

SICDAN 92.144



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DE LOS FELDESPATOS

DE GALICIA

ITGE 1992



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

11322

Este estudio ha sido realizado por el Instituto Tecnológico Geomínero 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 Ma Toyos Sáenz de Miera (geólogo).- Trabajo de campo y elaboración del informe.

Alfonso Guerra Neira.- Delineación.

Maria Luisa Crespo Caamaño.- Mecanografía del informe.

Laboratorio de análisis del ITGE.- Ensayos de muestras.

Sección de geofísica del ITGE.- Aplicación de métodos geofísicos al estudio de yacimientos de feldespatos.

Agradecimientos

A las empresas del sector, por las visitas a las explotaciones y las facilidades dadas para la recopilación de datos.

INDICE DE TABLAS

- TABLA I.- FELDESPATOS ALCALINOS (pag. 13)
- TABLA II.- PLAGIOCLASAS (pag. 13)
- TABLA III.- FELDESPATOS: CARACT. MINERALOGICAS (pag. 18)
- TABLA IV.- FELDESPATOIDES: CARACT. MINERALOGICAS (pag. 19)
- TABLA V.- VIDRIO: PRINCIPALES RESTRICCIONES (pag. 24)
- TABLA VI.- CERAMICAS: PRINCIP. RESTRICCIONES (pag. 28)
- TABLA VII.- NORMA GOST 7030-54. FELDESPATO Y PEGMATITA PARA
CERAMICA FINA (pag. 35)
- TABLA VIII.- NORMA DE KOZYREV (pag. 37)
- TABLA IX.- NORMA TU 169-54. PEGMATITAS PARA LA INDUSTRIA
DEL VIDRIO (pag. 38)
- TABLA X.- PRINCIPALES ESPECIFICACIONES PARA EL USO DEL
FELDESPATO (pag. 39)
- TABLA XI.- PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS (pag. 62)
- TABLA XII.- FELD. POTASICO. RECURSOS NACIONALES (pag. 64)
- TABLA XIII.- FELD. SODICO. RECURSOS NACIONALES (pag. 64)
- TABLA XIV.- PAISES MAS CONSUMIDORES DE FELDESPATO (pag. 75)
- ZONA NORORIENTAL. INDICIOS REVISADOS (pag. 185)
- ZONA NORORIENTAL. INDICIOS NUEVOS (pag. 186)
- ZONA SUROCCIDENTAL. INDICIOS REVISADOS (pag. 187)

I N D I C E

1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.2. MINERALOGIA DE FELDESPATOS Y FELDESPATOIDES	11
2.2.1. Feldespatos	11
2.2.2. Feldespatoides	16
2.3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES FELDESPATICOS	20
2.4. USOS Y APLICACIONES	21
2.5. NORMATIVA	34
3. YACIMIENTOS	40
3.1. YACIMIENTOS IGNEOS	40
3.1.1. Pegmatitas-Aplitas	41
3.1.2. Diques monominerales de feldespato	46
3.1.3. Diques anulares	46
3.1.4. Sienita nefelínica-Fonolita	46
3.1.5. Anortosita-Labradorita	47
3.1.6. Granito-Granodiorita	47
3.2. YACIMIENTOS METAMORFICOS	49
3.2.1. Rocas albíticas	49
3.3. YACIMIENTOS DE ALTERACION	58
3.4. YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS	59
4. ANALISIS DEL SUBSECTOR	59
4.1. PRODUCCION MUNDIAL	59
4.2. PRODUCCION NACIONAL	61
4.3. RESERVAS MUNDIALES	63
4.4. RESERVAS NACIONALES	64
4.5. EMPRESAS PRODUCTORAS	65
4.6. CONSUMO	73

5. ESTUDIO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS	79
5.1. INTRODUCCION	79
5.2. AREA NORORIENTAL	81
5.2.1. RASGOS GEOLOGICOS	81
5.2.2. DESCRIPCION DE INDICIOS Y EXPLOTACIONES	90
5.3. AREA SUROCCIDENTAL	169
5.3.1. RASGOS GEOLOGICOS	169
5.3.2. YACIMIENTOS EN LOS GRANITOS DE DOS MICAS	170
5.3.3. YACIMIENTOS EN EL PLUTON GRANITICO DE CALDAS DE REYES	173
5.3.4. YACIMIENTOS EN EL PLUTON GRANITICO DE PORRIÑO	174
5.4. PEGMATITAS COMPLEJAS DE VILATUXE	176
5.5. APLICACION DE METODOS DE INVESTIGACION INDIRECTOS (GEOFISICOS) A LA EXPLORACION DE FELDESPATOS .	176
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	180
7. BIBLIOGRAFIA	188
8. ANEXOS	
ANEXO I: RELACCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS	
ANEXO II: RELACCION DE EMPRESAS PRODUCTORAS DE FELDESPATO	
ANEXO III: ENSAYOS Y ANALISIS DE LABORATORIO	
ANEXO IV: ESTUDIOS DE LAMINA DELGADA	
ANEXO V: NORMATIVA PARA LA CARACTERIZACION DE FELDESPATOS	
ANEXO VI: RELACCION DE PLANOS	
ANEXO VII: APLICACION DE METODOS GEOFISICOS A LA INVESTIGA- CION DE FELDESPATOS EN SILAN Y LA QUINTA (LUGO)	

ESTUDIO DE LOS FELDESPATOS
DE GALICIA

ITGE 1992

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 para la elaboración de este informe han sido 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 y esquemas geológicos.
- * Reconocimiento de nuevos indicios, con toma de datos geológicos, muestreo para la realización de análisis químicos y mineralógicos, estudios petrológicos de lámina delgada, cartografía de detalle E 1/10.000, esquemas geológicos y levantamientos de columnas estratigráficas (sólo en aquellos más interesantes).

Dadas las dificultades encontradas a la hora de investigar nuevos indicios (áreas muy cubiertas), se han realizado algunos trabajos utilizando métodos geofísicos eléctricos (calicatas eléctricas y sondeos electromagnéticos) y magnéticos (magnetometría), 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 métodos se han aplicado a los dos tipos principales de yacimientos conocidos en Galicia: pegmatitas y rocas albíticas. Los resultados de estos trabajos se recogen en el Anexo VII de este informe.

2. GENERALIDADES

2.1. ANTECEDENTES

Los antecedentes bibliográficos en el tema del feldespatos en Galicia se resumen en unos pocos trabajos en su mayoría de carácter práctico. Existen dos trabajos principales de investigación geológico-minera, siendo el resto pequeñas contribuciones de tipo industrial o bien una recogida de datos de empresas productoras, producciones y usos en los MNRMI a escala 1/200.000.

Entre los dos tipos principales de yacimientos explotados en Galicia: diques pegmatíticos y rocas albiticas, son los primeros los más estudiados por la bibliografía, tanto desde el punto de vista geológico como desde el punto de vista industrial.

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España (entonces IGME), realiza el estudio : "Normativa para la cualificación tecnológica de feldespatos. Aplicación a zonas de interés de la provincia de Lugo "(1978). En este informe se estudio la parte Norte de la provincia de Lugo en donde se sitúan los principales yacimientos gallegos conocidos: pegmatitas del área de Silán y yacimientos de albita en las proximidades de Foz.

Respecto a los yacimientos pegmatíticos, el informe estudia los principales indicios (21 en total) realizándose esquemas y cartografía geológica de detalle, levantamientos topográficos, muestreos, análisis químicos, estudios petrológicos y en algunos casos sondeos rotativos con recuperación de testigo continuo. También se realizó en un caso (Santitxu) perfiles geoelectricos.

En los indicios estudiados se incluyen la roca asociada, las reservas estimadas por los autores, la situación en hojas 1/50.000 y su interés práctico. El indicio denominado Silán es el de mayor interés. Se trata de un complejo de diques pegmatíticos y aplíticos de dirección N 30°E y buzamiento 30-50°E que

encajan en migmatitas y granitos. La potencia de estos diques oscila entre 7 y 12 m con longitudes medias de 400 mts. Se calculan unas reservas aproximadas de 5.000.000 de toneladas. El feldespatos es sódico-potásico.

Le sigue en importancia de reservas el indicio denominado Fronceira (Frouxeira), dado como un yacimiento de gran interés por su calidad y reservas (mas de 400.000 t). Se trata de masas feldespáticas diseminadas en el macizo de La Tojiza. La gran variación lateral y en profundidad de estas masas, así como lo cubierto de la topografía son los principales inconvenientes a la hora de estudiar este yacimiento. El feldespatos es principalmente potásico.

El indicio Santitxu se sitúa en la falda SO del monte Monseiban. Son diques de pegmatitas discontinuas (comprobado por sondeos) de dirección N 70°E y buzamiento 60°S, que encajan en micacitas y migmatitas.

Se estiman unas reservas de 200.000 t con un producto de buena calidad.

Respecto a los yacimientos de albita, son indicios considerados asociados a diques de rocas volcánicas o subvolcánicas llamadas genéricamente felsitas. Son masas filonianas que se disponen subparalelas a la falsa estratificación (foliación) de los materiales encajantes: pizarras y cuarcitas Cámbricas.

Se reconocen dos indicios: Quinta y Sexta, siendo La Quinta el único interesante por sus reservas (400.000 t). El feldespatos extraído es albita pura siendo uno de los pocos yacimientos de feldespatos sódico conocidos.

El "Instituto de Minerales de Sargadelos ", dentro de un proyecto global sobre el aprovechamiento de las pegmatitas de Silán, cuyo feldespatos utiliza en sus productos cerámicos, realiza estudios ("Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe")

destinados a mejorar la calidad de la materia prima mediante enriquecimiento y purificación.

En el estudio "Purificación de los yacimientos de mineral feldespático existentes en Silan (Viveiro-Lugo), 1979" se somete al material pegmatítico a una separación magnética de alta intensidad (separador Baltar).

El estudio se realizó sobre muestras (10 t) del área del yacimiento llamada Penalonga, sobre las que se hicieron 25 análisis químicos por absorción atómica y mineralógicos por difracción de rayos X.

ANALISIS QUIMICO

Oxidos	Media (%)	Desviación (%)
SiO ₂	75,4	1,14
Al ₂ O ₃	14,6	0,20
Fe ₂ O ₃	0,62	0,03
TiO ₂	0,38	0,10
CaO	0,66	0,10
MgO	0,08	0,02
Na ₂ O	3,64	0,03
K ₂ O	3,64	0,02
P.C.	0,62	0,10

N= 25 muestras

DIFRACCION DE RAYOS X

Especie mineral	Porcentaje
Anortita	5 %
Microclina	22 %
Albita	30 %
Cuarzo	35 %
Micas, Turmalina	8 %

La riqueza promedio es la siguiente:

Feldespatos 60 %
 Cuarzo 25 %
 Micas, etc. 15 %

La purificación se realiza eliminando los minerales ferromagnesianos de la roca. Puesto que el 83 % del Fe se encuentra en minerales accesorios, el método escogido puede eliminarlo consiguiendo un producto de suficiente calidad para la industria cerámica.

La muestra se machacó y molió separándola en lotes de 10 Kg, de los cuales se escogieron cuatro fracciones que se mezclaron en las siguientes proporciones:

Fracción I (0,5 - 1 mm.) ----- 11 %
 Fracción II (0,25 - 0,5 mm.) ---- 52 %
 Fracción III (0,10 - 0,25 mm.) --- 21 %
 Fracción IV (< 0,10 mm.) ----- 16 %

Durante el ensayo, se obtuvieron tres fracciones, dos magnéticas y una no magnética (producto purificado), observándose que los ferromagnesianos se encontraban principalmente en las fracciones gruesas.

Analizada la fracción no magnética, ya depurada, se obtuvieron los siguientes resultados:

ANALISIS QUIMICO

Oxidos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.C.
%	78,00	13,52	0,10	Traz.	0,73	0,05	3,20	3,74	0,26

Difracción de Rayos X

Feldespató 63 %
Cuarzo 37 %

Susceptibilidad magnética

<0,2 x 10⁻⁶ c.g.s
(diamagnética)

Es notable la acusada reducción de la cantidad de Fe (de 0,60 % en la roca sin purificar a 0,10 % en la purificada). Además el estudio compara las principales diferencias entre pegmatita purificada y sin purificar. Estas diferencias estriban principalmente en dos puntos:

- Obtención de granulometrías finas por molécula.
- Blancura de la pasta cerámica.

Respecto a la granulometría, la roca sin purificar presenta un exceso de micas que no se muelen en medio acuoso ya que flotan debido a su laminaridad. Esto se traduce en un mayor gasto energético en los molinos.

Respecto a la blancura, se aprecia una ganancia de esta en un 15 % (3 puntos Photovolt) en la pegmatita purificada.

En otro informe titulado "Enriquecimiento de los yacimientos de mineral feldespático existentes en Silan (1982)", se realizan pruebas de flotación (vía húmeda). Esta técnica da mejores resultados que la separación electrostática pero presenta ciertos

inconvenientes como: medio altamente corrosivo (fluorhídrico), elevado coste de los reactivos, elevadas inversiones en máquinas y equipos, etc.

Para la realización del ensayo se escogieron las siguientes fracciones:

- 0,5 - 0,25
- 0,25 - 0,10 mm.

Se realizaron tres ensayos con cada fracción controlándose las fracciones flotadas y hundidas mediante análisis químicos por absorción atómica, identificación mineralógica por ATD y difracción de rayos X.

Se utilizaron dos tipos de colectores: uno aniónico (oleato sódico) y otro catiónico (Armac-T); así como dos reguladores de pH: CO_3Na_2 (alcalino-neutro) y fluorhídrico (ácido).

Se observaron mejores resultados en la fracción más fina (mayor grado de liberación de las especies minerales).

En buenas condiciones el oleato sódico y el Armac-T dan resultados similares, aunque es mejor el primero ya que no es corrosivo y no hay que hacer preacondicionamiento.

Hay una gran influencia del pH utilizando oleato sódico siendo los resultados mejores para pH=7 dónde se recupera mucho más feldespatos que para pH=8.

En el estudio "La mina de feldespatos de Silan (Viveiro, Lugo, N.O. de España" (1985) se hace una breve descripción geológica de los materiales encajantes y diques pegmatíticos de la mina de Silán. Lo más interesante de este estudio es la cartografía y cortes geológicos de detalle de los alrededores de la mina (E:1/100, 1/500 y 1/1.000).

La empresa Basazuri, S.L., que explota el yacimiento Quinta,

encarga el informe: "Estudio de evaluación de recursos de feldespatos en la concesión "Quinta", situada en Foz (Lugo)"(1988), realizado por Gabinete Minero T.E.Y. En este estudio se hace una investigación geológico-minera del yacimiento de albita en explotación, mediante toma de muestras y realización de sondeos mecánicos rotativos con recuperación de testigo continuo. El feldespatos se presenta como un dique subconcordante con la foliación de la pizarra encajante, con una potencia media de 20 m. La dirección es de N 80°E y el buzamiento de 19-22°S. El yacimiento se divide en tres sectores: NE, Central y Suroeste; calculándose las reservas para cada sector de forma independiente. Los resultados se muestran a continuación:

	Sector NE	Sector Central	Sector SW
Potencia	20 m.	20 m.	20 m.
Buzamiento	19 °	22 °	22 °
Corrida	130 m.	45 m.	95 m.
Densidad Fto.	2,5gr/cm ³	2,5	2,5
Límite ratio (*)	R = 0	R = 1	-
Reservas estim.	300.000 a 400.000 T	250.000 a 350.000 T	40.000-60.000T(1) 50.000-75.000T(2) 75.000-100.000T(3)

m³ estéril

* Ratio = -----

m³ mineral

- (1) Si la potencia de sedimentos de la ría es de 8 m.
- (2) Si la potencia de sedimentos de la ría es de 6 m.
- (3) Si la potencia de sedimentos de la ría es de 4 m.

Además del estudio del propio yacimiento explotado, se realizó un estudio de indicios en toda la concesión minera "Quinta" así como en la concesión "Sexta" anexa a la anterior. Se recogieron muestras de estos indicios para realizar pruebas cualitativas sometiéndolas a fusión con soplete.

De todos los indicios recogidos, considera tres como mas interesantes para realizar estudios posteriores mediante calicatas, pozillos y eventualmente sondeos mecánicos en función de los resultados obtenidos en las zanjas y pocillos. Es destacable que la inmensa mayoría de estos indicios son diques de pórfidos micrograníticos (felsitas) y muy pocos son de albita o de feldespatos alterado en superficie.

Los Mapas de Rocas y Minerales Industriales E.1:200.000 N°1 (La Coruña), 7 (Santiago de Compostela) y 17 (Orense) (ITGE 1991), recogen diversos indicios de feldespatos, la mayoría relacionados con pegmatitas.

- * MNRMI N°1: Recoge 4 puntos inventariados de feldespatos, de los que se explotan 2 (indicios 43 y 55) correspondientes a Minas de Silán y a Basazuri (Foz). Estima una producción de 78.000 t/año (4.500 t de Minas de Silán y 73.000 t de Basazuri, S.L.). El feldespatos se destina a lozas, porcelanas y grés de cerámica.
- * MNRMI N°7: Se han inventariado 2 indicios solamente, ya que son muy escasos en toda la hoja. La principal fuente de feldespatos eran las pegmatitas. Todos se encuentran abandonados.
- * MNRMI N°17: Cita numerosos puntos de afloramientos de pegmatitas ricas en feldespatos, pero casi todos son poco potentes, de corridas cortas y muy irregulares. Son por tanto de escaso interés. Recoge 3 indicios mineros, 2 de ellos explotaciones abandonadas y 1 de labores de prospección. Se trata de pegmatitas graní-

ticas compuestas de cuarzo, micas y feldespato sódico-potásico.

2.2. MINERALOGIA DE FELDESPATOS Y FELDESPATOIDES

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

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.

2.2.1. Feldespatos

Los feldespatos son aluminosilicatos de sodio, potasio, calcio y más raramente bario, que pertenecen al grupo de los Tectosilicatos.

Se caracterizan por su estructura de tetraedros de SiO_4 - AlO_4 , en la que la sustitución del Silicio por el Aluminio depende de la temperatura de cristalización así como de la historia termica posterior del mineral. Si el enfriamiento es rápido desde altas temperaturas la distribución de Al-Si es desordenada (estado estructural alto). Aquellos que se enfrían lentamente o que cristalizan a temperaturas bajas muestran una distribución Al-Si ordenada (estado estructural bajo). Son comunes, por ejemplo, los polimorfos de $\text{Si}_2\text{O}_8\text{AlK}$ que se diferencian en el estado estructural por cristalización a diferentes temperaturas (HURBULT y KLEIN 1982):

- * Sanidina: Alta T, Al-Si desordenado.
- * Ortoclasa: T Inter., Al-Si ordenamiento intermedio.
- * Microclina: Baja T, Al-Si completamente ordenado.

El Al^{3+} incorporado a la estructura tetraédrica presenta un protón de diferencia respecto al Si^{4+} , lo que origina la desestabilización del balance de cargas que tiende a recuperarse con la incorporación de cationes (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+}) en los huecos disponibles de la estructura.

Existen tres miembros extremos principales de composiciones potásica, sódica y cálcica, que dan lugar a dos series principales de soluciones sólidas completas en las que un determinado catión (Na, K o Ca) va siendo paulatinamente sustituido por otro en la estructura originando varios miembros intermedios entre otros dos extremos (Fig. 2.1). Estas series son las siguientes (Hurlbut y Klein, 1982):

* Serie de las plagioclasas (Albita-Anortita) o de los feldespatos sódico-cálcicos (Na-Ca). Presenta también solución sólida completa a altas temperaturas (800°C). Por debajo de 800°C se separan dos fases con diferencias según el rango de temperaturas (fig.2.2): entre 400° y 800°C ; y por debajo de 400°C . También aquí se producen desmezclas al descender la temperatura, aunque no suelen ser visibles (se detectan, por ejemplo, en las iridiscencias de la labradorita).

* Serie de los feldespatos alcalinos (Albita-Ortoclasa) o de los feldespatos sódico-potásicos (Na-K). Muestran solución sólida completa a temperaturas superiores a 600°C (fig. 2.3). A temperaturas más bajas la serie se interrumpe, presentando dos fases separadas con intervalos composicionales muy pequeños (albita baja y microclina). La desmezcla de las fases sódica y potásica a baja temperatura se refleja habitualmente en la formación de niveles de albita incluidos en cristales de ortosa (pertitas).

TABLA I: FELDESPATOS ALCALINOS

MINERAL	FORMULA QUIMICA	% ORTOSA
Albita	$Si_3O_8Al(Na,K)$	0 - 10
Anortoclasa	$Si_3O_8Al(Na,K)$	10 - 38
Sanidina	$Si_3O_8Al(Na,K)$	38 - 100
Ortoclasa	Si_3O_8AlK	100
Microclina	Si_3O_8AlK	100
Adularia	Si_3O_8AlK	100

Fuente: Roskill (1987)
Hurlbut y Klein (1982)

TABLA II: PLAGIOCLASAS

MINERAL	% ALBITA	% ANORTITA
Albita	90 - 100	0 - 10
Oligoclasa	70 - 90	10 - 30
Andesita	50 - 70	30 - 50
Labradorita	30 - 50	50 - 70
Bytownita	10 - 30	70 - 90
Anortita	0 - 10	90 - 100

Fuente: Roskill (1987)

Los feldespatos pueden pertenecer a dos sistemas cristalinicos: monoclinico o triclinico; presentan buena exfoliación en dos direcciones que forman un ángulo de 90° o cerca de 90°. La densidad oscila entre 2,54 y 2,76 gr/cm³ y la dureza es de 6 en la escala Mohs. Las principales características mineralógicas de las distintas especies minerales pueden verse en la Tabla III.

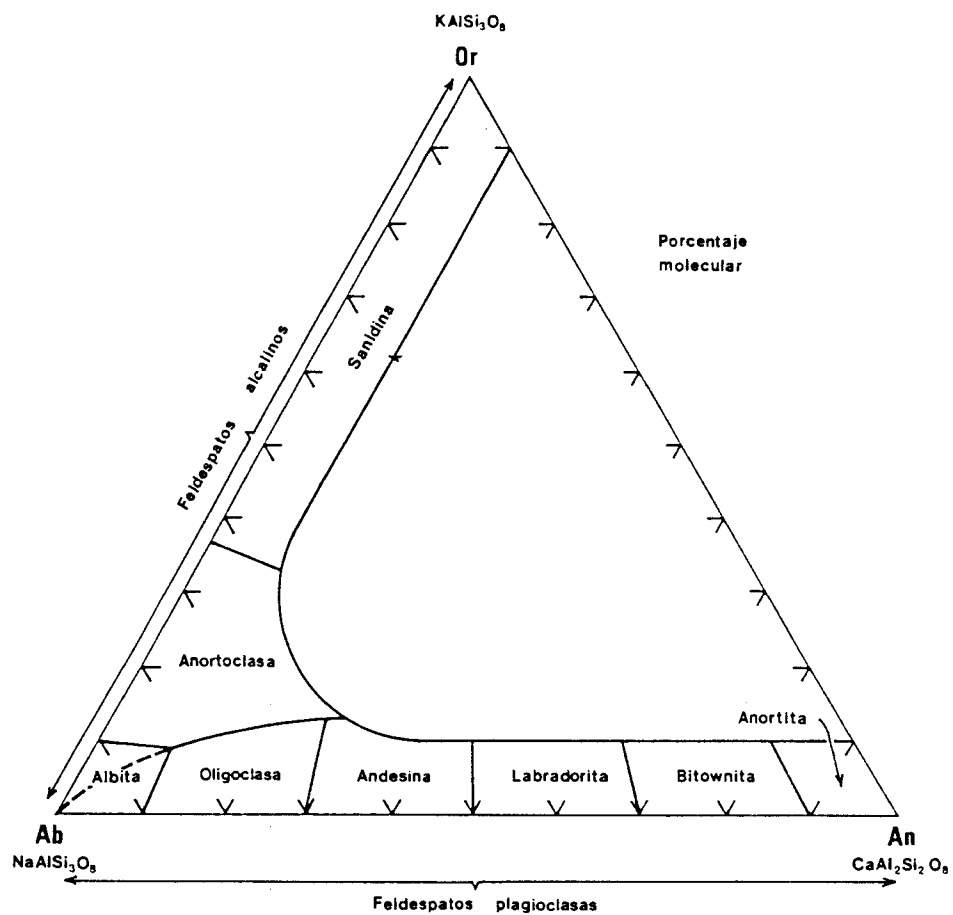


Fig. 2.1.- Diagrama triangular composicional y de nomenclatura de las series de feldespatos alcalinos y plagioclasas (Hurlbut y Klein, 1982).

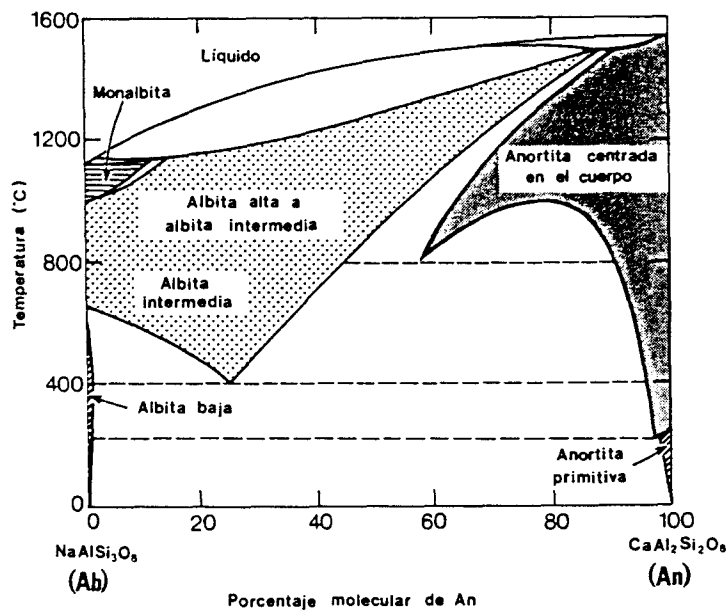


Fig. 2.2.- Diagrama de fases del sistema Albita-Anortita. Tomado de Hurlbut y Klein (1982).

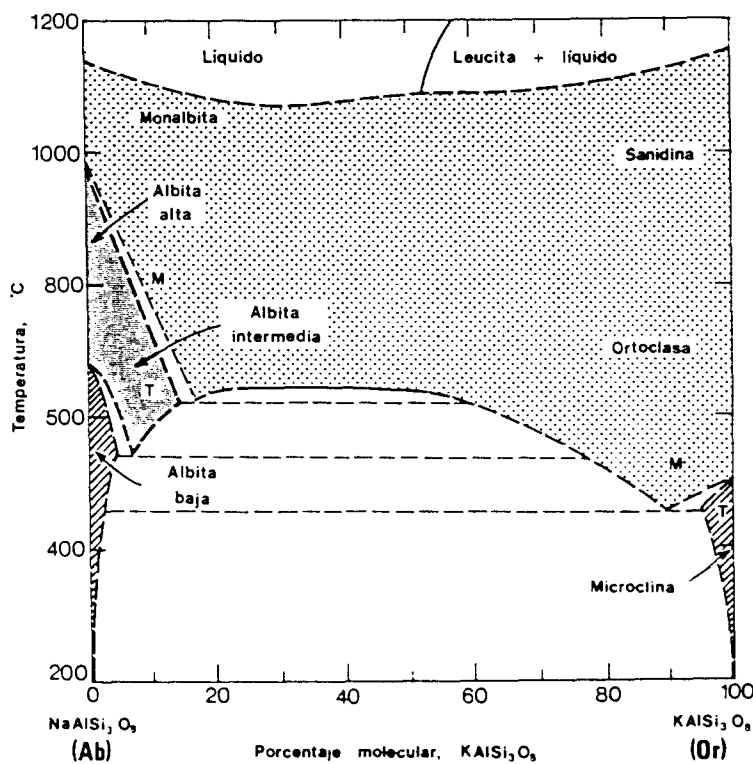


Fig. 2.3.- Diagrama de fases del sistema Albita-Ortosa. M: monoclinico; T: triclinico. Según Hurlbut y Klein (1982).

2.2.2. Feldespatoides

Los feldespatoides son aluminosilicatos químicamente similares a los feldespatos, aunque difieren de estos en su menor contenido en sílice (aproximadamente 1/3 menos), ya que se forman a partir de soluciones pobres en sílice y ricas en alúmina (Al_2O_3) y álcalis (K_2O y Na_2O). Son comunes en rocas ígneas efusivas (lavas) así como en rocas intrusivas deficitarias en sílice (sienita nefelínica).

La estructura, se caracteriza por la unión de tetraedros de SiO_4 y AlO_4 en la que el aluminio sustituye al silicio en posiciones específicas formando anillos de 4 y 6 miembros que dejan grandes huecos en la estructura. Estos huecos son rellenados por cationes como Na^+ y K^+ , aunque a veces, entran aniones y grupos aniónicos como Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} y S.

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. Las características mineralógicas de los feldespatoides se recogen en la Tabla IV.

TABLAS DE MINERALOGIA. LEYENDA.

Amar.	amarillo
Criptoc.	criptocristalino
Cris.	cristales
Crecim.	crecimiento
Exfol.	exfoliables
Frec.	frecuentes
Graf.	grafico
Gran.	granito
Granod.	granodiorita
Granu.	granulares
Import.	importante
Irregul.	irregulares
Mas.	masas
Microc.	microclina
Opal.	opalescente
Pegm.	pegmatita
Pri.	prismático
Rect.	rectangular
R.met.	roca metamorfica
R.sed.	roca sedimentaria
Sec.	sección
Tabul.	tabulares
Trans.	transparente
Var.	variedad

TABLA III. FELDESPATOS: CARACTERISTICAS MINERALOGICAS.

FELDESPATOS	ORTOCLASA	MICROCLINA	SANIDINA	ALBITA	ANORTITA
Sistema Cristalino	Monoclínico 2/m	Triclínico, 1	Monoclínico 2/m	Triclínico, 1	Triclínico
Hábito	Pri. corto; Cris. mas. granu.exfol. Granos sin forma en rocas. Macizo y criptoc.	Semejante a la Ortoclasa. Masas exfol. y granos irregul. en rocas Grandes cristales	Cris. tabul. y alargados. Sec. rect. Maclas de Carlsbad.	Tabular o alargado.	Tabular o alargado. Pri. según el eje c.
Color	Incoloro, blanco gris, rojo carne. Raro: amar. verde Raya blanca.	Blanco a amarillo Raro: verde, rojo	Incoloro, trans. Raya blanca.	Incoloro, gris blanco. Trans. a traslúcido.	Incol.; blanco gris. Raro: amar., verde rojo carne.
Densidad	2,57	2,54 - 2,57	2,56 - 2,62	2,62	2,76
Dureza	6	6	6	6	6
Formula	Si_3O_8AlK	Si_3O_8AlK	$Si_3O_8Al(K,Na)$	Si_3O_8AlNa	$Si_3O_8Al_2Ca$
Yacimiento	Componente import en gran., granod. y sienitas.	En gran., sienit. R. sed.: conglom. y arcosas. R. met.: gneises. En pegm. en gran. cris. en crecim. gráf. con cuarzo.	En fenocristal. en rocas igneas extrusiv.: riol. y traquitas.	En gran., sien. En rocas erupt. riolit., traqu. También en pegm	En rocas igneas básicas. Drusas de bombas volcánicas. Calizas con met. de contacto.
Especies Similares	ADULARIA: feld. K traslúcido a trans. En venas a baja temperat. en gneises y esquis.	AMAZONITA: Micro. de color verde. Traslúcido a transparente.	-	MONALBITA: var. monoclinica a temp. > 920°C. PIEDRA DE LUNA: albita-oligocl. opalescente.	-

Fuente: Hurlbut y Klein (1982)

TABLA IV. FELDESPATOIDES: CARACTERISTICAS MINERALOGICAS.

FELDESPAT.	LEUCITA	NEFELINA	SODALITA	PETALITA
Sistema Cristalino	Tetragonal	Hexagonal, 6	Isométrico	Monoclínico
Hábito	Cristales trapecioédricos.	Cristales prismáticos pequeños (raro). En general macizo, compac. en granos.	En masa. En granos incrust. Rara vez cris. dodecaédricos.	Masas exfoli. Compacta. Rara vez cristales dodecaédricos.
Color	Blanco a gris. Traslúcido.	Incoloro, blanco, amarillento. Mac.: gris, verd., rojo. Trans. a traslúc.	Azul. Blanco, gris y verde. Transparente a traslúcido.	Incoloro, gris blanco. Trans. a traslúcido.
Densidad	2,47	2,60 - 2,65	2,15 - 2,30	2,40
Dureza	5,5 - 6	5,5 - 6	5,5, - 6	6 - 6,5
Formula	Si_2O_6AlK	$SiO_4Al(Na,K)$	$(SiO_4Al)_6Na_8Cl_2$	$(Si_4O_{10}Al)Li$
Yacimiento	En rocas deficit. en SiO_2 . Abunda en lavas volcán. recientes.	En rocas igneas deficitarias en SiO_2 . En lavas y masas de nefelina. En sienitas nefel. En pegmatitas.	Sienita nefelín. traqu. y fonol. Min. raro asoci. a nefelina, cancrinita y otros feldespatoides	En pegmatitas con otros min. de Li: espodum. turmalina y lepidolita.
Especies Similares	POLLUCITA: min. raro isométrico. Normalmente en pegmatitas. $(Si_2O_6AlCs). H_2O$	CANCRINITA: min. raro parecido a la nefelina en yacim. y asociac. $Na_6Ca(CO_3)(AlSiO_4). 2 H_2O$	HAUINITA: $(SiO_4Al)_6(SO_4)_{1-2}(Na,Ca)_{4-8}$. NOSELITA: $(SiO_4Al)_6SO_4Na_8$	-

Fuente: Hurlbut y Klein (1982)

2.3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES FELDESPATICOS

Las propiedades requeridas en los materiales feldespáticos varían en función del uso que se les vaya a dar en la industria. Principalmente son utilizados como fuentes de alúmina (Al_2O_3) y álcalis (K_2O , Na_2O).

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 y esmaltes vidriados.

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 los siguientes parámetros (ROSKILL 1987):

- * contenido en 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 feldespato 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 feldespato, 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 termica, 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.

2.4. 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

El vidrio y la cerámica pueden considerarse como los mercados tradicionales y maduros del feldespato. 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 feldespato. 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), aunque debe competir con otros productos en el mercado: escoria de alto horno, bauxita, gibbsita y diáspora. Sin embargo, estas sustancias deben ser procesadas previamente para producir alúmina hidratada y son menos competitivas.

El feldespatos proporciona 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, ya que esta misión es cumplida principalmente por otras sustancias: sosa comercial, caliza y dolomia.

Normalmente se prefiere la sienita nefelínica al feldespatos, debido a la mayor relación álcalis/alúmina y el menor punto de fusión, lo que produce un ahorro de materia prima y reduce los costos. No obstante, los yacimientos de sienita nefelínica son escasos y sólo disponen de ellos países como Canadá y Noruega. Debido a los altos costos del transporte y el relativo bajo valor de los materiales feldespáticos, es improbable que la sienita reemplace totalmente al feldespatos. La aplita, producida en grandes cantidades en varios países, sólo se utiliza en vidrio coloreado debido a su alto contenido en hierro (ROSKILL op.cit.).

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

SiO_2 ----- Forma el vidrio

Na_2O ----- Fundente

CaO ----- Estabilizante

Al₂O₃ ----- Durabilidad. Inhibidor de la desvitrificación. Mayor viscosidad de la mezcla.

B₂O₃ ----- Resistencia a ataques químicos y choque térmico.

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).

Las principales restricciones aplicadas al material feldespático para su utilización en la industria del vidrio son las siguientes (Tabla V):

TABLA V.- VIDRIO: PRINCIPALES RESTRICCIONES

MATERIAL FELDESPATICO	RESTRICCIONES GRANULOMETRICAS	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Na ₂ O+K ₂ O (%)
Feldespatato	>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 feldespatato se utiliza en la fabricación de envases de vidrio, vidrio plano, fibra de vidrio, vidrio óptico y vidrios especiales.

Envases de vidrio

Es el mayor uso del feldespatato en la industria del vidrio, acaparando aproximadamente el 50 % de las ventas mundiales. Los envases de vidrio se emplean en productos como: vinos, licores, cerveza, refrescos, productos químicos y farmacéuticos, empaquetamiento de comidas, productos de baño y cosméticos (ROSKILL op. cit.).

Los principales productores son: EEUU, Alemania, Francia, Italia, España e Inglaterra.

La competencia en este campo con otros materiales más modernos es muy grande, produciéndose en muchos casos un descenso en el consumo de envases de vidrio. Dicho descenso es más acusado

en países anglosajones que en Europa, donde la tradición del vidrio como indicador de calidad es muy fuerte todavía.

Entre los principales materiales competidores se pueden citar los siguientes:

* Plásticos: Constituyen la competencia más fuerte con productos como el Polietileno (PET) y el PVC. El PET se produce a partir de hidrocarburos con rendimientos 10 veces superiores a los del vidrio. Sin embargo el vidrio es retornable, por lo que ahorra energía y tiene mejor prensa ecológica.

* Latas de metal: Las latas metálicas de aluminio han tenido un gran incremento en los sectores de la cerveza y los refrescos, produciendo un descenso en la utilización de envases de vidrio.

Vidrio plano

El vidrio plano se consume principalmente en las industrias del automóvil y de la construcción. Al contrario que los envases de vidrio la demanda de vidrio plano, y por tanto de feldespatos, va en aumento ya que no existen materiales competidores. Incluso la crisis de los sectores consumidores supuso, paradójicamente, un aumento en la producción de vidrio plano ya que era utilizado en sistemas de construcción destinados a ahorrar energía: dobles ventanas, grandes ventanales en edificios públicos para aprovechar luz y calor; y en seguridad: vidrios de seguridad.

El feldespatos se requiere como fuente de alúmina y se puede añadir como feldespatos mineral o como sienita nefelínica, entrando en la composición en un 2% (ROSKILL, 1987).

Los principales productores de vidrio plano son (miles de t): EEUU (3.188), Alemania (994), Bélgica (840), Francia (774), Italia (662), Inglaterra (575) y España (468).

Fibra de vidrio

La fibra de vidrio tiene un contenido máximo de alúmina del 15%. Sus necesidades de calidad son menores que en el caso de otros sectores del vidrio (mayor tolerancia de Fe y otras impurezas), por lo que es habitual emplear materiales feldespáticos de menor calidad como la aplita.

Las principales industrias consumidoras de fibra de vidrio son (ROSKILL, 1987): aislantes (tejidos de hilo de fibra, materiales de techar y resistentes al agua), componentes electrónicos, materiales anticorrosión para tubos y tuberías metálicas, hilo de corte y productos para la industria del automóvil.

El futuro en este campo es bueno, ya que el consumo sigue aumentando sobre todo en el caso de los aislantes.

CERAMICA

El consumo mundial de feldespato 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 feldespato en 1989 (Estadística Minera de España).

El feldespato 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, se utiliza como aglutinante del resto de sustancias de la "pasta". Sus propiedades como fundente dependen de varios parámetros (ROSKILL 1987):

- Contenido global en álcalis (Na + K).
- Relación $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (tipo de álcali).

- Contenido en sílice libre.
- Composición del cuerpo arcilloso.

El más importante es el contenido en álcalis, cuyos valores superior e inferior respectivamente, dan la acción de fundente y el punto de mezcla. El rango de utilización del fundente varía entre 0 y 35% (ROSKILL 1987).

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. Todos ellos tamizados a menos de 200 mallas (ROSKILL op. cit.).

El feldespato potásico puro es el que da mayor calidad al producto aumentando la translucidez. Es muy apreciado para acabados (esmaltados y vidriados). El feldespato sódico incrementa el efecto de expansión, entrando a formar parte de la "pasta" cerámica (15 a 35% según usos). Puesto que su efecto cementante es menor produce porcelanas más débiles (ROSKILL op.cit.).

La sienita nefelínica tiene una acción de fundente más fuerte que el feldespato mineral. En determinados usos, como porcelana electrotécnica, incrementa la contracción y la dureza mecánica y decrece la absorción. Puede también mezclarse con feldespato sódico o potásico consiguiendo reducción de la expansión termica y mejora de la estabilidad de las mezclas. Es preciso vigilar la presencia de feldespatoídes cálcicos como Cancrinita y ciertas variedades de Sodalita puesto que emiten CO₂. También debe controlarse la presencia de Fe (ROSKILL op. cit.).

La "Cornish stone" es un fundente muy popular en cerámica; sin embargo, las trazas de Fluorita pueden tener un efecto negativo en el proceso de vitrificación.

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 VI.- CERAMICAS: PRINCIPALES RESTRICCIONES

GRANULOMETRIA	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Color pasta	K ₂ O+Na ₂ O (%) ²	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 los 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 tres 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.

Esmaltados

Dentro de los esmaltados podemos diferenciar dos tipos: vidriados cerámicos y esmaltes vitreos o "fritas".

* Vidriados cerámicos: Son capas de esmalte vidriado (acabado) aplicadas sobre un sustrato de cerámica. Presentan cinco categorías con un 30% de materiales feldespáticos en su composición (ROSKILL 1987):

- Loza.
- Sanitarios.
- Porcelana fina.
- "Majólica".
- Vidriados de porcelana.

* Esmaltes vitreos ("fritas"): Son revestimientos vidriados aplicados a superficies metálicas. Se utiliza el feldespato potásico de alta calidad, que aporta sílice y alúmina actuando como vitrificante. Además se emplea feldespato muy tamizado (120-140 mallas) para actuar como fundente y rebajar la temperatura de la mezcla así como incrementar la rapidez de la operación.

El esmaltado vitrificado se utiliza (80%) en cocinas, bañeras y equipos de cuartos de baño (ROSKILL 1987).

Baldosas

Se pueden diferenciar tres tipos de baldosas (ROSKILL op. cit.): cuerpo rojo (compuestas de arcilla, no precisan fundente), cuerpo blanco y mosaicos cerámicos.

Las de cuerpo blanco se fabrican mediante el proceso "monocuttura" que ahorra energía al realizar el cocido del cuerpo cerámico y el vidriado esmaltado en un único proceso. Se suele utilizar apłita como fundente en el proceso ya que es más barata y presenta un contenido más bajo en álcalis y más alto en sílice. El principal productor es Italia.

Porcelana electrotécnica

La porcelana electrotécnica se emplea en la fabricación de productos como: tubos electrónicos, sustratos de I.C. y semiconductores, precintos de cerámica-metal, aislantes de bujías y aislantes de alta frecuencia (ROSKILL op. cit.). Los productos fabricados deben tener las características siguientes: buena constante dieléctrica, no doblarse, resistir altos voltajes (completamente vitreos) y alta resistencia química y a la abrasión.

El material contiene entre un 20 y 50% de feldespato potásico en peso, que se utiliza como fuente de alúmina y por su alto contenido en álcalis, lo que asegura altos niveles de vitrificación.

Porcelana vitrea

La porcelana vitrea es un material fuerte, no poroso, utilizado en sanitarios y productos para hoteles. La reducción de la porosidad al máximo es imprescindible, utilizando para ello sienita nefelínica o feldespato flotado de altos contenidos en álcalis (alto nivel de vitrificación) (ROSKILL op.cit.).

USOS MENORES

Cargas

El material utilizado para cargas debe presentar las siguientes características: suave, insoluble, inerte, alto índice de refracción, baja gravedad específica, tamaño de partícula pequeño y distribución apropiada de forma y tamaño.

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 SO_4H_2 reacciona con el CO_3Ca produciendo SO_4Ca_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: feldespatos, 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°) 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 Al_2O_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 feldespatos 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 Al_2O_3 del 27-29% (ROSKILL 1987).

Otros usos

Los materiales feldespáticos se utilizan de forma muy minoritaria en otras aplicaciones. 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

2.5. 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 mineral, o bien a un producto ya tratado formado por feldespatos o mezclas cuarzo-feldespatos (ver tablas VII, VIII y IX).

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

MATERIAL FELDESPATICO		Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O+Na ₂ O (%)	CaO (%)	Cuarzo (%)	K ₂ O/Na ₂ O*
F E L D E	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 Fe₂O₃, K₂O y la relación K₂O/Na₂O, considerando a estos elementos como los más representativos para determinar la calidad del material feldespático (ver tabla X).

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 cuando es utilizable o no en los usos a los que pretende destinarse.

Puede decirse que los aspectos más importantes para la utilización de los materiales feldespáticos son la **composición química** (afecta a la materia prima y al producto elaborado), y la **granulometría** (afecta exclusivamente al producto elaborado).

Respecto a la composición química, los componentes más importantes que deben controlarse son los siguientes:

- Contenido en Fe_2O_3 .
- Contenido en álcalis ($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$).
- Tipo de álcali predominante (relación $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$).

Además puede ser importante controlar los contenidos en Al_2O_3 , CaO y SiO_2 .

TABLA VIII.- NORMA DE KOZYREV (1966)

TIPO DE INDUSTRIA	MATERIAL FELDESPATICO		Fe ₂ O ₃ (%) ³	K ₂ O+Na ₂ O (%)	CaO+MgO (%)	Cuarzo (%)	K ₂ O/Na ₂ O	MnO+Cr ₂ O ₃ (%)	Impurezas* (%)
ELECTRO CERAMICA	FELDESP	CALIDAD SUPERIOR	< 0,15	> 13	< 1,5	< 8	> 4,0	S I N N O R M A L I Z A R	< 1,2
		CALIDAD PRIMERA	< 0,20	> 12	< 1,5	< 8	> 3,5		< 1,2
		CALIDAD SEGUNDA	< 0,30	> 11	< 1,5	< 10	> 3,0		< 1,2
	CUARZO	CALIDAD SUPERIOR	< 0,15	> 8	< 1,5	< 30	> 4,0		< 1,2
		CALIDAD PRIMERA	< 0,20	> 8	< 1,5	< 30	> 4,0		< 1,2
		CALIDAD SEGUNDA	< 0,30	> 8	< 1,5	< 30	> 3,0		< 1,2
ALFARRERIA FINA	FELDES	CALIDAD SUPERIOR	< 0,15	> 8	< 2,0	< 30	> 2,0	< 0,01	< 1,0
		CALIDAD PRIMERA	< 0,20	> 8	< 2,0	< 30	> 2,0	< 0,01	< 1,0
	FTO	CALIDAD SUPERIOR	< 0,15	> 13	< 1,5	< 8	> 2,0	< 0,01	< 1,0
		CALIDAD PRIMERA	< 0,20	> 12	< 1,5	< 10	> 2,0	< 0,01	< 1,0

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

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

APLICACIONES INDUSTRIALES	SiO ₂ (%) ²	CUARZO INCLUIDO (%)	Al ₂ O ₃ (%) ³	K ₂ O+Na ₂ O (%) ²	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%) ³
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 X.- 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 elctrotécnica	Cerámica sanitaria. Abrasivos aglomerados. Azulejos, grés, vidrio hueco coloreado.

Fuente: IGME 1978

3. YACIMIENTOS

El feldespató 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. Podemos enumerar los siguientes: ígneos (pegmatitas, aplitas y diversas rocas ígneas), metamórficos (albitas), de alteración ("cornish stone") y sedimentarios (arenas feldespáticas).

Aunque existen yacimientos en todos estos tipos de rocas, la mayor parte de la producción mundial procede de rocas ígneas, siendo las pegmatitas, aplitas y sienitas las que proporcionan prácticamente todo el volumen de material extraído. En España, sin embargo, la producción se obtiene principalmente de aquellas rocas minoritarias o inexistentes en el panorama mundial: arenas feldespáticas (Segovia) y rocas albiticas (Lugo). Le siguen en producción las pegmatitas.

3.1. YACIMIENTOS IGNEOS

Son los más importantes a nivel mundial para la obtención de materiales feldespáticos. En ellos se incluyen diversos tipos de rocas ígneas y filonianas.

* Rocas filonianas: Pegmatitas, Aplitas, Diques monominerales de Feldespato y Diques Anulares.

* Rocas ígneas: Sienita nefelínica, Fonolita, Anortosita - Labradorita. A veces se han empleado Granitos.

3.1.1. Pegmatitas-Aplitas

Las pegmatitas son rocas magmáticas tardías originadas en las últimas etapas de cristalización, donde las sustancias volátiles del magma desempeñan un importante papel. Mineralógicamente su composición es la misma que aquellas rocas con las se relacionan genéticamente, y pueden presentarse en todo tipo de rocas ígneas (graníticas, alcalinas y básicas-ultrabásicas), aunque son mucho más abundantes las asociadas a rocas graníticas (SMIRNOV 1982). Se caracterizan por la presencia de minerales raros que son a su vez accesorios en las rocas graníticas (turmalina, apatito, esfena, monacita, circón, fluorita, etc...) y que contienen bien elementos volátiles del magma (P, F, Cl, S, B...), o bien otros elementos no volátiles (Li, Be, Mo, W, Th, Zr, Sn, Ta, Nb...), que forman cloruros y fluoruros con puntos de ebullición más bajos que los de las sales correspondientes de Cu, Zn, Pb, etc., escasamente presentes en las pegmatitas (TURNER Y VERHOOGEN 1963). El gran tamaño de grano de los minerales y las texturas "gráficas" (intercrecimientos cuarzo-feldespato con aspecto de escritura) son otras características que las definen.

Su intrusión se realiza tanto en las rocas de techo como en la propia roca granítica, adoptando formas muy variadas (LAMINA I): filones, diques, venas, lentejones, chimeneas y bolsadas. Sus dimensiones también son muy variables, con corridas en filones que oscilan entre centimétricas y kilométricas, y potencias variables desde el centímetro a decenas de metros.

Existen varios tipos de clasificaciones de pegmatitas (composición mineralógica, roca ígnea con la que se relacionan genéticamente, etc.), siendo interesante la clasificación que realiza Ginsburg, que divide las pegmatitas en singenéticas (en "schlieren") y epigenéticas:

- Las pegmatitas singenéticas se forman por concentración de las fracciones pegmatogénicas del magma y se caracterizan por:

presentarse en rocas ígneas afines, contactos graduales con la roca de caja, abundancia de cavidades miarolíticas y ausencia de salbanda aplítica.

- Las pegmatitas epigenéticas no se forman por el magma residual, sino por soluciones de tipo hidrotermal. Se caracterizan por: presentarse en la roca ígnea y en las rocas de techo, control tectónico, forma de diques, contactos netos con la roca de caja, salbandas aplíticas y escasas o nulas cavidades miarolíticas.

Sin embargo, aquí adoptaremos la clasificación más sencilla que divide las pegmatitas en: simples o sencillas y complejas. Un rasgo destacable es la presencia del mismo tipo de pegmatitas en una misma "provincia granítica" donde todas son complejas o bien simples.

- Pegmatitas simples: son la mayoría de las pegmatitas. Se caracterizan principalmente por una mineralogía sencilla (cuarzo, feldespato, micas) y por una uniformidad textural y composicional de borde a borde. Se originan de dos formas: diferenciación metamórfica y actividad ígnea (periodos cortos). Mientras que las pegmatitas de origen ígneo son más grandes, las de origen metamórfico son pequeñas e irregulares. Su valor económico es nulo excepto donde se explotan para feldespato y micas (PARK, C.F. y MACDIARMID, R.A. 1981). Las pegmatitas estudiadas en este trabajo son de este tipo.

- Pegmatitas complejas: su génesis se relaciona con procesos ígneos (periodos largos y continuos) más que con procesos metamórficos. Su rasgo principal es el zonado, definido por "capas" o zonas concéntricas en las que la composición química y la mineralógica varían de una a otra. Esta distribución en zonas tiene su origen bien en los reemplazamientos hidrotermales posteriores sufridos por la

pegmatita, o bien en una sucesión de múltiples inyecciones a partir de fluidos en desequilibrio. Tienen gran interés económico por los constituyentes metálicos y las tierras raras que contienen (aunque sean en cantidades accesorias). Se pueden citar: tántalo, niobio, berilio, litio, cesio, uranio, cerio, lantano, torio, itrio, etc..(PARK, C.F. y MACDIARMID, R.A. 1981). Las pegmatitas de Vilatuxe, descritas en este informe, pertenecen a este tipo de mineralizaciones.

La aplita es una roca de composición granítica, de grano fino, compuesta esencialmente de cuarzo y feldespato. Se presenta en diques y formando las facies de borde con textura granular alotriomorfa de rocas ígneas (normalmente graníticas). Son frecuentes en la zona de raíz de cuerpos graníticos epimesozonales siguiendo fisuras marginales (MIDDLEMOST, E.A.K. 1985).

Aplitas y pegmatitas se presentan juntas a menudo dentro del mismo cuerpo filoniano (como ocurre en muchas de los diques estudiados en este trabajo). Un magma granítico durante su enfriamiento puede producir ambos tipos de rocas dependiendo principalmente de las condiciones de enfriamiento y de la rapidez de liberación de los gases magmáticos (MIDDLEMOST, E.A.K. 1985).

El interés económico de la aplita estriba en su aprovechamiento para obtener feldespato. Grandes depósitos se explotan en EEUU y Japón.

LAMINA I

Foto 1: Diques pegmatíticos subverticales y subhorizontales encajados en rocas de composición diorítica del macizo de Vivero. Contactos netos e intrusivos. Indicio nº1 (Ceranzos).

Foto 2: Diques pegmatíticos con buzamiento al Este (56°). Roca de caja: dioritas del macizo de Vivero. Indicio nº1 (Ceranzos).

Foto 3: Filoncillos y venas anulares pegmatíticas incluidas en aplitas. Macizo de San Ciprián. Indicio nº21 (Silán).

Foto 4: Red de venas pegmatíticas subhorizontales incluidas en un granito aplítico del Macizo de San Ciprián. Indicio nº22 (Silán).

Foto 5: Red de diques y filoncillos pegmatíticos asociados al granito de dos micas de San Ciprián. Encajan en rocas granodioríticas del Macizo de Viveiro cortando al menos dos generaciones anteriores de filones pegmatíticos. Indicio nº1 (Ceranzos).

Foto 6: Bolsada pegmatítica intrusiva sobre la granodiorita de Vivero. Se observan los contactos netos y rectilíneos entre roca intrusiva y roca encajante.



Foto 1



Foto 2

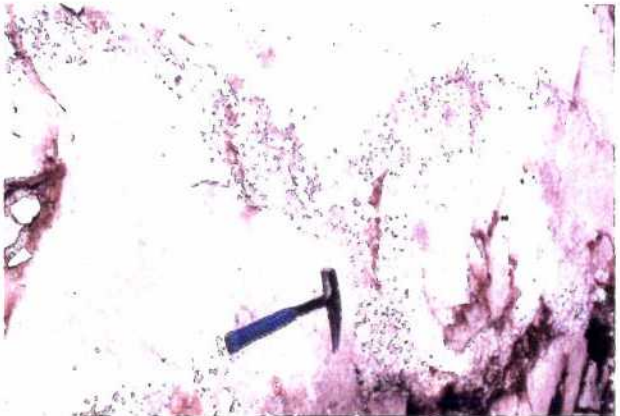


Foto 3



Foto 4



Foto 5

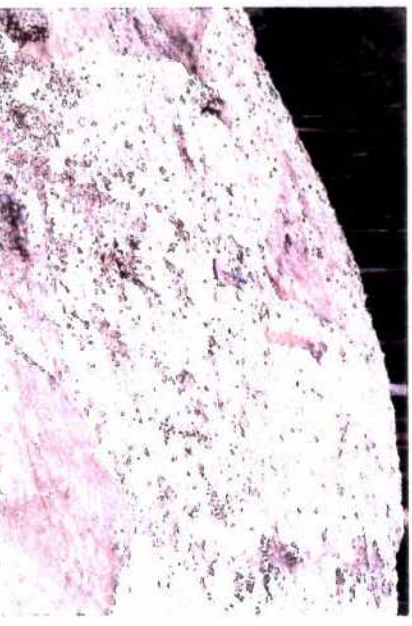


Foto 6

3.1.2. Diques monominerales de feldespato

Los diques monominerales de feldespato potásico se han explotado exclusivamente en el Macizo de La Tojiza. Se trata de un granito biotítico cuya facies principal esta constituida por granitos porfídicos muy homogéneos, en los que la biotita es prácticamente el único mineral micaceo (IGME 1987). En el interior del macizo, se encuentra una facies de granito biotítico de grano medio-fino que presenta un importante cortejo filoniano acompañante en la masa granítica y en el contacto con megaenclaves de rocas metamórficas.

El cortejo filoniano se compone de microgranitos feldespáticos, pegmatitas, aplitas, pegmatitas feldespáticas, filones de cuarzo y filones de feldespato. Los indicios explotados correspondían a pequeños filones (potencia de 0,7 a 2 m) de micropegmatita de microclina con morfología lentejonar (IGME 1977). La densidad de filones feldespáticos es pequeña, por lo que este tipo de yacimientos es muy escaso.

3.1.3. Diques anulares

También en el Macizo de La Tojiza (borde Sur), próximo al paraje conocido como Coto Cal, se encuentran tres diques de forma circular formados por una zona externa pegmatítica y un núcleo de cuarzo. Podrían considerarse masas pegmatíticas zonadas con morfología de bolsada o bien de chimenea. El feldespato es principalmente potásico. Son yacimientos muy escasos.

3.1.4. Sienita nefelínica-Fonolita

La sienita es una roca ígnea intrusiva de color claro y textura uniforme, compuesta principalmente por feldespatos (microclina y oligoclasa), con cantidades menores de hornblenda, biotita, piroxeno y cuarzo (< 5%). Cuando se presenta subsaturada en sílice no contiene nada de cuarzo y presenta feldespatoides en su composición, denominándose sienita nefelínica. Puede

constituir depósitos comerciales de materiales feldespáticos, con contenidos del 20% de nefelina y el 70% de feldespatos (90% aprovechable). Su equivalente volcánico, la fonolita, también puede formar depósitos comerciales utilizándose, a veces, como alternativa a la sienita (ROSKILL 1987).

La sienita nefelínica se explota en Canada, Noruega y la CEI (antigua URSS), que poseen yacimientos con reservas de cientos de millones de toneladas (ROSKILL 1987).

3.1.5. Anortosita-Labradorita

Las Anortositas son rocas gabroicas esencialmente compuestas de plagioclasa (más del 90 %) y leucocráticas (presentan un color claro). Buddington (1961) agrupó las anortositas en dos clases principales: a) diferenciados estratiformes o lopolitos, que contienen lechos con importantes contrastes composicionales; b) grandes masas plutónicas, esencialmente no estratiformes, y con estructuras multidómicas (MIDDLEMOST, E.A.K. 1985).

Las labradoritas son anortositas cuya plagioclasa es principalmente labradorita.

Aunque este tipo de rocas presentan una gran riqueza en feldespatos, éstos son plagioclasas cálcicas, por lo que se consideran como materiales feldespáticos de baja calidad. Su uso en la industria queda muy restringido a usos menores de escaso valor. Las anortositas se explotan en Noruega.

3.1.6. Granito-Granodiorita

El granito es una roca ígnea granular de color claro formada principalmente por cuarzo, feldespato y micas. La mayoría de estas rocas son el resultado de la cristalización de fundidos (magmas) a temperaturas relativamente bajas. EL feldespato es principalmente potásico.

La granodiorita es una roca de tipo granítico en la que el feldespato es principalmente plagioclasa con algo (5%) de feldespato potásico.

Ambos tipos de rocas forman una serie completa en la que varia paulatinamente la composición.

El contenido en feldespatos es generalmente del 70% (ROSKILL 1987) y dada la gran abundancia de estas rocas, se ha pensado en ellas muchas veces para ser utilizadas como fuente de feldespatos o bien, de mezclas cuarzo-feldespato utilizables en la industria. Sus características más importantes son (IGME 1978):

- Grandes dimensiones de las masas batolíticas.
- Composición mineralógica constante.
- Alto contenido en feldespatos.
- Posibilidad de utilización de los finos producidos por las explotaciones de roca ornamental y áridos.

Muchos países han hecho grandes esfuerzos para poder utilizar el granito como fuente de feldespato. Entre ellos se encuentran la CEI (antigua URSS), Francia, EEUU y España. Después de laboriosos tratamientos para eliminar las impurezas se obtenían diversos tipos de feldespatos (microclina, plagioclasas) ó mezclas cuarzo-feldespato utilizables con éxito en las industrias del vidrio y la cerámica. En el caso de España, se tomaron muestras en varios granitos gallegos (granodiorita de Vivero, considerados como aptos para concentrar feldespatos. En ambos casos, los contenidos de alúmina y álcalis eran buenos, sin embargo, a veces, podían presentarse altos contenidos en Fe y Ca que rebajaban considerablemente la calidad del feldespato.

A pesar de la posibilidad de utilización del granito como fuente de materias feldespáticas, esta roca no se utiliza en

ningún país, ya que carece de rentabilidad frente a otras rocas con leyes de feldespato más altas (sienitas), o que no precisan costosos sistemas de eliminación de impurezas (pegmatitas).

3.2. YACIMIENTOS METAMORFICOS

Dentro de este grupo de yacimientos se incluyen rocas de composición albítica (feldespato sódico), explotadas exclusivamente en Galicia y que no se encuentran en el panorama mundial del feldespato.

Estas rocas constituyen el grueso de la producción gallega de materiales feldespáticos.

3.2.1. Rocas albíticas

Las rocas albíticas son materiales mayoritariamente formados por albita (hasta > 90 %). Se encuentran interestratificadas con materiales Cámbricos del Grupo Cándana (Pizarras de Tránsito), en el alóctono del Manto de Mondoñedo. En trabajos anteriores, se han propuesto varios orígenes para este tipo de rocas, que denotan el gran confusionismo existente a la hora de explicar su presencia:

- Diques ("sills") de feldespato sódico asociados a "sills" de porfidos micrograníticos (felsitas).
- Niveles lentejonares de arcosas o subarcosas (areniscas ricas en feldespato).
- Diques de pegmatita.

La hipótesis pegmatítica es totalmente errónea, ya que la pegmatita es una roca polimineral formada por feldespato (normalmente sódico-potásico), cuarzo, micas y otros minerales accesorios (turmalina, granate, berilo, menas metálicas, etc...),

que se caracterizan por el gran tamaño de los cristales de sus minerales constituyentes. Las rocas albíticas estudiadas aquí no presentan cristales visibles (tamaño de grano microscópico), y tienen una composición prácticamente monomineral de albita, incluyendo solamente algunos minerales accesorios. Además las pegmatitas se presentan en forma de diques y filones de carácter intrusivo, mientras que las rocas albíticas están interestratificadas con el resto de materiales de la serie Cámbrica.

La hipótesis de diques ("sills") de feldespato sódico asociados a los "sills" de pórfidos micrograníticos, tan abundantes en toda la zona, no parece tampoco correcta.

Los diques de pórfido y las rocas albíticas, se denominan genéricamente "felsitas". Este, es un término de campo aplicado a rocas ígneas volcánicas y subvolcánicas, de colores claros (blanco-rosado) y de textura afanítica o criptocristalina (cristales microscópicos). Ambas rocas reúnen estas características pero se diferencian en la edad, mineralogía, composición y forma de yacer:

	DIQUES DE PORFIDO	ROCAS ALBITICAS
Edad	Tardihercínica	Cámbrico Inf.
Mineral. Principal	Q, Plag., Microc., Mosc., Biot.	Albita (90%)
Forma de Yacer	Subconcordante Intrusiva en detalle	Concordante Concordante en detalle

Composición media:

ROCA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Albita	67,90	19,40	0,27	0,01	0,28	0,56	0,51	10,26
Porfido	70,52	17,30	0,97	0,01	0,09	0,22	5,65	1,64

Fuente: IGME 1977-78, ITGE 1992

Los porfidos micrograníticos son rocas tardihercínicas, de origen subvolcánico (intrusión próxima a la superficie), con cristalización rápida de sus minerales (textura afanítica) debido al rápido enfriamiento que sufre la roca. La intrusión se realiza aprovechando las estructuras de más fácil penetración, en este caso la foliación. Esto hace que aparezcan de forma subconcordante (LAMINA II, fotos 1 y 2) con la serie estratigráfica (roca de caja). Sin embargo, en detalle, los contactos porfidoencajante son netamente intrusivos y cortan a todas las estructuras preexistentes como foliación y pliegues (LAMINA II, fotos 3, 4 y 6). Se han observado también, contactos netos e intrusivos de pórfidos sobre rocas albíticas (LAMINA II, fotos 7 y 8). Su composición corresponde a la de un granito, presentando la misma mineralogía. Destaca su bajísimo contenido en sodio.

Las rocas albíticas son materiales interestratificados en la serie Cámbrica (LAMINA II, foto 5; LAMINA V, fotos 2 y 3) completamente concordantes (incluso en detalle) con las pizarras y las cuarcitas con las que se intercalan. Han sufrido todas las fases de deformación hercínica, habiéndose observado en el núcleo de pliegues tumbados de Fase 1 y afectadas por la Fase 3 (direcciones E-O y buzamientos al Sur). En su composición presentan generalmente un alto porcentaje de Na (hasta 10-11 %) que corresponde a la de una albita prácticamente pura. Por consiguiente, dadas las insalvables diferencias (sobre todo composicionales), no parece razonable suponer que las rocas albíticas sean cambios laterales de facies de los diques de porfidos micrograníticos.

LAMINA II

Fotos 1 y 2: "Sills" (diques) de pórfidos (F) micrograníticos (felsitas) que intruyen subconcordantemente en la serie Cámbrica (C). Playa da Pasada (playas de Benquerencia, Norte de Lugo).

Fotos 3 y 4: Detalle de los contactos entre pórfidos (P) y materiales pizarrosos y esquistosos de la serie Cámbrica (C). El contacto es netamente intrusivo y corta a las estructuras previas como foliación y pliegues. Playas de Benquerencia.

Foto 5: Capa centimétrica de albita (A) interestratificada en materiales cuarcíticos y pizarrosos de la serie Cámbrica (Grupo Cándana: Pizarras de Transito). Playa da Pasada.

Foto 6: Materiales Cámbricos mostrando la foliación de Fase 1 (bandeado tectónico) plegada por micropliegues de tamaño decimétrico. A la derecha de la foto se observa un dique de pórfido de pequeñas dimensiones cuya intrusión es responsable seguramente del plegamiento. Playas de Benquerencia.

Fotos 7 y 8: Contactos intrusivos entre rocas albíticas y diques de pórfidos. En detalle se observa como el pórfido corta la laminación del paquete albítico. Indicio nº36 (Playa da Pasada).

LAMINA II

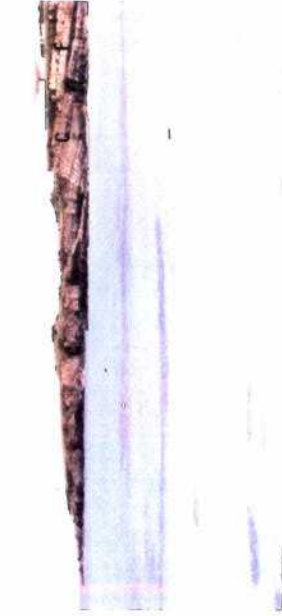


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8

La hipótesis sobre niveles sedimentarios de areniscas feldespáticas (arcosas), explicaría los datos de edad y forma de yacimiento en este tipo de rocas. Sin embargo, la arcosa presenta un alto porcentaje de cuarzo y el feldespato que contiene es potásico, lo que no aparece en las rocas albíticas. No puede suponerse, por otro lado, una roca sedimentaria que contenga feldespato exclusivamente, debido a que este mineral es mucho menos resistente al transporte que el cuarzo. Este sería el único mineral que quedase en un sedimento muy evolucionado después de desaparecer el feldespato.

En este informe, y tras los estudios realizados, se ha propuesto una cuarta hipótesis para este tipo de rocas.

La hipótesis sobre un origen volcano-sedimentario de las rocas albíticas, parece explicar, en principio, todos los datos recogidos sobre estas rocas.

El volcanismo Cámbrico del NO de la península ha sido estudiado por varios autores, que han puesto de manifiesto una intensa actividad efusiva en diversos niveles del Cámbrico Inferior y Medio (GARCIA DE FIGUEROLA 1961-1962; GARCIA DE FIGUEROLA et. al. 1962; GARCIA DE FIGUEROLA y PARGA PONDAL 1964). Los materiales producto de este vulcanismo eran basaltos y traquitas, produciéndose a veces rocas raras (albititas) a partir de fluidos hidrotermales enriquecidos en sodio (UGIDOS, J.M. 1980). También se han citado rocas de origen vulcano-detritico o subvolcánico (IGME 1984).

En la bibliografía especializada, se citan procesos de albitización en rocas asociadas a vulcanismo de tipo espilitico-queratofídico. Esta asociación volcánica (espilita-queratofídico), esta constituida por rocas muy básicas (SiO_2 entre 47-54%) y ricas en sodio (Na_2O entre 4-8%), en las que son frecuentes todo un cortejo acompañante de rocas intrusivas y extrusivas diferenciadas a partir de un magma madre básico: diabasas, basaltos

andesíticos, andesitas, riolitas sódicas, cuarzo-queratófidos y cuarzo-latitas. En muchas de estas rocas la albita parece tener un origen secundario, ya que el metasomatismo magmático póstumo es muy importante en la evolución de estas rocas.

Se han citado varios mecanismos para explicar la albitización. Son los siguientes:

* **Agua marina como fuente de sodio:** El agua del mar es rica en iones de sodio, y puede proveer el agua necesaria para producir metasomatismo. En sedimentos marinos, el agua del mar queda aprisionada a medida que se produce la sedimentación. En periodos de volcanismo, el agua se calienta y se vaporiza escapando hacia arriba a través de los materiales volcánicos depositados con el resto de la serie (lavas, tobas, cineritas). Se produce un intercambio iónico entre la roca y el agua donde ésta aporta el sodio a la roca (albitización) y se lleva elementos de la roca como Ca, Fe, Mn, Mg y Si que precipitaran como depósitos de calizas, silex, jaspes y minerales manganesíferos (TURNER y VERHOOGEN 1963).

* **Autometasomatismo:** Se trata de la alteración química de una roca ignea producida por fluidos acuosos residuales derivados de su propio magma. A medida que avanza la cristalización del magma, éste se enriquece en sodio (se desconoce el mecanismo) y produce las soluciones sódicas residuales que albitizan las propias rocas igneas de las que proceden. Indudablemente para que se produzca este proceso es necesario que los volátiles (entre ellos el sodio) no puedan escapar de la roca. Esto se consigue con un enfriamiento rápido del material volcánico en contacto con el agua del mar, lo que produce su litificación (TURNER y VERHOOGEN op. cit.).

*** Metasomatismo de areniscas feldespáticas:** Es habitual en cuencas marinas, la deposición de sedimentos poco evolucionados que contienen cuarzo, feldespato, fragmentos de rocas, etc... (areniscas feldespáticas-grauvacas), que suelen presentar un predominio del sodio sobre el potasio. Teniendo en cuenta la baja temperatura y el elevado contenido de albita del eutéctico cuarzo-albita, es posible que un magma basáltico que este largo tiempo en contacto con grauvacas o sus equivalentes metamórficos, pueda ceder a la roca de caja material químicamente equivalente a una mezcla de cuarzo y albita, donde el agua facilitaría el proceso de contaminación. Las aguas marinas y connatas pueden, además, superponer sus efectos a los de la contaminación citada mediante un proceso denominado de "difusión de volátiles alcalinos" que podrían producir concentraciones locales de sodio, originando la albitización de las rocas sólidas pero calientes del fondo marino. Este mecanismo es parecido a la hipótesis de los niveles sedimentarios de areniscas feldespáticas, pero se diferencia en que ahora participa en el proceso un magma basáltico responsable de la albitización.

Sin embargo, no es necesario recurrir a procesos metasomáticos para explicar el alto contenido en sodio de las rocas albiticas. En zonas volcánicas recientes como las Islas Canarias se han descrito rocas volcánicas de composiciones traquítica y fonolítica con contenidos en sodio comprendidos entre el 8 y 11% (ver análisis). Las diferencias observadas entre estas rocas y las albitas estudiadas aquí estriban en los contenidos más altos de sílice y más bajos en potasio y hierro de las albitas, que pueden explicarse por los efectos posteriores del metamorfismo y, quizás, con una posible participación del metasomatismo.

ANALISIS QUIMICOS DE ROCAS FONOLITICAS DE CANARIAS

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O
1	56,50	18,71	2,27	0,35	2,98	1,10	4,72	8,20	3,69
2	56,90	19,21	2,04	0,46	2,17	0,22	5,45	9,40	2,85
3	56,90	21,82	1,27	0,16	1,41	0,26	5,55	10,76	1,30

La evolución normal de los magmas basálticos alcalinos tiende a dar magmas residuales enriquecidos en sodio. Los factores que pueden influir en esa evolución son los siguientes (TURNER y VERHOOGEN 1963):

- Diferenciación de los magmas madre.
- Reacciones de asimilación con rocas enterradas en el fondo de cuencas marinas.
- Concentración de sodio en fluidos residuales acuosos magmáticos.
- Actividad química producida por aguas marinas y connatas empujadas hacia arriba por efectos del enterramiento de los sedimentos.

Los estudios de lámina delgada realizados en este informe (ANEXO IV), indican que se trata de una roca compuesta fundamentalmente por albita (feldespato sódico), dispuesta en una matriz de grano muy fino (0,020 a 0,040 mm) con marcada orientación fluidal. También se presenta en bandas paralelas una albita más recristalizada (tamaño de grano de 0,20 a 0,50 mm) que forma un mosaico equigranular. Las bandas de albita alternan con otras constituidas por albita-sericita-biotita.

El cuarzo es muy escaso y se presenta rellenando venas posteriores.

La presencia de turmalina indica una posible introducción de fluidos ricos en boro durante el proceso de desvitrificación.

Se han observado opacos distribuidos de forma irregular, o bien asociados a las bandas de albita de mayor tamaño de grano.

Por consiguiente, estas rocas corresponderían en origen a material volcánico de tipo efusivo (cineritas, tobas volcánicas). Sería una porfirita ácida (traquítica-riolítica) muy rica en vidrio volcánico, que sufrió procesos de desvitrificación y recristalización por efectos del metamorfismo. El vidrio volcánico es inestable a temperatura ambiente y tiende a la cristalización espontánea (desvitrificación). Esta última, se produce por estímulos como la presencia de gases volcánicos atrapados o por efectos del metamorfismo. Esto no es de extrañar dada la naturaleza del material volcánico, donde la alta presencia de gases magmáticos (volátiles) proporciona altos índices de explosividad a las erupciones con el desarrollo de fenómenos de tipo nube ardiente, "base surge", lluvias de cenizas, etc...El material resultante, se depositaría en la cuenca con el resto de los sedimentos (se han descrito nubes ardientes que han penetrado hasta 200 m en el mar) quedando, por tanto, interestratificado con ellos (concordante) y sería de la misma edad (Cámbrico). Por último, sufrirían los efectos de las distintas fases orogénicas (F1, F2, F3) con plegamiento, desarrollo de esquistosidad, recristalización de minerales, intrusión de diques de microgranitos porfídicos y fracturación.

3.3. YACIMIENTOS DE ALTERACION

En este tipo de yacimientos se incluye una roca denominada "Cornish stone" utilizada para vidriar, lustrar y esmaltar en la fabricación de cerámica (ROSKILL 1987).

El "Cornish stone" o también "China stone", es un granito alterado y parcialmente caolinizado compuesto por cuarzo, feldespato y caolin, con cierto contenido en micas y fluorita. Se utiliza a veces como sustitutivo del feldespato.

3.4. YACIMIENTOS SEDIMENTARIOS

Los yacimientos sedimentarios se forman por la deposición en cuencas de materiales producto de la meteorización de rocas preexistentes. Bajo condiciones favorables de transporte, clasificación y deposición pueden producirse materiales suficientemente concentrados para constituir yacimientos económicos (PARK y MACDIARMID 1981).

La mayor producción de materiales feldespáticos en España se obtiene a partir de yacimientos sedimentarios. Dentro de este tipo de yacimientos se explotan las arenas feldespáticas.

Las arenas feldespáticas forman generalmente depósitos de materiales de tipo aluvial y de playa. Están compuestas principalmente por cuarzo y feldespato con otros minerales accesorios. Pueden explotarse para obtener feldespato o bien una mezcla cuarzo-feldespato utilizable en la industria (ROSKILL 1987). Se extraen en Carrascal del Rio (Segovia), donde existen importantes depósitos de arenas eólicas Cuaternarias, procedentes de la disgregación de granitos. El feldespato es de tipo potásico, estando ausente la plagioclasa ya que ésta no resiste el prolongado transporte que han sufrido depósitos tan elaborados.

4. ANALISIS DEL SUBSECTOR

4.1. PRODUCCION MUNDIAL

La industria mundial de materiales feldespáticos diferencia dos tipos de productos, en los que las cifras de producción, usos y consumo se tratan por separado: feldespato y sienita nefelínica.

Feldespatos

La producción mundial de feldespatos mineral ha ido creciendo progresivamente, tal y como lo confirman todas las fuentes consultadas. En el período 1972-1985 el incremento fué de 2,61 a 3,95 Mt (millones de toneladas) (Roskill, 1987). Durante el período 1985-1989 el incremento llegó hasta las 4,35 Mt según el U.S. Bureau of Mines (1989). Sin embargo, otras fuentes como el British Geological Survey en su "World Production 1985-89. Preliminary Statistics", estiman una producción mundial para 1989 más alta con 5,5 Mt, aunque confirman también la tendencia creciente de los últimos años.

Esta última fuente, introduce además en el panorama minero mundial del feldespatos importantes diferencias, al colocar a Japón (540.000 t) y Tailandia (515.000 t) en el tercer y cuarto lugar respectivamente por delante de la CEI (antigua URSS).

Seis países se pueden citar como los máximos productores (U.S. Bureau of Mines, 1989): Italia (28% del total mundial), Estados Unidos (15%), CEI (7,7%), Alemania (7%), Francia (4,5%) y España (3,3%).

La CEE produjo en 1989 el 40% del total mundial (2,28 Mt), procedente de Italia, Francia, Alemania, España, Portugal y Reino Unido (Panorama Minero, 1989).

Los precios internacionales se mantienen bastante estables en el mercado. El precio medio de la producción vendible alcanzó los 37,00 \$/tc (dolares/tonelada corta*) en EEUU. Por otro lado la calidad "cerámica en polvo" subió desde las 85-90 Libras/t en 1985 a las 140 Libras/t en 1989 (Industrial Minerals, en Panorama Minero 1989).

Las industrias que principalmente consumen feldespatos son las del vidrio (60 %) y la cerámica (35 %), mercados maduros y

muy estables. Su consumo, y por lo tanto su producción, depende del desarrollo de dichas industrias. Como cabe esperar, el mercado permanece estable y los precios del producto no sufren grandes variaciones. Además, la demanda y la producción están en ligero crecimiento.

Sienita nefelínica

La producción mundial de sienita nefelínica se estima en 3 Mt/año (Roskill, 1987). El mayor productor es la CEI (URSS), aunque se desconocen los datos de producción. Esta, se consume totalmente en la propia industria del Aluminio.

Le siguen en importancia Canada, que descendió en la producción de 600.000 t a 488.000 t/año en el período 1980-85; y Noruega, que incrementó la producción en el mismo período, de 217.000 t a 225.000 t/año (Roskill, 1987).

4.2. PRODUCCION NACIONAL

El crecimiento observado en la producción mundial de feldespatos, es patente también para el caso del mercado español.

España es un importante productor de feldespatos (no hay yacimientos de sienita nefelínica), que ocupa el sexto lugar de la producción mundial (3,3 %). Durante el período 1972-1982 se produjo un crecimiento de la producción de 63.000 t a 130.000 t, que posteriormente descendió a 119.800 t en 1985 (Roskill, 1987).

Este descenso en 1985 no es confirmado por la Estadística Minera Española, que da una producción para ese año de 136.190 t, con un crecimiento posterior hasta las 195.668 t en 1988. Los últimos datos de producción recogidos dan un valor de 198.274 t en 1989 (Panorama Minero 1989), cuyo valor se estima en casi 1.000 Mpts. (988.847×10^3 Pts.). Las principales provincias

productoras son: Segovia, Lugo, Gerona, Madrid y Salamanca.

TABLA XI: PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS

PROVINCIAS	MINERAL(t)	VALOR(10 ³ Pts)	% S/VALOR
Segovia	70.243	438.333	41,4
Gerona	54.358	363.764	38,7
Lugo	67.750	164.212	17,5
Madrid	5.600	19.000	2,0
Salamanca	323	3.565	0,4
TOTAL	198.274	988.874	100,0

Fuente: Panorama Minero 1989

Respecto al comercio exterior, el balance es claramente negativo para España debido a que las importaciones superan ampliamente a las exportaciones.

Las importaciones de feldespato han crecido notablemente, pasando de 18.403 t en 1985 a 70.048 t en 1989 (35,3 % de la producción nacional). El origen de las importaciones son países de la CEE (91,9%) y países extracomunitarios (8,1%) como Suráfrica (6,2%).

Las exportaciones, sin embargo, son muy bajas con valores que presentan grandes oscilaciones (2.576 t en 1986 a 5.188 t en 1989). Las exportaciones se destinaron a la CEE (71,6%) y países extracomunitarios (28,4%) (Panorama Minero 1989).

Las industrias a las que se destinó la producción fueron (Estadística Minera de España, 1989):

- * Cerámica 66,8 %
- * Pigmentos 20,2 %

* Vidrio	12,6 %
* Exportaciones	0,4 %

Total	100,00 %
-------	----------

Es destacable el elevado consumo en pigmentos y el bajísimo consumo en vidrio, modelo muy diferente al del consumo mundial dónde predominan las industrias del vidrio y de la cerámica como principales consumidoras.

Respecto a Galicia, es Lugo la única provincia productora de feldespato desde 1986. Según Estadística Minera, Pontevedra produjo 150 t durante 1985 (último año de actividad).

La producción de Lugo ha ido variando desde 44.070 t en 1985 a 79.377 t en 1988 (Estadística Minera), con descensos en la producción en 1986 (39.112 t) y 1989 (67.750 t, según Panorama Minero). El valor del producto sobrepasó ligeramente los 164 MPts. (millones de pesetas) en la producción de 1989 (17,5% del valor total). El libro de la Minería de Galicia (Xunta de Galicia) recoge una producción de 117.000 t para la provincia de Lugo en 1990, valor que contrasta con las 78.000 t recogidas por el MNRMI Nº1 La Coruña (ITGE, 1991) para el mismo año.

4.3. RESERVAS MUNDIALES

No se dispone de datos cuantitativos de las reservas mundiales de feldespato en rocas ígneas, pegmatitas y arenas feldespáticas. Sin embargo, se sabe que los recursos identificados son suficientes para satisfacer la demanda mundial.

Por otro lado, la distribución de dichos recursos no es ni mucho menos la deseable, ya que su relación con las áreas de consumo no es la adecuada (Panorama Minero 1989).

4.4. RESERVAS NACIONALES

Las reservas nacionales de feldespato (recursos económicos demostrados) ascienden a 32,5 Mt (millones de toneladas), de los cuales 30,5 Mt corresponden a feldespato potásico-sódico y 2,0 Mt a feldespato sódico (Panorama Minero 1989). Se estima que pueden existir unos 761 Mt correspondiente a recursos identificados y no descubiertos, de los cuales 745 Mt serían potásicos y 16 Mt sódicos. Las tablas presentadas a continuación recogen un desglose detallado de las cifras anteriores.

TABLA XII: FELDESPATO POTASICO. RECURSOS NACIONALES

FELDESPATO POTASICO	RECURSOS IDENTIFICADOS		RECURSOS NO DESCUBIERTOS	
	Demostrados	Inferidos	Grado de probabilidad	
	Medidos		Hipotéticos	Especulativos
Económicos	30.454.000	126.903.000		
Económicos marginales	14.334.000	79.591.000	216.564.000	
Subeconómicos	43.124.000	233.717.000		

Unidad: Toneladas

TABLA XIII: FELDESPATO SODICO. RECURSOS NACIONALES

FELDESPATO SODICO	RECURSOS IDENTIFICADOS		RECURSOS NO DESCUBIERTOS	
	Demostrados	Inferidos	Grado de probabilidad	
	Medidos		Hipotéticos	Especulativos
Económicos	2.092.000	2.514.000		
Económicos marginales	418.000	504.000	8.340.000	
Subeconómicos	930.000	1.185.000		

Fuente: Panorama minero 1989

Unidad: Toneladas

El 97% de las reservas y el 96% de los recursos totales de feldespatos potásicos se encuentran en el distrito de Navas de Oro-Carrascal del Río (Segovia).

El 82% de las reservas y el 52% de los recursos totales de feldespatos sódicos se localizan en Llansá (Gerona) (Panorama Minero 1989).

4.5. EMPRESAS PRODUCTORAS

Todas las empresas españolas productoras de feldespatos están recogidas en los anexos de este informe. A continuación haremos un repaso de las más importantes presentando datos actualizados sobre el tipo de yacimiento explotado, producción, reservas, usos industriales del producto elaborado y mercados.

INCUSA

Industrias del Cuarzo, S.A. (INCUSA), es el mayor productor de feldespatos en España. Es subsidiaria de Cristalera Española, S.A.

El yacimiento explotado es de tipo sedimentario y se trata de depósitos de arenas feldespáticas en Carrascal del Río (Segovia). Las reservas seguras son de 40 Mt (millones de toneladas) y las probables de 100 Mt (Industrial Minerals, Junio 1991).

Tres tipos de productos: feldespatos potásicos, arena seca y arena para vidrio, se obtienen en la moderna planta de tratamiento (300.000 t/año de capacidad), donde el material sigue el siguiente proceso: clasificación, lavado, flotación, separación de arena y feldespatos, secado, molienda, micronización y eliminación de las impurezas de hierro. El feldespatos potásico obtenido presenta los siguientes valores en porcentajes (Ind. Min. Jun/91):

SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
67,9	11,1	2,11	0,11	17,0

Las producciones de los tres tipos de productos son las siguientes:

- 80.000 t/año de feldespato potásico.
- 140.000 t/año de arena seca.
- 60.000 t/año de arena para vidrio.

De las 80.000 t de feldespato producidas, 54.000 t/año se exportan a: Reino Unido, Italia, Francia, Portugal y Marruecos. Unas 6.600 t/año son de consumo propio. El feldespato se vende para su uso en cerámicas, fritas, esmaltes, porcelana, porcelana de calidad (china), porcelana sanitaria, etc...

A pesar de la recesión económica en los mercados de la construcción y el sector del automóvil, que han afectado al vidrio y la cerámica, la empresa tiene prevista una expansión para los próximos 5 años aumentando la producción de feldespato hasta las 160.000 t/año (Ind. Min. Jun/91).

LLANSA, S.A.

Llansa, S.A. es subsidiaria de la empresa Minar, S.A. El yacimiento explotado es de tipo pegmatítico, compuesto por filones de potencia métrica y varios kilómetros de corrida (Roskill, 1987). El principal depósito, así como la planta de tratamiento (80.000 t/año), está situado a 4 Km. de Llansa (Gerona). La composición de los filones es sódica y sódico-potásica explotándose cinco canteras (Roskill 1987): 3 de feldespato sódico y 2 de feldespato sódico-potásico. El material se caracteriza por la uniformidad composicional.

En la tabla siguiente se dan los valores medios composicionales del feldespato sódico y el sódico-potásico:

FELDESPATOS DE LLANSA, S.A.

Oxidos(%)	Na-K	Na
SiO ₂	73,25	74,30
Al ₂ O ₃	15,50	15,40
Fe ₂ O ₃	0,35	0,20
K ₂ O	4,30	2,00
Na ₂ O	4,80	6,80
TiO ₂	-	-
CaO ²	0,90	0,80
MgO	0,10	0,10
LOI	0,75	0,40

Fuente: Ind. Min. Jun/91

El material extraído sigue el proceso siguiente en la planta: trituración a 150 mm, lavado para la separación de arcillas, selección manual y segunda molienda a 12 mm. El feldespato separado se somete al proceso siguiente: molienda, separación magnética de impurezas, separación neumática (por aire) de especies de feldespato (sódico y potásico) y clasificación por aire (Roskill 1987; Ind. Min. Jun/91).

El producto elaborado se destina a diferentes usos según su composición (Roskill 1987):

FELDESPATO Na-K	FELDESPATO Na
Sanitarios	Porcelana
Filler	Vidrio
	Esmaltes

Llansa, S.A. suministra sus productos a empresas nacionales principalmente, aunque una pequeña parte de la producción se exporta a Portugal, Francia y Norte de Africa. La empresa además, comercia con feldespato potásico (10,9% K₂O, 0,07 Fe₂O₃), sílice (99% SiO₂, 0,025% Fe₂O₃) y chamota (25,35% Al₂O₃)(Ind. Min.

Jun/91).

RIO PIRON, S.A.

Compañía Minera Río Pirón, S.A. produce feldespatos potásicos desde Abril de 1989. Es subsidiaria de varias entidades: Banco Bilbao Vizcaya, Promotora de Recursos Naturales (PRN), Grupo Monthisa y Sociedad para el Desarrollo Industrial de Castilla y León (SODICAL).

Explota un yacimiento de tipo sedimentario (arenas feldespáticas) en Navas de Oro (Segovia), con unas reservas calculadas de 61 Mt (millones de toneladas). El depósito contiene una proporción del 40% de feldespatos y 60% de arena silicea y feldespática, con un tamaño de grano inferior a los 5 mm (Ind. Min. Jun/91).

El tratamiento del material en planta (40.000 t/año de capacidad) es el siguiente: flotación para separar las arenas y las impurezas (< 1%) como micas y arcillas, secado y separación magnética de alta intensidad (20.000 gauss). Se obtienen dos tipos de productos:

- Grado vidrio (FV-016): granulometría 0,1-0,6 mm.
- Grado cerámica:
 - FC-150: granulometría a 150 mallas. Uso: esmaltes.
 - FC-200: 200 mallas. Usos: lozas y porcelanas.
 - FC-325: 325 mallas. Uso: porcelana electrotécnica y decorativa.

La composición es la siguiente (Ind. Min. Jun/91):

RIO PIRON. GRADOS CERAMICA Y VIDRIO

Oxidos(%)	Vidrio	Cerámica
SiO ₂	67,80	68,00
Al ₂ O ₃	17,60	17,30
Fe ₂ O ₃	0,09	0,09
K ₂ O	10,80	10,80
Na ₂ O	2,50	2,50
TiO ₂	0,05	0,05
CaO	0,55	0,55
MgO	0,06	0,06
LOI	0,50	0,50

Fuente: Ind. Min. Jun/91

La compañía produce 30.000 t/año de feldespatos, que se consumen en el mercado nacional: industrias de los envases de vidrio y la cerámica. En cerámica el feldespatos se utiliza en esmaltes (90 %), lozas, porcelanas y sanitarios (10 %). Se pretende también un aumento de la producción (60.000 t) si sube el precio del feldespatos en el mercado. Portugal podría ser uno de los destinos del producto de esta empresa (Ind. Min. Jun/91).

En Galicia existen tres empresas productoras de feldespatos, siendo esta una de las comunidades españolas más productoras:

BASAZURI, S.L.

Basazuri y Sulurak, S.L., explota un yacimiento de feldespatos sódico (albita) de tipo vulcano-sedimentario interestratificado en las Pizarras de Tránsito de la Formación Cándana (Cámbrico Inferior), situado en el municipio de Barreiros (Lugo). Los últimos estudios realizados por la empresa dan unas reservas próximas a las 750.000 t.

El mineral está constituido casi exclusivamente por albita pura (97 %), con un contenido de sodio en roca fresca del 10% (8% en roca alterada). Su composición química es la siguiente:

BASAZURI, S.L. ALBITA

Oxidos(%)	Na
SiO ₂	67,92
Al ₂ O ₃	19,45
Fe ₂ O ₃	0,27
K ₂ O	0,51
Na ₂ O	10,26
TiO ₂	0,01
CaO	0,28
MgO	0,56

Fuente: Gabinete Minero (1988)

La producción es de unas 73.000 t/año y el material obtenido en la cantera se transporta en camiones hasta la planta próxima a Foz que posee la empresa. Sigue como único tratamiento la molienda (< 25 mm) y no precisa ningún tipo de depuración, obteniéndose un producto comercial (V-5) de calidad cerámica.

El producto se utiliza en la industria nacional, principalmente en grés de cerámica y sanitarios, suministrándose a las empresas Porcelanosa y Roca.

FELDESPATOS DE SILAN, S.A.

Feldespatos de Silán, S.A. explota un complejo filoniano de pegmatita-aplita, que encaja en migmatitas y granitos de dos micas del Macizo de San Ciprian. El yacimiento se situa en las inmediaciones del Pico de Escoiras (carretera de Viveiró a El Carmen), en la provincia de Lugo.

Los diques presentan direcciones variables de N-S a N30°E y buzamientos generales al Este. La potencia oscila entre 4 y 24 m. y las corridas medias son de 400 m. (máximo > 1000 m.). Las reservas calculadas son de 5 Mt (millones de toneladas) hasta los 15 m de profundidad. Actualmente se mantienen dos frentes activos situados cada uno en un dique pegmatítico diferente.

El material extraído se trata en planta donde sigue el proceso siguiente: machaqueo, molienda, cribado y separación magnética de alta intensidad para eliminar impurezas (micas, turmalinas, granates y minerales férricos). Se obtiene una mezcla cuarzo-feldespatos aplicable en la industria, con dos tipos de productos elaborados: M-20 (800 micras) y M-200 (75 micras). La composición del todo-uno y de los productos elaborados se da a continuación:

FELDESPATOS DE SILAN, S.A.

Oxidos(%)	Todo-uno	Producto elaborado	
	Na-K	M-20	M-200
SiO ₂	71,57	74,6	73,45
Al ₂ O ₃	15,58	15,10	15,56
Fe ₂ O ₃	0,38	0,15	0,17-1,20
K ₂ O	8,04	5,52	5,30
Na ₂ O	3,68	3,83	4,36
TiO ₂	0,00	0,00	0,00
CaO ²	0,18	0,49	0,50
MgO	0,11	0,06	0,09

Fuente: IGME 1978

Fuente: Feld. de Silán (1992)

La producción oscila entre 4.500-6.000 t/año según pedidos. El precio de venta del producto elaborado oscila entre 8.000 y 16.000 pts/t según granulometrias. Trabajan 6 operarios.

La producción se consume principalmente en la industria nacional cerámica (lozas, porcelanas y baldosas de grés), aunque una pequeña parte del producto se exporta a Italia. Feldespatos de Silán, S.A. suministra a multitud de empresas del sector cerámico gallego (Cerámica de Sargadelos, Empresas Alvarez), a empresas del resto del sector cerámico nacional (Porcelanas Sanbo, S.A. y Porcelanas Tohous de Valencia; Cerámica Industrial Mongatina, S.A. de Barcelona) y al resto de empresas explotadoras de feldespatos en Galicia (Basazuri, S.L. y Materiales Cerámicos de Burela, S.A.).

La empresa proyecta actualmente la introducción de mejoras en el tratamiento del producto en fábrica mediante la instalación de molinos más adecuados. Se pretende con ello una molienda sin finos inferiores a 75 micras, lo que repercutiría en una mejor depuración del feldespatos en la separación magnética de alta intensidad (se conseguiría un porcentaje de Fe_2O_3 inferior al 0,1%).

MATERIALES CERAMICOS, S.A.

Materiales Cerámicos de Burela, S.A. explota un yacimiento de rocas albíticas en el paraje costero de Punta do Castro, en el municipio de Barreiros (Lugo).

Se trata del mismo tipo de yacimiento explotado por Basazuri, S.L. aunque en este caso, los niveles de albita se sitúan en un nivel estratigráfico superior, próximos al techo de las Pizarras de Tránsito.

El todo-uno se trata en la fábrica situada en Burela, donde es sometido exclusivamente a molienda (70 micras). No precisa depuración.

MAT. CER. S.A. ALBITA Roca alterada

Oxidos(%)	Na
SiO_2	67,10
Al_2O_3	17,82
Fe_2O_3	2,75
K_2O	1,63
Na_2O	4,53
TiO_2	0,90
CaO	0,47
MgO	1,60
P.F.	2,70

Fuente: Mat. Cer., S.A.

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
PC-4	66,18	17,92	0,79	0,90	0,51	2,89	1,16	8,80
PC-5	93,02	3,70	0,34	0,12	0,19	0,00	0,00	2,41
PC-6	73,78	11,77	0,87	0,67	1,69	2,33	0,14	6,13
PC-7	65,35	19,03	0,47	0,91	1,38	0,92	0,12	10,19
PC-8	94,04	1,78	0,78	0,05	0,42	1,15	0,41	0,67

Fuente: ITGE 1992

La producción aproximada es de unas 300-400 t/mes, utilizadas para el consumo propio de la empresa. La albita se utiliza como fundente en la fabricación del cuerpo cerámico de baldosas de grés. El esmaltado se realiza con feldespato sódico-potásico adquirido a Feldespatos de Silán, S.A.

EMPRESAS NUEVAS

Explotaciones Cerámicas Españolas, S.A. (ECESA), hasta ahora explotadora de yacimientos de caolín asociados a la alteración de "sills" de felsita en Lugo, tiene en proyecto (1992) la explotación de un yacimiento de feldespato potásico de bajo contenido en hierro en Avila (Ind. Min. Jun/91).

La empresa espera abastecer el mercado nacional, aunque también se exportará parte de la producción.

4.6. CONSUMO

Según Industrial Minerals, los materiales feldespáticos producidos en el mundo se consumen de la siguiente manera:

INDUSTRIA DEL VIDRIO (60 %)

- * Recipientes de vidrio
- * Vidrio plano
- * Fibra de vidrio

INDUSTRIA DE LA CERAMICA (35 %)

* Cerámicas

Hay diferencias en el modelo de consumo dentro de los países europeos, así como entre países desarrollados y países en vías de desarrollo.

Se consume feldespato y sienita nefelinica principalmente en las industrias del vidrio y la cerámica, ambos mercados maduros. No obstante, los productores explotan nuevos mercados y así en 1986 el 10% de la producción se consumía fuera de los mercados habituales.

En 1985 se produjeron en el mundo 7,1 Mt (millones de toneladas). La CEI es el mayor consumidor (28%), seguido de EEUU (13%), que consume el feldespato en las siguientes industrias:

* Vidrio	55 %
* Cerámica	45 %
* Esmaltes y aislantes eléctricos	< 1 %

Los seis países (excepto la CEI) más consumidores se presentan en la tabla XIV (miles de t):

TABLA XIV: PAISES MAS CONSUMIDORES DE FELDESPATO

País	Producción	Import.	Export.	Consumo aparente
USA	635	303	8	930
Canadá	521	-	387	134
Japón	452	8	28	432
Italia	1.116	26	40	1.102
Alemania	280	111	21	370
Francia	210	68	53	225
TOTAL	3.214	516	537	3.193

Fuente: US Bureau of Mines, Washington.
 Canadian Mineral Yearbook.
 Tabla 5. Apéndice A.

El feldespato, la sienita nefelínica o la aplita son hasta cierto punto intercambiables, aunque para ciertos productos hay ventajas técnicas usando un fundente determinado.

Los feldespatos sódicos y potásicos se reemplazan fácilmente los unos a los otros, no obstante el feldespato potásico de alta calidad se usa en ciertas aplicaciones especiales en las que es insustituible como "porcelana electrotécnica de alta intensidad".

El transporte genera unos altos costos (hasta el 50%). De esta forma, la elección del material feldespático depende hasta cierto punto de la naturaleza de los depósitos locales. El control de costes es muy importante en la industria del vidrio, dónde los recipientes de cristal tienen una alta competencia en los recipientes de plástico (PET) y los metálicos. Además el crecimiento en popularidad del reciclaje reduce la demanda de materias primas.

En Canadá, CEI (URSS) y Noruega existen grandes depósitos de sienita nefelinica. La producción doméstica de ésta supera a la de feldespatos (y por tanto su utilización).

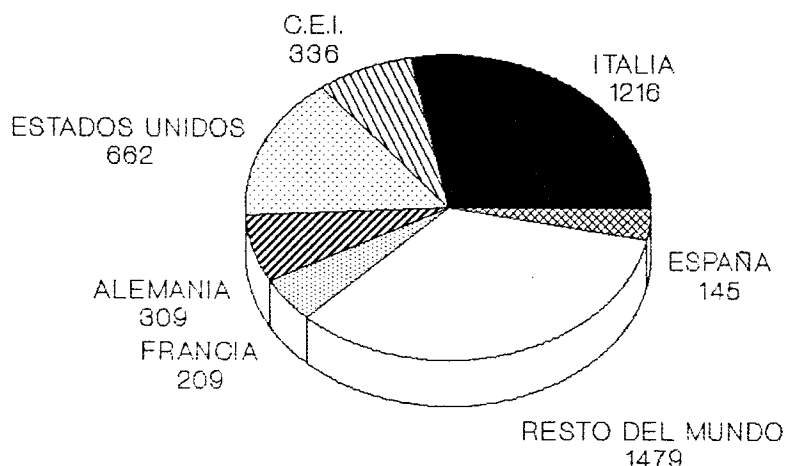
En Japón, dónde existen grandes depósitos de aplita, el consumo de ésta supera al de los feldespatos.

En EEUU, el consumo de uno u otro material se puede dividir en áreas geográficas en las que predominan uno u otro tipo de rocas: aplita, feldespato ó sienita nefelinica.

FELDESPATO MINERAL

PRODUCCION MUNDIAL 1989

Unidad: Miles de t.

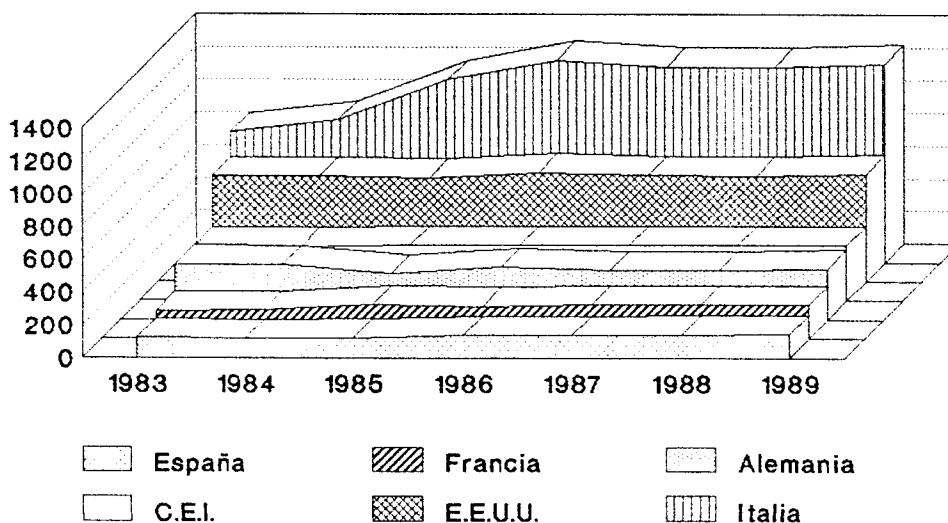


Fuente: Min. Commodity Summaries, 1990
 En: Panorama Minero 1989 (1991)
 C.E.I.: Com. Estados Indep. (URSS)

FELDESPATO MINERAL

PRINCIPALES PRODUCTORES

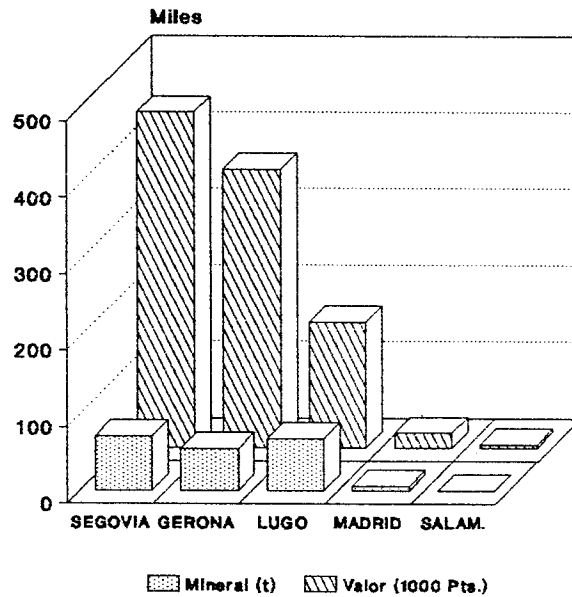
Unidad: Miles de t.



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

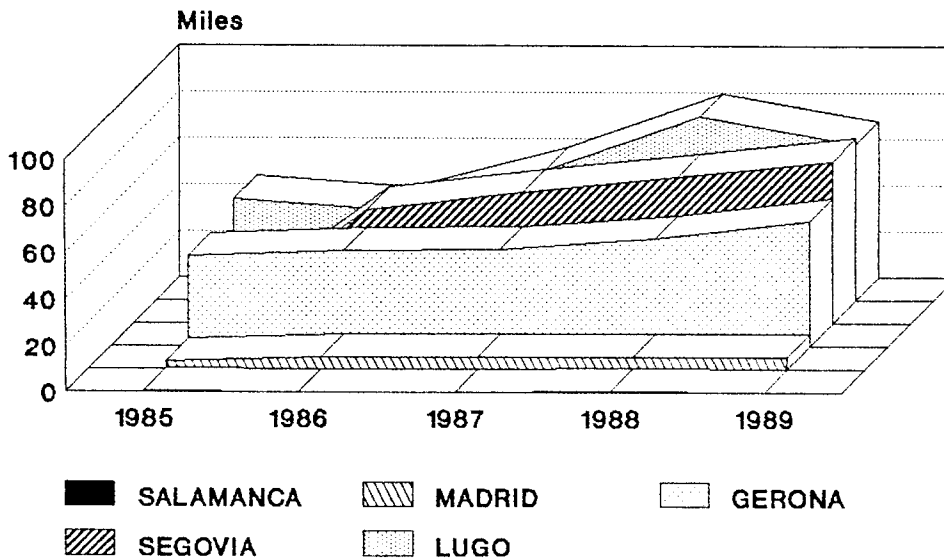
Fig. 4.1.- Gráficos de distribución de la producción mundial de feldespato.

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.

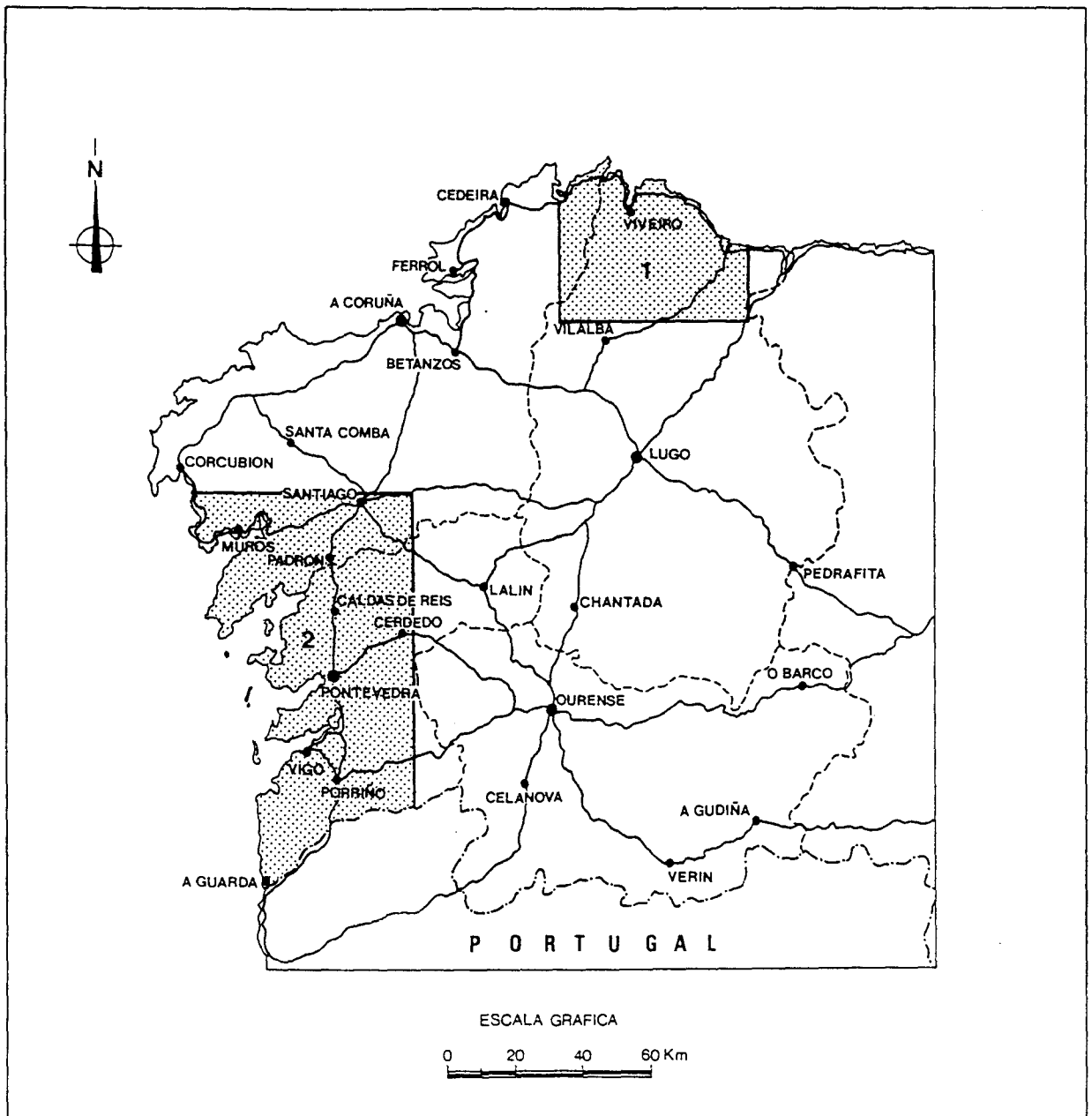
La presencia de rocas albíticas está restringida a determinados niveles estratigráficos del Cámbrico (Grupo Cándana: Pizarras de Tránsito) y, hasta el momento, sólo se han encontrado indicios en la parte Norte de la provincia de Lugo.

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 (figura 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 durante la realización de este informe.



1.- ZONA NORORIENTAL

2.- ZONA SUROCCIDENTAL

Fig. 5.1.- Situación de las zonas con indicios de felde spatio estudiadas

5.2. AREA NORORIENTAL

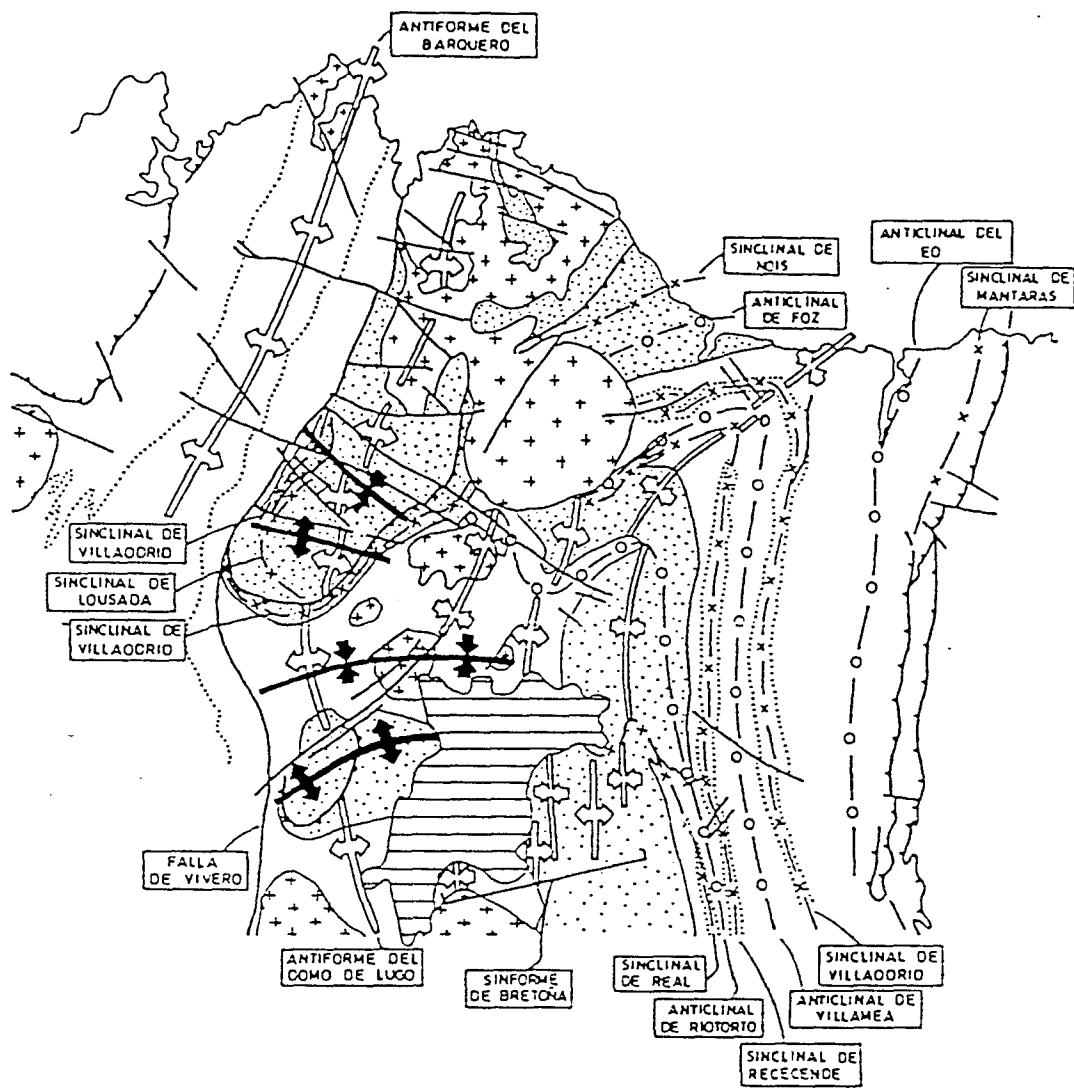
5.2.1. RASGOS GEOLOGICOS

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

Geológicamente, se enmarca en la denominada Zona Asturoc-idental-Leonesa (LOTZE 1945, JULIVERT et al. 1972) del Macizo Ibérico, dentro del Dominio del Manto de Mondoñedo (MARCOS 1973). 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, se situa en el Antiforme del Narcea, muy alejado de este área.

El área estudiada, presenta estructuralmente una configuración definida por tres tipos de estructuras mayores (BASTIDA, F. et. al. 1987): un apilamiento de grandes pliegues acostados, isoclinales y vergentes al Este (Fase 1), cabalgamientos con la misma vergencia (Fase 2) y grandes pliegues abiertos con superficie axial subvertical (Fase 3).

Como estructuras mayores tenemos (Fig. 5.2.): 1) Un importante cabalgamiento en la base del conjunto (Manto de Mondoñedo), que presenta una amplia zona de deformación dúctil y cuya erosión descubre al Oeste una semiventana tectónica (Semiventana del Gistral). 2) Una serie de pliegues anticlinales y sinclinales cuyas trazas axiales, de dirección N-S, se curvan cambiando a una dirección NE-SO, como consecuencia de la interferencia con pliegues de Fase 3. Todos los pliegues son de gran tamaño, y su flanco inverso presenta longitudes próximas a los 10 Kms (hasta 15 Kms en el Sinclinal de Villaodrid). Asociados a estos grandes pliegues, se desarrollan otros de ordenes menores con longitudes de flanco hectométricas y



LEYENDA

	Granitoides		Sinclinal de la 1ª fase
	Cámbrico Inferior		Anticlinal de la 1ª fase
	Cuencas Terciario-Cuaternarias		Cabalgamiento
			Antiforme de la 3ª fase
			Sinforme de la 3ª fase
			Antiforme transversal
			Sinforme transversal

Fig. 5.2.- Estructuras mayores en la zona del Manto de Mondoñedo. Tomado del MAGNA E. 1/200.000 Nº1 (LA CORUÑA).

decamétricas (IGME 1984).

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

SUCESION ESTRATIGRAFICA DEL MANTO DE MONDOÑEDO

Se caracteriza por la presencia de materiales del Paleozoico Inferior, 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, Caliza de Cándana). Las formaciones de rocas de muro a techo son las siguientes (IGME 1984):

- * Serie de Villalba
- * Grupo Candana:
 - Cuarcita de Cándana Inferior
 - Pizarras de Cándana
 - Cuarcita de Cándana Superior
 - Capas de Tránsito (pizarras)
- * Caliza de Vegadeo
- * Serie de Los Cabos
- * Pizarras de Luarca
- * Capas de La Garganta

Nuestro interés se centra en el Grupo Cándana (MARTINEZ CATALAN 1981), donde se encuentran los yacimientos de rocas albíticas estudiados en este informe. Este grupo litológico, se encuentra representado en el autóctono y alóctono del Manto de Mondoñedo, presentando importantes diferencias litológicas entre

ambas zonas (Fig. 5.3). Mientras en el autóctono sólo se distinguen dos formaciones (Capas de Candana Inferior y Cuarcita de Gistral), en el alóctono se separan las cuatro formaciones citadas anteriormente.

Las rocas albiticas se han encontrado exclusivamente en el alóctono del Manto de Mondoñedo, dentro de las Pizarras de Tránsito y en unas facies cuarcíticas anómalamente intercaladas en esta unidad (MARTINEZ CATALAN 1981). Son visibles en las Playas de Benquerencia (Norte de Lugo), donde puede verse una estructura de segundo orden asociada al flanco normal del Anticlinal del Eo, de primer orden.

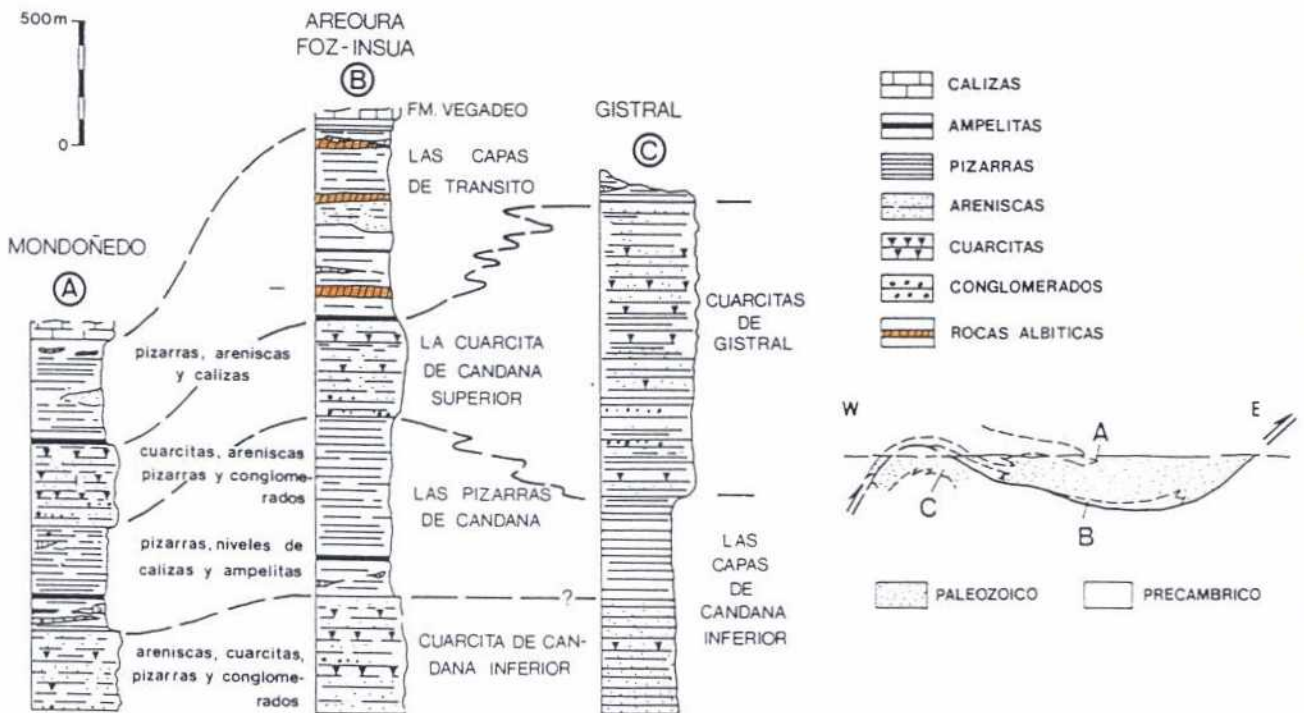


Fig. 5.3.- Columnas estratigráficas situadas en diferentes puntos del manto de Mondoñedo. A y B sobre el alóctono. C sobre el autóctono.

La estructura esta formada por un anticlinal y un sinclinal con una longitud de flanco de unos 500 m. Asociados a ellos, en las zonas de charnela, se presentan otros pliegues de tercer y cuarto orden. Todos los pliegues estan acostados y son isoclinales (ALLER y PULGAR op. cit.). En la cartografia 1/10.000 presentada en este informe (ANEXO VI), puede verse un corte detallado de estas estructuras.

Interestratificados con los materiales de edad Cámbrico Inf. del Grupo Cándana (Cuarcita Superior y Pizarras de Tránsito), se encuentran una serie de materiales de composición albítica y origen volcano-sedimentario, afectados por la desvitrificación de vidrios volcánicos y por efecto del metamorfismo regional.

LAS ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

Las rocas graníticas hercínicas son muy abundantes en la parte occidental del área estudiada y tienen relación con los yacimientos pegmatíticos. 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, a grandes rasgos, de morfología alargada, y subconcordantes con las estructuras hercínicas principales. Otras veces, son de contornos irregulares. Se han estudiado en este informe los macizos de San Ciprian y Monseibán.

Macizo de San Ciprian

El Macizo de San Ciprian forma un extenso afloramiento (240 Kms²) entre la Ria de Viveiro y Burela (Norte de Lugo). Sus contornos son muy irregulares debido a la gran cantidad de retazos de roca encajante que engloba en su interior. En conjunto, presenta una forma trapezoidal con el eje de simetria

en dirección N 30° E (IGME 1987).

El Granito de San Ciprián, intruye en las cuarcitas y esquistos Cámbricos de la Formación Cándana, en una serie de esquistos, gneises y cuarcitas Precámbricos con grado de migmatización variable, en el Granito de La Tojiza y en el Conjunto Plutónico de Vivero. Los contactos con los materiales metamórficos y los granitos de Vivero y La Tojiza son intrusivos y de carácter muy neto. Sin embargo, los contactos con la serie migmatizada son más complicados y aparentemente más difusos, debido a un proceso de disgregación de los xenolitos más migmatíticos en el granito. No obstante, vistos en detalle, los contactos son netos en la inmensa mayoría de los casos. Por tanto, no es adecuado asignar un origen autóctono o paraautóctono a este macizo que parece ser claramente alóctono e intrusivo.

El macizo, presenta una amplia variedad de facies. La principal esta formada por granitos de dos micas de grano medio (3 mm), con algunas variaciones locales del tamaño de grano y las proporciones de las micas. Existen variedades porfídicas en la parte NE del macizo, con tamaños de los megacristales entre 0,6 y 3 cm (IGME 1987). También se han observado rocas equigranulares muy homogéneas.

En toda la zona occidental, son abundantes los granitos de dos micas turmaliníferos, muy relacionados con las intrusiones pegmatíticas. En las rocas de grano fino más leucocráticas la turmalina se presenta en individuos muy pequeños formando agrupaciones nodulares de tamaño centimétrico.

En zonas con abundantes afloramientos metamórficos, aparece una facies de granitos heterogéneos, rocas de grano fino-medio con textura sacaroidea y rocas heterogranulares entremezcladas. Presentan una disposición groseramente bandeada de inhomogeneidades y alternancias litológicas (rocas de grano fino, rocas heterogranulares y bolsadas pegmatoides). Las inhomogeneidades pegmatoides son, en general, de pequeño tamaño, tienen contactos

difusos y graduales con el granito y presentan una composición principalmente cuarzo-feldespática con cantidades relativas de moscovita, turmalina, biotita, granate y a veces, berilo (IGME 1987).

También se encuentran granitos con predominio de la biotita. Son frecuentes en la parte NO del macizo donde el granito de San Ciprián intruye sobre el Conjunto Plutónico de Vivero, formando filones o masas de grandes dimensiones (algunos indicios pegmatíticos estudiados en el Macizo de Vivero son intrusiones del granito de San Ciprian).

Las manifestaciones filonianas más frecuentes son las constituidas por lentejones, bolsadas, bandas y diques pegmatíticos, muy comunes en las zonas de granitos heterogéneos y granitos turmaliníferos de la parte occidental del macizo. La mayoría de estas manifestaciones presentan escasas dimensiones y son muy irregulares. Solamente en algunos casos se observan diques de dimensiones cartografiables y potencias métricas.

La composición mineralógica es la siguiente (IGME 1987):

- Minerales principales: Cuarzo, microclina, plagioclasa, moscovita, biotita.
- Minerales accesorios: Apatito, circón, opacos, fluorita, turmalina, granate, berilo, monacita.
- Minerales secundarios: Clorita, sericita, moscovita, opacos, rutilo, esfena, feldespato potásico, minerales arcillosos.

Macizo de Monseibán

El Granito de Monseibán es un afloramiento irregular, de forma groseramente ovoide, cuyo eje tiene una dirección E-O (IGME 1987). Esta situado al Sur de los macizos de San Ciprián y La Tojiza y presenta una superficie aproximada de 34 Km².

El Macizo de Monseibán se emplaza en los materiales esquistosos Precámbricos de la Serie de Villalba. Los contactos son netos e intrusivos y cortan a la esquistosidad en numerosas ocasiones. También son frecuentes las intrusiones en forma de "sills" paralelamente a los planos de la esquistosidad (IGME 1987).

La facies principal corresponde a un granito de dos micas leucocrático de grano medio (2-3 mm), que puede variar insensiblemente a tamaños de grano más gruesos o más finos. Predomina la moscovita sobre la biotita. Presenta una orientación de las micas que define una foliación de dirección NE y que indica una deformación no muy intensa.

Próximos a los contactos, puede verse una facies inequigranular, heterogénea, que pasa gradualmente a la facies normal. También se observan estructuras de flujo en forma de disposiciones en bandas irregulares de heterogeneidades litológicas, que incluyen bandas aplitico-pegmatíticas y heterogranulares.

Son frecuentes las manifestaciones filonianas en forma de lentejones y diques de escasa potencia en general (centimétricas a decimétricas). Las rocas presentes son aplitas, aplopegmatitas, leucogranitos de grano fino heterogranulares y pegmatitas. Es común el paso de aplitas a pegmatitas en el mismo filón o lentejón, que suelen presentar contactos irregulares con el granito. Algunos filones tienen dimensiones cartográficas del orden del kilómetro (IGME 1987).

Las pegmatitas presentan una composición cuarzo-feldespática, con la moscovita subordinada. La turmalina es poco frecuente.

La composición mineralógica del macizo es la siguiente (IGME 1987):

- Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa, microclina, moscovita.

- Minerales accesorios: Biotita, apatito, circón, opacos.
- Minerales secundarios: Clorita, sericita, opacos.

Los granitoides biotíticos forman dos tipos de macizos: granodioritas precoces (macizos alargados) y granodioritas tardías (macizos circunscritos). Sin embargo, sus características químicas y mineralógicas son comunes, diferenciándose en el grado de deformación, la edad de emplazamiento 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.

Petrográficamente son: adamellititas, granodioritas y cuarzodioritas-tonalitas (raramente). Químicamente presentan altos contenidos en calcio, álcalis, alúmina, hierro y magnesio (ITGE 1991a).

Estudiaremos exclusivamente el Macizo de La Tojiza, ya que los indicios encontrados en el Conjunto Plutónico de Vivero corresponden en su inmensa mayoría a intrusiones del Macizo de San Ciprián, ya descrito.

Macizo de La Tojiza

El granito biotítico (granodiorita tardía) de La Tojiza está situado entre Ferreira (O Valadouro) y Mondoñedo (Norte de Lugo), al Este del Macizo de San Ciprián. Tiene una forma subcircular y ocupa una extensión de 200 Km² (IGME 1987).

Intruye en los esquistos Precámbricos de la Serie de Villalba, en las metaareniscas y pizarras Cámbricas de la Formación Cándana, en las cuarcitas de la Serie de Los Cabos y en el granito de dos micas de San Ciprián. Los contactos con

todas estas unidades son netos, discordantes e intrusivos (IGME 1987).

La facies litológica principal es muy homogénea y consiste en un granito biotítico porfídico. La biotita suele ser el único mineral micáceo, estando la moscovita subordinada cuando se presenta. Se han observado algunas variaciones sobre la facies principal, con la presencia de leucogranitos de grano fino-medio que se presentan como filones y masas incluidas en el granito porfídico (IGME 1987).

Otras variaciones interesantes, son las rocas episienitizadas. Se trata de facies normales con pérdida de cuarzo, enrojecimiento de los feldespatos y degradación de la biotita y la plagioclasa. Son procesos postmagmáticos en relación con fracturas. Algunas de estas rocas se han dado erróneamente como indicios de feldespato.

Es común la presencia de enclaves y megaenclaves xenolíticos con dimensiones máximas de hasta algún kilómetro. Se trata de rocas metasedimentarias constituidas por metapelitas, metasamitas y algunas rocas calcoesquistosas (IGME 1987).

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 las manifestaciones filonianas del granito, se presentan masas y bolsadas pegmatoides de tamaño variable, con una composición casi exclusivamente cuarzo-feldespática (feldespato potásico dominante). Son diferenciaciones lentejonares irregulares dentro de la masa del granito (ej. indicio nº 29 FROUXEIRA) y suelen ser muy escasas. Otro tipo de manifestaciones muy escasas y de pequeña importancia, son las formadas por pegmatitas feldespáticas y filoncillos de feldespato potásico con potencias que oscilan entre 0,7 y 2 m (ej. indicio nº 30 RUFINITO).

5.2.2. DESCRIPCION DE INDICIOS Y EXPLOTACIONES

INTRODUCCION

Se han estudiado en la Zona Nororiental un total de 37 indicios y explotaciones de materiales feldespáticos (Mapa 1), de los cuales 14 son indicios nuevos añadidos durante la realización de este informe y 23 son indicios revisados.

La mayor parte de los indicios revisados presentaban un grado de investigación medio-alto, con esquemas y mapas geológicos, análisis químicos, láminas delgadas, calicatas, sondeos y, en un caso, calicatas eléctricas. Sobre ellos sólo se realizó una revisión de campo.

En el caso de indicios nuevos se realizaron reconocimientos de campo, cartografía geológica (rocas albíticas), análisis químicos (fluorescencia de Rayos X) y mineralógicos (difracción de Rayos X), sólo en los indicios más interesantes. Además se ha realizado una campaña de geofísica mediante métodos eléctricos y magnéticos para poner a punto un sistema de investigación de feldespatos, aplicado a los principales tipos de yacimientos. Se realizaron calicatas eléctricas y magnetometría (pegmatitas de Silán) y sondeos electromagnéticos (albitas de La Quinta). Ver ANEXO VII.

La descripción de indicios que se da a continuación, se ha realizado agrupandolos por tipos de yacimientos: pegmatitas, rocas albíticas, diques de feldespato y diques anulares.

En el apartado de conclusiones, se recogen en tablas las principales características de los indicios revisados y de aquellos nuevos añadidos durante la realización de este informe.

PEGMATITAS

Ceranzos (1)

Esta situado próximo al pueblo de Ceranzos (carretera Pereiraboa-Ceranzos) y la playa de Esteiro.

Presenta un conjunto de diques y filones de poca potencia y muy irregulares con importantes cambios laterales de espesor. Entre ellos destaca un dique principal de textura muy homogénea, sin cambios ni mezclas aplíticas y de potencia métrica. Este dique también presenta irregularidades observadas en los afloramientos de la playa, donde se divide en tres miembros de menor potencia intercalando roca de caja y disminuyendo su interés minero. Las características principales son las siguientes:

Dirección: N 30° E
Buzamiento: subvertical a 56° E
Corrida: 450 m
Potencia: 15 m (máxima)

La roca de caja es un granito biotítico de grano medio fuertemente orientado (Granodiorita de Vivero). La foliación, esta marcada por la orientación de las biotitas con valores de 120/68° N. Los contactos diques-roca de caja son muy netos. Sin embargo, los indicios de pegmatita son intrusiones de granitos de dos micas (seguramente del granito de San Ciprián). Estos diques cortan a otros previos seguramente relacionados con la granodiorita.

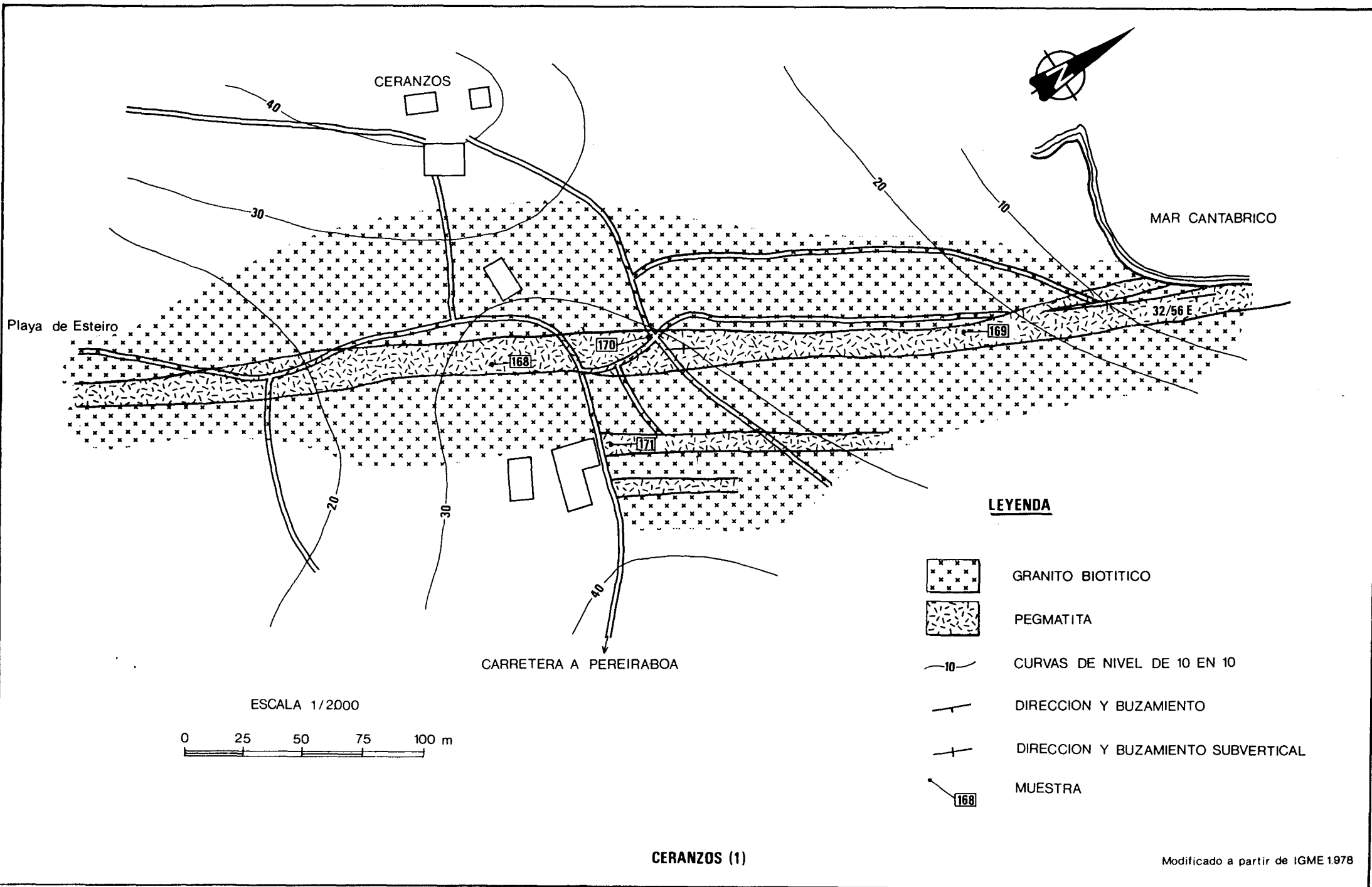
Se han observado algunas cavidades miarolíticas rellenas de cristales de cuarzo.

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

Las reservas del dique mayor se estiman en unas 250.000 t hasta los 15 m. de profundidad (IGME 1978). Su potencial minero es bajo ya que se encuentra próximo a viviendas, su continuidad en profundidad no esta asegurada y la potencia es muy variable. 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 variaciones en profundidad. También son posibles importantes cambios de buzamiento.

Se obtuvieron los siguientes resultados del análisis de cuatro muestras (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
168	65,11	21,22	0,27	0,01	0,22	0,03	2,18	10,54
169	71,97	16,10	0,25	-	0,16	0,03	9,38	1,80
170	68,58	17,99	0,17	-	0,18	0,05	10,7	1,99
171	71,89	16,02	0,13	-	0,19	0,03	9,09	2,26



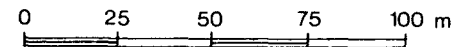
CERANZOS

MAR CANTABRICO

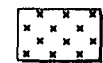
Playa de Esteiro

CARRETERA A PEREIRABOA

ESCALA 1/2000



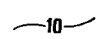
LEYENDA



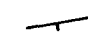
GRANITO BIOTITICO



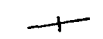
PEGMATITA



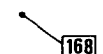
CURVAS DE NIVEL DE 10 EN 10



DIRECCION Y BUZAMIENTO



DIRECCION Y BUZAMIENTO SUBVERTICAL



MUESTRA

CERANZOS (1)

Modificado a partir de IGME 1978

Santiago (2)

Esta situado en el monte O Castelo (Celeiro), al Norte de Viveiro.

En esta zona, el granito de dos micas de San Ciprián intruye a la granodiorita de Vivero con múltiples apófisis, diques y masas pegmatíticas. Ambos cuerpos graníticos presentan filones y diques de pegmatita, por tanto, se pueden diferenciar dos tipos de indicios: aquellos pertenecientes a la granodiorita de Vivero, y los incluidos en el macizo de San Ciprián.

Indicios en la granodiorita de Vivero. Se ha estudiado un dique pegmatítico de escasa importancia, subhorizontal y de potencia métrica situado por debajo de la vía del tren. La roca de caja es un granito biotítico de grano medio. Mineralógicamente se compone de: cuarzo, feldespato, moscovita, biotita y granates.

Este dique fue explotado mediante una pequeña cantera (20 m de diámetro) muy próxima al pueblo. Sus reservas deben ser muy escasas dada la poca potencia del dique. Su interés minero es nulo.

Indicios en el granito de San Ciprián. Son el resto de los afloramientos estudiados entre la vía del tren y la cota más alta. Se trata de filones, diques y masas pegmatíticas que intruyen a la granodiorita de Vivero, o bien acompañan a las intrusiones del granito de dos micas del macizo de San Ciprián.

Las pegmatitas intruidas en la granodiorita se presentan como un enjambre de diques subhorizontales y subverticales de potencia métrica. Los contactos con la roca de caja son siempre muy netos, rectos e intrusivos y dejan retazos de bordes muy angulosos.

Las pegmatitas incluidas en el granito de dos micas son masas y filones (diferenciados pegmatoides) de distribución

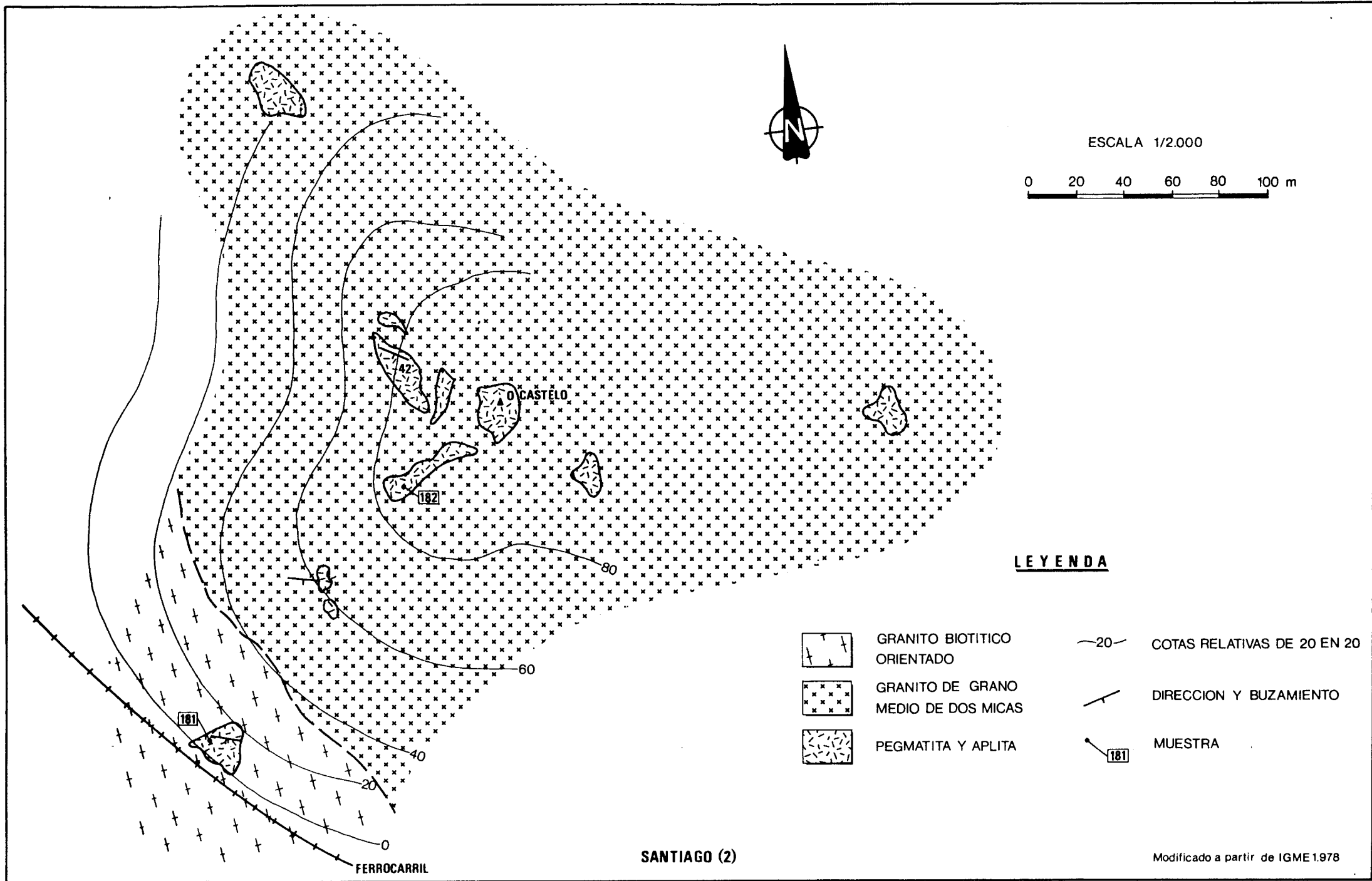
irregular y muy intercalados con el granito. En ningún caso forman una masa pegmatítica continua. Los contactos con la roca de caja son graduales.

Mineralógicamente se componen de: cuarzo, feldespato, moscovita, turmalina y granates (escasos). El feldespato se presenta en gruesos cristales.

Para el conjunto de estos indicios se han estimado unas reservas de 15.000 t. Las escasas reservas y la distribución tan irregular de las masas pegmatíticas restan prácticamente todo el interés a este indicio.

Se han analizado dos muestras y sus resultados son los siguientes (IGME 1978):

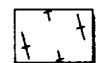
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
181	74,05	14,91	0,17	0,01	0,09	0,03	7,98	2,31
182	75,18	15,11	0,22	0,01	0,75	0,06	3,20	4,39



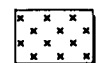
ESCALA 1/2.000



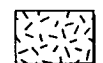
LEYENDA



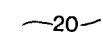
GRANITO BIOTITICO ORIENTADO



GRANITO DE GRANO MEDIO DE DOS MICAS



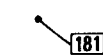
PEGMATITA Y APLITA



~20~ COTAS RELATIVAS DE 20 EN 20



DIRECCION Y BUZAMIENTO



MUESTRA

Modificado a partir de IGME 1.978

San Nicolás (3)

Esta situado en el paraje denominado "Casas de Silvoso", en la subida a la Ermita de San Roque (al E de Viveiro).

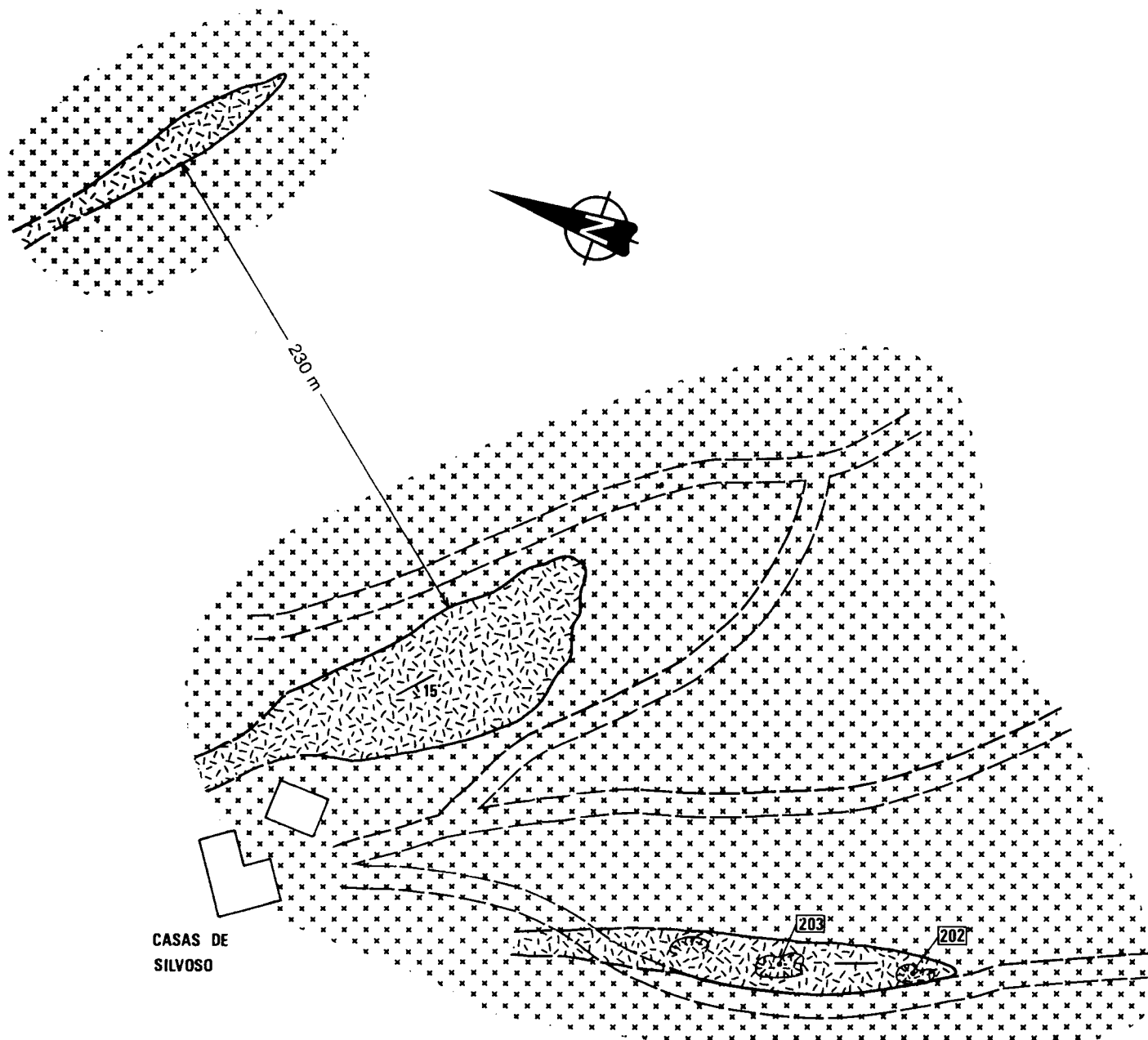
En el reconocimiento realizado para este trabajo el indicio estaba totalmente cubierto y sólo podían observarse escasos afloramientos que presentaban numerosos filoncillos centimétricos de pegmatita encajados en un granito de dos micas con una intensa foliación.

Información recogida sobre este indicio (IGME 1978; SR. PERNAS, com. pers.), indica la existencia de varios indicios de pegmatita con gruesos cristales de feldespatos. Estas masas, están alineadas según las direcciones N 20°-40° O, con buzamientos al Oeste. También se pusieron de manifiesto masas de pegmatita al realizar un pozo para agua junto a las casas de Silvoso.

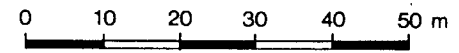
Las reservas estimadas para este indicio son escasas (8.000 t), por lo que su interés minero es muy bajo.

Se dispone de análisis químicos de dos muestras (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
202	72,60	16,55	0,11	-	0,04	0,03	9,08	1,05
203	73,88	16,30	0,21	0,02	0,05	0,03	6,75	2,31



ESCALA 1/1000



LEYENDA



PEGMATITA



GRANITO DE DOS MICAS



CALICATA



DIRECCION Y BUZAMIENTO



MUESTRA

CASAS DE SILVOSO

SAN NICOLAS (3)

Modificado a partir de IGME 1978

Xunqueira (4)

Esta situado en Xunqueira de Arriba, 1,5 Kms al S de Viveiro.

Se trata de un conjunto de 10 de filones y diques pegmatíticos de dirección N 165° E y buzamientos al Oeste de 45°-48°. Las potencias observadas oscilan entre 10 cm y 1 m.

La roca de caja es un granito de dos micas de grano medio-grueso fuertemente orientado (165/60° O). La dirección de la foliación coincide con la de las pegmatitas, sin embargo, en detalle, los diques cortan la foliación del granito.

Mineralógicamente se compone de los siguientes minerales: cuarzo, feldespato, moscovita y turmalina negra.

Este indicio esta completamente situado entre viviendas, lo que unido a sus escasas reservas anula su posible interés minero.

Cruce (5)

Esta situado en la carretera de El Carmen a Viveiro, en el cruce con la carretera a Riaño.

Se han estudiado varios filoncillos, diques y bolsadas pegmatíticas que forman una densa red que se entrecruza en todas direcciones. No se ha observado una masa o dique de dimensiones importantes entre todas ellas. Se trata de pegmatitas simples que corresponden a inhomogeneidades del propio granito encajante. Este es un granito de dos micas de grano medio (Macizo de San Ciprián).

La mineralogía es la siguiente: cuarzo, feldespato, moscovita, granates y turmalina en grandes cristales.

Su interés minero es nulo.

Boimente (6)

Esta situado en la carretera de El Carmen a Viveiro, junto al arroyo de Boimente y muy próximo al indicio anterior.

El indicio esta constituido por bolsadas, filones y diques subhorizontales de pegmatita. La mayoría de las potencias observadas son decimétricas, llegando en un caso a 1-2 m en uno de los diques. Los diques y filones presentan multitud de direcciones y buzamientos, así como importantes cambios de espesor.

Encajan en el granito de dos micas de San Ciprián y los contactos con la roca de caja son netos.

La mineralogía se compone de: cuarzo, feldespato, moscovita y turmalina negra. El feldespato puede tener color blanco o rosado. Su interés minero es muy bajo.

Rubeiras (7)

Esta situado en la carretera de El Carmen a Viveiro, próximo al pueblo de Rubeiras.

Es un indicio pegmatítico formado por pequeñas bolsadas y filoncillos que encajan en el granito de dos micas de grano medio de San Ciprián. Los espesores y potencias oscilan del decímetro al metro con importantes variaciones laterales.

Su interés minero es nulo.

Cabanas (8)

Se accede por la pista de tierra que une Cabanas con Abuín.

Se trata de un único dique pegmatítico encajado en un megaenclave de cuarcitas dentro del Macizo de San Ciprián. Tiene

una dirección de N 135° E y buza 57° al Sur. Se desconoce la continuidad lateral del dique debido a lo cubierto de la zona. Se han observado también bolsadas y filoncillos de pegmatita encajados en el granito de dos micas de grano fino próximo.

Mineralógicamente se compone de: cuarzo, feldespato, moscovita y turmalina negra (escasa).

Este indicio podría tener cierto interés si se confirmara la continuidad lateral y la potencia del dique. Se ha tomado una muestra (C-1) para la realización de análisis químicos y difracción de Rayos X (ITGE 1992).

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
C-1	70,66	15,82	0,20	0,01	0,04	0,10	11,24	1,46

DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
C-1	Feld. potás.	Plag., cuarzo	Mica

Destaca en este indicio el alto contenido en potasio (11 %), que puede ser muy interesante si se confirmara en el resto de la masa pegmatítica.

Paloma (9)

Este indicio se sitúa en la carretera de Ourol a Miñotos, en el desvío a Grandal (a 150 m del cruce).

Es un 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 leucogranito. Enclaves de roca encajante (pizarras). Pegmatita.

Diques menores:

Se contabilizan hasta 10 diques

Dirección: N 165° E

Buzamiento: 70-90° S

Corridas: desconocidas

Potencias: 40 cm a 5 m.

Todos los diques son de pegmatita simple y composición granítica (cuarzo, feldespatos rosados, 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:

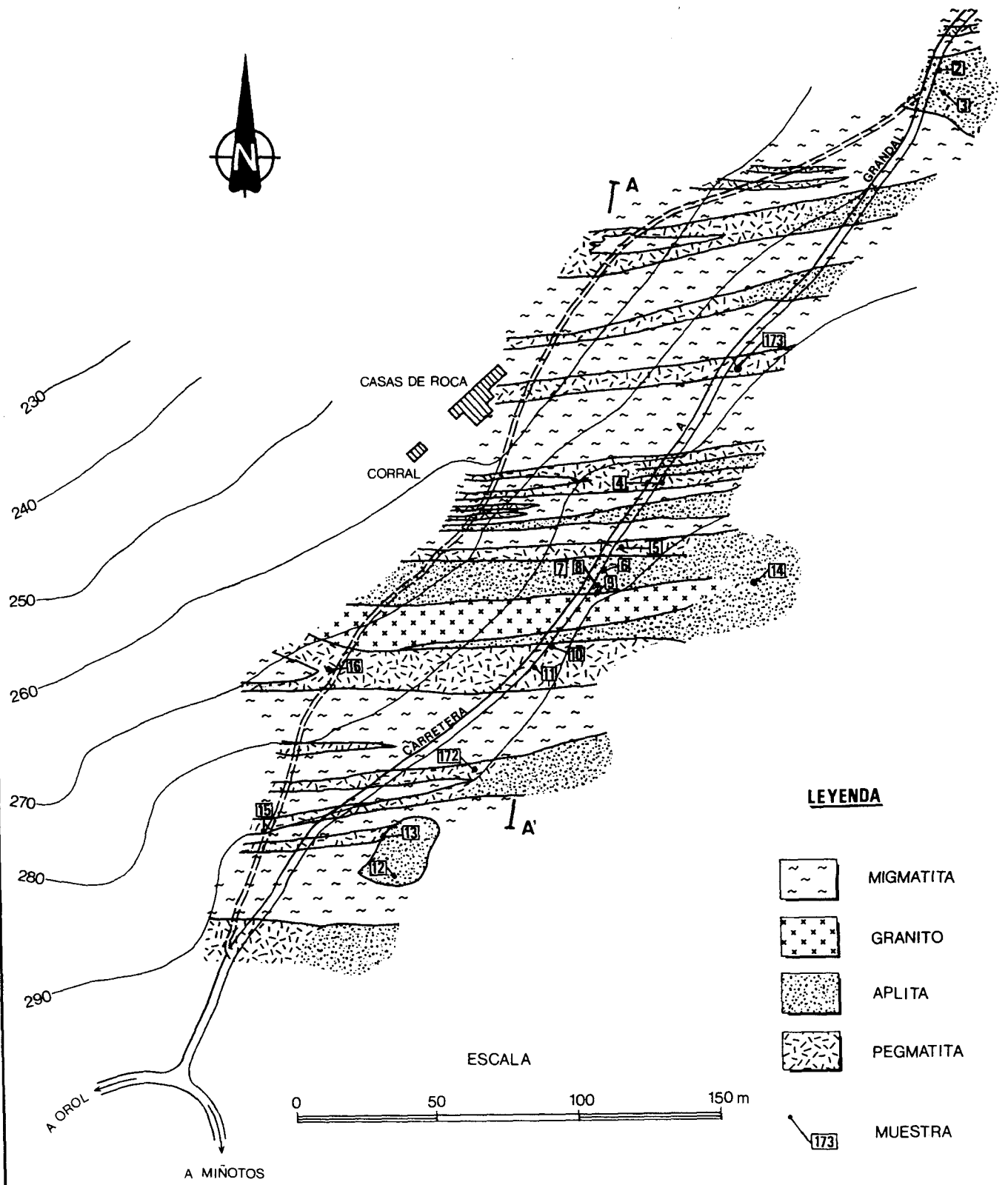
- * Baja calidad del feldespato. Altos contenidos en hierro y bajos en álcalis.
- * Alto porcentaje de estériles (aplitita, granito, pizarras) en cantidad superior al 50%.
- * Importantes variaciones laterales a pegmatitas.

El potencial minero de este conjunto filoniano es pequeño, ya que el feldespato 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 (IGME 1978).

Los datos de analisis quimicos se recogen a continuación (IGME 1978):

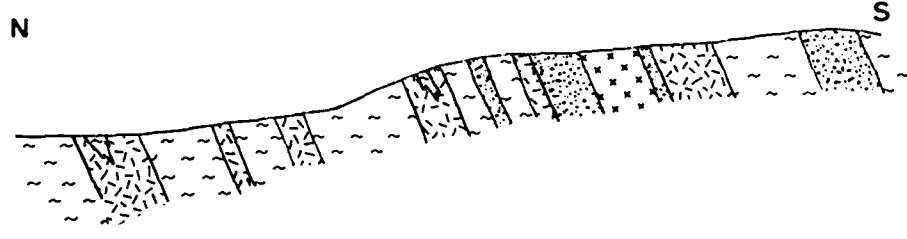
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
172	76,35	15,19	0,43	-	0,25	0,06	2,64	4,67
173	74,29	15,18	0,34	0,01	0,40	0,08	6,22	3,08
P-2	72,27	15,91	0,38	0,01	0,34	0,21	4,76	4,82
P-3	73,20	15,55	0,25	-	0,33	0,13	5,61	4,48
P-4	71,81	15,87	0,28	-	0,25	0,12	6,66	4,01
P-5	70,94	15,91	0,29	-	0,26	0,16	7,70	3,63
P-6	73,46	15,59	0,35	0,01	0,42	0,18	4,01	5,05
P-7	69,95	16,59	0,34	-	0,27	0,15	7,81	4,26
P-8	73,71	15,58	0,57	0,02	0,29	0,14	4,47	4,82
P-9	72,15	15,91	0,34	0,02	0,33	0,14	6,45	4,18
P-10	72,50	15,89	0,20	0,01	0,15	0,11	6,62	3,61
P-11	70,70	16,53	0,31	0,01	0,21	0,21	4,40	6,63
P-12	74,38	15,55	0,36	-	0,16	0,08	3,78	4,79
P-13	72,07	15,87	0,18	-	0,14	0,08	6,61	4,36
P-14	74,17	15,93	0,47	-	0,18	0,07	4,82	3,83
P-15	75,65	14,17	0,27	-	0,32	0,06	3,73	5,21
P-16	70,43	16,61	0,23	0,01	0,12	0,05	8,52	3,10
MEDIA	73,17	15,71	0,34	0,01	0,27	0,11	5,22	4,45



LEYENDA

-  MIGMATITA
-  GRANITO
-  APLITA
-  PEGMATITA
-  MUESTRA

CORTE A-A'



Carmen (10)

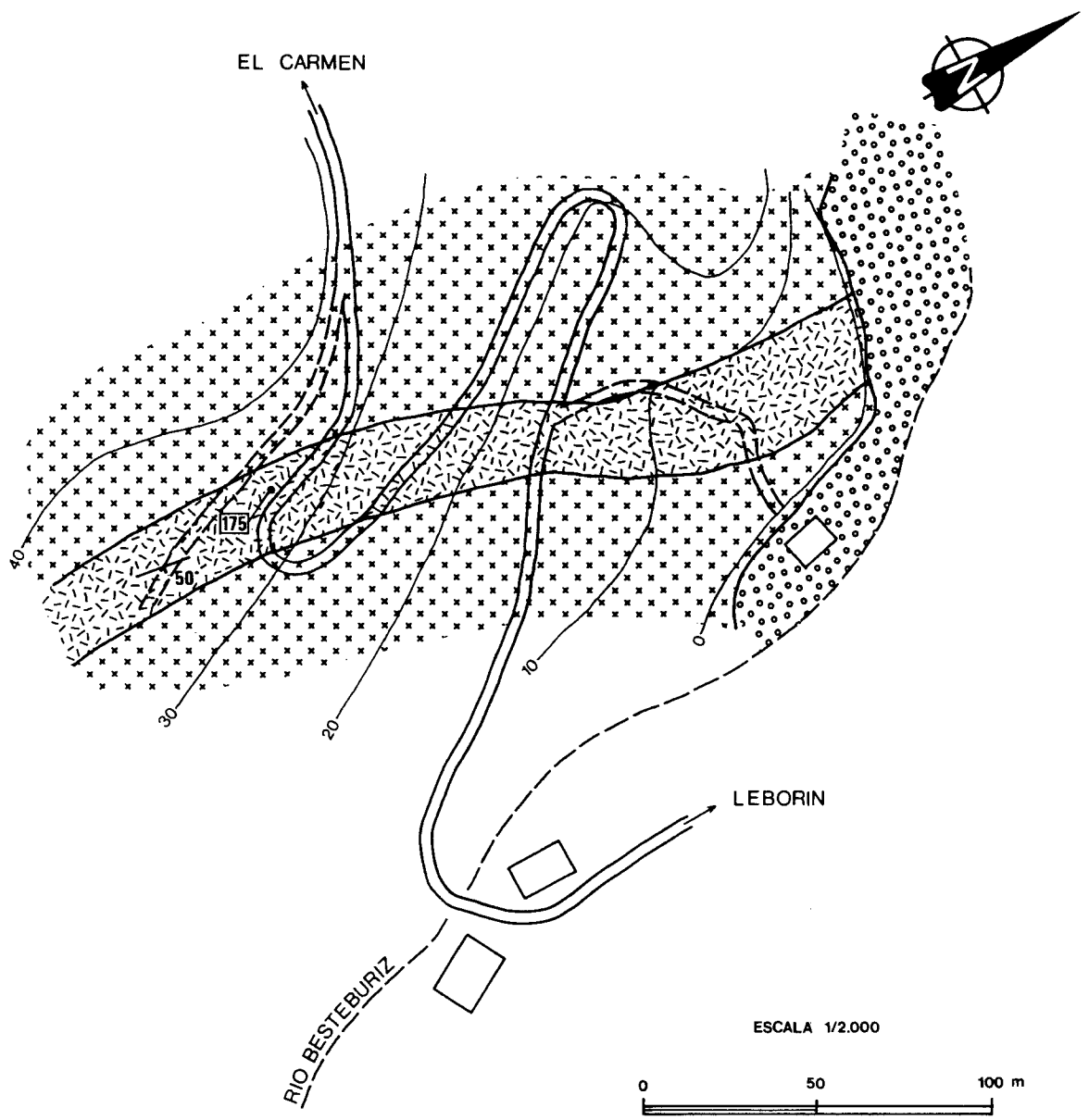
Esta situado en la carretera de El Carmen a Leborin, a unos 300 m de El Carmen.

La carretera corta varias veces un dique de pegmatita de dirección N 10-20° E y buzamiento subvertical. La mayor parte del tramo visible esta meteorizado y toda la zona esta muy cubierta por un denso arbolado, por lo que se desconoce su continuidad lateral. La potencia es de 4-6 m.

La roca de caja es un granito de dos micas muy biotítico de grano fino-medio (Macizo de San Ciprián). La composición mineralógica de la pegmatita es la siguiente: cuarzo, feldespato rosa, moscovita y turmalina negra.

Se estiman unas reservas de 30.000 t (IGME 1978). Su interés minero es bajo. El analisis de una muestra tomada en este indicio ha dado los siguientes resultados (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
175	71,56	16,40	0,26	0,02	0,27	0,08	9,40	1,71



LEYENDA

- | | | | |
|--|-----------------------------------------|--|------------------------|
| | PEGMATITA GRAFICA
MUY FELDEPATICA | | COTAS RELATIVAS |
| | GRANITO DE GRANO
MEDIO MUY BIOTITICO | | DIRECCION Y BUZAMIENTO |
| | ALUVIAL | | MUESTRA |

Leborin (11)

Esta situado cerca del indicio "Carmen (10)", en la carretera de El Carmen a Leborin y próximo a este último pueblo.

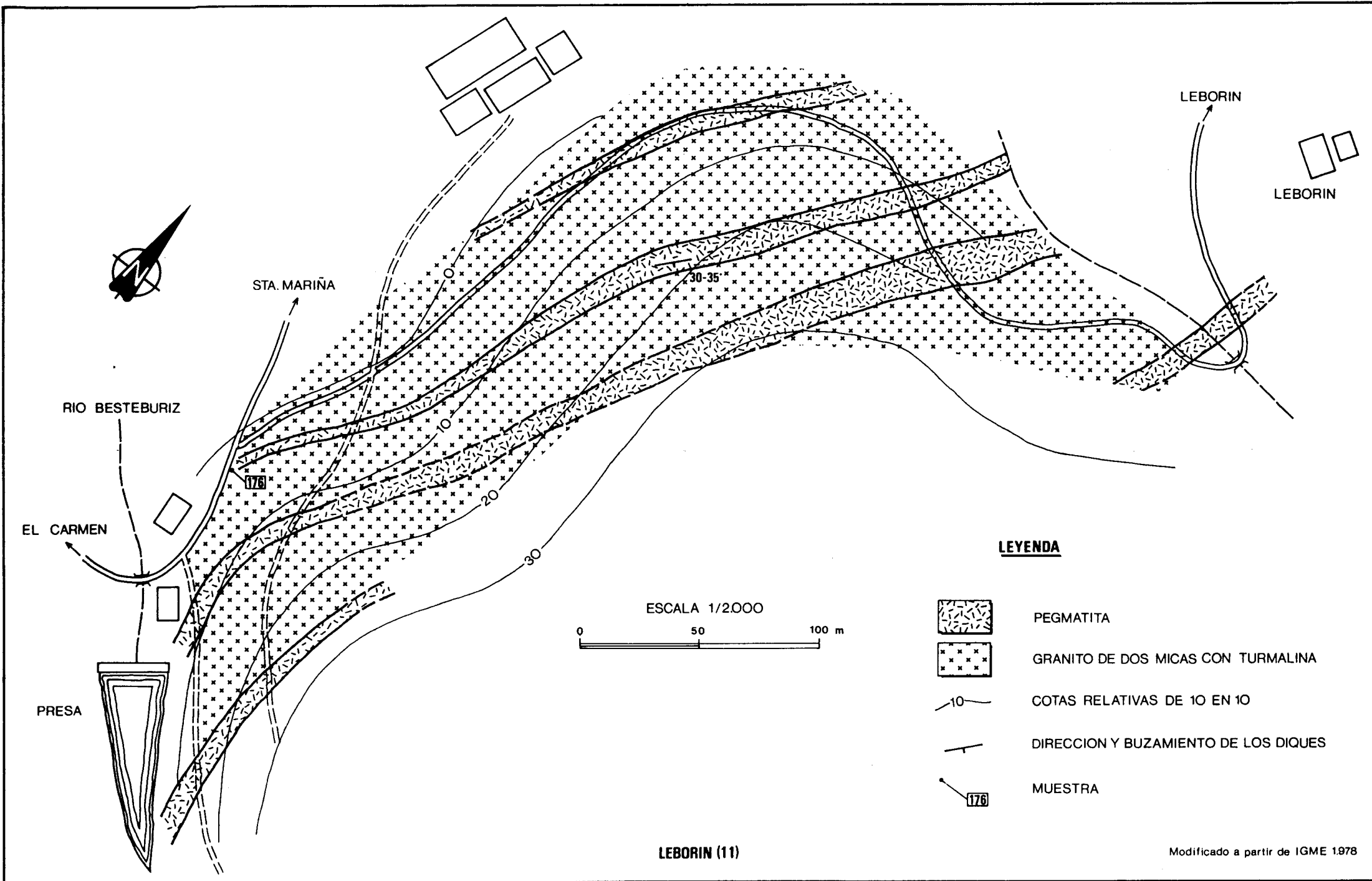
Junto al río Besteburiz y en la carretera, pueden reconocerse un total de 4 diques de pegmatita de direcciones variables N 30°-170° E y buzamientos generales al SE. La roca de caja es un granito de dos micas con turmalina de grano fino-medio (Macizo de San Ciprián).

La mineralogía en las pegmatitas se compone de: cuarzo, feldespato rosa y moscovita.

Se estiman unas reservas de 50.000 t (IGME 1978) y su interés minero es escaso.

El análisis químico de la muestra tomada es el siguiente (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
176	71,71	16,02	0,30	0,02	0,29	0,07	8,81	2,50



Cernada (12)

Se encuentra en la carretera de El Carmen-leborin-Cernada, junto a este último pueblo.

Los indicios son numerosos, aunque los estudiados por IGME (1978) junto a la misma carretera están actualmente cubiertos y su revisión y estudio ha sido imposible. Sin embargo, se han observado nuevos indicios más al Norte hacia Castelo.

Se trata de un conjunto filoniano de pegmatitas y masas irregulares pegmatíticas que encajan en un granito de dos micas. Los diques son de poca potencia, próxima al metro, de direcciones norteadas y subverticales. Sus contactos con la roca de caja son netos e intrusivos. Las masas pegmatíticas y aplíticas son muy irregulares, de contactos graduales con la roca de caja y de pequeñas dimensiones.

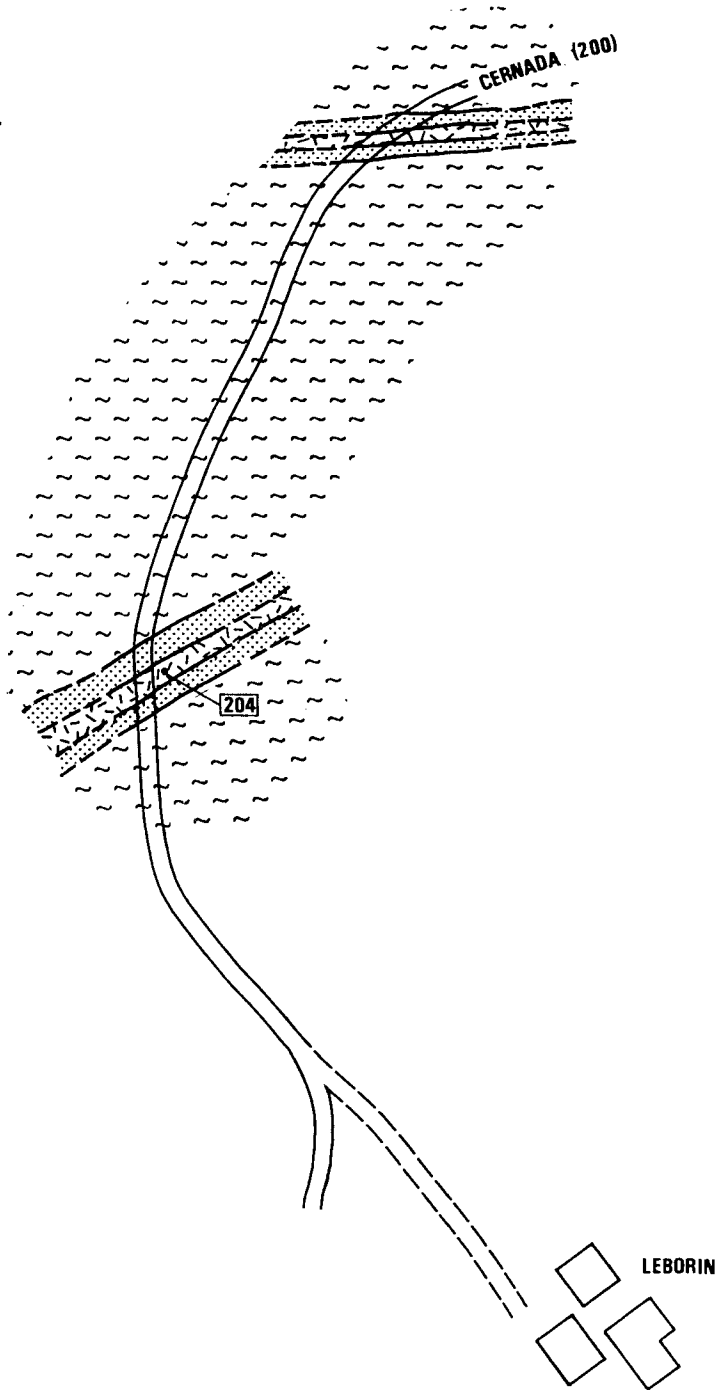
La composición mineralógica de las pegmatitas es la siguiente: cuarzo, feldespato rosa, moscovita y turmalina negra.

Su interés minero es prácticamente nulo.

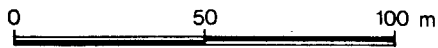
El análisis químico de una muestra tomada en este indicio dió los siguientes resultados (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
204	88,11	6,50	0,16	-	0,04	0,05	4,15	0,59

Los valores de aluminio y álcalis mostrados por este análisis son excesivamente bajos para su utilización como fundente en la industria. Desconocemos si estos datos son representativos de las pegmatitas de este indicio.



ESCALA 1/2.000



LEYENDA



PEGMATITA



APLITA



MIGMATITA



MUESTRA

Zarza (13-14)

Bajo el nombre de Zarza se han recogido dos indicios próximos (13 y 14) situados en la pista de tierra de Leonte a Zarza y en la cota de 481 m, situada al N. de Zarza.

Se han observado numerosos afloramientos de masas pegmatíticas subhorizontales y con buzamientos generales al E incluidos en un granito heterogéneo de dos micas turmalinífero. Se trata de inhomogeneidades pegmatoides diferenciadas dentro del propio granito con espesores métricos (3-4 m.) y muy abundantes. Es posible también la existencia de diques aunque esto no ha podido confirmarse por falta de afloramiento. Además, pueden verse numerosas venas y filoncillos pegmatíticos que atraviesan el granito.

Mineralógicamente se componen de cuarzo, feldespato, moscovita y turmalina negra. La moscovita y el feldespato se presentan en grandes cristales.

El interés minero de este indicio podría ser alto si se confirma la continuidad lateral y en profundidad de estas masas pegmatíticas.

Se ha tomado una muestra (Z-1) para su análisis químico (fluorescencia) y mineralógico (difracción de rayos X) (ITGE 1992).

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Z-1	66,97	17,87	0,19	0,00	0,09	0,12	11,58	2,87

DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
Z-1	Feld. potás.	Plag., cuarzo	Mica

El analisis quimico corresponde a un feldespatos de alta calidad, dado el elevado contenido en potasio (11 %) y los escasos contenidos en impurezas (hierro). Sin embargo, es el resultado de una sola muestra.

Pena Luisa (15)

Pena Luisa, consta de varios indicios situados en la cota del mismo nombre y entre los pueblos de Cerdeiras y Pazo (carretera de El Carmen a Besteburiz).

En todos los casos se trata de masas y bolsadas pegmatíticas de distribución y contornos irregulares que encajan en granito de dos micas de grano medio-grueso (Macizo de S. Ciprián) y en migmatitas. La extensión visible de estas masas oscila entre 20 y 80 metros y la potencia es de orden métrico.

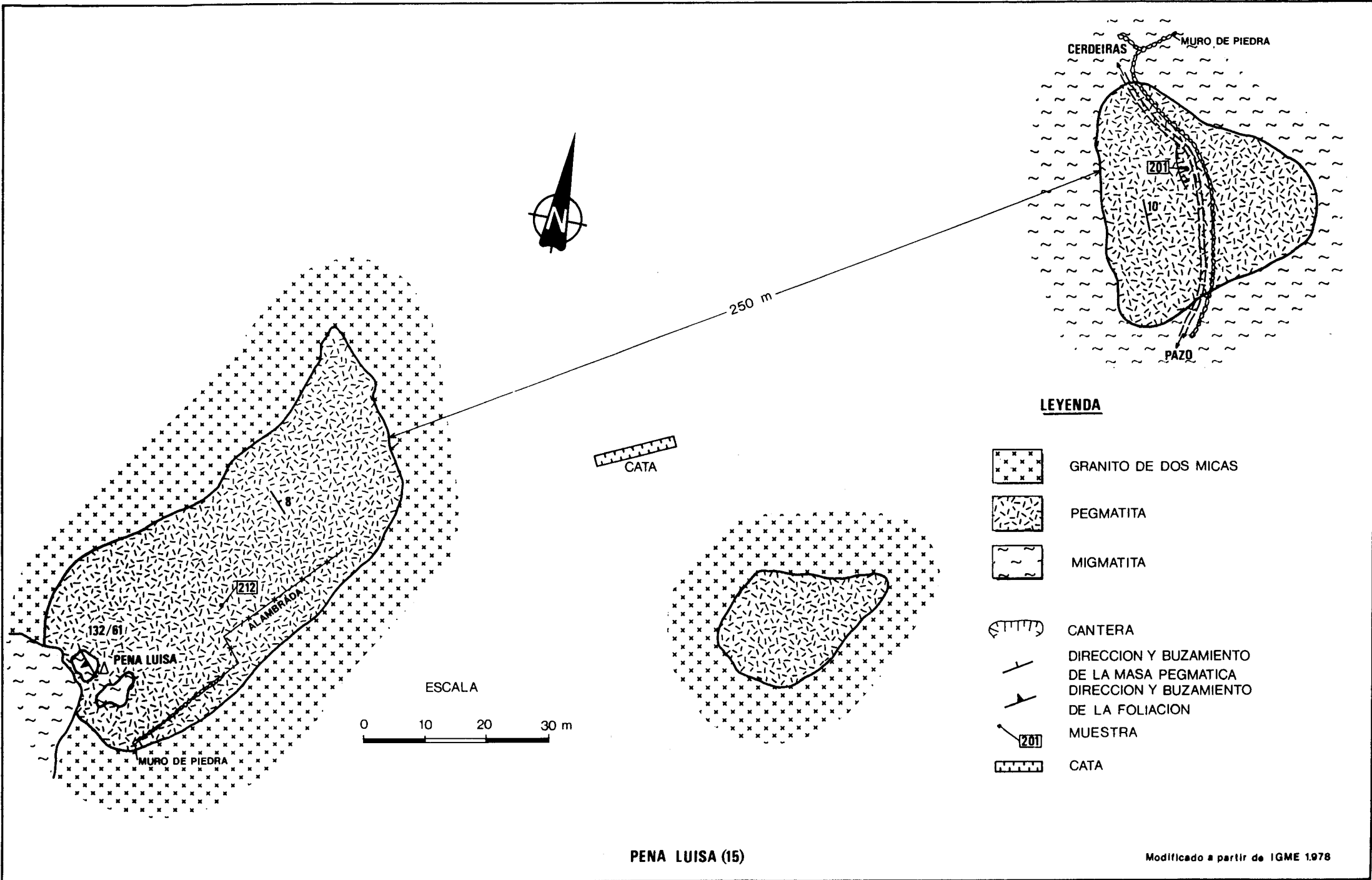
Muchas de las masas son muy heterogéneas, englobando a migmatitas y se presentan como intercalaciones muy aleatorias de pegmatita y aplita.

Mineralogicamente se componen de : cuarzo, feldespatos rosa y blanco, moscovita, biotita y turmalina negra. El feldespatos se presenta en gruesos cristales decimétricos con intercrecimientos gráficos.

Se dan unas reservas para este indicio de 15.000 t. (IGME 1978). Teniendo en cuenta la escasez de reservas, lo heterogeneo de las pegmatitas y su distribución irregular su interés minero es escaso.

Los resultados de los analisis de dos muestras son los siguientes (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
201	76,65	14,55	0,24	-	0,07	0,07	5,02	2,89
212	78,86	13,38	0,14	0,01	0,05	0,05	5,61	1,25



PENA LUISA (15)

Modificado a partir de IGME 1978

Besteburiz (16)

Está situado a 1 Km. al NO del pueblo de Besteburiz, sobre la cuerda montañosa de la cota Pena Luisa.

Este indicio es una antigua explotación situada sobre una masa subhorizontal de pegmatita y aplita. Su dirección y buzamiento es 165/32° E y la potencia máxima de unos 2 m. La extensión de la masa también es pequeña (ver esquema).

La roca de caja es un granito heterogeneo de dos micas con turmalina, de grano medio-grueso y leucocrático. Presenta múltiples inhomogeneidades en forma de venas y filoncillos pegmatíticos de espesor centimétrico que alternan con granito de tamaño de grano variable. Estos filoncillos presentan una dirección y buzamiento similares a la masa mayor (163/39° E).

Mineralógicamente se componen de cuarzo, feldespato, moscovita, turmalina y granates.

Las reservas se estiman en algo más de 1.500 t (IGME 1978) lo que hace que el interés minero de este yacimiento sea prácticamente nulo.

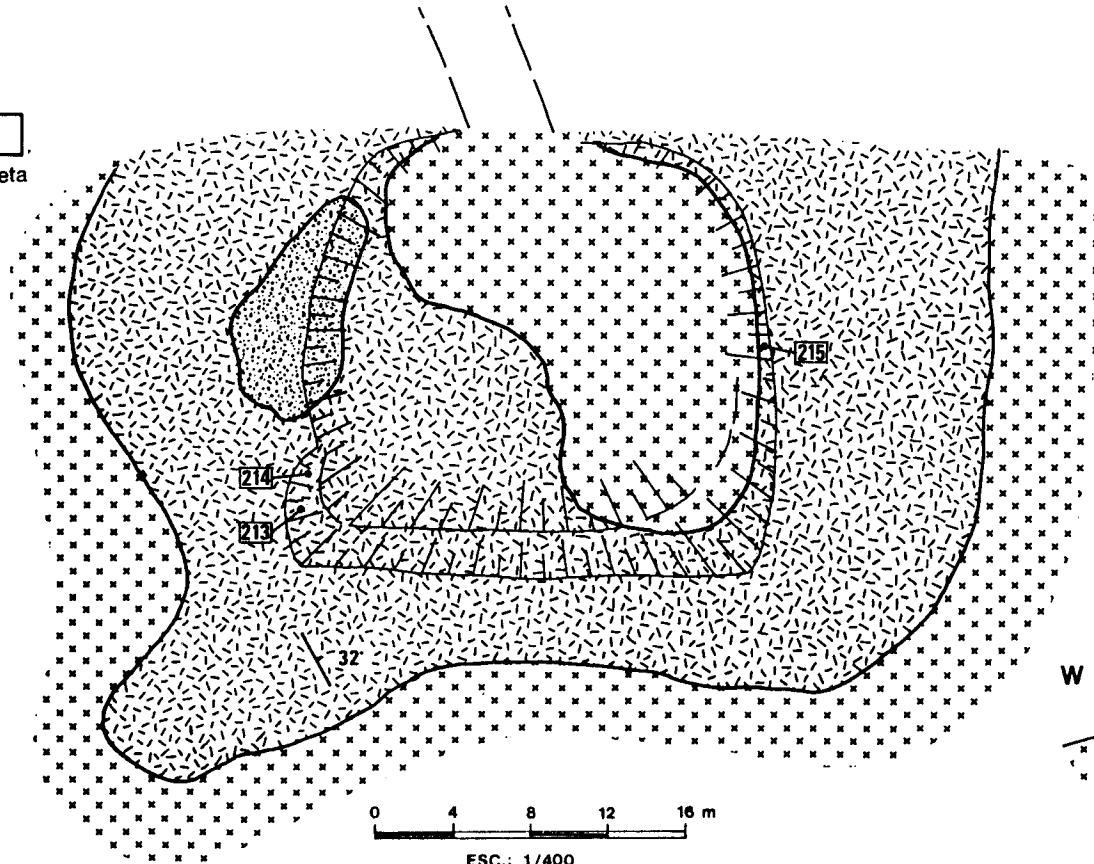
Los analisis de tres muestras han dado los siguientes resultados (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
213	71,35	15,59	0,20	0,02	0,15	0,18	9,32	2,81
214	71,07	15,57	0,57	0,01	0,08	0,09	10,62	2,19
215	71,24	15,40	0,50	-	0,07	0,08	10,88	1,92

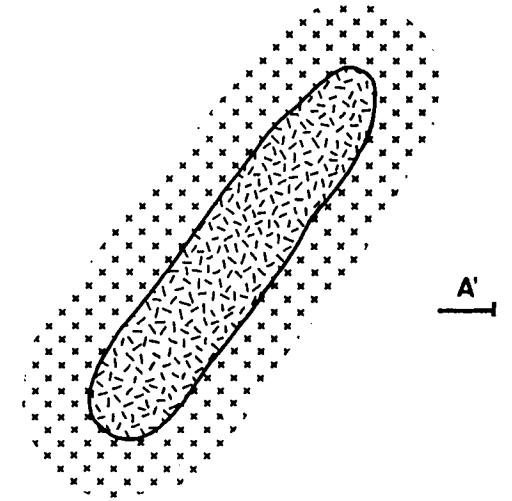
Es destacable la alta proporción de potasio en esta pegmatita, con valores poco usuales de este álcalis.

Caseta

A



0 4 8 12 16 m
ESC.: 1/400



A'

CORTE A-A'

W

E



ESC.: 1/800

LEYENDA



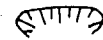
PEGMATITA



GRANITO



APLITA



CANTERA



DIRECCION Y BUZAMIENTO



MUESTRA

BESTEBURIZ (16)

Modificado a partir de IGME 1978

Xanceda (17)

Esta situado en la pista de tierra que accede a los pueblos de Cernado y Xanceda, y próximo al pueblo de Cernado.

Se trata de un dique pegmatítico que incluye un filón de potencia decimétrica de aplita. El filón aplítico ha permitido medir la dirección y buzamiento del conjunto: 50/78° NO. La potencia de la pegmatita se estima en más de 15 m. y presenta una corrida visible de unos 100 m. Hacia el NE tiende a acuñarse y es cortada por una falla que pone en contacto litologías muy diferentes.

El dique pegmatítico encaja en granito de dos micas y en un megaenclave cuarcítico. Al NE de la falla pueden observarse una serie esquistosa intruida por granito y "sills" de pegmatita subconcordantemente con la foliación. La potencia de los "sills" es pequeña con valores decimétricos.

La pegmatita presenta grandes cristales de feldespatos (decimétricos) con texturas gráficas. En otras ocasiones el tamaño de grano es menor (grueso a muy grueso). Se han observado también "schlieren" formados por pequeños cristales alineados de turmalina. Estas zonas con "schlieren" no parecen ser muy abundantes y su paso a la pegmatita se hace de forma gradual. Mineralógicamente se compone de: cuarzo, feldespatos, moscovita, turmalina y granates.

Algunos diques pegmatíticos presentan crecimientos de turmalina perpendiculares a los bordes.

Se han tomado dos muestras (X-1, X-2) para análisis químico (fluorescencia) y mineralógico (difracción de rayos X) (ITGE 1992).

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
X-1	72,71	15,55	0,54	0,02	0,37	0,16	5,57	4,17
X-2	70,77	16,04	0,25	0,01	0,07	0,08	9,40	2,75

DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
X-1	Q, Plag, F.potás	---	Mica
X-2	Q, Feld.potás	Plagioclasas	Mica

Q, cuarzo; Plag, plagioclasa

Sanguñido (18)

Se accede por la carretera de Viveiró a Xerdiz, desviándose hacia Sanguñido y próximo a éste pueblo.

El indicio incluye masas y diques de pegmatita y aplita irregulares y de pequeña entidad. La aplita suele incluir pequeños filones, diques y masas irregulares de la pegmatita. Los contactos entre ambas litologías son netos.

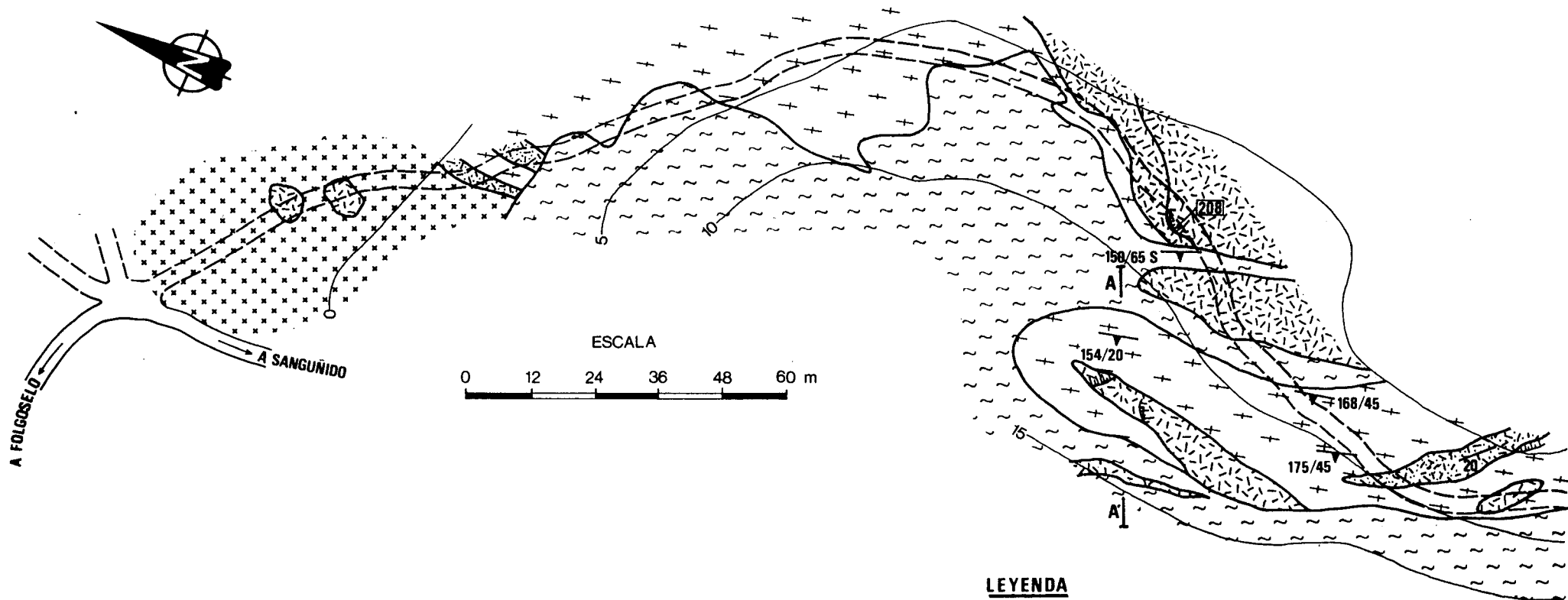
La roca de caja son migmatitas y un granito pegmatoide muy rico en moscovita con turmalina. Localmente se han observado migmatitas con diversos grados de granitización. En dichas migmatitas "graníticas" se pueden reconocer todavía "fantasmas" de la foliación previa.

Mineralógicamente las pegmatitas y aplitas se componen de: cuarzo, feldespatos, moscovita, turmalina, granate y ocasionalmente biotita.

Las reservas dadas para este indicio oscilan entre 2.000 y 5.000 t (IGME 1978). Teniendo en cuenta este dato y la irregularidad con la que se presentan pegmatitas y aplitas, el indicio tiene un interés prácticamente nulo.

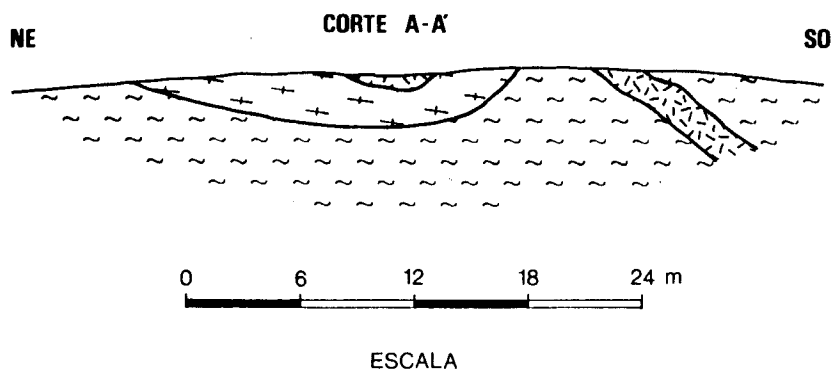
El analisis de una muestra dió el siguiente resultado (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
208	75,62	15,04	0,08	-	0,02	0,02	7,82	1,25



LEYENDA

- | | | | |
|--|------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|
| | PEGMATITA CON TURMALINA Y BIOTITA | | CATA |
| | MASAS APLITICO PEGMATITICAS | | 15 COTAS RELATIVAS |
| | GRANITO HETEROGENEO ORIENTADO CO RESTOS MIGMATITICOS | | DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA FOLIACION |
| | MIGMATITAS | | DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LAS PEGMATITAS |
| | GRANITO DE DOS MICAS | | MUESTRA |



Elena (19)

Esta situado junto al arroyo de BÁCORAS, en la carretera de El Carmen a Silán, entre Vilabuín y San Tirso.

El área presenta cierta complejidad geológica debido a varias intrusiones graníticas (granitos heterogéneos pegmatoides) y su cortejo filoniano y de masas pegmatoides irregulares acompañante. Se observan varios diques de potencias variables que acompañan a los granitos con inhomogeneidades pegmatoides en forma de masas cuarzo-feldespáticas de grano muy grueso en general de poca importancia. También se pueden ver intrusiones graníticas y pegmatíticas con direcciones variables N-120°-148° E y buzamientos de 50-62° N. Las potencias son métricas.

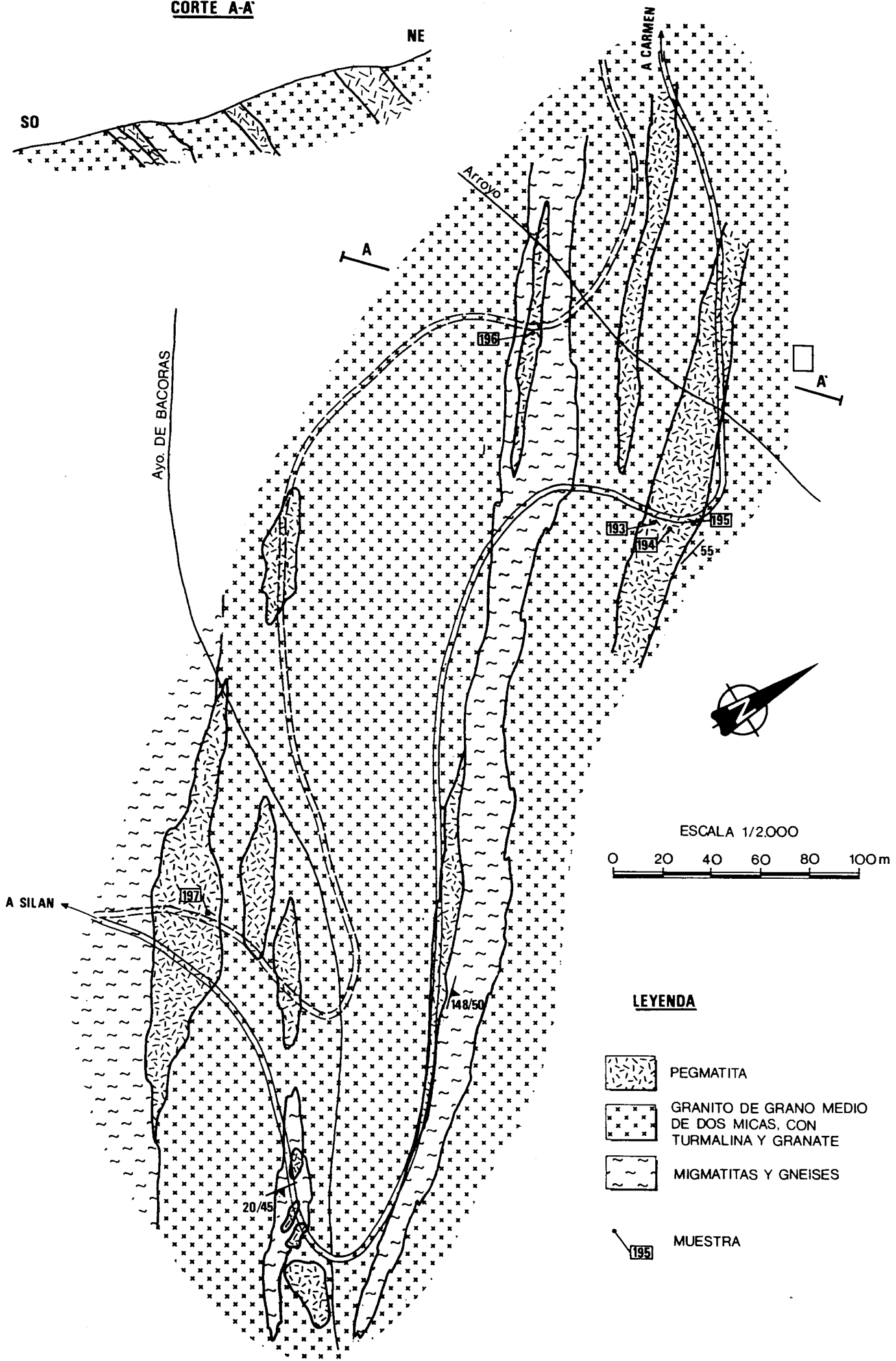
En todos los casos, la roca de caja son gneises de biotita de tamaño de grano fino a grueso y granitos de dos micas muy heterogéneos y principalmente moscovíticos, de grano medio-grueso con turmalina y opacos. Muchas de las intrusiones graníticas y pegmatíticas son subconcordantes con la foliación aunque, en detalle, puede verse como la foliación es cortada por dichas intrusiones.

Se ha corregido el esquema geológico dado en IGME (1978), que mostraba 4 diques principales de pegmatita con dirección N-S y unas reservas estimadas de 150.000 t. Pensamos que estas reservas son excesivas, reduciéndose considerablemente su interés minero.

Los análisis químicos de las muestras tomadas en este indicio son los siguientes (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
193	71,94	15,72	0,24	0,01	0,12	0,10	8,35	3,16
194	77,16	12,58	0,33	0,02	0,23	0,14	6,57	2,51
195	66,37	19,23	0,31	0,02	0,19	0,11	6,78	6,57
196	75,01	14,59	0,11	-	0,06	0,05	6,70	3,18
197	67,49	19,69	0,15	-	0,08	0,10	2,92	9,11

CORTE A-A'



Campo do Seixo (20)

Esta situado en la carretera de Viveiró a Xerdiz, en el paraje de "Campo do Seixo".

Próximo al pueblo de Carballeira, se pueden ver pequeños afloramientos de pegmatita con grandes cristales decimétricos de feldespatos blanco. En ellos se ha observado intercrecimientos de cuarzo-feldespatos con textura gráfica.

El mal afloramiento de este indicio ha impedido ver si se trata de masas o diques de pegmatita, así como su posible continuidad lateral. Su interés minero es desconocido.

Silán (21, 22)

Esta situado en la falda oriental del Pico de Escoiras. Se accede por la carretera de Viveiró a El Carmen, desviándose en Castrosol (parroquia de Silán) por una pista que sube a las explotaciones.

Es el yacimiento más importante estudiado hasta ahora. Se trata de un complejo de diques aplítico-pegmatíticos de direcciones próximas al Norte, buzamientos al Este y subparalelos entre sí. Las dos facies: pegmatítica y aplítica, se entremezclan mutuamente en niveles de espesor variable con una disposición tanto subparalela a los contactos del dique, como sin orden aparente. Son de contornos irregulares y se engloban unas a otras indistintamente (LAMINA IV, foto 3), presentando contactos rápidos pero graduales entre ambos tipos de rocas. Es muy frecuente que dichos contactos estén señalados por una "orla" de pequeños granates (LAMINA IV, foto 4).

Otras zonas predominantemente aplíticas dentro de los filones, se presentan atravesadas por filoncillos pegmatíticos de direcciones y formas muy variadas (LAMINA 1, fotos 3 y 4). A veces se han observado grandes cristales de feldespato "flotando"

en la masa aplítica.

En algunos filones, se ha observado una cierta zonación en el centro debida, seguramente, a varias aperturas sucesivas de la grieta soporte de la pegmatita. Presenta una zona externa, de grano fino-medio, con bandas concéntricas de diferente tamaño de grano y mineralogía diversa (bandas de feldespatos, cuarzo + moscovita, cuarzo + feldespatos y turmalina). En el núcleo se encuentra una zona caracterizada por la cristalización de grandes cristales de cuarzo, feldespatos y micas principalmente.

La roca de caja son migmatitas, y granitos de dos micas y biotíticos del Macizo de San Ciprián. Las migmatitas son rocas de naturaleza esquistoso-gneílica, parcialmente granitizadas, muy micáceas y con una marcada foliación. Se han observado pliegues intrafoliales (restos de charnelas centimétricas) que denotan una foliación transpuesta por la foliación principal observable (LAMINA IV, foto 2). También se han observado pliegues caóticos, crecimientos de biotitas y una segunda foliación a casi 90° de la foliación principal en las proximidades de los filones, que se interpretan como el resultado de la intrusión de las pegmatitas en las migmatitas. Los granitos de dos micas son muy ricos en "nidos" centimétricos de turmalina (LAMINA IV, foto 1) y presentan numerosas heterogeneidades en forma de cambios del tamaño de grano, inhomogeneidades pegmatoides y bandas de "schlieren". Este granito de dos micas rico en turmalina acompaña en su emplazamiento a las pegmatitas-aplitas con el que son cogenéticas.

Las principales características de este complejo filoniano son las siguientes:

- * Dirección: N-S a N 30° E
- * Buzamientos: 30-76° E
- * Corrida media: 400 m (máxima: > 1000 m)
- * Potencias: 4-24 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.

La mineralogía de las pegmatitas es la siguiente: cuarzo, feldespato, moscovita, turmalina negra (chorlo) y granate. Los feldespatos se presentan bien cristalizados en cristales euhedrales muy grandes de hasta 20-30 cm de diámetro (LAMINA IV, fotos 5 y 6). Normalmente muestran intercrecimientos gráficos de cuarzo-feldespato.

Este yacimiento se explota en la actualidad mediante dos frentes activos: canteras de Escoiras y Navallo (LAMINA III, fotos 1 a 5). La actividad extractiva se realiza de forma intermitente en función de la necesidad de materia prima, con una producción de unas 6.000 t/año (1991).

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-feldespato válida para su uso en grés de cerámica, lozas y porcelanas.

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. Durante la realización del presente informe, se aplicaron métodos geofísicos eléctricos y magnéticos en este yacimiento para la puesta a punto de nuevos sistemas de investigación en feldespatos. Se utilizaron varios dispositivos (polo-polo, polo-dipolo y dipolo-dipolo) que dieron resultados dispares. Un resumen de estos trabajos se presenta en el apartado 5.5. El informe de geofísica puede verse íntegro en el ANEXO VII.

Este yacimiento presenta un alto potencial minero, debido a la buena calidad y las altas leyes del feldespato (68-70%) y a sus reservas, estimadas en 5 Mt (millones de toneladas) hasta los 15 m de profundidad (IGME 1978).

Los analisis químicos de las muestras de varios filones han dado los siguientes resultados (IGME 1978):

MUESTRAS SUPERFICIALES

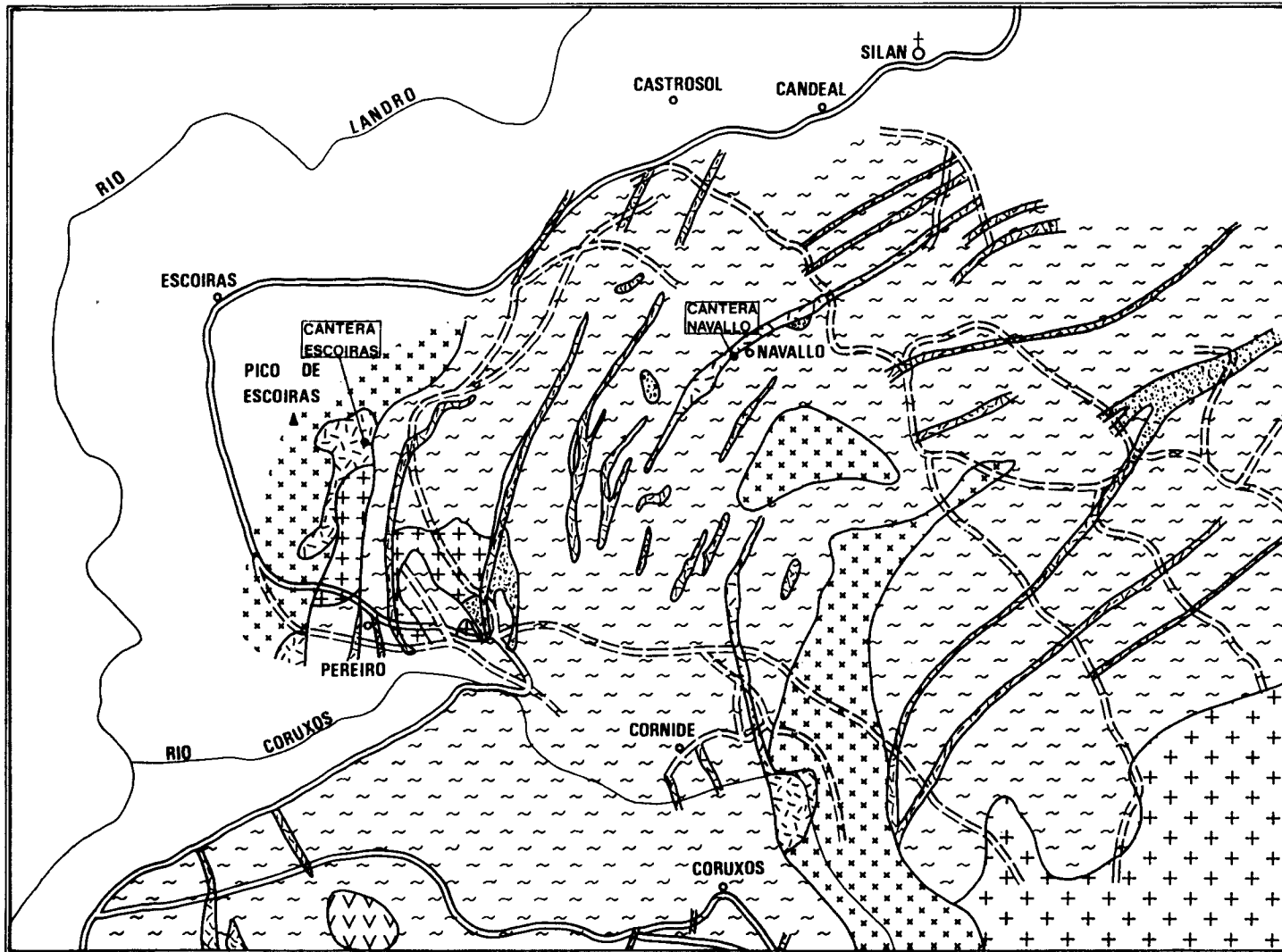
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PPC
150	68,01	17,95	0,10	-	0,03	0,08	10,88	2,62	0,33
151	78,77	13,60	0,62	0,02	0,52	0,02	1,11	4,93	0,41
152	68,64	17,00	0,15	-	0,04	0,03	10,77	2,59	0,78
153	71,28	15,12	0,21	-	0,07	0,04	9,82	2,15	1,30
154	73,16	15,31	0,44	0,01	0,27	0,12	6,33	3,36	1,06
155	66,88	17,38	0,15	-	0,07	0,04	11,85	3,00	0,63
156	64,28	21,26	0,46	-	0,03	0,12	10,77	2,06	1,18
157	74,14	15,49	0,26	0,01	0,18	0,13	5,97	3,24	0,59
158	64,29	20,04	0,28	0,02	0,03	0,04	11,98	2,66	0,66
159	76,45	14,17	1,38	0,01	0,23	0,14	3,48	3,11	1,01
160	69,74	16,25	0,18	-	0,04	0,07	9,36	2,39	2,08
161	64,96	19,46	0,21	-	0,07	0,03	12,74	2,34	0,18

MUESTRAS DE SONDEOS (MEDIAS)

Muestra	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
S-1	15,52	0,25	-	0,35	-	6,25	3,33
S-2	15,95	0,15	-	0,25	-	7,04	3,36
S-3	16,15	0,13	-	0,21	-	8,24	3,28
S-4	16,97	0,11	-	0,23	-	7,38	3,41
S-5	16,47	0,11	-	0,20	-	6,41	3,17
S-6	17,39	0,12	-	0,31	-	4,60	6,37

SONDEOS UTILIZADOS PARA HACER LAS MEDIAS DE LAS MUESTRAS

S-1: R-2, 16, 21; S-2: R-5, 8, 14, 17, 20, 23, 25, 28, 31; S-3: R-33, 35, 37, 39, 40, 42, 51;
S-4: R-44, 45, 46, 47, 50; S-5: R-32, 34, 36, 38; S-6: R-53.



LEYENDA

-  CUARCITA
-  GNEIS O MIGMATITA
-  GRANITO DE DOS MICAS DE GRANO MEDIO CON TURMALINA
-  GRANITO DE BIOTITA DE GRANO MEDIO
-  GRANITO DE DOS MICAS DE GRANO FINO CON TURMALINA
-  PEGMATITA
-  APLITA

ESCALA



LAMINA III

Fotos 1 y 2: Vista panorámica de las explotaciones en Silán (indicios 21 y 22). En la foto 1, se aprecia la cantera de Escoiras, situada junto al pico de Escoiras. En la foto 2, puede verse la cantera de Navallo, situada junto a la aldea del mismo nombre. Las explotaciones pertenecen a Feldespatos de Silán, S.A.

Foto 3: Vista de la cantera de Escoiras. Se explota un dique pegmatítico y aplítico con un buzamiento hacia el observador próximo a los 30° . El dique encaja en granitos turmaliníferos de dos micas (Macizo de San Ciprián).

Foto 4: Vista de la cantera de Navallo (frente 2). Se observa un frente recién abierto en un dique aplítico-pegmatítico con buzamiento al Este (hacia el observador). Indicio nº22 (Silán).

Foto 5: Cantera de Navallo (frente 1). Esta situada en el mismo dique pegmatítico que el frente 2. La roca de caja son gneises y migmatitas Precámbricos. Indicio nº22 (Silán).

Foto 6: Vista de una antigua explotación en trinchera sobre un dique pegmatítico en Silán. El dique presenta una dirección norteada y un buzamiento de 76° al Este (a la derecha del observador).



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

LAMINA IV

Foto 1: Detalle del granito de dos micas turmalinifero que acompaña en su emplazamiento a las pegmatitas de Silán. Se aprecian los "nidos" centimétricos de turmalinas (T).

Foto 2: Detalle de las migmatitas (roca de caja) en Silán. Se observa en el centro la charnela de un micropliegue intrafolial paralelo a la foliación principal.

Foto 3: Detalle del frente de la cantera de Escoiras en Silán (indicio nº 21). Destaca la disposición subhorizontal de bandas aplíticas (A) y pegmatíticas (P). Los contactos entre ambas litologías son graduales e irregulares.

Foto 4: Detalle del contacto entre aplita (A) y pegmatita (P), en el que se aprecia una banda de granates (G) que marca dicho contacto. Indicio nº21 (Silán).

Foto 5: Conjunto de cristales euhedrales de feldespato de gran tamaño (20-30 cm) en las pegmatitas de Silán.

Foto 6: Detalle de uno de los cristales de feldespato de las pegmatitas de Silán. En estos cristales son normales los intercrecimientos gráficos de cuarzo-feldespato. Cantera de Escoiras (indicio nº21).

LAMINA IV

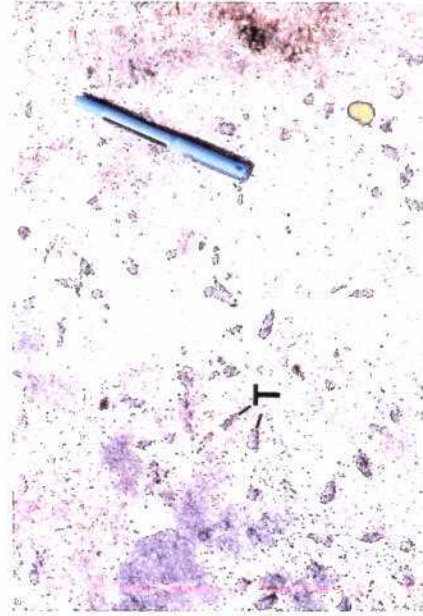


Foto 1



Foto 2

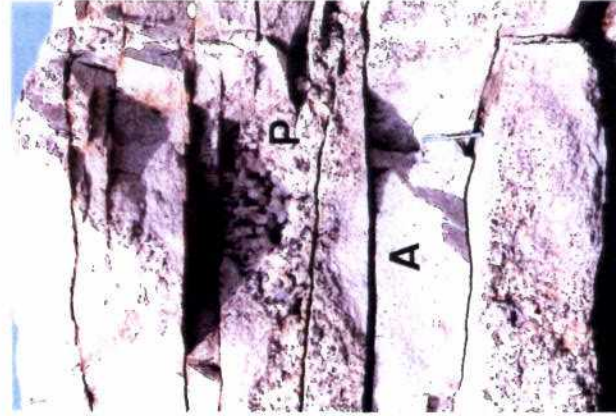


Foto 3

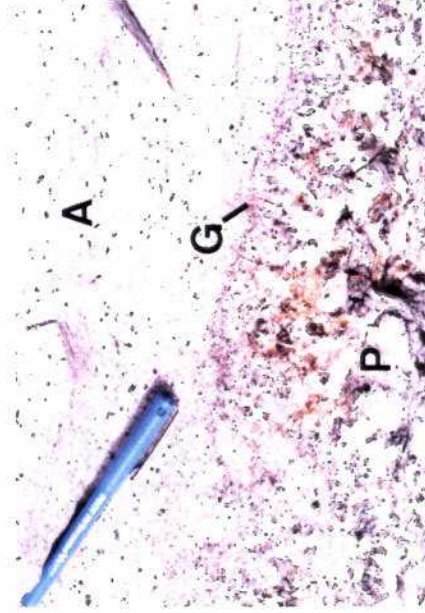


Foto 4

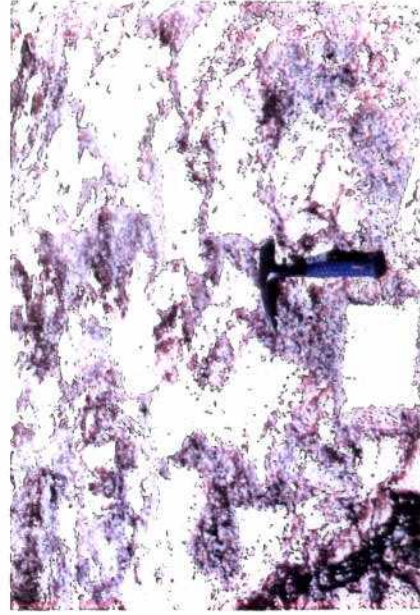


Foto 5

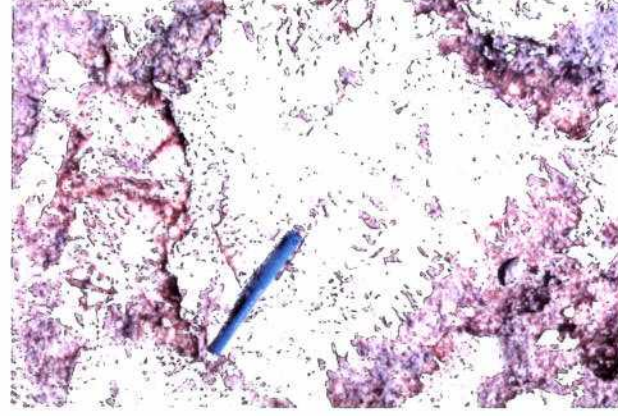


Foto 6

Pena Grande (23)

Esta situado junto al pueblo de Pena Grande, al Este del indicio "Silan (21-22)".

Se han observado pequeños filones y bolsadas pegmatíticas que son el resultado de inhomogeneidades pegmatoides acompañantes a la intrusión del granito en las migmatitas. Estos filoncillos tienen una dirección N-S y un buzamiento de 55° E. Las potencias son centimétricas y decimétricas. Se ha estudiado una bolsa de pegmatita con un espesor visible de 4-5 m encajada en migmatitas.

La roca de caja es un granito de dos micas leucocrático con turmalina y migmatitas. Los contactos diques-granito son graduales, mientras que los contactos diques-migmatitas son netos e intrusivos.

Mineralógicamente las pegmatitas se componen de: cuarzo, feldespato blanco y rosado, moscovita y turmalina negra.

Las reservas son muy escasas, lo que hace que el interés minero de este indicio sea escaso.

Penedo da Forca (24)

Este indicio se situa en el paraje de "Penedo da Forca", al NE del indicio "Silan (21-22)". El acceso sólo puede realizarse a pie, ya que no existen carreteras o pistas.

Se trata de masas y filones pegmatíticos subhorizontales irregularmente distribuidos. Tanto las masas como los filones son inhomogeneidades pegmatoides asociadas al emplazamiento de un granito de dos micas con turmalina de grano medio-fino. En este granito la turmalina, de grano muy fino, se presenta formando enclaves o "nidos" centimétricos de numerosos individuos junto con el cuarzo, dando un aspecto moteado a la

roca. La potencia de estas masas es métrica (1-2 m).

Los contactos de las masas pegmatíticas y el granito son graduales. Además se han observado grandes cristales de feldespato aislados en el interior de la masa granítica. Estos datos indican la contemporaneidad de la cristalización de granito y pegmatitas.

La mineralogía se compone de: cuarzo, feldespato, moscovita y turmalina negra. El feldespato puede aparecer en cristales muy grandes de tamaño decimétrico.

No se ha observado en la zona una masa o dique de dimensiones aceptables. El interés minero de este indicio es bajo.

Ribeira (25-26)

Esta situado directamente al Sur del indicio "Penedo da Forca (24)", próximo al arroyo de Ribeira. El terreno está cubierto en casi toda su extensión y ocasionalmente pueden observarse algunos afloramientos de granito de dos micas con turmalina. Le acompañan varios filones pegmatíticos de poca potencia de dirección NE-SO y buzamiento al SE.

El interés minero de este indicio es desconocido puesto que no ha podido reconocerse suficientemente bien debido a la falta de afloramientos.

Santixu (27)

Está situado en la falda Sur del Monte Monseibán.

Es un conjunto de masas pegmatíticas discontinuas relacionadas genéticamente con el granito de dos micas de Monseibán, y alineadas según dos direcciones paralelas. Encajan en migmatitas y filitas precámbricas y los contactos

con la roca de caja son netos e intrusivos. Las características geológicas principales de este yacimiento son las siguientes (IGME 1978):

Dirección : N 70° E

Buzamiento: 50-70° SE

Corrida media: 40 m (por afloramiento)

Potencia: 5-17 m

Se trata de pegmatitas simples y epigenéticas. Su composición mineralógica es la siguiente: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y moscovita.

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). Mediante calicatas eléctricas se detectó en profundidad una masa tabular con buzamiento al Este, posiblemente un cuerpo pegmatítico (IGME 1978) (ANEXO VI, Plano Nº 4).

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.

Se dispone de los siguientes analisis químicos (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
162	73,13	16,70	0,27	-	0,59	0,04	3,97	4,89
163	70,08	17,42	0,15	-	0,27	0,03	8,43	3,20
164	74,39	16,02	0,20	-	0,51	0,03	2,52	5,89
165	64,64	20,74	0,08	-	0,08	0,02	11,78	2,22
166	72,20	15,95	0,15	-	0,20	0,02	8,72	2,45
M-1	74,87	15,87	0,42	0,01	0,38	0,09	3,38	4,28
M-2	71,83	15,93	0,41	0,01	0,29	0,13	7,65	3,13
M-3	74,05	16,66	0,34	0,01	0,52	0,06	3,38	5,40
M-4	78,57	13,64	0,77	-	0,23	0,18	2,83	2,50
M-5	76,86	14,74	0,34	-	0,50	0,05	1,71	5,40
M-6	71,29	15,91	0,17	-	0,18	0,05	8,66	3,13
M-7	70,23	15,92	0,25	-	0,08	0,03	10,77	2,17
M-8	68,78	16,83	0,11	-	0,05	0,02	11,56	2,23
M-9	75,42	15,58	0,40	0,02	0,04	0,08	2,90	4,86
M-11	72,00	15,86	0,19	0,01	0,13	0,03	7,78	3,25
M-13	74,33	15,91	0,25	-	0,33	0,06	3,36	5,11
M-14	69,57	16,93	0,12	-	0,19	0,03	9,16	3,63
M-15	71,98	16,59	0,13	-	0,20	0,02	7,11	3,85
M-16	75,68	14,17	0,14	-	0,18	0,05	5,79	3,33
M-17	66,59	19,18	0,20	-	0,09	0,05	11,16	2,45
M-18	73,52	16,57	0,54	-	0,31	0,08	4,17	4,40
M-19	72,57	17,37	0,44	-	0,47	0,10	3,73	4,85
M-20	64,48	20,42	0,13	-	0,15	0,03	11,40	3,09
M-21	64,65	20,29	0,07	-	0,13	0,04	11,76	2,73
M-22	67,17	19,31	0,15	-	0,11	0,03	9,48	3,12
MEDIA	71,43	16,77	0,25	-	0,26	0,05	6,47	3,67

Monseiban (28)

Está situado en la cumbre del Monte Monseibán, muy próximo al indicio "Santitxu (27)" del que se considera una continuación lateral.

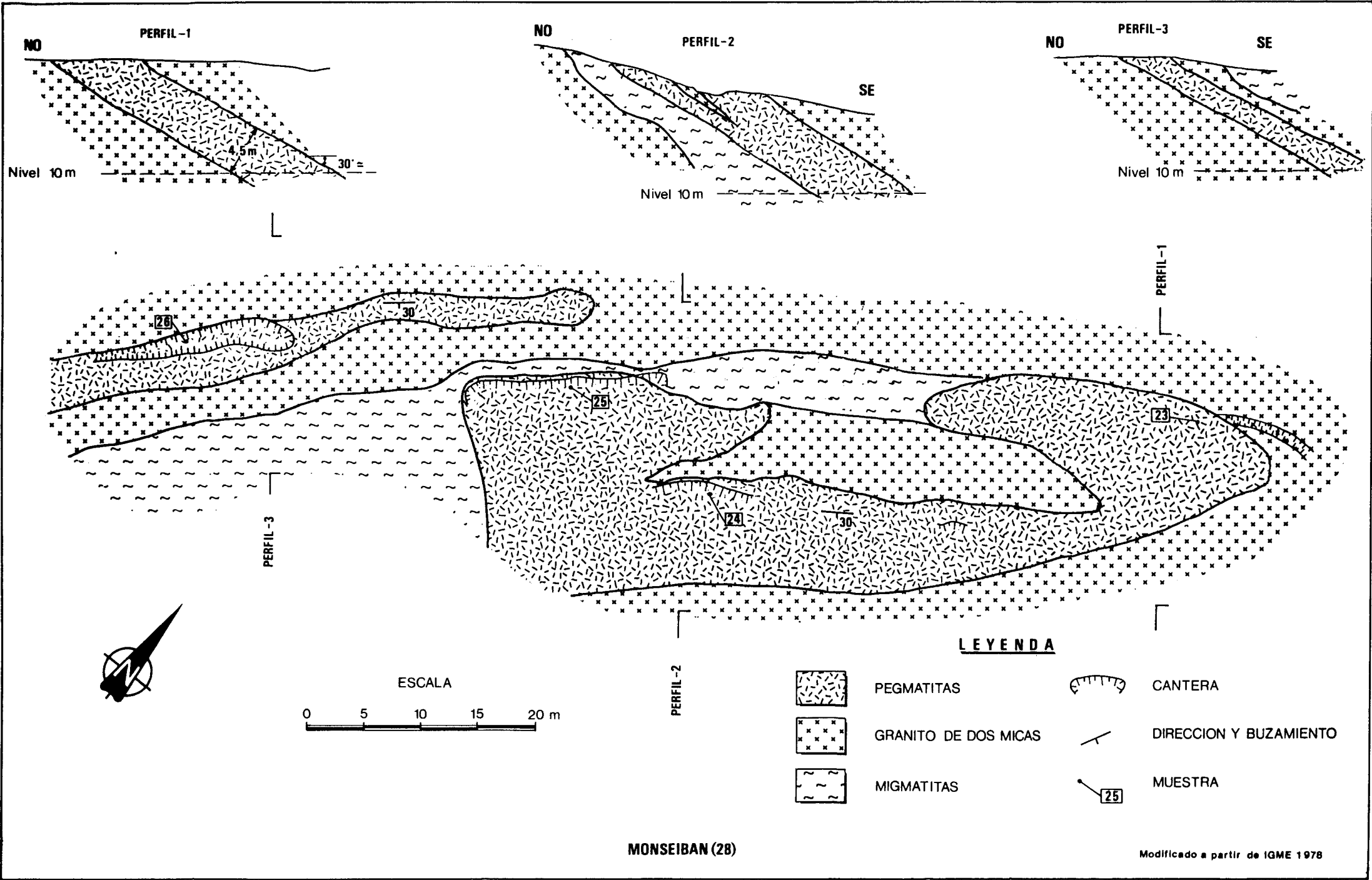
Se trata de diques pegmatíticos de dirección N 55° E y buzamiento 30° SE (IGME 1978). Encajan en granito de dos micas y migmatitas. En los contactos con la roca de caja son frecuentes grandes placas de moscovita que han sido explotadas antiguamente. Es precisamente en estas antiguas labores donde puede observarse la pegmatita.

Se han estimado para este indicio unas reservas de 25.000-30.000 t. hasta los 10 m. de profundidad (IGME 1978). El interés minero es bajo.

Los análisis químicos de cuatro muestras dan los siguientes resultados (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-23	68,44	17,16	0,06	-	0,08	0,03	10,32	2,58
M-24	68,08	17,42	0,16	-	0,15	0,06	10,06	3,47
M-25	65,13	19,69	0,08	-	0,12	0,03	11,64	2,73
M-26	63,24	18,88	0,07	-	0,08	0,05	13,08	3,21
MEDIA	66,22	18,28	0,09	-	0,10	0,04	11,27	2,99

Destaca en este indicio las altas concentraciones en potasio, siempre por encima del 10%.



NO

PERFIL-1

NO

PERFIL-2

NO

PERFIL-3

SE

Nivel 10 m

Nivel 10 m

Nivel 10 m

26

30

25

24

30

23

PERFIL-1

PERFIL-3

PERFIL-2

LEYENDA



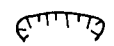
PEGMATITAS



GRANITO DE DOS MICAS



MIGMATITAS



CANTERA

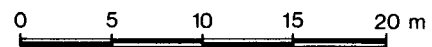


DIRECCION Y BUZAMIENTO



MUESTRA

ESCALA



MONSEIBAN (28)

Modificado a partir de IGME 1978

Frouxeira (29)

Está situado en las proximidades del Alto de La Frouxeira (Fronceira), al Este del río Ouro.

Son masas subpegmatíticas, irregulares en forma y distribución con altos contenidos en feldespato y cuarzo y en las que falta la mica. En estas zonas 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).

Destacan también zonas del granito episienitizadas de morfología alargada, asociadas a fracturas. En estas zonas, el feldespato presenta una típica coloración rosa por introducción de óxidos de hierro en la red del mineral.

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%).

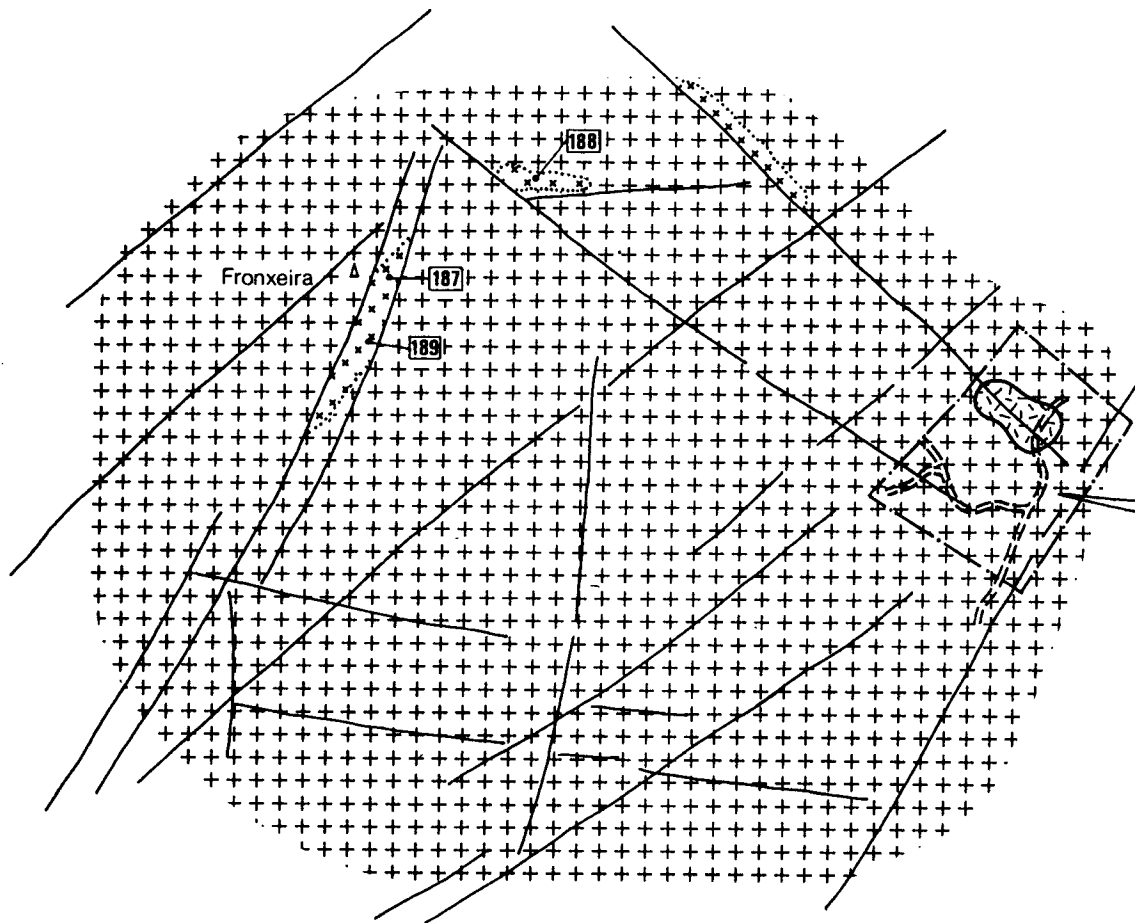
El grado de investigación de este indicio es medio, habiéndose realizado (IGME 1978): esquema geológico, análisis químicos, estudios petrológicos de lámina delgada y una calicata.

El potencial minero está considerado como alto (400.000 t) 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 episienitizadas. Por tanto, las masas feldespáticas no serían tan abundantes. Otros

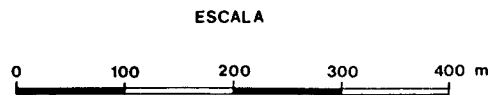
aspectos desfavorables son la presencia de restos arqueológicos sobre algunos de los indicios citados y lo cubierto de la zona.

Los resultados de los análisis químicos son los siguientes (IGME 1978):




Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-183	81,30	10,09	0,84	0,03	0,11	0,05	6,90	0,18
M-184	69,48	17,68	0,37	0,02	0,03	0,13	11,88	0,22
M-185	71,84	16,72	0,34	0,02	0,07	0,10	7,41	3,25
M-186	68,24	18,18	0,85	-	0,09	0,11	9,02	3,39
M-205	71,70	16,02	0,17	-	0,01	0,07	10,47	0,17
M-206	65,43	19,23	1,06	0,03	0,01	0,10	11,82	0,17
M-207	76,97	13,34	0,20	-	0,03	0,06	8,17	0,15
MEDIA	72,13	15,89	0,54	0,01	0,05	0,08	9,38	1,07

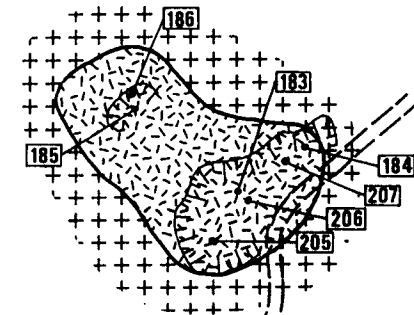


DISTRIBUCION REGIONAL DE LOS AFLORAMIENTOS







LEYENDA

-  GRANITO PEGMATOIDE RICO EN CUARZO Y FELDESPATO
-  GRANITO EPISIENITIZADO
-  GRANODIORITA



DETALLE DE LAS CALICATAS ABIERTAS



-  CANTERA
-  FALLA
-  ZONA AMPLIADA
-  MUESTRA

San Pedro (31)

Está situado en las inmediaciones del Alto da Regodeira, al Este del indicio "Rufinito (30)".

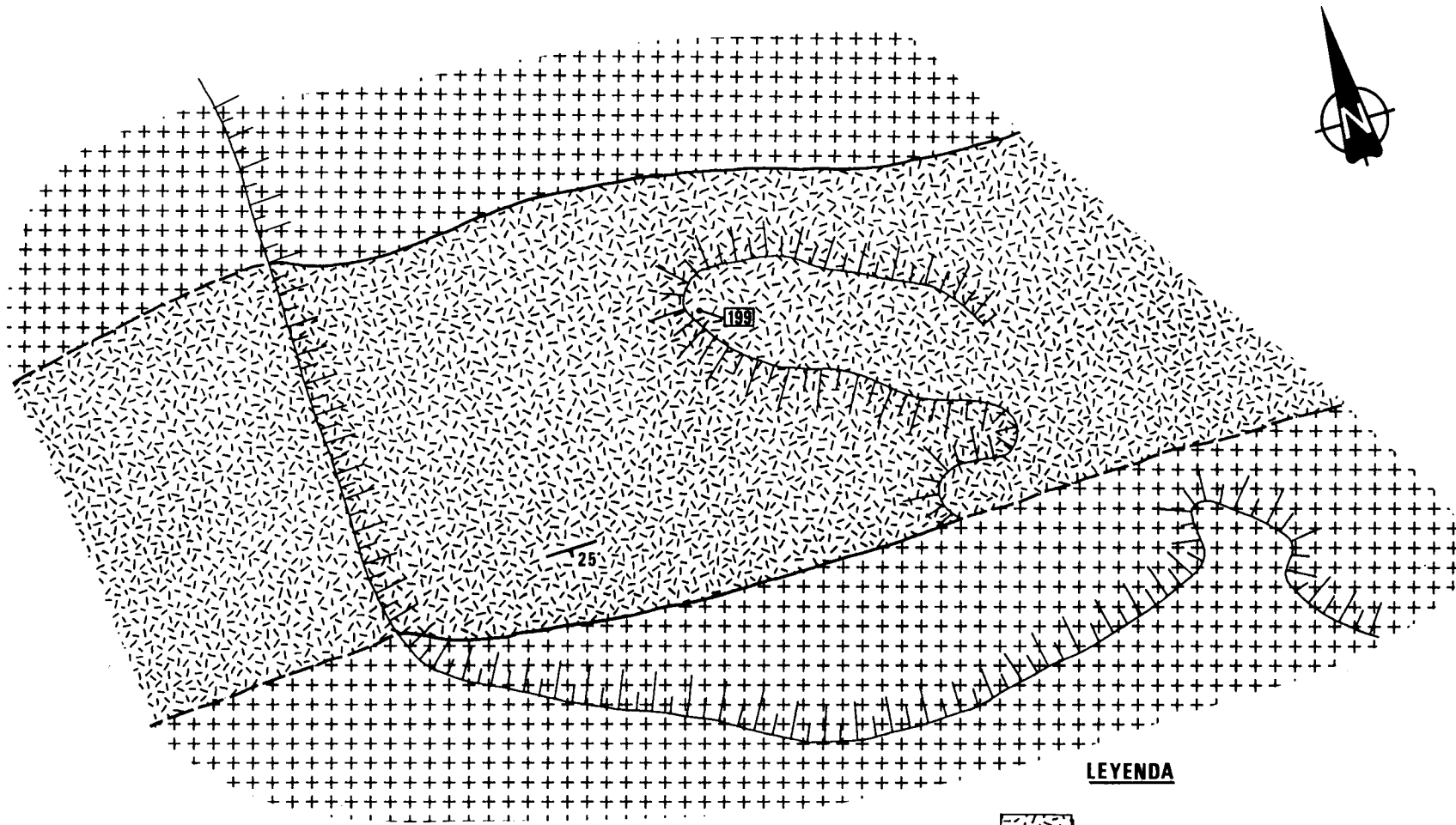
Se trata de un dique de pegmatita de dirección N 83°E y buzamiento 25°S (IGME 1978), que ha sido explotado en dos frentes separados 200 m para el aprovechamiento del feldespato. La potencia del dique es de 4-5 m.

La roca de caja es un granito biotítico de grano grueso (Macizo de La Tojiza).





Se han estimado para este dique unas reservas inferiores a las 1.000 t (IGME 1978), por lo que el interés minero es prácticamente nulo.

Se dispone de análisis químicos de dos muestras (IGME 1978), en los que destaca la alta variabilidad de los álcalis.

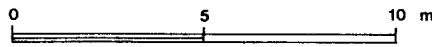
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-199	66,26	20,56	0,16	0,02	0,18	0,10	6,28	4,56
M-200	72,19	16,74	0,45	-	0,04	0,28	9,06	0,16



LEYENDA

-  PEGMATITA
-  GRANODIORITA DE GRANO GRUESO
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO
-  MUESTRA

ESCALA 1/200



SAN PEDRO (31)

Zoñan (33)

Esta situado aproximadamente a 1 km. al NO de Zoñan, próximo a la carretera de Zoñán a Estelo.

Se trata de un dique de pegmatita que aflora de forma discontinua a lo largo de 120 m. Su dirección es N 70° E , y el buzamiento es de 10° S. La potencia oscila entre 10-15 m (IGME 1978). La composición mineral del dique varía ampliamente.

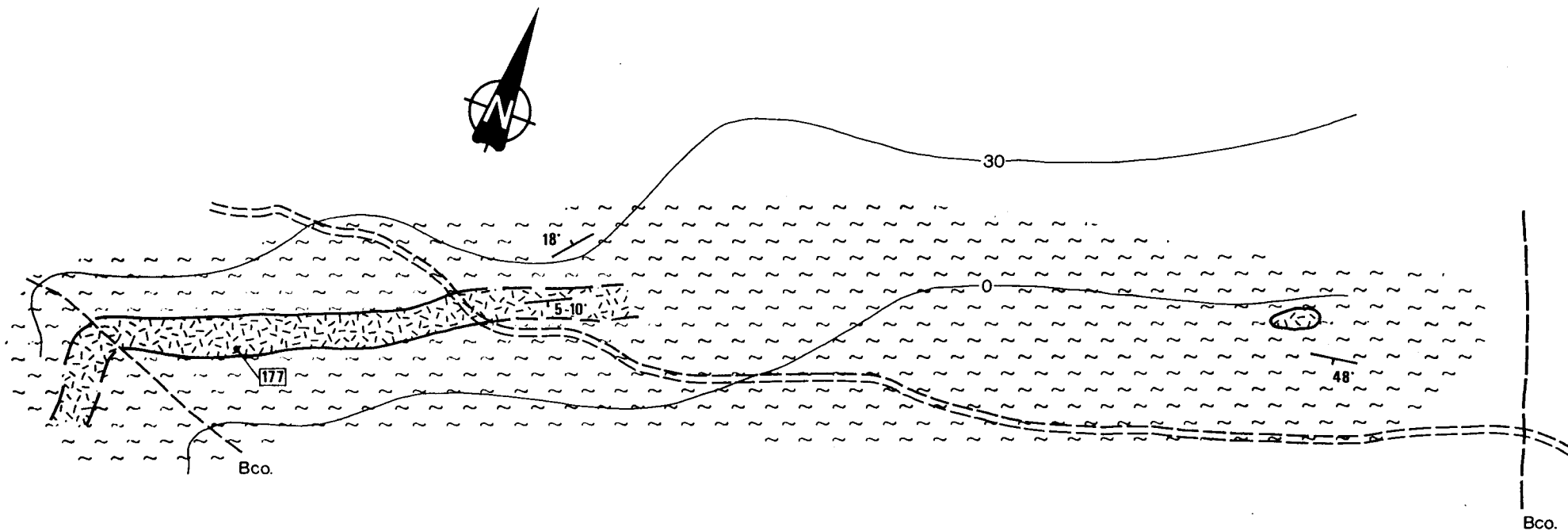
La roca de caja son pizarras Cámbricas muy próximas al contacto con la Granodiorita de la Tojiza. Esta última parece ser la responsable de la intrusión pegmatítica.

La mineralogía principal del dique es la siguiente: cuarzo, feldespato, moscovita y biotita. Se han observado texturas gráficas, así como una gran variabilidad lateral de la mineralogía, presentando zonas con predominio de cuarzo-biotita y zonas ricas en feldespato (IGME 1978).






Las reservas estimadas hasta 10 m. de profundidad son de unas 30.000 t (IGME 1978). Su interés minero es escaso debido a las variaciones laterales en la calidad, la escasez de reservas y la discontinuidad de los afloramientos, que podrían corresponder a discontinuidades reales del dique.

Existe un análisis químico disponible, cuyo resultado es el siguiente (IGME 1978):

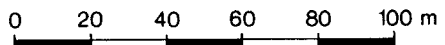
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-192	74,16	15,95	0,52	0,02	0,27	0,06	3,21	4,99



LEYENDA

-  PEGMATITITA CON CRISTALES PEQUEÑOS DE BIOTITA Y PLACAS DE MOSCOVITA
-  PIZARRAS
-  CURVAS DE NIVEL RELATIVAS
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO
-  MUESTRA

ESCALA 1 2.000



ROCAS ALBITICAS

Quinta (34)

Está situado entre Aspera y Vilar, en la desembocadura del arroyo de Esteiro a la ría de Foz.

El yacimiento esta 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 Villadrid, afectado por un plegamiento suave de tercera fase que hace que la foliación principal se sitúe con direcciones aproximadas E-O y buzamientos generales al Sur. 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 principalmente por albita (82-92 %) con algunas impurezas constituidas por sericita, biotita (producto del metamorfismo), sulfuros, venas tardías de cuarzo, moscovita, turmalina, circón, clorita, apatito y opacos. Presenta una textura laminada (LAMINA V, fotos 4 y 5), 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.

Están afectadas por varias familias de fallas directas de salto métrico (LAMINA V, foto 3), que desplazan los niveles de albita, con hundimiento de los labios Sur y Este en general, aunque pueden verse tambien 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 (LAMINA VI, foto 1): 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 bandeo laminar muy fino y constante formado por variaciones del tamaño de grano de la albita y la alternancia de niveles de sericita-albita.
- * Facies blanca (LAMINA VI, foto 2): Puede presentarse masiva, sin laminación, o bien laminada 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 (LAMINA VI, foto 3): 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.

Durante la realización de este informe (ANEXO VII), se aplicaron métodos geofísicos (sondeos electromagnéticos) para su posible aplicación en la investigación de nuevos recursos de albita en zonas cubiertas. Para la puesta a punto del método se escogió el yacimiento de La Quinta, suficientemente conocido mediante sondeos. Un resumen de estos trabajos se puede encontrar en el apartado 5.5 de este informe.

Este yacimiento está actualmente en explotación por la empresa Basazuri, S.L. (LAMINA V, fotos 1 a 3), que produce unas 73.000 t/año, extrayéndose 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. Dados su alto contenido en albita 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 (LAMINA V, fotos 6 y 7). 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).

Los análisis químicos de cinco muestras tomadas en la explotación dan los siguientes resultados (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
134	66,78	19,65	0,08	0,02	0,75	0,80	0,14	10,72
178	64,75	21,01	0,85	-	0,23	1,79	1,87	9,12
180	68,57	18,82	0,04	-	0,12	0,02	0,07	11,36
F-2-10	69,81	18,89	0,24	0,02	0,20	0,10	0,32	10,03
F-2-19	69,71	18,91	0,15	0,01	0,11	0,11	0,16	10,09
MEDIA	67,92	19,45	0,27	0,01	0,28	0,56	0,51	10,26

Durante la realización de este informe se tomaron tres muestras para la realización de análisis químicos y mineralógicos (ITGE 1992). Los resultados se recogen a continuación:

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

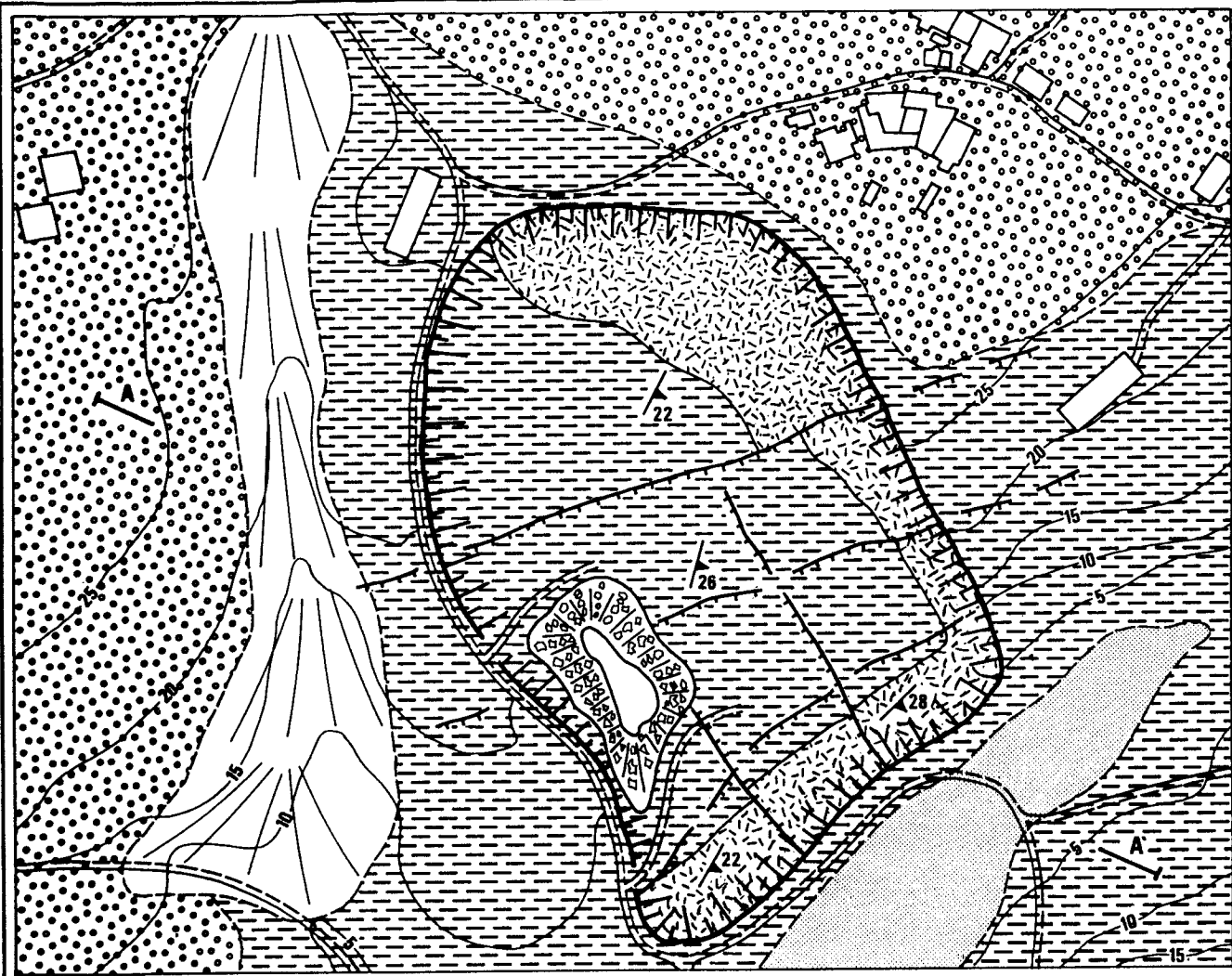
Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
BASAZ-1	67,59	20,06	0,08	0,93	0,17	0,00	0,00	10,95
BASAZ-2	65,94	19,87	0,46	1,00	0,38	1,01	0,70	10,00
BASAZ-3	65,99	19,59	1,01	0,88	0,40	1,09	0,60	9,71

DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
BASAZ-1	Plag. sódica	---	---
BASAZ-2	Plag. sódica	---	Q, mica, clorita
BASAZ-3	Plag. sódica	---	Mica, clorita

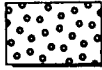

Q, cuarzo; Plag, plagioclasa

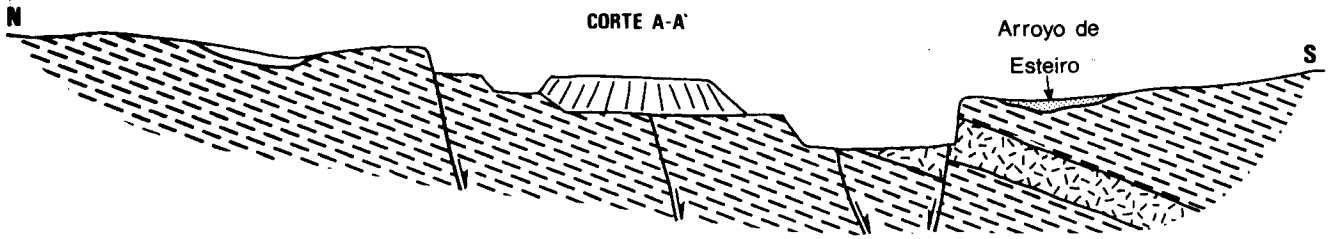
Los análisis químicos demuestran que este indicio es el más homogéneo en cuanto a su composición dentro de las rocas albíticas. Los contenidos en sodio y aluminio siempre se mantienen muy constantes y en valores altos. Se observa cierta variabilidad en el hierro, calcio y magnesio, pero nunca llega a niveles que pudieran alterar la calidad del material.



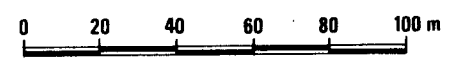
LEYENDA



-  DEPOSITOS SOBRE RASA. CANTOS GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS
-  DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS Y LIMOS
-  COLUVIONES
-  ALBITA
-  ALBITA ALTERADA
-  PIZARRAS
-  ESCOMBRERA
-  FALLA DIRECTA
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO DE S.



ESCALA 1/2.000



QUINTA (34)

Modificado a partir de Gabinete Minero 1.988

LAMINA V

Foto 1: Vista panorámica de la explotación Quinta (Basazuri, S.L.). En primer término (a la izquierda), destaca el feldepató alterado en superficie (colores blanquecinos). A la derecha de la foto se aprecian las escombreras. Indicio nº34.

Foto 2: Detalle de la explotación anterior. Al fondo se observa el feldepató alterado (blanco). A la derecha, pueden verse las albitas (niveles claros) intercalados con pizarras de la serie Cámbrica (Pizarras de Tránsito).

Foto 3: Niveles de albíta (A) intercalados entre pizarras (P). Se aprecia una falla directa de salto métrico que desplaza el labio Sur (a la derecha) hacia abajo. Indicio nº34 (Quinta).

Fotos 4 y 5: Detalle de las albitas de la Quinta. Presentan un bandeo centimétrico caracterizado principalmente por variaciones en el tamaño de grano de la albíta. Facies rosada.

Fotos 6 y 7: Rocas albiticas meteorizadas en la explotación Quinta. Se conserva el bandeo original del feldepató. El contenido en sodio en la roca alterada desciende ligeramente a valores próximos al 8%.

LAMINA V



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7

LAMINA VI

Foto 1: Detalle de la facies rosada de la albita. Su coloración y el bandeo cm permiten reconocerla fácilmente. Dicho bandeo es principalmente el resultado de cambios en el tamaño de grano de la albita. Indicio nº34 (Quinta).

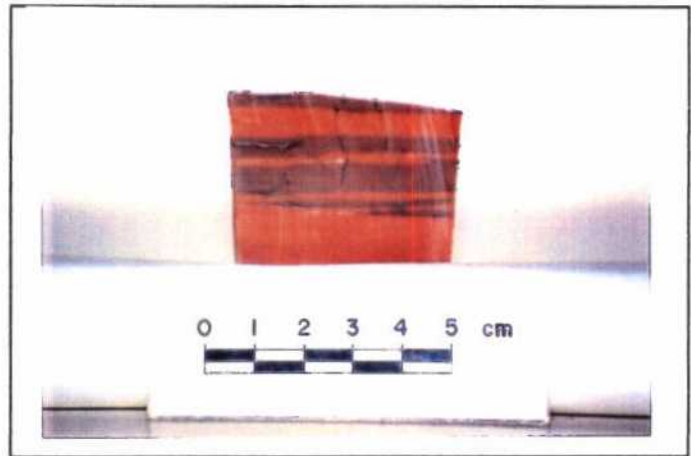


Foto 2: Albita en facies blanca. Se confunde en campo fácilmente con cuarcitas blancas. Puede presentarse masiva, sin laminaciones, o bien con un bandeo centimétrico alternando con facies rosadas también albiticas. En la foto, se aprecian microfallas que desplazan verticalmente los niveles albiticos. Indicio nº34 (Quinta).

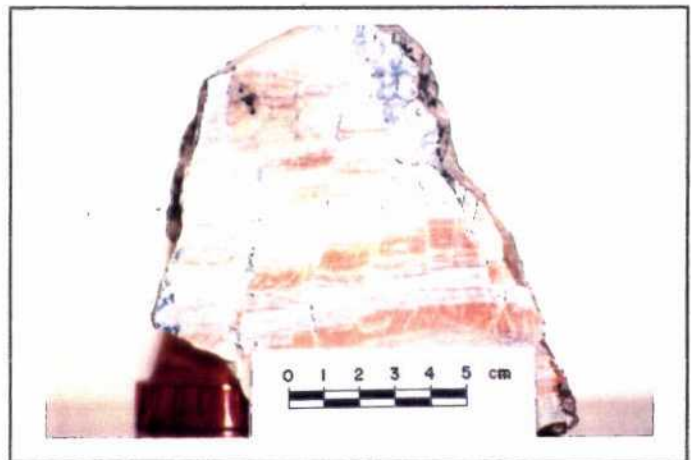
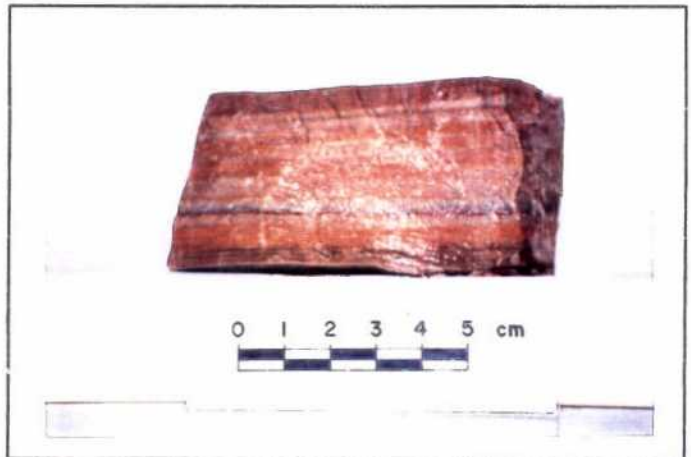


Foto 3: Albita en facies gris. Se presenta finamente laminada como la facies rosa. En campo es fácilmente confundible con cuarcitas grises. Esta facies suele presentar más impurezas que las otras dos anteriores, motivo por el cual presenta contenidos en sodio más bajos (5-7 %). Indicio nº37 (Punta do Castro).



Sexta (35)

Es un indicio pequeño situado en la desembocadura del arroyo de Pena Bor a la playa de San Pedro (Playas de Benquerencia).

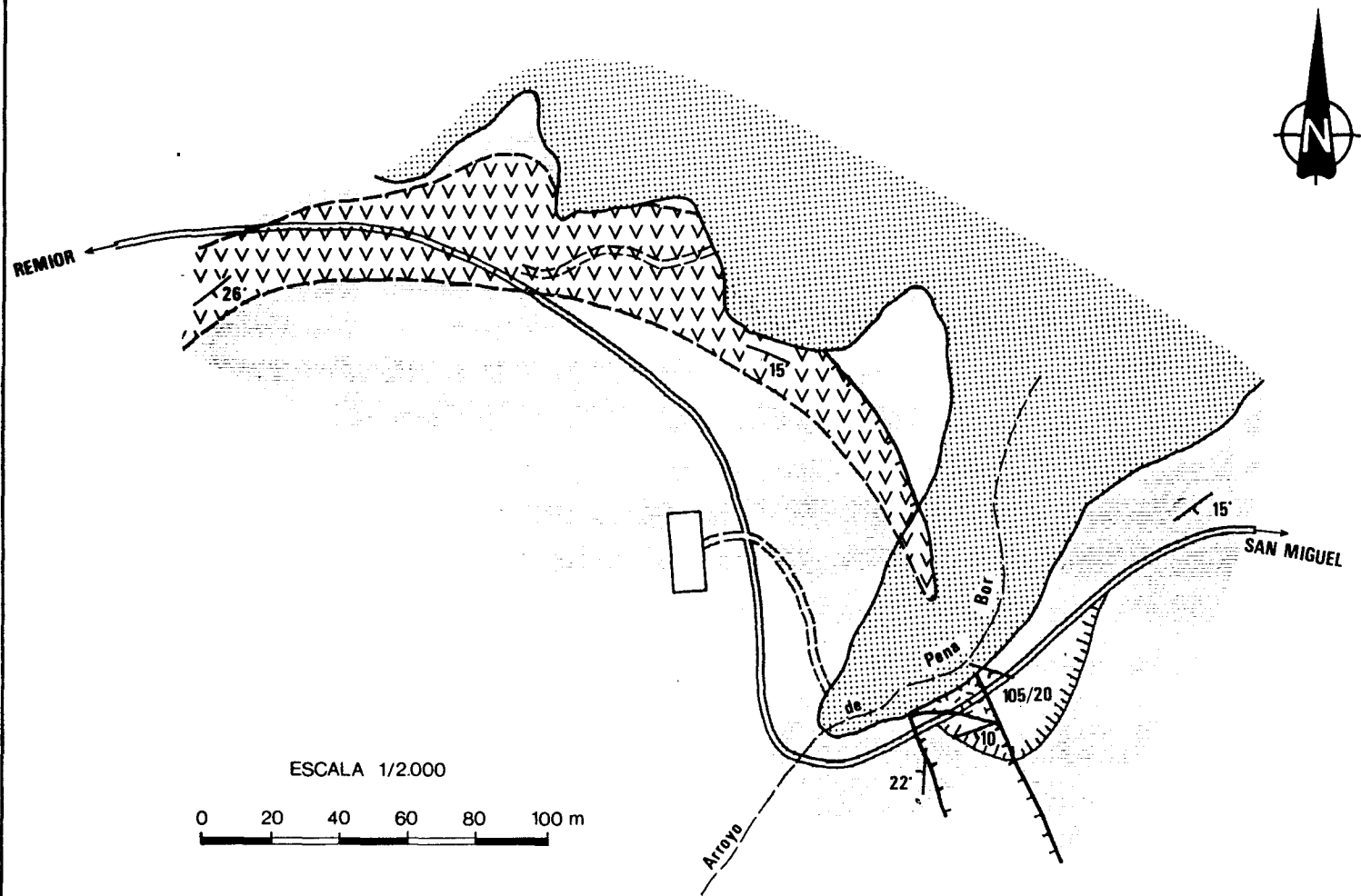
Se trata de una capa delgada de rocas albíticas (LAMINA VII, foto 1), limitada por dos fallas de alto ángulo, y que esta interestratificada con rocas cuarcíticas y esquistosas de las Pizarras de Tránsito (Cambrico Inf.). La extensión del afloramiento es de unos 15 m entre las fallas y la potencia de 1 m aproximadamente. Los datos de dirección y buzamiento de esta capa son los siguientes: N 105°E / 20°S.

A un lado y otro de las fallas no se ha observado ningún otro indicio de albita.

La albita se presenta muy laminada, con lechos centimétricos en los que alternan niveles de las facies rosa y blanca (LAMINA VII, foto 2).

Cruzando la carretera, dónde se situa actualmente el Bar Royma, existía una pequeña cantera (10 x 10 m) en donde se extrajo algo de feldespato (IGME 1978). Se desconoce si es la prolongación lateral de la capa vista en la playa o bien corresponde a otros niveles albíticos.

Se han estimado para este indicio unas reservas de unas 8.000 t, considerando además como parte del indicio el "sill" de felsita situado al Oeste del arroyo, dónde se tomó una muestra para análisis químico (IGME 1978). Este análisis carece de valor así como la estimación de reservas, ya que esta tomado sobre una roca ("sill" de microgranito porfídico-felsita) totalmente diferente a las albitas y sin relación genética con ellas.



LEYENDA

-  ARENAS DE PLAYA
-  PIZARRAS Y CUARCITAS
-  FELDESPATO SODICO (ALBITA)
-  PORFIDOS MICROGRANITICOS
-  CANTERA
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO
-  FALLA

Playa da Pasada (36)

Son varios indicios de rocas albíticas (ver mapa de detalle E: 1/10.000) situados en los parajes de Playa da Pasada y Punta Corbeira (Playas de Benquerencia).

En la Playa da Pasada pueden verse las prolongaciones laterales del paquete de rocas albíticas explotado en Punta do Castro (37). La albita (50/27° SE) se presenta interestratificada con cuarcitas y pizarras Cámbricas, y toda la serie esta intruida por múltiples "sills" métricos (1-3 m) de microgranito porfídico (felsita) muy próximos entre si. Por último, la serie esta desplazada verticalmente por numerosas fallas directas de salto métrico y gran angulo.

La albita (62 %) se presenta en su típica facies de lechos centimétricos y decimétricos rosados y blancos que alternan con pizarras y cuarcitas muy silicificadas.

Al Oeste de Punta Corbeira, aflora una capa albítica en el núcleo y flanco inverso de un anticlinal tumbado de primera fase. Las albitas, en su prolongación Oeste, se meten debajo de la playa de San Pedro, volviendo a aflorar al Oeste más adelgazadas y marcando el contacto entre pizarras y cuarcitas. La facies observada aqui es la rosada.

Se han tomado tres muestras para analisis químicos (fluorescencia) y mineralógicos (difracción de rayos X). Los resultados se recogen a continuación (ITGE 1992):

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
PC-1	74,78	13,92	0,65	0,81	1,16	0,38	0,03	7,36
PC-2	90,64	3,19	1,65	0,24	0,98	0,84	0,00	1,30
PC-3	80,74	9,69	0,66	0,49	1,11	0,53	0,08	5,76
L-1	88,14	6,69	0,40	0,39	0,06	0,01	0,00	3,53

DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
PC-1	Plag. sódica	Cuarzo	Plag., F.potás.
PC-2	Cuarzo	---	Mica, clorita
PC-3	Cuarzo	Plag. sódica	Mica, clorita
L-1	Cuarzo	Plag. sódica	---

Por otro lado, en las prolongaciones occidentales del paquete de rocas albiticas, se tomaron otras cuatro muestras para ensayos de fusión en horno. Los ensayos fueron realizados por la empresa Basazuri, S.L. Los resultados son los siguientes:

ENSAYO DE FUSION EN HORNO (1200 °C)

F-1, F-2, F-4 Los lechos albiticos (niveles rosados) funden bien. Se presentan niveles blancos cuarcíticos infusibles.

F-3 Niveles blancos cuarcíticos infusibles. No hay albita en la muestra.

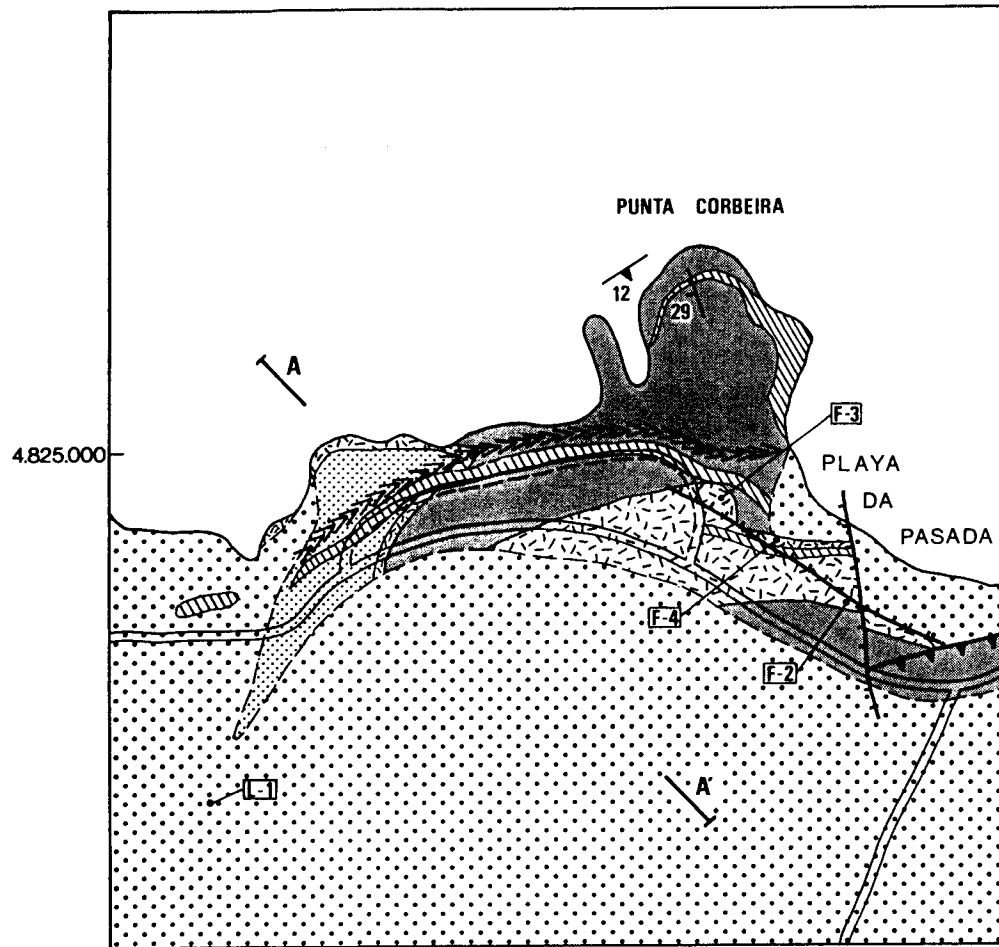
Pueden apreciarse diferencias composicionales y mineralógicas importantes, lo que denota contaminaciones dentro de las propias albitas, importantes cambios laterales a rocas mixtas albita-cuarcita y cuarcitas feldespáticas (sódicas), así como otras rocas sin albita intercaladas entre estas.

Las muestras PC-1 y PC-3 son albitas contaminadas en grados diferentes. Mientras en la muestra PC-1 la albita es el mineral principal, en la PC-3 es el mineral secundario. El contenido en cuarzo es abundante en ambos casos. También se ven afectados los contenidos en hierro y calcio, más altos que en albitas puras, frente a los contenidos en aluminio y sodio que son más bajos. Esto afecta a su capacidad como


aglutinante y cementante de la "pasta" cerámica. También es posible que se vea afectado negativamente su efecto como fundente. Por último, las muestras PC-2 y L-1 son cuarcitas, apreciándose un cierto contenido en albita en L-1, y la ausencia total de ésta en el caso de PC-2.

Las observaciones de campo y las muestras F-1 a F-4, ponen de manifiesto los importantes cambios laterales de facies en las rocas albíticas, que pasan hacia el Oeste a intercalaciones albita-cuarcita y cuarcitas más o menos feldespáticas (con albita). La presencia además de niveles cuarcíticos y de pórfidos micrograníticos (felsitas) intercalados en la serie y las impurezas en las albitas, constituyen importantes contaminantes del paquete albítico que rebajan considerablemente la calidad del feldespato y, por tanto, su uso en la industria.

Además de las características reseñadas más arriba, este indicio se sitúa en la misma línea de costa y se desconoce su continuidad tierra adentro. Por tanto, su interés minero es bajo.



LEYENDA

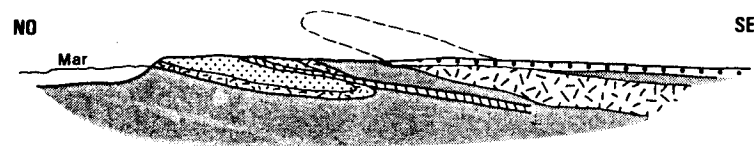
-  CUARCITAS
-  PIZARRAS, ESQUISTOS
-  PAQUETE CON ROCAS ALBITICAS
-  DIQUES DE PORFIDOS
-  CANTOS, GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS
-  TRAZA AXIAL DE ANTICLINAL DE F1
-  " " " SINCLINAL DE F1
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO DE S₀
-  " " " " S₁
-  FALLA INVERSA
-  FALLA DIRECTA
-  CONTACTO CONCORDANTE
-  " DISCORDANTE
-  CANTERA
-  MUESTRA PARA FUSION
-  " " ANALISIS QUIMICO



ESCALA 1/5.000



CORTE A-A'



Punta do Castro (37)

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 la Punta do Castro.

El tipo de yacimiento es el mismo que el observado en La Quinta, aunque se situa estratigráficamente en un nivel superior, hacia el techo de la formación Pizarras de Tránsito (Cámbrico Inf.). Presenta un tramo de albita de 6-7 m de potencia intercalado entre cuarcitas, pizarras y niveles de carbonatos de espesor decimétrico. 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, cartografía de detalle (E 1/10.000), y se muestreó para su posterior análisis.

Actualmente está en explotación intermitente (LAMINA VII, fotos 3 y 4) 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.

Se han tomado varias muestras para la realización de análisis químicos (fluorescencia) y mineralógicos (difracción de rayos X) (ITGE 1992).

FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
PC-4	66,18	17,92	0,79	0,90	0,51	2,89	1,16	8,80
PC-5	93,02	3,70	0,34	0,12	0,19	0,00	0,00	2,41
PC-6	73,78	11,77	0,87	0,67	1,69	2,33	0,14	6,13
PC-7	65,35	19,03	0,47	0,91	1,38	0,92	0,12	10,19
PC-8	94,04	1,78	0,78	0,05	0,42	1,15	0,41	0,67

DIFRACCION DE RAYOS X

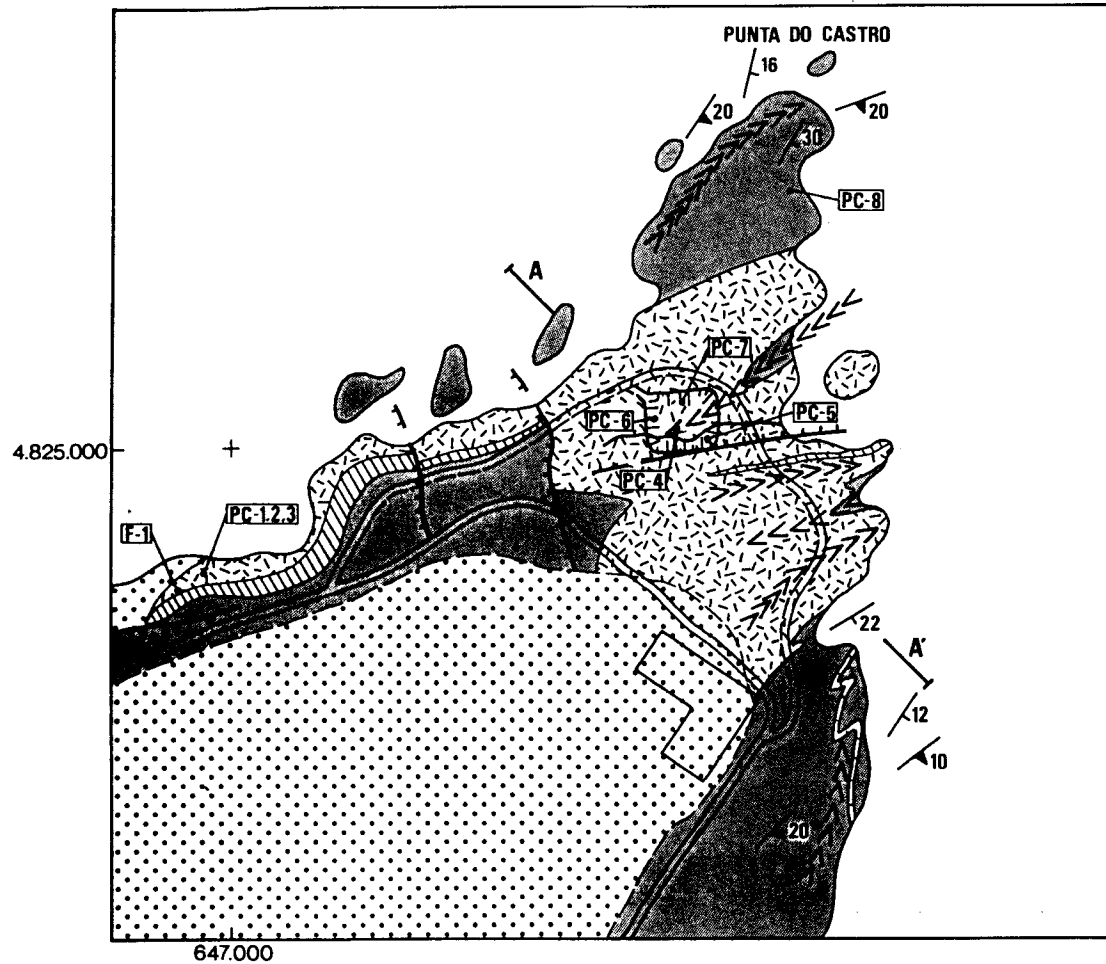
Muestra	Miner. princ.	Miner. secund.	Acces. y trazas
PC-4	Plag. sódica	Mica, cuarzo	---
PC-5	Cuarzo	Plag. sódica	---
PC-6	Cuarzo, Albita	---	Mica, clorita
PC-7	Plag. sódica	---	Mica, clorita, Q
PC-8	Cuarzo	---	Plag., mica

Q, cuarzo; Plag, plagioclasa


Como en el caso anterior, existen importantes diferencias composicionales y mineralógicas, con albitas impuras y rocas cuarcíticas intercaladas entre éstas.

La muestra PC-7 corresponde a una albita pura que podemos comparar con el resto de las muestras para evaluar el grado de calidad de éstas. PC-4 y PC-6 son albitas contaminadas en grados diferentes en las que se observan importantes descensos en los contenidos de sodio y aluminio, y elevaciones del contenido en magnesio (seguramente por la presencia de dolomia, observada en lámina delgada). PC-5 y PC-8 son

cuarcitas en las que destaca el abundante contenido en cuarzo. La muestra PC-5 es una cuarcita ligeramente feldespática (albita), sin potasio y con contenidos bajos en sodio (2,41 %).

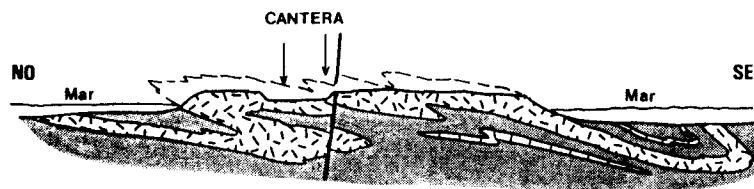


LEYENDA

-  PIZARRAS, ESQUISTOS
-  PAQUETE CON ROCAS ALBITICAS
-  DIQUES DE PORFIDOS
-  CANTOS, GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS
-  CALIZAS, DOLOMIAS
-  TRAZA AXIAL DE ANTICLINAL DE F1
-  " " " SINCLINAL DE F1
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO DE S₀
-  " " " " S₁
-  FALLA INVERSA
-  FALLA DIRECTA
-  CONTACTO CONCORDANTE
-  " DISCORDANTE
-  CANTERA
-  MUESTRA PARA FUSION
-  " " ANALISIS QUIMICO



CORTE A-A'



ESCALA 1/5.000



PUNTA DO CASTRO(37)

LAMINA VII

Foto 1: Vista del indicio n°35 (Sexta). En la foto se observa una capa albítica (A) de un metro de espesor intercalada entre pizarras (P) Cámbricas.

Foto 2: Detalle de la capa albítica anterior. Se aprecia el bandeo característico de estas rocas con alternancias de albita en las facies rosada y blanca.

Fotos 3 y 4: Vistas generales de la explotación de Punta do Castro (Materiales Cerámicos de Burela, S.A.). El material extraído es bastante heterogéneo y está constituido por capas albíticas con diferentes contenidos en sodio (5-10 %), cuarcitas y diques intrusivos de pórfidos micrograníticos (felsitas).



Foto 2



Foto 1



Foto 3



Foto 4

DIQUES DE FELDESPATO

Rufinito (30)

Está situado en la carretera de Pereiro a Beloi, próximo a las "Casas de Gavian".

Existen tres antiguos frentes de explotación, actualmente muy cubiertos, en los que se explotaban varios diques de feldespato potásico de poca potencia. Las direcciones y buzamientos de estos diques son variables N30°-68°E/35°SE a subvertical y la potencia oscila también entre 0,7 y 2 m. Estos diques son muy escasos y no se han visto otros indicios de interés en la zona.

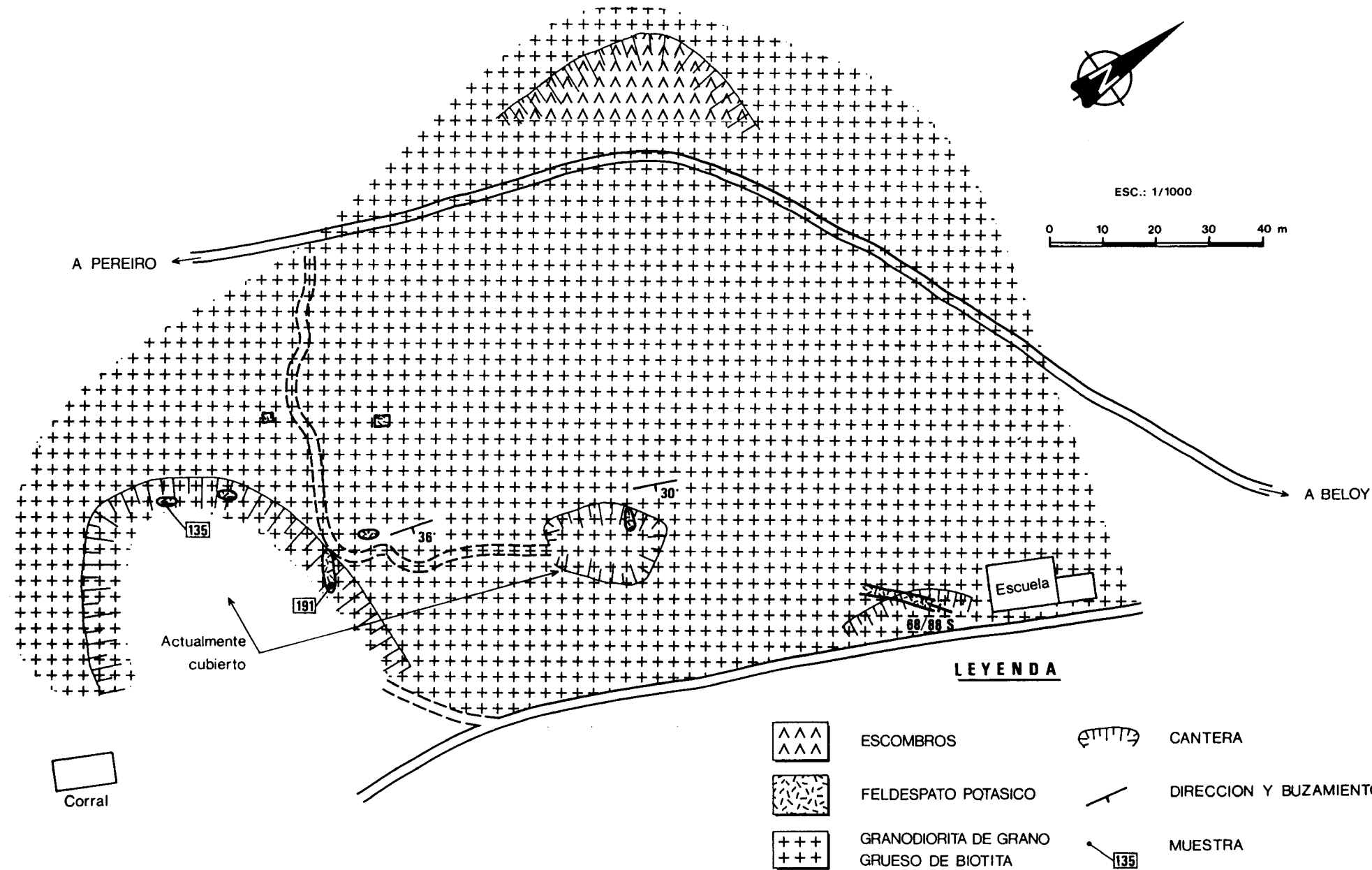
La roca de caja es una granodiorita de biotita de grano grueso (Macizo de La Tojiza).

Mineralógicamente los diques se componen en su mayor parte por feldespato potásico.

Dada la escasez y poca potencia de estos diques, se estiman unas reservas de 1.000 t. El interés minero es nulo.

Los resultados de los análisis químicos de las muestras recogidas son los siguientes (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-135	74,81	14,17	0,32	0,02	0,05	0,05	8,08	1,99
M-191	71,44	16,12	0,20	-	0,03	0,03	10,04	1,78



RUFINITO (30)

Modificado a partir de IGME 1978

DIQUES ANULARES

Coto Cal (32)

Esta situado al Sur del paraje denominado "Coto Cal". Se accede por la carretera de Romariz a Cuadramón, desviándose a la altura del río Pedrido por una pista. A una distancia de 3,5 Km del cruce esta situado el indicio.

El indicio esta constituido por tres afloramientos de diques analures, zonados, que encajan en un granito biotitico de grano medio-grueso (Macizo de la Tojiza). El dique mayor ha sido explotado en su núcleo para la obtención de cuarzo.

La zonación tiene las siguientes características:

- Un núcleo de cuarzo blanco masivo. Presenta el mayor espesor de afloramiento y encaja, mediante pequeños filones, en la zona siguiente.

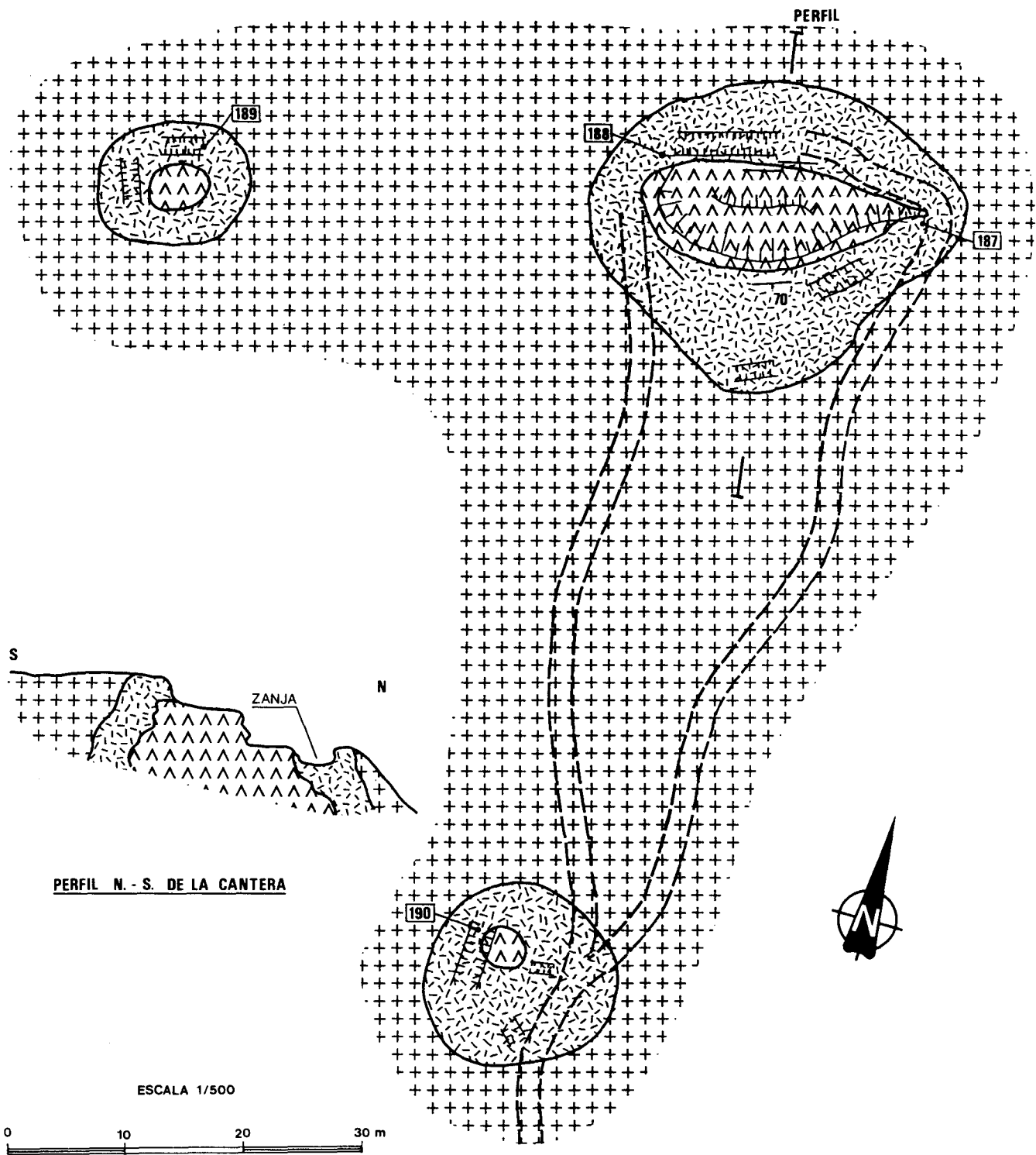
- Zona pegmatítica con grandes cristales de feldespato rosado y cuarzo. Rodea el núcleo. Pueden observarse en ocasiones, intercrecimientos centimétricos y decimétricos de feldespato-moscovita en los que esta ultima es muy abundante. La potencia de esta capa es de 0,8-1 m.

- Capa externa moscovitica en contacto con la roca de caja. Esta capa esta formada casi exclusivamente por mocovita y algo de feldespato.

Las dimensiones del dique mayor son 35 x 25 m. , aunque de éstas solo una pequeña parte es pegmatita (aprox. 1 m. de potencia real). Las reservas estimadas de pegmatita son de unas 20.000 t (IGME 1978), suponiendo que el dique presenta en profundidad los mismas características que en superficie. Su interés minero es bajo.

Los resultados de los analisis químicos son los siguientes (IGME 1978):

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
M-187	73,14	14,89	0,21	-	0,05	-	8,64	1,83
M-188	72,30	15,47	0,24	-	0,04	-	8,85	1,92
M-189	72,23	15,06	0,17	0,02	0,07	-	10,16	2,21
M-190	74,80	15,78	0,35	-	0,14	0,02	1,04	6,94
MEDIA	72,70	14,94	0,19	0,01	0,18	0,02	9,10	2,09



LEYENDA



CUARZO



PEGMATITA



GRANITO DE GRANO MEDIO
GRUESO CON BIOTITA



CANTERA



CATA



DIRECCION Y BUZAMIENTO



MUESTRA

5.3. AREA SUROCCIDENTAL

5.3.1. RASGOS GEOLOGICOS

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 N° 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 postectónicos. 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 Nº 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, feldespato alcalino, 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.

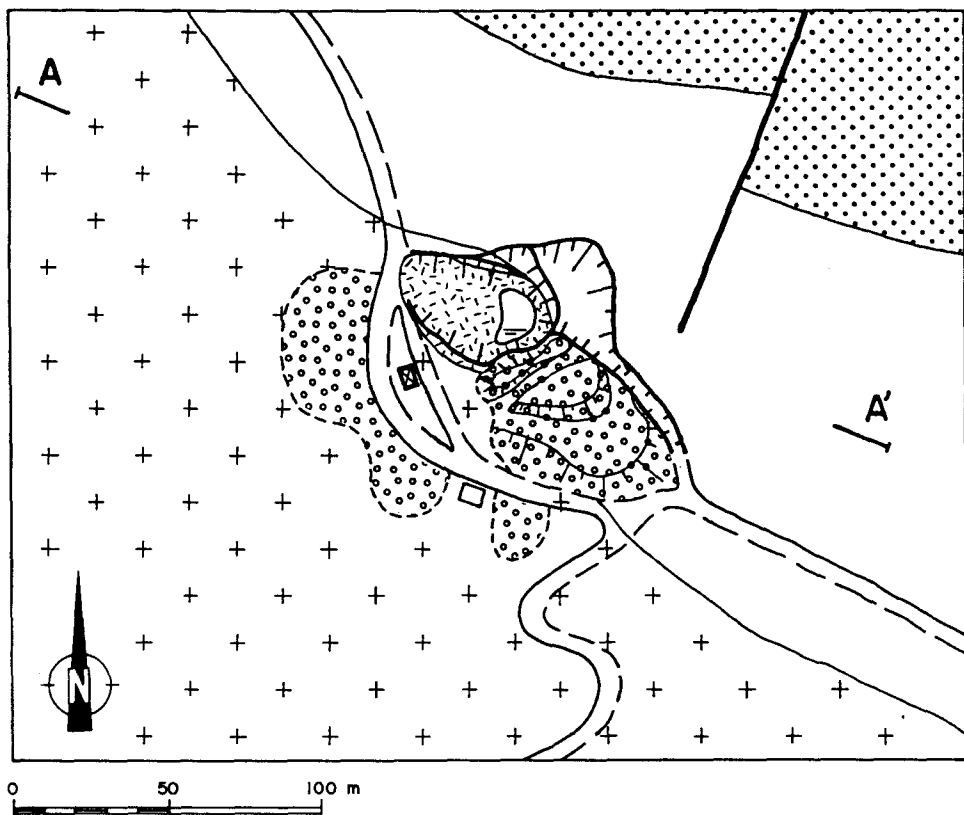
En los puntos Nº 1, 2 y 3, situados en la parte N de la zona, dentro del Conjunto Granítico de Padrón (BELLIDO et. al. 1987), en torno a la localidad del mismo nombre, se

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

La explotación situada al N de Olveira 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.

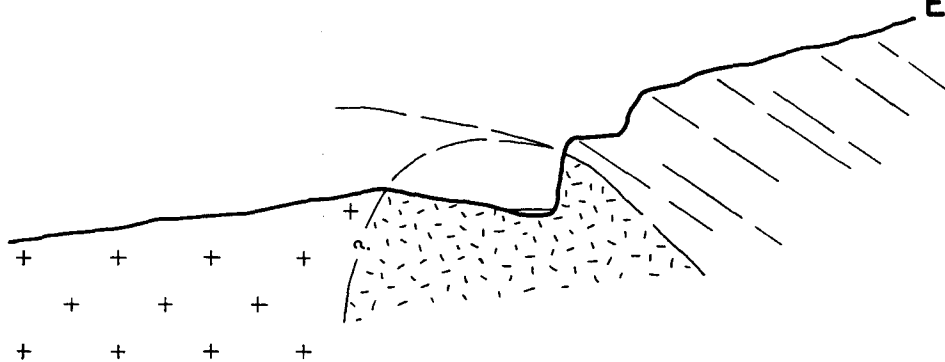
En el resto de las explotaciones (Nº 9, 10, 11, y 16), que se encuentran más o menos dispersas dentro de la zona, se explotaron masas pegmatíticas de distinta morfología y dimensiones. Las tres primeras se encuentran dentro de la Alineación Granítica Campo Lameiro - Borbén (BARRERA et al. op. cit.), 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 (ver fig. 5.4).



WNW

ESE



A-A'



ESCOMBRERAS



ORTONEISES PERALCALINOS



PARANEISES Y ESQUISTOS



GRANITO DE DOS MICAS
GRANO MEDIO A GRUESO



PEGMATITA

Fig. 5.4.- Esquema geológico del indicio Nº 16 (Mina Santa Marina).

5.3.3. YACIMIENTOS EN EL PLUTON GRANITICO 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 feldespato 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 Nº 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; se analizó una muestra procedente de este indicio al realizarse la Hoja de Pontevedra-La Guardia del M.N.R.M.I., obteniéndose los siguientes resultados:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	PPC
76,5	14,6	0,33	0,02	0,10	0,03	5,38	1,85	0,01	1,2

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 Nº 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 estas características y la facilidad de extracción de este material, podría ser interesante realizar ensayos mineralúrgicos para determinar si tiene posibilidades de ser empleado para obtener concentrados de feldespato.

5.3.4. YACIMIENTOS EN EL PLUTON GRANITICO 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 Nº 12, 13 y 15 tienen diámetros de 10 a 20 m, mientras que la que corresponde al Nº 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 (ver fig. 5.5).

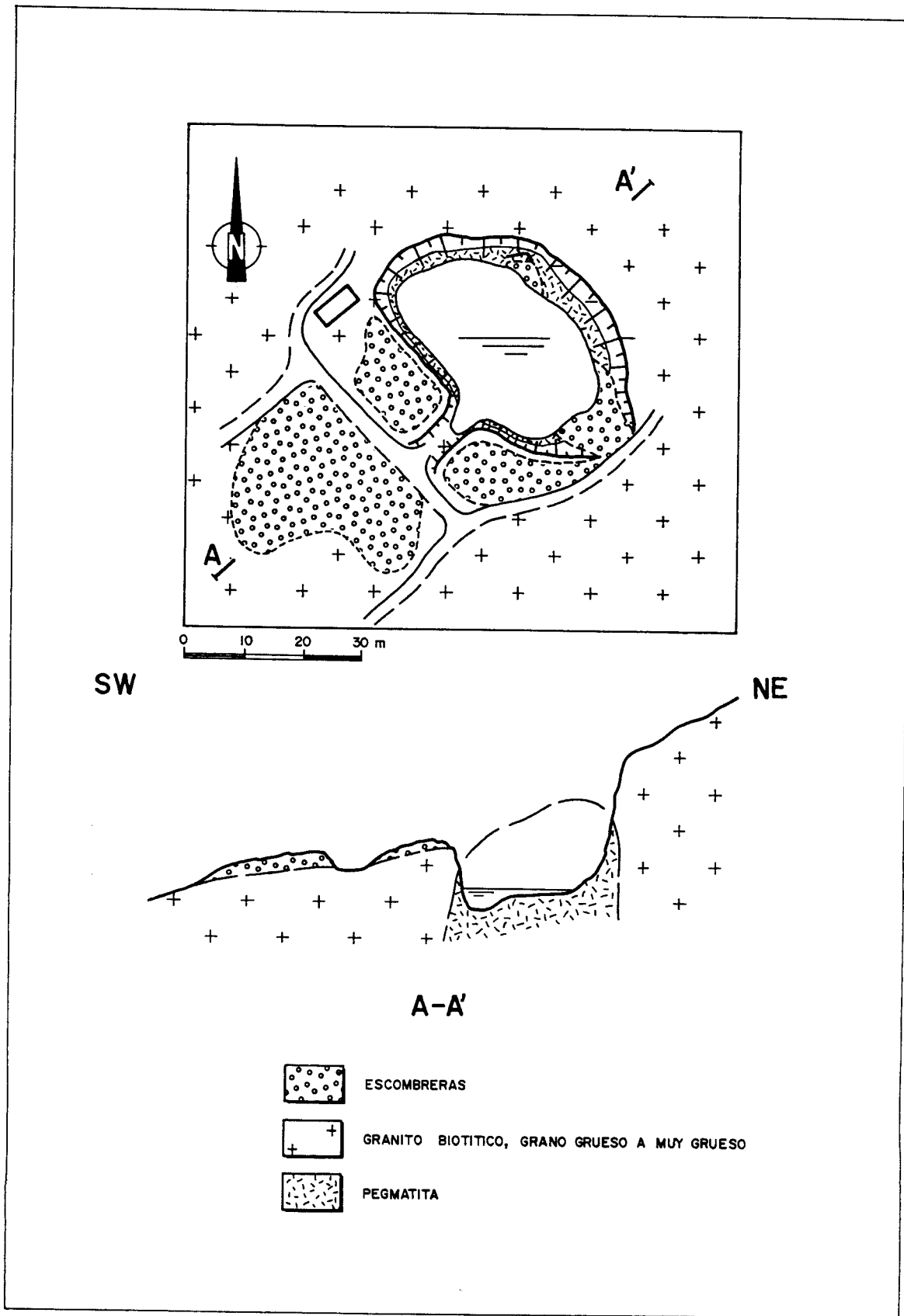


Fig. 5.5.- Esquema geológico del indicio N^o 14 (Insuas).

5.4. PEGMATITAS COMPLEJAS DE VILATUXE

El área de Vilatuxe esta situada en el borde NE de la provincia de Pontevedra, entre los terminos municipales de Lalín y Silleda. Puede localizarse en las Hojas 1/50.000 Nº 153 (Cerdedo) y 154 (Lalín) del M.T.N.

Al SE del pueblo de Vilatuxe, se explotaron varios diques y masas de pegmatitas y pegmo-aplitas complejas para la obtención de Espodumena (mena de Litio). Los diques presentan unas direcciones principales N-S y E-O y son de potencias métricas (2-3 m) (IGME 1978a). Al N de Bustelos, se explotaron varios filones por su contenido en casiterita y wolframita (MAGNA Nº 153).

La roca de caja son micaesquistos granatíferos, paraneises, anfibolitas y esquistos. Los diques son principalmente discordantes, aunque se ha observado un importante filón concordante respecto a las anfibolitas (MAGNA Nº 153).

La mineralogía de las pegmatitas esta constituida por los siguientes minerales: cuarzo, albita, espodumena (feldespato de litio), feldespato potásico, lepidolita, ambligonita, turmalina, topacio, berilo, apatito y petalita. Como minerales metálicos tenemos: casiterita, wolframita, calcopirita, pirita, arsenopirita, molibdenita y columbita. La espodumena es, a veces, muy abundante presentando grandes cristales tabulares y prismáticos subidiomorfos de hasta 30 cm de largo (MAGNA Nº 153).

5.5. APLICACION DE METODOS DE INVESTIGACION INDIRECTOS (GEOFISICOS) A LA EXPLORACION DE FELDESPATOS

Un problema importante que se plantea en la exploración de feldespatos en zonas con cierto recubrimiento, es la dificultad de establecer la continuidad superficial y en

profundidad de los yacimientos.

La aplicación de labores mineras de investigación (calicatas y sondeos), resuelve eficazmente el problema, si bien, no siempre es adecuada su utilización en campañas de exploración dado su coste y las dificultades de operación que en ocasiones plantea su realización.

En Galicia se presenta el problema señalado en relación con los dos tipos de yacimientos de feldespatos más significativos:

- Diques de pegmatitas encajados en metasedimentos migmatizados (yacimientos de Silán).

- Niveles estratiformes de rocas albíticas intercalados en una serie de pizarras y cuarcitas (yacimiento de La Quinta).

En el primer tipo es frecuente la existencia de extensos recubrimientos, en general de poco espesor, de eluvio-coluviales y suelos que dificultan la observación de la continuidad superficial. En profundidad puede suceder que nos encontremos con cuerpos poco continuos.

En el segundo tipo, niveles con poco buzamiento, presentan el mismo problema en las zonas de afloramiento y el de la observación de la continuidad litológica y estructural bajo el recubrimiento de la serie de metasedimentos.

Se consideró oportuno estudiar las posibilidades de aplicación de las técnicas geofísicas (ver ANEXO VII) en ambos tipos de yacimientos, en sectores de los que se dispusiera de un cierto conocimiento litoestratigráfico-estructural.

En relación con los diques de pegmatita se eligieron, para su aplicación, los métodos eléctricos (polo-polo, dipolo-

dipolo y polo-dipolo). También se cubrió la zona con una campaña de magnetometría.

Como base para la interpretación se plantearon dos modelos geoelectricos:

* Modelo-1: Dos diques situados entre las estacas 12,5 a 15 y 24 a 26,5 y buzamiento 45°E. La resistividad de los diques es de 12.000 Ohm.m y la del encajante de 2.000 Ohm.m.

* Modelo-2: Similar al anterior pero algo mas complejo al introducir, además, una capa de 6.000 Ohm.m y un tercer dique al Oeste de los dos anteriores. Con estas modificaciones se trata de tener en cuenta la presencia de estratificaciones observadas en los datos de campo.

Los resultados obtenidos en los perfiles polo-dipolo indican la existencia de dos estructuras resistivas que recuerdan la respuesta teórica del modelo-1 (dique-dique). Las calicatas han resultado, en general, de calidad media con el nivel 1 ruidoso y el nivel 4 impreciso.

En cuanto a las calicatas dipolo-dipolo con espaciado de 12,5 m. De los siete perfiles, se obtienen tres de buena calidad, los nº 2,3 y 6 que presentan estructuras resistivas claras de buzamiento E bien delimitadas. Los peores perfiles son el 7 y el 5. El mismo método pero con espaciado a 25 m dió resultados similares si bien, las estructuras resistivas quedan peor definidas.

Los resultados obtenidos con el método polo-polo son peores que con los dos anteriores.

Si se comparan los resultados obtenidos con lo conocido por métodos directos (cartografía de superficie, calicatas y sondeos), se observa (plano nº9 del ANEXO VII) que la primera estructura resistiva (estacas 12,5 a 15) correspondería al

dique más occidental y la segunda (estacas 24 a 26,5) al conjunto de diques situados inmediatamente al Este.

En relación con el dique situado más al Oeste, la coincidencia es buena sólo con los perfiles 2 y 3, no existiendo coincidencia suficiente en los resultados del resto de los perfiles, que marcan la estructura resistiva al Este del dique.

Respecto al grupo de diques situados al Este del anterior, aunque la mayoría de los perfiles muestran una segunda estructura resistiva en ese sector, no existe una suficiente definición de los diques conocidos.

Si se tiene en cuenta que las condiciones de la zona son muy favorables (topografía suave, estructura buzante, buen contraste resistivo y poco recubrimiento) hemos de considerar que la aplicación de estos métodos a este tipo de yacimientos ofrece pocas posibilidades.

No obstante, dada la posibilidad de poner de manifiesto estructuras resistivas en cierta medida coincidentes con sectores que tengan diques o grupos de diques pegmatíticos, podría tenerse en cuenta su aplicación en zonas extensamente recubiertas, con topografía suave y cierta extensión, en donde exista posibilidad de hallazgo de yacimientos como el aquí investigado.

Los resultados de la campaña de magnetometría indican anomalías erráticamente distribuidas y sin relación con la cartografía. No se considera un método útil para su aplicación en la exploración de feldespatos en ámbitos como este.

En relación con los yacimientos de rocas albíticas de La Quinta, se realizó una campaña de sondeos electromagnéticos de dominio de tiempos, no pudiendo realizarse toda la campaña prevista por dificultades con los propietarios de los

terrenos. El modelo de La Quinta muestra un comportamiento de tipo resistivo y ausencia de contrastes de resistividad entre los feldespatos y los metasedimentos.

Por tanto, no se han obtenido resultados de interés que indiquen la posibilidad de prospectar los niveles de rocas de albita mediante geofísica.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El feldespato, es una materia prima requerida principalmente por su contenido en álcalis (Na, K) y aluminio (Al). La Alúmina (Al_2O_3) proporciona al producto elaborado propiedades como: resistencia al impacto, al calor (choque térmico), a la flexión e inhibe la desvitrificación en vidrios y esmaltes vidriados. Los álcalis (Na_2O y K_2O) realizan el efecto fundente: rebajan la temperatura de cocción de la mezcla (ahorro energético) y actúan como cementante del resto de los componentes de la "pasta" cerámica. Los feldespatos sódicos y potásicos pueden reemplazarse unos a otros en determinados usos. No obstante, el feldespato potásico de alta calidad es insustituible en ciertas aplicaciones especiales (porcelana electrotécnica).

Se dispone de varias normativas procedentes de los países socialistas y de un proyecto de Norma UNE español, sin embargo, estos documentos son muy parciales y normalmente se refieren al feldespato ya tratado y no al todo-uno. No existe, por tanto, una normativa bien definida que regule la utilización de las materias primas feldespáticas en las diferentes industrias. De este modo, cada empresa fija sus propias especificaciones adaptándose a las necesidades del producto que fabrica. De forma general, en el todo-uno se controlan los contenidos en álcalis (cantidad y tipo: relación Na/K), aluminio y hierro.

A escala mundial, el feldespatos se destina principalmente a las industrias del vidrio (60 %) y la cerámica (35 %). Además se emplea minoritariamente para los siguientes usos: cargas en pinturas y plásticos, electrodos para soldaduras, abrasivos, tejidos artificiales, fuente de alúmina, porcelana dental y áridos para carretera (ROSKILL 1987).

En España no se cumple este modelo, que presenta ciertas variaciones respecto al consumo mundial. Las industrias consumidoras de feldespatos en España son las siguientes (Estadística Minera de España 1989):

* Cerámica.....	66,8 %
* Pigmentos.....	20,2 %
* Vidrio.....	12,6 %
* Exportaciones.....	0,4 %

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 feldespatos 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), que se reparte entre las tres empresas explotadoras gallegas de la siguiente forma:

* Basazuri, S.L. (Fto. sódico) -----	73.000 t/año
* Mat. Cerámico., S.A.(Fto. sódico) --	3600 - 4800 t/año
* F. de Silán, S.A.(Fto. sód.-pot.) -	4500 - 6000 t/año

El feldespatos se obtiene de diversos tipos de yacimientos. Dentro del panorama mundial los yacimientos ígneos (sienitas nefelínicas, pegmatitas y apalitas) son los que proporcionan prácticamente toda la producción. En España, no se cumple este modelo y los yacimientos principales son los

sedimentarios (arenas feldespáticas en Segovia) y los metamórficos (rocas albíticas en Lugo). Le siguen en importancia las pegmatitas.

Las rocas albíticas, presentan el problema de su génesis, con tres hipótesis diferentes según la bibliografía consultada: pegmatitas, diques de feldespato sódico asociados a diques de pórfidos micrograníticos y areniscas feldespáticas. Ninguna de ellas explica satisfactoriamente los datos existentes sobre estas rocas. Durante la elaboración de este informe, los estudios realizados en las albitas, han dado lugar a una cuarta hipótesis en la que se propone un origen volcano-sedimentario (cineritas, tobas o ignimbritas) que explicaría su edad, forma de yacer y composición casi exclusivamente albítica. Por tanto, de cara a la exploración minera de estos yacimientos, desechamos la idea que considera a los diques de pórfidos (felsitas) como indicios a seguir para el hallazgo de rocas albíticas.

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 (Plano Nº 1), el feldespato se obtiene a partir de dos tipos de yacimientos: pegmatitas y rocas albíticas.

Las pegmatitas (31 indicios), proporcionan feldespato sódico-potásico y representan un bajo porcentaje del total de la producción gallega. 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 (IGME 1978):

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

Durante la realización de este estudio se añadieron 11 indicios nuevos pegmatíticos, la mayoría de escaso interés. Indicios con cierta entidad de confirmarse sus características en extensión y profundidad serian los siguientes:

- * Cabanas (8)
- * Zarza (13-14)
- * Xanceda (17)

Las rocas albíticas (4 indicios), proporcionan feldespatosódico 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 ligadas a la Fm. Pizarras de Tránsito del Grupo Cándana (Cámbrico Inferior). Los principales yacimientos, actualmente en explotación, son los siguientes:

- * Quinta: 750 mt (miles de t).
- * Punta do Castro: reservas desconocidas.

La explotación Quinta, se caracteriza por la buena calidad del material, que presenta una composición constante y uniforme con elevados contenidos en sodio (10 %). La explotación Punta do Castro presenta grandes variaciones composicionales en las albitas (6-10 % Na_2O), muy contaminadas (cuarzo, micas y carbonatos) y con importantes cambios laterales de facies a cuarcitas feldespáticas sódicas. También se intercalan en la serie cuarcitas puras, niveles dolomíticos y "sills" intrusivos de pórfidos micrograníticos (felsitas) que afectan negativamente a la calidad del feldespatosódico.

Durante la realización de este informe, se ha añadido un indicio denominado Playa da Pasada (36). Se trata de las prolongaciones laterales hacia el Oeste del paquete albítico de Punta do Castro, que incluye además una capa nueva de albita al Oeste de Punta Corbeira. El feldespató, se presenta con similares características que en Punta do Castro (37), con rocas albíticas muy contaminadas que presentan contenidos bajos en sodio (5-7 %). También se han observado cambios laterales a cuarcitas feldespáticas e intercalaciones cuarcíticas entre las albitas. El indicio está situado en la costa y se desconoce su prolongación tierra adentro (falta de afloramientos). Su interés minero es, por tanto, dudoso.

En la Zona Suroccidental (Plano Nº 2), 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 ya parcialmente explotados. 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. Sin embargo, el interés de realizar investigaciones sobre alguno de los indicios quedaría restringido a necesidades o intereses específicos, dada la existencia en Galicia de otras áreas (Zona Nororiental) con una alta potencialidad en estas sustancias.

En cuanto a la aplicación de métodos geofísicos indirectos en la investigación de feldespatos, señalar que en los diques pegmatíticos buzantes, los métodos a aplicar (si bien con poca definición), serían los eléctricos, conjugando los métodos polo-dipolo y dipolo-dipolo.

Las características de todos los indicios y explotaciones estudiadas se presentan resumidas en las tablas adjuntas.

ZONA NORORIENTAL. INDICIOS REVISADOS.

INDICIO	HOJA	TIPO DE YACIMIENTO				UNIDAD GEOLOGICA	GRADO DE INVESTIGACION								ANALISIS QUIMICO (%)				RESERVAS (toneladas)	INTERES MINERO	OBSERVACIONES		
		PD	PM	DF	RA		R	E	C	AQ	LD	Z	CE	S	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O					
CERANZOS (1)	2	*				S. Ciprián	*	*		*							17,8	0,20	4,14	7,83	250.000	Bajo	Viv. próx. Pot. var.
SANTIAGO (2)	2		*			S. Ciprián	*	*		*							15,0	0,19	3,35	5,59	15.000	Nulo	Mas. irreg. descont.
S. NICOLAS(3)	2		*			S. Ciprián	*	*		*		*					16,4	0,16	1,68	7,91	8.000	Nulo	Totalmente cubierto
PALOMA (9)	8	*				S. Ciprián	*		*	*	*						15,7	0,34	4,45	5,22	200.000	Dudoso	Pot. 30 m. Ganga abund.
CARMEN (10)	8	*				S. Ciprián	*	*		*							16,4	0,26	4,71	9,40	30.000	Escaso	Pot. 4-6m. cubierto
LEBORIN (11)	8	*				S. Ciprián	*	*		*							16,0	0,30	2,50	8,81	50.000	Escaso	Pot. 5-7m. 4 diques
CERNADA (12)	8	*	*			S. Ciprián	*	*		*							6,50	0,16	0,59	4,15	> 1.000	Nulo	Mas. diq. poca pot.
PENA LUISA(15)	8		*			S. Ciprián	*	*		*	*						13,9	0,19	2,07	5,31	15.000	Escaso	Bol. irreg. Gran. abund.
BESTEBURIZ(16)	8		*			S. Ciprián	*	*		*							15,5	0,42	2,30	10,2	> 1.500	Nulo	Mas. apl-peg. Poca pot.
SANGUÑIDO (18)	8	*	*			S. Ciprián	*	*		*							15,0	0,08	1,25	7,82	> 2.000	Nulo	Mas. diq. poca pot.
ELENA (19)	8	*				S. Ciprián	*	*		*							16,3	0,22	4,90	6,26	150.000	Bajo	Diq. peq. Gran. abund.
C. DO SEIXO(20)	8	Desconoc.				S. Ciprián	*										-	-	-	-	-	Desconoc.	Afloramiento escaso
SILAN (21-22)	8	*				S. Ciprián	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15,5	0,38	3,68	8,04	5.000.000	Muy inter	Diq. abund. Pot:7-24m.
SANTITXU (27)	23	*				Monseibán	*		*	*	*	*	*	*	*	*	16,7	0,25	3,67	6,47	200.000	Interes.	Diq. disc. Pot:5-17m.
MONSEIBAN (28)	23	*				Monseibán	*	*		*	*	*					18,2	0,09	2,99	11,2	30.000	Escaso	Cont. lat. Santitxu
FROUXEIRA (29)	9		*			La Tojiza	*	*		*	*	*					15,8	0,54	1,07	9,38	400.000?	Escaso	Mas. feld. escasas
RUFINITO (30)	9			*		La Tojiza	*	*		*							15,1	0,26	1,88	9,06	< 1.000	Nulo	Cub. Diq. feld. esc.
SAN PEDRO (31)	9	*				La Tojiza	*	*		*							18,6	0,30	2,36	7,67	1.000	Nulo	1 diq. peg. Res. esc.
COTO CAL (32)	24	*				La Tojiza	*	*		*		*					14,9	0,19	9,10	2,09	20.000	Escaso	Feld. esc. Mica abund.
ZOÑAN (33)	24	*				La Tojiza	*	*		*							15,9	0,52	4,99	3,21	30.000	Escaso	1 diq. disc. Var. lat
QUINTA (34)	9				*	G. Cándana	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19,4	0,27	10,2	0,51	750.000	Muy inter	4 cap. alb. Pot:16 m.
SEXTA (35)	9				*	G. Cándana	*	*									-	-	-	-	8.000	Escaso	1 cap. alb. Pot: 1 m.

Fuente: IGME (1978), GABINETE MINERO (1988), ITGE (1992)

GRADO DE INVESTIGACION: R, reconocimiento de campo; E, esquema geológico; C, cartografía de detalle; AQ, análisis químicos; LD, lámina delgada; Z, zanjas (calicatas); CE, calicatas eléctricas-sondeos electromagnéticos; S, sondeos;

LEYENDA: Próx. próximo; Viv. viviendas; cap. capas; Alb. albita; Pot. potencia; Diq. diques; Disc., discontinuos; Var. variable, variaciones; Lat. laterales; Feld. feldespatos; Esc. escaso; Abu., Abun. abundantes; Peg. pegmatita; Res. reservas; Cub. cubierto; Mas. masas; Cont. continuación; Gran. granito; Apl-peg. aplítico-pegmatítico; Bol. bolsadas; Irreg. irregulares.

ZONA NORORIENTAL. INDICIOS NUEVOS.

INDICIO	HOJA	YACIMIENTO			UNIDAD GEOLOGICA	GRADO DE INVESTIGACION							ANALISIS QUIMICO (%)				INTERES MINERO	OBSERVACIONES		
		PD	PM	RA		R	E	C	AQ	LD	AM	EF	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O				
XUNQUEIRA (4)	8	*			S. Ciprián	*									-	-	-	-	Nulo	Viv. próx. Pot. dec.
CRUCE (5)	8	*	*		S. Ciprián	*									-	-	-	-	Escaso	Mas. irreg. y disp.
BOIMENTE (6)	8	*	*		S. Ciprián	*									-	-	-	-	Escaso	Bol. fil. irreg.
RUBEIRAS (7)	8	*	*		S. Ciprián	*									-	-	-	-	Nulo	Viv. próx. fil. irreg
CABANAS (8)	8	*			S. Ciprián	*			*		*		15,8	0,20	1,46	11,24		Interes.	Dique métrico (5m)	
ZARZA (13-14)	8		*		S. Ciprián	*			*		*		17,8	0,19	2,87	11,58		Interes.	Pot. mét. (3-4 m)	
XANCEDA (17)	8	*			S. Ciprián	*			*		*		16,0	0,25	2,75	9,40		Interes.	Dique pot. (> 15m)	
PENA GRANDE(23)	8		*		S. Ciprián	*							-	-	-	-		Escaso	Bol. mét. (4-5 m)	
P. DA FORCA(24)	8		*		S. Ciprián	*							-	-	-	-		Bajo	Mas. subh. Pot.1-2 m	
RIBEIRA (25-26)	8	*	*		S. Ciprián	*							-	-	-	-		Desconoc.	Aflor. muy escasos	
PLAYA PASADA(36)	10			*	G. Cándana	*	*	*	*	*	*	*	11,8	0,65	6,56	0,05		Bajo	Viv. y costa próxima	
P. DO CASTRO(37)	10			*	G. Cándana	*	*	*	*	*	*	*	16,2	0,71	8,37	0,47		Interes.	Viv. y costa próxima	

Fuente: ITGE (1992)

GRADO DE INVESTIGACION: R, reconocimiento de campo; E, esquema geológico; C, cartografía de detalle; AQ, analisis quimicos; LD, lámina delgada; AM, análisis mineralógicos; EF, ensayos de fusión en horno (1200°C).

LEYENDA: Viv. viviendas; Próx. próximas; Pot. potencia; Dec. decimétrica; Mas. masas; Irreg. irregulares; Disp. dispersas; Bol. bolsas; Fil. filoncillos; Mét. métrica; Subh. subhorizontal; Aflor. afloramiento.

ZONA SUROCCIDENTAL. INDICIOS REVISADOS.

INDICIO Nº Nombre	HOJA	TIPO DE YACIM.			UNIDAD GEOLOGICA	INTERES MINERO
		F.F.	D.P.	M.P.		
1 LA MINA	120		■		C. Gran. de Padrón	Nulo
2 CANTE	120		■		C. Gran. de Padrón	Escaso
3 RAXOI	120		■		C. Gran. de Padrón	Nulo
4 OLVEIRA DE ARRIBA	151	■			Gran. de Corrubedo	Escaso
5 MINA SAN ANTONIO	152			■	P.G. de Caldas de R.	Escaso
6 CAVADA	152		■		P.G. de Caldas de R.	Nulo
7 LADRIDO I	152			■	P.G. de Caldas de R.	Desconoc.
8 LADRIDO II	152	■			P.G. de Caldas de R.	Nulo
9 OUTEIRO DA BANDEIRA	185			■	A.G. Campo L.-Borbén	Escaso
10 AMOEDO	223			■	A.G. Campo L.-Borbén	Escaso
11 BARCIAS	224			■	A.G. Campo L.-Borbén	Nulo
12 LIÑAR DA RAIÑA	223			■	P.G. de Porriño	Escaso
13 VILAFRIA	261			■	P.G. de Porriño	Escaso
14 INSUAS	261			■	P.G. de Porriño	Desconoc.
15 TORRON	261			■	P.G. de Porriño	Escaso
16 MINA SANTA MARINA	261			■	Gran. de Aloia	Desconoc.

(F.F.: Filones feldespáticos, D.P.: Diques Pegmatíticos, M.P.: Masas pegmatíticas)

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.
- BASTIDA (1980).- Las estructuras de la Primera Fase de Deformación Herciniana en la Zona Asturoccidental-leonesa (Costa Cantábrica, NW de España). Tesis Doctoral. Univ. Oviedo. 191-225.
- BASTIDA, F.; MARTINEZ-CATALAN, J.R.; PEREZ ESTAUN, A. (1987).- The Westasturian -Leonese Zone (WALZ). En: Conferece on Deformation and Plate Tectonics. Foreland vs. Hinterland Structures the Hercynian Orogenic Belt of Northern Spain excursion guidebook. Univ. Oviedo.
- 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.
- CAMPILLO, G. (1982).- Enriquecimiento de los yacimientos de mineral feldespático existentes en Silán (Viveiro-Lugo). Inst. Min. de Sargadelos. Cuad. do Lab. Xeol. Laxe Nº 3. 495-504.
- CUESTA, A. (1991).- Petrología granítica del Plutón de Caldas de Reyes (Pontevedra, España). Estructura, mineralogía, geoquímica y petrogénesis. Serie Nova Terra, Nº 5. Edición 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.
- GARCIA DE FIGUEROLA (1961,1962); GARCIA DE FIGUEROLA et. al. (1962); GARCIA DE FIGUEROLA y PARGA PONDAL (1964). En: UGIDOS, J.M. (1980).- El Sill Gabroico-Albitítico al SO de Besullo (Cangas de Narcea, Asturias) y su diferenciación. Cuad. Lab. Xeol. Laxe, Nº1. 33-49.
- GUTIERREZ CLAVEROL, M. (1981).- Consideraciones sobre las felsitas del Norte de la Provincia de Lugo y su interés minero. Rev. de Minas Nº2. Univ. Oviedo. 127-140.
- 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.
- HURLBUT, C. S.; KLEIN, C. (1982).- Manual de mineralogía de Dana. Tercera edición. Ed. Reverté, S.A. 564 pp.
- IGME (1974).- Mapa Geológico de España (MAGNA), E. 1:50.000. Hoja Nº 154 (LALIN). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid.
- IGME (1978a).- Investigación de base para la prospección de elementos escasos en el NW y W de España. Informe inédito. Doc. Nº 10.589. Inst. Tecn. Geom. 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.
- IGME (1982).- Mapa Geológico de España (MAGNA), E. 1:50.000. Hoja Nº 153 (CERDEDO). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid.
- IGME (1984).- Mapa Geológico nacional (MAGNA), E. 1:200.000. Hoja Nº 1 (LA CORUÑA). Inst. Tecn. Geom. España, Madrid, 155 pp.

- IGME (1987).- Las rocas graníticas hercínicas del Norte de Galicia y Occidente de Asturias. Caracterización individualizada de macizos. Macizos de San Ciprián, La Tojiza y Monseibán. Geoprin, S.A.
- INDUSTRIAL MINERALS (JUN/1991).- Spain's minerals. Mixed fortunes. Joyce Griffiths, Editor. 23-47.
- 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 (1990).- Directorio de la Minería Española. Inst. Tecn. Geom. España, Madrid.
- 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. GeoMin. 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.
- MARTINEZ-CATALAN, J.R. (1981).- Estratigrafía y Estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la Zona Asturoccidental-leonesa). Corp. Geol. Gallaeciae. Segunda Serie II. Acad. Cien. Gal. Lab. Xeol. Laxe. Fundación "Pedro Barrie de La Maza, Conde de Fenosa". La Coruña (1985). 291 pp.

- MIDDLEMOST, E. A. K. (1985).- Magmas and magmatic rocks. An introduction to igneous petrology. Ed. Longman Scientific and Technical. 266 pp.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA (1985-1988).- Estadística Minera de España. Secretaría General Técnica. Subd. Gen. Estud. Centro de Publicaciones, Madrid.
- 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.
- PARK, C. F.; MACDIARMID, R. A. (1981).- Yacimientos minerales. Ed. Omega, S.A. 512 pp.
- PULGAR (1980).- Análisis e Interpretación de las Estructuras originadas durante las Fases de Replegamiento en la Zona Asturoccidental-leonesa (Cordillera Herciniana, NW de España). Tesis Doctoral. Univ. Oviedo. 55-76; 254-297.
- 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.
- TURNER, F. J.; VERHOOGEN, J. (1963).- Petrología ígnea y metamórfica. Ed. Omega, S.A. 726 pp.
- VARELA, A. (1979).- Purificación de los yacimientos de mineral feldespático existentes en Silán (Viveiro-Lugo). Inst. Min. Sargad.; Cuad. Lab. Xeol. Laxe. Nº 1. pp 295-3
- XUNTA DE GALICIA (1991).- La Minería de Galicia. Consellería de Industria e Comercio. Dirección Xeral de Industria. 403 pp.

8. 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	Ourol	8	611.750, 4825.150	Dique pegmatítico	EI
10	Carmen	Ourol	8	613.750, 4824.400	Dique pegmatítico	EI
11	Leborín	Ourol	8	613.975, 4824.600	Dique pegmatítico	EI
12	Cernada	Ourol	8	614.450, 4825.800	Dique pegmatítico	EI
13	Zarza 1	Ourol	8	614.700, 4824.250	Masa pegmatítica	EI
14	Zarza 2	Ourol	8	615.250, 4824.200	Masa pegmatítica	EI
15	Pena Luisa	Ourol	8	614.350, 4823.000	Masa pegmatítica	EI
16	Besteburiz	Ourol	8	615.400, 4822.100	Masa pegmatítica	EB
17	Xanceda	Ourol	8	610.350, 4821.200	Dique pegmatítico	EI
18	Sanguñido	Ourol	8	612.750, 4821.050	Masa pegmatítica	EI

19	Elena	Muras	8	615.000, 4821.300	Dique pegmatítico	EI
20	Campo do Seixo	Ouroi	8	610.700, 4819.300	Masa pegmatítica?	EI
21	Silán (Navalío)	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	Playa da Pasada	Barreiros	10	646.900, 4824.950	Rocas albíticas	EI
37	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	Anoedo	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 EMPRESAS PRODUCTORAS DE FELDESPATO

EMPRESAS PRODUCTORAS DE FELDESPATO

BASAZURI, S.L.

Domicilio social: Mañente; 27.788 Foz (Lugo)

Tfno: (982)-14 00 98

Director: Martin Jaureguiza

Tecnico de minas: Atanasio Peña

FELDESPATOS DE SILAN, S.A.

Domicilio social: Travesia de La Marina, 49-A 6º Izda.

27.850 Viveiro (Lugo)

Tfno: (982)-56 05 97 y 56 02 21

Director: Jose Pernás Cerdeiras

Fábrica y oficinas: Castelo-Magazos

27.850 Viveiro (Lugo)

(982)-59 80 79

INDUSTRIAS DEL CUARZO, S.A. (INCUSA)

Explotación: Burgomillodo; 40.331 Carrascal del Rio

(Segovia)

Tfno: (911)-25 92 53

Oficina central: Paseo de La Castellana, 77

28.046 Madrid

(91)-456 01 61

Director facultativo: Alfonso Navas Berrocal

Accionariado: Cristalera Española, S.A.

JOSE OSTALE MARTORELL

Domicilio social: Avenida de Andalucía, 2

41.006 Sevilla

Tfno: (954)-57 52 19

Director facultativo: Eusebio Moro Borrero

Centro de producción: Andalucía-Cazalla de La Sierra

(Sevilla)

JOSE SANCHIS PENELLA

Domicilio social: Avenida Blasco Ibañez, 1
46.940 Manises (Valencia)

Tfno: (96)-56 69 74 y 54 32 35

Centro de producción: Pedrezuela (Madrid)

LLANSA, S.A.

Explotación: Paraje Balleta s/n
17.490 Llansa (Gerona)

Tfno: (972)-38 00 86

Domicilio social: Muntaner 48-50

08.011 Barcelona

Telex: 93377 TXSE-E

Fax: (93)-254 10 95

Gerente: Juan Grau Soler

MARMOCAL

Domicilio social: Principe de Vergara, 128
28.002 Madrid

Tfno: (91)-411 02 54

Centro de producción: Sonsoles-Valderrodrigo (Salamanca)

MATERIALES CERAMICOS, S.A. (GRES BURELA)

Domicilio social: Rios Rosas, 54
28.003 Madrid

Tfno: (91)-253 38 04

Télex: 45216 MACE E

Fábrica: Leandro Cucurny, 2
27.880 Burela (Lugo)

Tfno: 58 57 00 y 58 57 25

Jefe de fábrica: José Seijas Eijo

SATURNINO IZQUIERDO DE ARRIBA

Domicilio social: Padre Cámara, 19-23

37.003 Salamanca

Tfno: (923)-23 28 84

Centro de producción: Garcirrey (Salamanca)

ANEXO III

ENSAYOS Y ANALISIS DE LABORATORIO

Analisis químicos (fluorescencia de Rayos X)

Analisis mineralógicos (difracción de Rayos X)

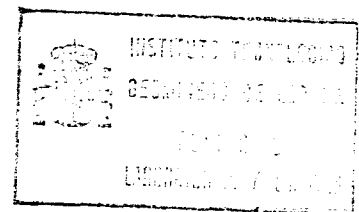


CENTRO DE LABORATORIOS Y ENSAYOS ITGE.LABORATORIO DE RAYOS X

ANALISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

NOMBRE DEL INFORME.....OFICINA DE GALICIA STL-6025

MUESTRA	%SIO2	%AL2O3	%FE2O3	%CAO	%TIO2	%MNO	%K2O	%MGO	%NA2O	%P2O5	%PPC
BASAZ-1	67.59	20.06	0.086	0.179	0.935	0.000	0.000	0.000	10.959	0.000	0.20
BASZ-2	65.94	19.87	0.461	0.383	1.005	0.000	0.700	1.011	10.002	0.111	0.51
BASZ-3	65.99	19.59	1.017	0.401	0.885	0.007	0.609	1.094	9.719	0.087	0.60
PC-1	74.78	13.92	0.657	1.166	0.814	0.016	0.036	0.385	7.360	0.228	0.64
PC-2	90.64	3.19	1.650	0.985	0.245	0.017	0.000	0.849	1.308	0.614	0.50
PC-3	80.74	9.69	0.669	1.111	0.496	0.021	0.084	0.538	5.769	0.173	0.70
PC-4	66.18	17.92	0.798	0.514	0.909	0.003	1.166	2.893	8.802	0.214	0.60
PC-5	93.02	3.70	0.344	0.192	0.127	0.000	0.000	0.000	2.413	0.103	0.10
PC-6	73.78	11.77	0.876	1.694	0.674	0.013	0.148	2.338	6.133	0.232	2.35
PC-7	65.35	19.03	0.478	1.386	0.916	0.011	0.124	0.928	10.191	0.063	1.52
PC-8	94.04	1.78	0.783	0.429	0.053	0.008	0.416	1.157	0.674	0.265	0.40
X-1	72.71	15.55	0.544	0.370	0.028	0.025	5.574	0.166	4.179	0.133	0.72
X-2	70.77	16.04	0.255	0.071	0.013	0.002	9.404	0.080	2.750	0.110	0.50
Z-1	66.97	17.87	0.193	0.090	0.004	0.000	11.586	0.120	2.871	0.059	0.24
C-1	70.66	15.82	0.202	0.047	0.012	0.000	11.248	0.103	1.469	0.043	0.40
L-1	88.14	6.69	0.409	0.063	0.390	0.001	0.000	0.010	3.532	0.004	0.76





CENTRO DE LABORATORIOS Y ENSAYOS. TRES CANTOS.

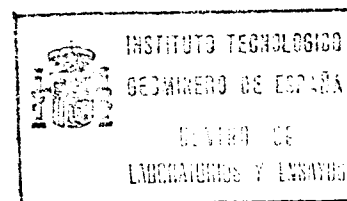
ANALISIS POR DIFRACCION DE RAYOS X

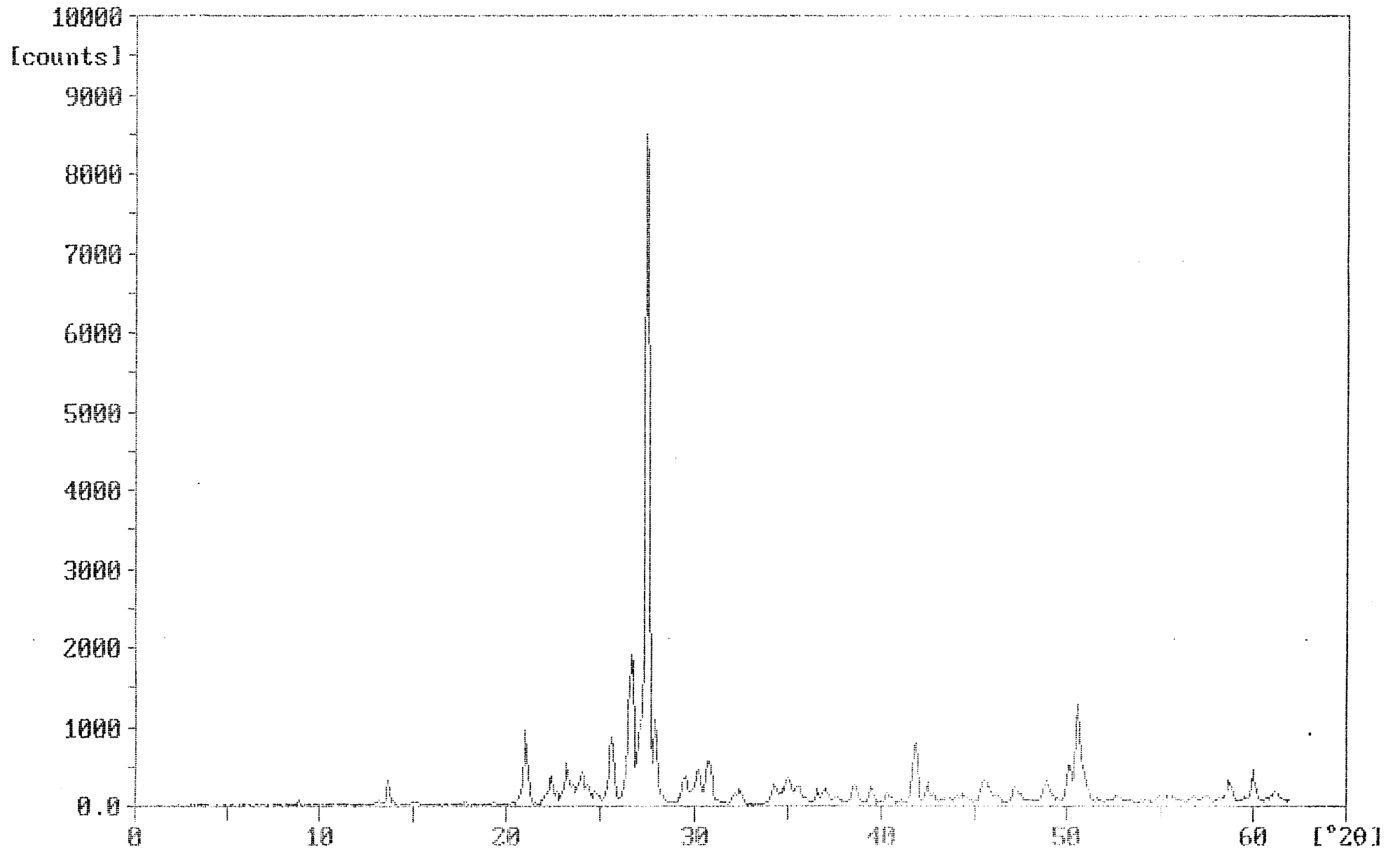
Informe: Oficina de Galicia

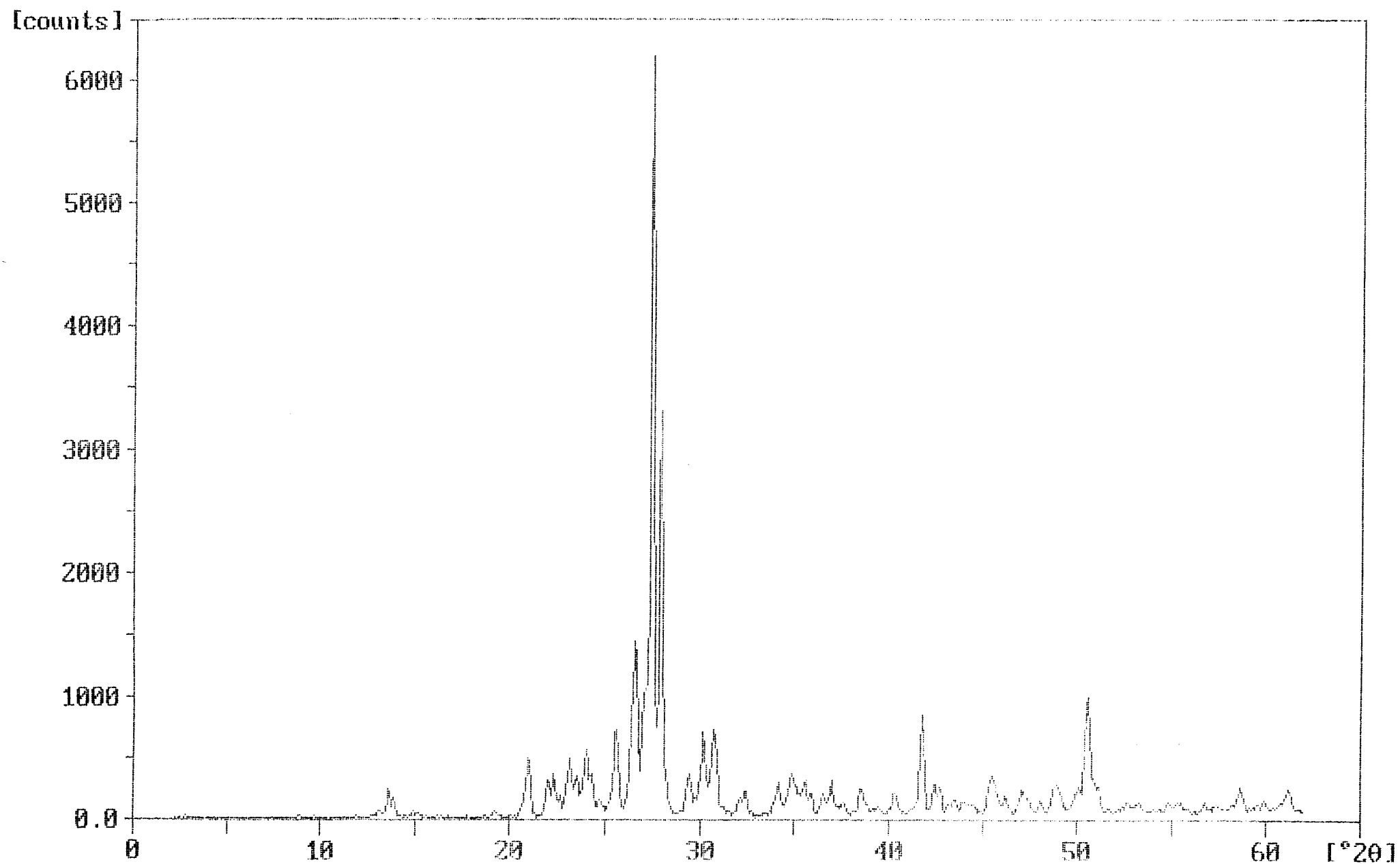
Fecha: Noviembre 1992

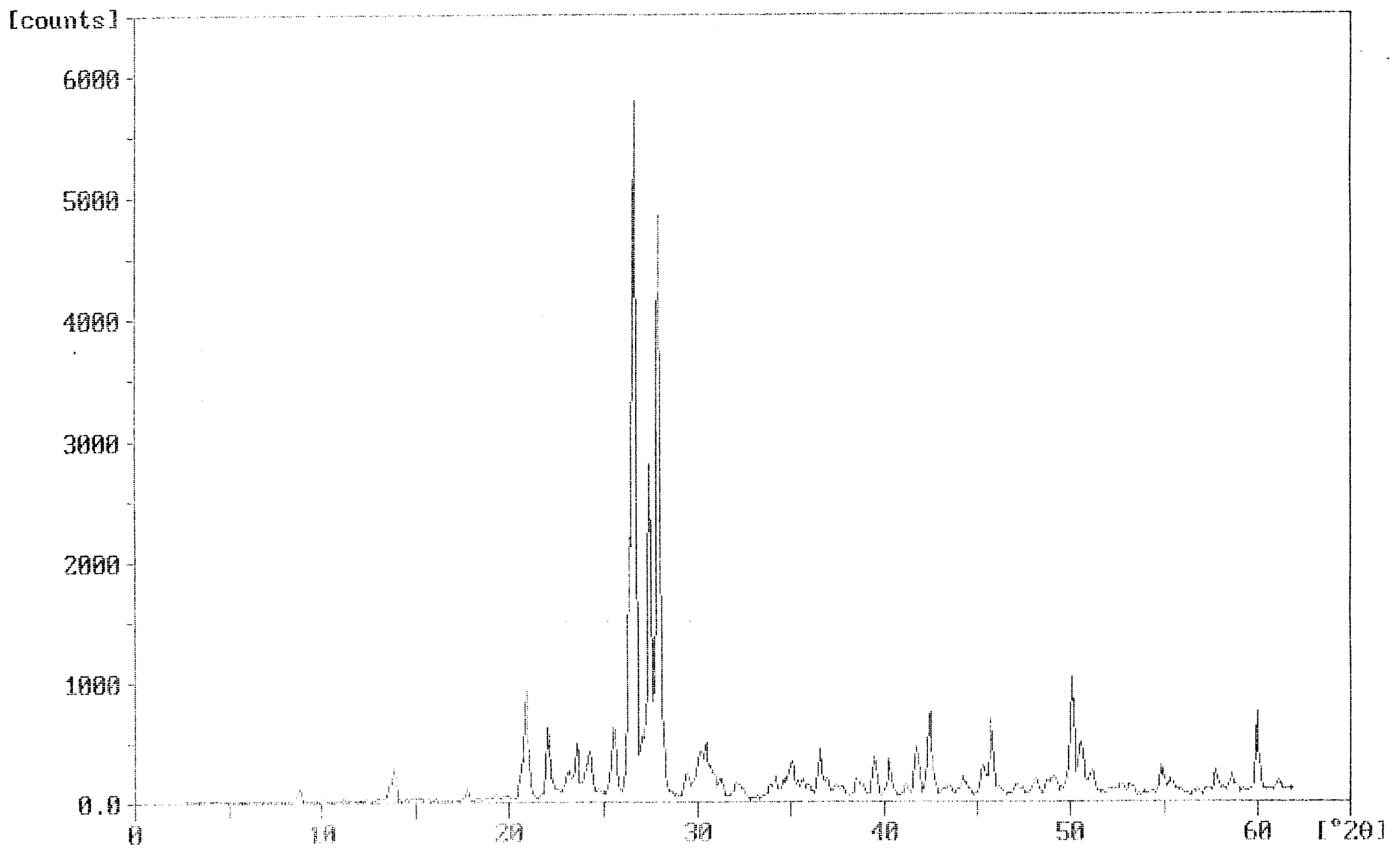
STL: 6025

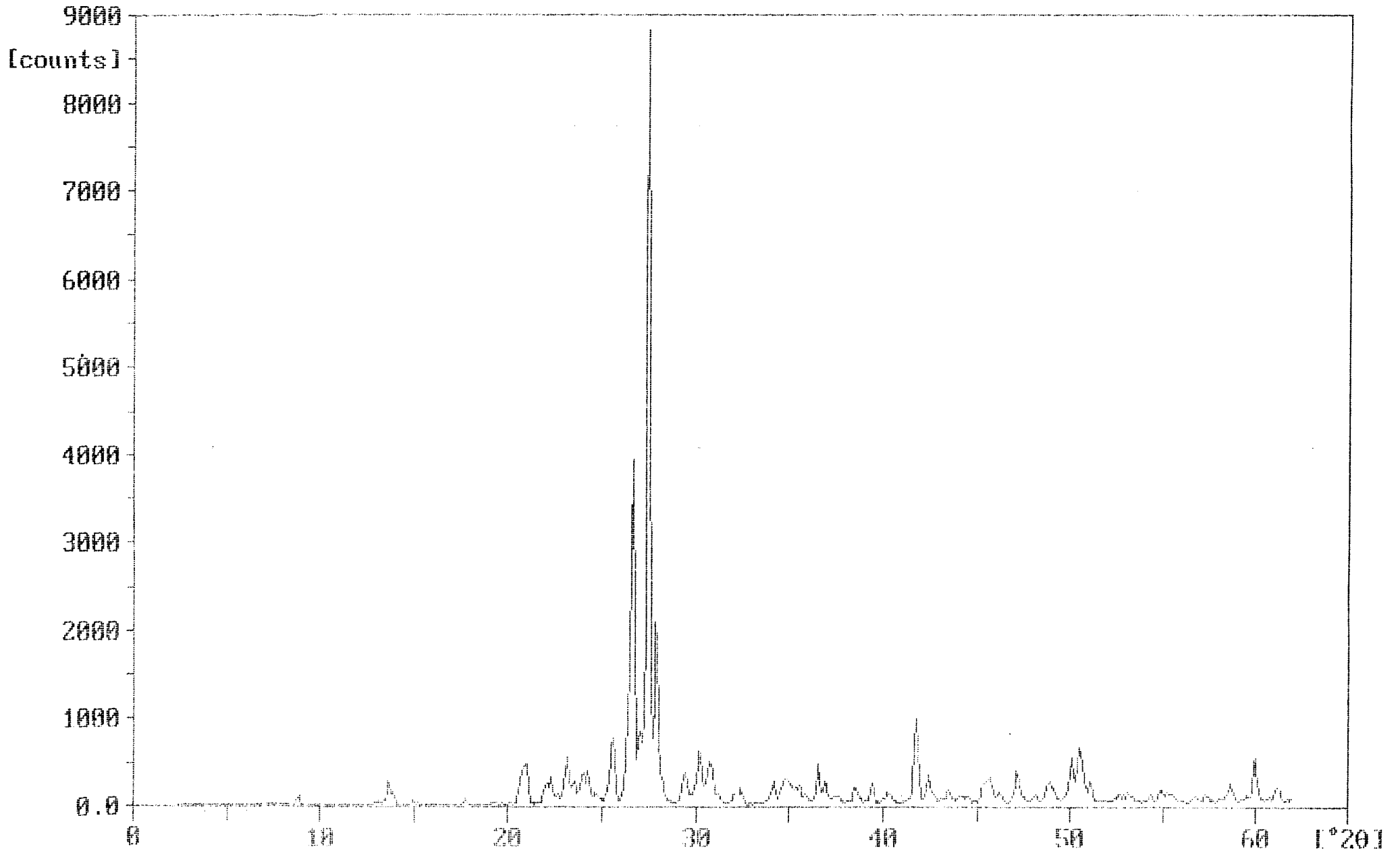
MUESTRA	MINERALES PRINCIPALES	MINERALES SECUNDARIOS	ACCESORIOS Y TRAZAS
BASAZURI-1	PLAGIOCLASA SODICA	----	----
BASAZURI-2	PLAGIOCLASA SODICA	----	CUARZO, MICA, CLORITA
BASAZURI-3	PLAGIOCLASA SODICA	----	MICA, CLORITA
PC-1	PLAGIOCLASA SODICA	CUARZO	PLAGIOCLASAS, FELDESP. POTASICO
PC-2	CUARZO	----	MICA, CLORITA
PC-3	CUARZO	PLAGIOCLASA SODICA	MICA, CLORITA
PC-4	PLAGIOCLASAS	MICA, CUARZO	----
PC-5	CUARZO	PLAGIOCLASA SODICA	----
PC-6	CUARZO, PLAGIOCLASA SODICA	----	MICA, CLORITA
PC-7	PLAGIOCLASA SODICA	----	MICA, CLORITA, CUARZO
PC-8	CUARZO	----	PLAGIOCLASAS, MICA
N-1	CUARZO, PLAGIOCLASAS, FELDESP. POTASICO	----	MICA
N-2	FELDESP. POTASICO, CUARZO	PLAGIOCLASAS	MICA
E-1	FELDESP. POTASICO	PLAGIOCLASAS, CUARZO	MICA (TRAZAS)
O-1	FELDESP. POTASICO	PLAGIOCLASAS, CUARZO	MICA
L-1	CUARZO	PLAGIOCLASA SODICA	----

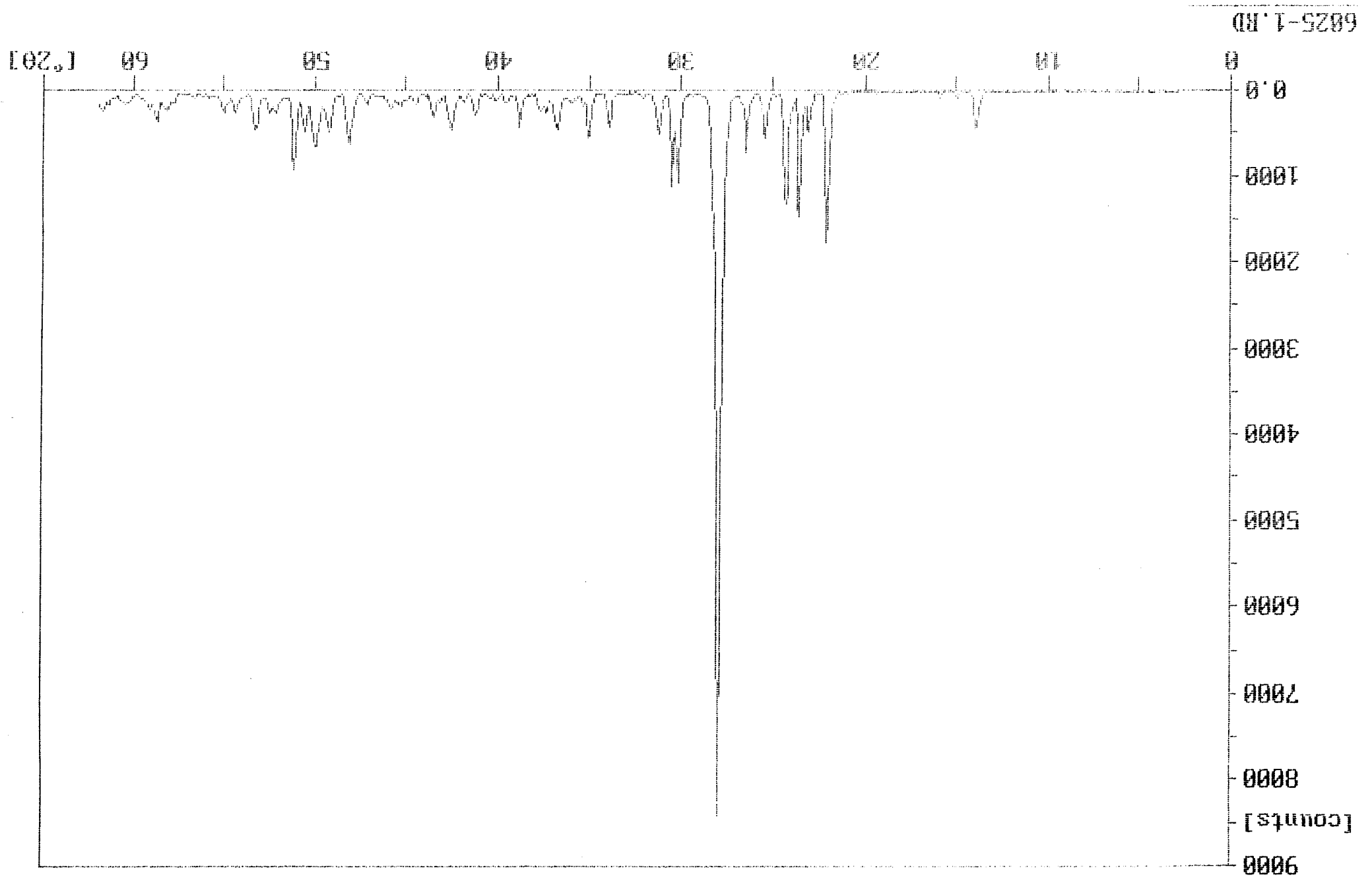


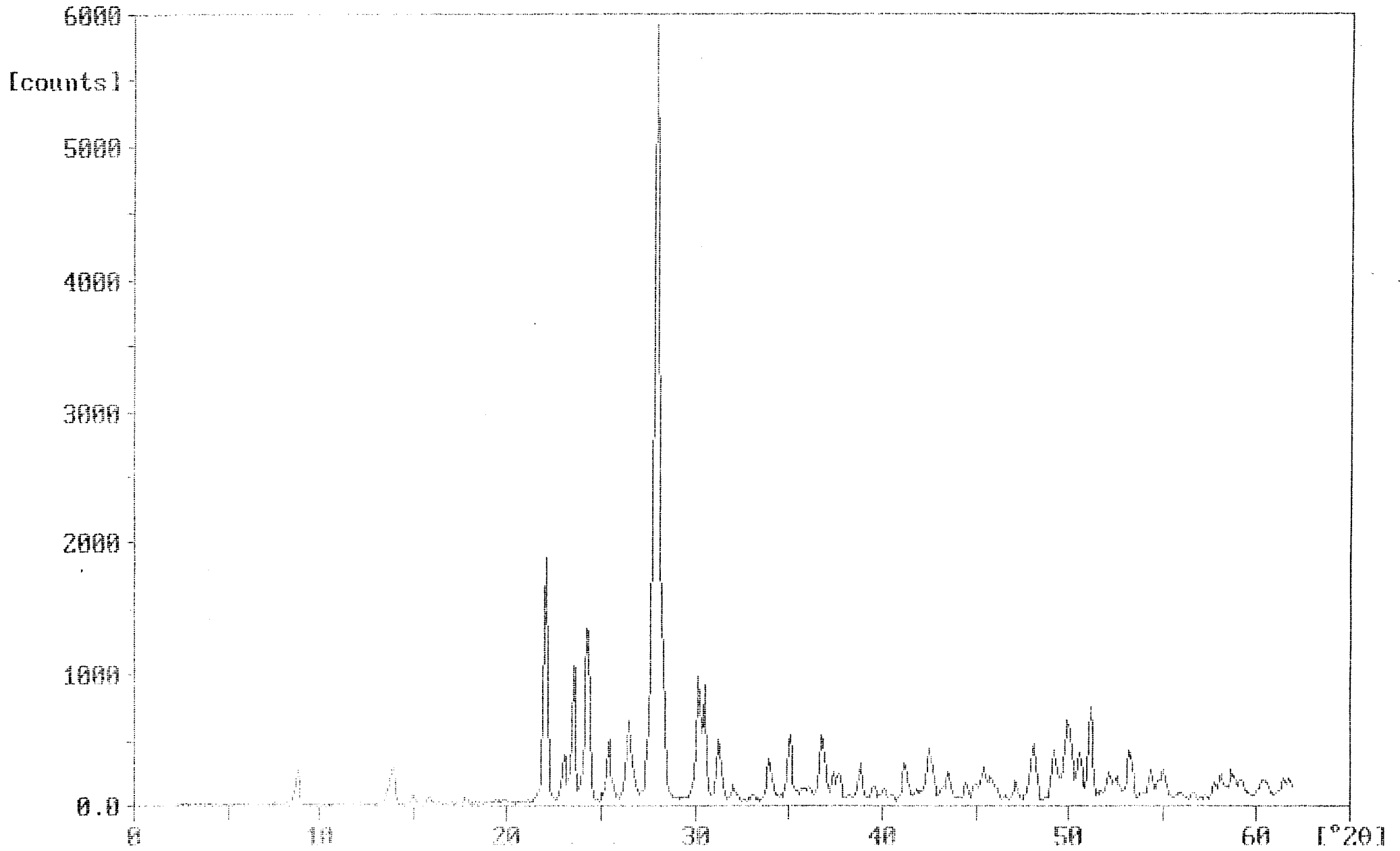


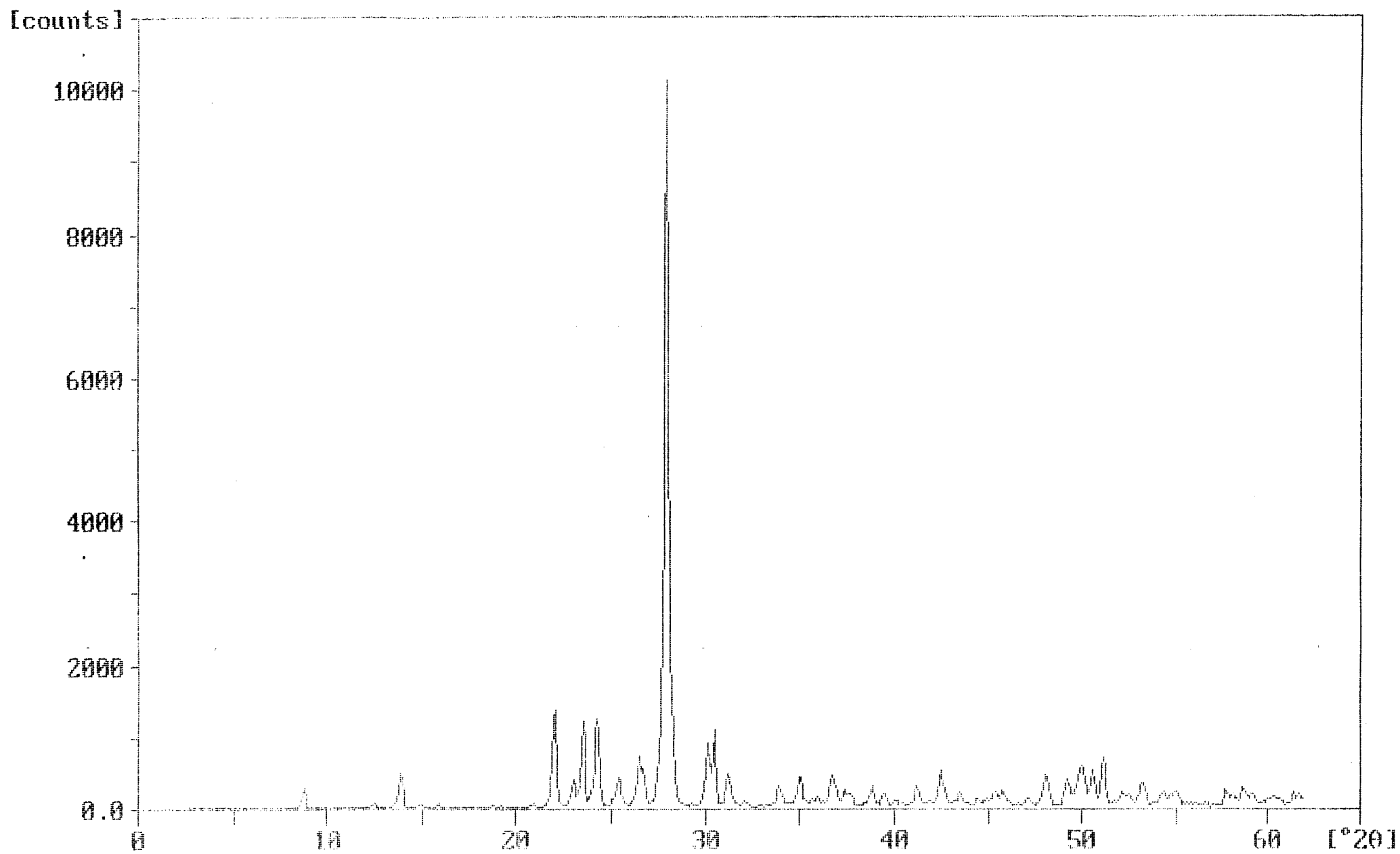






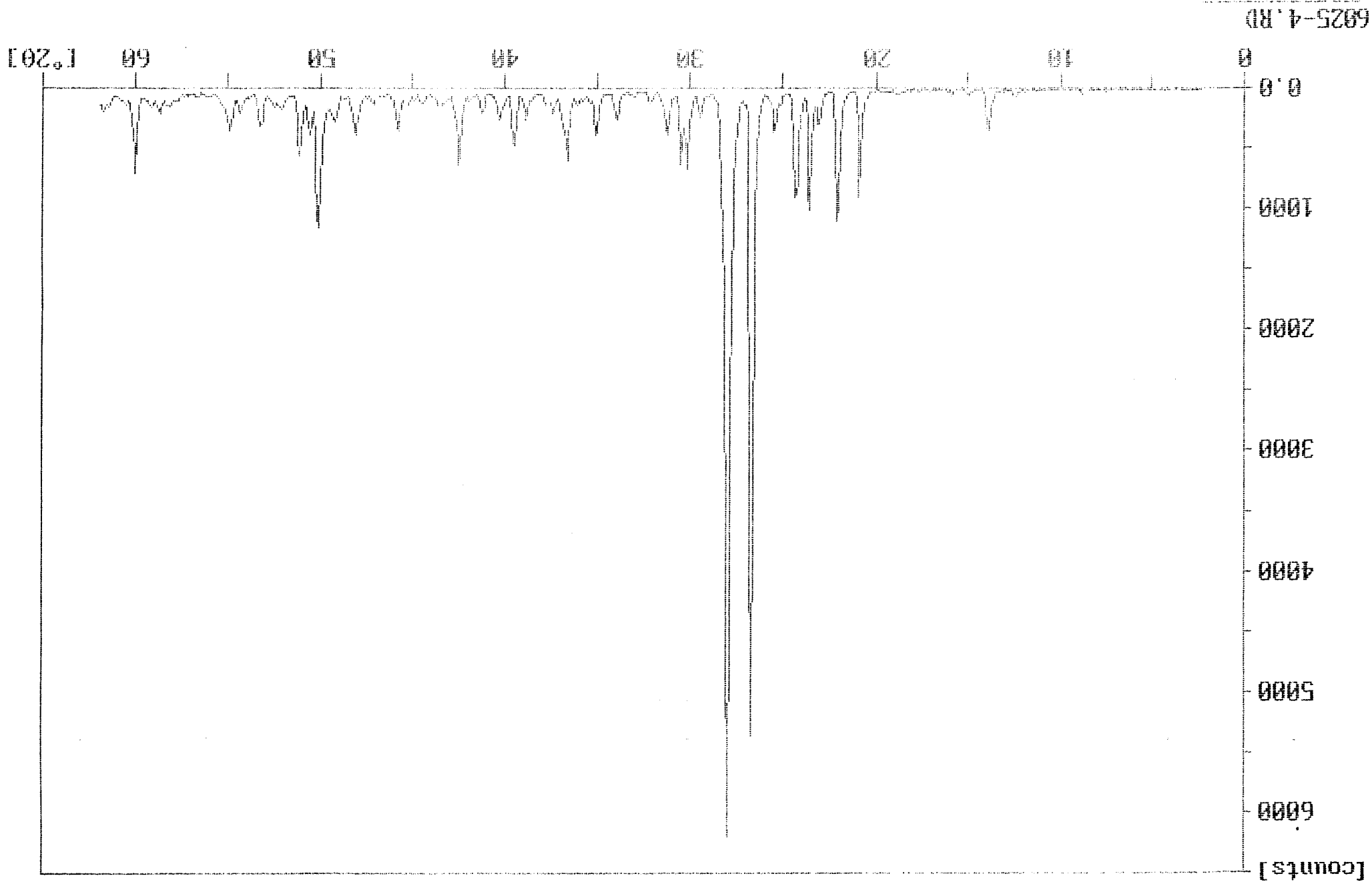


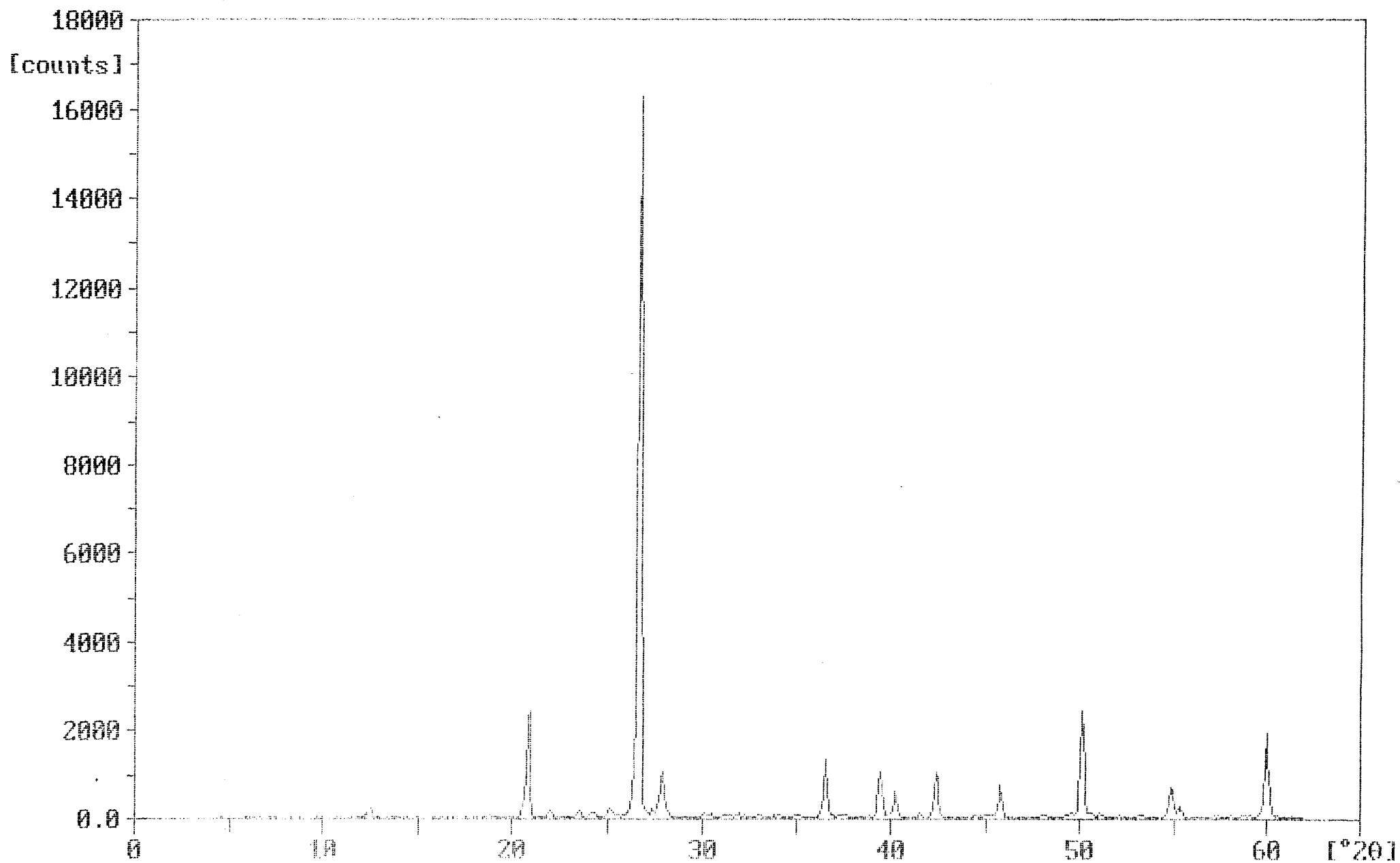


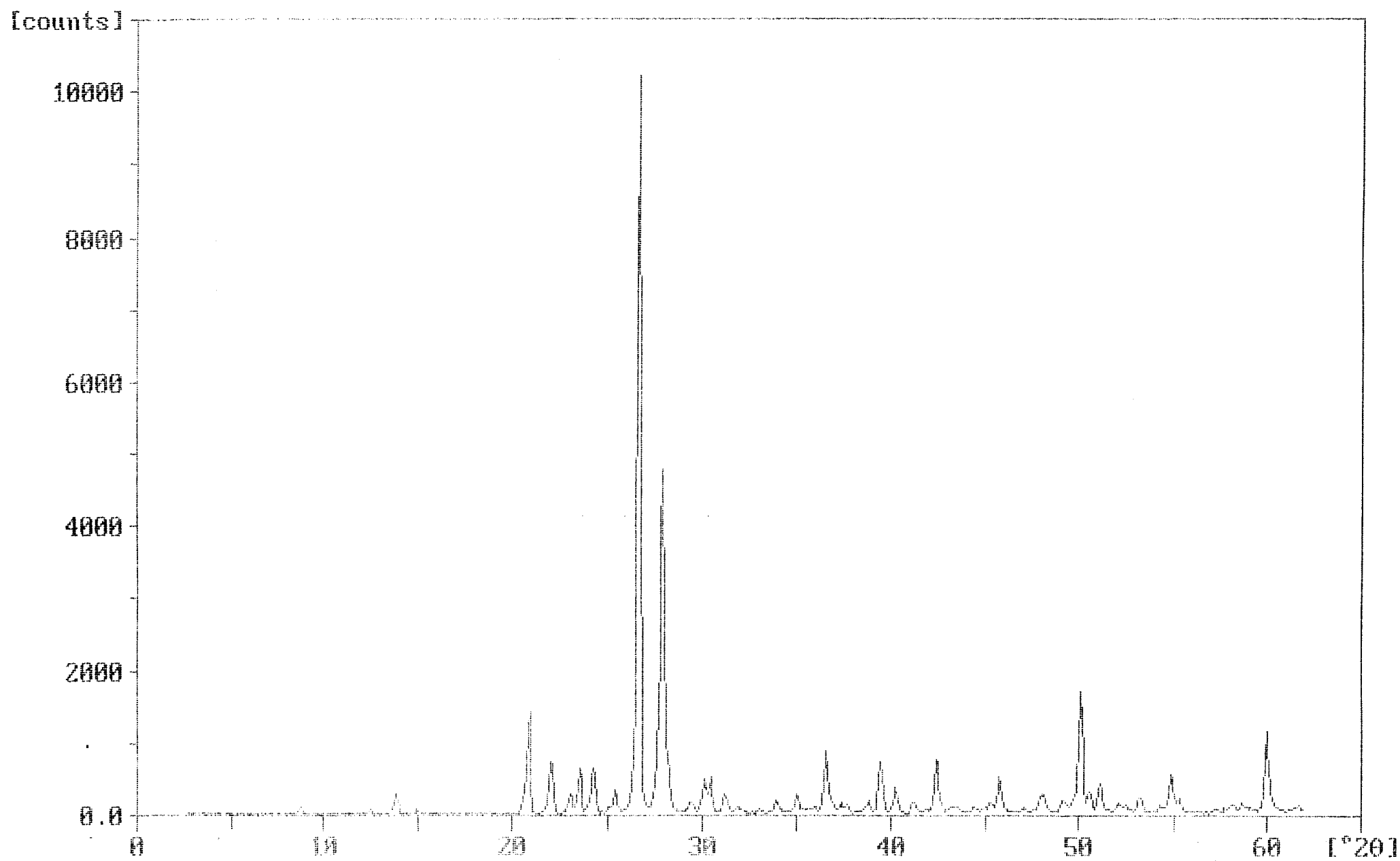


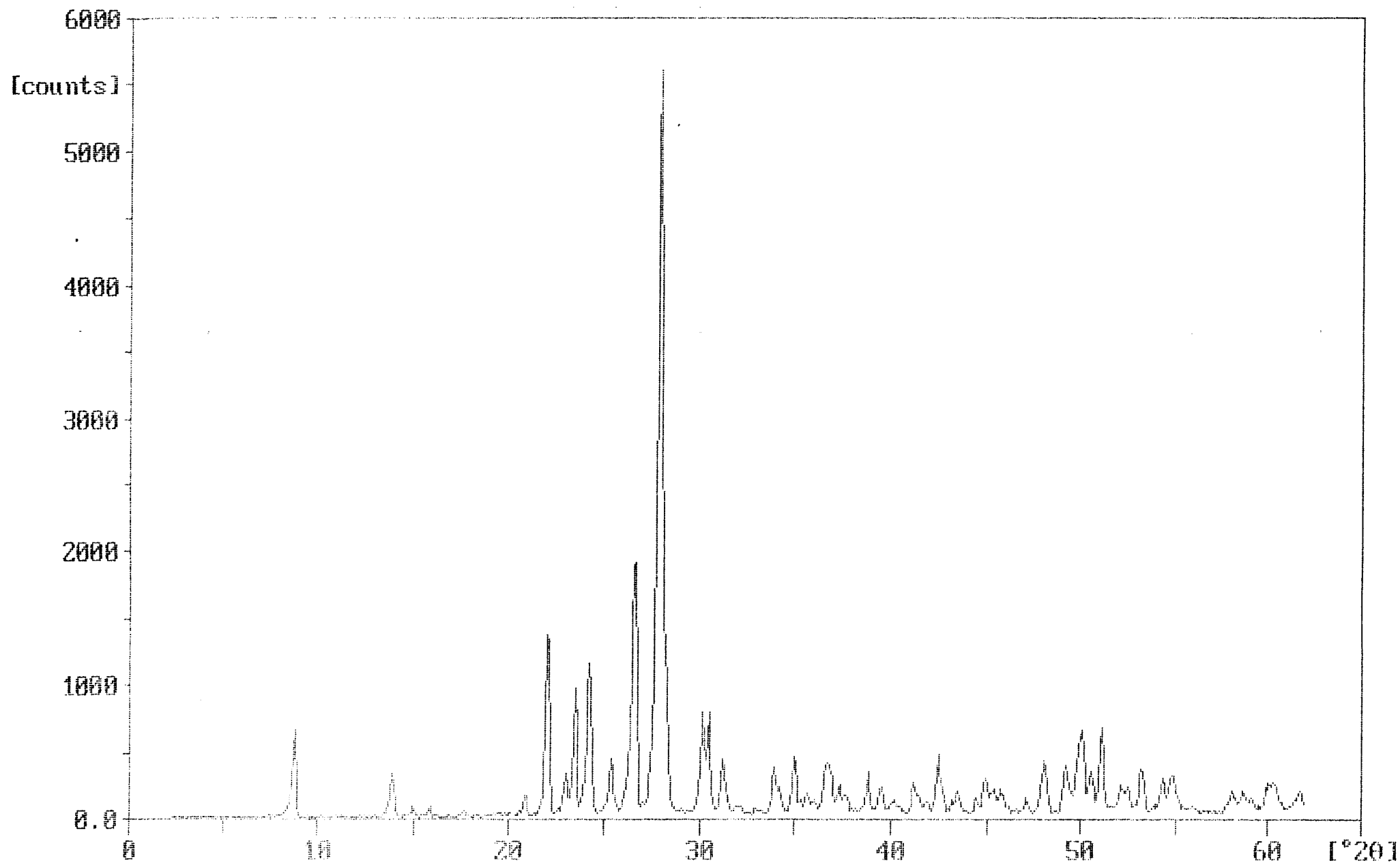
4-nov-1992 10:56

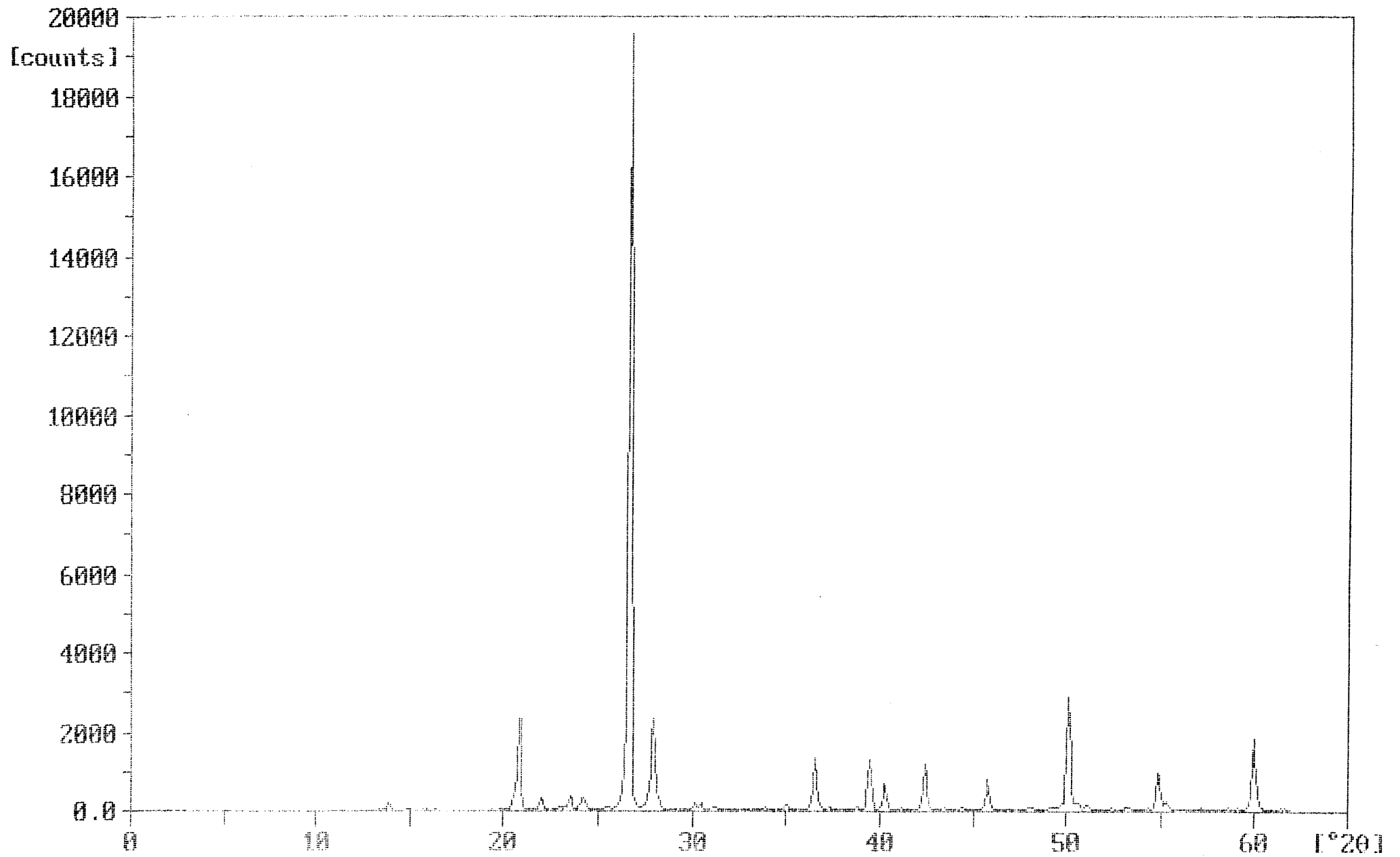
Sample identification: PC-1

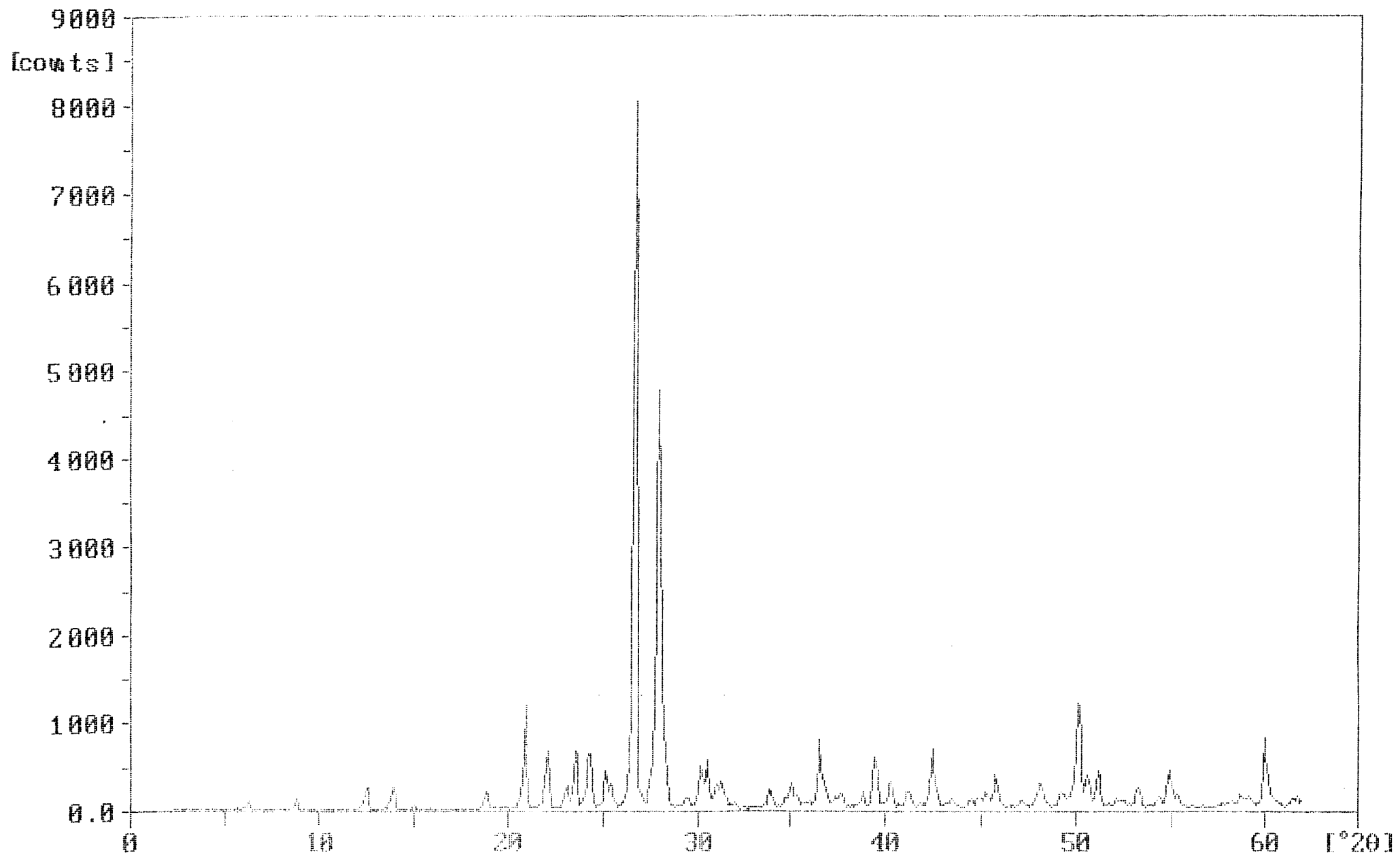


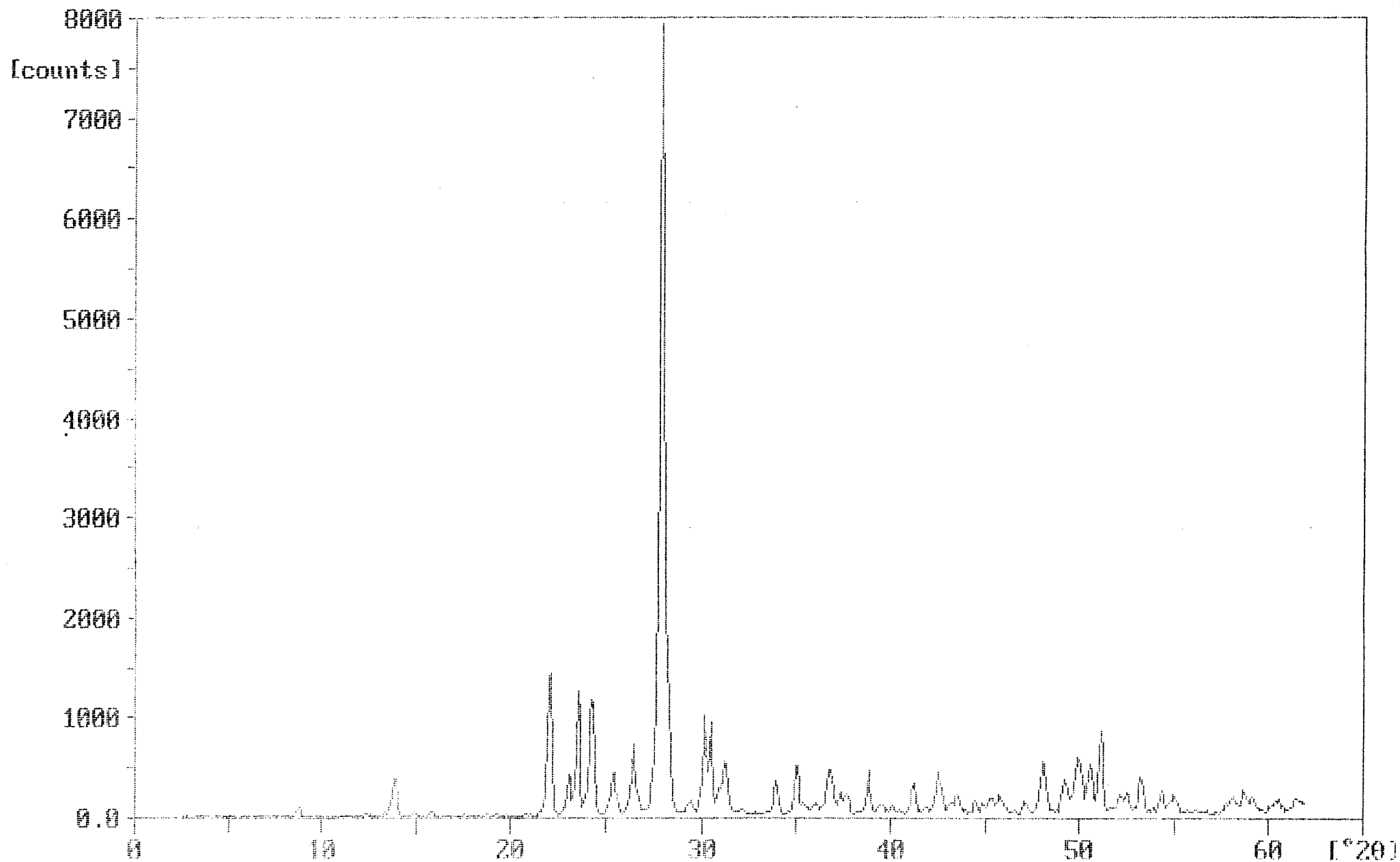


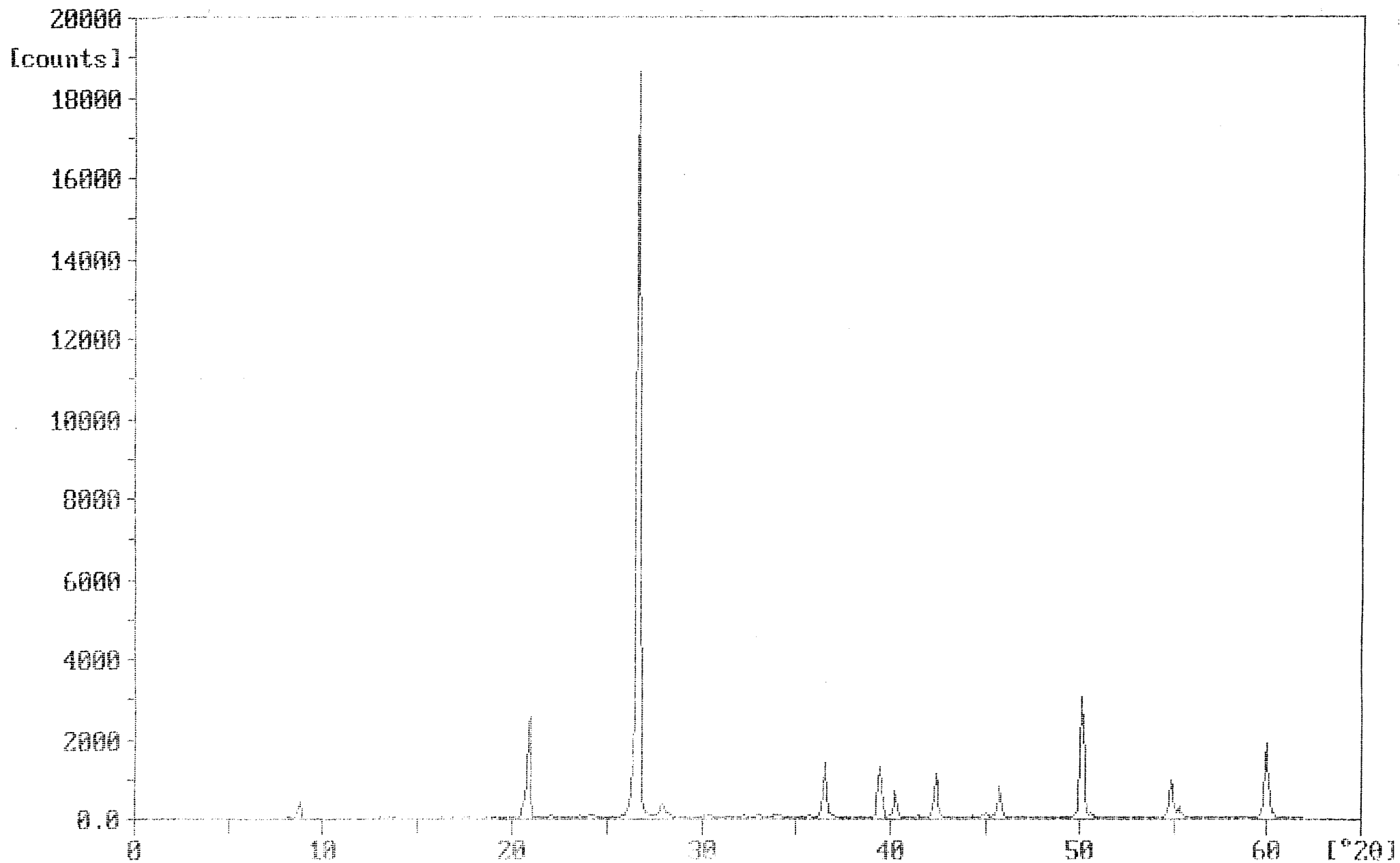


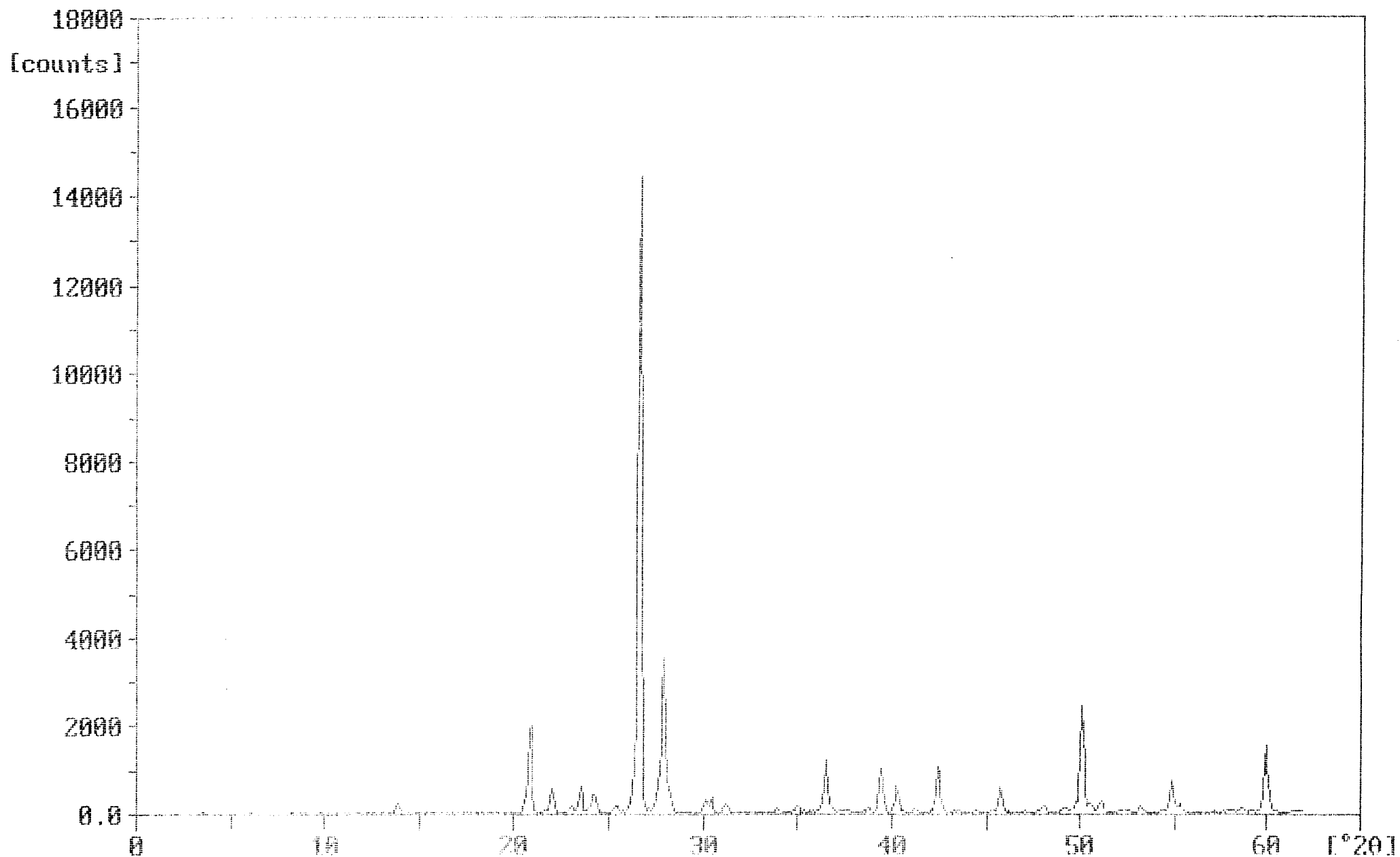












ANEXO IV

ESTUDIOS DE LAMINA DELGADA

Estudio Microscópico:

Composición mineral:

Componentes principales: Albita.

Componentes accesorios : Cuarzo, Moscovita, Turmalina, Circón,
Rutilo, Clorita, Opacos.

Textura : Afanítica con orientación fluidal, y con bandeo definido por alternancias de bandas de mayor y menor tamaño de grano de la Albita.

Observaciones: El componente fundamental de esta roca es la Albita ($\approx 97\%$) ($\approx 97\%$) la cual se dispone de la siguiente manera:

- a) Granos entre 0,032 y 0,045 mm de tamaño, con marcada orientación de origen fluidal, en general llevan estas bandas asociados óxidos de hierro.
- b) En cristales entre 0,25 y 0,40 mm formando un mosaico, formando bandas paralelas a las anteriores o rellenando espacios vacíos, los cristales de este tipo suelen presentar maclas polisintéticas

El escaso cuarzo existente que se ha observado se presenta rellenando fisuras posteriores.

Los minerales micáceos (Moscovita y sericita) se presenta en finas pajuelas distribuidas irregularmente.

La presencia de turmalina nos indica posible introducción de fluidos ricos en boro durante el proceso de desvitrificación - recristalización.

Los opacos existentes se distribuyen en forma de óxidos de hierro formando un material pulverulento que va asociado a la Albita de grano fino.

También se han observado otros opacos en cristales subidiomorfos distribuidos irregularmente y con preferencia en las zonas de mayor recristalización de la Albita.

Pese a que la textura y composición original ha sido obliterado por los procesos de desvitrificación-recristalización, creemos que la roca original sería una porfirita ácida (riolítica) muy rica en vidrio, con una marcada orientación de flujo.

CLASIFICACION: FELSITA (PORFIRITA ACIDA-RIOLITICA CON DESVITRIFICACION).

MUESTRA BASAZURI - 2

Estudio Microscópico:

Composición mineral:

Componentes principales: Albita.

Componentes accesorios : Sericita, Biotita, Apatito, Clorita,
Circón, Turmalina, Opacos.

Textura : Afanítica con orientación fluidal, y con bandeo mineralógico en el que alternan bandas con Albita-Sericita y otras casi exclusivamente de Albita.

Observaciones: Roca muy similar a la anterior Basazuri nº 1, observándose como anomalía la existencia de numerosas pajuelas de sericita en ciertas bandas acompañando a la Albita, estas pajuelas están orientadas preferentemente según el posible flujo original.

CLASIFICACION: FELSITA (PORFIRITA ACIDA DESVITRIFICADA).

MUESTRA BASAZURI - 3

Estudio Microscópico:

Composición mineral:

Componentes principales: Albita.

Componentes accesorios : Biotita, Sericita, Clorita, Circón,
Apatito, Opacos.

Textura : Afanítica, con bandeo mineralógico (alternancia de bandas ricas en sericita-biotita con Albita y otras de mayor tamaño de grano de solo Albita)

Observaciones: Roca similar a las anteriores Basazuri 1 y 2. Cabe destacar la presencia de opacos de mayor tamaño asociados a las bandas más recristalizadas de Albita.

CLASIFICACION: FELSITA (PORFIRITA ACIDA DESVITRIFICADA).

CONCLUSIONES

Las tres muestras enviadas para realizar un estudio petrográfico guardan gran similitud entre ellas, solamente presentan ligeras diferencias texturales y composicionales.

Se componen fundamentalmente de Albita dispuesta en una matriz de grano muy fino (0,020 a 0,040 mm) con marcada orientación fluidal posiblemente heredada de la roca original pero sin descartar los posibles fenómenos metamórficos que hayan sufrido. En bandas paralelas o rellenando espacios vacíos se presenta una Albita con mayor grado de recristalización formando un mosaico equigranular con tamaño de los granos de 0,20 a 0,50 mm.

A la vista de lo anteriormente indicado y teniendo en cuenta que la Albita ocupa alrededor del 97 % en las composiciones de las rocas se debe esperar unos análisis químicos que deben presentar SiO_2 67 al 69%, Al_2O_3 18 al 20% y Na_2O 9 al 10%, lo cual define una mena de feldespato sódico con buena utilización para la industria cerámica.

Las diferencias más significativas, pero escasas son las siguientes:

- 1) La muestra número 2 presenta una relativa abundancia de sericita y algo de biotita en ciertas bandas en comparación sobre todo con la muestras n° 1, por lo tanto es posible esperar una ligera proporción mayor de Al_2O_3 y de K_2O .
- 2) En la muestra n° 3 el grado de recristalización es mayor que en las otras dos, existiendo mayor cantidad de bandas ricas en Albita con tamaño cercano a 0,50 mm. También esta muestra presenta recristalización de Biotita de posible origen metamórfico.

Con respecto al origen y génesis de estas rocas indicar lo siguiente:

El término Felsita es un nombre de campo que se da comúnmente a rocas volcánicas o porfídicas, megascópicamente afaníticas, de color blanquecino, grisáceo o ligeramente rosado y que puede incluir a todas las rocas ácidas (Riolitas, Cuarzolatitas, Dacitas etc.).

La textura denominada felsítica corresponde a un mosaico de grano fino, microcristalino en muchos casos, formado por recristalización de vidrios ácidos.

El vidrio volcánico es inestable a temperatura ambiente y presenta una tendencia inherente para su cristalización espontánea. Esta recristalización se presenta principalmente bajo la influencia de estímulos tales como la presencia de gases volcánicos atrapados o por incipiente metamorfismo. Esta espontánea recristalización de los vidrios se denominan desvitrificación, y como consecuencia de ello una roca vitria de tipo obsidiano puede convertirse en una roca holocristalina.

Creemos que este proceso es el que ha generado las rocas que nos han sido enviadas, pudiéndose presentar estratificadas con las rocas de caja si la roca original hubiera sido una lava o en forma de diques se esta hubiera sido uno pórfido.

Madrid, 6 de Abril de 1.992

A handwritten signature in black ink, reading "Lucas Amado-Cueto". The signature is written in a cursive style with a long, sweeping underline that extends to the left.

Fdo: Lucas Amado-Cueto Pascual
Jefe del Servicio Técnico del
Area de Geología

MUESTRA PC-2

Estudio Microscópico:

Composición mineral :

Componentes principales: Cuarzo.

Componentes accesorios: Plagioclasa (Albita), Apatito, Clorita,
Opacos.

Textura : Granoblástica.

Observaciones: Mosaico de granos de cuarzo presentando un aligera orientación, con hileras irregulares o ligeramente orientadas de clorita que procede de sustitución de micas flogopíticas - biotíticas.

Venas de albititas cortando a la roca que nos indica que los fenómenos de albitización son posteriores.

Relativa abundancia de Apatito irregularmente distribuido, con mayor concentración en las venas albitíticas.

CLASIFICACION: CUARCITA

MUESTRA PC-6

Estudio Microscópico:

Composición mineral :

Componentes principales: Albita, Cuarzo, Sericita, Carbonatos
(Dolomita-Ankerita),

Componentes accesorios: Apatito, Mica (Biotita-Flogopita), Opacos,
Turmalina.

Textura : De granoblástica a criptocristalina.

Observaciones: La roca corresponde a una felsita albitítica formada por procesos neumatolíticos-metasomáticos con introducción de fluidos ricos en sodio y que parece provenir de transformación de una roca piroclástica sódica bastante apizarrada (bandas muy sericíticas).

Existen carbonatos en relación con el proceso de albitización que podrían indicar la presencia de CO₂ en los fluidos.

CLASIFICACION: FELSITA ALBITITICA IMPURA.

MUESTRA PC-8

Estudio Microscópico:

Composición mineral :

Componentes principales: Cuarzo.

Componentes accesorios: Plagioclasa (Albita), Apatito, Mica
(Flogopita-Biotita), Opacos, Clorita.

Textura : Granoblástica.

Observaciones: Roca idéntica a la PC-2.

CLASIFICACION: CUARCITA

FOTOGRAFIAS

Foto 1: Diferencias del tamaño de grano de la albita entre zonas distintas. Observese la orientación de los cristales más pequeños paralela a la foliación de la roca. También puede verse en el centro un cristal con la macla de las plagioclasas. Muestra Basazuri-1 (explotación Quinta). Nicoles cruzados x 45 Aumentos.

Foto 2: Bandas de albita fuertemente recristalizadas (presencia de maclas) con tamaño de grano mayor, que alternan con bandas también albiticas de grano más fino acompañadas de laminillas de sericita. Muestra Basazuri-2 (Quinta). Nicoles cruzados x 110 Aumentos.

Foto 3: Predominio de las bandas de albita más recristalizadas (tamaño de grano mayor), sobre las bandas de grano más fino. Muestra Basazuri-3 (Quinta). Nicoles cruzados x 45 Aumentos.

Foto 1

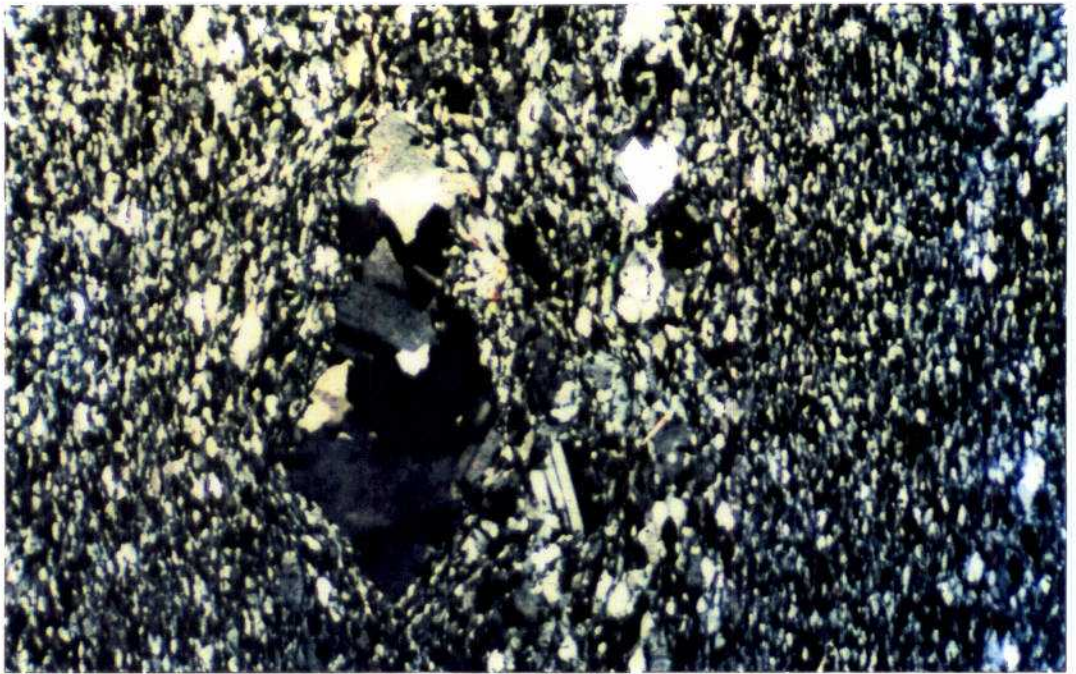
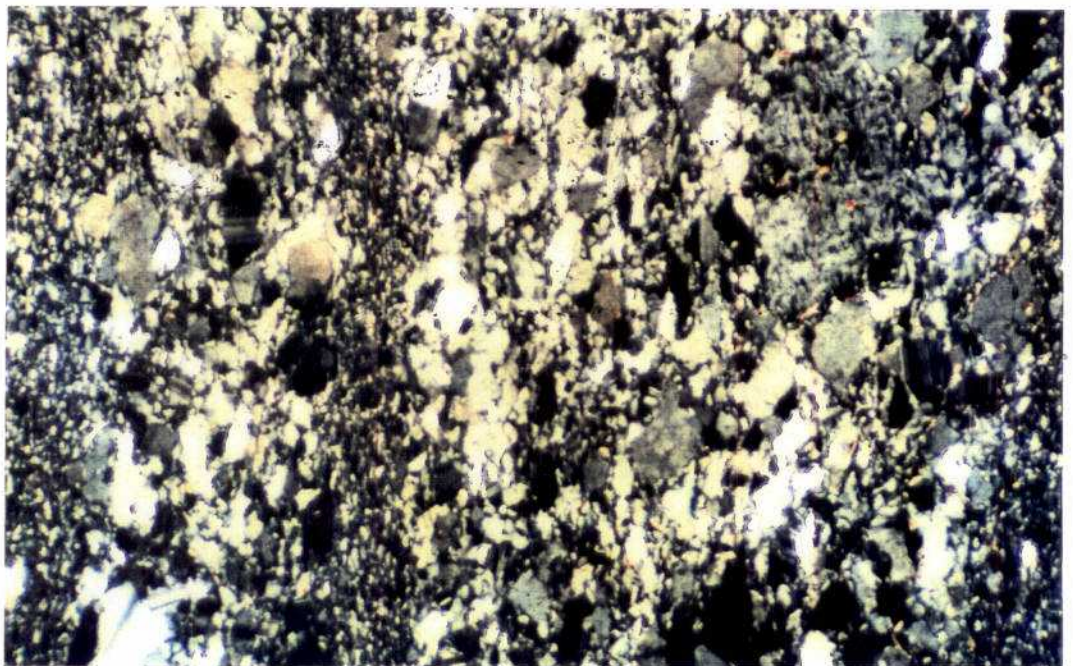


Foto 2



Foto 3



ANEXO V

NORMATIVA PARA LA CARACTERIZACION DE FELDESPATOS

AENOR ITGE-AITEMIN (OCTUBRE 1987)

**NORMATIVA SOBRE CARACTERIZACION DE FELDESPATOS
ANTEPROYECTO DE NORMA UNE**

AENOR
IGME-AITEMIN
OCT/87

1. FELDESPATOS. CARACTERISTICAS GENERALES (UNE 22.210)

1.- OBJETO

La presente norma tiene por objeto definir la naturaleza y propiedades generales de las materias primas feldespáticas que se utilizan fundamentalmente en la industria cerámica y del vidrio.

2.- DEFINICION

Esta norma es aplicable al conjunto de materias primas (feldespatos y feldespatoïdes) independientemente de su origen y su proceso de formación (pegmatitas, formaciones sedimentarias de arenas, facies ígneas, etc.) y que, usualmente están constituidas por una mezcla de proporciones variables de silicatos de aluminio, sodio, potasio, calcio, litio y ocasionalmente bario y cesio.

Los feldespatos, más comunmente, se consideran como soluciones sólidas de los tres compuestos siguientes:

- Feldespato potásico (Ortosa, ortoclasa o microclina)
K AlSi₃O₈
 - Feldespato sódico (Albita)
Na Al Si₃O₈
 - Feldespato cálcico (Anortita)
Ca Al₂ Si₂O₈
- Feldespatos alcalinos
- Feldespatos calcosódicos
(Plagioclasas)

Los feldespatos calcosódicos forman la serie isomorfa de las plagioclasas cuya composición varía desde la albita pura a la anortita pura. La serie se divide en los seis términos arbitrarios siguientes, de acuerdo con las cantidades relativas de albita y anortita:

	<u>% Albita</u>	<u>% Anortita</u>
Albita	100 - 90	0 - 10
Oligoclase	90 - 70	10 - 30
Andesina	70 - 50	35 - 50
Labradorita	50 - 30	50 - 70
Bytownita	30 - 10	70 - 90
Anortita	10 - 0	90 - 100

A altas temperaturas existe una disolución sólida completa entre la ortosa y la albita, constituyendo la serie de los feldespatos alcalinos. A temperaturas muy bajas y bajo condiciones de enfriamiento lentas, los miembros intermedios de la serie se desmezclan constituyendo las pertitas y las antipertitas. En las primeras la albita está subordinada en cantidad a la ortoclase y en las segundas es la ortoclase la que está subordinada en cantidad a la albita.

Finalmente, la anortita y la ortosa forman una solución sólida muy limitada.

Los feldespatoideos son similares, químicamente a los feldespatos, pues son aluminosilicatos de potasio, sodio y calcio principalmente. La principal diferencia química entre los feldespatoideos y los feldespatos es su contenido en sílice, pues los primeros contienen aproximadamente 1/3 menos de sílice que los feldespatos alcalinos.

Las principales variedades de feldespatoideos son las siguientes:

Leucito:	$\text{Si}_2 \text{Al O}_6 \text{ K}$
Nefelino:	$\text{Si Al O}_4 (\text{Na, K})$
Hauyana:	$(\text{Si Al}_4) (\text{SO}_4) 2-1 (\text{Na}_2\text{Ca}) 5-4$
Sodalita:	$(\text{Si Al}_4)_6 \text{ Cl}_2 \text{ Na}_8$
Museana:	$(\text{Si Al O}_4)_6 \text{ SO}_4 \text{ Na}_8$

Los minerales accesorios que pueden presentarse en las materias primas feldespáticas son fundamentalmente los siguientes: cuarzo, mica, turmalina, epidota, granate, zircón, anatasa, rutilo, ilmenita, estauroлита, sillimanita, cianita y clorita.

3.- DENOMINACION

A las materias primas feldespáticas se les aplicará una denominación que haga referencia a los siguientes términos:

- Nombre comercial
- Categoría mineralógica

- **Nombre comercial:** Será el nombre particular que cada fabricante asigne a sus variedades de productos o las denominaciones a que correspondan en las clasificaciones unificadas a nivel oficial o corporativo, en el caso de que existan. En este término se especificarán las características granulométricas.

- **Categoría mineralógica:** De acuerdo con el proyecto de Norma UNE (22.211): "Feldespatos. Identificación y diferenciación", se expresarán las proporciones relativas a los diferentes tipos de feldespatos y feldespatoides presentes así como el contenido en sílice libre y minerales pesados.

4.- MUESTREO

Se tomarán varios lotes representativos del frente de explotación o del envío, a partir de los cuales se efectuará un desmuestre sistemático que permita la realización de los ensayos correspondientes.

5.- CARACTERISTICAS FISICAS

Las materias primas feldespáticas se someterán al ensayo de las siguientes características físicas:

- Humedad, según UNE 22.212
- Análisis químico de elementos, según UNE 22.213
- Análisis granulométrico, según UNE 22.214
- Fusibilidad a la temperatura de trabajo, según UNE 22.215

2. FELDESPAROS. IDENTIFICACION Y DIFERENCIACION (UNE 22.211)

1.- OBJETO

La presente norma tiene por objeto la identificación y cuantificación de los diferentes tipos de feldespatos y feldespatoides presentes en las materias primas feldespáticas (UNE 22.210), así como la determinación del cuarzo y minerales pesados existentes.

2.- FUNDAMENTO

El fundamento del método consiste en obtener granos minerales limpios para facilitar su observación e identificación con el microscopio petrográfico.

3.- TOMA Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Si se parte de una arena es necesario eliminar la arcilla y limo existentes, mediante un lavado con agua bajo tamiz de 0,5 mm., hasta que el agua salga limpia. Se deseca a continuación y se tamiza por malla de 0,5 mm. Si se parte de fracciones granulométricas las partículas inferiores a 0,05 mm han sido eliminadas previamente.

En ambos casos se pesa una "determinada cantidad" y se somete a la acción del ácido clorhídrico y posteriormente a la del ditionito sódico, para eliminar los carbonatos y posibles óxidos e hidróxidos de hierro que pudieran enmascarar a las especies minerales presentes.

Posteriormente la preparación, ya limpia, se vuelve a pesar y se procede a su separación en el embudo separador, mediante líquido denso "Bromoformo" de p.e. 2,9 obteniéndose las dos fracciones siguientes:

- Fracción pesada en la que estarán presentes los minerales con densidad mayor de 2,9.
- Fracción ligera integrada por aquellos minerales de densidad menor de 2,9.

El número de muestras necesario para la realización del presente ensayo estará determinado por el índice granulométrico de Chayes (IC). Mediante este índice granulométrico se establece el número de láminas delgadas, de un espesor de 30 micras \pm 10

y una superficie de 320 mm² (20 x 16 mm) que son necesarias para determinar la composición modal de una roca, con un determinado error analítico máximo.

El índice granulométrico de Chayes (IC) es función de la dimensión media de los granos de minerales y se obtiene contabilizando el número de granos minerales mayoritarios existentes, a lo largo de dos lineaciones de 20 mm.

De acuerdo con la Fig. n°1 adjunta, el índice granulométrico de Chayes (IC) determina el número de láminas delgadas que es necesario ensayar con los siguientes errores analíticos tolerados:

A : Error analítico tolerado < 1,41 %

B : Error analítico tolerado < 2,45 %

4.- APARATOS Y REACTIVOS UTILIZADOS

- Cortadora o sierra de discos con diamante
- Embudo separador (Fig. n°2)
- Microscopio petrográfico
- Tamices de luz de malla 0,05 y 0,5 mm.
- Acido clorhídrico
- Ditionito sódico
- Bálsamo de Canadá (l.der.1,54)
- Acetona
- Acido Fluorhídrico a 90°C.
- Solución de cloruro de bario al 5%
- Solución saturada de cobaltinitrito de sodio
- Solución de rhodizonato de potasio
- Alcohol etílico y éter.
- Solución al 0,25% de azul de metileno
- Acido fosfórico siruposo

5.- PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Se preparan previamente las láminas delgadas establecidas de acuerdo con el apartado n° 2, a partir de una muestra representativa de la materia prima a ensayar, utilizando, en caso necesario, una cortadora o sierra de discos y una pulidora.

I	C	A	B
90		2	
80			1
70		3	
60		4	
50		5	2
		6	
40		7	
		8	3
		9	
		10	
30			4
			5
			6
			7
20		≥ 23	≥ 8

Fig. N° 1.- INDICE GRANULOMETRICO DE CHAYES (I.C.)

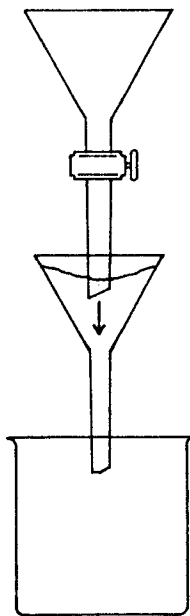


Fig. N° 2.- EMBUDO SEPARADOR

5.1.- Estudio al microscopio de la fracción pesada

La fracción pesada se monta incluyendo los granos minerales en bálsamo de Canadá (i.der. 1,54) entre el porta-objetos y cubre-objetos, en placa eléctrica a 110°C aproximadamente.

Posteriormente se estudia al microscopio identificando las especies minerales mediante la contabilización de los diferentes granos existentes. El conteo se efectúa en línea, contabilizando los granos minerales que pasan por el cruce de los hilos del retículo, recorriendo así la preparación en zig-zag, espaciando, con la rama vertical del carro, cada línea 0,5 mm.

Se describirán las principales características de los minerales pesados identificados y que son interesantes desde el punto de vista industrial.

5.2.- Estudio al microscopio de la fracción ligera

A la fracción ligera, antes de su estudio al microscopio, se le aplica un proceso de tinción selectiva de feldespatos y feldespatoides.

5.2.1.- Tinción selectiva de feldespatos

La muestra a ensayar se coloca en una cápsula pequeña de platino de fondo plano, se le añade unas gotas de acetona y se deja evaporar en placa eléctrica a 110°C aproximadamente. Seguidamente se realiza el ataque de la misma con vapores de ácido fluorhídrico (90°C) durante unos tres minutos.

Posteriormente la muestra es aclarada con agua destilada y sumergida a continuación en una solución de cloruro de bario al 5%. Esta operación se repite dos veces (alrededor de 15 seg. cada vez) seguida, cada vez, de un aclarado rápido con agua destilada.

Después de este tratamiento , los minerales se recubren de una solución saturada de cobaltinitrito de sodio (1g. en 4 ml de agua destilada), en cantidad suficiente para cubrir la muestra. Transcurridos unos dos minutos se aclara rápidamente y se recubren de nuevo con una solución de rhodizonato de potasio (50 mg. en 20 cm³ de agua destilada) durante unos 45 segundos.

Finalmente se efectúa sucesivamente un aclarado rápido con agua destilada, alcohol etílico y éter, lo que permite un secado muy rápido de la muestra para su examen posterior.

Con esta técnica los feldespatos alcalinos resultarán

coloreados de amarillo, las plagioclasas de rosa y el cuarzo prácticamente inalterado.

5.2.2.- Tinción selectiva de feldespatoides

Se extiende sobre la muestra a ensayar una capa delgada de ácido fosfórico siruposo y se deja actuar durante tres minutos.

Posteriormente se lava por inmersión en agua y se sumerge durante un minuto en solución al 0,25% de azul de metileno.

3. HUMEDAD (UNE 22.212)

$$H (\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100$$

siendo:

P_1 : Peso de la muestra húmeda

P_2 : Peso de la muestra seca (100°C)

4. ANALISIS QUIMICO DE ELEMENTOS (UNE 22.213)

Se habrá de determinar en el mineral inicial el contenido de:

SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; CaO; MgO; Na_2O ; K_2O ;

TiO_2 ; BaO; Li_2O .

prestando especial atención a: SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; Na_2O y K_2O .

Asimismo, se determinarán las pérdidas por calcinación (P.C.) a 1.100°C, durante 1 h.

El método químico de análisis recomendado es la Absorción Atómica.

5. ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 22.214)

Este análisis se refiere al producto concentrado. Se realiza un tamizado en seco en la fracción 100-63 μm y sedimentación en la <63 μm .

Para el caso de materias primas de yacimiento se debe realizar un análisis granulométrico similar al siguiente :

+2, +1, +0,50, +0,25, +0,125, +0,100, -0,100 (mm)

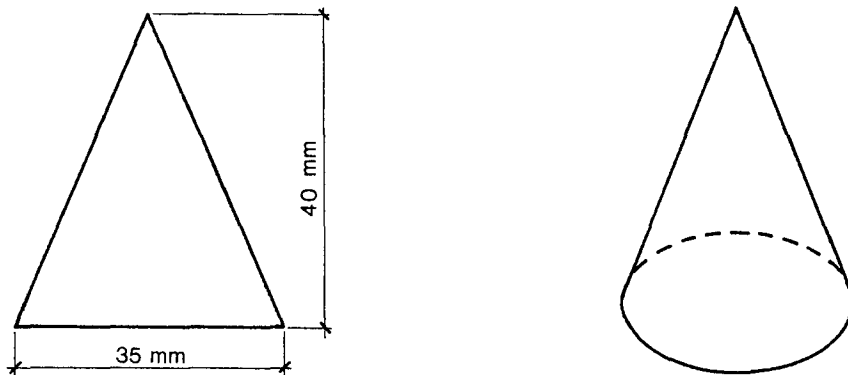
Determinando: $D_{\text{máx}}$ Y D_{80}

Todos estos cortes se pueden realizar por vía seca, en tamices normalizados (Series ASTM, TYLER, DIN, etc.).

6. FUSIBILIDAD (UNE 22.215)

Aunque está encaminado a la materia prima concentrada se puede realizar un ensayo en mufla hasta la fusión de un cono aglomerado por compactación.

La forma del cono así como las dimensiones serán:



La granulometría debe ser $<75 \mu\text{m}$. La temperatura variará dependiendo del mineral que se trate, pero no será inferior a 1200°C .

El ensayo se hará por triplicado, dando los valores finales de altura, diámetro y temperatura.

Del mismo modo, se hará una calificación subjetiva del color obtenido en el fundido (blanco, crema, oscuro, muy oscuro).

ANEXO VI

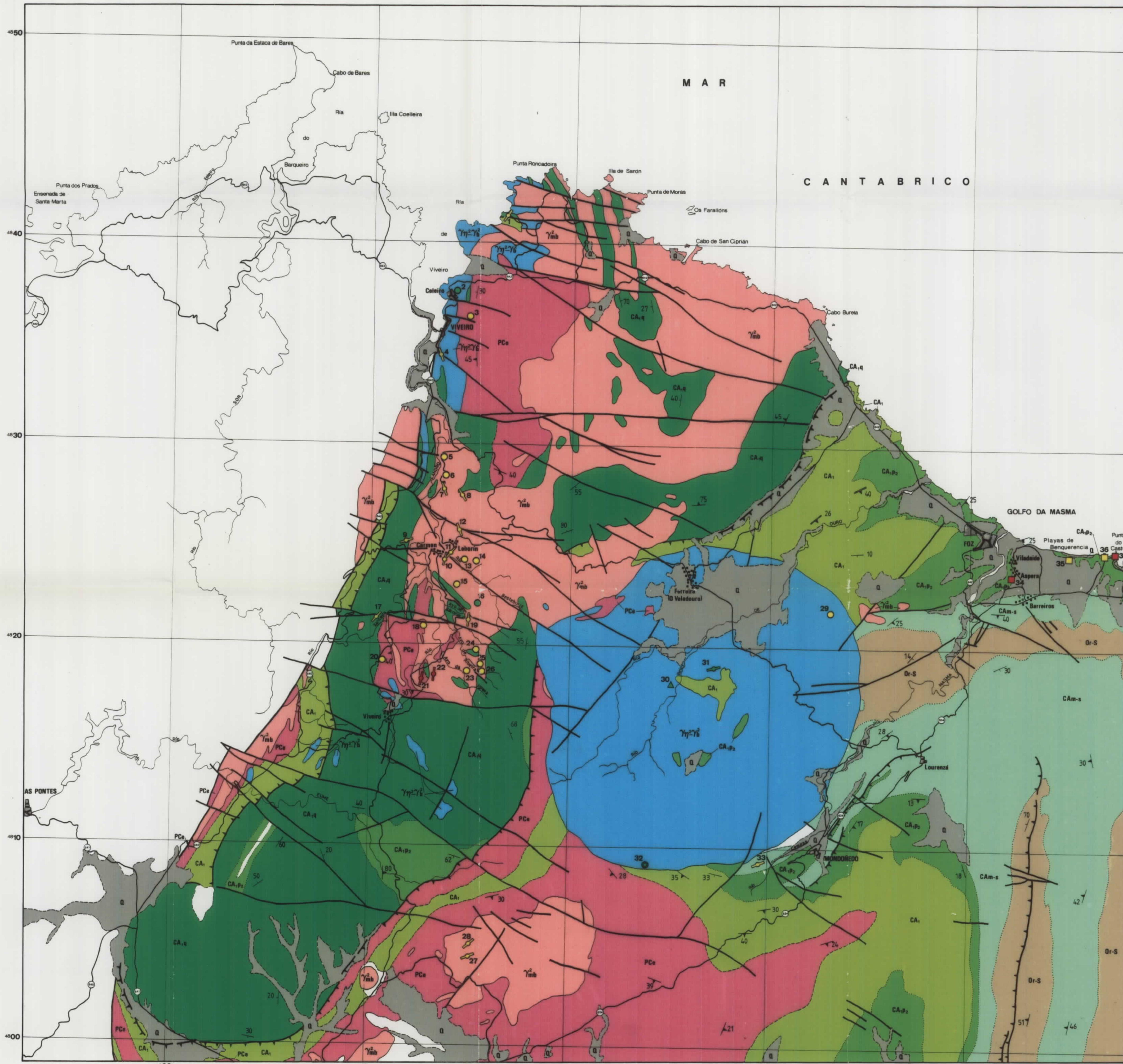
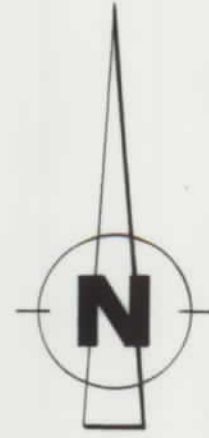
RELACION DE PLANOS

Plano Nº1: Zona Nororiental

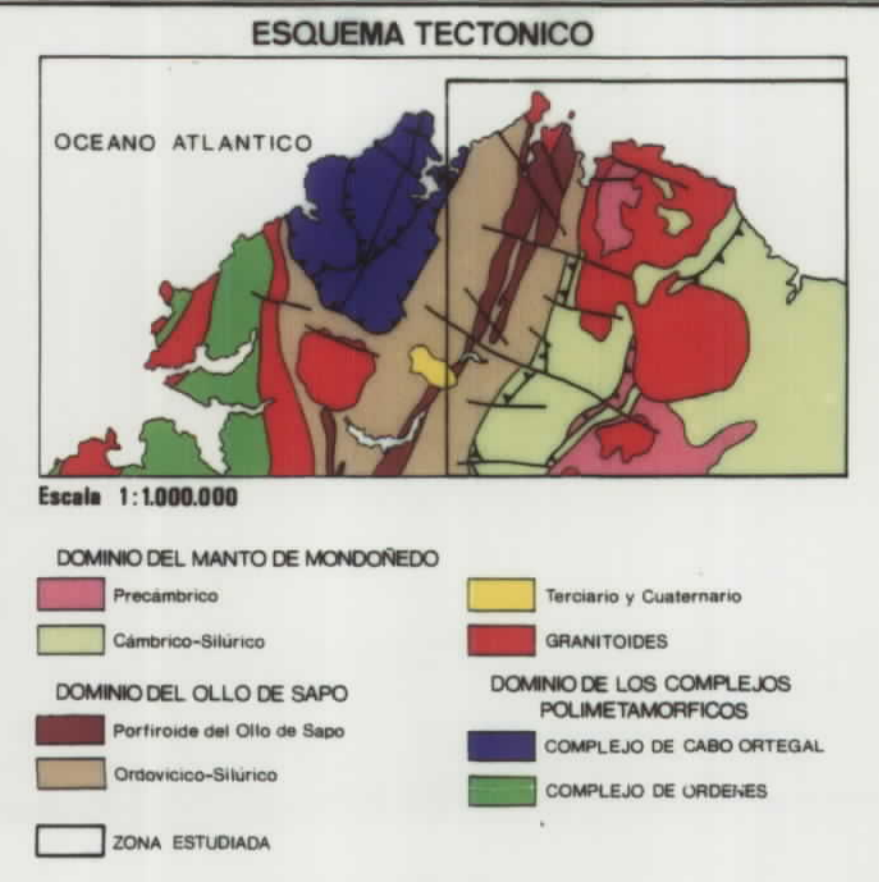
Plano Nº2: Zona Suroccidental

Plano Nº3: Mapa Geológico del Area de Barreiros-
Playas de Benquerencia.

Plano Nº4: Santitxu (indicio nº 27).



ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5 6 7 Km



ESQUEMA TECTONICO
OCEANO ATLANTICO
Escala 1:1.000.000

DOMINIO DEL MANTO DE MONDOËDO

ALOCTONO

ORDOV. - SILURICO

CAMBRICO MED. - SUP.

CAMBRICO INFERIOR

PRECAMBRICO

AUTOCTONO

CAMBRICO INFERIOR

PRECAMBRICO

ROCAS IGNEAS

SIMBOLOGIA

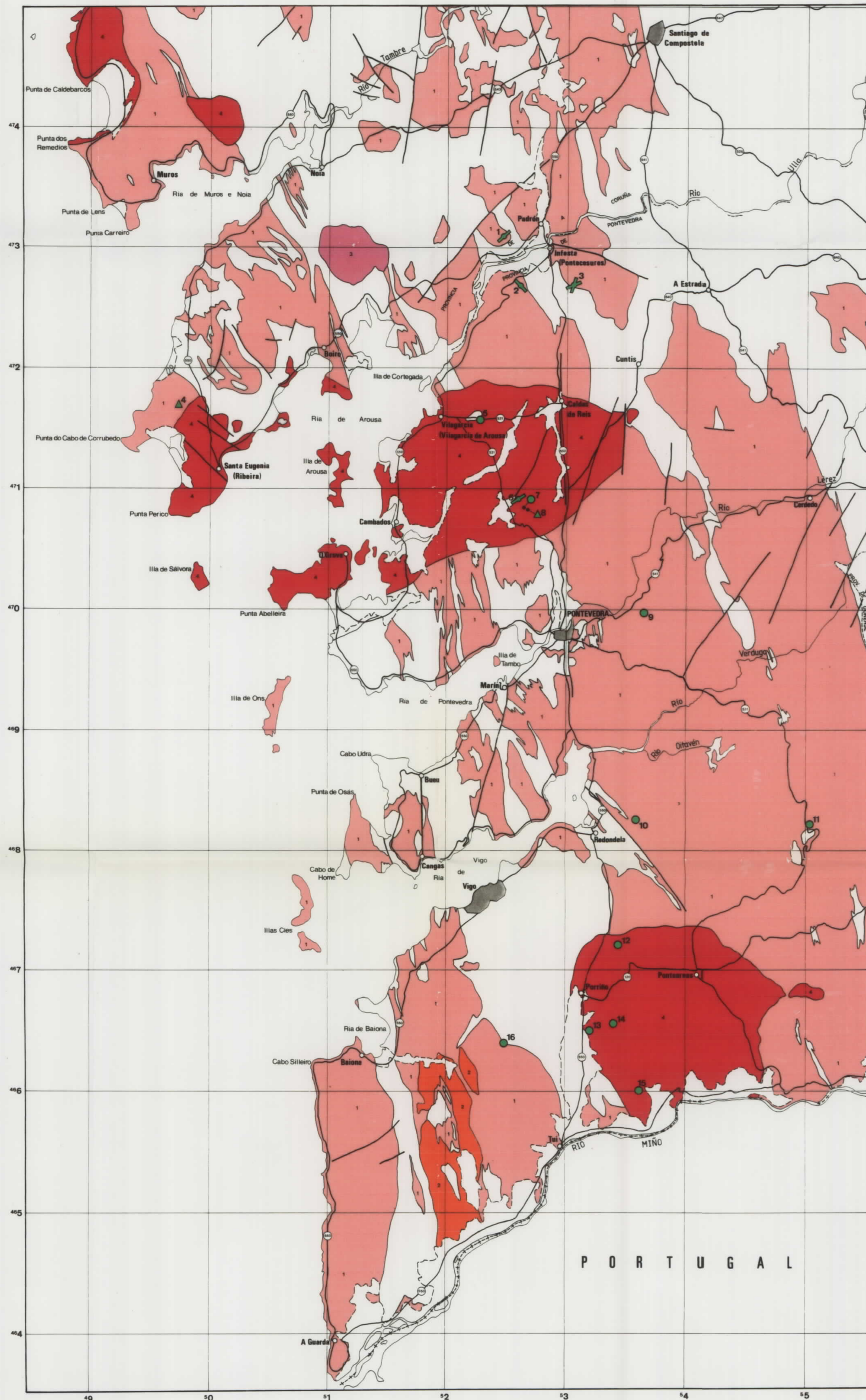
Diques de pegmatita
Pegmatitas en masa
Diques anulares
Filones feldespáticos
Rocas albiticas

En explotación
Abandonados
Indicios

SIGNOS CONVENCIONALES

Contacto normal o concordante
Contacto discordante
Contacto intrusivo
Fallas
Cebalgamiento
Estratificación. Dirección y buzamiento
Esquistosidad de 1ª Fase
Esquistosidad de 2ª Fase

DIBUJADO A. GUERRA	PROYECTO FELDESPATOS DE GALICIA
FECHA Jun / 82	AUTOR J. FOEL
ESCALA 1:100.000	MAPA GEOLOGICO Y DE SITUACION DE INDICIOS ZONA NORORIENTAL
	PLANO Nº 1



LEYENDA

ROCAS GRANITICAS RELACIONADAS CON YACIMIENTOS DE FELDESPATO

GRANITOIDES SINTECTONICOS Y TARDITECTONICOS

- GRANITOS DE DOS MICAS
- GRANITOS BIOTITICOS

GRANITOIDES POSTECTONICOS

- GRANITOS DE DOS MICAS
- GRANITOS Y GRANODIORITAS BIOTITICOS

SIMBOLOS

- Contacto intrusivo
- Contacto discordante
- Falla

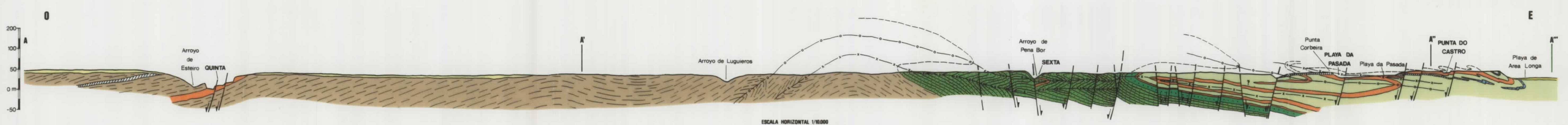
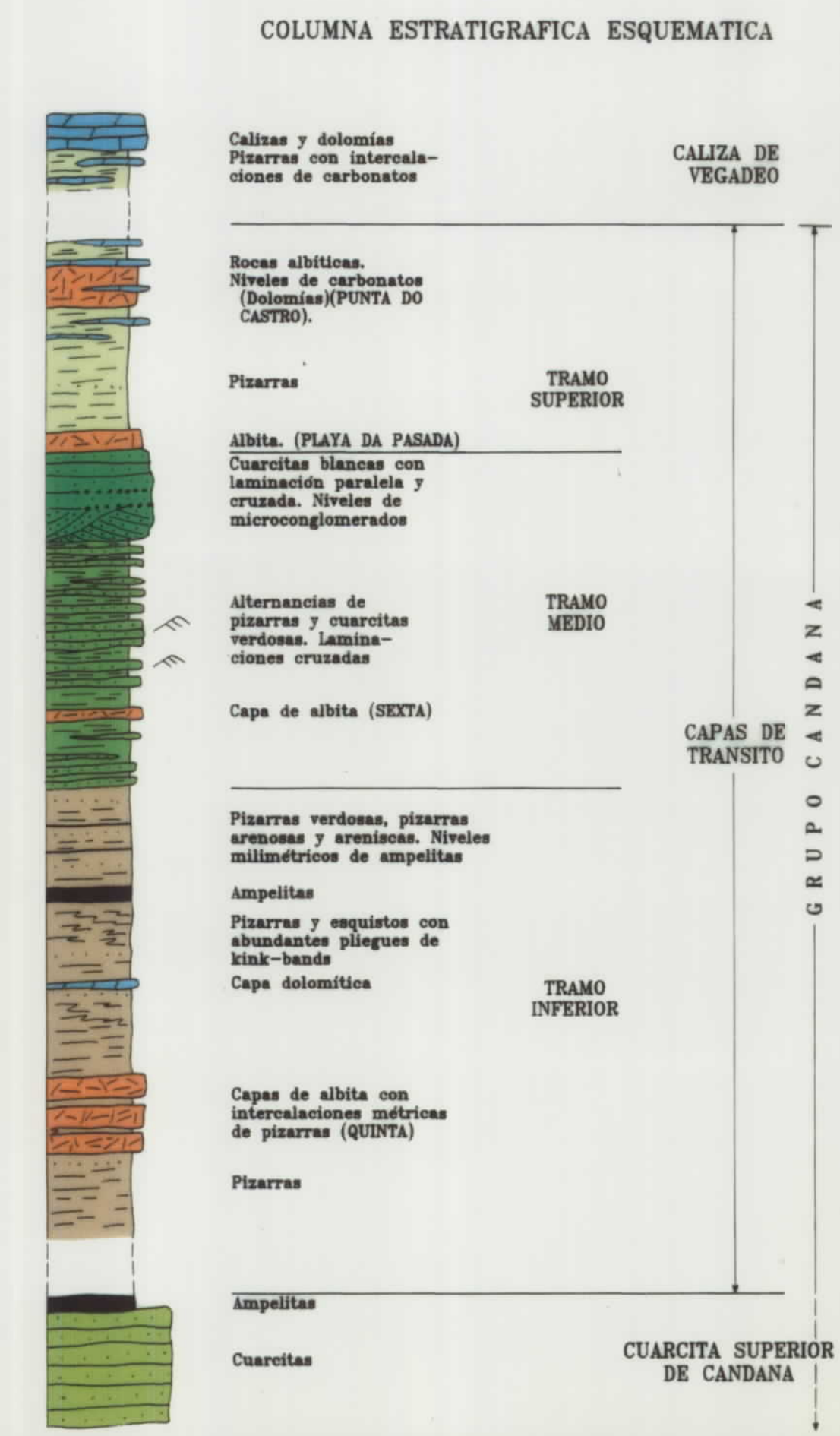
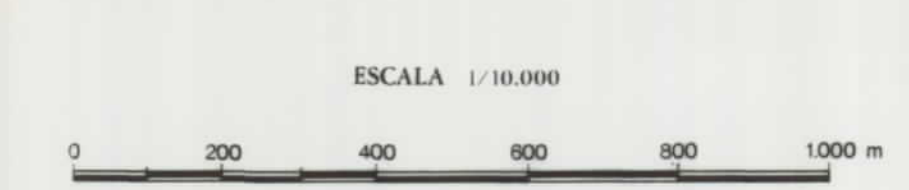
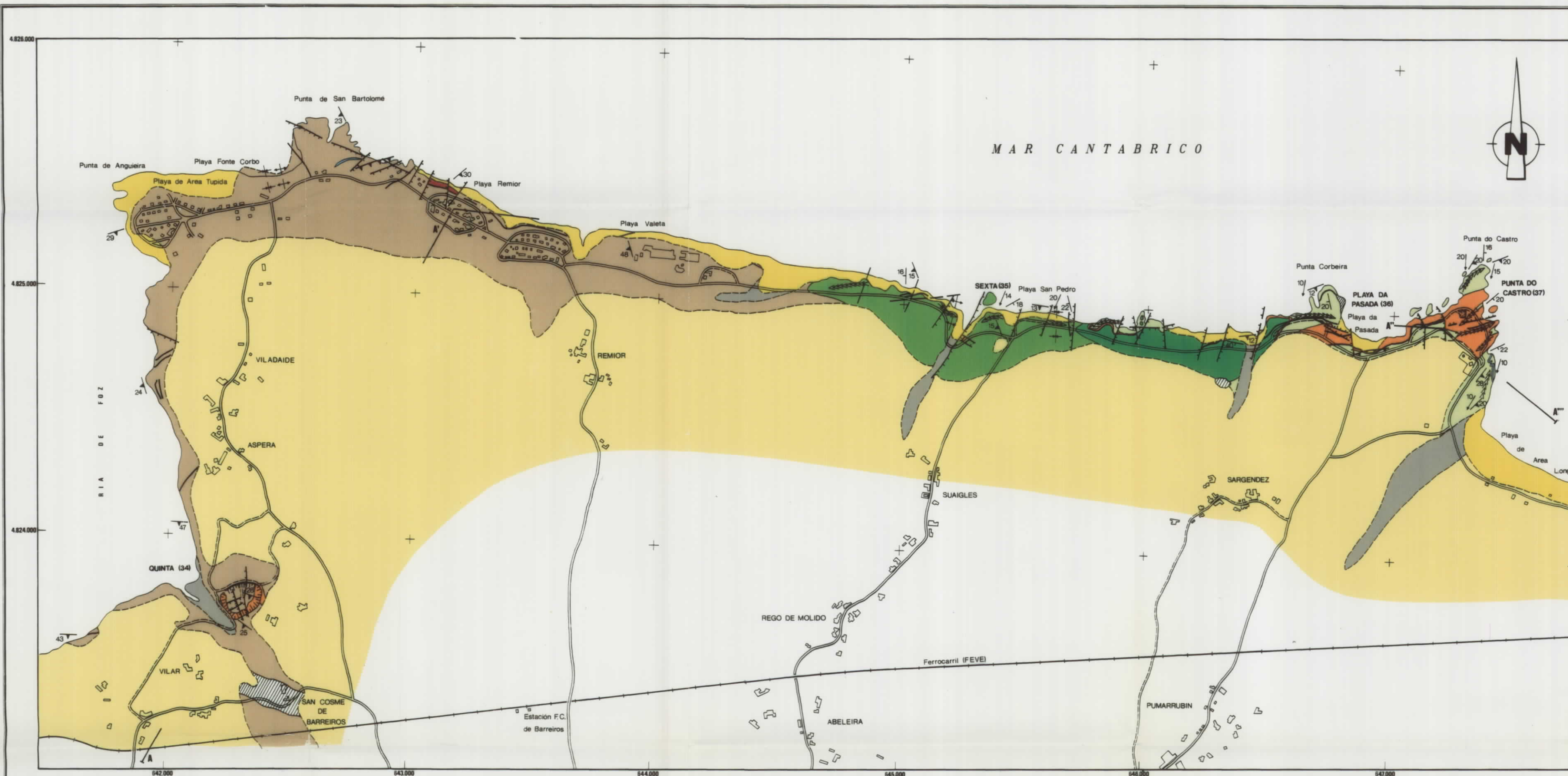
**INDICIOS DE FELDESPATO
(Explotaciones abandonadas)**

- Diques pegmatiticos
- Masas pegmatiticas
- Filones feldespaticos

ESCALA GRAFICA



DIBUJADO A. GUERRA		PROYECTO FELDESPATOS DE GALICIA	
FECHA Jun /92		MAPA GEOLOGICO Y DE SITUACION DE INDICIOS ZONA SUROCCIDENTAL	
AUTOR J.M. TOYOS		PLANO Nº 2	
ESCALA 1 : 200.000			



LEYENDA

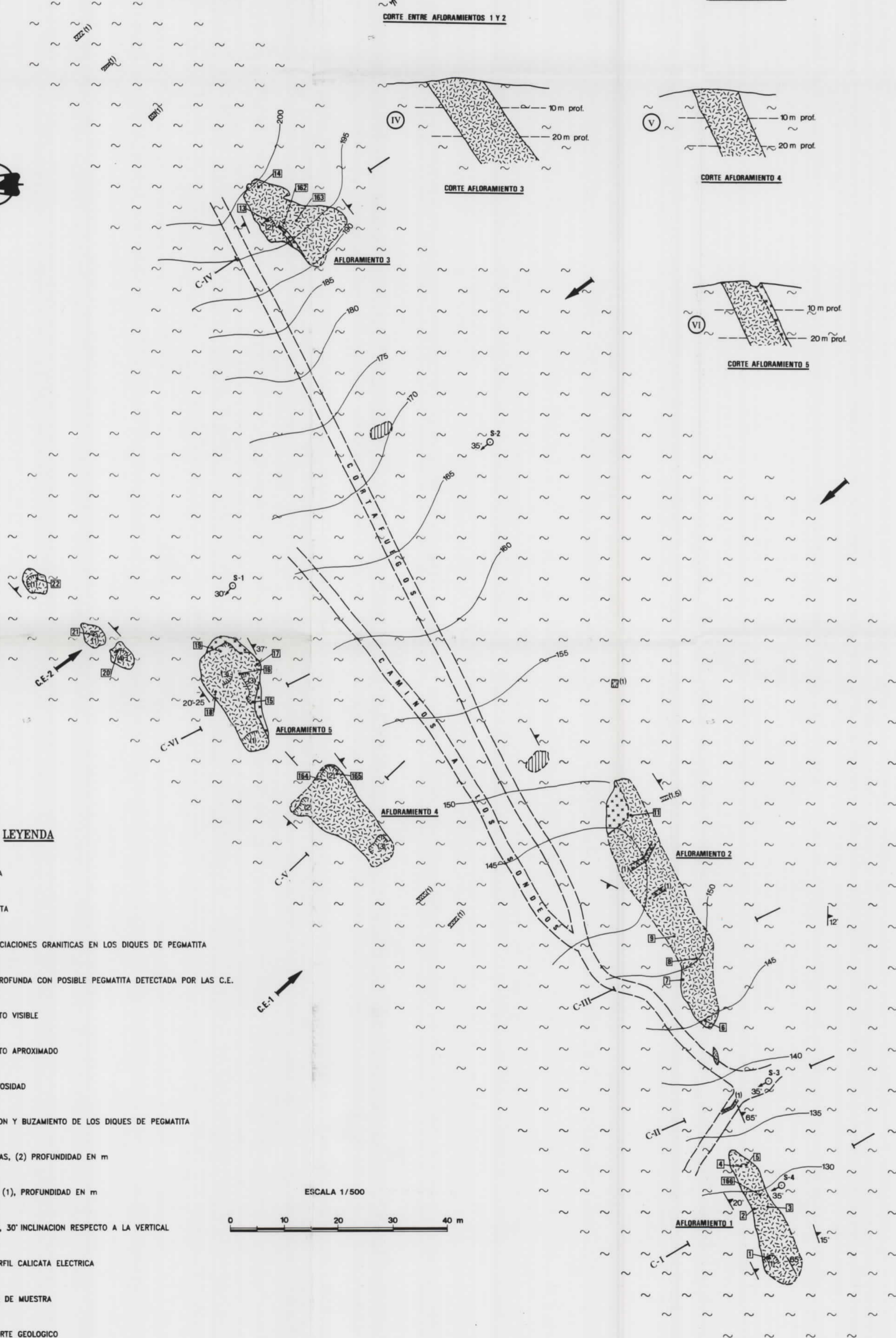
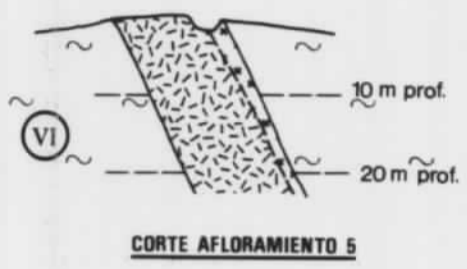
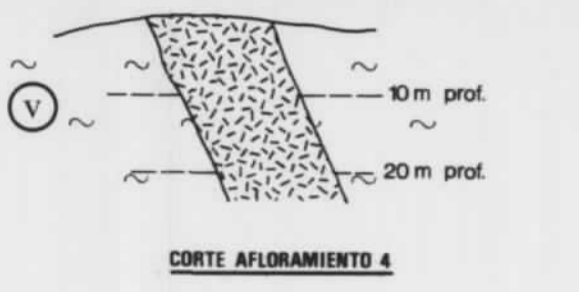
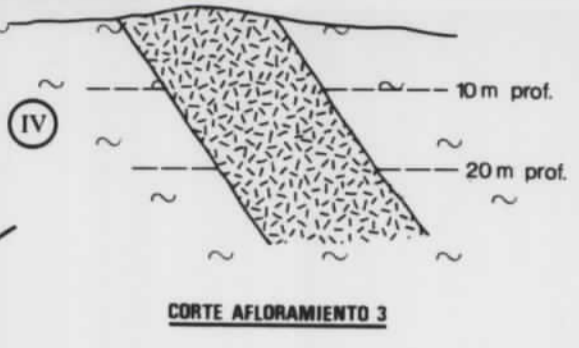
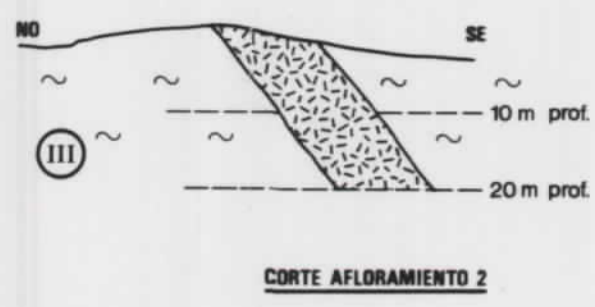
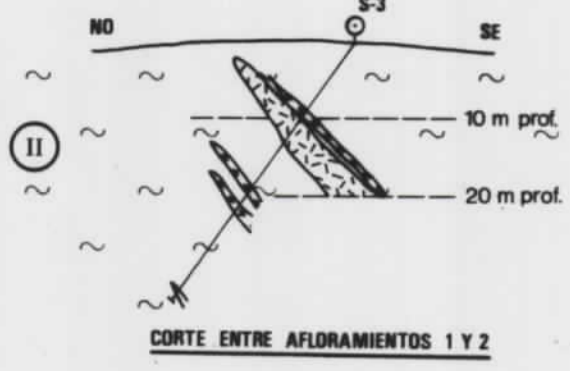
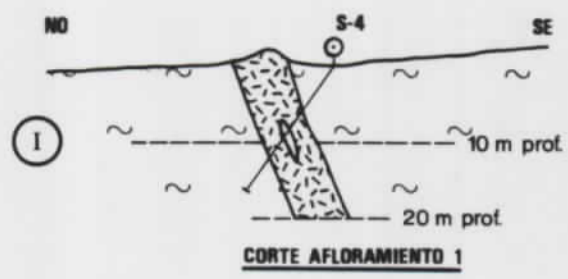
- CAMBRICO INFERIOR (PIZARRAS DE TRANSITO)**
- TRAMO SUPERIOR
 - Pizarras, cuarcitas y niveles dolomíticos
 - TRAMO MEDIO
 - Cuarcitas y microconglomerados blancos
 - Alternancias de pizarras y cuarcitas verdes
 - TRAMO INFERIOR
 - Pizarras, esquistos. Niveles de ampelitas
 - Paquete con Rocas Albiticas

- CUATERNARIO**
- DEPOSITOS SOBRE RASAS. Conglomerados cuarcíticos, arenas y arcillas
 - PLAYAS. Arenas
 - ALUVIONES. Conglomerados de cuarcita y cuarzo, arenas, limos y arcillas
- ROCAS IGNEAS**
- Diques de pórfidos micrograníticos



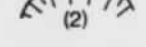

- SIMBOLOS**
- Contacto concordante
 - Contacto discordante
 - Estratificación (S₀). Dirección y buzamiento
 - Foliación principal (S₁). Dirección y buzamiento
 - Líneación (L₁). Sentido y valor de la inmersión
 - Traza axial de anticlinal de Fase 1
 - Traza axial de sinclinal de Fase 1
 - Anticlinal de Fase 3

- CORTE GEOLOGICO**
- Sinclinal de Fase 3
 - Falla, fractura
 - Falla directa
 - Falla inversa
 - Cantera
 - Traza axial de anticlinal de P1
 - Traza axial de sinclinal de P1

DIBUJADO A. GUERRA FECHA Nov / 92 AUTOR J. ROEL ESCALA 1:10.000	PROYECTO FELDESPATOS DE GALICIA MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE BARREIROS-PLAYAS DE BENQUERENCIA PLANO Nº 3



LEYENDA

-  MICACITA
-  PEGMATITA
-  DIFERENCIACIONES GRANITICAS EN LOS DIQUES DE PEGMATITA
-  ZONA PROFUNDA CON POSIBLE PEGMATITA DETECTADA POR LAS C.E.
-  CONTACTO VISIBLE
-  CONTACTO APROXIMADO
-  ESQUISTOSIDAD
-  DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LOS DIQUES DE PEGMATITA
-  CALICATAS, (2) PROFUNDIDAD EN m
-  ZANJAS (1), PROFUNDIDAD EN m
-  SONDEO, 30° INCLINACION RESPECTO A LA VERTICAL
-  C.E. PERFIL CALICATA ELECTRICA
-  NUMERO DE MUESTRA
-  C-I: CORTE GEOLOGICO

