

FELDESPATOS DE GALICIA  
INFORME PREVIO

ITGE 1992

Este estudio ha sido realizado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (I.T.G.E.), en régimen de cooperación económica con la Dirección General de Industria de la Xunta de Galicia.

En la realización de este proyecto han intervenido:

**Angel Ferrero Arias** (geólogo).- Director y coordinador del proyecto.

**Julio Roel Morales** (geólogo).- Trabajo de campo y elaboración del informe.

**Jose M<sup>a</sup> Toyos Sáenz de Miera** (geólogo).- Trabajo de campo y elaboración del informe.

**Alfonso Guerra Neira**.- Delineación.

**Maria Luisa Crespo Caamaño**.- Mecanografía del informe.

## I N D I C E

### MEMORIA

1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. GENERALIDADES . . . . .	3
2.1. FELDESPATOS Y FELDESPATOIDES . . . . .	3
2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES FELDESPATICOS . . . . .	4
2.3. USOS Y APLICACIONES . . . . .	5
2.4. NORMATIVA . . . . .	13
3. YACIMIENTOS . . . . .	19
4. BREVE ANALISIS DEL SUBSECTOR . . . . .	21
5. ESTUDIO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS . . . . .	25
5.1. INTRODUCCION . . . . .	25
5.2. AREA NORORIENTAL . . . . .	27
5.2.1. Rasgos geológicos . . . . .	27
5.2.2. Principales yacimientos . . . . .	29
Indicios en los macizos de San Ciprián y Monseibán . . . . .	29
Indicios en el Macizo de La Tojiza . . . . .	35
Indicios de la Formación Cándana . . . . .	37
5.3. AREA SUROCCIDENTAL . . . . .	42
5.3.1. Rasgos geológicos . . . . .	42
5.3.2. Yacimientos en los granitos de dos micas . . . . .	43
5.3.3. Yacimientos en el Plutón Granítico de Caldas de Reyes . . . . .	44
5.3.4. Yacimientos en el Plutón Granítico de Porriño . . . . .	46
6. CONCLUSIONES . . . . .	47
7. BIBLIOGRAFIA . . . . .	49

## A N E X O S

ANEXO I.- Listado de Explotaciones e Indicios

ANEXO II.- Relación de Mapas:

\* Mapa 1: Zona Nororiental

\* Mapa 2: Zona Suroccidental

## 1. INTRODUCCION

Los materiales Feldespáticos son sustancias utilizadas en la industria que se obtienen mediante un cierto grado de tratamiento y que están formadas principalmente por minerales del grupo de los feldespatos o los feldespatoides, por mezclas cuarzo-feldespato, o bien por productos feldespáticos manufacturados.

El presente estudio sobre los Feldespatos de Galicia intenta dar una visión global en lo que se refiere a tipos de yacimientos, calidad del producto, propiedades, utilizaciones, explotaciones actuales y potencial minero de estos materiales en esta Comunidad Autónoma.

Los trabajos realizados hasta el momento son los siguientes:

- \* Recopilación de datos a partir de la documentación disponible (Mapa de Rocas Industriales E. 1:200.000, Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, Mapa Minero Metalogénico de Galicia y otros informes y artículos).
- \* Recopilación de datos acerca de las actividades mineras existentes en relación con estos materiales recogidos en las Secciones de Minas correspondientes.
- \* Revisión y actualización de indicios conocidos, en los que se realizaron: estudios de campo, esquemas geológicos y levantamiento de columnas.
- \* Reconocimiento de nuevos indicios, con toma de datos geológicos así como muestreo para la realización de análisis químicos y estudios petrológicos en lámina delgada (sólo en aquellos más interesantes).

Dadas las dificultades encontradas a la hora de investigar nuevos indicios (áreas muy cubiertas), se ha propuesto la utilización de métodos geofísicos eléctricos (calicatas eléctricas y sondeos electromagnéticos), para poner a punto una metodología de trabajo que sea eficaz en aquellas zonas en las que por sus características físicas, sea inviable cualquier otro método de investigación. Estos sistemas se aplicarán a los dos tipos de yacimientos conocidos en Galicia: pegmatitas y rocas albíticas.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1. FELDESPATOS Y FELDESPATOIDES

Los llamados "materiales feldespáticos" en general, se obtienen principalmente a partir de los minerales incluidos en los grupos de los feldespatos y feldespatoides.

Normalmente, son los componentes principales de diversos tipos de rocas (granitoides, pegmatitas, aplitas, sienitas, arenas feldespáticas), que constituyen la materia prima a partir de la cual se obtienen dichos materiales.

Los feldespatos son aluminosilicatos de sodio, potasio, calcio y más raramente bario, que pertenecen al grupo de los Tectosilicatos. Se caracterizan por su armazón tridimensional de tetraedros de  $\text{SiO}_4$ - $\text{AlO}_4$  enlazados entre sí y con cationes ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ) situados en los huecos de la estructura para equilibrar el balance de cargas.

Existen tres miembros extremos principales de composiciones potásica, sódica y cálcica, que dan lugar a dos series principales de soluciones sólidas completas. En estas series, un determinado catión (Na, K o Ca) va siendo paulatinamente sustituido por otro en la estructura originando varios miembros intermedios entre otros dos extremos. Tenemos, por tanto:

- \* Serie de los feldespatos sódico-potásicos (Albita-Ortoclasa) o de los feldespatos alcalinos.
- \* Serie de los feldespatos sódico-cálcicos (Albita-Anortita) o de las plagioclasas.

Los feldespatos pueden pertenecer a dos sistemas cristalinicos: monoclinico o triclinico; presentan buena exfoliación en dos direcciones que forman un ángulo de  $90^\circ$  o cerca de  $90^\circ$ .

La densidad oscila entre 2,54 y 2,76 gr/cm<sup>3</sup> y la dureza es de 6 en la escala Mohs.

Los feldespatoides son también aluminosilicatos químicamente similares a los feldespatos. La diferencia con estos estriba en su menor contenido en sílice (aproximadamente 1/3 menos).

Estos minerales se forman en ambientes pobres en sílice, lo que supone un relativo enriquecimiento en alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y álcalis (K<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>O). Son comunes en rocas ígneas efusivas (lavas) así como en rocas intrusivas deficitarias en sílice (sienita nefelínica).

Entre los feldespatoides destaca la nefelina, mineral muy apreciado en la industria que, ocasionalmente, sustituye al feldespato cuando esta disponible. Se encuentra en las sienitas nefelínicas y en pegmatitas.

## 2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES FELDESPÁTICOS

Las propiedades requeridas en los materiales feldespáticos varían en función del uso que se les vaya a dar en la industria. Principalmente son utilizados en la industria como fuentes de alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y álcalis (K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O).

La presencia de la alúmina proporciona a las mezclas propiedades como: mayor resistencia al impacto, a la flexión y al calor (choque térmico), aumenta la viscosidad de la mezcla durante la fabricación e inhibe la desvitrificación del producto acabado en el caso de vidrios.

Los álcalis actúan como fundentes, rebajando la temperatura de fusión de las mezclas y por tanto, ahorrando energía. Las propiedades como fundente del feldespato dependen de (ROSKILL 1987):



- \* contenido en  $\text{SiO}_2$
- \* contenido en álcalis
- \* relación  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$
- \* la composición del cuerpo arcilloso en el que se van a utilizar.

El feldespatos puede constituir el 30-35% en peso de la mezcla. Actúa como un cemento para la sustancia arcillosa mezclándose íntimamente con ella. A mayor temperatura cementa las partículas silíceas, dando de esta forma una gran cohesión al producto.

Dentro de las materias primas utilizadas para obtener feldespatos, es la sienita nefelínica la que presenta mejores cualidades como fundente. Su relación álcalis/alúmina más alta y su punto de fusión más bajo le proporcionan un efecto de fundente más fuerte. Esto reduce los costos por partida doble al ahorrar energía y materia prima.

Otras propiedades de los materiales feldespáticos se refieren a la reducción de la expansión térmica, mayor sensibilidad en las mezclas, e incremento de la dureza mecánica y la contracción (ROSKILL op. cit.).

En el caso de su utilización como cargas en pinturas y plásticos los feldespatos proporcionan alto brillo, buena dispersión, inatacabilidad química, estabilidad del pH y baja adsorción de aceite.

### 2.3. USOS Y APLICACIONES

Los materiales feldespáticos se utilizan principalmente en las industrias del vidrio y la cerámica. Otros usos menores a los que se destinan estos materiales son los siguientes (ROSKILL 1987):

- \* Cargas en pinturas y plásticos
- \* Electrodo para soldaduras
- \* Abrasivos
- \* Tejidos artificiales: lana, pelo mineral
- \* Porcelana dental
- \* Aridos para carretera

En la mayor parte de los usos, el feldespatos se requiere fundamentalmente como fuente de alúmina ( $Al_2O_3$ ) y álcalis ( $Na_2O$  y  $K_2O$ ), lo que proporciona determinadas propiedades a los productos elaborados (ver apartado de "propiedades de los materiales feldespáticos").

El vidrio y la cerámica pueden considerarse como los mercados tradicionales y maduros del feldespatos. Los productores, sin embargo, exploran nuevos mercados en los que aplicar estos materiales.

## VIDRIO

La industria del vidrio es una de las mayores consumidoras mundiales de feldespatos. Aproximadamente un 55-60% de la producción se utiliza en la fabricación de estos productos. Según la Estadística Minera de España (1989), en nuestro país no se cumple este modelo, destinándose a esta industria solamente un 12,6 % de la producción nacional.

El feldespatos entra en la composición del vidrio como fuente de  $Al_2O_3$  (ROSKILL 1987), proporcionándole mayor resistencia al impacto, a la flexión y al choque térmico (exposición al calor). Además, inhibe la desvitrificación del producto acabado. Otro aspecto menos importante es su efecto como fundente.

El tipo de vidrio que más se produce es el de sílice-cal y, en él, las sustancias constituyentes realizan diferentes funciones (ITGE 1991a):

$\text{SiO}_2$	-----	Forma el vidrio
$\text{Na}_2\text{O}$	-----	Fundente
$\text{CaO}$	-----	Estabilizante
$\text{Al}_2\text{O}_3$	-----	Durabilidad. Inhibidor de la desvitrificación. Mayor viscosidad de la mezcla.
$\text{B}_2\text{O}_3$	-----	Resistencia a ataques químicos y choque térmico.

Los materiales feldespáticos más utilizados son el feldespato mineral y la sienita nefelínica. La aplita, producida en grandes cantidades en varios países, sólo se utiliza en ciertos tipos de vidrio debido a su alto contenido en hierro (ROSKILL op.cit.).

Como restricciones más importantes para aplicar el feldespato a esta industria tenemos (ITGE 1991a):

- \* Presencia de hierro: el contenido debe ser muy bajo , sobre todo en vidrios transparentes.
- \* Impurezas refractarias: Deben eliminarse ya que no se fundirían con la "pasta" o mezcla dando inclusiones sólidas llamadas "piedras".
- \* Granulometría: Debe ser fina y uniforme para obtener mezclas homogéneas. Es necesario eliminar los tamaños demasiado finos ( <100 mallas) y los demasiado gruesos (>30 mallas).

**TABLA 1.- VIDRIO: PRINCIPALES RESTRICCIONES**

MATERIAL FELDESPATICO	RESTRICCIONES GRANULOMETRICAS	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O (%)
Feldespato	>16 ms.0% >20 ms.1% max <100 ms.25% "	<0,1	>19	-	>11
Sienita Nefelínica	>30 ms.0% >40 ms.3,5%max <100 ms.35% "	<0,1	>22	<62	>13
Aplita	>16ms. 0% >20ms.2% max. >30ms.20% "	<0,1	>22	-	-

ms. = mallas

máx.= máximo

Fuente: ITGE 1991a

La industria del vidrio abarca muchos tipos de productos. El feldespatos se utiliza en la fabricación de envases de vidrio, vidrio plano, fibra de vidrio, vidrio óptico y vidrios especiales.

#### **CERAMICA**

El consumo mundial de feldespatos en cerámica alcanza el 35% de la producción, siendo esta industria el segundo uso principal para los materiales feldespáticos. Como en el caso del vidrio, España no cumple este modelo ya que la industria cerámica es el primer consumidor, al que se destinó el 66,8% de la producción nacional de feldespatos en 1989 (Estadística Minera de España).

El feldespatos se utiliza como fundente, rebajando el punto de fusión de la mezcla cerámica con el consiguiente ahorro de energía al emplear menos tiempo de cocción; y, también, como aglutinante del resto de sustancias de la "pasta". Sus propiedades como fundente dependen de varios parámetros (ROSKILL 1987), siendo el más importante el contenido global

en álcalis, aunque también influye en ciertos usos el tipo de álcalis que contenga el feldespato (relación  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ). El feldespato potásico puro es el que da mayor calidad al producto y es muy apreciado para acabados (esmaltados y vidriados). El feldespato sódico entra a formar parte de la "pasta" cerámica (20 a 50% según usos) y puesto que su efecto cementante es menor produce porcelanas más débiles (ROSKILL op.cit.).

Los materiales utilizados son: feldespato mineral, pegmatitas, sienita nefelínica, aplita, "cornish stone" (roca granítica meteorizada y caolinizada), eurita (roca ígnea de grano fino porfirítica) y fundentes feldespáticos manufacturados (ROSKILL op. cit.).

Se puede decir que las cerámicas se obtienen por la cocción de una "pasta" o "mezcla" compuesta por los siguientes materiales (ITGE 1991a):

- Materias plásticas: Arcillas nobles, caolín
- Materias fundentes: feldespatos, caliza-dolomía
- Materias desengrasantes: sílice, chamota.

Como resultado de esta operación se obtiene un producto con las propiedades adecuadas de blancura, resistencia mecánica y dureza en el caso del cuerpo cerámico. En el caso del recubrimiento esmaltado o vidriado del cuerpo cerámico se buscan propiedades como: inhibición de la desvitrificación, resistencia al ataque químico, al impacto y a la abrasión.

No existe por el momento una normativa general para cerámicas, aunque se pueden dar algunas indicaciones y restricciones que deben cumplirse (ITGE 1991a).

**TABLA 2.- CERAMICAS: PRINCIPALES RESTRICCIONES**

GRANULOMETRIA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Color pasta	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O (%) <sup>2</sup>	CaO (%)
<80 micras	<0,3 <0,1*	10-15	Uniforme (blanco)	8-12	<2

\* cerámicas especiales.

Los tipos de cerámicas en los que se aplica el uso de materiales feldespáticos son muy numerosos: porcelanas de mesa, porcelana sanitaria, porcelana dental, azulejos, loza de mesa, porcelana electrotécnica, grés y grés sanitario. Además, el feldespato se utiliza también en los esmaltados y vidriados cerámicos con los que se suelen acabar los productos citados anteriormente proporcionándoles dureza, suavidad y belleza.

En Galicia, las dos únicas empresas productoras de materiales feldespáticos, destinan prácticamente toda su producción a la industria de la cerámica, utilizándose en la fabricación de baldosas de grés, lozas y porcelanas.

## USOS MENORES

### Cargas

Los materiales feldespáticos se utilizan como cargas en pinturas y plásticos. Las propiedades buscadas en estos usos son (ROSKILL 1987): alto brillo en seco, buena dispersión, inatacabilidad química, estabilidad del pH, dureza, resistencia a los ácidos, baja adsorción de aceite, tamaño de partícula fino y baja densidad.

Existen otros materiales (talco, carbonato cálcico y arcillas), que son mucho más utilizados en estos usos que los materiales feldespáticos (feldespato y sienita nefelínica), debido a que estos últimos tienen cierto poder abrasivo y son

más costosos normalmente. Sin embargo, análisis químicos han probado que el feldespato es más adecuado en el caso de pinturas sometidas a ambientes ácidos ya que el  $\text{SO}_4\text{H}_2$  reacciona con el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  produciendo  $\text{SO}_4\text{Ca}_2$  (yeso) que da lugar a decoloraciones (ROSKILL op.cit.).

En plásticos, la sienita nefelínica presenta un bajo costo, es fuerte, estable y tiene un gran índice refractario a altas temperaturas.

### **Abrasivos**

Son sustancias utilizadas para moler, pulir, restregar, desgastar, limpiar y eliminar material sólido mediante una acción de impacto o frotamiento (ROSKILL op.cit.).

Los abrasivos pueden presentarse de varias formas (ITGE 1991a):

- \* Granos sueltos: chorros de arena
- \* Aglomerados: por vitrificación, resinas, caucho
- \* Papeles y telas abrasivas
- \* Abrasivo en polvo: para jabones y productos de limpieza. Se utilizan materiales con dureza 3-5: feldespato, pumita, trípoli, diatomita, caolín. El tamaño de grano es muy fino.

La utilización del feldespato en abrasivos se debe a su fractura angulosa (exfoliación casi a  $90^\circ$ ) y a su dureza intermedia. De este modo, se producen partículas arenosas cuyos bordes angulosos tienen la dureza suficiente para eliminar acumulaciones superficiales. Por otro lado la dureza

intermedia no es suficiente para dañar la superficie a limpiar (ROSKILL op.cit.).

Es común en este uso la utilización de materiales feldespáticos de baja calidad, no aprovechados por sus cualidades como fundente debido a su riqueza en calcio (plagioclasas). Las anortositas son rocas empleadas con este fin en Noruega.

### **Soldaduras**

Es un mercado minoritario, aunque tradicional, del uso del feldespato. Tanto feldespatos como sienita nefelínica entran a formar parte (5-10%) de los electrodos para soldar. Estos electrodos son una mezcla seca formada por fundentes y otros minerales diversos que se utilizan en tres tipos de arcos de soldadura (ROSKILL 1987):

- Arco de metal manual.
- Gas inerte-metal
- Arco sumergido.

Los materiales feldespáticos son utilizados sobre todo en el Arco de metal manual, incorporados dentro de la mezcla seca utilizada para dar los baños de protección de los electrodos.

Se requiere un tamaño de partícula fino (sobre las 70 micras), constante, material inerte y con gran contenido en potasio (aumenta la estabilidad del arco de soldadura).

Las industrias consumidoras de soldaduras son las de la construcción, vehículos, vigas de acero, calderas, bombonas, e ingeniería civil. Actualmente también se están utilizando fundentes en las soldaduras de los recubrimientos para naves aeroespaciales.



## Fuente de Alumina

El gran esfuerzo realizado para encontrar otras fuentes de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que no fueran las bauxitas ha llevado a la utilización de los materiales feldespáticos (sobre todo nefelina) como fuente de aluminio.

Es el mercado más importante del feldespato en términos de tonelaje y está dominado por la C.E.I. (antigua U.R.S.S.) con una producción de 2-3 millones de toneladas/año. La mena utilizada es la nefelina, que presenta un porcentaje medio de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  del 27-29% (ROSKILL 1987).

## Otros usos

Los materiales feldespáticos se utilizan de forma muy minoritaria en otras aplicaciones de poca importancia. Se pueden citar las siguientes (ROSKILL op.cit.):

- Hilo mineral o "hilo de vidrio" (aislante)
- Aridos para carreteras y ferrocarriles
- Mezclas para ladrillos
- Reguladores de llama en mecheros
- Gránulos para material de techar
- Arena para aves de corral

## 2.4. NORMATIVA

Hasta el momento, no existe un pliego de prescripciones técnicas o normativa totalmente aceptada para la aplicación y el uso de los materiales feldespáticos en las diversas industrias a las que se destinan. Por consiguiente, prácticamente cada empresa consumidora fija sus propias especificaciones dependiendo del tipo de producto fabricado.

En los países socialistas, sobre todo en la C.E.I., se han realizado algunas normativas dirigidas a las industrias del vidrio y la cerámica (NORMA GOST 7030-54, NORMA DE KOZYREV y NORMA TU 169-54), aunque no se utilizan en los países occidentales. Competen a rocas como pegmatitas, feldespatos minerales, o bien a un producto ya tratado formado por feldespato o mezclas cuarzo-feldespato (ver tablas 3, 4 y 5).

**TABLA 3.- NORMA GOST 7030-54. FELDESPATO Y PEGMATITA PARA CERAMICA FINA**

MATERIAL FELDESPATICO		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Cuarzo (%)	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O*
F E L D E S P A T I C O	CALIDAD PRIMERA	< 0,2	>12	< 1	< 8	2
	CALIDAD SEGUNDA	< 0,3	>11	< 1	< 10	2
P E G M A T I T A	CALIDAD PRIMERA	< 0,2	> 8	< 2	< 30	2
	CALIDAD SEGUNDA	< 0,3	> 8	< 2	< 30	2
	CALIDAD TERCERA	< 0,5	> 8	< 2	< 30	2

\* De acuerdo con los usuarios, esta razón puede no ser normativa.

En 1978, el IGME elaboró una recopilación de especificaciones basadas exclusivamente en el contenido en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O y la relación K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O, considerando a estos elementos como los más representativos para determinar la calidad del material feldespático (ver tabla 6).

Recientemente (octubre de 1987), la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) con la colaboración de IGME-AITEMIN, realizaron un anteproyecto de Norma UNE para feldespatos. El documento consta de los siguientes apartados:

- \* Características generales de feldespatos.  
(NORMA UNE 22.210).
- \* Feldespatos. Identificación y diferenciación.  
(NORMA UNE 22.211).
- \* Humedad (NORMA UNE 22.212).
- \* Análisis químico de elementos (NORMA UNE 22.213).
- \* Análisis granulométrico (NORMA UNE 22.215).
- \* Fusibilidad (NORMA UNE 22.215).

Este anteproyecto de Norma indica en los diferentes apartados de que consta el procedimiento a seguir para realizar las determinaciones y ensayos.

Sin embargo, no indica cuantitativamente qué valores deben cumplirse para determinar la calidad del producto y/o cuándo es utilizable o no en los usos a los que pretende destinarse.

NORMA DE KOZYREV (1966)

TIPO DE INDUSTRIA	MATERIAL FELDESPATICO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O (%)	CaO+MgO (%)	Cuarzo (%)	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	MnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Impurezas* (%)
ELECTROCERAMICA	FELDESP.	CALIDAD SUPERIOR	> 13	< 1,5	< 8	> 4,0	S I N  N O R M A L I Z A R	< 1,2
		CALIDAD PRIMERA	> 12	< 1,5	< 8	> 3,5		< 1,2
		CALIDAD SEGUNDA	> 11	< 1,5	< 10	> 3,0		< 1,2
	CUARZO	CALIDAD SUPERIOR	> 8	< 1,5	< 30	> 4,0		< 1,2
		CALIDAD PRIMERA	> 8	< 1,5	< 30	> 4,0		< 1,2
		CALIDAD SEGUNDA	> 8	< 1,5	< 30	> 3,0		< 1,2
ALFAREERIA	FELDES.	CALIDAD SUPERIOR	> 8	< 2,0	< 30	> 2,0	< 0,01	< 1,0
		CALIDAD PRIMERA	> 8	< 2,0	< 30	> 2,0	< 0,01	< 1,0
		CALIDAD SUPERIOR	> 13	< 1,5	< 8	> 2,0	< 0,01	< 1,0
	FTO.	CALIDAD PRIMERA	> 12	< 1,5	< 10	> 2,0	< 0,01	< 1,0

\* Contenido en: Moscovita, Lepidolita, etc...

TABLA 5.- NORMA TU 169-54. PEGMATITAS PARA LA INDUSTRIA DEL VIDRIO.

APLICACIONES INDUSTRIALES	SiO <sub>2</sub> (%)	CUARZO INCLUIDO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
VIDRIO PARA ELECTROVACIO	< 65	< 8	> 20	> 12	< 0,6	< 0,07
VIDRIO PLANO	-	-			-	
REC. VIDRIO INCOLORO	S.N.	S.N.	> 14	> 7,5	S.N.	< 0,3
FIBRA VIDRIO RECIPIENTES VIDRIO VERDE	-	-	> 14	> 7,5	-	S.N.

S.N.: Sin normalizar

TABLA 6.- PRINCIPALES ESPECIFICACIONES PARA EL USO DEL FELDESPATO

$Fe_2O_3$	$K_2O \geq 10\%$	$K_2O/Na_2O \leq 2$
$\leq 0,07 \%$	Vidrios artísticos especiales	Vidrio electrónico. Vidrio plano calidad
$\leq 0,1 \%$	Porcelana mesa y artística de gran calidad	Loza y porcelana. Vidrio plano e incoloro. Esmaltes y vidriados.
$\leq 0,4 \%$	Porcelana electrotécnica	Cerámica sanitaria. Abrasivos aglomerados. Azulejos, grés, vidrio hueco coloreado.

Fuente: IGME 1978

### 3. YACIMIENTOS

El feldespato es uno de los minerales más abundantes en la naturaleza, encontrándose en casi todo tipo de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Sin embargo, sólo es explotable comercialmente cuando se encuentra en determinadas rocas, en las que se puede hablar de yacimientos de materiales feldespáticos.

Aunque existen yacimientos en todos los tipos de rocas mencionadas más arriba, la mayor parte de la producción procede de rocas ígneas, siendo las pegmatitas, aplitas y sienitas las que proporcionan prácticamente todo el volumen de material extraído.

En líneas generales, las pegmatitas proporcionan el material más puro, no requiriendo ningún proceso aparte del estriado manual (ROSKILL 1987), aunque en las pegmatitas gallegas, por ejemplo, sí se requiere una mínima depuración.

El resto de las rocas utilizadas como fuente de feldespato sí requiere un procesado que suele incluir separación magnética de alta intensidad y/o flotación, previa molienda y trituración. En algunos casos se llega a separar el cuarzo del feldespato (flotación), pero en la mayoría sólo se requiere la separación de micas, turmalinas y minerales que contengan hierro, obteniéndose finalmente una mezcla cuarzo-feldespato válida para los distintos usos.

El feldespato comercial se obtiene de los siguientes yacimientos:

- Pegmatitas: Forman diques o masas irregulares.
- Rocas plutónicas y volcánicas: Principalmente sienitas nefelínicas, fonolitas y anortositas-labradoritas.
- Aplitas.

- Arenas feldespáticas: Depósitos sedimentarios de materiales arenosos cuarzo-feldespáticos.
- "Cornish stone": Rocas graníticas alteradas (normalmente caolinizadas).
- Rocas albíticas: Depósitos vulcanosedimentarios de vidrios volcánicos desvitrificados enriquecidos en sodio.

En Galicia sólo se explotan dos de estos tipos de rocas: pegmatitas y rocas albíticas.



#### 4. BREVE ANALISIS DEL SUBSECTOR

La producción mundial de materiales feldespáticos esta referida a dos tipos de productos: el feldespato por un lado y la sienita nefelínica por otro.

Seis países pueden citarse como los máximos productores de feldespato (fig. 4.1): Italia (28%), Estados Unidos (15%), C.E.I., la antigua Unión Soviética (7,7%), Alemania (7%), Francia (4,5%) y España (3,3%). La producción total para 1989 fué de 4.356 miles de toneladas (U.S. Bureau of Mines).

El consumo de feldespato depende fundamentalmente de las industrias del vidrio y la cerámica, ambos mercados estables y maduros que no sufren grandes variaciones. Observando el diagrama de áreas solapadas (Fig.4.1) se observa que la producción mundial aumenta muy ligeramente año tras año y es muy estable en todos los países.

El principal productor de sienita nefelínica es la C.E.I. que consume toda su producción (3 millones de t/año) en la industria del Aluminio, le siguen en importancia Canada y Noruega (488.000 y 225.000 t/año respectivamente en 1985).

La producción nacional de feldespato (3,3% del total mundial) sigue el ritmo de la producción mundial y, por tanto, se encuentra en paulatino crecimiento en líneas generales. Los últimos datos recogidos cifran la producción en 198 millones de toneladas en 1989 (Panorama Minero), con un valor total de 988 millones de pts. Las importaciones de feldespato elaborado de calidad han crecido también hasta 70.000 t en 1987.

Son cinco las principales provincias productoras: Segovia, Lugo, Gerona, Madrid y Salamanca (Fig. 4.2).

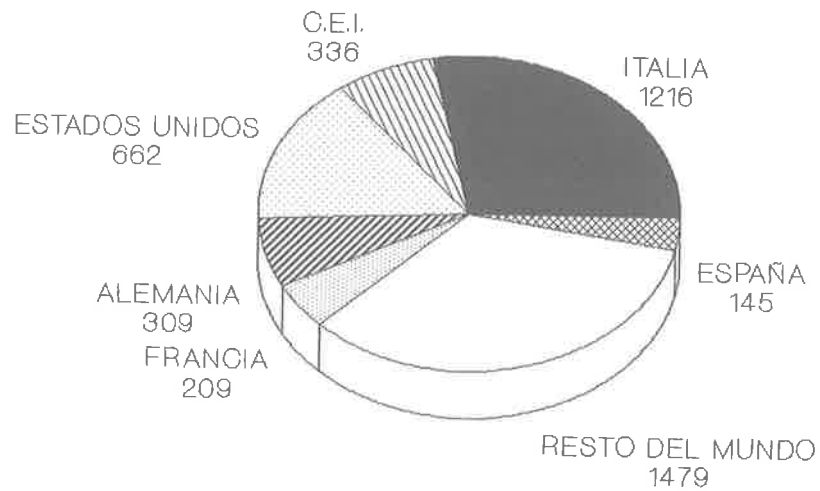
El producto se destina a cerámica (66,8%), pavimentos (20,2%), vidrio (12,6%) y exportaciones (0,4%).

Respecto a Galicia, la única provincia productora actualmente es Lugo, donde se benefician pegmatitas (feldespatos sódico-potásicos) y yacimientos de rocas albíticas (feldespato sódico). El material se destina en su totalidad a productos cerámicos. En el diagrama de barras de la fig. 4-2, puede apreciarse claramente como, a pesar de una mayor producción de Lugo respecto a Gerona, el valor del producto de ésta última es mucho mayor. Esto es debido a un mayor tratamiento del material por parte de la empresa catalana (Llansá S.A.), que obtiene un producto de notable calidad.

# FELDESPATO MINERAL

## PRODUCCION MUNDIAL 1989

Unidad: Miles de t.

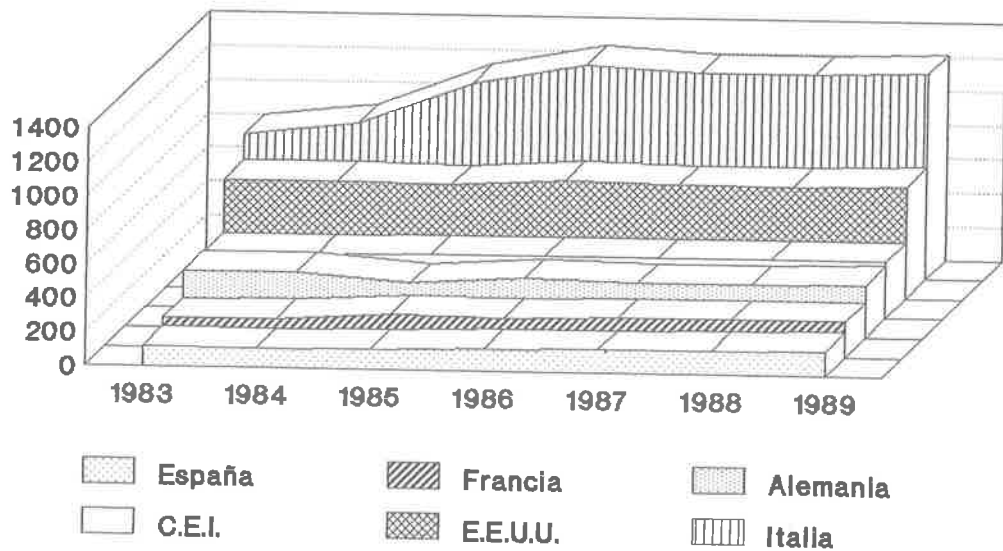


Fuente: Min. Commodity Summaries, 1990  
 En: Panorama Minero 1989 (1991)  
 C.E.I.: Com. Estados Indep. (URSS)

# FELDESPATO MINERAL

## PRINCIPALES PRODUCTORES

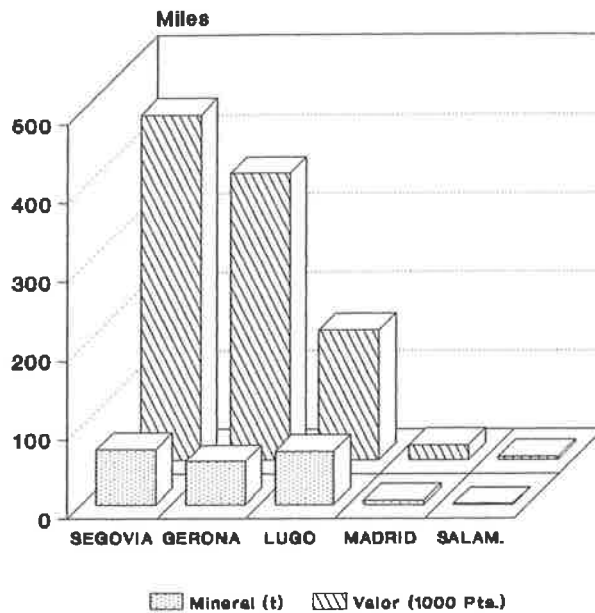
Unidad: Miles de t.



Fuente: Min. Commodity Summaries, 1990  
 En: Panorama Minero 1989 (1991)

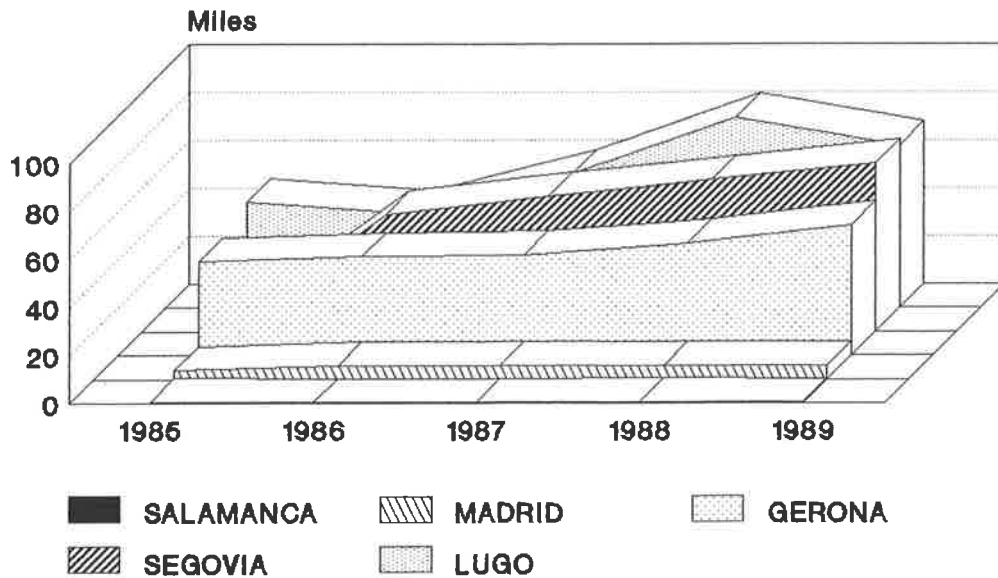
Fig. 4.1.- Gráficos de distribución de la producción mundial de feldespato.

## FELDESPATO PRODUCCION NACIONAL 1989 VALOR DE LA PRODUCCION



Fuente: Panorama Minero 1989 (1991)

## FELDESPATO PROVINCIAS ESPAÑOLAS PRODUCTORAS Unidad: t.



Fuente: Est. Minera 1985-86-87-88  
Panorama Minero 1989

Fig. 4.2.- Gráficos de distribución de la producción nacional de feldespato.

## 5. ESTUDIO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

### 5.1. INTRODUCCION

En Galicia son dos los tipos de rocas que presentan interés minero: pegmatitas y rocas albíticas.

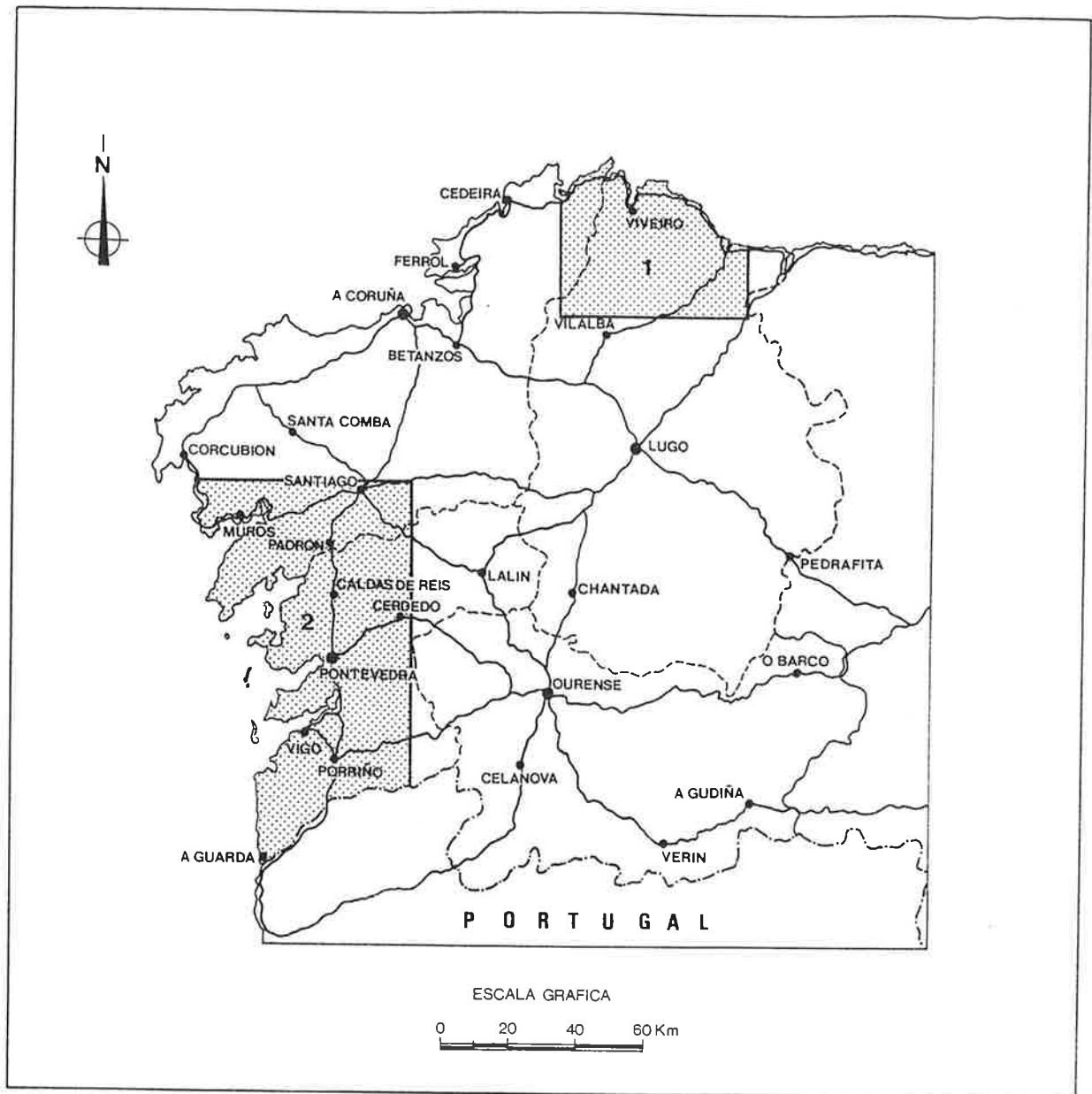
Dada la gran abundancia de rocas graníticas en esta Comunidad, existe una alta densidad de filones, diques y masas de tipo pegmatítico, de las que sólo una parte presenta cierto interés minero por el volumen y calidad de sus reservas.

La presencia de rocas albíticas está restringida a determinados niveles estratigráficos del Cámbrico (Formación Cándana y Pizarras de Tránsito) y, hasta el momento, sólo se han encontrado indicios en la parte Norte de la provincia de Lugo.

Los indicios de feldespatos en Galicia sobre los que existen referencias en la documentación consultada se distribuyen en dos áreas principales que han sido estudiadas por separado (fig. 5-1):

- \* Area Nororiental: situada al Norte de la provincia de Lugo. En ella existen indicios pegmatíticos y de rocas albíticas.
  
- \* Area Suroccidental: situada en la provincia de Pontevedra y parte Sur de A Coruña. En ella aparecen indicios pegmatíticos.

A continuación, describiremos las áreas estudiadas y las características principales correspondientes a indicios revisados ya existentes y a puntos nuevos añadidos hasta el presente momento. Se indica el nivel de investigación alcanzado y trabajos que quedan por realizar.



1.- ZONA NORORIENTAL

2.- ZONA SUROCCIDENTAL

Fig. 5.1.- Situación de las zonas con indicios de feldes-pato estudiadas

## 5.2. AREA NORORIENTAL

### 5.2.1. Rasgos geológicos

El Area Nororiental se sitúa en el límite septentrional de la provincia de Lugo (Fig. 5.1) limitando al Norte con el Mar Cantábrico.

Geológicamente, se enmarca en la denominada Zona Asturoccidental-Leonesa (LOTZE 1945, JULIVERT et al. 1972) del Macizo Ibérico, dentro del Dominio del Manto de Mondoñedo. En su parte occidental, se sitúa el límite con la Zona Centro-Ibérica (LOTZE op. cit., JULIVERT et al. op. cit.), definido por la Falla de Vivero (MARTINEZ CATALAN 1981). El límite oriental (con la Zona Cantábrica), queda fuera y muy alejado de esta área.

Litológicamente, podemos diferenciar dos grupos de rocas: por un lado las rocas graníticas hercínicas (Macizos de Vivero, San Ciprián, y La Tojiza), y por otro, la sucesión estratigráfica del manto de Mondoñedo.

La sucesión estratigráfica del Manto de Mondoñedo se caracteriza por la presencia de materiales Paleozoicos que descansan discordantemente sobre materiales Precámbricos fundamentalmente esquistosos (Serie de Villalba).

Los materiales Paleozoicos forman una secuencia continua desde el Cámbrico al Silúrico y están constituidos mayoritariamente por cuarcitas y pizarras que presentan intercalaciones calcáreas en determinados niveles estratigráficos (Caliza de Vegadeo, Calizas de Cándana).

Ocasionalmente, dentro del Cámbrico, existen niveles de origen subvolcánico o vulcano-detritico (ITGE 1991a), parte de los cuales da lugar a depósitos de rocas albíticas.

Las rocas graníticas hercínicas son muy abundantes en la parte occidental del área estudiada. Ateniéndonos a su quimismo, podemos incluirlas dentro de dos de las series de rocas ígneas: alcalina (granitos de dos micas) y calcoalcalina (granitos biotíticos).

Los granitos de dos micas son macizos ígneos, sintectónicos, con diferentes grados de deformación y, a grandes rasgos, de morfología alargada, subconcordantes con las estructuras hercínicas principales. Otras veces (Macizos de San Ciprián y Monseibán), son de contornos irregulares.

Son rocas de textura heterogénea, presentando varios tipos de facies que se diferencian en la composición, textura, estructura y edad de emplazamiento (ITGE 1991a).

Petrográficamente son granitos "sensu stricto", incluidos dentro del campo de los granitos monzoníticos o adamellitas (ITGE 1991a). Químicamente presentan un elevado contenido en sílice, alúmina y álcalis y bajos contenidos en calcio, magnesio y hierro.

Son importantes los enclaves de rocas metamórficas (esquistos, neises y migmatitas), y otra característica notable es que suelen estar acompañados por un importante cortejo filoniano con diques de pegmatitas, aplitas, cuarzo y turmalinitas (ITGE 1991a).

Los macizos graníticos de San Ciprián y de Monseibán, estudiados en este trabajo por sus numerosos indicios de feldespato en pegmatitas, se incluyen en este grupo.

Los granitoides biotíticos se diferencian en la edad de emplazamiento pudiendo distinguirse: granodioritas precoces (macizos alargados) y granodioritas tardías (macizos circuncritos). Sin embargo, sus características químicas y mineraló-



gicas son comunes, diferenciándose en el grado de deformación y la morfología del cuerpo intrusivo.

Los macizos precoces, alargados, suelen estar relacionados con grandes fallas (p. ej. el Macizo de Vivero y la Falla de Vivero) y son concordantes con las estructuras hercínicas. Los macizos circunscritos son claramente postectónicos, cortando a las estructuras regionales.

Pueden presentar varios tipos de facies, sin embargo entre ellas no existen, normalmente, importantes diferencias mineralógicas. Petrográficamente son: adamellititas, granodioritas y cuarzodioritas-tonalitas (raramente). Químicamente presentan altos contenidos en calcio, álcalis, alúmina, hierro y magnesio (ITGE 1991a).

A menudo presentan xenolitos de rocas de composición más básica (precursores), y , a veces, de composición ultrabásica (Macizo de Vivero). Su cortejo filoniano es más pobre que el de los macizos de dos micas.

La Granodiorita de Vivero y el Macizo de La Tojiza, estudiados aquí, se incluyen en este grupo.

#### 5.2.2. Principales yacimientos

##### **Indicios en los macizos de San Ciprián y Monseibán**

Son muy numerosos los indicios pegmatíticos relacionados con los granitos de dos micas (macizos de San Ciprián y Monseibán). Se presentan con una morfología de diques, venas, filoncillos, bolsadas y masas irregulares de pegmatita-aplita, cuya roca de caja puede ser indistintamente: granito de dos micas, granito de dos micas turmalinífero y megaenclaves de rocas metamórficas (esquistos, filitas y migmatitas). La

composición del feldespato es potásico-sódica (6-10 % de  $K_2O$  y 2-5 % de  $Na_2O$ ).

Los indicios más interesantes son los siguientes:

Silán (21, 22)

Es el yacimiento más importante estudiado hasta ahora. Se trata de un complejo de diques aplítico-pegmatíticos que intruyen en migmatitas precámbricas. Las pegmatitas de Silán acompañan en su emplazamiento a un granito de dos micas rico en turmalina con el que son cogenéticas.

La mineralogía de dicho granito turmalinífero esta representada en las pegmatitas, con las siguientes especies principales: cuarzo, feldespato, moscovita, turmalina negra (chorlo) y granate.

Todos los diques son de direcciones próximas al Norte, subparalelos entre sí y buzando hacia el Este. Las dos facies: pegmatítica y aplítica, se entremezclan mutuamente sin estructuración aparente en la mayor parte de los casos.

En algunos filones, sin embargo, se ha observado una cierta zonación debida, seguramente, a varias aperturas sucesivas de la grieta soporte de la pegmatita. Presenta una zona externa, de grano fino-medio y textura aplítica en general, con bandas concéntricas formadas por diversos minerales. En el núcleo se encuentra una zona caracterizada por la cristalización de grandes cristales de cuarzo, feldespato y micas principalmente.

Las principales características de este complejo filoniano son las siguientes:

- \* Dirección: N 8° E a N 30° E
- \* Buzamientos: 30-76° E

\* Corrida media: 400 m (máxima: 800 m)

\* Potencias: 4-14 m (media: 7-8 m)

Son pegmatitas puras, simples (SMIRNOV 1982) y epigenéticas (GINSBURG), caracterizadas por una mineralogía típicamente granítica, sin zonación y de naturaleza netamente intrusiva con su encajante.

Este yacimiento se explota en la actualidad mediante dos frentes activos (canteras de Escoiras y Navallo). La actividad extractiva se realiza de forma intermitente en función de la necesidad de materia prima, con una producción de unas 4.500 t/año.

El todo-uno es tratado en planta mediante machaqueo, molienda, cribado y separación magnética de alta intensidad, que elimina las impurezas (micas, turmalina, granates), obteniéndose una mezcla de cuarzo-feldespatos válida para su uso en grés de cerámica, lozas y porcelanas. El precio del producto oscila entre 8.000 y 16.000 pts/t según granulometrías.

Este yacimiento presenta un elevado grado de investigación (propia empresa, IGME 1978, BURKHARDT 1985) con muestreos para análisis químicos, cartografía geológica de detalle (E. 1:10.000 y 1:2.000), calicatas y sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo.

Presenta un alto potencial minero, debido a la buena calidad y las altas leyes del feldespatos (70%) y a sus reservas, estimadas en 5 Mt (millones de toneladas) hasta los 15 m. de profundidad.

#### Santitxu (27)

Conjunto de masas pegmatíticas discontinuas alineadas según dos direcciones paralelas que encajan en migmatitas y filitas precámbricas. Genéticamente se relacionan con el

granito de dos micas de Monseibán. Las características geológicas principales de este yacimiento son las siguientes (ITGE 1978):

Dirección : N 70° E

Buzamiento: 50-70° SE

Corrida media: 40 m (por afloramiento)

Potencia: 5-17 m

Como en el caso anterior, se trata de pegmatitas puras, simples y epigenéticas de composición granítica (cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa y moscovita) y netamente intrusivas sobre las migmatitas.

El grado de investigación alcanzado en este yacimiento es muy importante, habiéndose realizado los siguientes trabajos (IGME 1978): cartografía de detalle (E.1:500), muestreo para análisis químicos, estudios petrológicos de lámina delgada, calicatas, calicatas eléctricas y sondeos con recuperación de testigo continuo. Las investigaciones demostraron la continuidad de las masas en profundidad aunque no estaban conectadas lateralmente (masas discontinuas).

El potencial minero de este yacimiento es medio. Presenta unas reservas próximas a las 200.000 t (hasta 20 m de profundidad), con una buena calidad del mineral.

Las investigaciones mediante calicatas eléctricas detectaron en profundidad una masa tabular con buzamiento al Este, posiblemente un cuerpo pegmatítico (IGME 1978).

#### Paloma (9)

Complejo filoniano pegmatítico en el que destaca un potente dique compuesto, formado por pegmatita-aplita-granito. Los diques intruyen en una serie metasedimentaria constituida

por esquistos y cuarcitas. Sus características principales son las siguientes:

Dique mayor:

Dirección: N 56° E

Buzamiento: 74° S

Corrida: desconocida (terreno cubierto)

Potencia: 30 m

Litología: bordes e intrusiones aplíticas potentes (hasta 10 m). Intrusiones de leucogránito. Enclaves de roca encajante (pizarras). Pegmatita.

Diques menores:

Se contabilizan hasta 5 diques

Dirección:

Buzamiento: 70-90° S

Corridas: desconocidas

Potencias: 40 cm, 1 m, 1,5 m; 2 m y 5 m.

Todos los diques son de pegmatita simple y composición granítica (cuarzo, feldespato rosado, moscovita, turmalina). Presentan tramos con pegmatita gráfica.

El grado de investigación es medio, habiéndose realizado (IGME 1978): cartografía geológica de detalle (E. 1:1.000), muestreo para análisis químicos y estudios petrológicos de lámina delgada. Como resultado de estas investigaciones se apreciaron en el dique mayor las siguientes características:

- \* Baja calidad del feldespato. Altos contenidos en hierro y bajos en álcalis.
- \* Alto porcentaje de estériles (aplita, granito, pizarras) en cantidad superior al 50%.
- \* Importantes variaciones laterales a pegmaplitas.

El potencial minero de este conjunto filoniano es pequeño, ya que el feldespatos presenta altos porcentajes de impurezas y las rocas pegmatíticas presentan grandes variaciones laterales con un alto porcentaje de materiales estériles.

Considerando los 4 diques más importantes se calculan unas reservas de 245.000 t hasta 10 m de profundidad.

#### Ceranzos(1)

Conjunto de diques y filoncillos de pegmatita, entre los que destaca un dique subvertical de textura muy homogénea sin cambios ni mezclas aplíticas. Las características de este dique son las siguientes:

Dirección: N 30° E  
Buzamiento: subvertical  
Corrida: 450 m  
Potencia: 15 m (máxima)

Las pegmatitas intruyen en un granito de dos micas con biotita dominante, presentando contactos netos. Son pegmatitas simples, cuya mineralogía principal es la siguiente: cuarzo, feldespatos rosado, moscovita, biotita, granates y turmalina.

El grado de investigación de este indicio es bajo habiéndose realizado un esquema geológico y un muestreo para análisis químicos (IGME 1978).

Su potencial minero es bajo ya que se encuentra próximo a viviendas, su continuidad en profundidad no está asegurada y la potencia es variable. Se han calculado (IGME 1978) unas reservas de 250.000 t (hasta 15 m), suponiendo una potencia constante de 15 m. Estos resultados deben tomarse con precaución ya que, según se ha observado, el dique principal se descompone en varios filones de menor potencia y de trazado muy irregular, lo que podría traducirse en importantes varia-

ciones en profundidad. También son posibles importantes cambios de buzamiento.

### Indicios nuevos

Durante la realización de este trabajo, y hasta el momento, se han recogido 11 indicios pegmatíticos relacionados con el granito de San Ciprián. La mayor parte de ellos presentan, tras un reconocimiento previo, un escaso interés.

El indicio más importante es Xanceda (17), habiendo otros indicios que podrían presentar cierto interés tras una investigación más detallada: Cabanas (8), Zarza (13,14) y Penedo da Forca (24).

Xanceda (17): Se trata de un dique de pegmatita y aplita encajado en cuarcitas Cámbricas. Es una pegmatita simple y su mineralogía principal es la siguiente: cuarzo, feldespato, moscovita, turmalina y granates. Como características principales presenta:

Dirección: N 50° E  
Buzamiento: 78 NO  
Corrida visible: 100 m  
Potencia: 10-15 m

El grado de investigación alcanzado hasta ahora es bajo, habiéndose realizado un reconocimiento de campo y un esquema geológico. El interés minero es desconocido por el momento.

### **Indicios en el Macizo de La Tojiza.**

El cortejo filoniano asociado al granito biotítico de La Tojiza es mucho más pobre que el asociado a los granitos de dos micas. Por este motivo, los indicios recogidos en este macizo son más escasos y de una importancia menor.

Entre estos indicios destacan algunos por su relativa rareza geológica en la zona (filones monominerales de feldespato y diques anulares zonados), pero de escaso interés desde el punto de vista minero. Todos son preferentemente potásicos (75-85% de  $K_2O$ ), estando el sodio subordinado.

A continuación describiremos brevemente el indicio más importante:

### Frouxeira (29)

Son masas subpegmatíticas, irregulares en forma y distribución con altos contenidos en feldespato y cuarzo y en las que falta la mica. La roca de caja es el granito biotítico de la Tojiza (Alto de la Frouxeira).

En estas zonas pegmatíticas el cuarzo y, sobre todo, el feldespato forman grandes cristales. El paso al granito biotítico de grano grueso (roca de caja) es gradual. La mineralogía principal de estas masas es: microclina, plagioclasa y cuarzo. Accesorios: biotita, clorita y opacos (IGME 1978).

El feldespato es principalmente potásico, con contenidos en  $K_2O$  entre el 8 y el 12%. El feldespato sódico está subordinado, con porcentajes que normalmente son inferiores al 1% (máximo 3%).

El grado de investigación de este indicio es medio, habiéndose realizado (IGME 1978): esquema geológico, análisis químicos, estudios petrológicos de lámina delgada y una calicata.

El potencial minero está considerado como alto en el estudio del IGME de 1978, justificado por una importante presencia de estas masas subpegmatíticas, aunque de distribución y forma irregulares y bastante desconocidas. En este informe, consideramos su potencial minero bajo, ya que gran parte de



las masas reseñadas son en realidad zonas del propio granito de La Tojiza episenitizadas. Otros aspectos desfavorables son la presencia de restos arqueológicos sobre algunos de los indicios citados y lo cubierto de la zona.

### **Indicios de la Formación Cándana**

Interestratificados con los materiales de edad Cámbrica de la Formación Cándana (Cuarcita Superior) y las Capas de Tránsito (pizarras), se encuentran una serie de materiales de origen volcano-sedimentario transformados a rocas albíticas mediante la desvitrificación de vidrios volcánicos y por efecto del metamorfismo regional.

En trabajos anteriores, se identificaban estas rocas como diques ("sills") de feldespató sódico intruidos subconcordantemente con la foliación regional y asociados a los diques de "felsita" (pórfidos graníticos) tan abundantes en toda la zona. Durante el presente trabajo se ha propuesto un origen diferente, volcano-sedimentario, ya que los propios "sills" de felsita cortan a los lechos albíticos al igual que al resto de las rocas de la formación Cándana. Además estos lechos albíticos están afectados por el plegamiento de Fase 1, por lo que son muy anteriores a la intrusión de los "sills" de edad posthercinica.

A continuación se describen los indicios más interesantes de rocas albíticas, incluyéndose una explotación nueva recogida durante la realización de este trabajo:

### Quinta (34)

Yacimiento constituido por 3-4 niveles principales de rocas albíticas separados por lechos de pizarra intercalados. Existen además otros niveles menos importantes, a techo de los principales, de poco espesor.

Geológicamente, el yacimiento se sitúa en el flanco normal del sinclinal de primera fase de Villaodrid, afectado por un plegamiento suave de tercera fase que hace que la foliación principal se sitúe con direcciones aproximadas E-O. Las características de este yacimiento son:

Dirección : N 80° E

Buzamiento: 18-25° S

Potencia: 4 capas de 3-4 m cada una 12-16 m (total)

Mineralógicamente está constituido en un 97% por albita con algunas impurezas constituidas por sericita, biotita (producto del metamorfismo), sulfuros, venas posteriores de cuarzo, moscovita, turmalina, circón, clorita, apatito y opacos. Presenta una textura bandeada, producto del metamorfismo, originada por cambios en el tamaño de grano de la albita y alternancias de albita-sericita. Además se reconocen texturas fluidales posiblemente heredadas de la roca inicial volcánica.

Están afectados por varias familias de fallas directas de salto métrico, que desplazan los niveles de albita, con hundimiento de los labios Sur y Este en general, aunque pueden verse también excepciones a esta regla que originan pequeños "grabens" y "horst".

La albita se presenta en varias facies diferenciadas principalmente por el color y la textura del material:

- Facies rosada: es la facies más típica y la que permite reconocer fácilmente el material feldespático. Puede presentarse en lechos finos intercalados con pizarra, ó bien en potentes paquetes métricos. Se caracteriza por un bandeado laminar muy fino y constante formado por variaciones del tamaño de grano de la albita y la alternancia de lechos de sericita-albita.
  
- Facies blanca: Facies masiva, sin laminación, que se presenta en bancos decimétricos. Su aspecto y color la confunden fácilmente con cuarcitas típicas (falsas cuarcitas). A veces se intercalan con los lechos rosados de la facies anterior.
  
- Facies gris: Es también muy difícil de reconocer en campo ya que se confunde con cuarcitas grises. Puede presentar un aspecto masivo, pero normalmente muestra las laminaciones tan comunes en la facies rosada.

El grado de investigación alcanzado en este yacimiento es alto, habiéndose investigado por el IGME (1978) y por Gabinete Minero T.E.Y. (1988) por encargo de la propia empresa. Se han realizado los siguientes trabajos: cartografía geológica de detalle (E.1:500 y 1:2.000), muestreos para análisis químicos, estudios petrológicos de lámina delgada, calicatas y sondeos con recuperación de testigo continuo. Según los resultados de las últimas investigaciones (Gabinete Minero 1988), las reservas seguras son de unas 750.000 t, quedando por investigar las prolongaciones Sur y Este del yacimiento, junto con otra serie de indicios superficiales de feldespato alterado que indicarían la continuidad de los lechos albiticos de este yacimiento, o bien la presencia de nuevos niveles de albita.

Este yacimiento está actualmente en explotación por la empresa Basazuri, S.L., que produce unas 73.000 t/año, extra-yéndose tanto la roca fresca como la roca alterada. Se explota mediante corta a cielo abierto (1 frente), cuyo avance se ve

afectado por la presencia de fincas de cultivo y viviendas próximas. El material feldespático es transportado en camiones hasta la planta de tratamiento, muy próxima a Foz, donde el producto es sometido a molienda y envasado. Dado su alto contenido en albita (97%) y bajo en impurezas no precisa de tratamiento. El contenido en sodio es del 10% en la roca fresca y se reduce ligeramente al 8 % en la roca alterada. El material se utiliza en grés de cerámica.

El potencial minero de este yacimiento puede considerarse alto, debido a sus buenas reservas, la calidad del material y el elevado número de manifestaciones (indicios) de feldespato alterado que se han reconocido en las proximidades (sobre todo, hacia el Sur y Este de la explotación actual).

#### Punta do Castro (36)

Corresponde al indicio de albita más oriental conocido hasta ahora. Se sitúa junto a la costa, pudiendo observarse las capas de este material en la playa da Pasada y en los acantilados de la Punta do Castro.

El tipo de yacimiento es el mismo que el observado en La Quinta, con varios niveles de rocas albiticas de potencia métrica que se intercalan entre cuarcitas y pizarras de las formaciones Cándana Superior-Pizarras de Tránsito. Todo el conjunto está intensamente plegado por la primera fase hercínica y además está intruido por "sills" de felsita y fallado mediante fracturas normales que complican la estructura del yacimiento.

Pueden reconocerse dos de las facies descritas para el indicio Quinta: la facies rosada típica, laminada, fácilmente reconocible, y la facies gris con aspecto laminado o masivo confundible con cuarcitas.

No se conocen antecedentes sobre el grado de investigación de este yacimiento. Durante la realización de este trabajo, se realizó un esquema geológico, una columna estratigráfica y se muestreó para su posterior análisis.

Actualmente está en explotación intermitente por parte de la empresa Grés de Burela, con una producción aproximada de 300-400 t/mes. El producto se utiliza como fundente en la fabricación de baldosas de grés.

Su potencial minero es desconocido puesto que no se conocen las reservas y la continuidad del yacimiento. Cabe mencionar que presenta diversos problemas como: su situación en la costa (parte del yacimiento se mete hacia el mar, problemas medioambientales) y su proximidad a parcelas y viviendas.

### 5.3. AREA SUROCCIDENTAL

#### 5.3.1. Rasgos geológicos

Geológicamente, esta área se sitúa en las zonas más internas de la Cadena Herciniana, correspondiendo a la Zona Centro-Ibérica, según la división de JULIVERT et al. (1972), y a la Zona de Galicia-Tras-os-Montes según la nueva división propuesta por FARIAS et al. (1987).

Este sector se caracteriza por la abundancia de intrusiones graníticas y zonas migmatíticas, que ocupan la mayor parte de su superficie. Las rocas metasedimentarias aparecen formando bandas discontinuas, marcando la dirección de las estructuras hercínicas, que es NW-SE en la parte N y prácticamente N-S en el extremo meridional.

En esta área se han reconocido un total de 16 explotaciones de feldespato, situadas en yacimientos relacionados con diversos tipos de granitoides. Se trata de calicatas y canteras abandonadas desde hace al menos varias decenas de años, en su mayor parte de pequeña entidad; tan sólo tres o cuatro de ellas merecen cierta consideración en cuanto a sus dimensiones.

En el plano Nº 2 se indica la situación de todas estas explotaciones antiguas, sobre una base geológica simplificada en la que se han señalado fundamentalmente las formaciones graníticas que guardan relación con esta clase de yacimientos.

Como puede observarse en el citado plano, los yacimientos explotados se encuentran, básicamente, asociados a granitos de dos micas sin- a tarditectónicos y a granitoides biotíticos posttectónicos. Concretamente, 8 de ellos se localizan en los primeros, repartiéndose los restantes entre el Plutón Granítico de Caldas de Reyes y el Plutón Granítico de Porriño.

Geográficamente, todos los puntos de explotación se encuentran dentro de la provincia de Pontevedra, excepto los N<sup>OS</sup> 1 y 4, que se sitúan en la de A Coruña.

A continuación, se hará una breve descripción de estos indicios, agrupándolos de acuerdo con las formaciones graníticas en las que se encuentran.

### 5.3.2. Yacimientos en los granitos de dos micas

Con la denominación genérica de "granito de dos micas" se hace referencia al tipo de granito más común en este sector de la Cadena Herciniana, que se presenta normalmente formando cuerpos de grandes dimensiones, frecuentemente alargados según la dirección de las estructuras regionales. Se trata de granitos peraluminicos de origen cortical cuya característica común suele ser la composición mineralógica (cuarzo, feldespatos alcalinos, moscovita y biotita), existiendo entre ellos variaciones, a veces notables, en cuanto a las características texturales y estructurales, y a la edad de intrusión.

En este tipo de granitos, así como en las rocas encajantes, es bastante habitual la presencia de venas y diques aplíticos y pegmatíticos.

Los yacimientos que han sido explotados en este dominio son de dos tipos: Diques pegmatíticos y masas o bolsadas pegmatíticas.

En los puntos N<sup>OS</sup> 1, 2 y 3, situados en la parte N de la zona, dentro del Conjunto Granítico de Padrón (BELLIDO et. al. 1987), en torno a la localidad del mismo nombre, se explotaron diques pegmatíticos subverticales de dirección NE-SW y NW-SE, con potencias de varios m y longitudes de orden decamétrico. Los dos primeros corresponden a pequeñas explotaciones, mien-

tras que en el tercero, situado en Raxoi (Valga), existen dos canteras de cierta entidad.

La explotación situada al N de Oliveira de Arriba (Ribeira, Nº 4) se encuentra en el Granito de Corrubedo (GALAN et al. 1981, BARRERA et al. 1987), en una zona caolinizada en la que aparecen algunas venas feldespáticas, pero no está claro si el mineral extraído fue únicamente el caolín o si también se aprovechó el feldespato.

En el resto de las explotaciones (N<sup>os</sup> 9, 10, 11, y 16), que se encuentran más o menos dispersas dentro de la zona, se explotaron masas pegmatíticas de distinta morfología y dimensiones. Las tres primeras se encuentran dentro de la Alineación Granítica Campo Lameiro - Borbén (BARRERA et al. op. cit.), siendo la más importante la de Amoedo (Pazos de Borbén, Nº 10).

La explotación denominada Mina Santa Marina (Vilas-Gondomar, Nº 16) está situada en la zona de contacto entre el Granito de Aloia (BARRERA et al. op. cit.) y los paragneises de la Unidad de Malpica-Tuy (ORTEGA, E. y GIL IBARGUCHI 1983). En ella se explotaba una masa pegmatítica constituida por grandes cristales de feldespato de color blanco a crema, cuarzo y, localmente, berilo de color verde claro, apareciendo también moscovita, biotita, granates y algunos sulfuros. Las dimensiones de la cantera (60 m x 25 m) coinciden aproximadamente con la parte aflorante de la masa pegmatítica, desconociéndose su geometría en profundidad.

### 5.3.3. Yacimientos en el Plutón Granítico de Caldas de Reyes

El Plutón Granítico de Caldas de Reyes (P.G.C.R., CUESTA 1989) es un macizo circunscrito postectónico, constituido por varias facies de granitos y granodioritas biotíticos de carácter calcoalcalino.



Dentro del P.G.C.R. existen cuatro explotaciones de feldespatos abandonadas que corresponden a yacimientos con diversa morfología, situados todos ellos en la Facies Externa (granito biotítico ± anfíbol, de grano grueso a muy grueso).

En los puntos N<sup>os</sup> 5 y 7 se explotaron masas pegmatíticas. En el primero de ellos (Pousadoiro - Vilagarcía de Arousa) se trata de una masa pegmatítica de geometría columnar con unos 15 m de diámetro. La segunda explotación (Ladrido - Meis) tiene mayor entidad (100 m x 50 m), y no ha sido posible hacer observaciones en ella por encontrarse en gran parte recubierta por vegetación.

Los puntos N<sup>os</sup> 6 y 8 corresponden a dos pequeñas zanjas en las que se explotaron un dique pegmatítico y un conjunto de venas feldespáticas respectivamente.

Las rocas del P.G.C.R. suelen contener un porcentaje de feldespatos (Fto.K + Plag.) relativamente alto (ordinariamente entre 50% y 60%), con tamaños de grano en general gruesos. Por otra parte, este plutón presenta áreas bastante extensas en las que el granito se encuentra parcialmente meteorizado hasta profundidades de varias decenas de metros, dando lugar a un material vulgarmente conocido como "xabre", que se explota como árido natural. Teniendo en cuenta la facilidad de extracción de este material y su contenido en feldespatos, se ha considerado oportuno realizar algunos ensayos de concentración para comprobar si es posible obtener a partir de él un producto de calidad comercial; para ello se han tomado dos muestras de 10 kg, una del todo-uno (CR-1) y otra de material clasificado (CR-2) producido por una planta de áridos. Estos ensayos están actualmente en vías de realización por parte de los laboratorios del ITGE.

#### 5.3.4. Yacimientos en el Plutón Granítico de Porriño

El Plutón Granítico de Porriño (P.G.P.) es otro macizo circunscrito postcinemático de características semejantes al P.G.C.R., compuesto por granitos y granodioritas biotíticos ± anfíbol, de grano medio, grueso y muy grueso, frecuentemente con coloración rosada.

Los yacimientos de feldespato que han sido explotados en este plutón consisten en masas pegmatíticas de sección circular o elíptica, constituidas por grandes cristales de feldespato de color rosado con abundantes intercrecimientos gráficos y mirmequíticos, acompañados localmente por cuarzo y biotita.

Las masas explotadas en los puntos N<sup>os</sup> 12, 13 y 15 tienen diámetros de 10 a 20 m, mientras que la que corresponde al N<sup>o</sup> 14 (Insuas - Porriño) parece tener dimensiones considerablemente mayores (50 m x 25 m), aunque no ha sido posible determinar exactamente su geometría y su posible continuidad en profundidad por encontrarse inundada la cantera.

## 6. CONCLUSIONES

El feldespato, es una materia prima utilizada principalmente como fundente en las industrias de la cerámica y el vidrio. En Galicia, su uso está restringido prácticamente a su aplicación en materiales cerámicos (lozas, porcelanas y grés), siendo una de las Comunidades Autónomas más productoras de feldespato en España. Lugo, única provincia gallega productora actualmente, ha sido en los últimos años una de las que ha tenido una producción más elevada (79.000 t).

El presente estudio de feldespatos, se ha realizado en dos zonas escogidas en base al número de indicios recogidos a partir de informes anteriores y explotaciones antiguas y actuales: Zona Nororiental y Zona Suroccidental (fig. 5-1).

Respecto a la Zona Nororiental, el feldespato se obtiene a partir de dos tipos de yacimientos: pegmatitas y rocas albíticas.

Las pegmatitas, proporcionan feldespato sódico-potásico y representan un bajo porcentaje del total de la producción. En general, son rocas muy abundantes en toda la zona, aunque sólo en determinados casos presentan un interés minero real. Los yacimientos de este tipo más interesantes atendiendo a sus reservas, son los siguientes:

- \* Silán: 5 Mt (millones de toneladas).
- \* Santitxu: 200 mt (miles de toneladas).
- \* Ceranzos: 250 mt.

Las rocas albíticas proporcionan feldespato sódico y constituyen el grueso de la producción gallega. Su presencia está restringida, por el momento, a la parte más septentrional de la provincia de Lugo, estando muy ligadas a determinados niveles estratigráficos del Cámbrico Inferior (Formaciones

Cándana y Capas de Tránsito). Los principales yacimientos, actualmente en explotación, son los siguientes:

- \* Quinta: 750 mt.
- \* Punta do Castro: reservas desconocidas.

En la Zona Suroccidental existen tan sólo una serie de explotaciones abandonadas, en su mayoría situadas en masas pegmatíticas asociadas a granitoides. Su interés minero es bastante limitado, puesto que en la mayor parte de los casos se trata de yacimientos de pequeñas dimensiones. Por otra parte, en las canteras de mayor entidad no se dispone de datos acerca de sus reservas, que habrían de ser evaluadas mediante sondeos mecánicos; por tanto, tampoco puede concluirse nada definitivo acerca de su potencial minero.

Se ha considerado interesante la realización de ensayos de concentración de feldespato a partir de "xabres" (granito meteorizado y disgregado) procedentes del Plutón Granítico de Caldas de Reyes, para lo cual se han enviado dos muestras de este material a los laboratorios del ITGE.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BARRERA, J.L.; CUESTA, A.; GALLASTEGUI, G.; y KLEIN, E. (1987).- Estudio y caracterización petrológica y geoquímica de las rocas graníticas de la zona suroccidental de Galicia (2ª fase). Informe inédito, Centro Documental del ITGE, Doc. Nº 25.057.
- BELLIDO, F.; GONZALEZ LODEIRO, F.; KLEIN, E.; MARTINEZ CATALAN, J.R.; y PABLO MACIA, J.G. de (1987).- Las rocas graníticas del norte de Galicia y occidente de Asturias. Inst. Geol. Min. España, Madrid. Colección Memorias, 101, 157 pp.
- BURKHARDT, R. (1985).- La mina de feldespatos de Silán (Viveiro, Lugo, N.O. de España). Cuad. Lab. Xeol. Laxe, 9, 79-87.
- CUESTA, A. (1991).- Petrología granítica del Plutón de Caldas de Reyes (Pontevedra, España). Estructura, mineralogía, geoquímica y petrogénesis. Serie Nova Terra, Nº 5. Edicións do Castro, Sada-A Coruña, 418 pp.
- FARIAS, P.; GALLASTEGUI, G.; GONZALEZ LODEIRO, F.; MARQUINEZ, J.; MARTIN PARRA, L. M.; MARTINEZ CATALAN, J. R.; PABLO MACIA, J. G. de y RODRIGUEZ FERNANDEZ, L. R. (1987).- Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura de Galicia Central. Mem. Mus. Labor. miner. geol., Fac. Ciências, Univ. do Porto, 1, 411-431.
- GABINETE MINERO T.E.Y. (1988).- Estudio de evaluación de recursos de feldespatos en la Concesión Quinta, situada en Foz (Lugo). Informe inédito.
- GALAN, J.; FERNANDEZ, R.; ALDAYA, F.; GONZALEZ LODEIRO, F.; y RUIZ, F. (1981).- Mapa geológico de España, E. 1:50.000.

Hoja Nº 151/03-09 (La Puebla del Caramiñal). Inst. Geol. Min. España, Madrid.

IGME (1978).- Normativa para la Cualificación Tecnológica de Feldespatos. Aplicación a zonas de interés de la provincia de Lugo. I, II, III. Informe inédito, Centro de Documentación del ITGE, Doc. Nº 00559.

ITGE (1988).- Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, E. 1:200.000. Hoja Nº 8 (LUGO). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 190 pp.

ITGE (1991a).- Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, E. 1:200.000. Hoja Nº 1 (LA CORUÑA). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 230 pp.

ITGE (1991b).- Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, E. 1:200.000. Hoja Nº 7 (SANTIAGO DE COMPOSTELA). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 181 pp.

ITGE (1991c).- Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, E. 1:200.000. Hoja Nº 17 (ORENSE). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 255 pp.

ITGE (1991d).- Panorama Minero 1989. Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 428 pp.

JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A.; y NABAIS CONDE, L.E. (1972).- Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, E. 1:1.000.000. Inst. Geol. Min. España, Madrid, 113 pp.

ORTEGA, E. y GIL IBARGUCHI, I. (1983).- La Unidad de Malpica-Tuy ("Complejo Antiguo" - "Fosa Blastomilonítica"). In: Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos. Inst. Geol. Min. España, Madrid, I, 430-440.

ROSKILL (1987).- The Economics of Feldspar 1987. Fifth edition. Roskill Information Services ltd.; 2 Clapham Road, London SW9 OJA, England, 132 pp.

SMIRNOV, V.I. (1982).- Geología de yacimientos minerales. Edit. Mir, Moscú, 654 pp.

# **ANEXOS**



# ANEXO I

## RELACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nomenclatura: Estado de las explotaciones

- EA: Activa
- EB: Inactiva
- EI: Indicio

ZONA NORORIENTAL

<u>Nº</u>	<u>Denominación</u>	<u>Municipio</u>	<u>Hoja</u>	<u>Coordenadas U.T.M.</u>	<u>Tipo de Yacimiento</u>	<u>Estado</u>
1	Ceranzos	Xove	2	616.600, 4841.450	Dique pegmatítico	EI
2	Santiago	Viveiro	2	614.250, 4837.725	Masa pegmatítica	EB
3	San Nicolás	Viveiro	2	614.900, 4836.250	Masa pegmatítica	EI
4	Xunqueira	Viveiro	8	613.300, 4834.550	Dique pegmatítico	EI
5	Cruce	Viveiro	8	613.550, 4829.200	Masa pegmatítica	EI
6	Boimente	Viveiro	8	613.700, 4828.400	Masa pegmatítica	EI
7	Rubeiras	Viveiro	8	613.600, 4827.800	Dique pegmatítico	EI
8	Cabanas	Viveiro	8	614.600, 4827.450	Dique pegmatítico	EI
9	Paloma	Ouroi	8	611.750, 4825.150	Dique pegmatítico	EI
10	Carmen	Ouroi	8	613.750, 4824.400	Dique pegmatítico	EI
11	Leborín	Ouroi	8	613.975, 4824.600	Dique pegmatítico	EI
12	Cernada	Ouroi	8	614.450, 4825.800	Dique pegmatítico	EI
13	Zarza 1	Ouroi	8	614.700, 4824.250	Masa pegmatítica	EI
14	Zarza 2	Ouroi	8	615.250, 4824.200	Masa pegmatítica	EI
15	Pena Luisa	Ouroi	8	614.350, 4823.000	Masa pegmatítica	EI
16	Besteburiz	Ouroi	8	615.400, 4822.100	Masa pegmatítica	EB
17	Xanceda	Ouroi	8	610.350, 4821.200	Dique pegmatítico	EI
18	Sanguñido	Ouroi	8	612.750, 4821.050	Masa pegmatítica	EI

19	Elena	Muras	8	615.000, 4821.300	Dique pegmatítico	EI
20	Campo do Seixo	Ourol	8	610.700, 4819.300	Masa pegmatítica?	EI
21	Silán (Navallo)	Muras	8	613.300, 4818.500	Dique pegmatítico	EA
22	Silán (Escoiras)	Muras	8	612.700, 4818.300	Dique pegmatítico	EA
23	Pena Grande	Muras	8	614.950, 4818.650	Masa pegmatítica	EI
24	Penedo da Forca	Muras	8	615.450, 4819.700	Masa pegmatítica	EI
25	Arroyo da Ribeira 1	Muras	8	615.600, 4819.100	Masa pegmatítica	EI
26	Arroyo da Ribeira 2	Muras	8	615.750, 4818.700	Masa pegmatítica	EI
27	Santitxu	Vilalba	23	615.200, 4804.550	Dique pegmatítico	EI
28	Monseibán	Vilalba	23	615.300, 4805.150	Dique pegmatítico	EI
29	Frouxeira	Foz	9	633.150, 4821.900	Masa pegmatítica	EI
30	Rufinito	Alfoz	9	625.200, 4818.150	Diques feldespáticos	EB
31	San Pedro	Alfoz	9		Dique pegmatítico	EB
32	Coto Cal	Abadín	24	624.050, 4809.250	Dique anular	EB
33	Zoñan	Mondoñedo	24	629.700, 4809.400	Dique pegmatítico	EI
34	Quinta	Barreiros	9	642.200, 4823.850	Rocas albíticas	EA
35	Sexta	Barreiros	9	645.200, 4824.900	Rocas albíticas	EI
36	Punta do Castro	Barreiros	10	647.350, 4824.975	Rocas albíticas	EA

ZONA SUROCCIDENTAL

<u>Nº</u>	<u>Denominación</u>	<u>Municipio</u>	<u>Hoja</u>	<u>Coordenadas U.T.M.</u>	<u>Tipo de Yacimiento</u>	<u>Estado</u>
1	La Mina	Dodro	120	524.800, 4.731.000	Dique pegmatítico ?	EB
2	Cante	Valga	120	526.250, 4.726.800	Dique pegmatítico	EB
3	Raxoi	Valga	120	530.700, 4.726.850	Diques pegmatíticos	EB
4	Olveira de Arriba	Ribeira	151	497.350, 4.717.000	Filones feldespáticos	EB
5	Mina San Antonio (Pousadoiro)	Vilagarcía de Arousa	152	522.800, 4.715.800	Masa pegmatítica	EB
6	Cavada	Meis	152	525.975, 4.709.125	Dique pegmatítico ?	EB
7	Ladrido I	Meis	152	526.500, 4.708.500	Masa pegmatítica	EB
8	Ladrido II	Meis	152	526.850, 4.708.300	Filones feldespáticos	EB
9	Outeiro da Bandeira	Pontevedra	185	535.650, 4.699.700	Masa pegmatítica	EB
10	Amoedo	Pazos de Borbén	223	535.950, 4.682.475	Masa pegmatítica	EB
11	Barcias	Covelo	224	550.250, 4.681.500	Masa pegmatítica ?	EB
12	Liñar da Raíña (Castelo)	Mos	223	534.525, 4.672.075	Masa pegmatítica	EB
13	Vilafría	Porriño	261	532.125, 4.665.400	Masa pegmatítica	EB
14	Insuas	Porriño	261	534.175, 4.665.600	Masa pegmatítica	EB
15	Torrón	Salceda de Caselas	261	536.400, 4.660.700	Masa pegmatítica	EB
16	Mina Santa Marina (Vilas)	Gondomar	261	524.925, 4.663.900	Masa pegmatítica	EB

## ANEXO II

### RELACION DE MAPAS

Mapa 1: Zona Nororiental

Mapa 2: Zona Suroccidental