



PROSPECCION DE ARIDOS EN GALICIA

RESUMEN 0

ITGE 1991



11278

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

INDICE DEL VOLUMEN II

ZONA CORUÑA-VIGO

1.- <u>YACIMIENTOS PLUTONICOS</u>	9
1.1.- <u>ROCAS ACIDAS-INTERMEDIAS</u>	10
1.1.1.- <u>GRANITOIDES INHOMOGENEOS</u>	10
- CAMARIÑAS	10
- MONTE FREITO	11
- A ESTRADA	12
1.1.2.- <u>GRANITOIDES DE DOS MICAS</u>	18
- MACIZO DE LA ESPENUCA	18
- MACIZO DE FORGOSELO	27
- ALINEACION BARBEITO-MTE.NEME-PICO DE MEDA	32
- ALINEACION LAXÉ-DUMBRIA-MUROS-BARBANZA ..	39
- CONJUNTO GRANITICO DE PADRON	46
- ALINEACION CAMPO LAMEIRO-BORBEN	54
- MACIZO DE VARILONGO	65
- MACIZO DE VILARDOA	68
1.1.3.- <u>GRANITOIDES BIOTITICOS</u>	74
- MACIZO DE FERROL	74
- COMPLEJO DE LA CORUÑA	80
- MACIZO DE NEGREIRA	90
- GRANITO Y GRANODIORITA DE CALDAS DE REIS.	95
- GRANITO Y GRANODIORITA DE PORRIÑO	108
1.1.4.- <u>CUARZODIORITAS</u>	120
- ALINEACION SALVATERRA-A CANIZA-CERDEDO ..	120

1.1.5.-	<u>OTROS MACIZOS GRANITICOS</u>	124
	- MACIZO DE LA RUÑA	124
	- MACIZOS DE TRABA Y PINDO	124
	- MACIZO DE MUXIA	125
	- MICROGRANITO PORFIDICO DE BERDEOGAS	125
	- ALINEACION GRANITICA ONS-A GUARDA	126
	- MACIZO DE A GOLADA	126
1.1.6.-	<u>ROCAS FILONIANAS ACIDAS</u>	130
	- CUARZO	130
1.2.-	ROCAS BASICAS Y ULTRABASICAS	135
1.2.1.-	PERIDOTITAS SERPENTINIZADAS (Y ECLOGITAS) DE LA CAPELADA	135
1.2.2.-	METAGABROS	145
1.2.3.-	GABROS DE MONTE CASTELO	150
1.2.4.-	ROCAS FILONIANAS BASICAS	157
	- DOLERITAS	157
2.-	<u>YACIMIENTOS METAMORFICOS</u>	161
2.1.-	ROCAS ACIDAS	162
2.1.1.-	<u>CUARZOESQUISTOS</u>	162
	- PINO DO VAL	162
	- VENTOXO	167
	- RUNS	172
2.1.2.-	<u>ORTOGNEISES</u>	177
	- BIOTITICOS DE LA ALIN. CORME-VIGO	177
	- PERALCALINOS	186

- GLANDULARES DE SOBRADO	194
- BIOTITICOS DE MAMOA, ROSENDE Y CARRIO ...	198
- BIOTITICO DE A SUSANA	207
2.1.3.- <u>NEISES</u>	208
- NEIS DE SANTIAGO	208
2.1.4.- <u>ESQUISTOS</u>	213
- VILA DE CRUCES	213
- ORDENES	216
2.2.- ROCAS BASICAS Y ULTRABASICAS	221
2.2.1.- <u>SERPENTINITAS Y ANFIBOLITAS</u>	221
- SERPENTINITAS DE MOECHE	221
- SERPENTINITAS Y ANFIBOLITAS DE DE SOBRADO MELIDE Y SRª DEL CAREON	227
- SERPENTINITAS DE VILA DE CRUCES	239
- SERPENTINITAS DE CAMPO MARZO Y CIRA	245
- ANFIBOLITAS DE PURRIDO	254
- ANFIBOLITAS DE OZA-BEMBIBRE- FORNAS-ARINTEIRO	263
- ANFIBOLITAS DE TOCA	272
2.3.- ROCAS CARBONATADAS	272
- CALIZAS DE MOECHE	272
3.- <u>YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS</u>	274
3.1.- MATERIALES SILICEOS	275
3.1.1.- <u>DEPOSITOS FLUVIALES</u>	276
- RIOS BARCES Y MERO	276
- AREA RIOS UMIA Y CHAIN	279
- AREA DEL RIO MIÑO	281

- CUENCA DE STª LUCIA	283
- CUENCA DE MEIRAMA	285
- OTROS DEPOSITOS	286
3.1.2.- <u>DEPOSITOS COSTEROS</u>	295
- AREA DE PONTECESO	295
- AREA DE BARBANZA-O GROVE	296
4.- <u>SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS</u>	308

** * **

INDICE DEL VOLUMEN III

PARTE-I: ZONA DE LUGO NORTE

1. <u>YACIMIENTOS PLUTONICOS</u>	9
1.1. ROCAS ACIDAS -INTERMEDIAS	10
1.1.1. <u>GRANITOIDES DE DOS MICAS</u>	10
- MACIZO DE SAN CIPRIAN	10
1.1.2. <u>GRANITOIDES BIOTITICOS</u>	17
- CONJUNTO GRANITICO DE XISTRAL	17
1.1.3. <u>ROCAS FILONIANAS ACIDAS</u>	22
- CUARZO	22
2. <u>YACIMIENTOS METAMORFICOS</u>	28
2.1. ROCAS ACIDAS	29
2.1.1. <u>PIZARRAS Y CUARCITAS</u>	29
- CUARCITA DE XISTRAL	29
- PIZARRAS DE LUARCA	37
- CUARCITAS Y PIZARRAS SILURICAS	37
3. <u>YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS</u>	44
3.1. MATERIALES SILICEOS	45
3.2. MATERIALES CARBONATADOS	60
3.2.1. <u>CALIZAS</u>	60
- CALIZAS DE MONDOÑEDO-LOURENZA	60

PARTE-II: ZONA DE LUGO CENTRO

1.- <u>YACIMIENTOS PLUTONICOS</u>	69
1.1. ROCAS ACIDAS-INTERMEDIAS	70
1.1.1. <u>GRANITOIDES DE DOS MICAS</u>	70
- MACIZOS DE LUGO Y CASTROVERDE	70
- MACIZO DE OMBREIRO	81
- MACIZO DE NEIRA	87
- MACIZO DE SARRIA	91
- MACIZO DE SAN JUAN DE MURO	96
1.1.2. <u>GRANITOIDES BIOTITICOS</u>	104
- MACIZO DE PUEBLA DE PARGA	104
1.1.3. <u>OTRAS FORMACIONES GRANITICAS</u>	108
- MACIZO DE FRIOL	108
- MACIZO DE CHANTADA-TABOADA	108
- MACIZO DE ROMAN	109
1.1.4. <u>ROCAS FILONIANAS ACIDAS</u>	112
- CUARZO	112
1.2. ROCAS BASICAS	115
1.2.1. <u>ROCAS FILONIANAS BASICAS</u>	115
- DIABASAS	115
2. <u>YACIMIENTOS METAMORFICOS</u>	120
2.1. ROCAS ACIDAS	121

2.1.1.	<u>CUARCITAS</u>	121
	- CUARCITA ARMORICANA	121
	- CUARCITA DE XISTRAL	126
	- OTRAS FORMACIONES	132
2.1.2.	<u>PIZARRAS</u>	135
	- SERIES DE VILLALBA, CANDANA, LUARCA Y CAPAS DE RIOTORTO	135
	- ESQUISTOS "CAPAS DE LA GARGANTA"	135
2.1.3.	<u>NEISES</u>	136
	- NEISES "OLLO DE SAPO"	136
3.-	<u>YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS</u>	138
3.1.	<u>MATERIALES SILICEOS</u>	139
3.1.1.	<u>DEPOSITOS FLUVIALES</u>	139
	- CUENCA DE VILALBA-TERRA CHA	140
	- CUENCA DE GUNTIN	141
	- OTRAS CUENCAS	141
	- VILALBA (RIO MIÑO)	143
	- RIO LADRA	143
	- RIO FERVEDOIRA	144
	- RIOS OUTEIRO Y ORIZ	144
3.2.	<u>MATERIALES CARBONATADOS</u>	152
	- CALIZAS DE MEIRA-BARALLA	152

INDICE DEL VOLUMEN IV

ZONA OURENSE CENTRO

1.	<u>YACIMIENTOS PLUTONICOS</u>	7
1.1.	<u>ROCAS ACIDAS-INTERMEDIAS</u>	8
1.1.1.	<u>GRANITOIDES INHOMOGENEOS</u>	8
-	MACIZO DE CELANOVA-BANDE	8
1.1.2.	<u>GRANITOIDES DE DOS MICAS</u>	13
-	ALINEACION XINZO-ALLARIZ-CHANTADA	13
*	MACIZO DE ALLARIZ	
*	MACIZO DE ESGOS	
*	MACIZO DE A BARRELA	
-	ALINEACION OURENSE-CARBALLIÑO-RODEIRO	23
-	MACIZO DE MELON	28
-	MACIZO DE CASTRELO	33
-	MACIZO DE BEARIZ	38
-	PLUTON DE LALIN	43
-	ALINEACION MEDA-CABEZA DE MANZANEDA	47
1.1.3.	<u>GRANITOIDES BIOTITICOS</u>	50
-	MACIZO DE OURENSE	50
-	MACIZO DE RIBADAVIA	57
-	MACIZO DE CHANTADA-TABOADA	63
-	PORFIDOS GRANODIORITICOS DE A SEARA	69
-	MACIZO DE AVION	74
1.1.4.	<u>OTROS MATERIALES GRANITICOS</u>	75

- MACIZO DEL ALTO DE BOSTELO	75
- MACIZO DEL FARO DE AVION	76
- XABRE DE ABEDES	77
1.1.5. <u>ROCAS FILONIANAS ACIDAS</u>	78
- PORFIDO RIOLITICO	78
2. <u>YACIMIENTOS METAMORFICOS</u>	82
2.1. ROCAS ACIDAS	83
2.1.1. <u>CUARCITAS</u>	83
- ARMORICANA	83
- LADAIRO	89
- FUMACES-SERVOI	94
- ESTIVADAS	100
2.1.2. <u>CUARZOESQUISTOS</u>	104
- XUBIN	104
2.1.3. <u>METAVULCANITAS</u>	109
- OS PEARES	109
- TRAQUITAS DE NAVALLO	114
2.1.4. <u>ESQUISTOS</u>	119
- CABANAS	119

3. <u>YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS</u>	120
3.1. MATERIALES SILICEOS	121
3.1.1. <u>DEPOSITOS FLUVIALES</u>	
- CUENCA DEL AVIA	121
- CUENCA DEL MIÑO (OURENSE)	122
- CUENCA DE MACEDA	125
- CUENCA DE XINZO	126
- CUENCA DE VERIN	128
- CUENCA DE QUIROGA	130
3.2. MATERIALES CARBONATADOS	142
- CALIZAS DE O INCIO	142

ANEXO I: RELACION DE PLANOS

1. PLANOS GENERALES. E 1/200.000

PLANOS DE SITUACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

- * MAPA 1. A CORUÑA.
- * MAPA 3. SANTIAGO DE COMPOSTELA.
- * MAPA 5. LUGO.
- * MAPA 7. PONTEVEDRA/A GUARDA.
- * MAPA 9. OURENSE/VERIN.

PLANOS DE RECURSOS-USOS

- * MAPA 2. A CORUÑA.
- * MAPA 4. SANTIAGO DE COMPOSTELA.
- * MAPA 6. LUGO.
- * MAPA 8. PONTEVEDRA/A GUARDA.
- * MAPA 10. OURENSE/VERIN.

2. PLANOS DE DETALLE. E 1/50.000 - 1/10.000

- * MAPA 11. ANFIBOLITAS DE PURRIDO Y TOCA.
SERPENTINITAS DE MOECHE.
- * MAPA 12. ORTONEISES. CUARZOESQUISTOS
DE PINO DO VAL.
- * MAPA 13. SERPENT. DE TEIXEIRO Y DEL CAREON.
ANFIBOLITAS DE SOBRADO.
- * MAPA 14. CUARCITA DE XISTRAL. ALUVIAL
DEL RIO LADRA.
- * MAPA 15. PERIDOTITAS DE CAMPO MARZO.
- * MAPA 16. ANFIBOLITAS DE SOBRADO-MELIDE.
SERPENTINITAS DEL CAREON.
- * MAPA 17. CALIZAS DE BARALLA.
- * MAPA 18. ORTONEISES PERALCALINOS Y
BIOTITICOS.

RELACION DE NORMAS DEL LABORATORIO DEL TRANSPORTE PARA MEZCLAS ASFALTICAS

A N E X O - II -

NORMA	ENSAYO
NLT - 113/72	Equivalente de arena
NLT - 124/72	Penetración de materiales bituminosos
NLT - 149/72	Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina de Los Angeles.
NLT - 150/72	Análisis granulométricos de áridos gruesos y finos.
NLT - 151/72	Análisis granulométrico del filler mineral
NLT - 153/76	Densidad relativa y absorción de áridos gruesos
NLT - 159/73	Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.
NLT - 162/75	Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas (ensayo de inmersión-compresión).
NLT - 164/76	Contenido de ligante de mezclas bituminosas .
NLT - 165/76	Análisis granulométrico de los áridos extraídos de mezclas bituminosas.
NLT - 166/76	Adhesividad a los áridos de los ligantes bituminosos en presencia del agua.
NLT - 168/75	Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas.
NLT - 174/72	Pulimento acelerado de los áridos
NLT - 175/73	Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo RRL.
NLT - 176/74	Densidad aparente del filler en tolueno
NLT - 354/74	Índice de lajas y de agujas de los áridos para carreteras.
NLT - 355/74	Adhesividad a los áridos finos de los ligantes bituminosos (procedimiento Riedel-Weber).

RESUMEN 0

INTRODUCCION

La importancia económica y como materia prima de los áridos en Galicia es evidente al observar la intensa actividad desarrollada en el campo de la construcción de edificios y vías de comunicación.

Las especificaciones que deben cumplir estos productos para los diversos usos a que se destinan (carreteras, hormigones, vías ferreas), implican la realización de estudios convenientes de áridos para intentar optimizar un abastecimiento idóneo de las calidades adecuadas en cada caso, lo que repercute además, en una considerable reducción del impacto ambiental que se produce por el aprovechamiento indiscriminado de materiales que, a veces, son inadecuados para los usos a los que se destinan.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se resumen en los siguientes puntos:

- * Establecer una metodología básica para localizar y valorar yacimientos de áridos naturales y de machaqueo en Galicia.
- * Conocer el potencial de áridos en Galicia, intentando llamar la atención sobre aquellos recursos cuya extracción represente importantes implicaciones medioambientales.
- * Ofrecer alternativas a aquellas extracciones que impactan negativamente en el medio ambiente.
- * Permitir localizar y valorar los áridos más

demandados o escasos en la Autonomía.

AREAS DE ESTUDIO

Se han escogido cuatro áreas básicas de estudio (fig. 1), considerando que dichas zonas incluyen los mayores centros de consumo actual y previsiblemente futuro.

Las áreas mencionadas son:

- 1.- Zona de Coruña-Vigo: Es la de mayor extensión. Comprende el eje Coruña-Santiago-Pontevedra-Vigo-Tui. Los materiales que contiene se describen en el Volumen II.
- 2.- Zona de Lugo Norte: Incluye Viveiro-Burela-Foz-Mondoñedo. Se describe en el Volumen III.
- 3.- Zona de Lugo Centro: Abarca un radio de 30 Kms. con centro en Lugo. Volumen III.
- 4.- Zona de Ourense Centro: Comprende un radio de 30 Kms. con centro en Ourense. Volumen IV.

El estudio ha considerado también aquellos materiales interesantes o bien en explotación, situados fuera de las áreas previstas. De este modo, se han incluido los indicios de áridos facilitados por las actualizaciones de los Mapas de Rocas Industriales.

Por otro lado, cuando se considero oportuno, se revisaron y muestrearon otras rocas al considerarlas interesantes para su utilización en áridos.

METODOLOGIA EMPLEADA

La metodología empleada en la realización de los trabajos se esquematiza en la fig. 2.

La realización del proyecto constó de los siguientes puntos:

- * Revisión de la documentación y normativa vigente.
- * Revisión del inventario de áridos naturales y de machaqueo.
- * Reconocimiento de campo, cartografía geológica de detalle y muestreos complementarios para ensayos de caracterización de áridos.
- * Delimitación y definición de yacimientos.

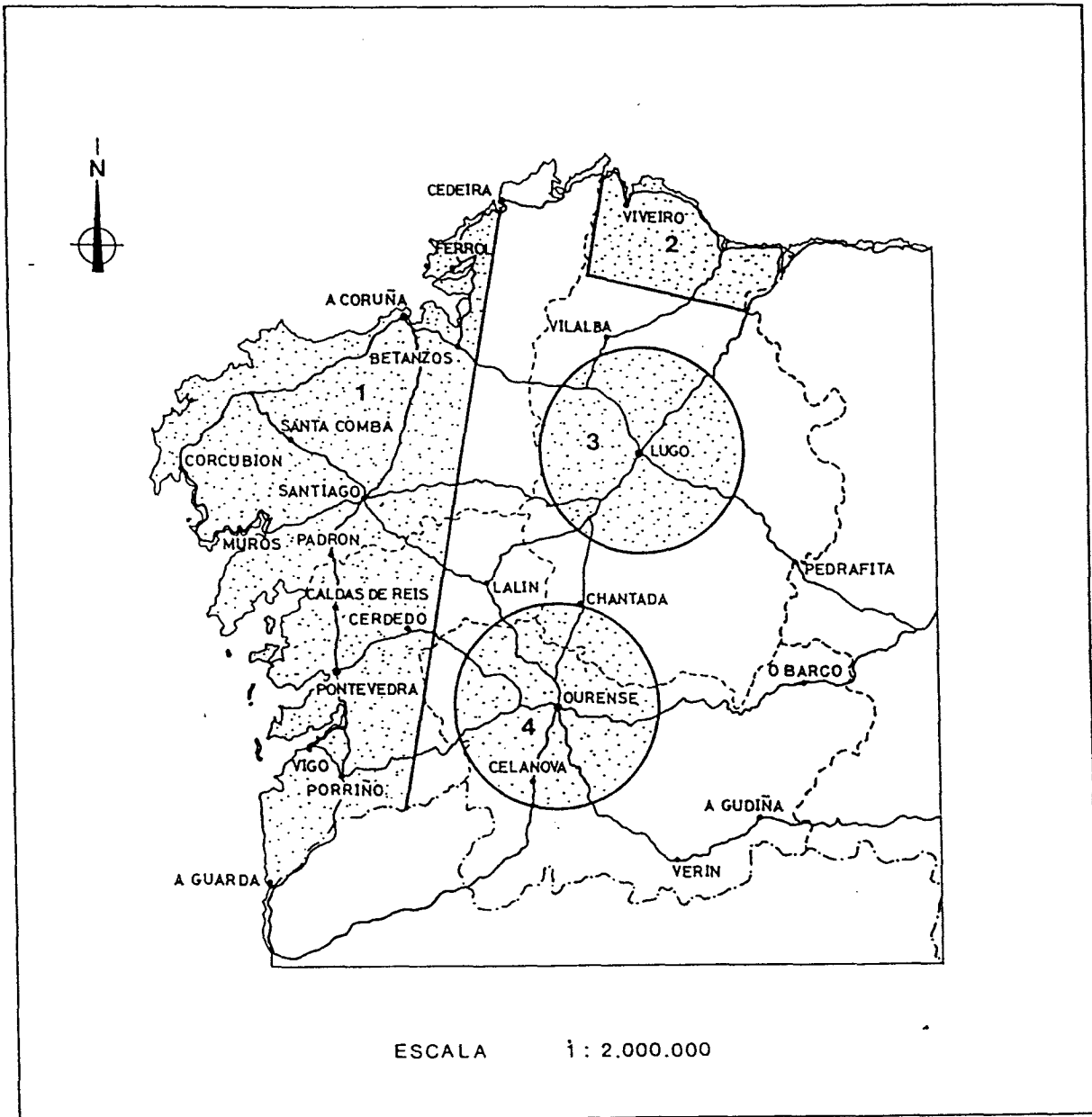
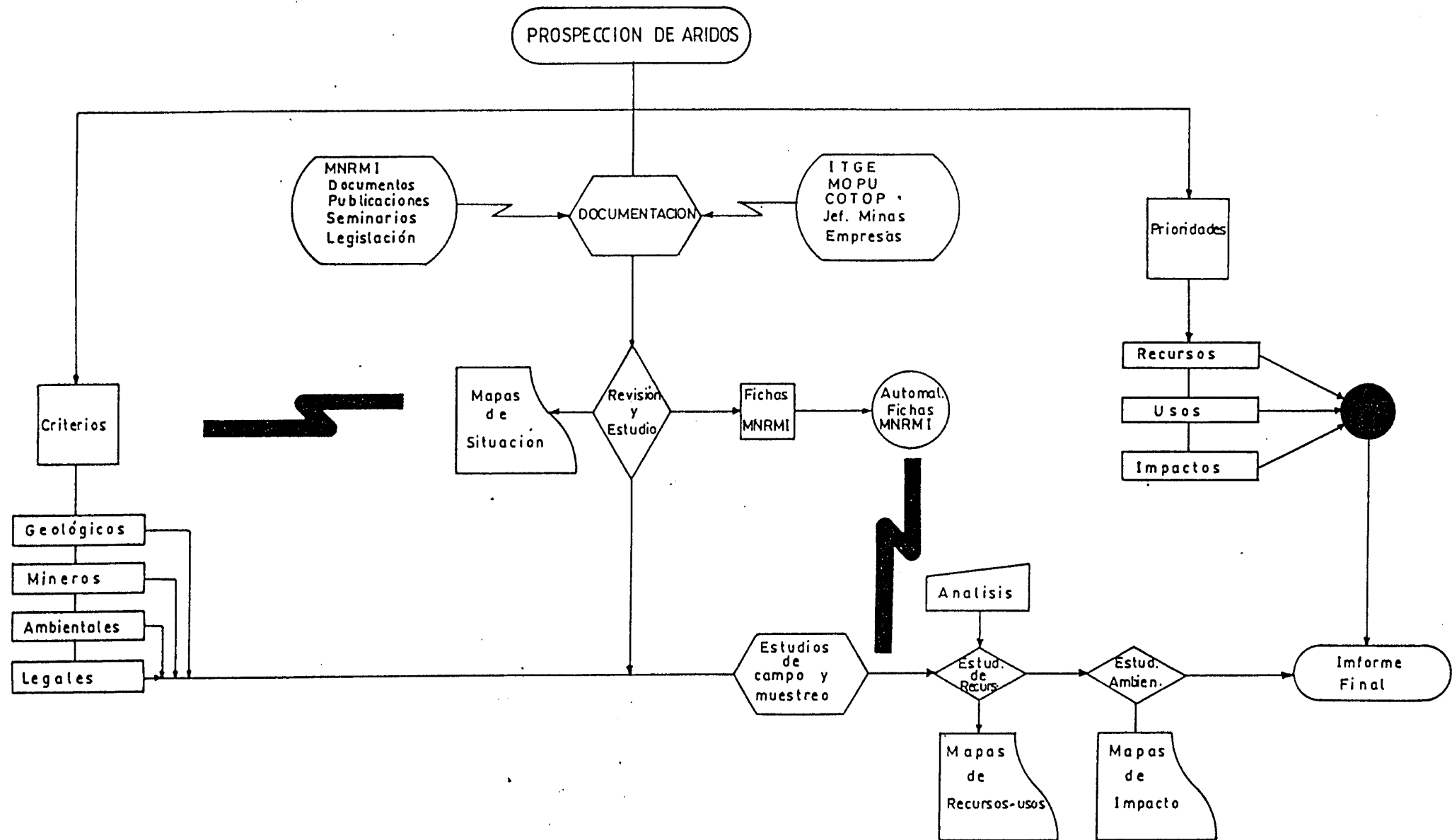


FIG. 1

PLANO DE SITUACION DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

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



— Esquema Metodológico —

ASPECTOS GENERALES

Introducción

Arido es todo aquel material granular que se obtiene bien como material suelto en depósitos recientes (árido natural), ó bien como material fragmentado a partir de diversos tipos de rocas (árido de machaqueo), y que se utiliza en la industria de la construcción.

Los usos principales a que se destinan estos materiales son los siguientes:

- Carreteras.
- Hormigones hidraulicos y morteros.
- Balasto y gravilla para vias ferreas.
- Material de prestamo: terraplenes y pedraplenes.
- Escollera.
- Aridos ligeros: cerámica.

Antecedentes

Son escasos los informes que incluyen, como parte de ellos, información sobre áridos. Los antecedentes en esta materia son los siguientes:

- * Mapas de Rocas Industriales E 1/200.000 (IGME 1971-1976). Comprenden las hojas siguientes: 1 (La Coruña), 2 (Avilés), 7 (Santiago de Compostela), 8 (Lugo), 9 (Cangas de Narcea), 16/26 (Pontevedra/La Guardia), 17 (Orense), 18 (Ponferrada) y 27/28 (Verín/Alcañices).

Actualmente se encuentran en revisión, estando actualizada la Hoja Nº 8 (Lugo).

- * Características y posibilidades de las Calizas en Galicia como correctores de Suelos para agricultura (IGME 1985). Refleja las áreas de existencia de calizas y dolomias en Galicia, orientando acerca de sus posibilidades como áridos.

- * Estudio de las posibilidades de áridos naturales en la Zona de Padrón-Río Ulla (IGME 1988). Se dan alternativas para la obtención de áridos frente al dragado del sistema río-ría. Se proponen:
 - Granitos (áridos de machaqueo).

 - Depósitos de llanura aluvial y terrazas fluviales.

 - Coluviones y conos de deyección.

 - Xabres.

- * La COTOP, ha realizado diversos estudios motivados por los conflictos sociales que han originado las extracciones de áridos naturales en diversos ríos y rías gallegas. Se realizaron estudios en los ríos Ulla y Miño, y en las rías de Muros-Noia y Arousa.

En general, se recomienda el cese de las extracciones en estos puntos ó bien una extracción controlada que respete los aportes naturales de sedimentos y las épocas de reproducción y/o migración de las especies implicadas. También se dan materiales alternativos: rocas ígneas, depósitos Terciarios, terrazas fluviales.

* La Dirección Xeral de Estradas y el MOPU, han realizado estudios parciales de áridos en aquellas áreas dónde se han construido carreteras. Algunas zonas deficitarias en áridos para aglomerados asfálticos son: Norte de Lugo, Sur de Pontevedra y gran parte de la provincia de Ourense.

Yacimientos de áridos

El Cuadro I, recoge los principales yacimientos de áridos de Galicia.

La clasificación, se ha realizado en base a los ámbitos geológicos descritos en los informes de infraestructura geológico-minera de la región. Por este motivo, se adopta en primer lugar una división atendiendo al ambiente de origen de la roca que constituye el yacimiento. Las subdivisiones siguientes, se hacen en función de su riqueza o pobreza en sílice y el tipo litológico. La información aportada por estas divisiones dá unas primeras nociones sobre el posible comportamiento del material para áridos.

Además, se indican las características de los materiales, su potencialidad como recurso, los usos principales a los que se destinan y, por último, su localización en el ámbito de la Comunidad Gallega.

Se incluyen también aquellos materiales aprovechados para áridos procedentes de subproductos y residuos de otra minería.

YACIMIENTOS	COMPOSICIÓN	LITOLOGIA	MORFOLOGIA	CARACTERISTICAS	POTENCIALIDAD	USOS	LOCALIZACION
PLUTONICOS	Ácida (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	Ácida Intermedia	Riolitas, (Traquititas)	filon., irreg.	Calidad variable	Muy baja	Horm., carr.	Z. oriental Ourense
		Pumitas, Perlitas	estr., irreg.	Calidad muy buena	Nula	A. ligeros	
	Básica	Basaltos, diabasas Diabasas	filoniana irregular	Calidad buena si presentan poca alteración	Muy baja	Carreteras Balasto Hormigones	Dispersos en diferentes ámbitos
SEDIMENTARIOS	Ácida	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	Ácida	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	Ácida	Arenas graníticas (cuarcitas)	masiva irreg. (estr. irreg.)	Calidad baja Calidad buena	Media Baja	Explanadas Horm/morter	Toda Galicia Z. oriental Galic.
SUBPRODUCTOS	Ácida	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.

Propiedades

Los áridos presentan unas características tanto como elementos aislados, como elementos en conjunto. Estas propiedades, pueden dividirse en físicas y químicas y de ellas depende el comportamiento del árido.

Como características físicas tenemos:

- * Tamaño y forma de las partículas.
- * Composición mineralógica.
- * Estructura y textura.
- * Porósidad primaria.
- * Procesos posteriores a la génesis de la roca.
- * Esfericidad.
- * Redondez y desgaste.

Respecto a las características químicas, se refieren a la presencia de ciertos minerales o componentes en los áridos que pueden resultar perjudiciales al raccionar químicamente con otros componentes ó bien, debido a su grado de alterabilidad. Algunos de estos minerales son:

- * Minerales silícicos: ópalo, calcedonia, tridimita, cristobalita.
- * Minerales silicatados.
- * Minerales micaceos: moscovita, biotita, clorita y vermiculita.
- * Minerales de la arcilla: montmorillonita, illita,

caolinita, esmectita.

* Ceolitas.

* 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.

* Sales sódicas o potásicas: halita, silvina.

Normativa

Existe una normativa convenientemente reglamentada para cada uno de los diferentes usos a los que se destinan los áridos: carreteras, hormigones, vías ferreas, terraplenes y pedraplenes.

Dichas especificaciones, se basan en ensayos específicos realizados sobre el árido y refieren aquellos valores (máximos o mínimos) exigidos para que sea aceptado el producto en el uso correspondiente. La normativa se recoge en las tablas siguientes (ver cuadros):

* Pliego PTG3/75 e instrucciones 6.1. y 2.I.C.
Especificaciones de Terraplenes, Pedraplenes y Carreteras.

* Normativas EH-82 + EH-88 y EP-80. Hormigones.

* Pliego P.R.V. 3-4-0.0/2 (RENFE). Vías Ferreas.

* Clasificaciones Casagrande y H.R.B. Cimientos de Carreteras y Terraplenes.

AMBITO		% Partic. fractura.	Desgaste Los Angeles	Equivalente arena	Plasticidad	Coef. Pulido Acelerado	Adhesividad	Est. SO ₄ = Na 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%			
RAVA-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	
RAVA - EMULSION		>50	<30 (T.P.) <35 (T.L.)	>45 ó >25	N.P. ó <10							
RAVA-ESCORIA		>50	<30 (T.P.) <35 (T.L.)	>30	N.P.							
RATAMIENTOS 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.)
EZCLAS TUMIN.	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.)					<30(T.P.) <40 <35(T.L.)
	cal.		<30(B.) <25(I.y R.)	>45(I.y R.)				<12%	<18%			
PAVIMENTOS DE HORMIGON HIDRAULICO		<35										>30 % de part. silíceas

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

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 substan. 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

ESPEC. DE LOS ARIDOS PARA FERROCARRILES (PLIEGO P.R.V. 3-4-0.0/2).

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.)

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLOS	VALOR COMO CEMENTO CUANDO NO ESTÁ SOMETIDO A LA ACCIÓN DEL HIELO	VALOR COMO FIRME DIRECTAMENTE BAJO PAVIMENTOS BITUMINOSOS	CAPACIDAD PARA SEGREGAR HIELO	COMPRESIBILIDAD Y ENTUMECIMIENTO	CARACTERÍSTICAS DE DRENAJE	EQUIPOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD EN SECO Tm./m. ³	C. B. R. <i>in situ</i>	MÓDULO DE REACCIÓN DEL TERRENO Kg./cm. ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GW	Excelente.	Bueno	Nula a muy ligera.	Casi nula.	Excelente.	Tractor de orugas, equipo sobre neumáticos, 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 neumáticos, 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 cabra; inspección estricta humedad.	2,08-2,32	40-80	8,3 ó más.
		u	Bueno	Malo.	Ligera a media.	Ligera.	Malo a prácticamente 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 prácticamente 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 neumáticos.	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 neumáticos.	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 cabra; 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 prácticamente 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 prácticamente 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 LL < 50	ML	Aceptable a bueno.	Inaceptable.	Media a muy alta.	Ligera a media.	Aceptable a malo.	Equipo s./ neumáticos, cilindros pata cabra; 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 LL > 50	MHI	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
		CHI	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
		OII	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 ORGANICA	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. GM*d*), se usará cuando el límite líquido sea 28 ó menos, y el *u*, ó 6 ó menos; la letra *u* se usará cuando el límite líquido sea mayor de 28.
2. Columna 4: Los valores son para cientos 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 II tomo de *Caminos*.) 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 3 por 100 del área total del tambor, reduciendo 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				A-7-5 A-7-6
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. (1)
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 cemento	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 10-43. 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.* 15	EA> 25
	Explanada mejorada	> 8	< 30	IP< 10			EA> 25
	Subbase	> 20	< 25	IP< 6		<1/2 alt. capa ó 50mm.	EA> 25

RESUMEN: ARIDOS EN GALICIA

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.

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 (9 empleos de media y 62 como máximo).

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

Interesa, por tanto, disponer de una buena información de las posibilidades y ubicación de áridos de características adecuadas para los distintos sectores del mercado lo que además permitiría el desarrollo de explotaciones más estables y con un mínimo impacto ambiental. En este sentido se ha desarrollado el presente trabajo.

La extensiva existencia de rocas graníticas en Galicia condiciona, en gran medida, la extracción de áridos a partir de estas litologías y por ello un 48 % de la producción procede de dichas rocas. No obstante, su calidad como áridos presenta una variabilidad importante con términos de baja calidad (granitoides inhomogéneos), de calidad media (granitos de dos micas y granitoides biotíticos) y buena calidad (ortogneises, granodioritas y cuarzdioritas).

Sus campos de aplicación más adecuados son subbases granulares (zahorras) y bases (macadam y mezclas) para carreteras. Los ortogneises pueden utilizarse, además, en aglomerados asfálticos. Su utilización en hormigones se ha generalizado en Galicia con calidades en general adecuadas.

El principal problema que presentan estas litologías es su baja resistencia, puesta de manifiesto por los altos desgastes Los Angeles, lo que limita su utilización.

Los ortogneises, presentan una fábrica planar por lo que se pueden producir formas inadecuadas en las partículas obtenidas por machaqueo. Otros problemas específicos de algunos ortogneises son: la presencia ocasional de mineralizaciones de sulfuros y de minerales con altos contenidos en elementos radioactivos que pueden desestabilizar el árido a largo plazo. Además, son frecuentes las variaciones de calidad de unas zonas a otras.

Los xabres (un 3 % de la producción de áridos), producto de alteración del granito, son materiales generalmente de baja calidad con: exceso de finos, óxidos de hierro, minerales alterados y materia orgánica; todos ellos productos indeseables en los áridos.

Su campo ideal de aplicación son las explanadas mejoradas (coronación del terraplén) y cimientos de carreteras. Presentan muy buena compactación, lo que permite en ocasiones y para ciertos tipos de firme la colocación directa del

pavimento bituminoso. Lavado y clasificado se utiliza en prefabricados y morteros de cemento.

Las rocas básicas y ultrabásicas (peridotitas, serpentinitas, anfibolitas y gabros) representan un 14 % de la producción total de áridos en Galicia.

Tienen unas buenas características de dureza, compacidad y adhesividad al betún. Las zonas alteradas presentan alto contenido en arcillas lo que desaconseja su utilización como zahorras naturales.

Otros problemas que presentan estas rocas son la alta producción de finos durante el machaqueo y la existencia de sulfuros. Esto afecta a su utilización para hormigones.

Además, es frecuente la presencia de talco, que conviene controlar ya que su incorporación al árido utilizado en carreteras produciría pavimentos deslizantes.

Se aplican más adecuadamente en aglomerados asfálticos y en vías férreas.

Los cuarzoeskistos (6,5 % de la producción de áridos), presentan el inconveniente de tener una fábrica planar que favorece la degradación granulométrica y la producción, por machaqueo, de partículas con formas inadecuadas (lajas y agujas) que afectan a la resistencia del producto elaborado y a la trabajabilidad del hormigón.

Los cuarzoeskistos proporcionan buenos áridos para carreteras (inclusive aglomerados asfálticos) y hormigones.

Las cuarcitas (un 3 % de la producción de áridos), son materiales muy duros, aunque de una compacidad media (desgastes medios) lo que unido a su composición monomineral y su, en general, mala adhesividad al betún, limitan su aplicación en aglomerados asfálticos.

Las cuarcitas se aplican adecuadamente en bases y subbases de carreteras y para hormigones.

Otros materiales menos abundantes, agrupados con la denominación de metavulcanitas, proporcionan áridos de calidad muy variable, dada su diversa naturaleza litológica (esquistosa, cuarcítica y traquítica).

Es destacable el buen comportamiento de las rocas traquíticas, afectado solamente por la presencia de sulfuros.

Entre los materiales sedimentarios se explotan depósitos fluviales y costeros y rocas carbonatadas (calizas).

Dentro de los depósitos fluviales, (de ellos procede un 10 % de la producción de áridos), es interesante diferenciar entre depósitos de llanura de inundación actual, por un lado y depósitos de terrazas y cuencas Terciarias por otro. Mientras los materiales de llanura de inundación presentan una buena clasificación y limpieza, los materiales de terrazas y sobre todo de cuencas Terciarias tienen altos contenidos en arcillas y otras impurezas, lo que reduce la calidad y la productividad de las explotaciones.

Es importante destacar el buen comportamiento, obtenido con materiales procedentes de depósitos constituidos fundamentalmente por cantos cuarcíticos, frente a un peor comportamiento de los materiales de depósitos de naturaleza polimíctica (fragilidad de los esquistos, pizarras o granitos y presencia de partículas con forma inadecuada).

Los depósitos fluviales proporcionan, en general, buenos áridos para hormigones; tienen poca aplicación en carreteras y ninguna en vías férreas.

Los depósitos costeros, dan buenos áridos de granulometrías finas (arenas). Son limpios, están bien

clasificados y no contienen finos (siempre que procedan de playas o dragados del fondo de las rías). Su principal inconveniente es la presencia de sales (cloruros y sulfatos). Las arenas de duna suelen tener una excesiva finura y estar muy bien clasificadas lo que limita su utilización por sí solas.

Las arenas costeras, convenientemente lavadas con agua dulce (eliminación de sales), se utilizan fundamentalmente para hormigones. Su uso en carreteras (explanadas) es ocasional.

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 parcialmente por material, de más alto coste, procedente de machaqueo.

Las calizas (un 8 % de la producción de áridos), son un buen árido con aplicación en carreteras (aglomerados asfálticos) y hormigones. Presentan buenas características tecnológicas, siendo sus principales problemas la ajustada resistencia al pulido y su composición monomineral, razones por las cuales se mezclan con anfibolitas y arenas silíceas en aglomerados asfálticos.

Debe prestarse atención al exceso de finos (que se producen durante el machaqueo), a la presencia ocasional de sulfuros y a las áreas dolomitizadas o con magnesitas que restan calidad al material.

Entre las rocas filonianas se explotan cuarzo y doleritas.

El cuarzo se obtiene como subproducto de la producción de sílice para ferroaleaciones. Es un material que destaca por su alta dureza, buena compacidad e inatacabilidad química.

Como desventajas presenta una mala adhesividad al betún y su composición monomineral. Se utiliza sobre todo en hormigones.

Las doleritas, dada su composición fundamentalmente grabroica, presentan las mismas características que los gabros en su comportamiento como áridos.

Por último, debemos mencionar las explotaciones que obtienen áridos como subproducto de otra minería (cuarzo, caolín), o bien aquellas que aprovechan residuos mineros como escombreras (granitos y pizarras ornamentales) y balsas de decantación (arenas y limos de la minería metálica).

Los subproductos del cuarzo y del caolín proporcionan en general, áridos silíceos de buena calidad. El aprovechamiento de escombreras y balsas de decantación provee de áridos de baja calidad. Estos materiales, pueden presentar problemas derivados de: heterogeneidad litológica, exceso de finos, presencia de sulfuros y otras menas metálicas, baja resistencia y formas inadecuadas. Se aplican en aquellos usos de menor exigencia.

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	
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

ANALISIS DEL SUBSECTOR

La minería de los áridos en Galicia supone unas altas cifras anuales de producción y empleo. Este subsector, emplea a unos 1400 trabajadores (el 20% del empleo minero en Galicia), y produce unos beneficios superiores a los 10 mil millones de pesetas anuales, que corresponden a una producción cercana a los 12 millones de m^3 /año y un precio medio de 800 pts/ m^3 .

El mercado de los áridos se centra en los sectores de la construcción de carreteras, vías ferreas y edificaciones (hormigones y morteros), que presentan actualmente un gran auge debido a los planes de desarrollo económico de Galicia, en los que se incluyen indudablemente la construcción de vías de comunicación adecuadas.

Si observamos los cuadros 11 a 15 y la fig. 7, podemos apreciar que es la provincia de A Coruña dónde más incide este subsector, con una mayor variedad litológica explotada y producciones más altas (m^3 /empleo). Esta provincia proporciona la mitad de la producción gallega (6 millones de m^3 /año). Le siguen las provincias de Lugo y Pontevedra (más de 2 millones de m^3 /año), siendo Ourense la provincia menos productora (1,7 millones de m^3 /año).

Es destacable la irregular distribución de ciertas litologías que proporcionan áridos de buena calidad para ciertos usos. Solamente la provincia de A Coruña y el borde Norte de la de Pontevedra disponen de rocas básicas y ultrabásicas, adecuadas para la fabricación de aglomerados asfálticos para carreteras y balasto y gravilla para vías ferreas. Del mismo modo, la presencia de calizas se restringe a la parte oriental de las provincias de Lugo y Ourense, suministrando áridos excelentes para hormigones.

En áreas que carecen de estos materiales se utilizan otras litologías como sustitutivos (normalmente con peores resultados), o bien se asume el mayor coste que supone el transporte de las rocas adecuadas a los lugares de consumo.

Con motivo del cierre de muchas graveras y areneras situadas en varios ríos y rías gallegas, se ha producido una importante carencia de áridos finos (arena) en el mercado. Como alternativa, se producen arenas por machaqueo (de mayor coste), o bien se explotan depósitos en zonas más alejadas y sin una incidencia directa en los ecosistemas fluviales o marinos. A este respecto, existen en Galicia numerosos depósitos Terciarios y Cuaternarios (terrazas, coluviones), que podrían ser explotados racionalmente junto con adecuados estudios medioambientales.

Por último, el subsector presenta un elevado número de explotaciones (cerca de 200), dispersas y que por sus características no proporcionan la adecuada estabilidad y abastecimiento del mercado. Dichas características se resumen en las siguientes:

- Ubicación y permanencia en función de la situación y duración de las obras a las que abastecen.
- Bajo nivel inversor en instalaciones, preparación y desarrollo de la explotación.
- Escaso control de la calidad de los frentes.
- Incidencia en el paisaje y el medioambiente.
- Escasa recuperación del entorno una vez finalizada la explotación.

Sería deseable, por tanto, disponer de canteras estables y convenientemente equipadas, sobre materiales de adecuadas características tecnológicas y controlados periódicamente

mediante ensayos tecnológicos convenientes. Todo esto, permitiría un adecuado abastecimiento del mercado de áridos, así como una minimización del impacto ambiental.

ACORUNA

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

YAC. METAMORFICOS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX./CANT
ESQUISTOS	4	70.500	ALTA	REGIONAL	5*	5*	10.740	5*
CUARZOESQUISTOS	4	204.000	ALTA	LOCAL	11	3	15.545	7
ORTOGNEISES	2	21.200	ALTA	LOCAL	4*	2*		4
SERP. Y ANFIBOL.	7	730.900	ALTA	REGIONAL	66	9	11.074	17
CUARCITAS	2	86.600	ALTA	LOCAL	5	3	17.320	17
TOTALES	19	1.113.200	ALTA	LOC-REG.	82	5	13.576	17

* DATO DE UNA CANTERA

YAC. SEDIMENTARIOS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GR. Y AR. FLUV.	6	276.200	MEDIA	LOC-REG.	14*	7*	13.093	6
ARENAS COSTERAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL				
TOTALES	7	276.200	MEDIA	LOC-REG.	14*	7*	13.093	8

* DATOS DE DOS GRAVERAS

SUBPRODUCTOS RESID. MINEROS								
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX./CANT
GRAN. DOS MICAS	4	92.500	MED.-ALTA	LOCAL	4*	1*		1*
CUARZO	5***	505.000	ALTA	LOC-REG.	134**	34**	3.396	106**
VARIAS	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

PROVINCIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL./CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX./CANT
A CORUÑA	68	5.943.200	ALTA	LOC-REG.	571	10	10.321	106

CUADRO-11

LUGO

YAC. 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

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

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

YAC. 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.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /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.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX/CANT
CUARZOESQUISTOS	1	105.600	MEDIA	REGIONAL	12	12	8.800	12
METAVULCANITAS.	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.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /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

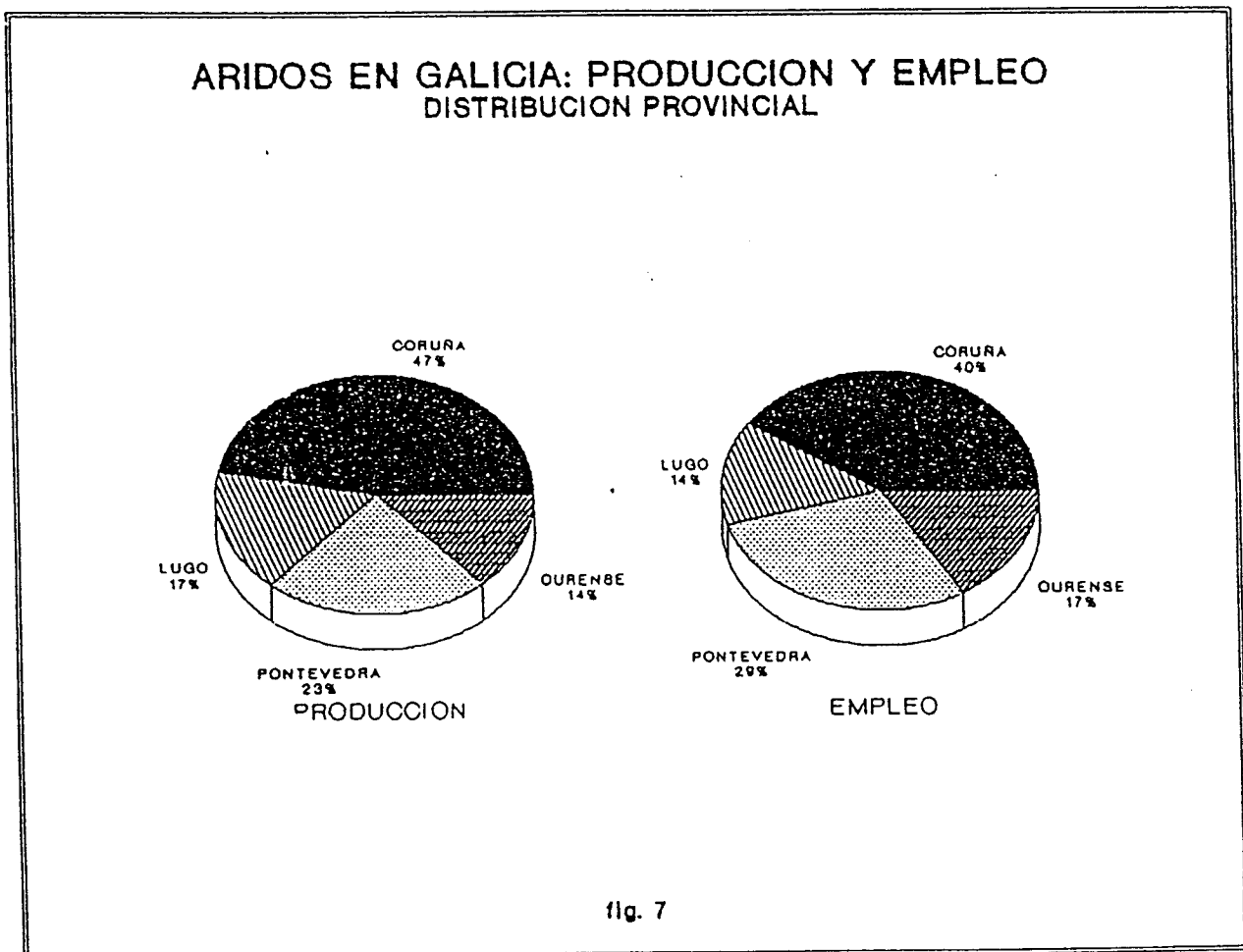
LITOLOGIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /EMPLEO	EMP.MAX/CANT
GRAN. DOS MICAS	1	Pequeña	BAJA	LOCAL	1	1		1
TOTALES	1	Pequeña	BAJA	LOCAL	1	1		1

PROVINCIA	EXP.ACT.	PROD.(m ³ /año)	POT.REC.	MERCADO	EMPLEO	EMPL/CANT	m ³ /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



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La gran diversidad de tipos litológicos en Galicia, permite disponer de una amplia variedad de materiales susceptibles de abastecer las demandas del mercado.

Las variaciones en la calidad son grandes, lo que permite destinar cada tipo de roca a un uso ó usos adecuados, dentro de los cuales cumpla la normativa vigente.

La irregular distribución de ciertas rocas, produce la carencia de áridos de alta calidad en algunas zonas. Así las rocas básicas y ultrabásicas (peridotitas-serpentinitas, gabros y anfibolitas), están restringidas a la provincia de A Coruña y la parte Norte de la de Pontevedra, desabasteciendo el mercado para aglomerados asfálticos y vías férreas en el resto de las provincias gallegas. Otro ejemplo destacable, lo constituyen las calizas, cuya presencia se restringe a la parte oriental y nororiental de las provincias de Lugo y Ourense y que proporcionan áridos de gran calidad para hormigones.

La aplicación de la legislatura en materia de medioambiente, ha obligado al cierre de todas las areneras y graveras que explotaban los cauces actuales de ríos y rías gallegas. Esto ha producido carencias de áridos finos (tamaños arena) en todo el mercado en general, a excepción del entorno de Ourense que dispone del material extraído en la cuenca de Xínzo de Limia. La solución a este déficit ha sido la obtención de arenas por machaqueo, con un coste netamente mayor y que en ocasiones no cumple las especificaciones de calidad exigidas en algunos usos (hormigones).

La mayoría de las extracciones de áridos en Galicia se realiza en un gran número de canteras dispersas (cerca de 200) y con carácter de pequeñas explotaciones. Esto implica en muchas zonas un elevado riesgo de impacto ambiental así

como un mercado de áridos poco estable y condicionado al término de las obras a las que se destinan.

Como recomendaciones a los problemas que se acaban de ennumerar y con vista a posibles estudios futuros podemos decir:

- * Existen algunas alternativas a la carencia de rocas básicas y ultrabásicas en aquellas zonas en las que no están presentes. Se trata de ortogneises, cuarzoesquistos, porfidos granodioríticos y algunas metavulcanitas (traquitas), cuyo buen comportamiento tecnológico puede suplir a aquellas en los usos adecuados. Serían necesarios estudios detallados en áreas concretas para una adecuada valoración.

- * La carencia de áridos finos naturales (arenas) puede paliarse en gran medida mediante el estudio de cuencas Terciarias y depósitos fluviales que integrasen aspectos de impacto ambiental y de recuperación del entorno. Todo ello junto con los áridos producidos por machaqueo y los obtenidos por el aprovechamiento de subproductos (caolín y cuarzo) y residuos mineros (balsas de decantación).

