo, de espacios naturales protegidos y R.D. 2.676/77, de 4 de marzo, Reglamento para su desarrollo.

* Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

* Ley 22/1988, de 28 de julio, de costas y R.D. 1471/1989, de 1 de diciembre, Reglamento General para el desarrollo y ejecución de la Ley de Costas.

* R.D.L. 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental y R.D. 1131/1988, de 30 de septiembre, Reglamento para la ejecución del R.D.L. de evaluación de impacto ambiental.

* D. 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental para Galicia (D.O.G. Nº188 del 25/9/90).

2.1. DEFINICION, TIPOS Y USOS DE LOS ARIDOS

Puede definirse como árido "Todo material granular, de procedencia natural (generalmente) o artificial, que puede ser utilizado como tal o bien como constituyente de la trama (armazón) de aglomerados y cuya utilización es adecuada en diversos ámbitos de la industria de la construcción (fundamentalmente en edificaciones, carreteras y ferrocarriles)".

Los áridos pueden clasificarse desde distintas perspectivas:

Según la continuidad de la explotación:

- Aridos para explotación continua (próximos a núcleos de consumo activo).
- Aridos para explotación intermitente (consumo momentáneo localizado).

Según la técnica de aprovechamiento:

- Aridos naturales (solo lavado y clasificación).
- Aridos de machaqueo (lavado, trituración y molienda, clasificación).

Según tamaños: (cuyos límites dependen del ámbito de aplicación).

- Aridos gruesos
- Aridos finos

Según sus usos:

- Aridos para carreteras

- . Material de relleno y plataforma
 - . Subbases granulares
 - . Bases granulares
 - . Mezclas (grava-cemento, grava-emulsión, grava escoria).
 - . Tratamientos con ligantes bituminosos (Capa de rodadura)
-
- Aridos para hormigones hidráulicos y morteros

 - Balasto y gravilla para la construcción de vías férreas.

 - Materiales de préstamo
 - . Construcción de terraplenes, pedraplenes, etc.

 - Material de escollera
 - . Bloques de protección

 - Aridos ligeros
 - . Cerámica estructural (tejas, ladrillos, etc.) y aislantes

2.2. YACIMIENTOS DE ARIDOS

La clasificación general de yacimientos de áridos (cuadro-1) que se adopta se basa en primer lugar en el tipo de rocas que los constituyen: plutónicas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas. Se incluyen aparte otros recursos de áridos como los subproductos de explotaciones de otras sustancias y los residuos, bien de otra minería o de origen diverso (construcción de túneles, desmostes, fundiciones, demoliciones). Por último se citan los áridos manufacturados hoy en día recursos muy marginales.

Se ha optado por esta clasificación dado que permite referirse a ámbitos geológicos bien diferenciados y generalmente descritos en los diferentes trabajos de infraestructura geológico-minera de un territorio.

Igualmente sucede con la clasificación, de segundo y tercer orden, en función de su composición genérica en rocas ricas o pobres en sílice y carbonatadas, lo cual aporta primeras indicaciones en cuanto a su posible comportamiento como áridos que se mejoran con el establecimiento de la litología. Así pues, en términos generales, las rocas básicas tienen un mejor comportamiento como áridos de carretera y como balasto de vías férreas, siempre y cuando no presenten alteraciones, sin embargo la frecuente presencia de sulfuros diseminados y minerales más alterables, las hacen químicamente más inestables que las rocas ácidas y por tanto menos adecuadas para su uso en hormigones y cementos.

La litología nos define también, en general, si el material considerado es del tipo de árido natural o de machaqueo, indicándonos así aspectos relativos a su explotabilidad, (excepciones se presentan en relación con los yacimientos de alteración tanto de granitos como de

YACIMIENTOS	COMPOSICION	LITOLOGIA	MORFOLOGIA	CARACTERISTICAS	POTENCIALIDAD	USOS	LOCALIZACION
PLUTONICOS	Acida (ricas en sílice) Intermedia	Rocas graníticas (granito, granodiorita, cuarzdiorita)	masiva	Las más ricas en sílice y de grano más fino y homogéneo son las mejores	Muy alta	Carreteras Hormigones Cementos	Toda Galicia excepto borde oriental de Lugo
		Rocas filonianas ácidas (cuarzo)	filoniana	Buena calidad, alto coste de extracción-preparación	Media-Baja	Hormigones Cementos	Toda Galicia
	Básica y ultrabásica (pobres en sílice)	Rocas básicas (gabros, noritas, anortositas, dioritas)	masiva	Muy buena calidad en general, especialmente cuando el grano es fino y homogéneo, y presentan poca alteración a serpentinitas y talco.	Alta-Media	Carreteras Balasto Hormigones	Complejos básicos-ultrabásicos: .C. Cabo Ortegal .C. Ordenes
		Rocas Ultrabásicas (peridot.-serpent.)	masiva				
VOLCANICOS	Acida Intermedia	Riolitas, (Traquitas)	filon., irreg.	Calidad variable	Muy baja	Horm., carr.	Z. oriental Ourense
		Pumitas, Perlitas	estr., irreg.	Calidad muy buena	Baja	A. ligeros	
	Básica	Basaltos, diabasas Diabasas	filoniana irregular	Calidad buena si presentan poca alteración	Muy baja	Carreteras Balasto Hormigones	Dispersos en diferentes ámbitos
SEDIMENTARIOS	Acida	Areniscas y conglomerados	estratif. lenticular...	Calidad variable	Muy Baja	Hormigones Carreteras	Terciarios Z. oriental de G.
		Gravas y arenas	estratif. lenticular...	Calidad variable, frecuentemente buena	Muy alta-Alta	Hormigones Carreteras	Toda Galicia
	Carbonatada (carbonato cálcico y/o magnésico)	Calizas-dolomías	estratif.	Calidad buena	Muy alta-Alta	Cementos Hormigones Carreteras Balasto	Z. oriental de Lugo
METAMORFICOS	Acida	Cuarcitas	estrat.	Calidad variable	Muy alta	Hormigones	Z. oriental de Lugo
		Esquistos y pizarras Cuarzoesquistos	estrat.	Calidad baja-muy baja Calidad buena	Muy alta Media-Baja	A. ligeros Horm., carr.	Toda Galicia
		Gneises	masiva	Calidad variable, buena en los ortogneises de grano fino no alterados	Alta-Media	Carreteras Hormigones Balasto	Z. occidental de Galicia
		Metavulcanitas ácidas	masiva	C. variable, buena en los térm. más ácidos.	Media-Baja	Hormigones Carreteras	Ourense
	Básica	Anfibolitas	masiva	Calidad muy buena-buena	Alta-Media	Carr., Horm.	C. básicos-ultrab.
DE ALTERACION	Acida	Arenas graníticas (cuarcitas)	masiva irreg. (estr. irreg.)	Calidad baja Calidad buena	Media Baja	Explanadas Horm/morter	Toda Galicia Z. oriental Galic.
SUBPRODUCTOS	Acida	cuarzo	--	Calidad alta	Baja	Hormigones	Expl. de cuarzo, fto., caolín.
RESIDUOS	Diversa	granito, caliza, pizarra, gravas-arenas de cuarzo peridot., escorias etc.	cuneiforme	Calidad baja en general Buena en función del material y su tratamiento	Baja	Préstamo	Escombreras de otra minería y escorias de fción.

cuarcitas -en mucha menor medida-, que pueden constituir áridos naturales o mixtos con machaqueo).

La morfología nos da una primera idea sobre la potencialidad del recurso.

Por último, de forma genérica, se indican las localizaciones en Galicia, aspecto que se ha tenido también en cuenta, junto con la morfología y calidad para establecer su potencialidad.

Las rocas filonianas se han incluido con aquellas con las que generalmente están asociadas.

Rocas plutónicas:

Las rocas ácidas e intermedias (graníticas fundamentalmente), son las más utilizadas debido a su extensa presencia y su comportamiento en general bueno para los distintos usos. Los mejores áridos se obtienen de rocas de grano fino y homogéneo.

El cuarzo filoniano constituye buenos yacimientos de áridos tanto para adiciones a hormigones y cementos como para otros usos de menor valor (revocos en edificación, etc.). Su alto coste de extracción y preparación así como su morfología (tabular, etc.) lo hacen poco atractivo para su beneficio exclusivamente por áridos.

Las rocas básicas y ultrabásicas (gabbroicas y peridotitas) tienen buena calidad para su uso en carreteras y balastos. Su alto contenido en minerales máficos de baja estabilidad química y la frecuente presencia de sulfuros diseminados las hacen menos aptas para cementos y hormigones. La elevada dureza de algunos términos de este tipo de

rocas (gabros, peridotitas, eclogitas...) condicionan su explotabilidad al igual que la presencia frecuente de alteraciones a minerales nocivos en los áridos (serpentina, talco).

Rocas volcánicas:

Entre las rocas ácidas, las riolitas son las que dan áridos de mejor calidad, las pumitas y perlitas son excelentes materias primas para áridos ligeros. Entre las básicas los basaltos; ninguna de las rocas citadas esta representada en Galicia. Las diabasas pueden dar una buena calidad en las facies de grano fino y homogéneo y poco alteradas, si bien su potencialidad es en general baja dada su morfología filoniana (la inestabilidad química de los minerales máficos que contienen las hace poco apropiadas para hormigones y cementos).

Rocas sedimentarias:

Conviene diferenciar aquí entre aquellas rocas sedimentarias que constituyen yacimientos extraíbles como áridos naturales y como áridos de machaqueo.

Los primeros corresponden a depósitos del Terciario-Cuaternario no consolidados y se localizan en distintos ambientes sedimentarios: fluviales, fluvio-glaciares, fluvio-marinos, marinos y comprenden litologías compuestas por arenas y gravas sin consolidar.

Su calidad depende de los materiales fuente y de su grado de evolución, variando desde depósitos coluviales, muy poco evolucionados y que constituyen áridos en general de baja calidad y potencialidad -su uso general es como material de préstamo- hasta materiales más evolucionados como los

depósitos eólicos, de playa, que aportan buenos áridos finos, pasando por gravas y arenas fluviales que constituyen excelentes áridos para muy diversos usos.

Estos mismos tipos de depósito, cuando se presentan consolidados (áridos de machaqueo), presentan una calidad muy variable y un mayor coste de extracción lo que los hace menos interesantes industrialmente. Así las areniscas y los conglomerados son rocas menos interesantes que sus equivalentes no consolidados.

Las calizas y dolomías constituyen un excelente material para áridos (de machaqueo), especialmente para hormigones y cementos.

Las lutitas (árido de machaqueo) tienen muy baja calidad para los usos frecuentes (dada su producción de finos y su gran sensibilidad al agua), pudiendo ser adecuadas para la obtención de áridos ligeros (arcillas expandidas).

Las rocas sedimentarias que contengan ópalo (C-T) o formas fibrosas de la sílice, pueden presentar reacciones árido-álcalis en hormigones hidráulicos.

Rocas metamórficas:

Los términos más ácidos son las que dan mejor calidad para su uso en hormigones y cementos (cuarcitas, cuarzoesquistos, metavulcanitas con alto contenido en sílice, algunos ortogneises).

Los esquistos y pizarras pueden constituir materia prima para los áridos ligeros, o dada su baja calidad, como material de préstamo.

Las rocas básicas, especialmente las anfibolitas dan unos áridos de buena calidad para carreteras y balastos siempre que estén poco alteradas y presenten pocos sulfuros (condicionantes para su uso en hormigones).

Los mármoles han sido citados como áridos finos de alta calidad.

De alteración:

La alteración "in situ" de rocas graníticas y en menor medida cuarcíticas puede originar depósitos de materiales granulares que pueden extraerse como áridos naturales. Las alteraciones graníticas dan en general baja calidad de áridos de tamaño arena cuyo uso para hormigones y morteros es poco adecuado.

Las alteraciones de cuarcitas dan buenos áridos finos pero con baja potencialidad.

Subproductos:

De explotaciones de sustancias tales como cuarzo, feldspato, caolín, arenas silíceas, pueden obtenerse áridos como subproducto, en general con buena calidad para su uso en hormigones y cementos.

Residuos:

El material extraído en obras subterráneas o a cielo abierto, tanto mineras como de otro tipo (desmontes, túneles, demoliciones, etc.) así como los procedentes de plantas de tratamiento, pueden en ocasiones aportar áridos de interés en gran volumen. En general estos materiales pueden ser utilizables, si bien, tanto en los procedentes de la minería

del carbón como en los de las menas de sulfuros, deben utilizarse con precauciones y nunca en hormigones hidráulicos.

Los finos estériles del carbón, las cenizas volantes de las centrales térmicas, los residuos de incineraciones municipales, etc. pueden ser utilizados, mediante tratamiento térmico, como base para la obtención de áridos ligeros artificiales.

Las escorias de alto horno y de acerería se han utilizado con buen resultado en la construcción de carreteras, incluso para mezclas bituminosas en la capa de rodadura. Se ha observado así mismo como, con el tiempo, la capacidad portante de la calzada mejora.

Salvados los problemas técnicos de utilización de los residuos mineros, industriales y urbanos, se consigue con su utilización solucionar problemas de impacto ambiental.

Manufacturados:

Se trata de productos cerámicos y vítreos comercializados con patente que debido a su costo tienen un consumo muy puntual.

Características a tener en cuenta en los estudios y valoración de yacimientos de áridos:

Internas del yacimiento:

- Naturaleza del afloramiento, posición y/o estructura con respecto a la topografía, cobertura no utilizable, nivel freático local y regional.

- Estado tensional y distribución de diaclasas y fracturas en el macizo rocoso (áridos de machaqueo).

- Composición mineralógica, grado de alteración de los minerales, estabilidad química, partículas friables, minerales oxidables, hidratables, hinchables, materia orgánica.

- Propiedades de conjunto de la roca: dureza, fragilidad, modulo elástico, dilatación térmica, ... (áridos de machaqueo).

- Aptitud para la molienda, desgaste de los elementos molturadores, producción de finos, ...

- Tamaño, morfología (forma, esfericidad, redondez) y propiedades de superficie de los elementos granulares de los productos comerciales.

- Características de un conjunto de los elementos (dureza, fragilidad, módulo elástico).

Externas del yacimiento:

- Situación respecto a los centros de consumo.

- Instalaciones de clasificación y, en su caso, de machaqueo.

- Características de la demanda.

- Impacto ambiental -suelo edificable- áreas urbanas.

- Características climáticas de la zona en la que se ubica el yacimiento.

2.3. PROPIEDADES GENERALES DE LOS ARIDOS

Las propiedades de los áridos derivan de su concepción bajo dos puntos de vista: uno como elementos aislados y otro como conjunto.

2.3.1. CARACTERISTICAS FISICAS

Propiedades de las partículas individuales:

Sus propiedades van a depender fundamentalmente de:

- Tamaño y morfología de las partículas
- Composición mineralógica
- Estructuras y texturas
- Porosidad primaria
- Procesos posteriores a la génesis (recristalización), porosidad secundaria (discontinuidades transcristalinas).
- Accesibilidad de la porosidad.

Propiedades de conjunto de los áridos:

La anisotropía es función de la distribución de:

La esfericidad : Primaria, debida a la distribución de las discontinuidades en el material original (laminación, pizarrosidad, esquistosidad, dan baja esfericidad y esta se mantiene o incrementa durante los procesos de tratamiento). Secundaria (p.ej. efectos del hielo-deshielo).

La distribución de la esfericidad va a depender, para un intervalo de tamaños considerado, de las propiedades petrofísicas del macizo rocoso original, y en el caso de los áridos naturales, del ambiente sedimentogenético.

La redondez o desgaste: Va a influir sobre el rozamiento entre los elementos del árido, aspecto éste que afecta a la trabajabilidad o aptitud para poder colocar los hormigones en obra.

En los áridos de machaqueo no tiene sentido hablar de desgaste, y en todo caso, la atrición entre los elementos del árido durante el transporte y manipulación tendrá, en todo caso, un significado negativo.

Los tamaños: Es uno de los factores más importantes. La denominada "Ley de Feret (1926) dice: "cualquiera que sea la naturaleza y el tamaño de los áridos, las proporciones en las que se mezclen el cemento, la arena, la grava y el agua, cualesquiera que sean la consistencia y el grado de cohesión de las mezclas, la resistencia de todos los morteros y hormigones que es posible preparar con un mismo tipo de cemento, no dependen mas que de la relación cemento (c)/agua (a) y de los huecos (h).

$$R = K \frac{c}{a + c + h}$$

siendo a, c, y h los volúmenes ocupados por el agua, cemento y huecos respectivamente".

Como puede apreciarse, agua (a) y huecos (h) son inversamente proporcionales a la resistencia (R), por ello debe buscarse una distribución granulométrica para que h tienda a cero (porosidad interelementos mínima), permitiendo un contenido en agua mínimo sin que afecte a la trabajabilidad del árido en aglomerados.

Para todo tipo de áridos es preciso hacer una clasificación de tamaños para obtener artificialmente una mezcla de materiales que sea óptima para el uso considerado.

Tipos de estudios a realizar para obtener información sobre las propiedades físicas y físico-químicas de los áridos, en función del nivel de conocimiento requerido y del material considerado es conveniente realizar:

- Análisis granulométricos mediante cribas y tamices de los áridos naturales.

- Estudios de rendimiento en la obtención de diversos rangos granulométricos (con posible mercado) para un mejor aprovechamiento de los áridos de machaqueo.

- Estudios morfométricos (forma, esfericidad, redondez, pivotabilidad) de los productos obtenidos.

- Estudios petrográficos:

- . Aspectos mineralógicos tales como presencia de minerales alterables : yeso, dolomita, o reactivos (p.ej. con los álcalis del hormigón , ópalo, feldespatos, sulfuros, talco, materia orgánica, etc.

- . Presencia de alteraciones , etc.

- . Texturales: Tamaño de grano, fisuración, porosidad, etc. .

- Ensayos tecnológicos: En función de los diversos usos y según la normativa específica.

2.3.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS

Ciertos componentes que pueden presentarse en los áridos tales como los ópalos, las calcedonias y, en general, las rocas vítreas en su mayor parte dotadas de bajos porcentajes de fases cristalinas, cuarzos con extinción ondulante, feldespatos ricos en potasio (ortoclasas), sulfuros, talco, serpentina, yeso, dolomita, feldespatos, pueden ser muy perjudiciales en según que usos, bien por reaccionar con otros componentes de las mezclas o por su alterabilidad.

La norma ASTM C 294-81 recoge una breve descripción de los minerales más importantes que constituyen las rocas utilizadas en construcción:

Minerales silícicos: Cuarzo, ópalo, calcedonia, tridimita y cristobalita.

Minerales silicatados: Constituidos por silicatos de aluminio, sodio, potasio, calcio, etc.

Minerales micáceos: Moscovita, biotita, clorita y vermiculita.

Minerales de arcillas: Montmorillonita, illita y caolinita.

Ceolitas: Silicatos de aluminio hidratados, con metales alcalinos y alcalinotérreos.

Carbonatos: Calcita y dolomita .

Sulfatos: Yeso y anhidrita

Sulfuros de hierro: Pirita, marcasita y pirrotina.

Oxidos e hidróxidos de hierro: Hematites, magnetita, limonita, goethita e ilmenita.

Tipos de estudios a realizar para conocer las características químicas de los áridos:

- Análisis de composición química de las rocas utilizadas como áridos valorándose cuantitativamente los elementos expresados en forma de óxidos: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , CaO , MgO , SO_3 , S^- , Na_2O , K_2O , Mn_3O_4 y la pérdida por calcinación, el residuo insoluble, agua combinada y la humedad a 105 °C.

En casos especiales hay que determinar otros elementos distintos de los indicados, como pueden ser: bario, cromo, boro, fósforo, etc.

- Se suelen determinar en los áridos los productos solubles en agua, la materia orgánica y, en casos muy especiales la presencia de elementos radiactivos, de períodos de semidesintegración elevados.

- Carbonatos en áridos no carbonáticos.

- Cloruros.

- Partículas friables: Se denominan así aquellas partículas que pueden romperse fácilmente en varias más finas.

- Grado de limpieza: Se refiere fundamentalmente a la presencia de partículas de finos, constituidos sobre todo por materiales arcillosos.

- Estudios petrográficos mineralógicos y texturales para la obtención de indicaciones de alterabilidad.

- Ensayos específicos según normativa.

2.4. CARACTERISTICAS ESPECIFICAS Y NORMATIVA

2.4.1. CARRETERAS

Los áridos constituyen más del 90 % en peso de cualquier capa del firme, de ahí su importancia en este ámbito.

La caracterización de áridos para carreteras incluye la definición de las siguientes cualidades de los mismos:

- Naturaleza petrológica
- Propiedades físicas
- Morfología y limpieza de las partículas
- Adhesividad a los ligantes bituminosos
- Resistencia al desgaste y al pulido

Cabe referir la naturaleza de los áridos a su composición mineralógica y textura, esto es, a sus características petrográficas.

Las propiedades físicas de los áridos están vinculadas a las características petrológicas de los mismos. Sin embargo, estas propiedades deben establecerse en función del conjunto de partículas que integran el árido, por lo que se inscriben en un contexto más amplio que las hace depender de la granulometría, forma, limpieza y textura superficial de las partículas.

Por último la adhesividad a los ligantes bituminosos y la resistencia al desgaste y al pulido son índices de calidad que afectan muy directamente a la evolución del pavimento en servicio. Se valoran mediante ensayos normalizados recogidos en los Pliegos e Instrucciones de carreteras.

Localmente se han aprovechado como áridos escorias y subproductos de procesos industriales. En zonas muy concretas, tales como túneles, tableros y pasos peatonales, se han utilizado áridos artificiales (tales como "mossite" o "Synopal"), buscando, sobre todo, una coloración diferencial, ligereza, resistencia mecánica y carácter antideslizante.

Una de las principales características de un árido es su estabilidad mineralógica y textural. La alterabilidad del mismo conllevaría el deterioro del firme (esta degradabilidad potencial es a veces muy crítica en los subproductos industriales). De ahí la utilidad de los estudios petrográficos de áridos cara a la determinación de especies mineralógicas inestables o reactivas, o al menos para advertir su presencia, puesto que ya existen ensayos normalizados para valorarlas.

El cuadro-2 presenta una clasificación basada en la propuesta por la British Standard (B.S.812) y la valoración generalizada de los índices de calidad medios según Muelas Valdeolivas, (1988); en base a este autor se recogen algunos aspectos complementarios:

- Areniscas: Sus mayores inconvenientes son su baja resistencia al desgaste y el elevado porcentaje de finos que se producen en el machaqueo. Su consumo en España es pequeño (<5%).

- Basaltos: Constituyen los mejores áridos de carreteras. Tienen el inconveniente de ser oscuros, por tanto poco reflectantes en capas de rodadura. Aunque su consumo en España es pequeño (<10 %) su importancia económica es alta por tratarse de áridos preferentes. En Galicia sus recursos son muy bajos encontrándose solo algunos diques de lamprófidos.

CUADRO 2

VALORACION DE LOS INDICES DE CALIDAD MEDIOS DE LOS ARIDOS PARA CARRETERAS.

INDICES TIPOS	ADHESIVIDAD A LOS LIGANTES BIT.	RESISTENCIA AL DESGASTE	RESISTENCIA AL PULIDO	COMPORTAMIENTO COMBINADO
ARENISCAS	BAJA	BAJA	MUY ALTA	REGULAR
BASALTOS	ALTA	ALTA	MEDIA	BUENO
CALIZAS	ALTA	MEDIA	BAJA	REGULAR
CUARCITAS	MUY BAJA	MEDIA	ALTA	REGULAR
ESQUISTOS	MEDIA	BAJA	MEDIA	MALO
GABROS	MEDIA	ALTA	ALTA	BUENO
GRANITOS	BAJA	MEDIA	ALTA	REGULAR
PEDERNALES	MUY BAJA	ALTA	BAJA	MALO
PORFIDOS	MEDIA	MUY ALTA	MEDIA	BUENO
ARTIFICIALES	ALTA	MEDIA	MUY ALTA	BUENO

- Calizas: Son los más utilizados en España (>50 % de los áridos) dada su disponibilidad y explotabilidad. Tienen el grave inconveniente, para su utilización en capas de rodadura, de presentar una elevada susceptibilidad al pulido (además de unos coeficientes de desgaste que pocas veces se mantienen en valores muy bajos). Los mejores tipos de calizas, desde ese punto de vista, son las calcarenitas y, a veces, las dolomías. Los áridos de tipo dolomítico tienen el inconveniente de una reactividad potencial a los álcalis en pavimentos rígidos. En este tipo de firmes, por otra parte, se suele exigir arena silíceas como árido fino para reducir el fenómeno de pulimento.

- Cuarcitas: Su costosa extracción y preparación a partir yacimientos primarios (metamórficos) los hace poco atractivos y su obtención se realiza frecuentemente en depósitos sedimentarios de gravas y arenas cuyo principal inconveniente es la falta de caras de fractura que deben obtenerse por machaqueo de cantos cuando su uso se destina a aglomerados. Su consumo en España es del orden del 20 %.

- Esquistos: Su estructura lajeada y su facilidad de meteorización son sus principales problemas. Los cuarzoesquistos presentan un mejor comportamiento. Su consumo en España es muy bajo (del orden del 1 %).

- Gabros: Materiales de buen comportamiento medio como áridos para carretera. Su escasa utilización en España (inferior al 1%) es atribuible a la falta de yacimientos y a su dureza que eleva el coste de extracción y preparación.

- Granitos: Su comportamiento es muy variable y su problema fundamental se debe a su resistencia al desgaste (muy desigual). Su consumo en España es del orden del 10 % y

su utilización en Galicia es elevada dada su extensiva distribución.

- **Pedernales:** Sus inconvenientes principales se deben a su tendencia a dar partículas lajosas y posibles reactividades con los álcalis en los aglomerados hidráulicos. En España apenas se utilizan. En Galicia no se conocen yacimientos de éstos materiales si bien podemos incluir aquí el cuarzo (obtenido para áridos fundamentalmente como subproducto de otros usos) y cuyo uso en carreteras es muy pequeño.

- **Pórfidos:** Sus principales problemas se deben a su baja adhesividad y resistencia al pulido y a plantear problemas de reactividad alcali/cemento en pavimentos de hormigón hidráulico. En España su consumo es bajo (un 2 %).

- **Materiales artificiales:** Las escorias metalúrgicas y las cenizas volantes son objeto cada vez de un mayor interés, no tanto para un beneficio económico directo con su explotación sino para reducir los problemas de almacenamiento de residuos. Se trata, con frecuencia, de materiales compactos muy vítreos, lo cual podría plantear problemas de pulimento en capas de rodadura, y, a veces, de resistencia al desgaste. No obstante, el mayor problema para su utilización radica en su estabilidad a medio y largo plazo.

Los materiales cerámicos y vítreos manufacturados y comercializados con patente son todavía hoy, y debido a su costo, de consumo singular. Se limita a franjas puntuales, generalmente vinculadas a rodadura de túneles, aprovechando su alto poder reflectante (debido a la textura y tonalidad) y una elevada resistencia al pulido. Muelas Valdeolivas (1988).

Especificaciones para áridos de carreteras

En la Fig. 3 se representa una de las secciones posibles de un tramo de autopista y en la que se puede observar la disposición y denominación de las distintas capas que componen un firme.

Las especificaciones para áridos de carreteras se establecen en la normativa vigente: El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PPTG-3/75) y la Instrucción 6.1 y 2-IC sobre carreteras y secciones de firme, aprobada por la Orden de 23 de mayo de 1989 y que deroga la Orden de 12 de marzo de 1976 (normas 6.1-IC/1975 y 6.2-IC/1975, de Firmes flexible y Firmes rígidos) y la Orden de julio de 1986 de aprobación de la Instrucción sobre secciones de firme en autopistas, ambas incluidas en la Instrucción referida y cuyo ámbito de aplicación incluye los firmes de nueva construcción y en general a la reconstrucción total de firmes existentes.

El PPTG-3/75 establece dos categorías generales de áridos en función de su granulometría. Se refiere a áridos gruesos cuando las partículas son de un tamaño superior a 2,5 mm, y considera como áridos finos los comprendidos entre 2,5 y 0,08 mm. Tamaños inferiores de partículas constituyen el filler o polvo mineral.

En el cuadro-3 se recogen las principales especificaciones de los áridos para carreteras y que se basan en los parámetros obtenidos en los siguientes ensayos de control de calidad realizados según las Normas del Laboratorio de Transportes del MOPU (NLT):

- % Partículas fracturadas (árido grueso): Norma NLT-358/87. Mide la angulosidad de las partículas. Los áridos que presentan caras de fractura favorecen un mayor

rozamiento interno del esqueleto mineral de un aglomerado, mejorando su resistencia. Esta cualidad está, como es lógico, muy disminuida en los áridos rodados que han sufrido un desgaste natural que conlleva una pérdida de angulosidad de las partículas.

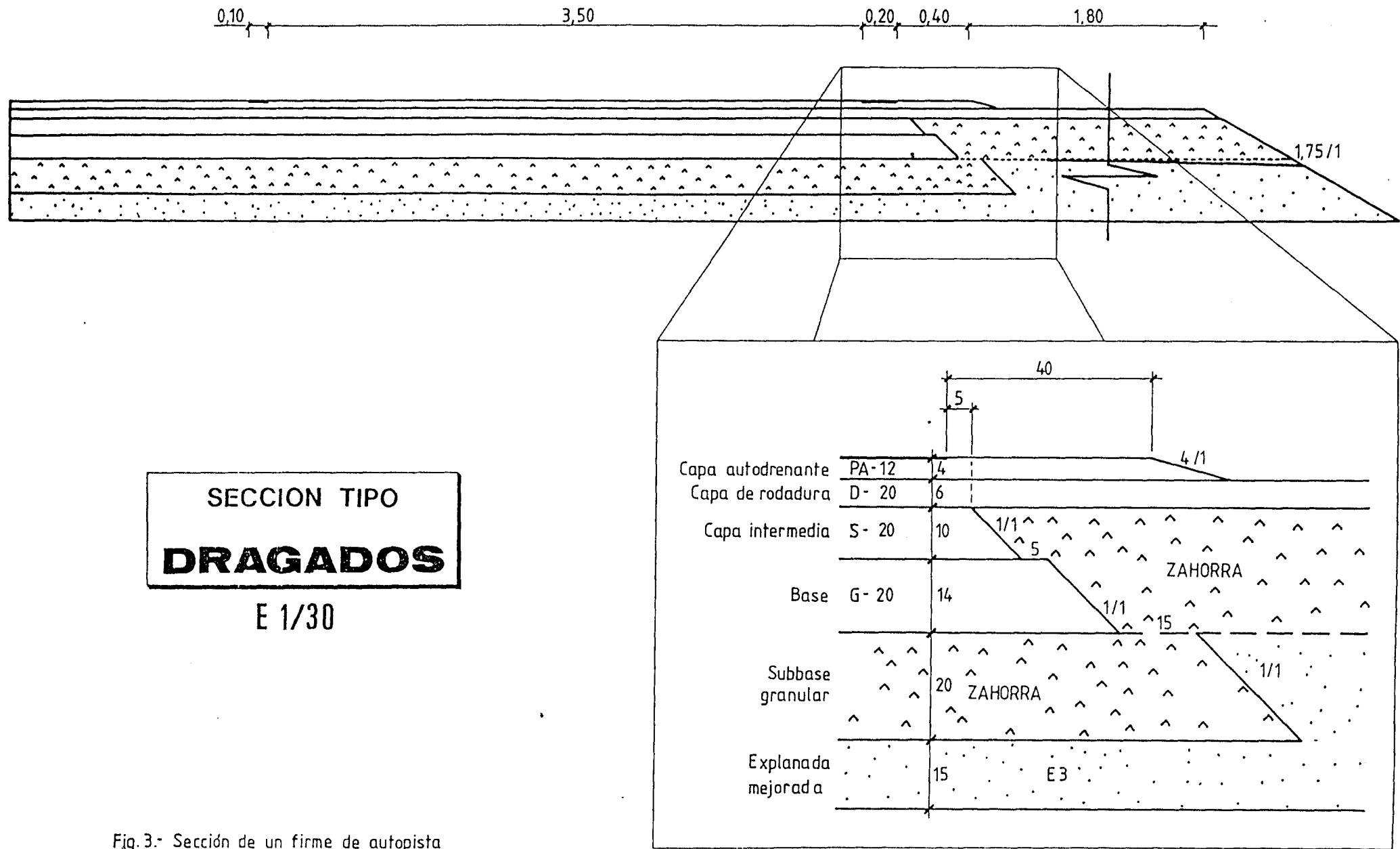


Fig. 3.- Sección de un firme de autopista

PRINCIPALES ESPECIFICACIONES DE LOS ARIDOS PARA CARRETERAS EN BASE AL PLIEGO PTG3/75.

AMBITO		% Partic. fractura.	Desgaste Los Angeles	Equivalente arena	Plasticidad	Coef. Pulido Acelerado	Adhesividad	Est. SO ₄ Mg		Terrones arcillas	Materia organica	Indice de lajas
SUB-BASES GRANULARES			<50	>30 (T.P.) >25 (T.L.)	N.P. (T.P.) LL<25 (T.L.) IP<6							
ZAHORRA NAT.			<50-40	>30-25	NP(TP) LL<25; IP<6(TL)							
ZAHORRA ARTIF		75-50	<35-30	>30	NP							<35
BASES MACADAM		>75	<35	>30(Recebo)	N.P. (Recebo)			<16%	<24%			
GRAVA-CEMENTO		>50	<40(M.R.) <30(T.P.) <35(T.L.)	>30	<T40 ASTM N.P. (T.P.) LL<25 (T.L.) IP<6			<16	<25%	<2% en peso	<0,05% expresado en ácido tánico	
GRAVA - EMULSION		>50	<30 (T.P.) <35 (T.L.)	>45 ó >25	N.P. ó <10							
GRAVA-ESCORIA		>50	<30 (T.P.) <35 (T.L.)	>30	N.P.							
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES		>75(A.G.)	<40	>50 ó >35		>0,40(A.G.)	>75%(A.G.)* >4%(A.F.)	<16% ^(A.G.) =12% ^(A.F.)	<24% =18%			35(A.G.)
MEZCLAS BITUMIN.	frio	>75(A.G.)	<35(B.e I.) <30(R.)	>40(B.)		>0,45(T.P.) >0,40(T.L.)	>95%(A.G.)* >4%(A.F.)	<12%	<18%			<30(T.P.) <40 <35(T.L.)
	cal.		<30(B.) <25(I.y R.)	>45(I.y R.)								
PAVIMENTOS DE HORMIGON HIDRAULICO		<35										>30 % de part. siliceas

T.P. Tráfico pesado y medio
T.L. Tráfico ligero
M.R. Morteros para rellenos

B. Capa de base
I. Capa intermedia
R. Capa de rodadura

A.G. Arido grueso (>2,5 UNE)
A.F. Arido fino (<2,5 y >0,080 UNE)

* Ensayo de inmersión en agua
N.P. No plástico

Como la angulosidad está vinculada a la existencia de caras planas en las partículas de áridos, se considera que, para su empleo, éstas deben tener un porcentaje mínimo de caras fracturadas (2 o mas fracturas por partícula).

- Coeficiente de desgaste Los Angeles (árido grueso): Norma NLT-149/72. Mide la resistencia al desgaste del árido y por tanto incide en la durabilidad del pavimento ya que se produciría una degradación granulométrica por fragmentación de los mismos, además de un arranque de partículas en capas de rodadura. Además de con la resistencia intrínseca del árido, el coeficiente varía con la forma de las partículas y, mas ligeramente, con la granulometría de ensayo.

- Equivalente de arena (árido fino y filler): Norma NLT-113/72 o ensayo del azul de metileno: Norma NLT-171/86. Para la valoración de materiales pulverulentos en áridos finos.

- Plasticidad (árido fino y filler): Límite líquido (Norma NLT-105/72) y límite plástico (Norma NLT-106/72). El material fino no debe presentar propiedades plásticas por los efectos negativos que se producirían en el aglomerado al variar las condiciones de humedad.

- Coeficiente de pulido acelerado (árido grueso): Norma NLT-174/72. Mide la resistencia al deslizamiento de un pavimento bituminoso. Aquellos áridos que contienen minerales muy alterables que dan origen a fracciones arcillosas o a otros minerales deslizantes (p. ej. serpentinitas-talco) que tienden a subir a la superficie del firme son inadecuados.

Las irregularidades superficiales iniciales de un firme aseguran una buena adherencia de los neumáticos de los vehículos a la capa de rodadura. Con el uso tiene lugar un

proceso de pulido de la superficie de los áridos. Este pulido se produce en todos los tipos de áridos, y suele ser rápido en los primeros meses, estabilizándose al cabo de un tiempo dentro de unos límites que, para unas mismas condiciones de abrasión, dependen fundamentalmente de la naturaleza del árido.

Con la calzada seca, la microrugosidad superficial es normalmente suficiente para mantener una seguridad aceptable en la conducción. No obstante, en condiciones húmedas la ausencia de irregularidades en la textura superficial de los áridos puede motivar el que la lámina de agua que se genera en la rodadura del neumático en contacto con el pavimento no llegue a romper por falta de puntos de presión en los áridos. En estas circunstancias existe un importante riesgo de que se produzca la pérdida del control de conducción de un vehículo por deslizamiento.

El grado de pulido que admite un árido no depende tanto de la dureza absoluta de sus minerales constitutivos como de su tamaño y, sobre todo, de la presencia de dos o más componentes con dureza contrastada. El microdesgaste diferencial que se produce en esta última circunstancia asegura normalmente superficies microrugosas. Es el caso contrario a materiales compactos de naturaleza monomineral, que en general alcanzan grados de pulido elevados. Una solución que a veces se adopta con este tipo de áridos es combinarlos con otros con escasa susceptibilidad al pulimento.

- Adhesividad a los ligantes bituminosos (árido grueso (Norma NLT-166/76) y fino (Norma NLT-355/74.)): La estabilidad de la mezcla árido/ligante en un pavimento bituminoso depende de que no se produzca, a lo largo de la vida del firme, y por la acción combinada del tráfico y el agua, un desplazamiento de la película de ligante que envuelve las

partículas de árido. Esto dependerá del carácter hidrófilo o hidrófugo del árido. Los áridos ricos en cuarzo o silicatos ácidos presentan un carácter polar negativo en presencia de agua, que tiende a desplazar el ligante de las partículas de árido (por ello se recurre, cuando es preciso, a utilizar aditivos para mejorar la adherencia).

- Estabilidad al sulfato sódico y/magnésico (árido grueso y fino): Norma UNE-7136/58. Su reactividad con otros componentes puede producir la degradación del firme.

- Terrones de arcilla: Norma UNE-7133. El árido debe estar libre de terrones de arcilla.

- Materia orgánica: Norma UNE-7082. No debe contener materia orgánica.

- Índice de lajas (árido grueso): Norma NLT-354/74. Mide la forma de las partículas, la cual influye en la resistencia mecánica del conjunto (menor cuanto menos cúbicas sean), tanto al choque como a la atrición. Se acepta que esto es debido a que las partículas lajosas tienden a formar "puentes" dentro del esqueleto del aglomerado, que pueden romperse con cierta facilidad produciendo una degradación granulométrica de la mezcla y el consiguiente deterioro de la misma.

La forma de las partículas depende, por una parte, de las características texturales del árido, tamaño de los minerales constitutivos y presencia de texturas orientadas, y por otra, del tipo de cadencia de machaqueo empleado en la obtención del árido. Reducciones amplias de tamaños propician partículas lajosas. Por otro lado, las machacadoras de martillos conducen a mejores coeficientes de forma que las de

mandíbula, aunque éstas, por su mayor rentabilidad, son las más utilizadas.

- **Densidad relativa y absorción de agua:** Normas NLT-153/76 y NLT-154/76. La primera de las normas se refiere a partículas de tamaño superior a 5 mm, y la segunda a las de tamaño inferior.

- **Limpieza superficial de las partículas:** Norma NLT-172/86. La presencia de polvo, líquidos contaminados y patinas de alteración en la superficie del árido dificulta la mezcla íntima con el ligante, en detrimento del correcto comportamiento de la mezcla. La contaminación de los áridos puede derivarse de los procesos de machaqueo o lavado o producirse por el abandono de los acopios durante un largo período.

La Instrucción 6.1 y 2-IC sobre carreteras y secciones de firme, establece, en relación con los áridos, algunas prescripciones complementarias a las recogidas en el PPTG-3/75:

- **Explanadas:** Se recomienda realizar un mínimo de un ensayo CBR (Norma NLT-111/78), aleatoriamente situado, por cada hectómetro de explanada constituida por terreno natural (eventualmente escarificado y compactado); y al menos una determinación del índice CBR por cada tipo de suelo de la explanada.

En los terraplenes y pedraplenes la categoría de la explanada dependerá de las características de los materiales utilizados en su coronación (ver también 2.4.4. Pedraplenes y Terraplenes).

Materiales para las secciones de firme:

- Mezclas bituminosas: Artículos 541 y 542 del PPTG-3/75.

Están constituidas por:

- Arido grueso (> 2,5 mm)
- Arido fino (2,5 mm a 0,080 mm)
- Filler (< 0,080 mm)
- Ligante bituminoso o betún

Los áridos forman un esqueleto rígido y resistente cuyos huecos son rellenados por partículas finas (filler) y betún (ligante).

Arido grueso, fino y filler constituye el 95 % del peso de la mezcla bituminosa. Sus características y propiedades son fundamentales y en general debe ofrecerse calidad y homogeneidad del tamaño al suministrar los áridos.

El betún mantiene las partículas unidas y da cohesión a la mezcla.

Las mezclas bituminosas se clasifican en :

- Mezclas bituminosas en caliente (obtenidas por calentamiento del ligante y los áridos y puesta en obra a temperatura muy superior a la del ambiente).

- Mezclas bituminosas en frío (no precisan calentamiento y se ponen en obra a temperatura ambiente).

Según la cantidad de Arido grueso hay 4 tipos de mezclas:

- Mezclas densas (D): Ar. grueso 50-65 %
- Mezclas semidensas (S): Ar. grueso 55-70 %
- Mezclas gruesas (G): Ar. grueso 65-80 %
- Mezclas abiertas (A): Ar. grueso 80-90 %

También varían las proporciones de árido fino y filler.

Cuando se añade el ligante pueden quedar huecos con aire dando, según la proporción, mezclas cerradas o abiertas.

El tipo de mezcla a utilizar depende de:

- El tráfico
- La posición de la capa en el firme
- La clase de firme

Como ligantes bituminosos se pueden emplear:

- Betunes asfálticos
- Betunes fluidificados
- Emulsiones asfálticas
- Alquitrane

Control de calidad: Del árido grueso se realiza esencialmente por medio del desgaste los Angeles, el Coeficiente de Pulido Acelerado, la adhesividad y el índice de lajas.

Los áridos finos que procedan de machaqueo se obtendrán a partir de aquel material que cumpla las condiciones exigidas para el árido grueso. Es importante controlar su adhesividad.

El filler debe tener una granulometría en los siguientes límites:

<u>Tamiz UNE</u>	<u>Contenido Ponderal Acumulado (%)</u>
0,60	100
0,16	90 - 100
0,080	75 - 100

Su densidad (determinada por el ensayo de sedimentación de tolueno NLT-176/74) es una medida de su finura y de la estabilidad del ligante en el sistema filler-betún:

Actividad normal . D: 0,5 - 0,8 g/cm³
Actividad alta . D:> 0,8 g/cm³
Actividad baja . D:< 0,5 g/cm³

Coefficiente de emulsibilidad: Es un ensayo que depende de la persona que lo realiza. Poco preciso a veces por diversos factores. Debe ser <0,6.

A continuación se recoge una breve descripción de algunos de los principales términos utilizados en carreteras:

- Hormigón vibrado: Artículo 550 del PPTG-3/75. Es una mezcla homogénea de áridos, agua y conglomerante para pavimentos. Tiene mayor contenido en cemento que el hormigón magro.

- Tratamientos superficiales con riegos de gravilla: Artículo 533 del PPTG-3/75. Aplicación de ligante sobre una superficie, complementada por una o varias extensiones de árido.

- Tratamientos superficiales con lechada bituminosa: Artículo 540 del PPTG-3/75. Aplicación sobre una superficie de una o varias capas de un mortero bituminoso fabricado en frío con áridos y cuya consistencia a T_a ambiente es adecuada para su puesta en obra.

- Hormigón compactado: Artículo 551 del PPTG-3/75.

- Hormigón magro: Artículo 517 del PPTG-3/75. Similar al hormigón vibrado pero con menos contenido en cemento. El

tamaño máximo del árido grueso que se admite es de 40 mm, con un coeficiente de desgaste Los Angeles inferior a 30 %.

- **Gravacemento:** Artículo 513 del PPTG-3/75. Mezcla íntima, realizada en planta, de áridos, agua y eventualmente aditivos. Se emplea para algunos tipos de secciones del firme con especificaciones basadas en la resistencia a la compresión simple y a la tracción indirecta de probetas de aglomerados.

- **Suelocemento:** Artículo 512 del PPTG-3/75. Mezcla íntima realizada en obra, convenientemente compactada, de áridos, cemento y agua y eventualmente aditivos.

- **Zahorra artificial:** Artículo 501 del PPTG-3/75. Árido obtenido por machaqueo y con una granulometría de tipo continuo. El Coeficiente de limpieza debe ser mayor de 2.

- **Zahorra natural:** Artículo 501 del PPTG-3/75. Material formado por áridos no triturados, suelos granulares, o una mezcla de ambos y cuya granulometría es de tipo continuo. El Coeficiente de limpieza debe ser mayor de 2 y la capacidad de soporte definido por un CBR no inferior a 20.

- **Riego de imprimación:** Artículo 530 del PPTG-3/75. Aplicación de un ligante sobre una capa granular, previamente a la colocación de una capa o tratamiento bituminoso.

- **Riego de adherencia:** Artículo 531 del PPTG-3/75. Aplicación de un ligante sobre una superficie no imprimada, previamente a la colocación de una capa bituminosa.

- **Riegos de curado:** Artículo 532 del PPTG-3/75. Aplicación de una película impermeable de ligante o de un producto

especial sobre una capa tratada con un conglomerado hidráulico.

Especificaciones para áridos previstas en el nuevo Pliego

Se está elaborando un nuevo Pliego de Prescripciones Técnicas para carreteras, los únicos datos de los que se dispone son los recogidos en Muelas Valdeoliva (opus. cit.).

Tratamientos superficiales mediante riego con gravilla.

Remite al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para fijar la proporción mínima de partículas que presenten dos o más caras de fractura, el coeficiente de limpieza, el máximo valor del coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, el mínimo valor del coeficiente de pulido acelerado y el índice de lajas máximo.

En cuanto a la adhesividad, se considera que, salvo especificación contraria del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, es suficiente cuando, simultáneamente, sea superior al 95 % y cumpla un porcentaje (> 90 % en masa por vía húmeda y > 80 % en masa por vía seca) en el ensayo de placa Vialit (Norma NLT-313/87).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece los siguientes criterios de calidad de acuerdo con la categoría de tráfico prevista.

- Proporción mínima de partículas de árido grueso con dos o más caras de fractura: 100 a 75.
- Valor máximo del coeficiente de limpieza: 0,5 a 1
- Coeficiente máximo de desgaste Los Angeles: 15 a 30
- Coeficiente mínimo de pulido acelerado: 0,50 a 0,40
- Valor máximo del índice de lajas: 20 a 30.

Tratamientos superficiales con lechada bituminosa.

Se pide un equivalente de arena inferior a 35 (emulsión aniónica) o inferior a 50 (emulsión catiónica). De no cumplirse esta condición, su índice azul de metileno deberá ser inferior a 1.

Se exige que los áridos estén exentos en terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

Para el árido grueso se exige un índice de lajas inferior a 30.

Para el árido fino se pide un índice de adhesividad superior a 4.

El resto de las especificaciones para áridos se fijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, según la categoría de tráfico prevista.

- Proporción mínima de partículas del árido grueso que presenten dos o mas caras de fractura: 90 a 75 .
- Coeficiente máximo de desgaste Los Angeles: 20 a 30
- Coeficiente mínimo de pulido acelerado: 0,45 a 0,40

2.4.2. HORMIGONES

El hormigón es un aglomerado constituido por áridos, agua y cemento en distintas proporciones.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Deben pues cumplir los requisitos siguientes (Alonso Ramirez, 1988):

- Poseer resistencias mecánicas aceptables, especialmente a la comprensión y al desgaste, según los casos.

- Ser compactos, exentos de poros, grietas o fisuras.

- Tener buena resistencia a la fricción, especialmente cuando se van a utilizar en obras de tráfico rodado o hidráulicas.

- No contener sustancias solubles en agua o susceptibles de descomponerse por los agentes exteriores a los que han de estar sometidos una vez puestos en obra. No deben contener sustancias que puedan ser activas frente al cemento.

- Hallarse limpios superficialmente, exentos de materiales terrosos o pulverulentos adheridos.

Son perjudiciales aquellas sustancias que provocan: un aumento del agua a utilizar lo que disminuye la resistencia del hormigón, las que disminuyen la adherencia entre el cemento y la arena y grava y los compuestos que retrasan la

hidratación del cemento o reaccionan químicamente con el mismo.

En relación a estos puntos intervienen características tales como:

Características físicas:

- Una distribución granulométrica adecuada al uso que se considere.

Al reducirse el tamaño máximo de un árido, y para un mismo volumen, su superficie específica aumenta y necesita por tanto, a igualdad de consistencia, mayor cantidad de agua de amasado y de cemento. Así pues, conviene utilizar el tamaño de grano adecuado al uso considerado de tal manera que la superficie total de los granos del árido tenga el menor valor posible.

La densidad aumenta en general con el tamaño máximo (en el caso de áridos ligeros puede disminuir).

Para obras de hormigón en masa, el límite práctico del tamaño máximo de un árido se sitúa en 160 mm.

Se han utilizado distintos índices, entre los que destaca, por su mayor uso, el "índice o módulo de finura" definido como la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados sobre cada tamiz, para una serie de tamices dada. La principal ventaja del módulo de finura estriba en su utilización para el control de granulometrías de una cantera determinada, pero no da tanta información como la curva granulométrica, ya que dos curvas distintas pueden tener el mismo módulo de finura; sin embargo, sí da una idea

del tamaño de los granos, debido a que cuanto más gruesa es la muestra, mayor es su módulo de finura.

El aprovechamiento económico de un yacimiento, es tanto mejor cuanto más próximo a la unidad sea el mencionado índice.

Se suelen definir las granulometrías de las distintas fracciones mediante dos líneas, relativamente próximas entre sí, que delimitan unas bandas denominadas "husos granulométricos", y que marcan los límites de variación admisibles de la granulometría del árido considerado o bien se utilizan para marcar los límites entre los que se debe encontrar la granulometría de cualquier árido para considerarlo utilizable en ciertos hormigones.

- Las partículas friables y blandas (Ensayo Los Angeles (AG) y el ensayo micro-Deval (AF)).

Son aquellas que están caracterizadas por una débil adherencia entre los granos que las constituyen (friables) tales como los fragmentos de rocas muy erosionadas (granitos y neises), las variedades terrosas de óxidos de hierro y las areniscas poco cementadas; o que la materia de la que están formadas sea blanda y poco resistente como: fragmentos de conchas erosionadas, calizas blandas, dolomías blandas y arenas con matriz arcillosa o limonítica.

Los efectos que unas y otras tienen sobre el hormigón, dependen en gran medida de la cantidad en que se encuentren. Así, cuando ésta es pequeña los defectos son localizados y son de tipo superficial (decapados, picaduras, etc.) pero si es significativa reduce las propiedades mecánicas del hormigón, sobre todo la resistencia a la abrasión de las superficies de hormigón expuestas a acciones de atrición o

impacto. También disminuye fuertemente la resistencia de los hormigones frente a las heladas ya que estas partículas se destruyen con facilidad y facilitan la destrucción del resto del hormigón. Su composición arcillosa puede facilitar en mayor o menor medida procesos de expansión.

- Terrones de arcilla (UNE 7133).

Este tipo de impurezas se da, sobre todo, en los áridos rodados y se producen por aglomeración de pequeñas partículas de arena y arcilla o de esta última solamente. Se caracterizan por su alto grado de friabilidad y por su pequeña cohesión e inestabilidad frente al agua; por ello, cuando no han sido suprimidos, pueden aumentar peligrosamente la cantidad de finos del hormigón durante el proceso de amasado del mismo. En algunos casos no se deshacen con tanta facilidad y aguantan el amasado y colocación del hormigón pero, son fuentes de graves problemas cuando la obra está sometida a ciclos de humedad y secado o a acciones de rozamiento, por la facilidad con que se destruyen frente a estos procesos.

La existencia de terrones de arcilla indica un insuficiente lavado de los áridos y, por tanto, la solución a este problema pasa por la realización de aquél de una forma más intensa y cuidadosa.

- Finos menores de 0,08 mm (UNE 7135 y 83131)

Los áridos cuyo tamaño es menor que 0,08 mm están considerados como una impureza, por los efectos nocivos que tienen sobre las propiedades del hormigón. El principal problema que ocasionan es el incremento de agua de amasado, debido a la gran superficie específica de estos finos. Este fenómeno es realmente importante cuando la naturaleza mineralógica de los mismos pertenece al grupo de las

montmorillonitas, esmectitas y nontronitas, ya que pueden fijar, por absorción, grandes cantidades de agua, debido a su configuración microestructural laminar, produciendo aumentos de su volumen que pueden llegar hasta ocho veces el original. Este juego de aumento de volumen con la humedad y disminución en los procesos de secado, hace que el hormigón se microfisure. Es por ello, que todas las especificaciones apuntan a limitar, por un lado, la cantidad de finos que contengan los áridos y, por otro, a rebajar mucho estos límites cuando los finos están constituidos por los aludidos minerales de arcilla.

- La forma y superficie de las partículas

La forma de las partículas (que puede variar desde acicular a casi esférica) afecta a la trabajabilidad del hormigón, más favorable cuanto más esféricos sean los granos y necesitándose menos agua y menor cantidad de pasta (cemento + agua) para cohesionarlo.

En general los áridos naturales presentan superficies más o menos pulidas, mientras que los áridos de machaqueo tienen las superficies rugosas. Afecta a la cohesión ya que las superficies muy pulidas dificultan la trabazón granos-pasta y las muy rugosas pueden facilitar procesos de degradación en el hormigón.

Desde el punto de vista práctico, se trabaja con tarjetas de silueta, que contemplan los dos conceptos de forma, redondez y esfericidad, sobre todo si se trata de áridos finos. En el cuadro-4 puede verse la influencia que sobre las propiedades mecánicas de un hormigón tienen la forma, la superficie y el módulo de elasticidad de los áridos, manteniendo el resto de las características constantes.

CUADRO-4

Influencia de la forma, textura y módulo de elasticidad de los áridos, sobre las resistencias a flexión y compresión del hormigón.			
RESISTENCIAS	Efecto relativo, en % de las siguientes propiedades		
	Forma	Textura superf.	Modulo de elast
Flexión	31	26	43
Compresión	22	44	34

Fuente: Muelas Valdeolivas, (1988).

- El peso específico y absorción (UNE 83-134, UNE 83-135)

Tienen utilidad para la previsión de superficies de almacenaje de áridos, para estudios de compacidad de mezclas y para los estudios de dosificación de hormigones.

- El contenido de humedad de los áridos.

En función del contenido de agua el árido puede estar seco, saturado y con la superficie seca, y sobresaturado.

Los dos primeros son los que se utilizan en los estudios de dosificación, ya que son constantes sus características ponderales, para un material determinado. El tercero de los estados se da cuando el material se utiliza recién lavado o cuando está apilado a la intemperie y se moja por las lluvias.

La determinación de la humedad del árido en el momento de su utilización es una prueba importante previa a las correcciones que hay que realizar en los pesos de los mismos y en el agua del amasado.

- Porosidad y resistencia a las heladas

La porosidad de los áridos es una característica que afecta de forma importante a la mayoría del resto de sus propiedades tales como densidad, resistencia, absorción y resistencia a los ciclos de hielo y deshielo.

El "volumen aparente" de un árido es la suma de los volúmenes de la parte maciza y sus poros accesibles e inaccesibles. "La porosidad" es la relación que existe entre el volumen de poros y el "volumen aparente".

Además del volumen total de poros, los parámetros que describen el sistema de poros de un sólido poroso son la forma y la distribución de tamaños de los poros. A todo ello se le suele llamar "la estructura porosa".

Las distintas técnicas utilizadas para medir los dos parámetros que definen la estructura porosa (forma y tamaño de poro), se han desarrollado basados en la medidas de adsorción de vapor, la permeabilidad y la absortividad.

La porosidad de los áridos tiene efectos sobre otras propiedades de los áridos y sobre el hormigón.

Afecta a sus resistencias, a su desgaste a la ábrasi3n, a su resistencia al impacto, a sus módulos de elasticidad y de Poisson; pero el efecto más importante se produce sobre la absorci3n del árido.

También, en ambientes cíclicos de humedad-secado, puede contribuir fuertemente a la retracci3n del hormig3n.

El efecto más importante es sobre la durabilidad del hormig3n frente a las heladas. Cuando la porosidad del árido

es muy pequeña ($< 1 \%$), la resistencia a las heladas está garantizada. Cuando el tamaño de poro es muy pequeño puede producirse la rotura de la matriz del aglomerado debido a la presión hidráulica ejercida por el agua de saturación al ser empujada por el efecto la expansión del hielo formado en la superficie del poro (presión hidráulica de Powers). La "distancia crítica" para que esta rotura se produzca es de 0,2 mm en la pasta de cemento endurecida y es similar en algunos áridos (esquistos) y pueden entonces romperse aquellas partículas saturadas mayores de 0,2 mm. Cuando los áridos tienen grandes poros y altas permeabilidades y así sus "distancias críticas" son grandes no se produce la rotura en las partículas, pero el agua puede atravesarlas y producir la rotura en la pasta. Así pues para que el hormigón sea durable conviene trabajar con baja relación agua/cemento para conseguir una alta impermeabilidad de la pasta.

Otras propiedades físicas de los áridos para hormigones:

- Resistencia al impacto y tenacidad (Ensayos de impacto Británico, Marshall, etc.)
- Resistencia a la abrasión (máquina de Los Angeles, etc)
- Resistencia al desgaste por rozamiento (Máquina Dorry, etc.)
- Dureza superficial (al rayado, penetración y golpe)
- Propiedades térmicas (coeficiente de expansión térmico, conductividad, difusividad y calor específico)

Otras propiedades físicas sobre las que la influencia del árido no se conoce o es dudosa son las resistencias a comprensión, flexión y tracción, el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson (Muelas Valdeolivas, 1988).

Características químicas:

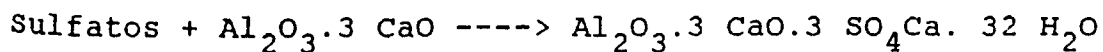
Materiales como los ópalos, las calcedonias y, en general, las rocas vítreas poco cristalinas, poseen la propiedad de reaccionar con los metales alcalinos aportados al hormigón por el cemento pórtland, dando lugar a fuertes expansiones debidas a la aparición de geles dotados de grandes volúmenes moleculares. Estas expansiones pueden llegar incluso a destruir la obra de hormigón, a medio y largo plazo.

La reacción observada se denomina "reacción álcali-árido" y suele darse cuando se usan materiales pétreos de tipo opalino. Otro tipo de reacción destructiva, consiste en que ciertos granitos con cuarzo con extinción ondulante y/o feldespatos ricos en potasio (ortoclasas) son capaces, en ciertas circunstancias, de interaccionar con el hidróxido cálcico, producido en las reacciones de hidratación del cemento pórtland con el agua de amasado. Como consecuencia se producen, entre otros, unos intercambios de potasio por calcio, en las interfases pasta-árido originándose geles voluminosos que provocan enormes fuerzas expansivas capaces de destruir las obras de hormigón.

Los principales minerales que pueden resultar nocivos en los áridos utilizados en la preparación del hormigón son:

Los ópalos y las variedades de cuarzo citadas resultan potencialmente reactivos con los álcalis del cemento pórtland, dando lugar a las reacciones del tipo "álcali-árido".

Las piritas se oxidan pasando a sulfatos, los cuales pueden formar ettringitas con el aluminato tricálcico del cemento, según:



compuesto dotado de una elevada masa molecular y que provoca fuertes expansiones en el hormigón.

Las piritas son especialmente peligrosas cuando resultan reactivas; en estos casos dan un precipitado azul verdoso de $\text{Fe}(\text{OH})_2$ que luego se oxida a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de color marrón, con gran aumento del volumen.

Los yesos presentan la dificultad propia de los sulfatos.

Los minerales de arcilla, finos y con elevada superficie específica (esmectitas, etc.), suelen recubrir los granos de arena y grava, siendo un obstáculo que se interpone entre la pasta de cemento y los áridos, impidiendo una adecuada cohesión.

Finalmente resultan también peligrosas ciertas variedades de granitos, con cuarzos y feldespatos inestables.

Los cloruros suelen encontrarse rellenoando poros o fijados a la superficie de los granos. Es fácil encontrarlos en las proximidades de las costas o de yacimientos de sal gema. Su principal efecto es la corrosión de las armaduras de hierro en el hormigón armado.

Los sulfuros pueden presentarse en los áridos como piritita y marcasita (S_2Fe) o como pirrotina ($\text{S}_n\text{Fe}_{n-1}$). En áridos sintéticos puede aparecer el sulfuro cálcico (SCa).

Los sulfuros reaccionan, a veces, con el hidróxido cálcico del cemento hidratado originando hidróxido de hierro. Otras variedades dan lugar a la aparición de sulfatos, por oxidación, con los peligros que ya hemos visto anteriormente.

La materia orgánica presente en algunos áridos suelen proceder de los ácidos húmicos y fúlvicos contenidos en las arcillas que poseen humus. Influyen en los fenómenos de hidratación del cemento pórtland, retardando el fenómeno del fraguado y reduciendo las resistencias mecánicas. Por otra parte, la adherencia entre la pasta de cemento y los áridos se obstaculiza por la presencia de finas películas de materia orgánica.

El agua de constitución en los áridos, (la que se desprende en muestras desecadas a 105°C cuando se calientan a temperaturas superiores a los 700 °C), provocan hinchamientos en el hormigón cuando aquellos contienen arcillas, o pueden llegar a reaccionar con el aluminato tricálcico, originando ettringitas cuando los áridos contienen yesos.

Los compuestos que reaccionan químicamente con el agua pueden producir aumentos de masa y de volumen en el seno del hormigón. En los áridos naturales esto ocurre con las arcillas, pizarras y materia orgánica, lo que puede originar expansiones. Los óxidos de calcio y magnesio presentes en los áridos reaccionan muy lentamente con el agua, provocando expansiones a medio y largo plazo.

Tipos de materiales

La arena de río suele ser muy pura y de buena calidad, siendo la más apreciada y utilizada. La arena de playa es aceptable, aunque en la mayoría de los casos sea necesario lavarla con agua dulce para evitar la aparición de eflorescencias. La arena de mina (xabre), suele contener impurezas arcillosas que, en caso de ser excesivas, requieren un lavado previo a su utilización. Por último, la arena de duna no es aplicable a la preparación de hormigón por su excesiva finura.

Especificaciones

El Real Decreto 824/1988, de 15 de julio, aprueba la Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-88) y la Instrucción para el proyecto y ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado (EF-88).

En su ANEJO-1, modifica la Instrucción EH-82 en lo relativo a los áridos siendo su campo de aplicación las construcciones, estructuras y elementos estructurales de hormigón normal ($P_c=2.000 - 2.800 \text{ kg/m}^3$), en masa o armado, fabricados con materiales indicados en la anterior Instrucción, y se excluyen expresamente los hormigones especiales: ligeros y pesados, los refractarios, con amianto, serrines, etc. Los que vayan a exponerse a temperaturas superiores a $70 \text{ }^\circ\text{C}$, las estructuras de hormigón pretensado y estructuras mixtas de hormigón y perfiles de acero.

En el punto 7.1 señala: "Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso".

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Se prohíbe expresamente el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

No deben emplearse áridos tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan

nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc.

Los sulfuros oxidables (por ejemplo, pirrotina, marcasita y algunas formas de pirita), aun en pequeña cantidad, resultan muy peligrosos para el hormigón, pues por oxidación y posterior hidratación se transforman en ácido sulfúrico y óxido de hierro hidratado, con gran aumento de volumen.

Ciertos tipos de rocas de naturaleza silíceas (por ejemplo, ópalos, dacitas, etc), así como otras que contienen sustancias carbonatadas magnesianas (por ejemplo, dolomitas), pueden provocar fenómenos fuertemente expansivos en el hormigón e inciertas condiciones hidrotérmicas y en presencia de los álcalis provenientes de los componentes del hormigón (reacción árido-álcali). Otros tipos de reacciones nocivas pueden presentarse entre el hidróxido cálcico liberado durante la hidratación del cemento y áridos que provienen de ciertas rocas magmáticas o metamórficas.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido o fracción del mismo que pasa un tamiz de 5 mm, de luz malla (tamiz 5 UNE 7.050); por "grava" o "árido grueso", el que resulta retenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no haya lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo de un árido, queda definido en la nueva EHM como "la mínima abertura de tamiz, UNE 7.050, por el que pase más del 90 %, en peso, cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble". Se denomina tamaño mínimo de un

árido, la máxima abertura de tamiz UNE 7.050 por el que pase menos del 10 % en peso.

Las especificaciones recogidas en la Instrucción se sintetizan en el cuadro-5, añadiéndose a continuación aquellas aclaraciones que se consideran más convenientes:

Aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas, entendiéndose como tal aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 50 por 100 de calcita, que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas siempre que el valor de azul de metileno (el ensayo es extraordinariamente sensible a la presencia del mineral montmorillonita, que es el más nocivo para el hormigón)(UNE 83.130/87) sea igual o inferior a 0,60 gramos de azul por cada 100 gramos de finos, para obras en ambientes I y II o bien igual o inferior a 0,30 gramos de azul por cada 100 gramos de finos para obras en ambiente III o que hayan de soportar ciclos de hielo-deshielo.

El empleo de áridos gruesos con formas inadecuadas dificulta extraordinariamente la obtención de buenas resistencias y, en todo caso, exige una dosis excesiva de cemento. Por esta razón, es decir, para evitar la presencia de áridos laminares y aciculares en una proporción excesiva, se limita inferiormente el coeficiente de forma de la grava.

Además, el ion cloro total aportado por los componentes no excederá del 0,4 por 100 del peso del cemento cuando se trate de obras de hormigón armado, salvo justificación especial de que no altera perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón y a las armaduras, ni a corto ni a largo plazo.

CUADRO 5

Especificaciones para los áridos utilizados en la fabricación de hormigones en masa o armados (EH-82 + EH-88) y pretensados (EP-80).

DETERMINACIONES	ENSAYO UNE	EH-82+EH-88		EP-80	
		A. FINO	A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO
Terrones de arcilla	7133	< 1,00	< 0,25	< 1,00	< 0,25
Partículas blandas	7134	-	< 5,00	-	< 5,00
Finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE 7050	7135	< 6,00 <15,0**	< 1,00 < 2,00**	< 5,00	< 1,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE 7050 y que flota en un líquido de peso esp. 2,0	7244	< 0,50	< 1,00	< 0,50	< 1,00
Compuestos de azufre expresados en SO ₄ ⁻ y referidos al árido seco.	7245	< 1,20	< 1,20	< 0,50	< 1,20
Compuestos de azufre expresados en SO ₃ ⁻ y referidos al árido seco.	83120	< 0,4	< 0,4		
Cloruros expresados en CL ⁻ y referidos al árido seco.	*	-	-	< 0,03	< 0,03
Contenido en materia orgánica	7082	Menos obscuro que la substn. patrón			
Reactividad potencial con los álcalis del cemento.	7137	Concent. de SiO ₂ >R si R> 70 Concent. de SiO ₂ > 35+0,5R si R<70			
Pérdida de peso tras cinco ciclos con soluciones de sulfato sódico o magnésico	Na	< 10	< 12	< 10	< 12
	Mg	7136	< 15	< 18	< 15
Absorción en agua para los áridos.	83133				
	83134	< 5	< 5		
Coefficiente de forma del árido grueso.	7238	-	> 0,15	-	> 0,20
Equivalente de arena.	83131/ 87	75(1) 80(2)			
Friabilidad de la arena(Ensayo MicroDeval).	83115	< 40			
Resistencia al desgaste de la grava (Ensayo Los Angeles).	83116	-	< 40		

* Según método de ensayo

(1) Para ambientes I y II

** Para calizas de machaqueo

(2) Para ambientes III o ciclos hielo - deshielo

2.4.3. VIAS FERREAS

Los áridos utilizados en vías férreas son de dos tipos: balasto y gravilla. En cuanto al balasto se diferencian:

- Balasto Tipo B: Utilizado en trayectos con tráfico inferior a 4.000 T.K.B.R./Km x día (toneladas kilómetro brutas remolcadas/km x día) y traviesa de madera. Se utilizan en las operaciones de mantenimiento de vías de cualquier tráfico y armamento que tengan banqueta de balasto calizo.

- Balasto Tipo A: Utilizado en el resto de instalaciones.

Debe evitarse la mezcla de ambos tipos, debiendo estar convenientemente individualizadas las canteras y suministros para cada tipo.

La granulometría del balasto está comprendida entre 31,5 mm y 63 mm.

A su vez, dentro de la gravilla se diferencian dos tipos:

- Gravilla Tipo A: Utilizada para nivelación por realce de la vía.

- Gravilla Tipo B: Utilizada en entrevías de estaciones, paseos, etc.

El rango granulométrico de la gravilla es de 16 mm a 25 mm.

Características de la roca originaria

La piedra partida utilizada como balasto o gravilla para vías férreas puede tener diferentes naturalezas:

- Silíceas (preferentemente ígneas) para el balasto y la gravilla de tipo A.
- Calcáreas, duras, para el balasto del tipo B.
- Silíceas o calcáreas para la gravilla del tipo B.

No se admite para balasto el material que procede de cantos rodados.

La obtención del material se ha de realizar mediante extracción, machaqueo y cribado en frentes sanos de roca dura, siendo obligatorio limpiar y sanear convenientemente la montera para evitar contaminación con material inadecuado.

La normativa para balasto y gravilla para vías férreas (cuadro-6) se recoge en el Pliego P.R.V. 3-4-0.0/2 (RENFE).

CUADRO-6: ESPECIFICACIONES DE LOS ARIDOS PARA VIAS FERREAS

DETERMINACIONES	NORMA	BALASTO		GRAVILLA	
		A	B	A	B
Granulometria (m.m.)	*	31,5-63,0		16,0-25,0	
Limp. de los áridos. % pasa tam. 0,063 UNE	*	0,50		0,50	
Estabil. SO ₄ Mg (%)	NLT 158/72	8		8	
Resist. comp. simple (Kg/cm.2)	*	1.200	1.000	1.200	1.000
Desgaste L. A. (%)	NLT 149/72	19	22	19	26
Elementos aciculares (% máximo admisible)	*	6	8	6	8

* Según el pliego P.R.V. 3-4-0.0/2 (R.E.N.F.E.)

La calidad de la roca dependerá de su respuesta a los siguientes ensayos:

- Resistencia a compresión simple.
- Estabilidad frente a la acción de una solución saturada de sulfato magnésico.
- Curva granulométrica.
- Limpieza de los áridos: Deberán estar limpios de polvo u otras partículas procedentes del machaqueo o de elementos del suelo.
- Elementos aciculares: Deberán tener formas poliédricas, con aristas vivas. Las partículas alargadas tendrán una dimensión mayor no superior a tres veces la dimensión menor.
- Coeficiente de desgaste Los Angeles.
- Otros ensayos convenientes se orientan al conocimiento del espesor mínimo de los elementos granulares, calculado en función del D.L.A. y el tamaño de grano, y a la medida de la compresión simple mediante el ensayo de carga puntual Franklin sobre elementos irregulares.

2.4.4. OTROS USOS

Aridos para terraplenes

En las obras de gran desarrollo lineal se afecta a un gran número de tipos de terrenos, por lo que es difícil proceder, en cada caso, a un exhaustivo estudio de tipo geotécnico. Por ello, se ha tratado de establecer criterios sencillos que -pudiendo efectuarse con poco costo y con gran rapidez- permitieran establecer la posibilidad de utilización de un material como relleno (Oteo Mazo, 1988), explanada o coronación del terraplen.

La calidad del material para relleno dependerá de:

- Las características intrínsecas del material (granulometría, mineralogía, capacidad de absorción y retención de agua, etc.).

- Alteraciones que introducen las operaciones de manejo, en función de la maquinaria y tipo de operación, así como de de las condiciones ambientales.

Se han establecido diversas clasificaciones en base a las características intrínsecas del material complementadas con criterios que se refieren al segundo de los puntos anteriores. Las más conocidas y utilizadas son las clasificaciones de Casagrande (cuadros-7 y 8), la H.R.B. (cuadro-9) y la francesa (LCPC-SETRA).

El Pliego General de Condiciones Técnicas especiales para Obras de Carretera (PPTG-3) e Instrucciones 6.1. y 2-IC (Orden del 23 de Mayo de 1989), se establece una clasificación de suelos que incluye los límites para su posible aceptación (cuadro-10):

Lo conveniente sería realizar el análisis de los materiales disponibles para ser utilizados como préstamos considerando unas propiedades geotécnicas elementales (granulometría y plasticidad), su alterabilidad, la posibilidad de extracción, etc.

Aridos para pedraplenes

Siguiendo a Dapena García (1988), el pedraplen consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos idóneos, procedentes de canteras e incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento del pedraplén (eliminación de los materiales inadecuados).
- Precauciones especiales a tener en cuenta en la excavación, carga y transporte con el fin de no incorporar materiales inadecuados y de mantener la granulometría idónea.
- Extensión y compactación del material en capas suficientemente finas para que sea posible una buena compactación.

En los pedraplenes se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de transición: Parte superior del pedraplén con un espesor de un metro (si en el P. de P.T. Particulares no se indica expresamente otro espesor). El espesor de las tongadas disminuirá de abajo a arriba.

- Núcleo: Parte del pedraplén comprendida entre el cimiento y la transición (espesor máximo = 1 m).

- Cimiento: Parte inferior del pedraplén en contacto con el terreno. El cimiento podrá tener las mismas características que el núcleo. En caso contrario el P. de P. T. Particulares fijará su espesor.

- Zonas especiales: Son zonas del pedraplén con características especiales, tales como zonas inundables, zonas exteriores del núcleo, etc. De existir el P. de P. T. Particulares deberá fijar sus características y dimensiones.

En el P. de P. T. Generales de la Dirección General de Carreteras e Instrucciones 6.1. y 2-IC (Orden del 23 de Mayo de 1989) se establecen las condiciones generales que ha de tener el material que se utilice para la construcción de pedraplenes y que se refieren fundamentalmente a la calidad de los materiales y a la granulometría.

Como rocas adecuadas se definen las rocas sanas, compactas y resistentes. Sin embargo, los materiales que normalmente se utilizan se extraen, generalmente, durante las operaciones de explanación que afectan frecuentemente a rocas meteorizadas.

Las normas Francesas (SETRA o CPC, 1976) clasifican los materiales a utilizar en pedraplenes en tres grupos en función de su sensibilidad al agua: rocas insensibles al agua, rocas evolutivas y materiales putrestibles, combustibles, solubles o contaminantes.

La rocas evolutivas se clasifican a su vez en:

- . Materiales de estructura fina sin arcilla.
- . Materiales de estructura gruesa sin arcilla.
- . Materiales evolutivos arcillosos.

en función del tipo de material que originen en su evolución ya puestos en obra.

Dentro de los materiales evolutivos los más estudiados son las pizarras debido a su abundancia.

Normalmente se determina la sensibilidad al agua de áridos para pedraplenes de forma similar a los ensayos de estabilidad al sulfato sódico y magnésico, cubriendo por tanto el espectro desde árido fino hasta árido de cualquier tamaño (ver anexo de ensayos para pedraplenes).

Las condiciones de puesta en obra pueden hacer que el comportamiento de muchos materiales en pedraplenes sea aceptable, en particular en función de las condiciones climáticas de la zona en que se construyen. Se considera que la acción del agua es fuerte con precipitaciones superiores a 1.300 mm, es moderada con precipitaciones superiores a 500 mm, y es débil cuando la precipitación media anual es inferior a 500 mm (en Galicia la acción del agua será de moderada a fuerte).

Para su empleo en pedraplenes las rocas se clasifican en los siguientes grupos (Dapena García, opus cit.):

Rocas adecuadas: se podrán utilizar los materiales procedentes de las siguientes rocas, siempre que sean sanas, compactas y resistentes:

- Granitos, granodioritas y sienitas
- Aplitas, pórfidos y porfiritas
- Gabros
- Diabasas, ofitas y lamprófidios
- Riolitas y dacitas
- Andesitas, basaltos y limburgitas

- Cuarzitas y mármoles
- Calizas y dolomias
- Areniscas, conglomerados y brechas.

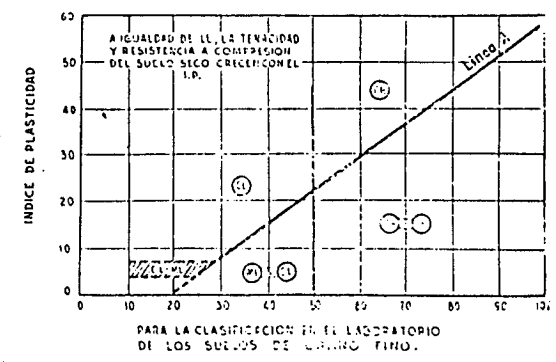
Rocas inadecuadas : No se podrán utilizar los materiales procedentes de las rocas siguientes:

- Serpentinias
- Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas
- Micacitas y filitas
- Anhidrita, yeso y rocas solubles
- Tobas calcáreas y caliches
- Arcosas y limolitas
- Las rocas que se desintegran espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactada, sufren una trituración importante o adquieren una consistencia terrosa.

Rocas que requieren un estudio especial: Pertenecen a este grupo todas las rocas no incluidas en ninguno de los dos anteriores, en especial:

- Peridotitas, traquitas y fonolitas
- Aglomerados y conglomerados volcánicos
- Neis, esquistos y pizarras
- Migmatitas, corneanas, anfibolitas y grauwacas
- Carniola, margocalizas y margas
- Argilitas
- Maciños, molasas, samitas y rodenos.

DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL		NOMBRES TÍPICOS		MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN INFERIOR A 0,42 MM.		IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
Suelos de grano grueso. Más de la mitad del material es retenido en el tamiz núm. 200. La dimensión del tamiz núm. 200 es, aproximadamente, la de la menor partícula apreciable a simple vista.	Gravas: Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz de 4,76 mm.	Gravas limpias (pocos o sin finos).	GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos o sin finos.	Amplia escala en el tamaño de las partículas y cantidades substanciales de los tamaños intermedios.		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ entre 1 y 3. Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para GW. Límites de ATTERNEC debajo de línea A: $IP < 4$. Límites de ATTERNEC sobre línea A con $IP > 7$. $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ entre 1 y 3. Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de ATTERNEC debajo de línea A o $IP < 4$. Límites de ATTERNEC sobre línea A con $IP > 7$.	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos o sin finos.	Principalmente un tamaño o serie de tamaños, con falta de los intermedios.			
			GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Finos no plásticos o de plasticidad reducida. (Para identificación, ver grupo ML.)			
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Finos plásticos. (Para identificación, ver grupo CL.)			
			SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos o sin finos.	Amplia escala en el tamaño de las partículas y cantidades substanciales de los tamaños intermedios.			
	Arenas: Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz de 4,76 mm.	Arenas limpias (pocos o sin finos).	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos o sin finos.	Principalmente un tamaño o serie de tamaños, con falta de los intermedios.			
			SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo.	Finos no plásticos o de plasticidad reducida. (Para identificación, ver grupo ML.)			
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Finos plásticos. (Para identificación, ver grupo CL.)			
			MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN INFERIOR A 0,42 MM.		RESISTENCIA A COMPRESIÓN	DILATANCIA		TENACIDAD (CONSISTENCIA EN LP)
			Suelos de grano fino. Más de la mitad del material pasa por el tamiz núm. 200. La dimensión del tamiz núm. 200 es, aproximadamente, la de la menor partícula apreciable a simple vista.	Limos y arcillas, Límite líquido menor de 50.	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas; limo limoso; arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		Ninguna a ligera.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media; arcillas con grava; arcillas arenosas; arcillas limosas.	Media a alta.			Nula a muy lenta.	Media.		
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas, de plasticidad reducida.	Ligera a media.			Lenta.	Ligera.		
Limos y arcillas, Límite líquido mayor de 50.	MH	Limos inorgánicos; suelos arenosos finos o limosos, con mica o diatomeas; limos elásticos.		Ligera a media.	Lenta a nula.	Ligera a media.		
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.		Alta a muy alta.	Nula.	Alta.		
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.		Media a alta.	Nula a muy lenta.	Ligera a media.		
Suelos de estructura orgánica.	Pt	Suelos turbosos u otros de alto contenido orgánico.	Fácilmente identificables por el color, olor, tacto esponjoso y frecuentemente por su textura fibrosa.					



(1) Casos límites: Los suelos que posean características de dos grupos, se deberán designar por la combinación de los símbolos de ambos grupos; por ejemplo: GW-GC.

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLO	VALOR COMO FUN- DAMENTO CUAN- DO ESTÁ SOME- TIDO A LA ACCIÓN DEL HIELO	VALOR COMO FUN- DAMENTO DIRECTAMENTE BAJO PAVIMENTOS BITUMINOSOS	CAPACIDAD PARA SEGREGAR HIELO	COMPRESIBILIDAD Y ENTUBECI- MIENTO	CARACTERÍSTICAS DE DRENAJE	EQUIPOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD EN SECO Tm./m. ³	C. B. R. in situ	MÓDULO DE REACCIÓN DEL TERRENO Kg./cm. ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GW	Excelente.	Bueno	Nula a muy ligera.	Casi nula.	Excelente.	Tractor de orugas, equipo sobre neu- máticos, rodillo liso.	2,00-2,24	60-80	8,3 ó más.
		GP	Bueno a excelente.	Malo a aceptable.	Nula a muy ligera.	Casi nula.	Excelente.	Tractor de orugas, equipo sobre neu- máticos, rodillo liso.	1,76-2,08	25-60	8,3 ó más.
		d	Bueno a excelente.	Aceptable a bueno.	Ligera a media.	Muy ligera.	Aceptable a malo.	Equipo s./ neumáticos, cilindros pata ca- bra; inspección estricta humedad.	2,08-2,32	40-80	8,3 ó más.
		u	Bueno	Malo.	Ligera a media.	Ligera.	Malo a prácticamen- te impermeable.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,92-2,24	20-40	5,54 a 8,30
		GC	Bueno	Malo.	Ligera a media.	Ligera.	Malo a prácticamen- te impermeable.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,92-2,24	20-40	5,54 a 8,30
	ARENAS	SW	Bueno	Malo.	Nula a muy ligera.	Casi nula.	Excelente.	Tractor de orugas, equipo sobre neu- máticos.	1,76-2,08	20-40	5,54 a 8,30
		SP	Aceptable a bueno.	Malo a inaceptable.	Nula a muy ligera.	Casi nula.	Excelente.	Tractor de orugas, equipo sobre neu- máticos.	1,60-1,92	10-25	5,54 a 8,30
		d	Bueno	Malo.	Ligera a alta.	Muy ligera.	Aceptable a malo.	Equipo s./ neumáticos, cilindros pata ca- bra; inspección estricta humedad.	1,92-2,16	20-40	5,54 a 8,30
		u	Aceptable a bueno.	Inaceptable.	Ligera a alta.	Ligera a media.	Malo a prácticamen- te impermeable.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,68-2,08	10-20	5,54 a 8,30
		SC	Aceptable a bueno.	Inaceptable.	Ligera a alta.	Ligera a media.	Malo a prácticamen- te impermeable.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,68-2,08	10-20	5,54 a 8,30
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS L.L. < 50	ML	Aceptable a bueno.	Inaceptable.	Media a muy alta.	Ligera a media.	Aceptable a malo.	Equipo s./ neumáticos, cilindros pata ca- bra; inspección estricta humedad.	1,60-2,00	5-15	2,77 a 5,54
		CL	Aceptable a bueno.	Inaceptable.	Media a alta.	Media.	Prácticamente impermeable.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,60-2,00	5-15	2,77 a 5,54
		OL	Malo.	Inaceptable.	Media a alta.	Media a alta.	Malo.	Equipo sobre neumáticos, cilindros de pata de cabra.	1,44-1,68	4-8	2,77 a 5,54
	LIMOS Y ARCILLAS L.L. > 50	MH	Malo.	Inaceptable.	Media a muy alta.	Alta.	Aceptable a malo.	Cilindro de pata de cabra.	1,28-1,60	4-8	2,77 a 5,54
		CH	Malo a muy malo.	Inaceptable.	Media.	Alta.	Prácticamente impermeable.	Cilindro de pata de cabra.	1,44-1,76	3-5	1,38 a 2,77
		OH	Malo a muy malo.	Inaceptable.	Media.	Alta.	Prácticamente impermeable.	Cilindro de pata de cabra.	1,28-1,68	3-5	1,38 a 2,77
SUELOS DE ESTRUCTURA ORGÁNICA	Pt	Inaceptable.	Inaceptable.	Ligera.	Muy alta.	Aceptable a malo.	Compactación impracticable.	—	—	—	

NOTAS. — 1. Columna 3: La división del grupo GM y SM en las subdivisiones d y u, son para carreteras y aeropuertos solamente; la subdivisión está basada en los límites de ATTERBERG; la letra d (p. e. GMd), se usará cuando el límite líquido sea 28 ó menos, y el LP, 6 ó menos; la letra u se usará cuando el límite líquido sea mayor de 28.

2. Columna 4: Los valores son para cimientos y firmes, excepto para firmes directamente bajo el pavimento bituminoso.

3. Columna 5: La palabra excelente se ha reservado para materiales para firme, formados por piedra machacada de alta calidad.

4. Columna 6: (Ver capítulo referente a acción del hielo en el tomo de *Carreteras*.) La susceptibilidad para segregar hielo de estos materiales es suponiendo que se reúnen todas las condiciones desfavorables indicadas en dicho capítulo.

5. Columna 9: Los equipos enumerados producirán, generalmente, la compactación requerida con un número de pasadas razonable, cuando las condiciones de humedad y espesor de las tongadas estén debidamente controlados. En algunos casos se enumeran varios tipos de equipos, debido a que los diversos tipos de suelos, dentro del mismo grupo, pueden requerir maquinaria distinta. En algunos casos, podrá ser necesaria una combinación de dos tipos distintos:

a) *Materiales para firmes.* — Se recomiendan rodillos lisos para materiales angulares duros con pocos finos. El equipo sobre neumáticos se aconseja para materiales más blandos que se pueden degradar.

b) *Acabado.* — El equipo sobre neumáticos se recomienda para la mayoría de los suelos y materiales para firmes durante el perfilado final.

c) *Tamaño del equipo.* — Equipos de las siguientes dimensiones son necesarios para conseguir las elevadas densidades requeridas en la construcción de aeropuertos:

Tractor de orugas: Peso total, mayor de 14 Tn.

Equipo sobre neumáticos: Pueden ser necesarias cargas por rueda superiores a 7 Tn. y de hasta 18 Tn., para obtener las densidades requeridas en algunos materiales (basándose en presiones de contacto de aproximadamente 4,5 a 10 Kg./cm.²).

Cilindros de pata de cabra: Con patas de 39 a 77 cm.², pueden ser necesarias presiones unitarias por encima de 17 Kg./cm.², llegándose hasta valores de 45 Kg./cm.² para obtener las densidades precisas con algunos materiales. El área de la pata debe ser, por lo menos, un 5 por 100 del área total del tambor, midiendo el diámetro hasta los extremos de las patas.

6. Columna 10: Las densidades indicadas son las que se obtienen por el método de la A.A.S.H.O., modificado, con la correspondiente humedad óptima.

CUADRO 9 .— CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PARA CIMENTOS DE CAMINOS.
(Con subgrupos.)

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (Menos del 35 % pasa por el tamiz núm. 200)							MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (Más del 35 % pasa por el tamiz número 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Subgrupo											
Análisis granulométrico: % que pasa por el tamiz:											
Núm. 10	50 máx.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.	»	»	»	»	»	»	»	»
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa por el tamiz número 40:											
Límite líquido	»		»	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad (1)	6 máx.		N. P.	10 máx.	10 máx.	10 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice del grupo (2) ...	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipo de los materiales preponderantes	Fragmentos de piedra, grava y arena.		Arena fina	Grava y arena limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valor general como cimiento	• Excelente a bueno						Regular a malo				

(1) El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que el límite líquido menos 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que el límite líquido menos 30. — (2) El índice de grupo se determina por la fórmula o la figura 10-13. El índice de grupo debe ponerse en un paréntesis después del símbolo del grupo, por ejemplo, A-2-6 (3), A-4 (5), etc.

CUADRO 10

LIMITES DE ADMISION DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES EN BASE AL PPTG3/75 y LA INSTR. 6.1 y 2.I.C

MATERIALES		C.B.R.	Dens. máx. Protor	Límite Líquido:LL	Indice de Plasticidad:IP	Materia orgánica	Tamaño máximo	Equivalente de arena
SUELOS INADECUADOS		< 3	< 1,45	>40 ó >65	IP>(0,6 LL-9)	> 2%		
SUELOS TOLERABLES		3<CBR<5	> 1,45	<40 ó <65	IP<(0,6 LL-9)	< 2%	25% en peso < 15 cms.	
SUELOS ADECUADOS		> 5 Hinch.< 2%	> 1,75	< 40		< 1%	10 cms. <35% en peso < 0,076 mm.	
SUELOS SELECCIO. 0 < 8 cms. Finos<35 %	Capa			< 30	IP< 10		D ₁₅ < 5D ₈₅ D ₁₅ < 10 mm.*	EA> 25
	Explanada mejorada	> 8		< 30	IP< 10			EA> 25
	Subbase	> 20		< 25	IP< 6		<1/2 alt. capa ó 50mm.	EA> 25

Aridos especiales

Los áridos ligeros son materiales naturales o artificiales cuya densidad aparente es inferior a 1.000 kg/m^3 . En la práctica la densidad aparente de estos áridos oscila entre 400 y 800 kg/m^3 mientras que la densidad de los áridos calizos y silíceos varía entre 1.300 y 1.600 kg/m^3 .

Su utilización se ha desarrollado como alternativa para obtener hormigón más ligero frente al hormigón tradicional, permitiendo además la reutilización de materiales que hasta ahora se consideraban como residuos industriales.

De acuerdo con las recomendaciones de la RILEM (in Soriano Carrillo, 1988), relativas a la terminología y definición de hormigones ligeros, los áridos ligeros pueden clasificarse en cinco grandes grupos:

1.- **Materiales naturales no tratados:** Calizas organógenas, travertinos, lapilli, escorias, tobas volcánicas, proyecciones volcánicas, polvo de sílice, diatomitas y conchas machacadas. En Galicia no se dispone de este tipo de áridos.

2.- **Materiales naturales preparados:** materiales expandidos (vermiculita, arcilla, diatomita, obsidiana, perlita, esquisto arcilloso, esquisto, mezcla de arena silícea y caliza expandida), arcilla aglomerada, arcilla sinterizada, arcilla refractaria sinterizada, esquistos de carbón, esquistos sinterizados, crudos cerámicos y esquisto cocido molido.

3.- **Residuos industriales no tratados:** escoria de horno alto enfriada al aire, escoria de horno alto molida, escoria

de hierro, cenizas volantes, residuos del fondo del horno y hormigón celular machacado.

4.- Residuos industriales preparados: escoria expandida, cenizas volantes expandidas, espuma de escoria, escoria granulada, estériles sinterizados, cenizas volantes sinterizadas, escoria de hierro aglomerada y vidrio expandido.

5.- Materiales orgánicos partículas de plásticos, cascabillo de cereales, partículas de madera y fibras de madera.

De las materias primas para la fabricación de áridos ligeros, en Galicia los más interesantes pueden ser (aparte de materiales orgánicos o residuos):

- Vermiculitas: La vermiculita exfoliada es un árido muy ligero (densidad aparente entre 500 y 125 kg/m³) obtenido por cocción durante unos segundos entre 9.000 - 1.100°C de ciertos filosilicatos.

- Arcillas expandidas: La arcilla expandida se obtiene por cocción a alta temperatura (1.000 a 1.250°C) de gránulos de arcilla previamente molidos.

Para que se produzca el hinchamiento es necesario que las materias primas satisfagan estas condiciones.

a) Viscosidad favorable en un campo de temperatura adecuado (próximo a los 1250°C).

b) Aparición de la liberación de gases en el mismo dominio de temperaturas.

- Esquistos y pizarras

Su aprovechamiento es similar al de las arcillas expandidas. Los esquistos utilizados presentan un contenido de carbono entre el 4 y 10 %. Las pizarras, con composición química idéntica a la de las arcillas así como su rango de temperatura de expansión.

Estructuras costeras

Una de las aplicaciones de grandes bloques de rocas es en estructuras costeras: rompeolas y muros.

La roca debe resistir la fuerza del oleaje sobre y a través de la estructura.

Los procesos de degradación a los que está sometida son: abrasión, fractura y "spalling" (fragmentación de la roca por la acción del choque del oleaje).

La estabilidad del armazón viene dada por su peso, la fricción entre bloques, su forma y tamaño (deben ser similares) y el entrapado.

La cuantificación de la durabilidad de la roca se hace en base a la identificación, medida y cuantificación de los mecanismos de degradación así como de otros parámetros de calidad de la roca.

El deterioro de estas estructuras depende en gran medida de la climatología y del oleaje. En áreas de alta energía se puede producir la removilización y/o fractura de bloques así como cavidades en el armazón. En áreas de menor energía se produce "spalling" y abrasión.

No obstante el factor principal que afecta a la degradación es el tipo de roca y la calidad. Así pues es conveniente realizar estudios mineralógicos, texturales, de alteración de los minerales constituyentes (estado y productos de alteración), conjuntamente con la realización de ensayos que informen sobre la porosidad (absorción de agua), resistencia a las heladas (estabilidad al sulfato magnésico), abrasividad, resistencia a la compresión (ensayo Franklin) y resistencia a la fractura.

2.5. PLANTAS DE OBTENCION DE ARIDOS

Las plantas de tratamiento de áridos se ubican, en general, a pie de cantera y son muy similares para los distintos materiales.

La Fig. 4 muestra un esquema tipo de una planta de obtención de áridos. Las operaciones fundamentales en todos los casos son la trituración (en las graveras ocasionalmente se realiza esta operación en los tamaños más gruesos) y la granoclasificación. El lavado del producto sólo se realiza en algunas explotaciones, con dos objetivos fundamentales: eliminación de impurezas (finos, óxidos de hierro, etc.) y la limpieza superficial de los áridos.

El material procedente de la cantera pasa por las siguientes fases:

* Trituración primaria y precibado: Se realiza mediante machacadoras de mandíbulas, de apertura variable, que reducen los tamaños a menos de 70 mm. El precibador se encarga de separar los tamaños finos del todo uno.

El material machacado, pasa a una criba vibrante con la que se obtienen los primeros productos: 0/20 mm, 20/40 mm y 40/70 mm. La fracción 40/70 mm se apila directamente para su venta (macadam).

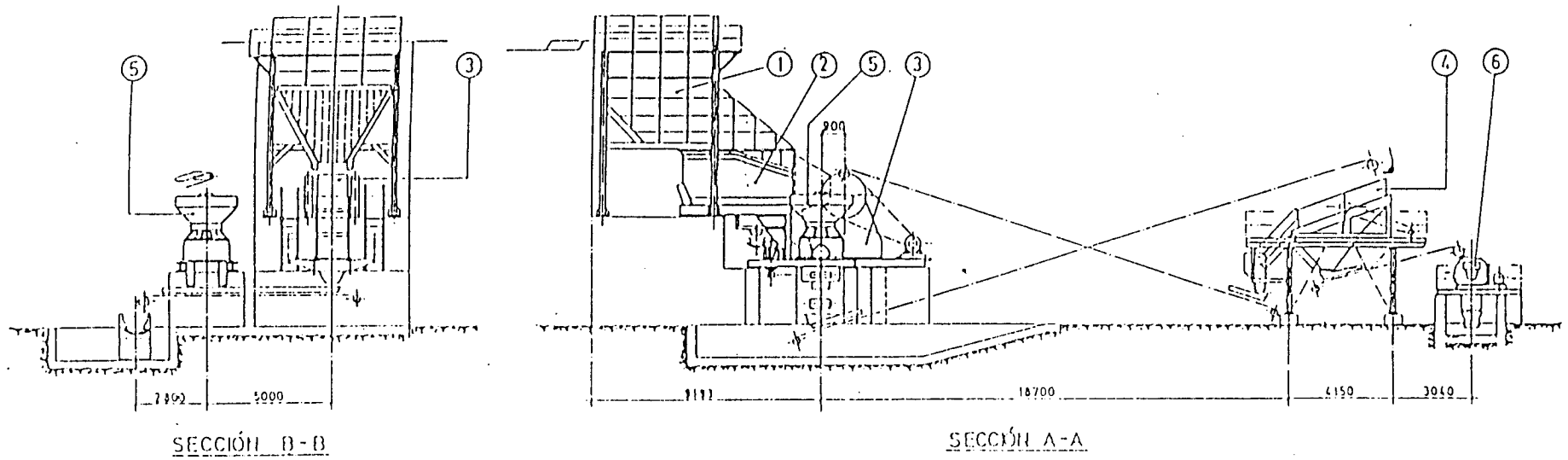
* Trituración secundaria y cribado: Los tamaños mayores de 70 mm vuelven a someterse a trituración mediante molinos de cono o martillos. Los tamaños resultantes, junto con los obtenidos de la primera trituración, son cribados (y en su caso lavados) para obtener las granulometrías finales.

Si bien cada explotación produce su propio rango granulométrico, en función de los usos a que se destina, se puede dar un rango general para los productos más frecuentes en Galicia, incluyendo su denominación habitual y el rango de precios en cantera.

RELACION PRODUCTOS/PRECIOS (1989-90)

DENOMINACION	RANGO GRANULOMET. (mm)	PRECIOS	
		pts/m ³	pts/t
Arena	0/2,5; 0/3; 0/6	700-1.000	900
Garbancillo Piñoncillo Guisantillo	4/8 ; 3/6	1.100	1.100
Gravilla	6/12;12/25;12/18	800-1.000	900
Grava	18/25;25/40;25/50	900-1.000	900
Macadam	30/70; 40/70	700-900	700
Zahorras	0/40	400	300-500

Finalmente, los áridos se almacenan clasificados por tamaños en acopios adecuados.

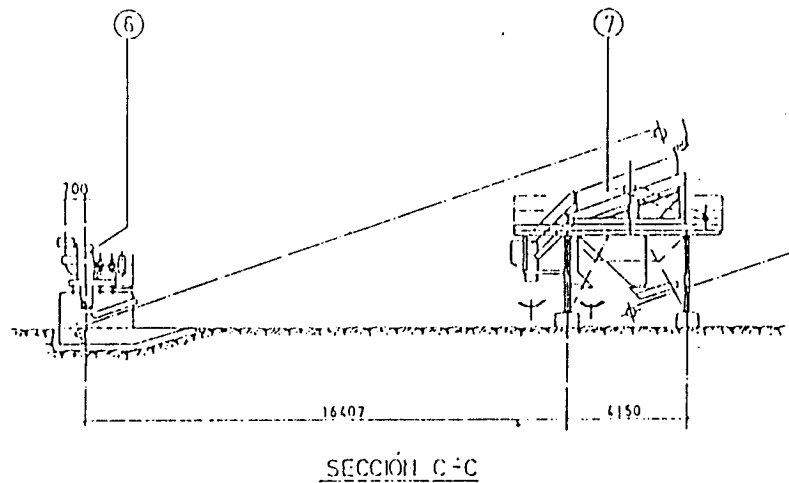


SECCIÓN B-B

SECCIÓN A-A

NOMENCLATURA DE MAQUINARIA

- 1 - TOLVA METÁLICA DE 45 m³
- 2 - ALIMENTADOR PRECISADOR AP-1200 x 600
- 3 - MACHACADORA DE MANDÍBULAS CM-1050 x 800
- 4 - CUBA VIBRANTE C-6611/2
- 5 - TRITURADORA GIRATORIA BS-704/11
- 6 - MOTOR DE PERCUSIÓN CENTRÍFUGO BPC-850 x 250
- 7 - CUBA VIBRANTE C-6611/2



SECCIÓN C-C

JUAN MARTÍN CASILLAS, S.L.					
PROYECTO:				MODIFICACIONES	
Escala: 1:150				FECHA: 18/7/88	
DESCRIPCIÓN:				CONSTRUCCIONES Y ESTUDIOS INDUSTRIALES, S. A.	
INSTALACIÓN PARA PREPARACIÓN DE ÁRIDOS (ALZAROS)				BABBITLESS	
				Calle de Peñalver n.º 34 Madrid 4	
				5.8707-100/1	
<small>ESTE PLANO DE PROYECTO DE C.B.I., S.A. - BABBITLESS Y ESTA EMPRESA DE INGENIERÍA, ASÍ COMO SU REDACCIÓN O SU COMUNICACIÓN A TERCEROS, SON SU PROPIEDAD Y ESTÁN SUJETOS AL SECRETO. C.B.I., S.A. - BABBITLESS NO ACEPTA RESPONSABILIDAD EN LO QUE SE REFIERE A CUALQUIER REPRESENTACIÓN QUE PUEDA SURTIR DEL PRESENTE PLANO Y QUE NO HAYA SIDO AUTORIZADA. OTRAS CORTES DE HOMOLOGACIÓN, CASI CUALQUIERA MODIFICACIÓN, APLICACIÓN, ETC.</small>					

Plano nº 2

FIG. 4.- Tomado de CANTERAS Y EXPLOTACIONES Nº 251 (ENERO, 1988)

2.6. PLANTAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS ARIDOS

Plantas de aglomerado asfáltico

Las plantas de aglomerado asfáltico pueden ser de dos tipos (DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, 1985):

* Continuas: Aquellas en las que los productos primarios (betún, áridos y filler) entran constantemente en el mezclador y por tanto éste no se vacía.

* Discontinuas: En las que los materiales básicos se pesan y separan mediante operaciones reiterativas, introduciendo en el mezclador cantidades constantes pero discontinuas. El material amasado se vierte a un camión quedando el mezclador vacío.

La operación se realiza de la siguiente forma: Los áridos se dosifican en frío por amasadas, pasando a un mezclador de turbulencia donde se dispersan el árido, el aditivo y el ligante caliente inyectado a presión. Este aglomerado, puede pasar directamente a un tambor secador en atmósfera inerte (pobre en oxígeno), para eliminar el agua y envolver y calentar el árido (proceso de activación; o bien puede almacenarse.

Posteriormente, la mezcla se pone en camiones para su transporte a la obra, debiendo vigilarse el mantenimiento de la temperatura para impedir descensos de la calidad en el extendido de la mezcla.

Un esquema tipo de una planta de aglomerados asfálticos se recoge en la Fig. 5.

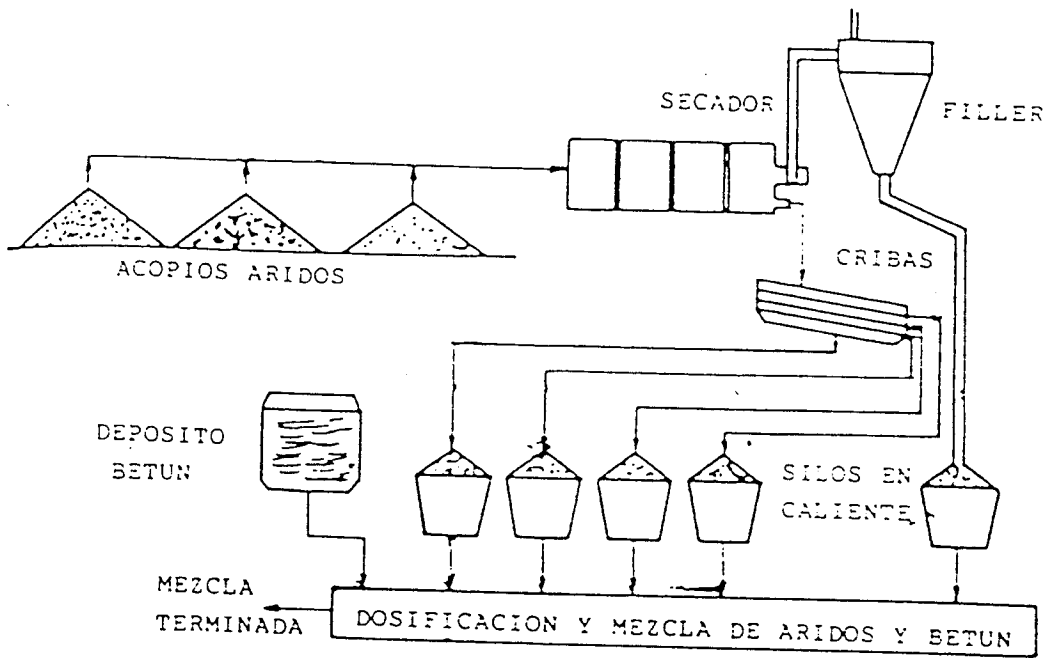


Fig.-5

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE
DE AGLOMERADO ASFALTICO

Plantas de hormigón

En las plantas de hormigón se utilizan áridos con diferentes granulometrías en función del producto a obtener. Así, para cementaciones y muros se emplean gravas de 25-40 mm y arena de 0-6 mm; en forjados y pilón se usa grava de 12-25 mm y arena; y en capas de compresión de forjado, grava de 6-12 mm y arena.

La Fig. 6 muestra una planta tipo de fabricación de hormigón.

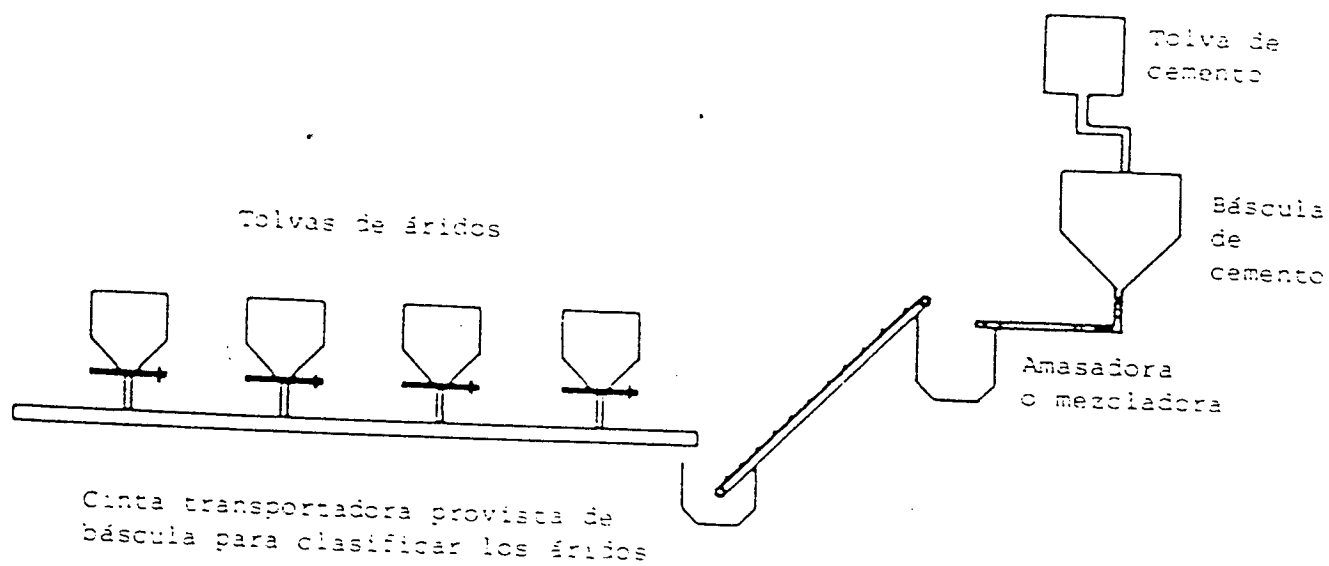


Fig.-6

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE FABRICACION
DE HORMIGON

3. BREVE ANALISIS DEL SUBSECTOR EN GALICIA

3. BREVE ANALISIS DEL SUBSECTOR EN GALICIA

En los cuadros 11 al 15 y en la Fig. 7 se recogen los parámetros básicos de subsector de áridos en Galicia.

Aunque las zonas estudiadas no cubren la totalidad de la Comunidad Autónoma de Galicia, sólo queda fuera de la síntesis realizada una pequeña parte que corresponde a la zona más oriental de Galicia y donde existen pocas explotaciones importantes de áridos. Por ello las cifras que se dan reflejan prácticamente la totalidad del subsector en Galicia.

La sectorización provincial de la producción y el empleo muestra que en la provincia de A Coruña es donde más incidencia tiene este subsector, y es en esta provincia y en la de Lugo donde la productividad (en términos de m^3 /empleo) es más alta.

El mercado de los áridos de Galicia se concreta en los sectores de la construcción de edificaciones (morteros, hormigones), carreteras y vías férreas; con un ámbito local-regional.

Los materiales obtenidos como subproducto minero (de la extracción de cuarzo o de caolín) tienen un ámbito de mercado también local-regional, mientras que los obtenidos por el aprovechamiento de residuos mineros (escombreras) se circunscriben a un mercado local.

Solamente en las provincias de A Coruña y Pontevedra se dispone de áridos de alta calidad, en base a rocas básicas, para la obtención de aglomerados para carreteras y balasto y gravilla para vías férreas. En otras provincias o en zonas alejadas de las canteras de rocas básicas se utilizan como sustitutivos, para aglomerados, materiales silíceos (cantos

rodados con caras de fractura obtenidas por machaqueo) o mezclas de distintas litologías o se recurre a asumir el mayor coste que representa el transporte de rocas básicas desde los puntos de producción. En no pocos casos se utilizan áridos graníticos que, en general, tienen peor comportamiento para dicha aplicación.

Desde el cierre de muchas explotaciones de áridos naturales por problemas de impacto ambiental, se ha notado en el mercado una escasez de áridos de tamaño arena. Se recurre, en la actualidad, más frecuentemente a material procedente del machaqueo de rocas graníticas y a arena obtenida en zonas más alejadas (por ejemplo de Xinzo de Limia).

El potencial de áridos en Galicia es alto, con los condicionantes ya indicados, disponiéndose de una gran variedad de materiales que permiten afrontar adecuadamente la demanda del mercado.

Este subsector minero presenta ciertas características específicas tales como: alto número de explotaciones de pequeña dimensión (en torno a 200 con una producción media anual por cantera del orden de 70.000 m³), el hecho de que existe un gran número de canteras cuya ubicación y permanencia están condicionadas por la situación de las obras a las que se destina el material extraído (alta repercusión del precio del transporte en el precio de venta), bajo nivel inversor en la preparación y desarrollo de las explotaciones y bajo nivel de empleo por cantera (del orden de 9 empleos y aún menor si no se consideran aquellas explotaciones en las que los áridos se obtienen como subproducto; el máximo empleo por cantera, dedicada exclusivamente a la producción de áridos es de 62 empleos).

ACORUNA

C. PLUTONICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
AN. INHOMOGEN.	1	12.600	ALTA	LOCAL	7	7	1.800	7
AN. DOS MICAS	21	2.729.200	ALTA	LOC.-REG.	214	10	12.753	62
AN. BIOTITICOS	7	750.500	ALTA	LOC.-REG.	75	11	10.007	22
AN. SERPENT.	1	390.000	ALTA	REGIONAL	27	27	14.444	27
DIABAS	1	15.000	MEDIA	LOCAL	4	4	3.750	4
GRANITOS	2	59.000	ALTA	REGIONAL	6	3	9.833	4
TOTALES	33	3.956.300	ALTA	LOC.-REG.	333	10	11.881	62

C. METAMORFICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
CUARCAS	4	70.500	ALTA	REGIONAL	5*	5*	10.740	5*
GRANULITOS	4	204.000	ALTA	LOCAL	11	3	18.545	7
ESQUELES	2	21.200	ALTA	LOCAL	4*	2*		4
PS. Y ANFIBOL.	7	730.900	ALTA	REGIONAL	66	9	11.074	17
ARCILLAS	2	86.600	ALTA	LOCAL	5	3	17.320	17
TOTALES	19	1.113.200	ALTA	LOC.-REG.	82	5	13.576	17

UNO DE UNA CANTERA

C. SEDIMENTARIOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ARENAS FLUV.	6	276.200	MEDIA	LOC.-REG.	14*	7*	13.093	8
ARENAS COSTERAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL				
TOTALES	7	276.200	MEDIA	LOC.-REG.	14*	7*	13.093	8

DOS DE DOS GRAVERAS

C. PRODUCTOS RESID. MINEROS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ARENAS DOS MICAS	4	92.500	MED.-ALTA	LOCAL	4*	1*		4*
ESQUELES	5***	505.000	ALTA	LOC.-REG.	134**	34**	3.396	106**
ARENAS	1	Pequeña	MEDIA	LOCAL				
TOTALES	9	597.500	ALTA	LOC.-REG.	138	15	3.396	106**

UNA EXPLOTACION

** EMPLEO FUNDAMENTALMENTE PARA FERROALEACIONES

*** UNA EXPLOT. DE CAOLIN

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ARENAS	68	5.943.200	ALTA	LOC.-REG.	571	10	10.321	106

CUADRO-11

LUGO

AC. PLUTONICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	7	763.600	ALTA	LOCAL	42	6	18.181	10
TOTALES	7	763.600	ALTA	LOCAL	42	6	18.181	10

AC. METAMORFICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
QUISTOS	2	14.600	ALTA	LOC.-REG.				
ARCILLAS	3	41.400	ALTA	LOC.-REG.	12	4	3.450	5
TOTALES	5	56.000	ALTA	LOC.-REG.	12	4	3.450	5

AC. SEDIMENTARIOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ARENAS Y AR. FLUV.	10	158.600	ALTA	LOC.-REG.	40	4	3.965	12
ARENAS COSTERAS	2	26.400	BAJA	LOCAL	4	2	6.600	3
ARCILLAS	12	1.061.000	ALTA	REGIONAL	105	9	10.105	29
TOTALES	24	1.246.000	ALTA	LOC.-REG.	149	6	8.362	29

C. DE ALTERACION

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	6	55.300	MEDIA	LOCAL				
TOTALES	6	55.300	MEDIA	LOCAL				

PROVINCIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
LUGO	42	2.120.900	ALTA	LOC.-REG.	203	6	10.103	27

CUADRO-12

PONTEVEDRA

YAC. PLUTONICOS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	7	196.000	ALTA	LOCAL	42	6	4.667	17
GRAN. BIOTITICOS	9	726.000	ALTA	REGIONAL	144	16	5.042	45
CUARZODIORITA	1	Pequeña	MEDIA	LOCAL				
TOTALES	17	922.000	ALTA	LOC.-REG.	186	12	4.957	45

YAC. METAMORFICOS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ESQUISTOS	1	120.000	ALTA	LOCAL	7	7	17.143	7
CUARZOESQUISTOS	1	500.000	MEDIA	REGIONAL	14	14	35.714	14
ORTOGNEISES	3	145.000	ALTA	LOC.-REG.	32	11	4.531	12
SERPENTINITAS	4	571.700	ALTA	REGIONAL	51	13	11.210	24
TOTALES	9	1.336.700	ALTA	LOC.-REG.	104	12	12.853	24

YAC. SEDIMENTARIOS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GR. Y AR. FLUV.	8	340.000	MEDIA	REGIONAL	64	8	5.313	11
ARENAS COSTERAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL				
TOTALES	9	340.000	MEDIA	LOC.-REG.	64	8	5.313	11

YAC. DE ALTERACION								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL				
GRAN. BIOTITICOS	8	294.000	BAJA	LOCAL	46	6	6.391	11
TOTALES	9	294.000	BAJA	LOCAL	46	6	6.391	

SUBPRODUCTOS RESID. MINEROS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
CUARZO	1	14.000	ALTA	REGIONAL	12*	12*	1.167	12*
TOTALES	1	14.000	ALTA	REGIONAL	12*	12*	1.167	12*

* EMPLEO FUNDAMENTALMENTE PARA FERROALEACIONES

PROVINCIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
PONTEVEDRA	45	2.906.700	ALTA	LOC.-REG.	412	10	7.055	45

CUADRO-13

OURENSE

YAC. PLUTONICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. INHOMOGEN.	2*	184.800	ALTA	REGIONAL	11*	11*	16.800	11*
GRAN. DOS MICAS	4	422.400	ALTA	LOC.REG.	45	11	9.387	15
GRAN. BIOTITICOS	5*	198.100	ALTA	REGIONAL	89	22	2.226	45
TOTALES	11	805.300	ALTA	LOC.REG.	145	15	5.554	45

* UNA CANTERA SIN DATOS

YAC. METAMORFICOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
CUARZOESQUISTOS	1	105.600	MEDIA	REGIONAL	12	12	8.800	12
METAVULCANTAS	1	Pequeña	MEDIA	LOCAL				
CUARCITAS	4**	296.000	MEDIA	REGIONAL	5*	5*	7.200	5*
TOTALES	6	401.600	MEDIA	LOC.REG.	17	9	8.329	12

** UNA CANTERA SIN DATOS

* DATOS DE UNA CANTERA

YAC. SEDIMENTARIOS

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GR. Y AR. FLUV.	14	523.000	BAJA	LOC.REG.	73	5	7.164	13
TOTALES	14	523.000	BAJA	LOC.REG.	73	5	7.164	13

YAC. DE ALTERACION

LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL	1	1		1
TOTALES	1	Pequeña	BAJA	LOCAL	1	1		1

PROVINCIA	EXP.ACT.	PROD.(m3/año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m3/EMPLEO	EMP.MAX./CANT
OURENSE	32	1.729.900	ALTA	LOC.REG.	236	9	6.228	45

CUADRO-14

GALICIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX/CANT
TOTALES	187	12.700.700	ALTA	LOC.REG.	1.422	9	8.664	45

CUADRO-15

ARIDOS EN GALICIA: PRODUCCION Y EMPLEO DISTRIBUCION PROVINCIAL

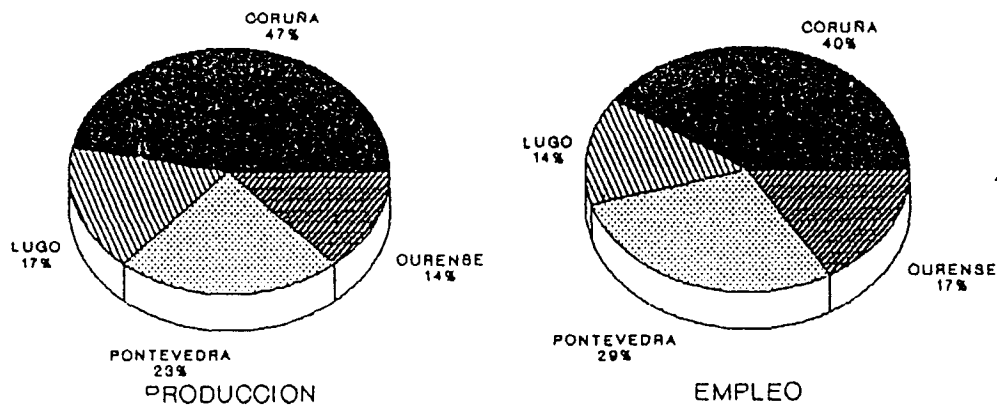


fig. 7

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Una primera idea de la importancia de los áridos en Galicia, como materia prima para la construcción de edificios y vías de comunicación, se obtiene de la observación de la intensa actividad que en dichos campos se viene desarrollando con objeto de dotar a la Comunidad Autónoma de Galicia de una infraestructura vial que facilite su, en gran medida estancado, desarrollo económico y social.

Una estimación del valor de la producción de áridos en Galicia nos indica un orden de cifras en torno a los diez mil millones de pesetas anuales, con una ocupación de algo más de 1.400 puestos de trabajo directos (un 20 % del total del empleo minero de Galicia).

Interesa, por tanto, disponer de una buena información de las posibilidades y ubicación de áridos de características adecuadas para los distintos sectores del mercado y en este sentido se ha desarrollado el presente trabajo.

En el cuadro-16 se puede observar la importancia que representan las distintas litologías que se extraen para áridos en Galicia. El mayor número de explotaciones y la mayor producción (48 %) se obtienen de las rocas graníticas, hecho que se debe a la generalizada presencia y abundancia de estas rocas en Galicia. Otras rocas, tales como ortogneises, cuarzoesquistos, rocas básicas, menos frecuentes pero de mejor calidad significan un volumen menor (10 % de la producción). La existencia de calizas en Galicia está limitada a su parte más oriental y por tanto, aunque aportan áridos de buena calidad, representan sólo un 8 % de la producción.

Por otra parte, los condicionantes medioambientales condicionan la extracción de áridos naturales, en general de

buena calidad y que proporcionan áridos finos (arenas), que representan un 10 % de la producción.

La calidad y usos más adecuados de las diferentes litologías, se comentan y valoran en el presente informe teniendo en cuenta sus características litológicas, los resultados de los análisis y ensayos de caracterización general, las utilizaciones más frecuentes de los productos obtenidos y la normativa vigente.

Las rocas graníticas (granitoides y ortogneises) presentan la ventaja de su alta disponibilidad. Su campo de aplicación más adecuado son las carreteras, fundamentalmente en subbases y bases granulares (zahórras, macadam y mezclas). Los ortogneises pueden utilizarse, además, para aglomerados asfálticos.

Por otro lado, su utilización en hormigones es muy frecuente en Galicia. Sus principales inconvenientes radican en la variabilidad de su calidad (en ocasiones incluso a nivel de cantera), en la baja resistencia (altos desgastes) y en el caso de los ortogneises en su fábrica planar (partículas con forma inadecuada).

Las rocas básicas y ultrabásicas (peridotitas, serpentinitas, anfibolitas y gabros), tienen una extraordinaria importancia dada la alta calidad de sus productos, a veces de aplicación casi exclusiva para ciertos usos. Presentan unas buenas características de dureza, compacidad y adhesividad al betún (altos CPA y bajos desgastes). Se utilizan adecuadamente en aglomerados asfálticos y vías férreas.

Los principales problemas que presentan las rocas básicas son: alta producción de finos durante el machaqueo,

presencia de sulfuros (reactividad con los álcalis del cemento), presencia de talco (pavimentos deslizantes) y alteraciones a materiales arcillosos (zahorras plásticas).

Los cuarzoesquistos, cuarcitas y metavulcanitas, abastecen puntualmente de materiales de buena calidad y que merecen ser considerados en aquellas zonas que carecen de litologías básicas y ultrabásicas. En general presentan alta dureza, buena compacidad y en algunos casos alta adhesividad al betún. Los principales problemas pueden radicar en: fábrica planar (cuarzoesquistos), composición monomineral (cuarcitas) y presencia de sulfuros (traquitas). Además son litologías escasas y dispersas.

Su campo de utilización es muy amplio, abarcando todos los usos: carreteras, hormigones y vías férreas.

Los áridos naturales (depósitos fluviales y costeros), proporcionan, en la mayoría de los casos buenos productos de aplicación mayoritaria en hormigones.

En los depósitos fluviales conviene diferenciar entre depósitos de cauce actual (con buena clasificación, formas adecuadas y limpieza) y depósitos de terrazas y de cuencas Terciarias (altos contenidos en arcillas y otras impurezas). Se obtienen mejores calidades de los depósitos cuarcíticos que de los de naturaleza polimíctica.

Las arenas de playas y rías suministran buenos áridos de granulometrías finas, que se caracterizan por su limpieza, buena clasificación y bajos contenidos en arcillas. Su problema fundamental es la presencia de sales (cloruros y sulfatos).

La explotación de los materiales fluviales y costeros se ha restringido recientemente y su potencialidad esta condicionada por el alto riesgo de impacto ambiental que conlleva su extracción. Este hecho ha provocado una ausencia en el mercado de áridos finos que se ha sustituido, en parte, por material de más alto coste, procedente de machaqueo.

Las calizas, suministran buenos áridos muy utilizados en carreteras (aglomerados asfálticos) y hormigones. Tienen buenas características tecnológicas, siendo sus principales problemas su ajustada resistencia al pulido, su composición monomineral y el exceso de finos producidos durante el machaqueo. En los yacimientos, debe prestarse atención a aquellas zonas dolomitizadas o con magnesita, que restarían calidad al material.

En el informe se recogen aquellas explotaciones en las que se obtienen áridos como subproducto del beneficio de otras sustancias (cuarzo y caolín), así como las que aprovechan residuos de otra minería (escombreras de granitos ornamentales, de pizarras de techar y de minería metálica). Los productos obtenidos en el caso de explotaciones de cuarzo y caolín son de buena calidad, los obtenidos de escombreras son en general de baja calidad. La disponibilidad de estos materiales en Galicia es alta si bien, está condicionada por su localización geográfica.

Otro material que se puede destacar, por su abundancia en Galicia, son los xabres que a pesar de la baja producción (3 %) constituyen un árido que tiene campos de aplicación muy específicos como son el de la construcción (revocos, prefabricados, hormigones de baja resistencia) y en las explanadas mejoradas en carreteras.

Conclusiones

Galicia dispone de un alto potencial de áridos y una gran diversidad litológica.

No obstante, la irregular distribución de algunos tipos de rocas y aspectos medioambientales, son las principales causas de carencias en algunas zonas.

Así, los áridos de alta calidad para aglomerados y vías férreas (rocas básicas) están restringidos a la provincia de A Coruña y al N de la de Pontevedra.

Escasez de áridos finos naturales para hormigones con excepción del entorno de Ourense.

Alternativas a dichas carencias se pueden encontrar en rocas metamórficas tales como ortogneises (podrían aportar grandes volúmenes) y pequeños afloramientos de cuarzoquistos y traquitas.

Por otra parte, el estudio de algunos depósitos fluviales, integrando aspectos de impacto ambiental, podría aportar mayores volúmenes de áridos finos que pueden ser complementados por los obtenidos por machaqueo y por el aprovechamiento de subproductos (del caolín) y de residuos mineros (balsas de decantación).

Las características de dispersión y abundancia de pequeñas explotaciones, implican un alto riesgo de impacto ambiental, que en muchos casos y dada la movilidad de muchas explotaciones puede, inicialmente, no ser percibido o adecuadamente valorado.

Sería deseable contar con un mayor número de canteras permanentes con alta capacidad de producción. Esto permitiría un mayor control de los posibles impactos ambientales y una aportación al mercado de productos que, por su control de calidad y volumen, puedan ser competitivos en zonas más alejadas con mercados estables.

En el entorno de Coruña-Santiago, existen canteras permanentes importantes en granitoides y rocas básicas y ultrabásicas (metagabros y anfibolitas).

En el entorno de Pontevedra-Vigo, las canteras permanentes se ubican en granitoides y xabres fundamentalmente por lo que se produce una carencia en materiales de alta calidad (rocas básicas). Estudios concretos en otras litologías existentes tales como ortogneises y cuarzoesquistos podrían permitir el desarrollo de canteras permanentes con buenas calidades.

En el entorno de Lugo, la variedad de litologías disponibles parece, en principio, suficiente para atender a la demanda. Existen canteras permanentes en granitoides, calizas, anfibolitas, xabres y gravas y arenas naturales.

En el entorno de Ourense, las canteras permanentes se sitúan en granitoides (baja calidad), cuarzoesquistos (buena calidad) y en depósitos fluviales (arenas y gravas de buena calidad). Otras posibilidades, si bien puntuales, podrían referirse a los pórfidos granodioríticos.

Existen abundantes depósitos fluviales en Galicia, tanto Cuaternarios como Terciarios. Estudios concretos (cuencas de Maceda, Vilalba, Xinzo de Limia, Valadouro, etc.) pueden facilitar el aprovechamiento de áridos naturales con bajo impacto ambiental.

IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN LA DISTINTAS LITOLOGIAS

YACIMIENTOS	COMPOSICION	LITOLOGIA	Nº CANTERAS	PRODUCCION (m ³ /año)	% POR LITOLOGIAS	% POR COMPOSICION	% POR YAC.
PLUTONICOS	ACIDA INTERMEDIA	GRANITOIDES INHOMOGENEOS	3	197.400	1,55	47,11	50,76
		GRANITOIDE DE DOS MICAS	39	4.111.200	32,37		
		GRANITOIDES BIOTITICOS	21	1.674.600	13,19		
		CUARZODIORITAS	1	Pequeña			
	BASICA	PERIDOTTAS SERPENTINIZADAS	1	390.000	3,07	3,65	
		GABROS	2	59.000	0,46		
METAGABROS		1	15.000	0,12			
METAMORFICOS	ACIDA INTERMEDIA	ESQUISTOS	7	205.100	1,61	12,63	22,89
		CUARZOESQUISTOS	6	809.600	6,37		
		ORTOGNEISES	5	166.200	1,31		
		CUARCITAS	9	424.000	3,34		
		METAVULCANITAS	1	Pequeña			
	BASICA	SERPENTINITAS Y ANFIBOLITAS	11	1.302.600	10,26	10,26	
SEDIMENTARIOS	SILICEA	GRAVAS Y ARENAS FLUVIALES	38	1.297.800	10,22	10,43	18,78
		ARENAS COSTERAS	4	26.400	0,21		
	CARBONATADA	CALIZAS	12	1.061.000	8,35	8,35	
ALTERACION	ACIDA	GRANITOIDES DE DOS MICAS	8	55.300	0,44	2,75	2,75
	INTERMEDIA	GRANITOIDES BIOTITICOS	8	294.000	2,31		
SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS MINEROS	ACIDA	CUARZO	5	519.000	4,09	4,82	4,82
	INTERMEDIA	GRANITOIDES DE DOS MICAS	4	92.500	0,73		
		VARIAS	1	Pequeña			

NOTA: SE DISPONE DE DATOS DE PRODUCCION DE UN 98 % DE LAS CANTERAS

CUADRO-16

6 APENDICES

5.1. FOTOGRAFIAS

EXPLORACIONES

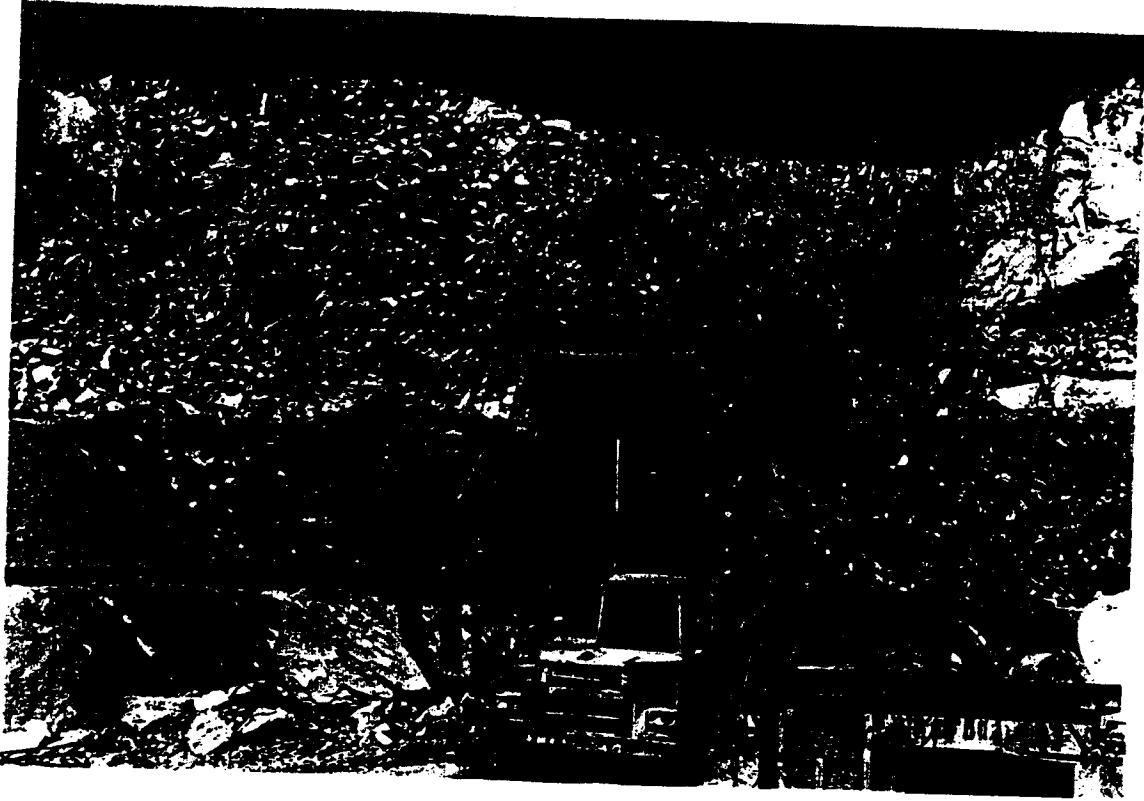
ARIDOS DE MACHAQUEO



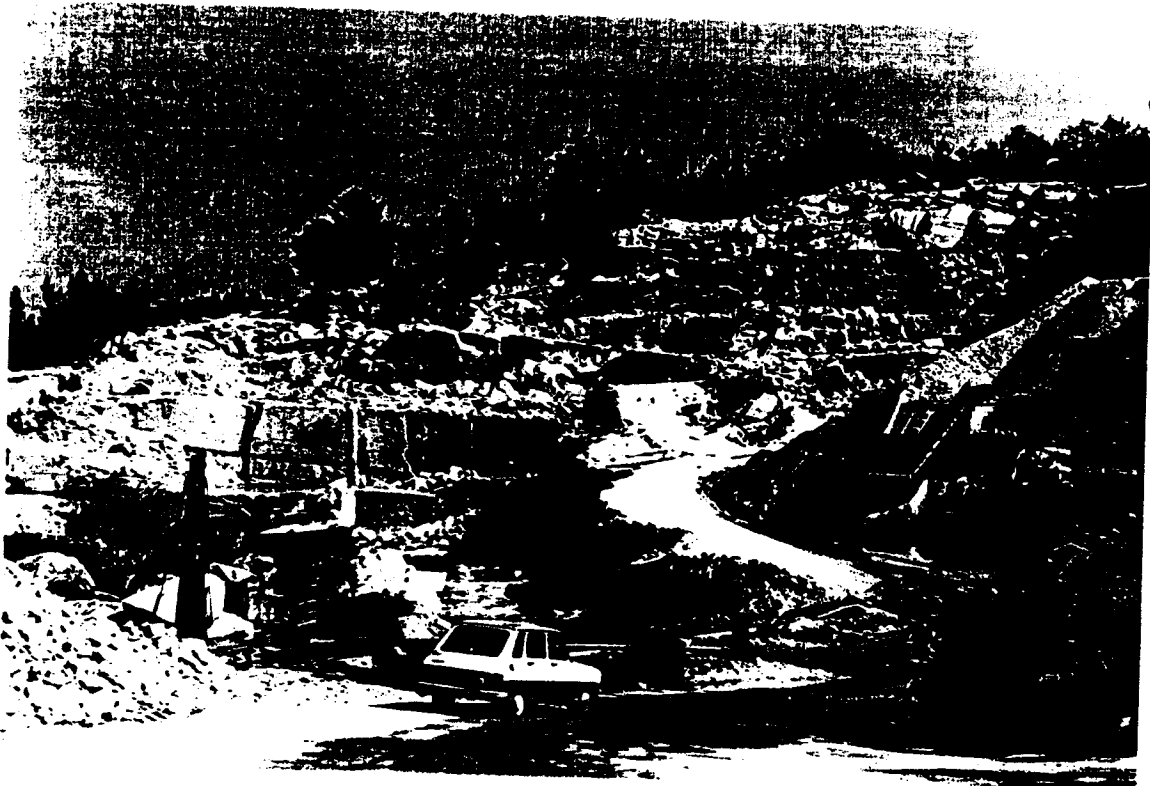
Cantera. Vista general.



Detalle de una explotación en bancos.



Proceso de extracción.



Cantera de producción mixta: rocas de construcción-áridos

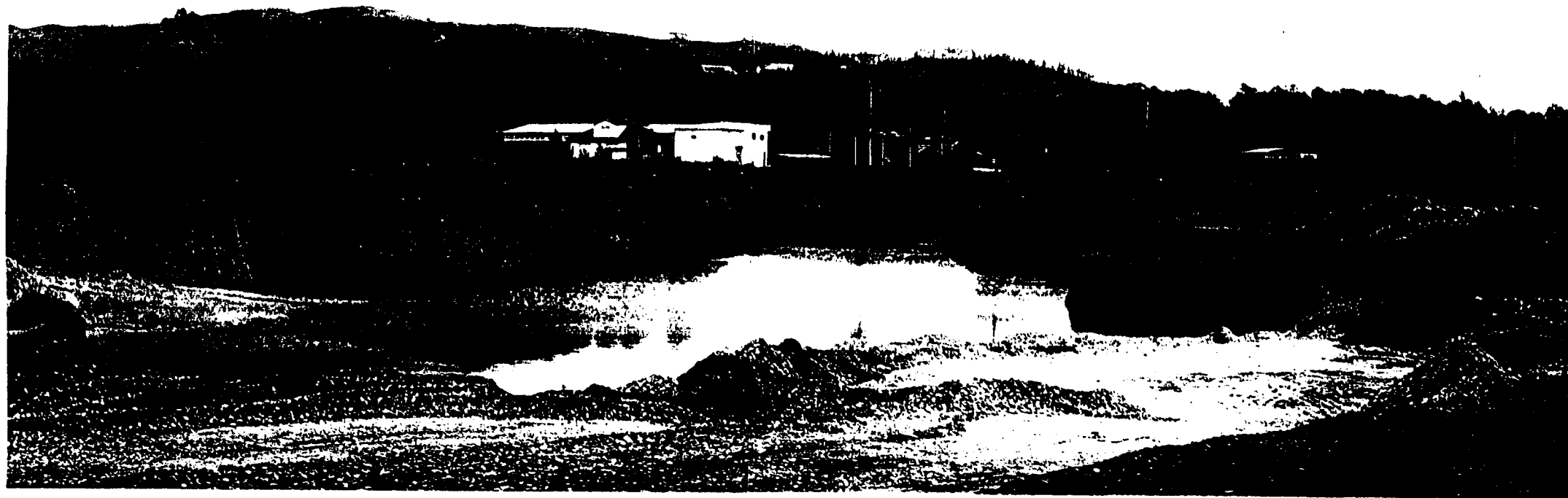
ARIDOS NATURALES



Extracción de áridos naturales. Aluvial del río Miño.



Detalle de un depósito fluvial de gravas y arenas.

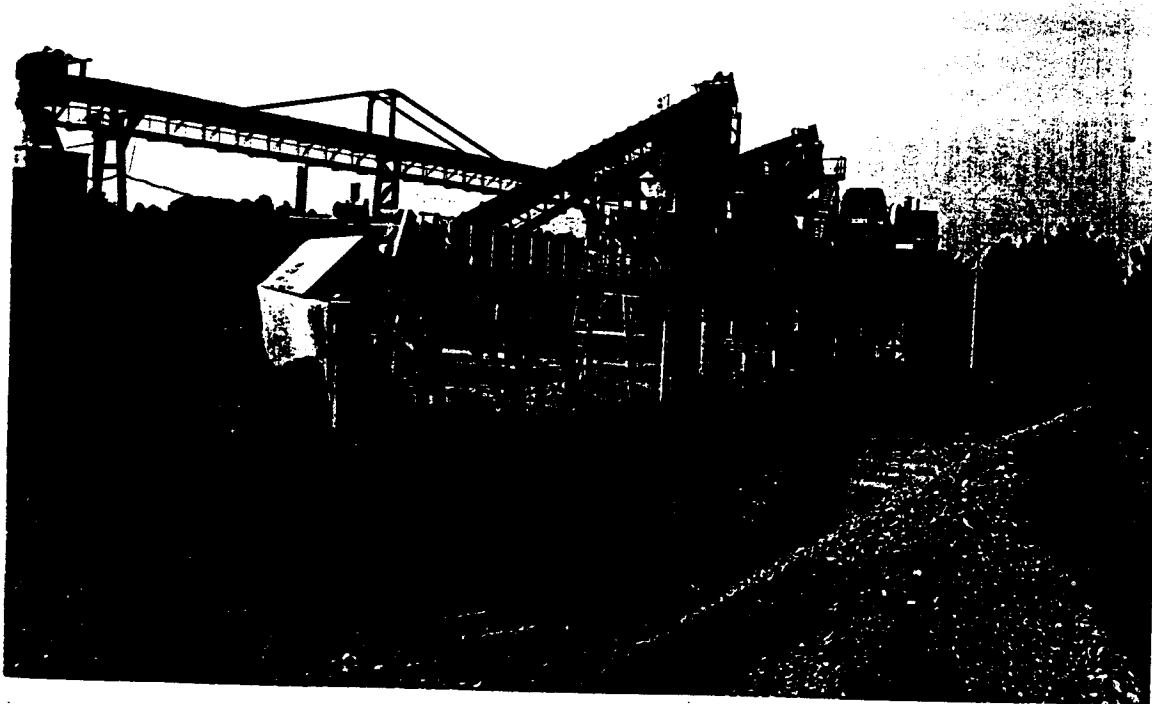


Gravera de áridos naturales (terraza fluvial). Vista general.

TRATAMIENTO DEL PRODUCTO



Acopio de piedra en rama.



Tren de trituración-lavado-clasificación



Detalle del proceso de
trituration.

Primer termino: molino.

Segundo termino: machacadora
de mandibulas.



Almacenamiento de acopios de áridos.

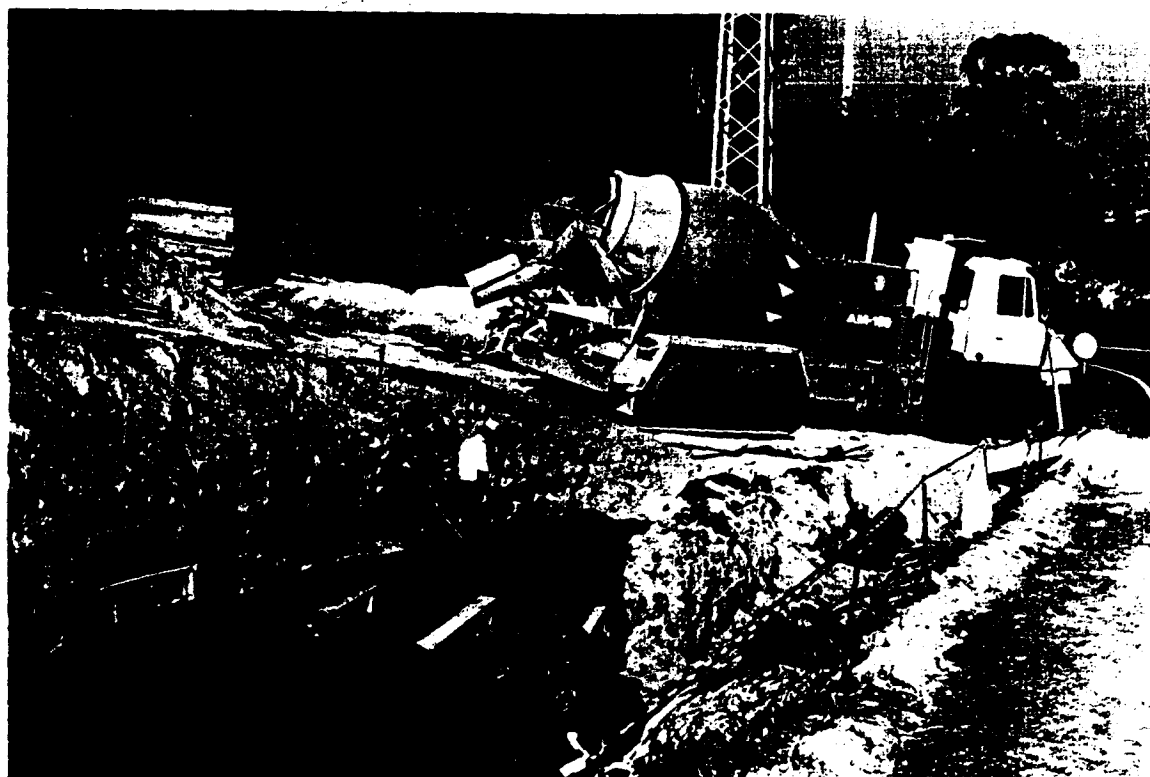


Transporte: Carga-descarga del producto elaborado.



USOS DEL PRODUCTO

HORMIGONES



Construcción de un puente en la Autopista A-9



Detalle del hormigón extendido.

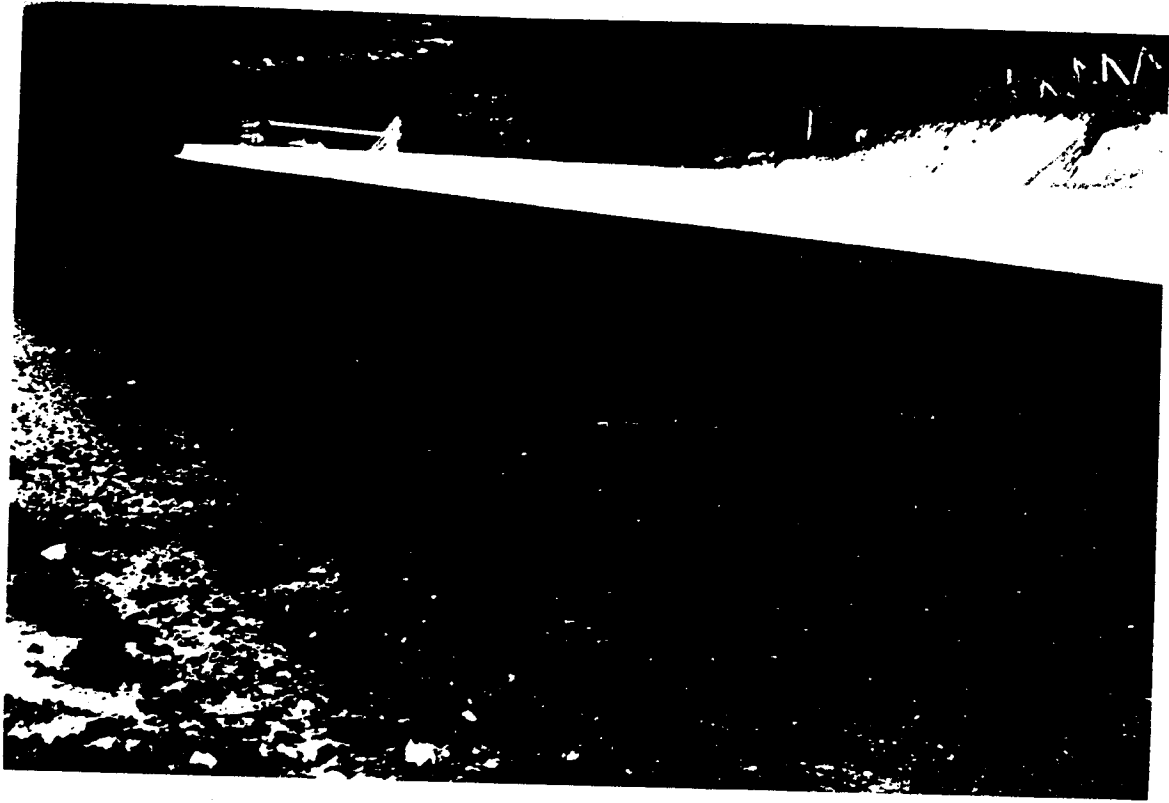
CARRETERAS



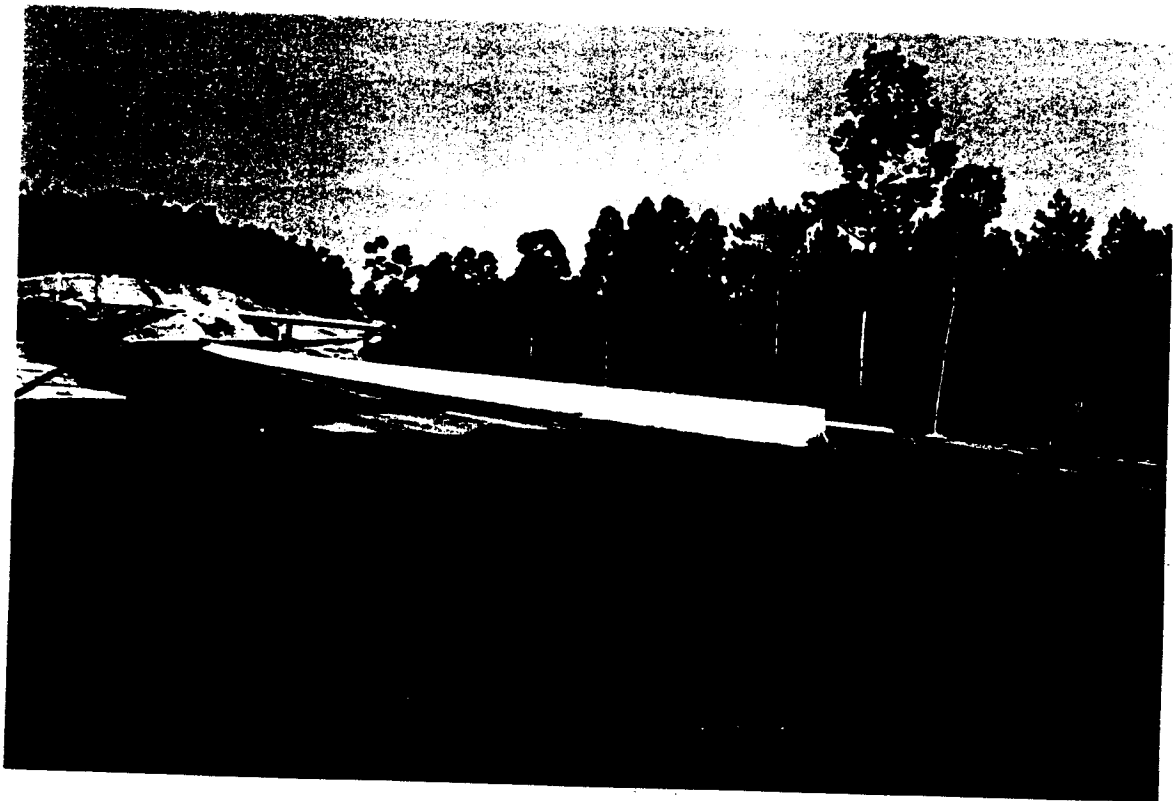
Pedraplén realizado con desmontes de laderas rocosas.
Autopista A-9.



Terraplén realizado con xabres. Autopista A-9.



Firme mostrando las capas intermedia (I) y de rodadura (R).
Autopista A-9.

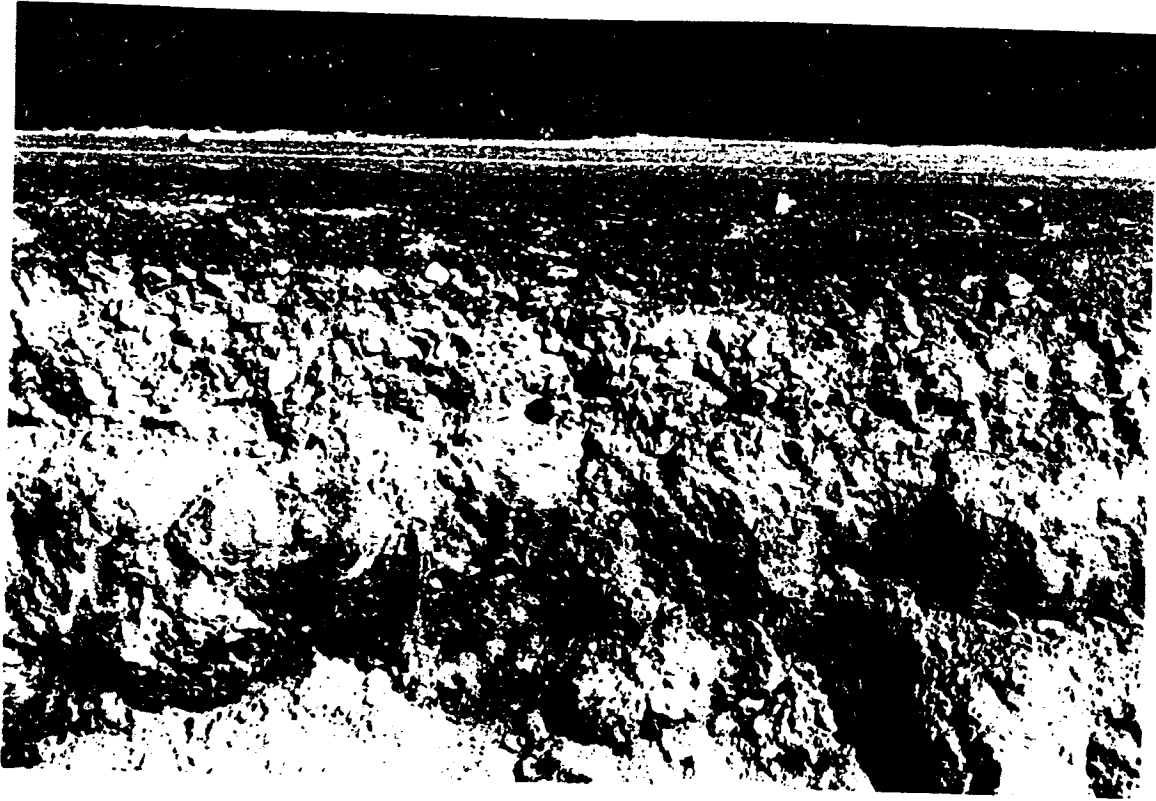


Construcción de un firme directamente sobre la explanada mejorada
(EM). Autopista A-9.



Extensión y compactación de una capa de aglomerado asfáltico.
Autopista A-9.





Sección general de un firme de carretera.



Detalle de la sección anterior:

- I.- Terraplén o cimiento de la carretera.
- S.- Subbase granular.
- B.- Base de macadam.
- I.- Capas intermedia y de rodadura (aglomerado).

IMPACTO AMBIENTAL

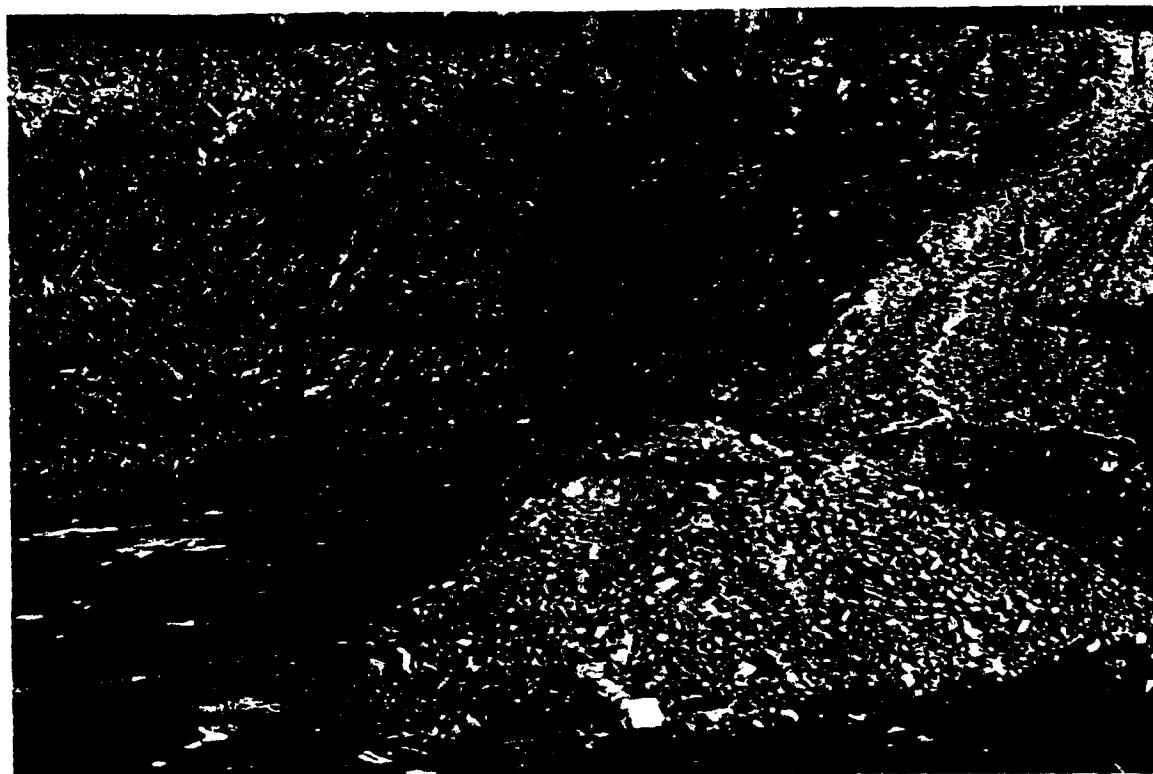


Impacto visual de varias canteras.



**ESTUDIO DE DETALLE SOBRE LA PRESENCIA DE ELEMENTOS
NOCIVOS EN LOS ARIDOS. PERIDOTITAS DE CAMPO MARZO.**

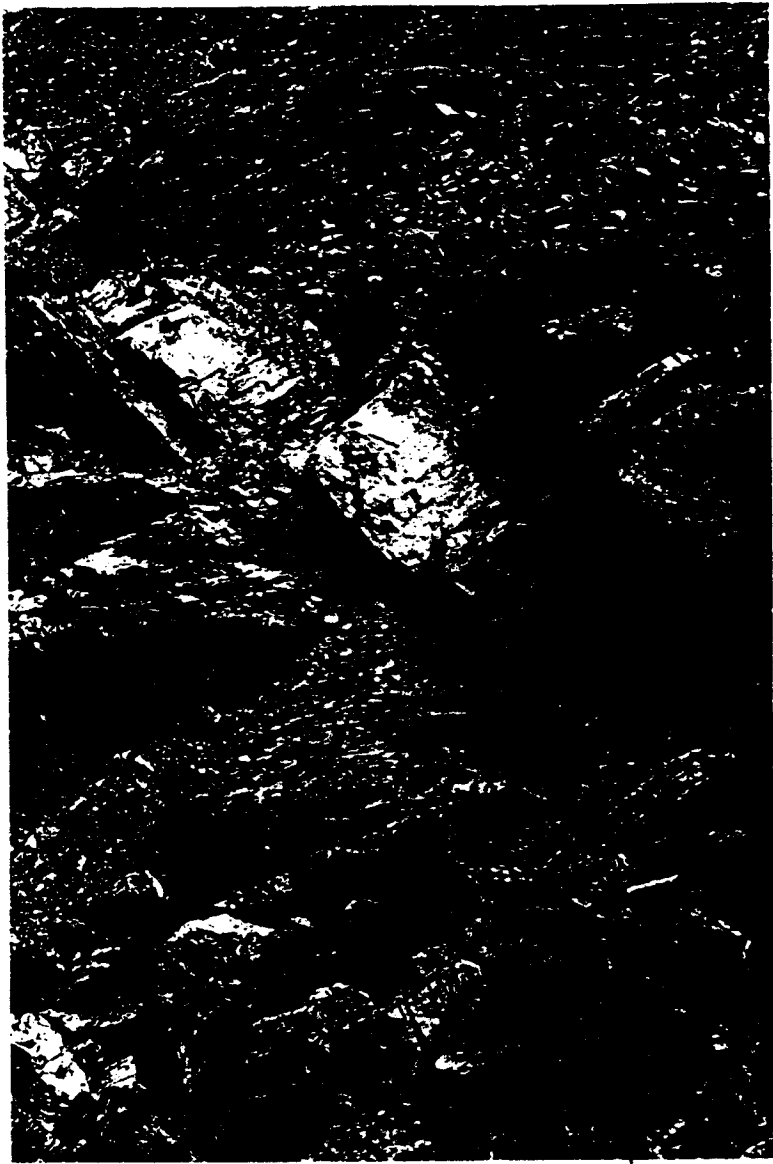
TALCO Y SERPENTINA FIBROSA (CRISOTILO)



Intrusión masiva de granito.



Dique de granito. En los contactos granito-serpentina se producen la talquización y el crecimiento de grandes fibras de crisotilo.



Detalle de un dique granítico.

5.2. DIRECTORIOS DE EMPRESAS

5.2.1. DIRECTORIO DE EMPRESAS PRODUCTORAS

PROVINCIA DE A CORUÑA

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
C-3	EXPLOTACIONES DEL NOROESTE, S.A.	Fene	Ameneiral, 80 (Perlio)	340204	Peridotita
C-6	ANGEL VEIGA LOPEZ	Valdoviño	Lago	487171	Granito
C-7	SERAFIN CARRODEGUAS NIETO	Valdoviño	Pantin	487182	Metagabro
C-9	J. M. PIÑEIRO LOPEZ	Ortigueira	Ponte Mera	413031	Pizarra
C-10	J. M. FRANCO CAAVEIRO	Ortigueira	La Penela, 19 (Ortigueira)	400743	Cuarcita
C-11	PIZARRAS CAMPO, S.A.	Ortigueira	Cuiña	400067	Pizarra
C-13	CUIÑA, S.A.	As Pontes	Presa de Alende, 2-4 (As Pontes)	450793	Granito
C-17	FOCSA	Coruña	Av. Linares Rivas 28-32 (A Coruña)	-	Granito
C-19	JUAN GONZALEZ GARCIA	Valdoviño	Gandara	487589	Granito
C-21	ARIDOS DE LAMAS, S.A.	Fene	Ameneiral, 80 (Perlio)	340204	Anfibolita
C-22	JOSE NO MARTIÑAN E HIJOS, S.A.	Coruña	Cuesta la Palloza 1 (Coruña)	295921	Anfibolita
C-24	MINAS GABRIEL PEREZ	Ferrol	Sta. Comba, 29-35 49 iz. (Ferrol)	311850	Serpentina
C-30	CANTERAS FERROLANAS, S.A.	Ferrol	Almendra, 2-19 (Ferrol)	327600	Granito
C-32	HIJOS DE JOSE LOSADA CANCERO, S.A.	Ferrol	Perbes, 35 (Ferrol)	311468	Granito
C-33	ARIDOS DE REBOEDO, S.A.	Fene	Ameneiral, 80 (Perlio)	340204	Granito
C-34, 35 36, 38	CUIÑA, S.A.	As Pontes	Presa de Alende, 2-4 (As Pontes)	450793	Gran. Cuarzo Anfibolita

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
C-39	MINERIMSA	As Pontes	Poblado Viejo Endesa(As Pontes)	450222	Granito
C-49	CANTERAS LA GRELA, S.L.	A Coruña	General Sanjurjo 57-29C (Coruña)	282934	Granito
C-50 S-4	ARIAS HERMANOS CONST.(AHCSA)	A Coruña	Paseo de Ronda 33 (A Coruña)	259150	Granito Gabro
C-54	MARIA DEL PILAR FEAL DOPICO	Pontedeume	San Cibrao, 138 (Nogueirosa)	431855	Granito
S-1	PAN Y DIAZ	Arteixo	San Pedro de Nos (Oleiros)	-	Gabro
S-7	ARENINSA	Ponteceso	Crta. a Corne s/n (Ponteceso)	714115	Arena
	MANUEL FIGUEIRAS MARTINEZ	Ponteceso	Lestinoño	-	Arena
	J.P.D.	Ponteceso	Trabe, 78 (Ponteceso)	-	Arena
	MAXIMO DOLDAN GARCIA	Cabana	Meaño	-	Arena
S-8	EDUARDO LOPEZ CAO, S.L.	A Coruña	Ventorrillo, 15 (A Coruña)	714120	Ortoneis
S-13	ARENAS CAMBON,S.L.	Carballo	Doctor Fleming 19-19 (Carballo)	703011	Granito
S-14	LEITOSA	Coruña	Juan Flores, 61 29 (A Coruña)	229612	Arena
S-15	ARIDRA, S.A.	Coruña	Pastor Diaz, 18 19 (A Coruña)	288264	Arena
S-17	ERIMSA	Coruña	Fernandez Latorre 5-9 (A Coruña)	239141	Arena Grava
S-20	JOSE CERNADAS FERNANDEZ	Zas	Obispo Romero Lema,12-19(Baio)	718279	Granito
S-21	AIMSA	Carballo	Fomento,5-59 (Carballo)	820250	Granito
S-24,31 34	ERIMSA	Coruña	Fernandez Latorre 5-9 (A Coruña)	512202 746950	Cuarzo Granito
S-25	GRANITOS DE XALLAS	Santa Comba	Alfonso Molina 81 (Sta. Comba)	880732	Granito
S-27	FRANCISCO GOMEZ Y CIA., S.L.	Santiago	Pol. del Tambre Via Edison,35	565047	Anfibolita

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
S-37 39	PONCIANO NIETO GONZALEZ	Zas	Zas	718189	Cuarzoesquistos
S-38 47	SEGUNDO RODRIGUEZ, S.L.	Muros	Tal	763556	Cuarzoesquistos Granito
S-43	ARIDOS CNC, S.L.	Santiago	Plaza la Atalaya 4 (Santiago)	564653	Cuarzo
S-44	BRAÑAS DE BRINS, S.A.	Santiago	General Pardiñas 40-29 (Santiago)	563950	Granito
S-46	ARIDOS ORON Y TRILLO	Dumbria	Dumbria	744072	Granito
S-49	G. PRIEGUE ARRESTIÑO	Outes	Orente-Rentines	-	Granito
S-51	CAMILO CARBALLAL, S.L.	Santiago	Osebe s/n (Santiago)	530900	Granito
S-53	MANUEL CASTELAO RANOS	Santiago	Castiñeiriño, 80 (Santiago)	595859	Neis
S-54	CELESTINO MATO PAZOS	Noia	Luis Cadarso, 5 79 (Noia)	820547	Ortoneis
S-55	GABRIEL PEREZ FERNANDEZ	Lousame	Primo de Rivera 3-49 (A Coruña)	234191	Litologías diversas
C.V.	CAOLINES DE VIMIANZO, S.A.	Vimianzo	Vimianzo	716125	Arena (Subprod.)
LU-1	PREPHORVISA	A Coruña	Marques Figueroa 36 (A Coruña)	293617 293710	Granito
LU-4	ARENAS Y GRAVAS, S.L.	Carballo	Rua nueva, 25 (Carballo)	700895	Granito
LU-5	JOSE M. FERNANDEZ VILA	A Coruña	Fernandez Latorre Apolo II (Coruña)	-	Granito
LU-7 19	GRAVERAS DEL BARCES, S.L.	Carral	Reboredo s/n (Carral)	661529	Arena Grava
LU-12	HEREDEROS DE J. SEIJO LOPEZ	Betanzos	Rivera, 72 (Betanzos)	773098	Granito
LU-16	MARTIN CORTES CACHAFEIRO	Carral	Tabeaio	670656	Granito
LU-18 42	NICANOR VIDAL CAÑAS	Ordes	El Paraiso, 68 (Ordes)	680882	Esquisto
LU-20	DANIEL LOPEZ VAZQUEZ	Coirós	A Espenuca	771966	Granito

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
LU-22	ARIAS HERMANOS CONST. (AHCSA)	A Coruña	Paseo de Ronda 33 (A Coruña)	259150	Granito
LU-27 145	ERIMSA	A Coruña	Fernandez Latorre 5-9 (A Coruña)	239147	Cuarzo
LU-41	ARIDOS REBOIRA	Ordes	Directorio, 12 (Ordes)	681577	Esquisto
LU-69 70	MARCELINO GARCIA CASTRO	Tordoia	Barbaos	690069	Grava
LU-91	MANUEL LAMAS TOJEIRO	Narón	Valle Inclán, 6 (Narón)	387330	Xabres
LU-104	CONSTRUCCIONES WALDO, S.L.	Santiago	Salgueiriños, 15 (Santiago)	580428	Esquistos
LU-121	ARCONSA	A Coruña	Paseo de Ronda 33 (A Coruña)	227468	Anfibolita
LU-147	NORSIL, S.A.	A Coruña	Ronda de Outeiro 95 (A Coruña)	298266	Cuarzo
LU-148	MARTINEZ MONTES E HIJOS, S.L.	Teo	Cacheiras	-	Serpentina
PO-1,2	FARIDO, S.L.	Boiro	Runs	845385	Cuarzoesquisto Granito
PO-5	CONCELLO DE CORRUBEDO	Ribeira	Corrubedo	-	Arena
PO-6	HORMIGONES DE XARAS, S.L.	Ribeira	Rosalía de Castro 27 (Ribeira)	872956	Granito
OR-3	AUXINI, S.A.	Padrón	Herbón	812070	Ortoneis

PROVINCIA DE LUGO

C-4	CUARZOS INDUSTRIALES, S.A.	Lugo	Avda. de Madrid 7-29 (Lugo)	227359	Cuarzo
C-5	ANTONIO REY	Xove	Avda. Diputación (Xove)	-	Arena Grava
C-12	HERMANOS BLANCO	Viveiro	Magazos	560860	Arena Grava
C-14	ARIDOS DEL CANTABRICO, S.A.	Lugo	Campo Castillo 8-9 39 (Lugo)	229699	Granito

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
C-18	CONSTRUCCIONES CAZAS, S.L.	Cervo	Arcadio Pardiñas 140-bajo (Burela)	580473	Arena Grava
C-27	SEVERO JANEIRO CORTEGAZA	Foz	Foz	14195	Arena Grava
C-28 43	ISIDRO OTERO GARCIA	Mondoñedo	Valiñadares, 3 (Mondoñedo)	521003	Are-Grava Caliza
C-29	JOSE RAMON FERNANDEZ COBO	Barreiros	San Miguel de Reinante	134096	Arena Grava
C-55	VENARCA, S.L.	Vilalba	General Mola, 82 1º (Vilalba)	511043	Arena Grava
LU-30	SERAFIN DE LA FUENTE	Vilalba	-	510411	Cuarcita
LU-31	JOSE DONCEL BANDE	Lancara	Benigno Quiroga 3 (P. San Xulian)	543191	Arena Grava
LU-32	ARIBES, S.L.	Vilalba	General Mola, 82 (Vilalba)	-	Arena Grava
LU-36	J. SANJURJO LOZANO	Vilalba	Avda. Terra Cha 3-1º (Vilalba)	510211	Caliza
LU-45	VARIOS EXPLOTADORES	Guitiriz	Villadonega s/n (Guitiriz)	-	Granito
LU-48	MANUEL MALLO MALLO	Lugo	2ª Travesía de Fingoy (Lugo)	-	Granito
LU-49,50 61,62,63	INGEMARGA	Guitiriz	Apartado, 3 (Guitiriz)	370018	Granito
LU-51	JOSE VAZQUEZ PEREZ	Monterroso	Avda. Coruña, 40 (Monterroso)	377282	Granito
LU-52	JESUS ARMESTO BUSTO	Lugo	Rosal, 4-6 (Lugo)	224240	Granito
LU-53 55	M. BENIGNO MORKIRAS	Friol	18 de Julio, 89 bajo (Lugo)	389402	Granito
LU-54 83	MARMOLERA GALLEGA, S.L.	Lugo	Obispo Aguirre 13 (Lugo)	220550	Granito
LU-56 132	ANTONIO LOPEZ PARADELA	Lugo	Rua de Castelao 65 (Lugo)	220766	Are.Grava Esquisto
LU-57	LUIS DIAZ DIAZ	Rábade	Heroes de Falange 12 (Rábade)	390184	Pizarra
LU-64	EXCANSA	Lugo	Ruiz de Alda, 3 (Lugo)	224852	Caliza

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
LU-65	MANUEL GACIO VAL	Mondoñedo	Avda. Buenos Aires 4 (Mondoñedo)	345191	Pizarra
LU-73	GRUPO MINERO LA UNION	Lugo	Ronda General Sanjurjo,8(Lugo)	221128 212236	Serpentina
LU-74	VICTOR VILLAR CASTIÑEIRAS	Lugo	Cruce, 34 (Lugo)	242314	Granito
LU-79	SILVINO ABUIN	Lugo	ProL. A. Española 11 (Lugo)	223595	Xabre
LU-82	DESCONOCIDA				Arena Grava
LU-85	HERMANOS YAÑEZ, S.A.	Lugo	Ronda Las Mercedes 19 (Lugo)	229001	Granito
LU-86	PREBETONG LUGO, S.A.	Lugo	Avda. de Madrid 7 (Lugo)	224712	Granito
LU-88	AMADOR VAZQUEZ PRIETO	Lugo	Buratai-Bóveda	224001	Pizarra
LU-90	JOSE TRASEIRA FERREIRO	Lugo	Bóveda-Musa	224019	Pizarra
LU-94	DESCONOCIDA				Xabre
LU-95	JOSE SAA MARTINEZ	Monterroso	San Antonio, 6 (Monterroso)	377255	Arena Grava
LU-97	FORNIAS Y TORRES	Castroverde	San Payo s/n	312191	Xabre
LU-98	MANUEL BESTEIRO TRASHORRAS	Castroverde	Gracian s/n (Arcos)	312104	Xabre
LU-115	JOSE RAMOS	Lugo	Crta. de Madrid s/n (Lugo)	-	Xabre
LU-117	ARIDOS LUCENSES S.A. (ARLUSA)	Outeiro de Rei	San Martin de Guillar	200920 300045	Granito
LU-136	HERMANOS DONCEL	Pobra de S. Xulian	Benigno Quiroga 3 (P. S. Xulian)	543191	Xabre Granito
LU-139	FRANCISCO CRECENTE GUIMONDE	Lugo	Ramon Ferreiro 36-29 (Lugo)	230020	Caliza
LU-141	CANPESA	Lugo	Avda. de Madrid 7-29 (Lugo)	224712	Caliza
LU-144	MANUEL GONZALEZ ZAERA LOSADA	Sarria	S. Xulian de La Vega	530900 530905	Caliza

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
LU-159	HORMIGONES LUCENSES, S.A.	Lugo	Avda. La Coruña 168 (Lugo)	242619	Caliza
LU-162	CEMENTOS COSMOS, S.A.	Sarria	Oural s/n	530254 530250	Caliza
LU-166	MARMOLES DE LOZARA	Samos	Crta. a Lozara km. 1	546020	Caliza
OR-8	ARIDOS DO CARNEIRO, S.L.	Chantada	Marín s/n (Chantada)	441750	Granito
OR-12	GRANITOS DEL BUBAL	Carballedo	Riveiriña	200158	Granito
OR-15	QUICONSA	Quiroga	General Franco 90 (Quiroga)	310100	Cuarcita

PROVINCIA DE PONTEVEDRA

C-52 LU-108	GEOGALAICA, S.A.	Pontevedra	Pastor Diaz, 1 30B (Pontevedra)	862002	Granito Anfibolita
S-29	RAMILO, S.A.	Vigo	Carneiras-Macal, 32 Apdo. 948 (Vigo)	298300	Granito
LU-124	CANTERAS DE PORTO DE NOUROS	Vila de Cruces	Crta. Bandeira s/n (Vila de C.)	582286	Esquisto
LU-126 55,163	CANTERAS DEL ARENAL, S.L.	Lalín	Arenal s/n (Lalín)	780823	Anfibolita Orton.Granito
LU-150	MARMOLES PONTELEDESMA	Vila de Cruces	Ponteledesma	584021	Serpentina
LU-151	MINAS DE BANDEIRA S.A. (MIBASA)	Silleda	Bandeira	584025	Serpentina
LU-152	EXPLOR. MINERAS DE CAMPOMARZO, S.A.	Silleda	Bandeira	584146	Serpentina
LU-154	CANTERAS DE ROSENDE	Lalín	Buenos Aires, 81 (Lalín)	781081	Ortoneis
O-4	JOSE VARELA DIZ	Vilanova de Arousa	Bayón Tumil, 15 (Vilanova de A.)	-	Granito
O-9	AR. DE VILAGARCIA (V. MENDEZ CASTRO)	Vilagarcia de Arousa	Baldosa, 13-19 (Vilagarcia)	501291	Xabre
O-10	ARIDOS DO REGO, S.L.	Caldas de Reis	Bajada del Pousadoiro(Godos)	507611	Xabre

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
PO-11	ARIDESA, S.A.	Caldas de Reis	Caldas de Reis	-	Xabre
PO-12	ARIDOS DE CALDAS, S.L.	Caldas de Reis	Saiar	541289	Xabre
PO-13	ARIDOS DE POLLENTE (CARLOS SILVA)	Caldas de Reis	Zapateria Coala (Caldas de Reis)	-	Xabre
PO-14	ARIDOS DA PEROXA, S.L.	Caldas de Reis	Caldas de Reis	-	Arena Grava
PO-15	HORPASA	Pontevedra	Mollabao s/n	859812 846368	Granito
PO-16	ARIDOS DEL UMIA, S.A.	Pontevedra	V. Said Armesto 1 (Pontevedra)	851836	Granito
PO-17	RAIMUNDO MARTINEZ RODRIGUEZ	Porriño	Fernandez Arenal 5-30A (Porriño)	33559	Dolerita
PO-18	CONCELLO DE O GROVE	O Grove	O Grove	-	Arena
PO-21	LAXES DO MENDO				Granito
PO-22	ARICUR, S.A. (L. ABAL VAZQUEZ)	Ribadunia	Barrantes s/n	710231	Xabre
PO-27	CANOSA	Pontevedra	Javier Puig, 3 (Pontevedra)	-	Granito
PO-29	DESCONOCIDA				Xabre
PO-31	DAVILA	Vigo	Barreiro, 51 (Vigo)	272386	Granito
PO-35	ARIDOS OLLAL, S.A.	Mos	Veigadaña s/n (Petelos)	332763	Xabre
PO-37	ARIDOS DE PONTEAREAS, S.L.	Tui	M. Hernandez, 1 (Tui)	-	Granito
PO-42	PREBETONG GALICIA, S.A.	Vigo	Meixueiro s/n (Vigo)	640971	Granito
PO-43	GRANITOS Y ARIDOS DE ATIOS, S.L.	Porriño	Apartado, 143 (Atios)	334295	Granito
PO-44	GRAVAS DE ATIOS	Balona	Xunqueira Ramallosa	336319	Granito
PO-45	CANTEIROS DO PORRIÑO REUNIDOS, S.A.	Porriño	San Salvador s/n (Budiño)	331640	Granito
PO-46	EXPLOTACIONES FILLABOA, S.L.	Tui	Baños (Caldelas-Tui)	629026	Arena Grava

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
PO-47	ARIDOS DO PORTO	Salvaterra de Miño	Porto	639104	Arena Grava
PO-48	HORMIGONES VALLE MIÑOR, S.A.	Nigran	Barrio Xunqueira s/n (Ramallosa)	350300	Arena Grava
OR-5	JOSE MALVAR CONSTRUCCIONES, S.L.	Pontevedra	Crta. Pontevedra Marín (Mollabao)	857150	Cuarzoesquisto
OR-6	CANTERAS DEL ARENAL, S.L.	Lalín	Arenal s/n (Lalín)	780823	Granito
OR-28	EURO-ROCA, S.A. MINERA DE ROCAS	A Caniza	Progreso, 18-19E (A Caniza)	335558 336069	Granito
OR-59 60	ALFONSO SABINO	Ponteareas	Souto	-	Granito
OR-63	GRANITOS AVIACO, S.A.	Porriño	Crta. a Salceda Km 0,700 (Atios)	333559	Granito
OR-64	ORENSANA DE GRANITOS, S.A.	Ponteareas	Correlo s/n (Arcos)	641050	Granito
OR-71	ADAN NATIVIDAD GONZALEZ	Salvaterra de Miño	Fillaboa s/n	658257	Arena Grava
OR-72	ARIDOS DE SALVATIERRA, S.L.	Salvaterra de Miño	Teanes s/n (Oleiros)	658106	Arena Grava
OR-73	ARIDOS DO MSNDO, S.L.	Salvaterra de Miño	Chan de Salgosa s/n (Oleiros)	658018	Arena Grava
OR-74	ARIDOS CHAN DE SALGOSA, S.L.	As Neves	Chan de Salgosa s/n (Liñares)	648381	Arena Grava

PROVINCIA DE OURENSE

LU-39	ISERO-ITALIANA DE PIZARRAS	Carballeda	Vega de Sil s/n (S. de Valdeorras)	335148	Pizarra
LU-37	LUIS COLLARTE RODRIGUEZ	Ourense	Alameda Concejo 7 (Ourense)	-	Granito
OR-19	CANTERAS GRANITICAS LA SALETA, S.A.	Boborás	Fondo da Vila (Astureses)	271214	Granito
OR-23	HIGINIO GARCIA BLANCO				Arena Grava
OR-23	OTECA, S.A.	Esgos	Laxedo s/n (Esgos)	290075	Esquisto

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
OR-26	FRANCISCO FERNANDEZ LAMAS	Carballada de Avia	Abelenda das Penas	-	Granito
OR-27 29	FIDEL GOMEZ GONZALEZ	Carballada de Avia	Muñoz Calero 33(Carballada)	470048	Granito
OR-31	ARIDOS DEL AVIA (B.FERNANDEZ PEREIRA)	Carballiño	Crta de Irixo 37(Carballiño)	488081	Arena Grava
OR-35	CANTERAS DE XUBIN,S.A.	Ourense	Xubin-Cenlle	280290	Cuarzoesquisto
OR-37	ARIDOS ASTARIZ,S.A.	Ourense	Avda.Habana,5 (Ourense)	242341	Arena Grava
OR-40,43 58,75	HERMANOS CORTIÑAS,S.L.	Toen	Rial s/n (Mugares)	269268	Granito
OR-41	CANTERAS JORGE	Ourense	-	211791	Granito
OR-45	CANTERAS RIO MIÑO, S.A.	Ourense	Acceso Puente Novisimo,6,19Iz	220022	Granito
OR-50	GUILLELMO COLLARTE LOPEZ	Ourense	Parque S.Lorenzo 35,39(Ourense)		Granito
OR-51	ARIDOS Y CONTRATAS S.A. (ARCONSA)	S.Ciprian de Viñas	Castroverde	224882	Granito
OR-53 88	OTECA, S.A.	Ourense	Avda.Otero Pedrayo Edf.Ponferrada,19C	237308	Granito Xabre
OR-68	FRANCISCO QUINTAS	Allariz	-	-	Granito
OR-69	AMADOR CID FERNANDEZ	Vilar de Barrio	José Barreira s/n(V.de Barrio)	449032	Granito
OR-76	MAXIMO RODRIGUEZ GONZALEZ	Ourense	Carrero Blanco 23 (Ourense)	-	Granito
OR-77	MAXIMO RODRIGUEZ GONZALEZ	Ourense	Las Lagunas,19C (Ourense)	230883	Granito
OR-78	ARIDOS DACAL	Porqueira	Crta.de Xinzo a Bande s/n(Forxa)	466101	Arena
OR-79	MANUEL JARDON DAPOZA	Vilar de Santos	Rua Celanova,26	465813	Arena
OR-80	FRANCISCO LOPEZ ALONSO	Xinzo da Limia	General Franco, 107 (Xinzo)	460349	Arena
OR-81	GRAVERAS CASTRO,S.L.	Xinzo da Limia	Rosalía Castro, 68 (Xinzo)	460217	Arena
OR-82	JOSE CABRERA DIOS	Sandias	-	-	Arena

INDICIO	EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO	SUSTANCIA
OR-83	FRANCISCO GOMEZ GARCIA	Xinzo	Avda.de Orense 60,49 (Xinzo)	460542	Arena
OR-84	ARIDOS COUSO DA LIMIA,S.L.	Carballiño	Conde Vallellano 20 (Carballiño)	-	Arena
OR-85	ARIDOS ANTELANOS S.A. (ARIAN)	Sandias	Vilariño (Couso da Limia)	465879	Arena
OR-86	EXTRACCION DE ARIDOS LINMAR,S.L.			440675	Arena
OR-87	TEOFILO FRIJOO,S.A.	Ourense	Parque S.Lazaro 1-19,(Ourense)	465058	Arena
OR-90	ANGELES BOUZAS GONZALEZ	Maceda	Carrero Blanco 43-39(Maceda)		Granito
OR-93	HERMANO PEREZ CARRAJO	Verín	Avda.Portugal Km 1,100(Verin)	410982	Cuarcita
OR-97	HERMANOS DIAZ	A Rua	Curros Enriquez 6 (A Rua)	310101 310100	Cuarcita
OR-98 99	ARIDOS DEL TAMEGA,S.A.	Oimbra	Puente de Oimbra (Oimbra)	411996 410088	Cuarcita Grava,Arena

PROVINCIA DE ZAMORA

C-57	RIOCOBO	Zamora	Arapiles, 20 (Zamora)	521683	Cuarcita
------	---------	--------	--------------------------	--------	----------

5.2.2. DIRECTORIO DE PLANTAS DE HORMIGON

La relación de las plantas de hormigón se incluyen a continuación.

A CORUÑA

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
Granito	C.Carballo(CONCASA)	Arteixo
Granito	Horpasa	S.Compost.
Granito	C.Carballal,S.L.	Teo
Granito	E.Campo,S.A.	Laracha
Granito	S.Sama-F.Fría y otros	Sta. Eugenia
Granito	Gránitos Xallas	Sta. Comba
Granito	Arias Hnos.S.A.	Arteixo
Granito	C.La Grela,S.L.	Arteixo

1 Planta de Pretensado: Epifanio Campo,S.A. (Laracha)

LUGO

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
	C.Rio Seco,S.L.	
	M.Glez-Z.López	Sarria
	H.Cantábrico	Mañante
	Hormigones Miño	Chantada
	HORLUSA	Lugo
	H.Picato (HORPISA)	Sarria

1 Planta de Pretensado: Cerámica de Río Seco, S.L.

OURENSE

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
Arenas	T.Feijoo Vázquez	Sandias
Granitos	Oteca	Xinzo Limia

PONTEVEDRA

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
Gneis	Cant.Horm.Arenal,S.L.	Lalín
Grava	H.Valle Miñor,S.A.	Tomiño
Granito	Preb.Galicia,S.A.	Vigo
Granito	Horm.y Pav.(HORPASA)	Meis
Granito	Aridos Puenteareas	Puenteareas

5.2.3. PLANTAS DE AGLOMERADO ASFALTICO

A CORUÑA

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
Anfíbol	A. y Contr. (ARCONSA)	Santiago de C.
Anfíbol	Aridos Lamas, S.A.	S. Saturnino
Gabro	Arias Hnos. Const. S.A.	Arteixo

LUGO

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
	ELSAN, S.A.	Corgo

OURENSE

SUSTANCIA	CONCESIONARIO	MUNICIPIO
Cuarcitas	R. Rdguez. Rdguez.	Oimbra

5.3. LISTADO DE INDICIOS

MAPA 1. A CORUÑA

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
C-1	1	590.840	4.845.180	270	La Capelada	Eclogita
C-2	1	587.000	4.842.900	360	La Capelada	Peridotita
C-3	1	586.500	4.839.400	200	La Capelada	Peridotita
C-4	2	604.300	4.845.160	250	Filón O Barqueiro	Cuarzo
C-5	3	622.700	4.840.600	0	Depósito de playa	Arena
C-6	7	570.350	4.830.950	150	Mac. La Espenuca	Granito
C-7	7	570.050	4.829.800	150	Metagabros	Gabro
C-8	1	587.500	4.838.500	85	Filón de Seixo	Cuarzo
C-9	8	593.560	4.833.960	60	Pizarras Siluricas	Pizarra
C-10	8	594.400	4.831.360	320	Cuarcita Silurica	Cuarcita
C-11	2	601.000	4.839.100	300	Pizarras de Luarca	Pizarra
C-12	2	613.400	4.836.500	5	Depósito de ria	Arena
C-13	2	616.160	4.838.000	150	Mac. San Ciprian	Granito
C-14	2	616.860	4.836.630	320	Mac. San Ciprian	Granito
C-15	3	623.740	4.839.300	30	Mac. San Ciprian	Granito
C-16	3	623.350	4.836.440	330	Cuarcita de Xistral	Cuarcita
C-17	9	630.540	4.835.480	200	Mac. San Ciprian	Granito
C-18	9	632.350	4.829.900	90	Fazaouro	Are.Grava
C-19	7	570.560	4.829.140	200	Mac. La Espenuca	Granito
C-20	7	570.900	4.822.850	260	Filón Xubia	Cuarzo
C-21	7	577.100	4.823.080	300	Anfib. de Purrido	Anfibolita
C-22	7	579.860	4.824.460	250	Anfib. de Purrido	Anfibolita
C-23	7	580.920	4.821.600	140	Calizas de Moeche	Caliza
C-24	7	580.150	4.820.250	130	Serpent.de Moeche	Serpentina
C-25	8	597.750	4.820.000	550	Filón Iglesia	Cuarzo
C-26	8	610.900	4.824.860	200	Cuarcita de Xistral	Cuarcita
C-27	9	626.750	4.820.600	50	Río Ouro	Are.Grava

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
C-28	9	641.420	4.823.220	5	Río Masma	Are.Grava
C-29	9	643.840	4.823.280	40	Fazaouro	Are.Grava
C-30	6	560.620	4.818.520	190	Macizo de Ferrol	Granito
C-31	6	561.260	4.818.300	140	Macizo de Ferrol	Granito
C-32	7	569.700	4.818.000	130	Mac. La Espenuca	Granito
C-33	22	570.440	4.813.500	220	Mac. La Espenuca	Granito
C-34	22	581.500	4.816.400	420	Mac. de Forgoselo	Gran.Arenisca
C-35	7	584.300	4.817.200	320	Anfibol. de Toca	Anfibolita
C-36	22	583.200	4.816.100	340	Filón de Toca	Cuarzo
C-37	22	583.600	4.815.180	430	Filón de Toca	Cuarzo
C-38	22	582.800	4.814.250	460	Mac. de Forgoselo	Granito
C-39	22	581.780	4.810.180	530	Mac. de Forgoselo	Granito
C-40	22	587.150	4.809.870	450	F.Fraga dos Cregos	Cuarzo
C-41	23	604.240	4.813.000	585	Conj.Gran. de Xistral	Granito
C-42	24	638.240	4.816.340	120	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-43	24	636.400	4.815.100	160	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-44	24	636.100	4.814.760	190	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-45	24	635.620	4.814.600	160	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-46	24	636.800	4.814.380	120	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-47	24	635.600	4.812.940	270	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-48	24	639.600	4.811.580	100	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-49	21	544.900	4.798.700	120	Mac. de La Coruña	Granito
C-50	21	545.400	4.799.060	100	Mac. de La Coruña	Granito
C-51	21	546.800	4.799.500	70	Mac. de La Coruña	Granito
C-52	21	546.300	4.798.800	140	Mac. de La Coruña	Granito
C-53	22	569.400	4.809.080	210	Metagabros	Gabros
C-54	22	571.260	4.807.900	310	Mac. La Espenuca	Granito
C-55	23	595.500	4.806.680	470	Río Trinaz	Are.Grava
C-56	23	599.220	4.804.680	540	Cuarcita de Xistral	Arenisca

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
C-57	23	600.780	4.801.080	480	Cuarcita de Xistral	Arenisca
C-58	24	628.480	4.804.450	440	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-59	24	630.920	4.808.060	380	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-60	24	632.200	4.805.200	320	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-61	24	637.500	4.806.700	350	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza
C-62	24	641.000	4.808.150	340	Cal. Mondoñedo-Lour.	Caliza

MAPA 3. SANTIAGO

S-1	44	537.050	4.795.600	70	Mac. de Barrañan	Gabro
S-2	44	537.000	4.795.600	50	Mac. de Barrañan	Gabro
S-3	44	538.800	4.794.400	90	Comp. de La Coruña	Granito
S-4	44	534.900	4.792.900	150	Mac. de Barrañan	Gabro
S-5	43	499.860	4.786.240	20	Mac. de Camariñas	Granito
S-6	43	504.450	4.784.960	5	Depósito Costero	Arena
S-7	43	508.080	4.788.000	5	Depósito Costero	Arena
S-8	43	508.900	4.787.300	15	Alin. Corne-Vigo	Neis
S-9	43	508.160	4.785.360	70	Alin. Corne-Vigo	Neis
S-10	43	510.740	4.788.000	190	Filón Tella	Cuarzo
S-11	44	512.180	4.786.140	70	Ortogneises Peralc.	Neis
S-12	44	515.280	4.786.220	90	Ali. Barb.-Neme-Meda	Granito
S-13	44	519.860	4.789.420	220	Ali. Barb.-Neme-Meda	Granito
S-14	44	521.700	4.791.050	350	Ali. Barb.-Neme-Meda	Arena
S-15	44	521.400	4.790.600	180	Ali. Barb.-Neme-Meda	Arena
S-16	44	527.400	4.789.920	250	Anfibolitas de Oza	Anfibolita
S-17	44	526.700	4.783.300	200	Cuenca Sta. Lucia	Cuarzo
S-18	67	482.900	4.771.900	30	Macizo de Muxia	Granito
S-19	68	491.080	4.778.000	80	Macizo de Traba	Granito
S-20	68	511.200	4.778.800	260	Ali. Barb.-Neme-Meda	Granito

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
S-21	69	515.000	4.771.340	400	Mac. de Varilongo	Granito
S-22	67	478.900	4.764.480	200	Filón Queiroso	Cuarzo
S-23	68	496.180	4.765.120	400	Microgran. Berdeogás	Aplita
S-24	68	507.150	4.765.650	380	Filón Langueiro	Cuarzo
S-25	69	519.340	4.766.860	400	Mac. de Negreira	Granito
S-26	69	526.460	4.768.700	360	Mac. Mte. Castelo	Gabro
S-27	69	531.600	4.764.360	400	Anfib. de Bemibre	Anfibolita
S-28	93	487.500	4.752.280	150	Mac. de O Pindo	Granito
S-29	93	489.960	4.750.450	10	Mac. de O Pindo	Granito
S-30	93	490.850	4.751.900	250	Mac. de O Pindo	Granito
S-31	93	492.900	4.759.450	370	Al.Laxe-Dumb-Muros-Bar.	Granito
S-32	93	495.420	4.757.000	280	Mac. de La Ruña	Granito
S-33	93	499.100	4.759.800	300	Ortogneises Peralc.	Neis
S-34	93	497.700	4.752.750	320	Filón Mondín	Cuarzo
S-35	93	503.100	4.758.700	400	Filón Abeleiras	Cuarzo
S-36	93	502.640	4.756.820	410	Ortogneises Peralc.	Neis
S-37	93	503.100	4.752.500	480	Cuarz. Pino do Val	Cuarzoesquisto
S-38	93	503.400	4.752.100	460	Cuarz. Pino do Val	Cuarzoesquisto
S-39	93	503.600	4.751.600	430	Cuarz. Pino do Val	Cuarzoesquisto
S-40	94	531.350	4.758.220	330	Filones de Fecha	Cuarzo
S-41	94	532.250	4.757.000	300	Filones de Fecha	Cuarzo
S-42	94	534.500	4.756.750	400	Filones de Fecha	Cuarzo
S-43	94	535.250	4.754.540	360	Filones de Fecha	Cuarzo
S-44	94	535.280	4.752.900	350	Mac. de Vilardoa	Granito
S-45	94	533.550	4.752.400	390	Mac. de Vilardoa	Granito
S-46	93	490.900	4.745.360	40	Mac. de O Pindo	Granito
S-47	119	494.650	4.741.100	370	Al.Laxe-Dumb-Muros-Bar.	Granito
S-48	93	505.840	4.744.860	220	Alin. Corne-Vigo	Neis
S-49	94	512.100	4.745.700	320	Mac. de Monte Preto	Granito

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
S-50	94	529.820	4.743.100	80	Conj. Gran. de Padrón	Granito
S-51	120	532.020	4.740.280	220	Conj. Gran. de Padrón	Granito
S-52	94	534.700	4.746.800	180	Conj. Gran. de Padrón	Granito
S-53	94	538.050	4.746.060	280	Neis de Santiago	Neis
S-54	119	509.700	4.733.760	60	Alin. Corne-Vigo	Neis
S-55	120	514.280	4.733.900	220	Mina San Finx(Subp.)	Are.Grava
S-56	120	513.400	4.739.400	170	Conj. Gran. de Padrón	Granito
S-57	120	521.850	4.737.440	330	Mac. de Monte Freito	Granito
S-58	120	531.000	4.732.950	120	Conj. Gran. de Padrón	Granito
S-59	120	537.250	4.732.100	120	Mac. de A Estrada	Granito
S-60	119	499.460	4.729.000	30	Al.Laxe-Dumb-Muros-Bar.	Granito
S-61	119	508.660	4.728.680	250	Al.Laxe-Dumb-Muros-Bar.	Granito
S-62	120	521.350	4.727.320	80	Conj. Gran. de Padrón	Granito
C.V.	68	497.100	4.766.900	320	Subprod. Minero	Arena

MAPA 5. LUGO

LU-1	45	539.200	4.794.600	90	Comp. de La Coruña	Granito
LU-2	45	541.200	4.792.700	80	Comp. de La Coruña	Granito
LU-3	45	541.400	4.794.500	110	Comp. de La Coruña	Granito
LU-4	45	542.900	4.795.850	100	Comp. de La Coruña	Granito
LU-5	45	544.200	4.797.300	190	Comp. de La Coruña	Granito
LU-6	45	548.250	4.796.925	160	Comp. de La Coruña	Granito
LU-7	45	556.100	4.793.725	60	Ríos Barces-Mero	Are.Grava
LU-8	45	558.800	4.792.650	60	Ríos Barces-Mero	Are.Grava
LU-9	45	563.750	4.797.800	60	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-10	45	565.200	4.792.750	120	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-11	45	564.200	4.790.600	100	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-12	46	571.250	4.794.200	350	Mac. La Espenuca	Granito

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
LU-13	47	613.650	4.793.450	420	Macizo de Roman	Granito
LU-14	48	629.350	4.793.250	440	Vilalba (Río Miño)	Grava
LU-15	45	543.500	4.787.800	255	Comp. de La Coruña	Xabre
LU-16	45	543.850	4.786.900	320	Comp. de La Coruña	Granito
LU-17	45	544.700	4.788.550	300	Comp. de La Coruña	Granito
LU-18	45	552.350	4.780.900	410	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-19	45	562.900	4.786.750	140	Ríos Barces-Mero	Grava.Arcilla
LU-20	46	568.750	4.787.650	360	Mac. La Espenuca	Granito
LU-21	46	568.950	4.788.200	320	Mac. La Espenuca	Granito
LU-22	46	577.350	4.784.400	500	Mac. La Espenuca	Granito
LU-23	47	594.900	4.784.200	513	Doleritas	Dolerita
LU-24	47	595.500	4.784.750	460	Doleritas	Dolerita
LU-25	47	598.900	4.781.050	420	Cuarc. Armoricana	Cuarcita
LU-26	47	599.200	4.785.300	680	Cuarc. Armoricana	Cuarcita
LU-27	47	605.650	4.780.900	400	Río Ladra	Cuarzo
LU-28	47	609.000	4.785.200	460	Cuarcita de Xistral	Cuarcita
LU-29	47	609.125	4.784.950	480	Cuarcita de Xistral	Cuarcita
LU-30	47	609.075	4.786.400	480	Cuarcita de Xistral	Cuarcita
LU-31	47	615.800	4.783.150	390	C. Vilalba-Terra Cha	Are.Grava
LU-32	47	616.000	4.782.900	400	C. Vilalba-Terra Cha	Are.Grava
LU-33	47	617.152	4.786.789	495	Filonos de Pena	Cuarzo
LU-34	47	617.850	4.788.100	440	Serie de Villalba	Pizarra
LU-35	47	619.000	4.788.700	420	Filonos de Pena	Cuarzo
LU-36	48	635.250	4.789.100	460	Calizas de Meira	Caliza
LU-37	48	636.650	4.786.550	480	Calizas de Meira	Caliza
LU-38	48	636.550	4.785.950	500	Calizas de Meira	Caliza
LU-39	48	634.000	4.781.300	490	Serie de Candana	Pizarra
LU-40	73	635.275	4.780.050	510	Serie de Candana	Pizarra
LU-41	70	550.350	4.777.250	425	Serie de Ordenes	Esquisto

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
LU-42	70	550.250	4.775.550	370	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-43	71	578.500	4.779.900	440	Mac. La Espenuca	Granito
LU-44	71	579.400	4.774.500	525	Per. de Teixeira	Peridotita
LU-45	71	589.100	4.778.750	460	Macizo de Friol	Granito
LU-46	71	591.700	4.777.750	470	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-47	71	591.675	4.777.700	470	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-48	71	591.000	4.776.900	475	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-49	71	591.300	4.776.650	552	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-50	71	593.150	4.776.600	460	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-51	72	593.600	4.776.250	460	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-52	71	593.100	4.776.225	460	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-53	71	592.100	4.775.500	470	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-54	71	592.100	4.775.100	490	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-55	71	591.500	4.774.250	545	Mac. Puebla de Parga	Granito
LU-56	72	605.100	4.778.950	420	Río Ladra	Are.Grava
LU-57	72	612.300	4.774.600	390	Serie de Villalba	Pizarra
LU-58	72	617.500	4.778.600	410	Serie de Villalba	Pizarra
LU-59	72	618.200	4.771.800	440	Macizo de Lugo	Xabre
LU-60	72	617.750	4.770.700	495	Macizo de Lugo	Xabre
LU-61	72	619.000	4.772.200	500	Macizo de Lugo	Granito
LU-62	72	618.600	4.770.300	510	Macizo de Lugo	Granito
LU-63	73	621.400	4.771.000	500	Macizo de Lugo	Granito
LU-64	73	631.300	4.777.900	520	Calizas de Meira	Caliza
LU-65	73	633.200	4.779.100	470	Serie de Candana	Pizarra
LU-66	73	640.600	4.774.650	600	Calizas de Meira	Caliza
LU-67	70	542.500	4.765.150	270	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-68	70	545.000	4.763.075	280	ortog. de Sobrado	Neis
LU-69	70	559.700	4.765.100	360	Depósito Fluvial	Are.Grava
LU-70	70	564.750	4.767.775	400	Depósito Fluvial	Grava.Arc.

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
LU-71	71	576.600	4.766.400	540	Anfib. de Sobrado	Anfibolita
LU-72	71	578.550	4.769.200	500	Per. de Teixeira	Serpentina
LU-73	71	585.800	4.765.500	635	Serp. del Careón	Serpentina
LU-74	72	598.600	4.763.550	485	Macizo de Friol	Granito
LU-75	72	598.750	4.764.000	510	Macizo de Friol	Granito
LU-76	72	604.600	4.766.550	470	Mac. de Ombreiro	Xabre
LU-77	72	611.600	4.768.400	380	Mac. de Ombreiro	Granito
LU-78	97	610.750	4.761.050	490	Mac. de Ombreiro	Granito
LU-79	97	614.525	4.760.400	480	Mac. de Ombreiro	Xabre
LU-80	97	616.350	4.760.400	470	Mac. de Ombreiro	Xabre
LU-81	72	619.350	4.765.050	460	Macizo de Lugo	Xabre
LU-82	72	619.500	4.765.400	440	Río Fervedoira	Arena
LU-83	73	624.175	4.769.300	520	Macizo de Lugo	Granito
LU-84	73	621.400	4.764.050	480	Macizo de Lugo	Xabre
LU-85	73	627.500	4.764.200	550	Macizo de Lugo	Granito
LU-86	73	621.650	4.763.200	460	Macizo de Lugo	Granito
LU-87	73	624.500	4.763.000	500	Macizo de Lugo	Granito
LU-88	98	621.125	4.761.400	460	Serie de Villalba	Pizarra
LU-89	98	621.125	4.761.300	450	Serie de Villalba	Pizarra
LU-90	98	621.300	4.761.150	450	Serie de Villalba	Pizarra
LU-91	73	630.225	4.764.425	470	Mac. de Castroverde	Xabre
LU-92	73	634.850	4.768.850	670	Calizas de Meira	Caliza
LU-93	73	635.500	4.767.250	600	Calizas de Meira	Caliza
LU-94	73	634.250	4.766.900	600	Mac. de Castroverde	Xabre
LU-95	73	632.700	4.764.100	490	Río Outeiro	Are.Grava
LU-96	73	636.100	4.765.300	600	Mac. de Castroverde	Xabre
LU-97	73	631.850	4.763.350	500	Mac. de Castroverde	Xabre
LU-98	73	631.000	4.762.450	480	Mac de Castroverde	Xabre
LU-99	73	631.350	4.762.400	480	Mac. de Castroverde	Xabre

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
LU-100	98	638.300	4.760.550	460	Río Oriz	Arena
LU-101	73	643.600	4.764.400	780	Capas de Riotorto	Pizarra
LU-102	95	540.550	4.757.700	260	Serie de Ordenes	Neis
LU-103	95	541.650	4.752.550	340	Anfib. de Fornás	Anfibolita
LU-104	96	559.400	4.754.450	400	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-105	95	558.900	4.753.200	355	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-106	96	567.100	4.753.750	340	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-107	96	576.700	4.752.600	430	Ortog. de Sobrado	Neis
LU-108	96	581.800	4.750.500	450	Anfib. de Melide	Anfibolita
LU-109	97	597.400	4.758.150	600	"Ollo de Sapo"	Neis
LU-110	97	597.900	4.756.100	570	Dolerita	Dolerita
LU-111	97	599.850	4.754.750	510	Filón de Vilamaior	Cuarzo
LU-112	97	600.200	4.751.600	520	Cuarc. Armoricana	Cuarcita
LU-113	97	606.950	4.750.000	530	Cuenca de Guntin	Arena.Arc.
LU-114	97	611.150	4.754.000	670	Serie de Villalba	Esquisto
LU-115	97	614.050	4.757.850	530	Mac. de Ombreiro	Xabre
LU-116	98	621.575	4.759.700	420	Serie de Villalba	Pizarra
LU-117	98	624.950	4.757.800	435	Mac. de Castroverde	Granito
LU-118	98	646.100	4.751.000	700	Serie de Candana	Cuarcita
LU-119	95	540.500	4.748.400	300	Anfib. de Fornás	Anfibolita
LU-120	95	540.050	4.743.050	180	Ortog. de A Susana	Neis
LU-121	95	542.850	4.743.400	320	Anfib. de Fornás	Anfibolita
LU-122	96	567.850	4.749.500	280	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-123	95	566.200	4.744.900	270	Serie de Ordenes	Esquisto
LU-124	122	570.900	4.740.850	330	Vila de Cruces	Esquisto
LU-125	96	579.850	4.745.000	330	Ortog. de Sobrado	Neis
LU-126	96	580.700	4.749.250	400	Anfib. de Melide	Anfibolita
LU-127	96	585.700	4.749.650	525	Serp. del Careón	Serpentina
LU-128	123	598.800	4.742.200	610	Mac. Chantada-Taboada	Granito

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
LU-129	123	598.500	4.741.950	600	Mac.Chantada-Taboada	Granito
LU-130	123	599.875	4.740.075	680	Dom.Esq.Gal. Central	Cuarcita
LU-131	97	601.300	4.748.850	620	Cuarc. Armoricana	Cuarcita
LU-132	97	605.300	4.749.450	450	Capas de la Garganta	Esquisto
LU-133	123	616.625	4.741.675	420	Calizas de Baralla	Caliza
LU-134	98	623.325	4.746.475	370	Macizo de Neira	Xabre
LU-135	98	624.250	4.746.375	420	Macizo de Neira	Xabre
LU-136	98	629.200	4.745.500	520	Mac.San Juan de Muro	Gran.Xabre
LU-137	124	628.975	4.741.050	520	Macizo de Sarria	Granito
LU-138	124	629.500	4.740.600	540	Macizo de Sarria	Granito
LU-139	98	637.700	4.747.000	460	Calizas de Baralla	Caliza
LU-140	98	641.350	4.749.250	500	Calizas de Baralla	Caliza
LU-141	98	644.150	4.748.300	640	Calizas de Baralla	Caliza
LU-142	98	644.600	4.747.125	700	Calizas de Baralla	Caliza
LU-143	124	644.900	4.743.875	830	Calizas de Baralla	Caliza
LU-144	124	646.100	4.743.550	800	Calizas de Baralla	Caliza
LU-145	121	547.600	4.738.000	350	Filón Pico Sacro	Cuarzo
LU-146	121	548.880	4.730.500	250	Mac. de A Estrada	Granito
LU-147	121	552.600	4.736.500	160	Filón Pico Sacro	Cuarzo
LU-148	121	553.100	4.736.200	150	Serp. de Cira	Serpentina
LU-149	121	554.300	4.736.000	160	Mac. de A Estrada	Granito
LU-150	121	555.450	4.736.800	260	Vila de Cruces	Serpentina
LU-151	121	558.250	4.735.550	200	Per. Campo Marzo	Serpentina
LU-152	121	558.650	4.733.700	325	Per. Campo Marzo	Serpentina
LU-153	121	565.300	4.737.300	350	Vila de Cruces	Serpentina
LU-154	121	564.550	4.729.900	417	Ortogneis de Rosende	Granito
LU-155	122	569.900	4.732.950	670	Ortogneis de Carrio	Granito
LU-156	122	575.900	4.730.600	520	Macizo de Golada	Xabre
LU-157	123	596.075	4.737.575	530	Mac. Chantada-Taboada	Xabre

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
LU-158	123	615.500	4.734.200	600	Calizas de Baralla	Caliza
LU-159	123	615.800	4.733.275	700	Calizas de Baralla	Caliza
LU-160	124	629.250	4.738.950	510	Macizo de Sarria	Granito
LU-161	124	625.150	4.732.100	670	Macizo de Sarria	Xabre
LU-162	124	647.275	4.736.150	810	Calizas de Baralla	Caliza
LU-163	122	573.650	4.724.600	550	Plutón de Lalín	Granito
LU-164	123	614.400	4.725.800	680	Pizarras de Luarca	Pizarra
LU-165	124	633.625	4.729.900	690	Serie de Villalba	Pizarra
LU-166	124	624.750	4.726.100	1060	Calizas de Baralla	Caliza

MAPA 7. PONTEVEDRA

PO-1	151	507.500	4.723.000	110	Cuarz. de Runs	Cuarzoesquisto
PO-2	151	508.050	4.723.250	70	Macizo de Barbanza	Granito
PO-3	152	520.900	4.723.750	20	Conj. Gran. de Padron	Granito
PO-4	152	522.810	4.723.785	45	Conj. Gran. de Padron	Granito
PO-5	151	496.100	4.714.950	30	Playa de Corrubedo	Arena
PO-6	151	498.450	4.712.550	80	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-7	151	500.150	4.713.700	100	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-8	152	519.280	4.713.730	100	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-9	152	522.950	4.715.650	200	Mac. Caldas de Reis	Xabre
PO-10	152	523.750	4.715.900	140	Mac. Caldas de Reis	Gran.Xabre
PO-11	152	524.950	4.716.080	70	Mac. Caldas de Reis	Xabre
PO-12	152	527.100	4.716.200	35	Mac. Caldas de Reis	Xabre
PO-13	152	527.775	4.717.400	75	Mac. Caldas de Reis	Xabre
PO-14	152	528.650	4.715.430	15	Ríos Umia-Chaín	Are.Grav.Xabre
PO-15	152	525.630	4.711.920	182	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-16	152	524.550	4.710.420	80	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-17	152	536.900	4.713.800	420	Doleritas	Dolerita

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
PO-18	184	510.275	4.701.475	16	Playa da Lanzada	Arena
PO-19	184	510.410	4.701.550	30	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-20	152	518.600	4.706.750	45	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-21	152	525.900	4.707.350	100	Mac. Caldas de Reis	Granito
PO-22	152	526.040	4.707.200	120	Mac. Caldas de Reis	Xabre
PO-23	185	538.050	4.705.550	280	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-24	185	524.150	4.697.650	15	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-25	185	526.795	4.698.250	65	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-26	185	521.745	4.697.160	18	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-27	185	533.560	4.696.440	225	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-28	185	531.500	4.689.157	60	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-29	223	523.700	4.681.450	80	Al. Campo Lam.-Borben	Xabre
PO-30	223	525.900	4.683.500	220	Alin. Corne-Vigo	Neis
PO-31	223	527.000	4.682.570	75	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
PO-32	223	528.950	4.679.000	410	Alin. Corne-Vigo	Neis
PO-33	223	529.150	4.673.250	280	Alin. Corne-Vigo	Neis
PO-34	223	530.100	4.675.100	260	Alin. Corne-Vigo	Neis
PO-35	223	531.345	4.670.756	95	Macizo de Porriño	Xabre
PO-36	223	534.850	4.670.840	260	Macizo de Porriño	Xabre
PO-37	223	537.700	4.670.557	60	Macizo de Porriño	Granito
PO-38	260	511.230	4.662.800	40	Alin. Ons-A Guarda	Granito
PO-39	261	525.150	4.666.750	365	Ortoneises Peralc.	Neis
PO-40	261	525.850	4.664.450	480	Ortoneises Peralc.	Neis
PO-41	223	531.200	4.668.920	20	Macizo de Porriño	Xabre
PO-42	261	535.000	4.668.458	305	Macizo de Porriño	Granito
PO-43	261	532.223	4.663.900	60	Macizo de Porriño	Granito
PO-44	261	532.358	4.663.750	75	Macizo de Porriño	Granito
PO-45	261	532.550	4.663.690	105	Macizo de Porriño	Granito
PO-46	261	534.460	4.656.190	16	Río Miño	Are.Grava

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
PO-47	261	536.310	4.656.200	17	Río Miño	Are.Grava
PO-48	299	524.180	4.648.750	20	Río Miño	Are.Grava

MAPA 9. OURENSE/VERIN

OR-1	153	543.200	4.720.950	460	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
OR-2	153	550.700	4.716.250	725	Ortoneis de Mamoá	Neis
OR-3	153	551.820	4.713.200	650	Ortoneis de Mamoá	Neis
OR-4	153	549.800	4.710.850	460	Al.Salv.-A Caniza-Cerd.	Cuarzodior.
OR-5	153	555.250	4.710.250	560	Cuarz. de Ventoso	Cuarzoesquisto
OR-6	154	573.600	4.724.450	570	Plutón de Lalín	Granito
OR-7	154	585.475	4.722.600	630	Al. Our.-Carb.-Rodeiro	Granito
OR-8	155	601.600	4.718.650	500	Mac. Chantada-Taboada	Granito
OR-9	155	603.300	4.720.550	545	Mac. Chantada-Taboada	Granito
OR-10	155	605.900	4.720.350	300	Mac. Chantada-Taboada	Granito
OR-11	156	635.500	4.723.050	550	Calizas de O Incio	Caliza
OR-12	155	601.100	4.709.100	610	Macizo de A Barrela	Granito
OR-13	155	602.050	4.708.300	600	Macizo de A Barrela	Granito
OR-14	156	630.000	4.712.400	370	Cuarcita Armoricana	Cuarcita
OR-15	189	637.950	4.702.225	280	Cuarcita Armoricana	Cuarcita
OR-16	189	639.850	4.702.200	430	Cuenca de Quiroga	Are.Grava
OR-17	186	550.775	4.697.150	700	Al. Campo Lam.-Borben	Granito
OR-18	186	559.900	4.700.700	560	Macizo de Beariz	Granito
OR-19	187	572.750	4.699.000	490	Al.Our.-Carb.-Rodeiro	Granito
OR-20	188	599.150	4.695.500	140	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-21	188	603.550	4.704.500	520	Metav. de Os Peares	Cuarcita
OR-22	188	601.600	4.697.500	120	Metav. de Os Peares	Cuarcita
OR-23	189	642.000	4.696.500	1.100	Esquistos de Cabanas	Esquistos
OR-24	186	560.200	4.691.725	560	Macizo de Avión	Granito

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
OR-25	187	569.157	4.691.880	480	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-26	225	567.300	4.687.050	480	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-27	225	567.400	4.687.000	425	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-28	224	562.150	4.680.900	900	Mac. Faro de Avión	Granito
OR-29	225	569.900	4.687.150	300	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-30	187	573.025	4.688.700	180	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-31	225	572.350	4.685.300	80	Cuenca del Avia	Are.Grava
OR-32	225	572.380	4.682.540	90	Macizo de Castrelo	Granito
OR-33	225	570.300	4.681.200	80	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-34	187	575.000	4.688.700	360	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-35	187	577.100	4.687.880	220	Cuarz. de Xubin	Cuarzoesquisto
OR-36	225	575.400	4.685.350	125	Macizo de Ribadavia	Granito
OR-37	225	579.057	4.686.500	100	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-38	187	584.250	4.687.800	100	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-39	225	587.900	4.687.200	298	Macizo de Ourense	Granito
OR-40	225	587.800	4.686.950	375	Macizo de Ourense	Granito
OR-41	225	588.500	4.687.250	320	Macizo de Ourense	Granito
OR-42	187	588.675	4.687.850	380	Macizo de Ourense	Granito
OR-43	225	587.800	4.686.800	330	Macizo de Ourense	Granito
OR-44	225	588.900	4.686.800	350	Macizo de Ourense	Granito
OR-45	187	589.000	4.689.490	200	Al.Our.-Carb.-Rodeiro	Granito
OR-46	187	591.150	4.690.000	100	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-47	187	591.200	4.689.750	100	Cuenca del Miño	Are.Grava
OR-48	226	597.200	4.687.100	460	Macizo de Ourense	Granito
OR-49	225	593.250	4.681.600	385	Macizo de Ourense	Granito
OR-50	225	594.000	4.680.950	400	Macizo de Ourense	Granito
OR-51	226	596.850	4.681.630	305	Macizo de Ourense	Granito
OR-52	226	603.775	4.681.900	440	Macizo de Esgos	Granito
OR-53	226	607.400	4.685.580	640	Macizo de Esgos	Granito

INDICIO	MAGNA 1:50.000	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
		X	Y	Z		
OR-54	226	610.010	4.681.400	560	Macizo de Allariz	Xabre
OR-55	226	614.100	4.679.050	545	Cuenca de Maceda	Are.Grava
OR-56	227	624.050	4.686.000	850	Alin. Meda-C.Manzaneda	Granito
OR-57	227	634.300	4.683.500	1.100	Alin. Meda-C.Manzaneda	Granito
OR-58	227	643.050	4.685.800	900	Alin. Meda-C.Manzaneda	Granito
OR-59	224	541.300	4.673.250	160	Macizo de Porriño	Granito
OR-60	224	541.500	4.673.150	180	Macizo de Porriño	Granito
OR-61	224	545.400	4.675.250	160	Al.Campo Lam.-Borbén	Granito
OR-62	224	553.400	4.676.150	430	Al.Campo Lam.-Borbén	Granito
OR-63	224	566.100	4.674.450	200	Macizo de Melón	Granito
OR-64	225	568.750	4.671.500	300	Macizo de Melón	Granito
OR-65	225	569.750	4.669.500	230	Macizo de Melón	Granito
OR-66	225	577.420	4.677.450	320	Porfidos de A Seara	Porf. Granod.
OR-67	225	591.500	4.674.200	520	Porfido riolitico	Porfido
OR-68	226	600.850	4.670.100	720	Macizo de Allariz	Granito
OR-69	226	607.100	4.672.150	800	Macizo de Allariz	Granito
OR-70	227	649.500	4.670.800	1.000	Alin.Meda-C.Manzaneda	Granito
OR-71	262	540.190	4.659.600	20	Río Miño	Are.Grava
OR-72	262	543.157	4.659.200	7	Río Miño	Are.Grava
OR-73	262	544.400	4.659.850	23	Río Miño	Are.Grava
OR-74	262	545.450	4.659.650	25	Río Miño	Are.Grava
OR-75	263	568.350	4.663.200	650	Mac. Alto de Bostelo	Granito
OR-76	263	589.350	4.667.100	450	Mac. Celanova-Bande	Granito
OR-77	263	587.650	4.658.758	935	Mac. Celanova-Bande	Granito
OR-78	263	594.350	4.654.000	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-79	264	600.600	4.659.100	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-80	264	600.900	4.658.995	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-81	264	601.470	4.659.340	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-82	264	601.840	4.659.950	618	Cuenca de Xinzo	Arena

INDICIO	MAGNA	COORDENADAS UTM			UNIDAD	SUSTANCIA
	1:50.000	X	Y	Z		
OR-83	264	602.320	4.659.020	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-84	264	602.650	4.659.920	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-85	264	602.950	4.659.850	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-86	264	603.550	4.660.550	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-87	264	604.200	4.661.050	618	Cuenca de Xinzo	Arena
OR-88	264	602.500	4.663.700	680	Macizo de Allariz	Xabre
OR-89	264	610.950	4.603.050	655	Macizo de Allariz	Granito
OR-90	264	604.810	4.652.900	785	Macizo de Allariz	Granito
OR-91	264	604.600	4.652.500	750	Macizo de Allariz	Granito
OR-92	264	620.850	4.651.700	830	Cuarc. de Estivadas	Cuarcita
OR-93	265	635.497	4.652.257	980	Cuarc. Pumaces-Servoi	Cuarcita
OR-94	303	644.650	4.650.400	780	Traquitas de Navallo	Traquita
OR-95	303	638.500	4.646.650	910	Cuarc. Pumaces-Servoi	Cuarcita
OR-96	303	631.450	4.645.250	420	Xabre de Abedes	Xabre
OR-97	303	627.050	4.641.550	450	Cuarcitas de Ladairo	Cuarcita
OR-98	303	627.750	4.641.050	460	Cuarcitas de Ladairo	Cuarcita
OR-99	303	628.350	4.640.850	370	Cuenca de Verin	Are.Grava



5.4. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- * ARENAS MARTIN, R. (1988).- Evolución petrológica y geoquímica de la unidad alóctona inferior del complejo metamórfico básico-ultrabásico de Cabo Ortegal (Unidad de Moeche) y del Silúrico paraauctóctono, Cadena Hercínica Iberica (NW de España). Tesis doctoral. Academia de Ciencias Gallega. Laboratorio Geológico de Laxe. Corpus Geologicum Gallaeciae, segunda serie (IV). 543 pp.
- * ARENAS, R.; DIAZ GARCIA, F.; MARTINEZ CATALAN, J.R. (1989).- La geología de los Complejos de Cabo Ortegal y de Ordenes. Libro guía 1ª excursión. Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Ediciones Do Castro. 97 pp.
- * ARIAS VEIRA, P. (1990).- Las 313 Galicias: Guía Socioeconómica de los 313 municipios gallegos. Edición bilingüe. Galicia Editorial, S.A. (Gaesa). 645 pp.
- * ASENSIO AMOR, I.; TEVES RIVAS, N. (1966).- Estudio fisiográfico-sedimentológico de las rias altas del Norte de Lugo. Act. Geol. Hisp., año I, Nº 3. pp 5-10.
- * CANTERAS Y EXPLOTACIONES (ENERO/1988).- Tratamiento de áridos. pp 37-57.
- * C.O.T.O.P. (1984).- Estudio de evaluación y diagnóstico de la problemática de la contaminación en la desembocadura del río Ulla y ría de Arosa. Anexos I a VI. 37 pp.
- * C.O.T.O.P. (1985).- Estudio del potencial de áridos de la desembocadura del río Ulla. Anexos I a IV. 90 pp.
- * C.O.T.O.P. (1985).- Estudio del estado de contaminación de la ría de Muros y Noia. Anexos I y II. 72 pp.
- * C.Y.G.S.A. (1987).- Plan Especial de Protección de las riberas del río Miño al paso por la provincia de Ourense. Tomos I y II. Xunta de Galicia-Cotop.
- * DIAZ GARCIA, F. (1990).- La geología del sector occidental del Complejo de Ordenes, (Cordillera Hercínica, Noroeste de España). Tesis doctoral. Ediciones Do Castro. Area de Geología y Minería del Seminario de Estudios Gallegos. Serie Nova Terra. Nº 3. 230 pp.
- * DIPUTACION PROVINCIAL DE A CORUÑA (1983).- A Capelada. Una alternativa para el uso y conservación de sus recursos naturales.
- * DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, S.A. (1985).- Mezclas Asfálticas. 218 pp.
- * EPTISA (1985).- Estudio sobre la regulación de extracción de áridos en el tramo internacional del río Miño. 209 pp.
- * FARIAS ARQUER, P. (1990).- La geología de la región del sinforme de Verín (Cordillera Herciniana, NW de España). Tesis Doctoral. Ediciones do Castro. Area de Geología y Minería del Seminario de Estudios Galegos. Serie Nova Terra. Nº 2. 201 pp.
- * GARCIA AGUILAR, J.M. (1987).- Caracterización Estratigráfica y Tectosedimentaria de la Cuenca lignitifera de Meirama (A Coruña). Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Tomo 11.
- * I.G.M.E. (1972).- Inventario de Explotaciones de Rocas Industriales.
- * I.G.M.E. (1973a).- Mapa de Rocas Industriales E:1/200.000. Nº 1 La Coruña. Hoja y Memoria. 42 pp.
- * I.G.M.E. (1973b).- Mapa de Rocas Industriales E:1/200.000. Nº 7 Santiago. Hoja y Memoria. 33 pp.

- * I.G.M.E. (1973c).- Mapa de Rocas Industriales E:1/200.000. Nº 8 Lugo. Hoja y Memoria. 43 pp.
- * I.G.M.E. (1973d).- Mapa de Rocas Industriales. E:1/200.000. Nº 16/26 Pontevedra/La Guardia. Hoja y Memoria. 40pp.
- * I.G.M.E. (1974).- Mapa de Rocas Industriales. E:1/200.000. Nº 17 Orense.Hoja y Memoria. 79 pp.
- * I.G.M.E. (1974-1982).- Mapa Geológico de España. E:1/50.000 Nros:
 1 a 3; 6 a 9; 21 a 24; 43 a 48; 67 a 73
 92 a 98; 119 a 124; 151 a 156; 184 a 189
 222 a 227; 261 a 265 y 298 a 303.
- * I.M.G.E. (1975).- Monografías de Rocas Industriales. Arena y Gravas. 76 pp.
- * I.G.M.E. (1982).- Mapa Geológico de España (MAGNA). E:1/200.000. Nº 8 Lugo. Hoja y Memoria. 122 pp.
- * I.G.M.E. (1982a).--Mapa Minero-Metalogenico de Galicia E:1/400.000. Hoja y Memoria. 165pp.
- * I.G.M.E. (1983).- Caracterización y correlación petrológica, geoquímica y geocronológica de las rocas graníticas de Galicia.
- * I.G.M.E. (1984a).- Mapa Geológico de España (MAGNA). E:1/200.000. Nº 1 La Coruña. Hoja y Memoria. 155 pp.
- * I.G.M.E. (1984b).- Mapa Geológico de España (MAGNA) E:1/200.000. Nº 7 Santiago de Compostela. Hoja y Memoria. 99 pp.
- * I.G.M.E. (1984c).- Exploración y Caracterización de las arcillas de las Cuencas Terciario Cuaternarias de Galicia. 230 pp. Anexos I y II.
- * I.G.M.E. (1985).- Mapa Geológico de España (MAGNA). E:1/200.000. Nº 16/26 Pontevedra/La Guardia. Hoja y Memoria. 160 pp.
- * I.G.M.E. (1985a).- Caracterización y posibilidades de las calizas en Galicia como correctores de suelos para agricultura. 41 pp. Anexos A, B y C.
- * I.G.M.E. (1987).- Bellido Mulas et al. Las rocas Graníticas hercínicas del Norte de Galicia y occidente de Asturias. Colección Memorias. Tomo 101. 157 pp.
- * I.G.M.E. (1987a).- Estudio Petrológico y Geoquímico de las Rocas Graníticas del Sur de Galicia (2ª Fase). 8 Tomos y Hoja 1/200.000.
- * I.T.G.E. (1988).- Mapa de Rocas y minerales industriales. E:1/200.000. Nº 8 Lugo. Memoria y 2 mapas. 190 pp.
- * I.T.G.E. (1988a).- Estudio de las posibilidades de recursos de áridos naturales en la zona de Padrón-Río Ulla. Informe interno.
- * I.T.G.E. (1989a).- Mapa Geológico de España (MAGNA). E:1/200.000. Nº 17/27 Ourense/Verín. Hoja y Memoria. 284 pp.
- * I.T.G.E. (1989b).- Investigación del cuarzo en Galicia. Informe interno.
- * I.T.G.E. (1990).- Estudio de impacto ambiental producido por la minería (La Coruña). 331 pp.

- * LECHOSA ESTRADA, R. (1989).- Estudio geológico y de factores de incidencia minera. Zona de Herbeira "Pasek, S.A."
- * MALDONADO, A. (1977).- Estudio Geológico-Geofísico del surco Baldayo-Meirama-Boimil. Tesis Doctoral. Universida Politecnica de Madrid. Inédita.
- * MARQUINEZ, GARCIA, J.L. (1984).- La Geología del área esquistosa de Galicia Central (Cordillera Hercinica , NW de España). Tesis Doctoral. IGME, Colección Memorias. Tomo 100. 231 pp.
- * MONGE GANUZAS, C. (1987).- Estudio sedimentológico de la Cuenca Terciaria de Meirama. Un ejemplo de cuenca sedimentaria sobre una falla de salto en dirección. Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Tomo 11.
- * MONGE GANUZAS, C. (1989).- Proyecto de Investigación de yacimientos de cuarzo. Resumen técnico de las investigaciones llevadas a cabo. Cuarzos Industriales. Lugo.
- * MOPU-CEDEX (1988).- Curso sobre áridos para la obra pública . Varios autores.
- * RODRIGUEZ ET AL. (1986).- Estudio sedimentológico del litoral gallego. I. Complejo Playa-Barrera de Corrubedo. Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Area de Xeoloxia e Minería. Tomo 10.
- * VERGNOLLE, C. (1990).- Morphogenese des reliefs cotieres associes à la marge continentale Nord-Espagnole. L'Exemple du Nord-Est de La Gâlice. Tesis doctoral. Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Serie Nova Terra Nº 1. 315 pp.
- * XUNTA DE GALICIA (1989).- Libro de la minería de Galicia. Primera parte. Tomo III. Rocas y Minerales Industriales. 714 pp.