

ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE  
LAS SILIMANITAS EXISTENTES EN EL  
VALLE DE ORO, EN LA PROVINCIA  
DE LUGO

Madrid, 1981

## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. ANTECEDENTES.....	1
2. DATOS GENERALES.....	3
3. RECOPIACION DE INFORMACION.....	6
4. GEOLOGIA.....	21
5. CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS.....	26
6. DESMUESTRES Y ANALISIS.....	41
7. ENSAYOS DE CONCENTRACION.....	49
8. PROCESO DE TRATAMIENTO.....	61
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFIA.....	66

CAPITULO 1 - ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

Se acentúa cada día más, el uso de los silicatos naturales de alúmina (andalucita, cianita y silimanita) en la fabricación de refractarios, por su propiedad de transformarse en mullita a altas temperaturas, y aprovechar la resistencia y estabilidad al calor de este material. También se utilizan estos minerales como abrasivos y productos cerámicos y en menor proporción como fuente de alúmina y fabricación de cementos.

En la actualidad puede decirse que casi todo el consumo nacional procede de las importaciones de India y Suráfrica, como sucede en la mayor parte de los países europeos.

Los yacimientos de Valle de Oro, en Lugo, descubiertos en la década de 1960, sin explotar todavía, precisan de un estudio de preparación y concentración que los haga comercialmente rentables. Si además se tiene en cuenta que el silicato es silimanita (de mejores condiciones para la industria), queda patente la necesidad de su estudio.

Dentro del PLAN NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES se incluyen las materias necesarias para la obtención de refractarios de alta calidad que son imprescindibles para los tratamientos metalúrgicos.

La investigación de la concentración adecuada y rentable de los yacimientos en el Valle de Oro, que pueda hacerse extensiva a -- otros depósitos españoles, constituye el objetivo del presente informe.

Se presentan en este trabajo los datos de bibliografía y geología, del desmuestre realizado, así como sus correspondientes análisis y los ensayos de recuperación en fase de Laboratorio; se determina al mismo tiempo el tratamiento metalúrgico más adecuado -- después de compaginar los factores de rendimiento, costos y calidades.

Como última indicación y siguiendo las instrucciones del -- Comité de Productos Refractarios de la "Society of Glass Technology" sobre la nomenclatura comercial con base científica, hay que precisar que el material objeto de este informe hay que considerarlo SILIMANITA, como especie mineral predominante en los yacimientos, integrada en el grupo conocido comercialmente "productos de silimanita natural".

## CAPITULO 2 - DATOS GENERALES

2. DATOS GENERALES

2.1. Situación y comunicaciones

Los yacimientos de silimanita de Valle de Oro están situados en este municipio, en las parroquias de Santo Tomé de Recaré y Santa Eulalia de Frexulfe, en los parajes de Fraga de Leiras, Cancelas y Montes de Santo Tomé, provincia de Lugo (Figura 1).

Se localizan en el cuadrante SO de la hoja topográfica a escala 1:50.000 nº 9 (Foz) del Instituto Geográfico y sobre el cuadrante SE de la hoja nº 8 (Vivero) de iguales referencias.

Las coordenadas geográficas que la enmarcan, son aproximadamente las siguientes:

Paralelos 43º 30' a 43º 32"

Meridianos 3º 49' a 3º 51' Oeste

(referidas al meridiano de Madrid).





El acceso se realiza desde Ferreira de Valle de Oro, por la carretera local que se une a Frayas con la Nacional 634 (Villalba-Luarca), debiendo tomarse en ella las oportunas desviaciones a Pedrouzos (en el norte) y Cancelas (en el sur). Desde estas localidades sendos caminos muy deteriorados y no utilizables para vehículo, con fuerte pendiente, conducen a las zonas de yacimientos.

La distancia de estos a Ferreira es de unos 10 a 12 km. -- Desde Ferreira a Foz se recorren 18 km por carretera local, y a Vivero 32 km. De Foz a Baamonde, estación de F.C. más próxima, hay una distancia de 75 km por la carretera nacional 634.

## 2.2. Concesiones

En 1960 la Sociedad "Silicatos Minerales de Valle de Oro" - denunció los terrenos inmediatamente al sur del cerro "Penido Novo", con 16 pertenencias mineras que posteriormente fueron ampliadas por otra denuncia de 271 ha; los yacimientos han sido objeto de investigación y varias pruebas de concentración, sin que hasta el momento se haya llegado a la solución económica comercial, por lo que no han sido objeto de explotación.

Las concesiones referidas son (plano 1):

nº 4146 - San Juan de Gastelugache 16 ha

nº 4951 - Ampliación 1ª Gastelugache 271 ha.

### CAPITULO 3 - RECOPIACION DE INFORMACION

3. RECOPIACION DE INFORMACION

La silimanita, es un silicato alumínico cuya composición teórica es de 62,93% de alúmina y 30,07% de sílice y fórmula  $Al_2O_3 Si O_2$ . Las denominaciones de bamlita, xenolita, wörthita, bucholzita y monroelita son todas anticuadas y superfluas, correspondiendo a variedades fibrosas con impurezas de cuarzo. Todavía se emplea el término fibrolita para las especies fibrosas.

Con la misma composición existen la andalucita y la cianita, de distinta estructura pues mientras en éstas está originada por tetraedros de  $Si O_4$  enlazados por octaedros de  $Al O_6$  (éstos formando capas en la cianita), la silimanita tiene en su estructura, tetraedros  $Si O_4$  y  $Al O_4$  junto a octaedros  $Al O_6$ ; los primeros tienen un vértice común y se disponen formando cadenas que enlazadas por los octaedros se convierten en cadenas dobles. Esta disposición es la que da su carácter fibroso a la silimanita.

El topacio es un fluosilicato aluminico de estructura parecida a la cianita con planos intercalares de Al (F, OH).

La mullita  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  es de estructura parecida a la silimanita, en la que se sustituye un Si por un Al y un O por  $\frac{1}{2}O$ ; igualmente sucede con la dumorterita en cuya estructura se sustituye un Si por un B y un O por un OH.

Tadas estas especies minerales, con alto contenido en  $Al_2O_3$  tienen en común la propiedad de transformarse en mullita y sílice - cuando se calcinan; el producto calcinado es altamente refractario y de ahí deriva su principal interés industrial; se utilizan también para porcelana y algunos otros productos.

En el mercado internacional se engloban todas estas sustancias con la designación global de "grupo de la silimanita" debido a que era este material el primero utilizado en refractarios, importado de India y a que era silimanita y no mullita el producto de la calcinación de todos ellos. Otras nomenclaturas son la de EE. UU., "minerales del grupo de la cianita", en U.R.S.S. "minerales de andalucita", en Francia "productos de silimanita natural". Según se ha indicado conviene especificar el mineral concreto considerado, aunque todos los del grupo reciben el mismo tratamiento industrial.

Las características propias de la silimanita son:

Fórmula.....  $Al_2O_3 \cdot SiO_2$

Esfoliación..... buena (010)  
Dureza..... 6,5 - 7,5  
Peso específico..... 3.23 - 3,27  
Temperatura inicio descomposición 1.550°C  
Descomposición completa..... 1.625°C  
Densidad post calcinación..... 3,3  
Expansión post calcinación..... 6%

Las calidades aceptadas industrialmente son: alúmina + 59%,  $Fe_2 O_3$  y  $Ti_2 O_3$  menor de 2,0%, Impurezas totales por debajo de 3,5%. Sílice inferior a 39%. Estos contenidos pueden variar en circunstancias especiales.

La cotización en Mayo 1981 es, para sustancias del grupo:

Andalucita de Transvaal  
(53-54%  $Al_2 O_3$ )..... 70 £ CIF  
Cianita U.S.A.  
(59-62%  $Al_2 O_3$ )..... 90-135 £ FOB.

Los esquistos de silimanita de South Carolina, muy similares a los del Valle de Oro, se beneficiaban por flotación; el material - todo uno, con un contenido de 17% de silimanita prismática se muele a 25 mallas (escala francesa) y concentra por mesa de sacudidas y - flotación; posteriormente actúa una separación magnética sobre el -

concentrado. La recuperación es de 82% de silimanita en concentrados que contenían 99% de este mineral y 1,04%  $Fe_2 O_3$ . Se utiliza ácido oléico como colector y pirofosfato tetrasódico como depresor.

En la factoría de Glomel, en la Bretaña francesa, se tratan unos esquistos con el 15% de andalucita en cristales de 1 a 4 mm de sección y algunos centímetros de longitud.

El mineral todo uno se tritura a 1,6 mm eliminando la fracción inferior a 0,3 mm. Las micas y clorita se eliminan por separadora electromagnética de alta intensidad y a continuación se trata por líquido denso en unidad Venot-Pic, consistente en un hidrociclón inclinado; el líquido de ferrosilicio y magnetita en agua tiene densidad regulable 2-2,2 a 2,5-2,7 según el circuito. El producto acabado es de una composición de 59,00 a 59,50% en  $Al_2 O_3$ , alrededor de 38% de  $Si O_2$  y  $Fe_2 O_3$  de 1,00% o inferior y se distribuye comercialmente con el nombre de Kerphalita. La capacidad de producción se espera que sea de 50.000 t/año en 1980

La información española existente acerca del yacimiento y del material silimanítico como producto comercial es relativamente escasa. Esto no es de extrañar si se tiene en cuenta la prácticamente nula tradición minera en este campo y el comercio relativa-

mente pequeño del material en comparación con otros sectores mineros.

Por otra parte, el hecho de no haberse llegado todavía a la etapa de explotación, limita los datos disponibles a la simple investigación de las masas mineralizadas y a los diversos intentos - realizados para obtener una concentración rentable.

Descubierta en 1960 la mineralización por D. José Canoura, incansable práctico del lugar y efectuadas las correspondientes denuncias por la sociedad propietaria, se realizó una investigación de los yacimientos con levantamiento taquimétrico de las zonas -- aflorantes y la ejecución de varios sondeos mecánicos, ello dió lugar a una estimación de reservas del orden de 4.000.000 t de mineral bruto con un promedio de 30% de  $Al_2O_3$  sin estrijo ni selección alguna, distribuidas en dos zonas principales.

Las muestras recogidas fueron objeto de diversos análisis y ensayos de concentración.

Así, en 1961, la sección de Petrografía del IGME realizó un estudio en lámina transparente del que se deduce tratarse de un neís de silimanita y cordierita de textura neísica que ha sufrido un grado elevado de metamorfismo.

La composición mineralógica es:

Silimanita (36% de la muestra), se presenta en dos formas bien diferenciadas:

En haces de fibras finísimos (13,6%).

En agregados prismáticos largos (22,08%).

Otras formas de escaso porcentaje, se presentan en finísimas agujas dentro de los granos de cuarzo.

Dentro de los cristales de silimanita se encuentran restos de biotita de la cual proceden.

Los cristales finos tienen diámetros comprendidos entre -- 0,016 y 1,8 mm (el 50% de ellos tiene diámetros máximos -- comprendidos entre 0,65 y 0,16 mm y mínimos entre 0,32 y 0,016 mm).

Los cristales prismáticos más o menos individualizados presentan secciones máximas hasta 2,4 mm.

Cordierita (26,9%). Alterada. Xenoblástica con inclusiones de cuarzo, biotita, silimanita y mineral opaco.

Biotita (16,8%). En forma laminar y como restos en la silimanita. Algunas secciones presentan textura poiquiloblástica.

Cuarzo (11,05%). En agregados granoblásticos o como inclusiones en la cordierita, biotita y granate.

Granate (3,9%). Almandino,  $Fe_3 Al_2 (Si O_4)_3$  en porfiroblastos con inclusiones de cuarzo y biotita y algunas veces de silimanita.



Mineral metálico (4,8%). En pequeños gránulos. Especialmente incluido en cordierita y silimanita.

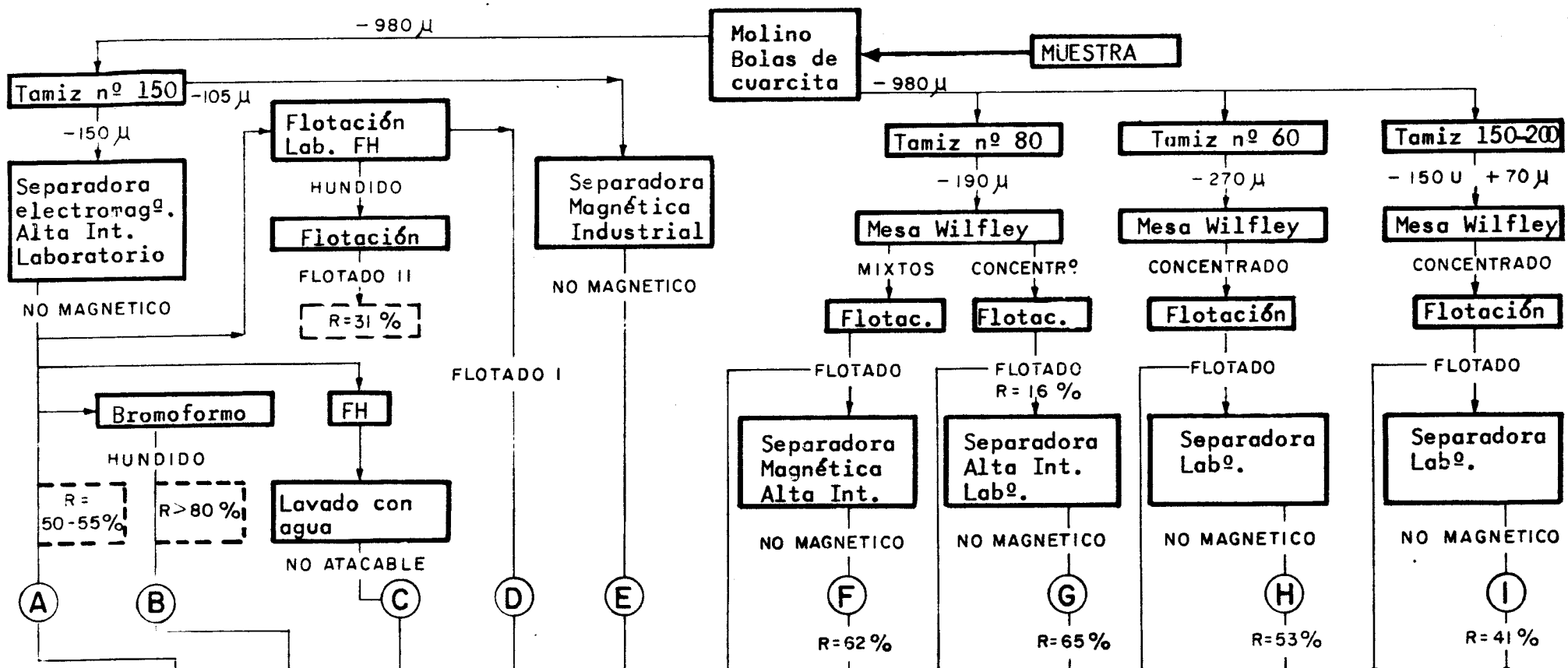
El análisis químico de esta muestra había dado un contenido de 33% en  $Al_2 O_3$ .

Desde 1963 han sido varias las pruebas de concentración ensayadas con el mineral pero ninguna de ellas ha conseguido obtener resultados de industrialización.

Las calidades requeridas por el mercado no son verdaderamente específicas y más bien suelen establecerse diversas calidades según el productor, con distinta cotización. Como tope mínimo se aceptan contenidos del 52% en  $Al_2 O_3$  y máximos de hasta 2%  $Fe_2 O_3$ , si bien se puede considerar un producto medianamente aceptable el que contiene 60% de alúmina y menos de 1% de  $Fe_2 O_3$ .

En 1963 se realizaron diversas pruebas por SULURAK, S.L. -- compañía integrada en el grupo de los propietarios de las minas, basadas en las experiencias de South Carolina, con los resultados que aparecen en el esquema aquí incluido. Aunque faltan los rendimientos globales y algunos análisis intermedios, los ensayos son orientativos y elocuentes:

La muestra, molida a 105 micras y pasada por la separadora magnética de alta intensidad de laboratorio da un producto no magnético (A) con 47,04 de alúmina y 0,68% en óxido de hierro y muy alto



%	A	B	C	D	E	F	G	H	I				
S O <sub>2</sub>	50,06	46,14	41,2	--	50,28	--	--	--	--				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,04	51,89	57,74	59,50	41,29	50,1	53,03	55,70	59,43	53,0	57,58	51,7	55,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	0,62	0,27	1,70	3,98								
Ti O <sub>2</sub>	Traz.	Traz.	Traz.		1,18								
Mg O	Traz.	Traz.	0,05		indic.								
Cu O	Traz.	Traz.	0,14		0,52								
K <sub>2</sub> O	1,18	0,83	--		0,21								
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,26	--										
PPC	1,26	0,81	--		2,54								
Humedad	0,03	0,02											

ESQUEMA DE ENSAYOS DE  
CONCENTRACION DE SILIMANITA  
SULURAK S.L.

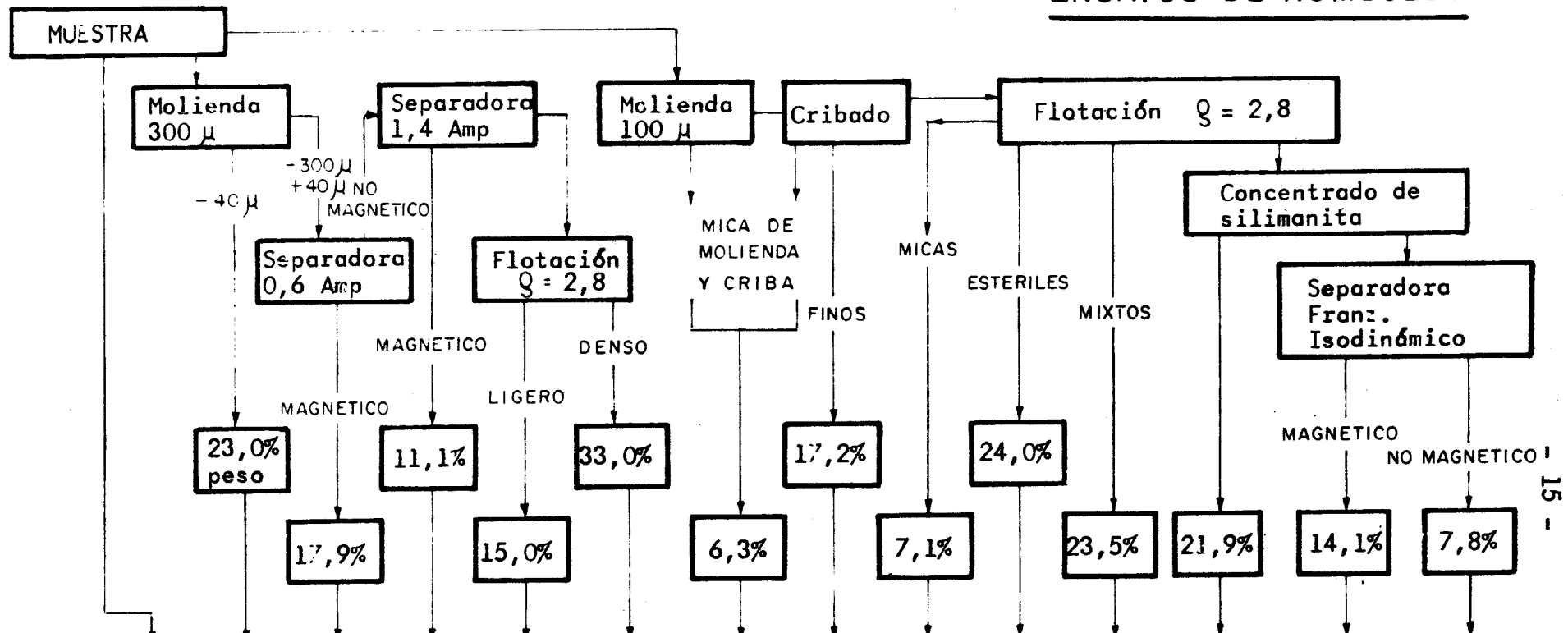
en sílice; este producto mejora notablemente al separarlo con bromoformo y frente al ataque con FH y en la flotación utilizando FH como depresor (pH = 2,2). En esta prueba el rendimiento global es de 15,5%.

El mineral tratado en separadora magnética industrial no alcanza las calidades obtenidas en el laboratorio, llegando a un 3,98% de  $Fe_2 O_3$  correspondiente a un material desechable.

En otra etapa se considera el tratamiento por mesa Wilfley seguido de flotación y separación magnética de alta intensidad, para diversas granulometrías. Se consiguen leyes superiores al 55% de  $Al_2 O_3$  sin sobrepasar el 60%, con un rendimiento presumible inferior al 10%. Parece que el tamaño más adecuado de molienda se sitúa entre 200 y 300 micras y es curioso que la muestra deslamada (-105 + 70 micras) es la de inferior contenido en alúmina, lo que se interpreta - debido a la gran proporción de cristales en agujas finísimas de la muestra.

La casa Humboldt (véase esquema) también ensayó por separadora y flotación y viceversa, con molienda a 300 micras. Ya el deslamado es un producto que contiene (análisis microscópico y rayos X) el 23% de la entrada y un alto contenido en cuarzo y silimanita. La operación con separadora y flotación recupera el 33% con ley de -- 54,8 de  $Al_2 O_3$  y 1,38%  $Fe_2 O_3$ . En el proceso alternativo se consigue

## ESQUEMA DE ENSAYOS DE HUMBOLDT



Rayos X, microscopio análisis químicos	Cuarzo	xx	xx	x	x	xx	xx		xx		xx	50%	x		x
	Silimanita	40%	xx	x	x	x	xx	x	xx	x	x		xx		xx
	Mica	x	x	xx	xx	x	x		x	xx	x		x	xx	
	Min. arcill.	x	x	x	x	x	x	xx	x		x		x		
	Ilmenita	x			x	x	x							x	
	Feldespató	x			x	x									
	Ox. Fe Hid <sup>o</sup> .	x													
	Carbono	x													
	Granote	x											x	x	x
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							54,78						48,8	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							1,38						8,5		0,3
Si O <sub>2</sub>							32,35								
C							0,48								

un rendimiento de 7,8% con ley de 60,1 de alúmina y 0,3 de óxido - de hierro. La muestra contenía el 40% de silimanita.

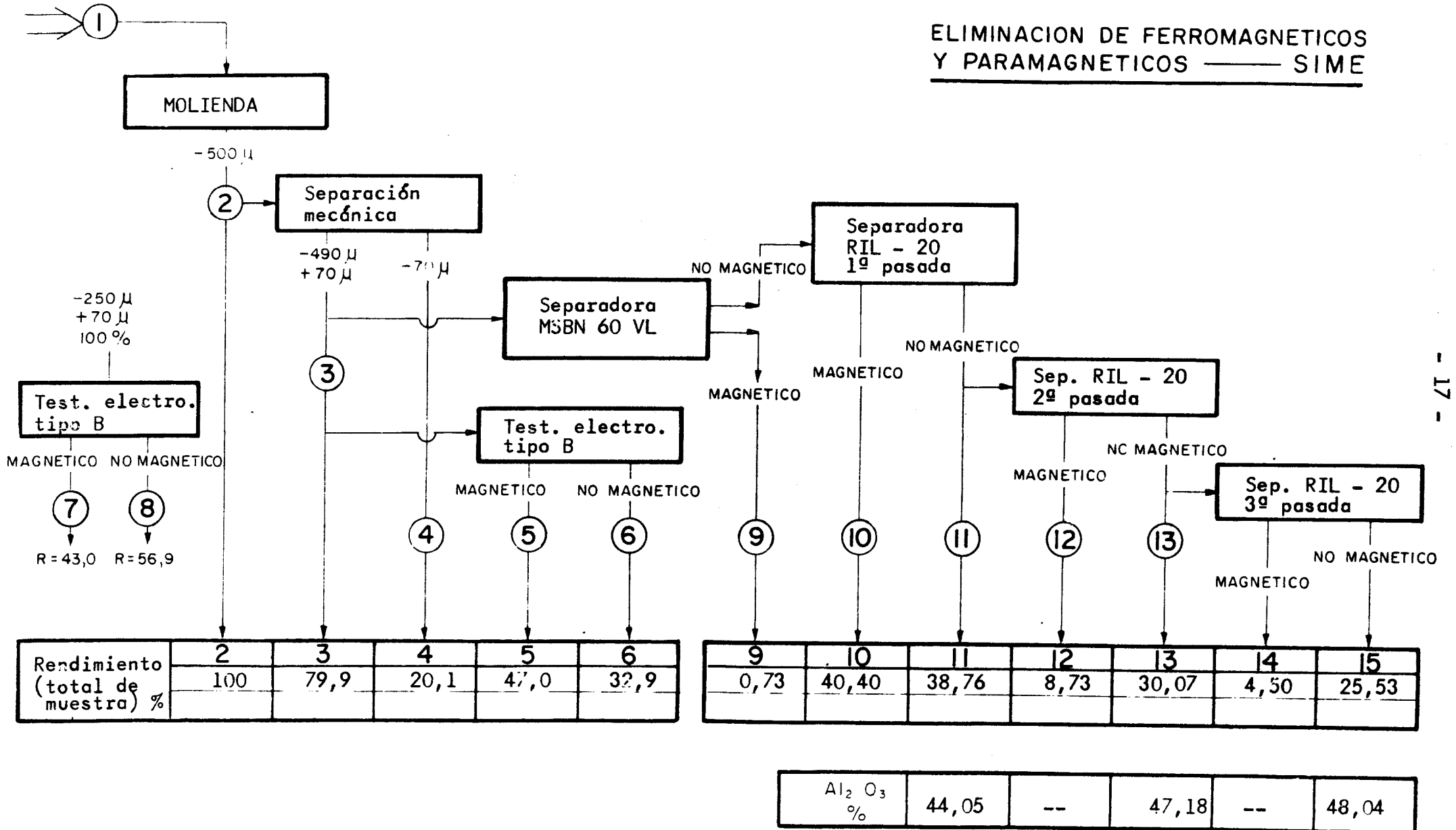
SIME, S.A. de Bilbao ha realizado pruebas de eliminación -- de ferromagnéticos y paramagnéticos sobre una muestra molida a 500 micras y deslamada a 70 micras (20%) con tres pasadas en separadora RIL-20 que alcanza productos de 44,05 - 47,18 y 48,04% de contenido en alúmina y rendimientos respectivos de 38,76 - 30,07 y 25,53%. Estos productos ya se habían conseguido en los ensayos de Sulurak, pero al desconocer las leyes de la muestra, es imposible comparar las recuperaciones y la efectividad de un método sobre otro. En principio parece el más adecuado el de flotación y separación magnética con granulometría de aproximadamente 300 micras.

Como complemento al estudio de mineral se verificaron dos ensayos de dilatación en el microscopio de alta temperatura.

El material se molió a la malla 20 (escala francesa) y luego, cribada a 150 mallas se pasó tres veces por la separadora electromagnética de alta intensidad de laboratorio. La muestra 1 se ensaya con este tratamiento, mientras que la 2 se pasa por bromoformo.

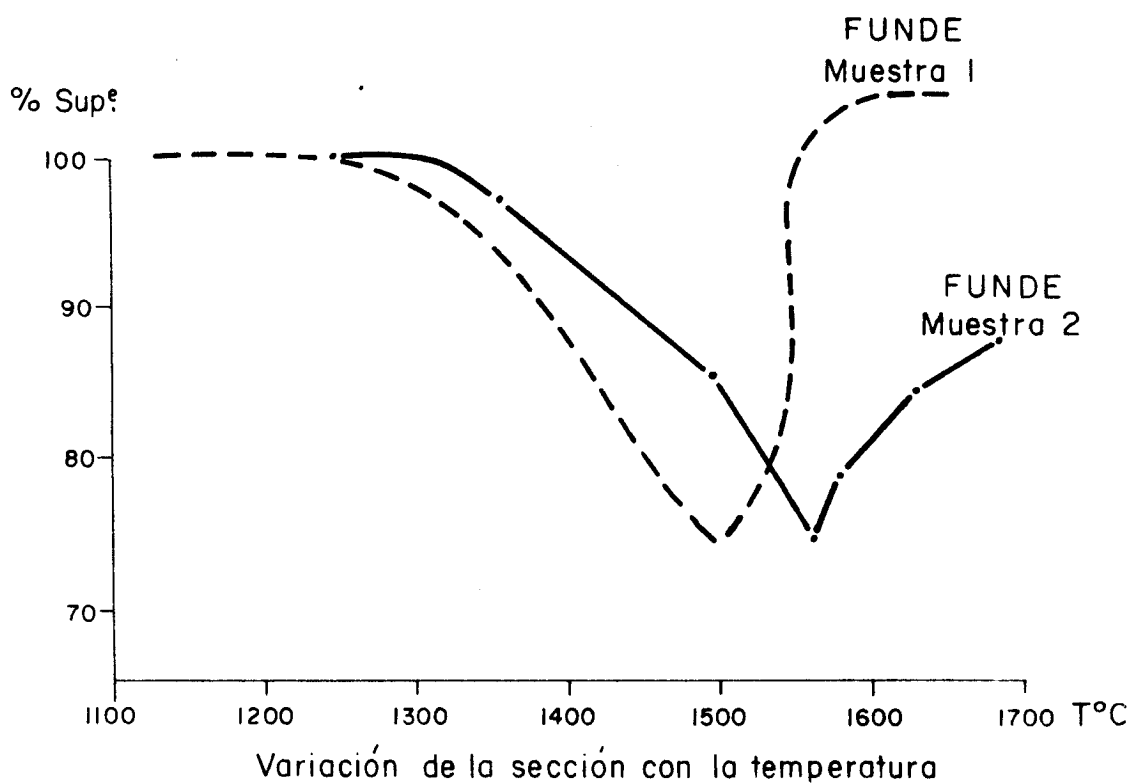
MUESTRA

ELIMINACION DE FERROMAGNETICOS Y PARAMAGNETICOS — SIME



	<u>Muestra 1</u>	<u>Muestra 2</u>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,04	51,89
Si O <sub>2</sub>	50,06	46,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	0,62
Ti O <sub>2</sub>	trazos	trazos
K <sub>2</sub> O	1,18	0,83
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,26
Mg O	trazos	trazos
Ca O	trazos	trazos.

El aparato tiene un gradiente de 7°C/m y permite fotografiar la probeta sobre un fondo milimetrado, a diversas temperaturas, también reflejadas en la fotografía. Por ello es posible establecer la variación de volumen a través de la película tomada, de la sección frontal.



La variación de la sección fotografiada comienza en la muestra 1, por encima de 1.200° hasta disminuir al 74% en 1.500°, luego vuelve a aumentar muy deprisa para fundir a 1.580 con aparente aumento de volumen, no pudiendo apreciarse éste en la muestra totalmente fundida. En la muestra nº 2 se consigue una disminución similar a mayor temperatura (1.560°) y por encima de ésta aumenta hasta fundir, dando la impresión de que existe una disminución global de volumen - en el fundido. Téngase en cuenta que la gráfica corresponde a la variación de sección, por lo tanto en dos dimensiones; los cambios de volumen serán lógicamente más acusados.

Los difractogramas realizados con una Unidad Philips de 2 KV sobre el mineral todo-uno molido y tamizado a 150 mallas y pasado -- por la separadora electromagnética de alta intensidad de laboratorio, dieron los siguientes análisis:

Difractograma del rechazo de la separadora magnética:

Silimanita

Mica

Cuarzo

Ortoclasa

Oligoclasa

Grafito



Difractograma de la parte magnética:

Biotita

Clorita

Almandino

Magnetita (indicios).

CAPITULO 4 - GEOLOGIA

4. GEOLOGIA

Aunque a escala local la configuración geológica de la zona no presenta problemas interpretativos, sin embargo, la estructura regional es verdaderamente compleja y solo ha podido ser desvelada después de no menos de quince años de delicados estudios de cartografía, petrografía y tectónica, apoyados por supuesto en trabajos anteriores.

Con referencia a un entorno, relativamente reducido, alrededor del área de silimanitas, objeto de este informe, es necesario resumir a grandes rasgos las últimas interpretaciones geológicas.

Así siguiendo las publicaciones del Mapa Geológico de España (Magna, 1975) (J.A. Martínez Alvarez y otros) y de la Facultad de Ciencias de Salamanca (1977), (J.R. Martín Catalán y otros), se señala en líneas generales que predominan las series cámbrica y precámbrica, quedando representado el Ordovícico hacia el este.

P C.-Precámbrico.- Aflora en las inmediaciones de Villalba la denominada por Barrois "Serie de Villalba", constituida por materiales muy metamorfizados: micacitas y neis de grano fino con granates y niveles anfibólicos; son los componentes más antiguos de la región y se atribuye una edad del Precámbrico Superior.

Cámbrico.- Los niveles inferiores han sido correlacionados por Niessen y Lotze con la "Serie de Cándama" de Lotze, definida en Asturias. En ella se pueden diferenciar tres niveles:

C<sub>1</sub>.- Cuarcitas, aflorantes al norte de Ferreira, hasta Burela en la costa, corresponden a la posición Cándama Inferior (Cuarcitas de Pelobrinco) y constituyen una monótona serie cuarcítica, más o menos metamorfizada, con restos de estratificación cruzada y un nivel estrecho de conglomerado basal. En una matriz fundamentalmente cuarzosa se incluyen como accesorios moscovita, circón, turmalina, micas, rutilo, apatito y plagioclasas. Su potencia se estima del orden de 200 m. Se supone una edad georgiense.

C<sub>2</sub>.- Serie Cándama Superior.- Se desarrolla al este de la anterior en todo el sector comprendido entre Ferreira y Foz, así como en las inmediaciones de Mondoñedo y al este del Gistral. Con un espesor -- estimado de unos 800 m consiste en esquistos y esquistos cuarzosos de dos micas, de tonos verde azulados con intercalaciones carbonatadas (dolomías metamórficas).

C<sub>3</sub>.- Cuarcitas de Gistral.- Este nivel pertenece a la serie Cándama Superior, pero puede diferenciarse litológicamente y por estar situado hacia el techo; aparece en el Gistral y en las inmediaciones de Mondoñedo. Son unas areniscas cuarcíticas con muy pocas inclusiones de minerales accesorios que no llega a sobrepasar en general el 1%.

C<sub>s</sub>.- Cámbrico Superior.- Se sitúa en la parte oriental de la región considerada. Se trata de un potente paquete de 800 a 1.000 m de pizarras azuladas y verdosas con pequeños lechos intercalados de areniscas pardas. Su edad abarca desde el Cámbrico medio hasta el Ordovícico.

O.- Ordovícico; concordante con el anterior está integrado por un nivel de cuarcitas claras masivas y cuarzoesquistos con moscovita. Su potencia de unos 40-50 m y su edad del Arenig (cuarcita armoricana).

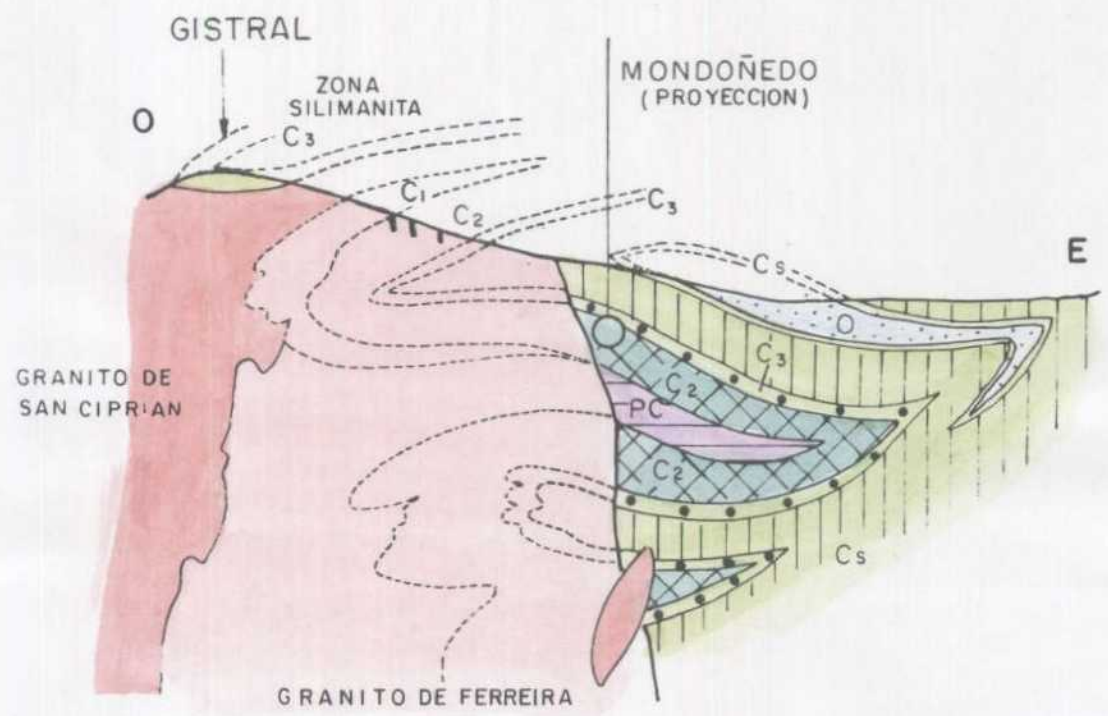
La característica más interesante de este conjunto sedimentario es su peculiar disposición tectónica en forma de pliegue tumbado con planos axiales subhorizontales, que a su vez ha sido suavemente plegada y ondulada reconociéndose una sinforma al este y una antiforma al oeste. En realidad todo ello forma parte de un conjunto estructural más amplio, denominado "Domo de Lugo".

Simultáneamente a la segunda fase de deformación, o de ondulación de la estructura, tiene lugar la implantación de la masa granítica del batolito de San Ciprián, aflorante desde Burela hasta las inmediaciones del Gistral, pasando por el extremo norte de la zona de silimanitas (Penido Novo). Es un granito de dos micas de grano medio con abundantes enclaves cuarcíticos y esquistosos, especialmente de los niveles de Cuarcita de Cándama Inferior.

El batolito granítico de Ferreira adopta una disposición circular en su parte este, mientras que por occidente entra en contacto mecánico con el granito de San Ciprián. Mientras su parte externa corresponde a un granito de dos micas de grano grueso, en el interior es biotítico de grano medio a fino y además de presentar abundantes segregaciones cuarzosas y feldespáticas, engloba un gran número de enclaves metamórficos de tipo esquistoso con cordierita y silimanita.

La presencia de estos enclaves residuales demuestra que ambos batolitos (Ferreira y San Ciprián) conservan buena parte de sus cúpulas o techos frente a la erosión. (Figura 2 y Plano nº 2).

Este granito de Ferreira debe considerarse como un emplazamiento tardihercínico postectónico, probablemente posterior al Este faniense.



LEYENDA

- PC — *Precámbrico*
- C1
- C2
- C3
- Cs
- O — *Ordovícico*

Figura 2

SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)  
CORTE ESQUEMATICO  
DE LAS  
INTRUSIONES GRANITICAS

CAPITULO 5 - CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS



5. CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS

Dentro del marco geológico regional apuntado en el capítulo anterior la zona de silimanita de Valle de Oro se instala sobre la mitad noroccidental del batolito granítico de Ferreira muy próximo al de San Ciprián.

Como ya se ha dicho es un batolito emplazado con posterioridad a los esfuerzos tectónicos principales y bien delimitado por un afloramiento prácticamente circular de unos 13 km de diámetro, aunque su límite oeste en contacto con el granito de San Ciprián es de tipo mecánico y da lugar a algunas importantes fracturas; singularmente la del río Lerias, de dirección NO-SE escinde el batolito de Ferreira, precisamente en la parte central del área de estudio.

Los procesos de metamorfismo, producidos durante la implantación de esta roca son importantes; por un lado se distinguen, fuera del área, y en las inmediaciones del límite con los sedimentos, especialmente en su parte oriental, un metamorfismo de contacto con anda-

lucita como mineral índice; la facies representada es la de anfibolitas con presión y temperatura moderadas y sin tensiones; la granitización es lenta, con grano grueso y de textura homogénea.

Por otro lado, y en relación con el interés económico de la zona, en las áreas más internas del batolito quedan los enclaves o relictos propios de un metamorfismo térmico, con tensión más elevada que en el caso anterior, que actuando sobre rocas aluminosas, -- llegó hasta la facies de las cornubianitas, con minerales característicos: silimanita, cordierita, almandino, biotita y cuarzo. Algunas veces la roca original era carbonatada y el metamorfismo da lugar a un skarn con zoisita, epidota, grosularia, diópsido, carbonatos, actinolita y cuarzo, equivalente a la facies anteriormente indicada, para rocas de componente carbonatado y magnésico relativamente abundante.

La granitización es al mismo tiempo más rápida (grano fino a medio) y va acompañada de algunas manifestaciones pegmatíticas y feldespáticas.

Se puede estimar, tanto por razones tectónicas como petrográficas que los materiales afectados por la granitización corresponden a los tramos esquistosos micáceos con intercalaciones dolomíticas, incluidos en la Serie Cándama Superior, como se ilustra - en la figura 2.

Sin embargo han desaparecido completamente los rasgos de toda organización estratiforme, debido al alto metamorfismo sufrido, y queda patente una esquistosidad, más bien relacionada con tensiones internas y poco correlacionable entre los diversos enclaves.

Los enclaves más importantes se designan como yacimiento Norte y yacimiento Sur. El primero se sitúa en la concesión más septentrional "San Juan de Gastelugache", muy próximo al contacto entre los granitos de Ferreira y San Ciprián (en el Penido Novo). El segundo queda próximo a los caserios de Cancelas y Ferrocente. Otros pequeños enclaves, menos estudiados, definen una alineación sensiblemente paralela a la falla del Lérias, hacia el sur.

El material de estos yacimientos corresponde a neis y esquistos granatífero-cordieríticos con silimanita. Las características mineralógicas de los minerales principales, estudiadas al microscopio petrográfico, son las siguientes:

Los granates (almandino) están parcialmente transformados en biotita y cuarzo y aparecen rodeados por silimanita de la variedad fibrolita. Esta se dispone en bandas paralelas a la esquistosidad y llega a borrar completamente la textura original de la roca.

La silimanita aparece en nódulos constituidos por prismas de gran tamaño (hasta 1,5 mm) entrelazados con cuarzo, cordierita y biotita y atravesados o rodeados por las bandas de fibrolita.

La cordierita solo se encuentra fresca en algunas preparaciones. Aparece atravesada por prismas de silimanita con cuarzo y biotita.

La biotita aparece en láminas dispuestas según la esquistosidad de flujo, o bien reemplazando, junto con el cuarzo, a las granates.

El cuarzo es, junto con la biotita y moscovita, el principal componente de las cornubianitas más pobres en aluminio. A veces aparece asociado a la biotita que reemplaza al almandino.

Los minerales opacos son grafito, en escamas o pajuelas y -pirita, en cristales subidiomorfos, dispuestos ambos según la esquistosidad e incluidos principalmente en la silimanita.

La estructura, en todas las preparaciones de rocas silimanfíticas es compacta, esquistosa o neísica de grano variable con predominio del tamaño de grano fino a medio. La textura en general grano-lepidonematoblástica.

El predominio de las especies minerales esenciales es, indistintamente el cuarzo, biotita, silimanita, cuarzo y almandino.

Las rocas graníticas estudiadas en la zona de contacto con los esquistos metamórficos presentan estructura compacta, granitoidea, de grano grueso a medio y textura holocristalina, hipidiomorfa. Son sus minerales esenciales cuarzo, plagioclasas, microclina y biotita; como accesorio figura la moscovita y como secundarios clorita y sericita. Las plagioclasas, a veces con textura gráfica, -- están ligeramente sericitizadas y la biotita cloritizada. Se trata de una granodiorita biotítica.

Una muestra, estudiada al microscopio, de un testigo de sondeo del yacimiento norte a 57 m de profundidad, ha demostrado ser -- una roca calcosilicatada (granatita), de estructura compacta, hetero granular, de grano grueso y textura granonematolepidoblástica. Los -- minerales esenciales zoisita, epidota, grosularia, diópsido y carbonatos y accesorios actinolitatremolita y cuarzo. La roca corresponde a un skarn. La actinolita está calcitizada casi por completo y los -- granates poseen una ligera anisotropía. Ya se ha indicado anteriormente la influencia del metamorfismo sobre las rocas originalmente dolomíticas y ésta es un ejemplo de ello.

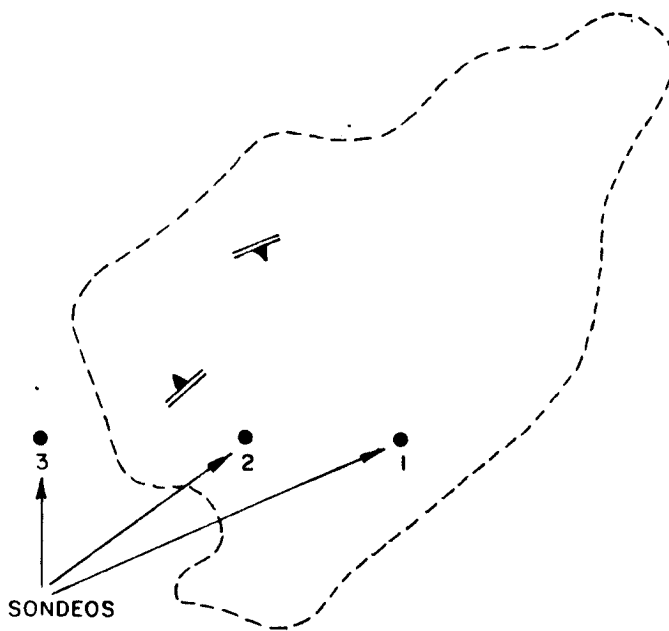
El conocimiento de los yacimientos principales se basa en los datos de superficie y de perforaciones realizadas por la empresa pro

pietaria de las concesiones. El grado de información permite llegar a las reservas posibles e incluso, en su momento, preparar el inicio de la explotación, con una investigación complementaria relativamente reducida.

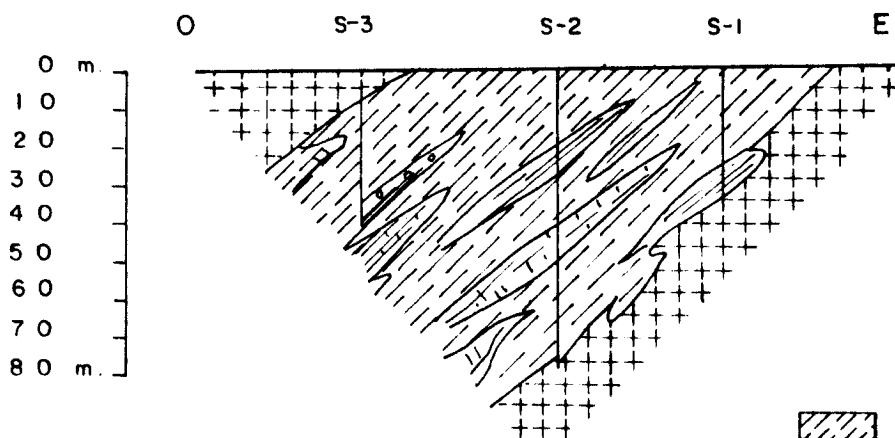
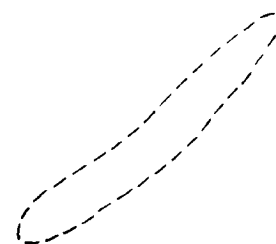
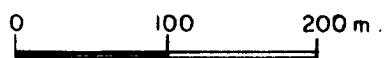
#### YACIMIENTO NORTE

Se localiza entre las concesiones "San Juan de Gastelugache" y "1ª Ampliación" relativamente cerca del monte Penido Novo. Es un depósito de forma sensiblemente romboédrica con su diagonal mayor en dirección NE. Se estima una superficie de unos 70.000 m<sup>2</sup>.




En él se realizaron tres perforaciones cuyas columnas se indican a continuación (figuras 3, 4 y 5):



PLANTA



LEYENDA

-  *Neis de Silimanita*
-  *Granito*
-  *Intercalaciones pobres*

SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)

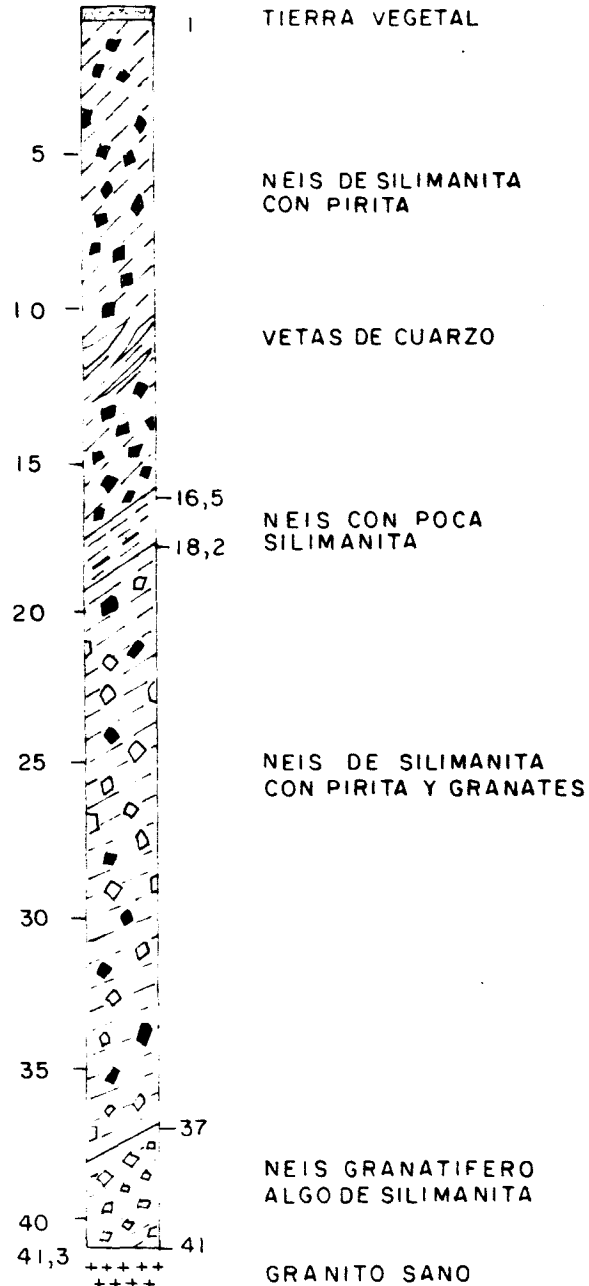
YACIMIENTO NORTE

**CORTE ESQUEMATICO**

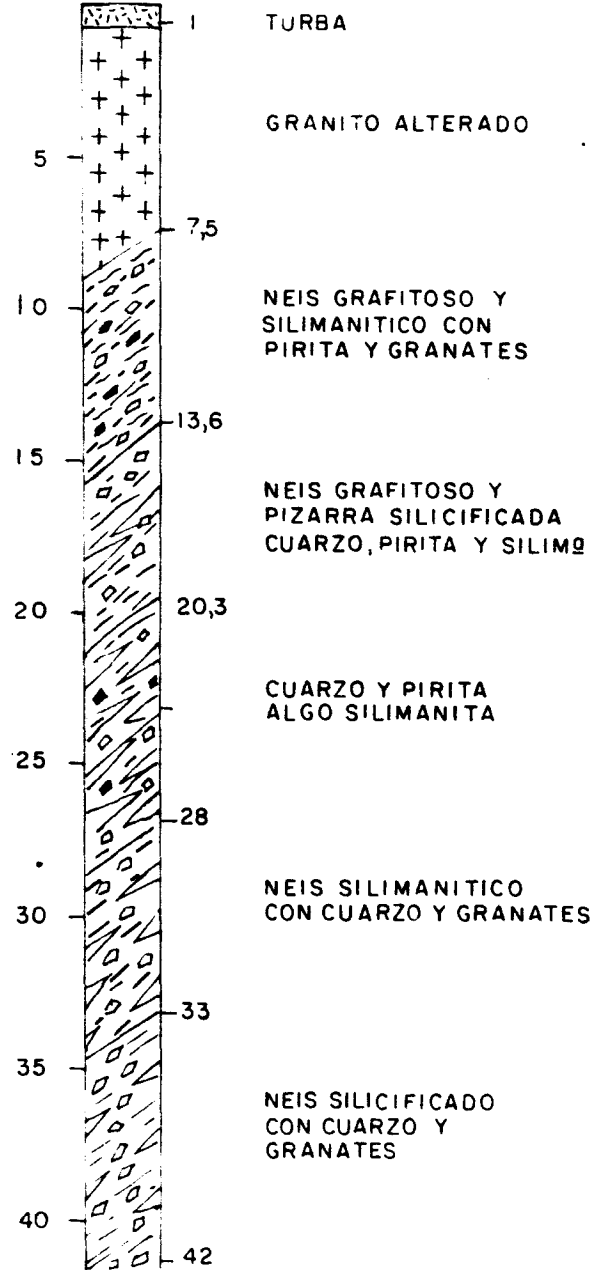
Figura 3

10738001

SONDEO nº 1

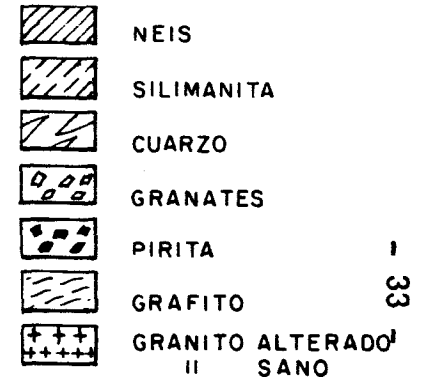


SONDEO nº 3



10738002

LEYENDA

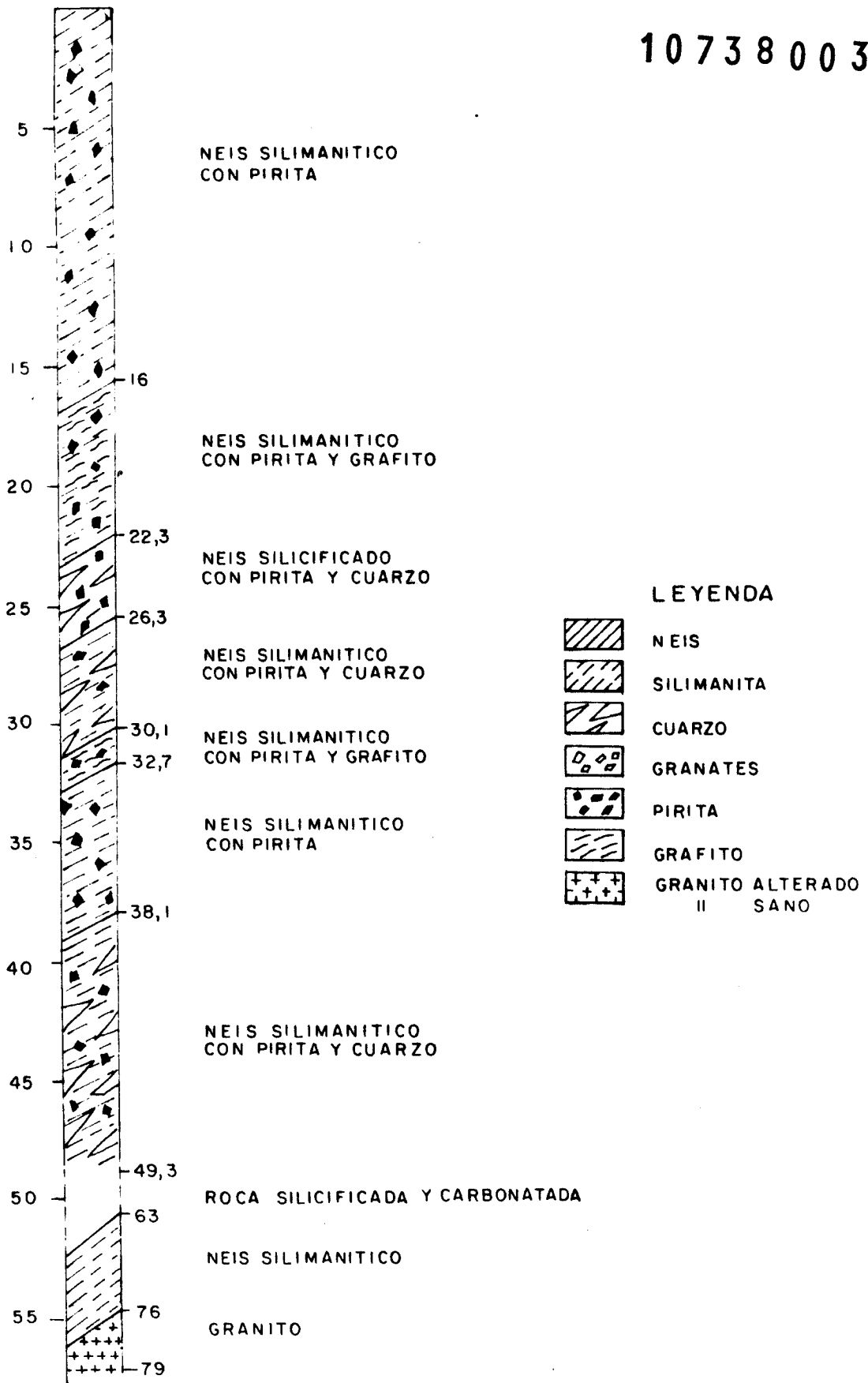


SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)  
YACIMIENTO NORTE  
SONDEOS 1 y 3

Figura 4



10738003



SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
 ( LUGO )  
 YACIMIENTO NORTE  
**SONDEO 2**

Figura 5

En ellos se aprecia cómo el enclave metamórfico tiene una composición predominante silimanítica con algunas intercalaciones empobrecidas. El sondeo nº 2, en la parte central alcanzó el granito a los 76 m, mientras el nº 1 lo detectaba a 41 m y el nº 3, que en sus primeros 7,5 m atravesó este material, no volvió a encontrar lo en sus 42 m de perforación.

Se puede, a la vista de estos datos estimar un espesor medio provisional de unos 30 m, cifra digna de ser confirmada, pero que -- supone por si sola un buen punto de partida para un proyecto de explotación inicial, al poderse estimar con ella un material todo uno, del orden de  $4.10^6$  t.

La silimanita contenida en el neis con muestras de superficie ha resultado estar en una proporción del 30% si bien hay que contar en toda la masa mineral con la existencia de intercalaciones empobrecidas o incluso estériles por lo que sería conveniente una campaña de perforación previa a la explotación.

Existe hacia el SE un enclave de pequeñas dimensiones, no contabilizado por falta de datos de profundidad, pero si analizado. Este pequeño cuerpo y algún otro que se descubra en las inmediaciones del yacimiento principal, podrán en su momento engrosar las reservas estimadas y ser objeto de una explotación integral.

## YACIMIENTO SUR

También como yacimiento de "Cancelas" corresponde al depósito más meridional de una serie de enclaves metamórficos alineados en dirección NO-SE.

Por su aparente mayor entidad y por su mejor acceso es, -- hasta ahora, el único que ha sido objeto de investigación por medio de sondeos.

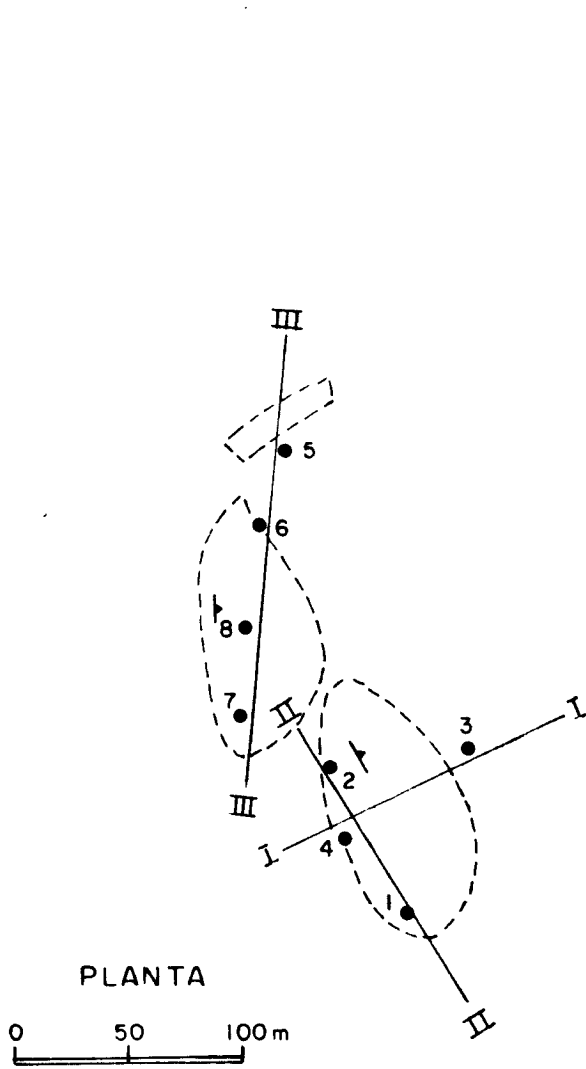
Las columnas obtenidas se indican en las páginas siguientes.

Las conclusiones deducibles de las perforaciones son similares a las del yacimiento norte, si bien en este caso las intercalaciones de neis estériles son prácticamente inexistentes mientras el límite granítico es mucho más irregular con abundantes indentaciones.




Para todo el conjunto del yacimiento sur (dos enclaves metamórficos) se puede estimar un espesor medio de 10 a 12 m, ya que por ejemplo el sondeo nº 8 ha detectado hasta 30 m de neis silimanítico.

La superficie de afloramiento se puede calcular en unos --  $6.000 \text{ m}^2$ , con lo que se obtiene una reserva bruta de más de 100.000 t.

Es previsible que los diversos enclaves alineados con estos del yacimiento de Cancelas puedan aportar el correspondiente material que mejore sensiblemente el volumen global, pero por ahora no es prudente incluirlo ni siquiera en las reservas posibles. (Véase figuras 6 a 9).



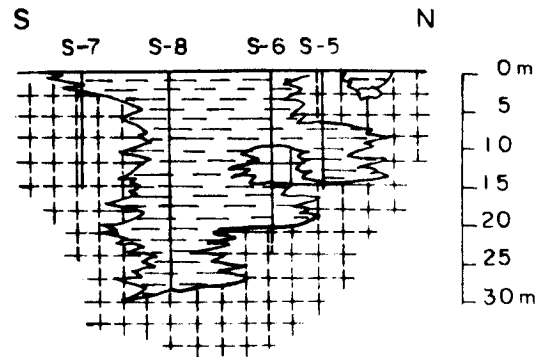
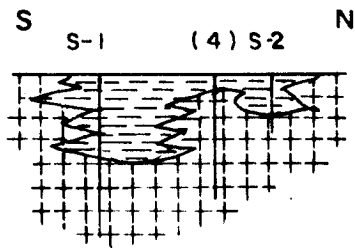
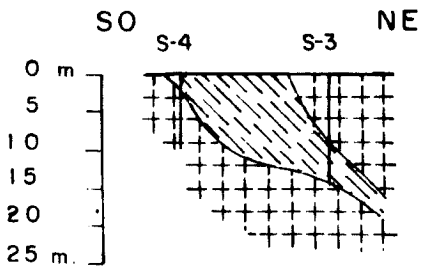
LEYENDA

-  *Neis de Silimanita*
-  *Granito*
-  *Sondeo*

CORTE I

CORTE II

CORTE III

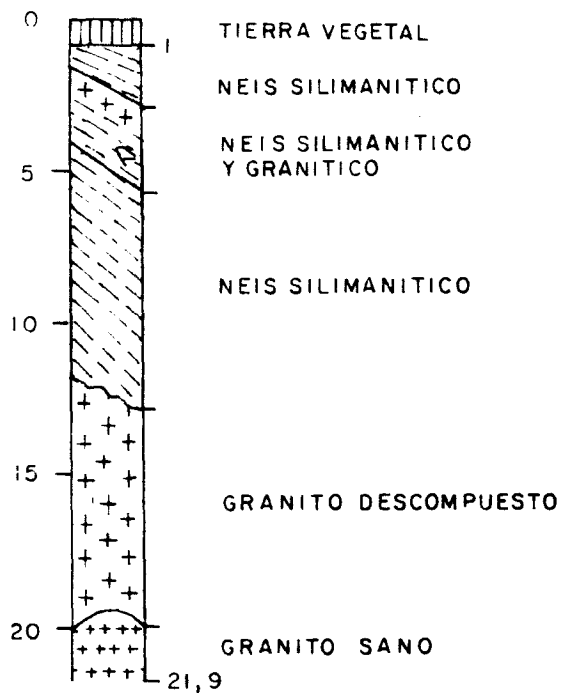


SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)  
YACIMIENTO SUR  
CORTE ESQUEMATICO

Figura 6

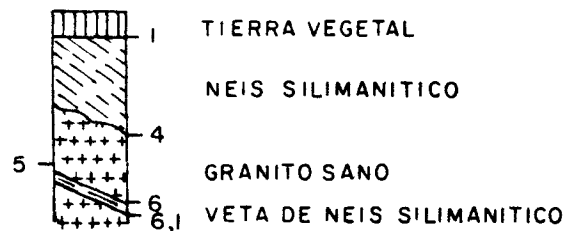
10738004

SONDEO nº 1

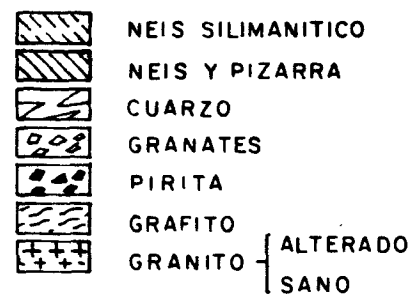


10738005

SONDEO nº 2



LEYENDA .



SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)

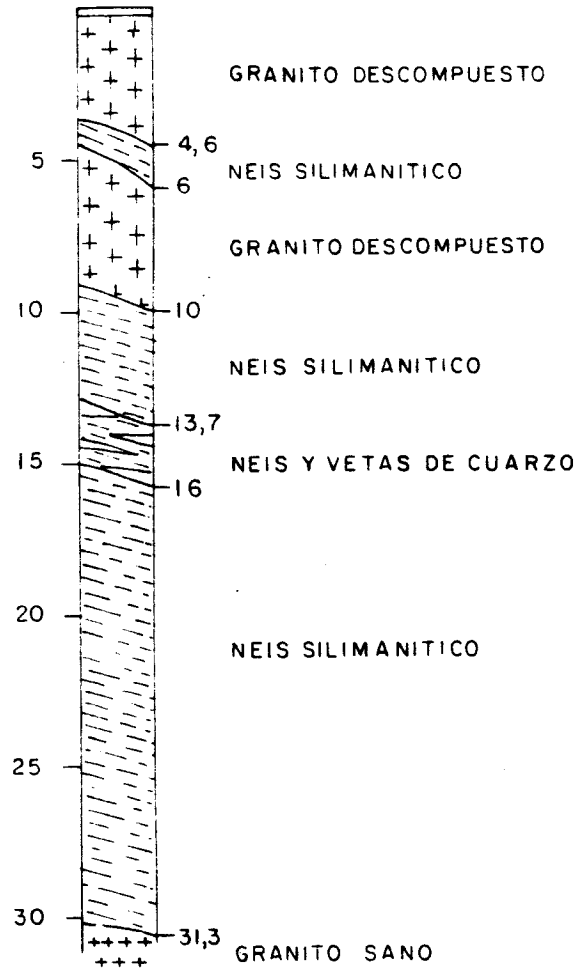
YACIMIENTO SUR

SONDEOS 1 y 2

Figura 7

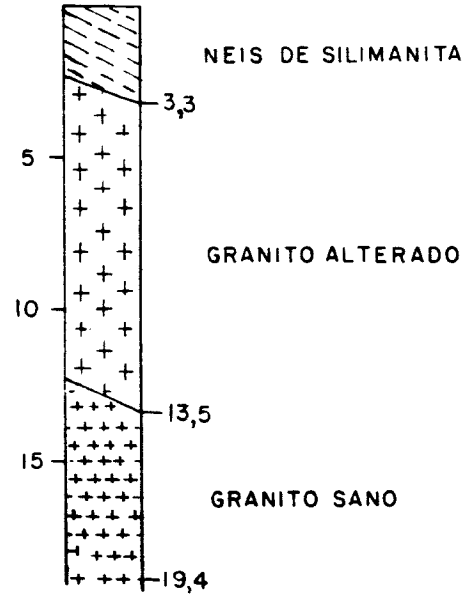
10738006

SONDEO nº 3



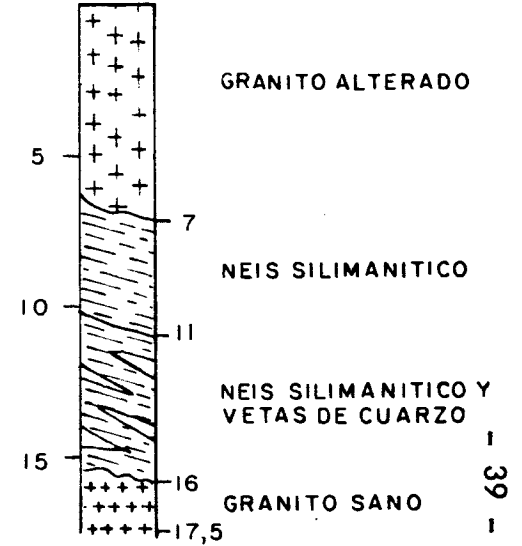
10738007

SONDEO nº 4



10738008

SONDEO nº 5



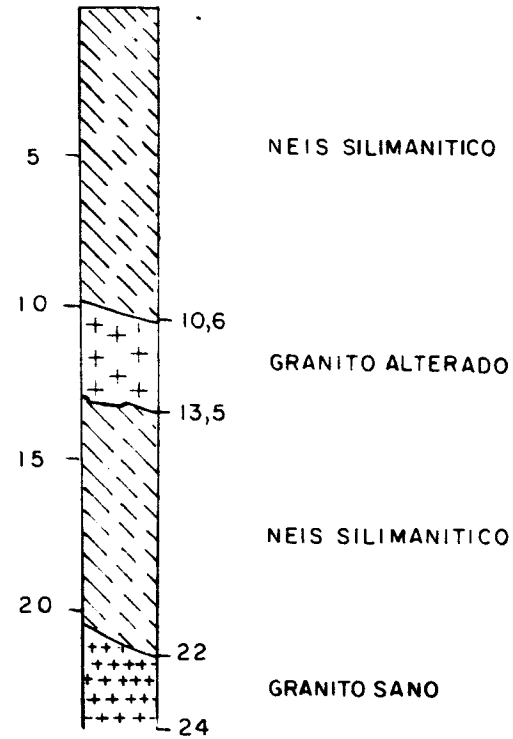
L E Y E N D A

-  NEIS SILIMANITICO
-  NEIS Y PIZARRA
-  CUARZO
-  GRANATES
-  PIRITA
-  GRAFITO
-  GRANITO { ALTERADO
-  GRANITO { SANO

Figura 8

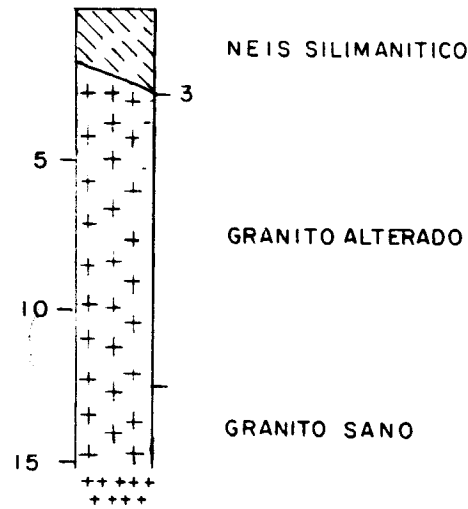
SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)  
YACIMIENTO SUR  
SONDEOS 3, 4 y 5

SONDEO nº 6



10738009

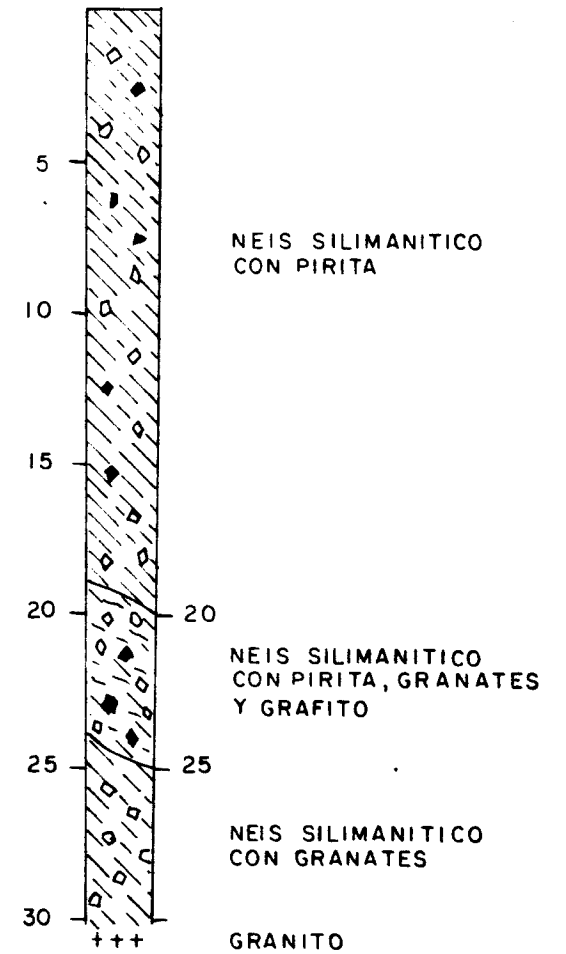
SONDEO nº 7



10738010



SONDEO nº 8



10738011

SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)

YACIMIENTO SUR

SONDEOS 6, 7 y 8

Figura 9

CAPITULO 6 - DESMUESTRES Y ANALISIS



6. DESMUESTRES Y ANALISIS

Se efectuó el desmuestre correspondiente a los yacimientos Norte y Sur, incluyendo los límites graníticos laterales.

Las muestras fueron obtenidas en superficie sobre calicatas y afloramientos y en menor cantidad de los testigos de las perforaciones, evitando en este caso desmantelar las columnas litológicas, por su interés en reconocimientos posteriores.

Las muestras 25 a 28 se tomaron de un acopio existente en zona accesible a vehículo, fuera de la mina y como guía en una posible utilización para pruebas piloto o de laboratorio.

Las calicatas no aportaron información geológica suplementaria a la descrita en los capítulos anteriores.

El detalle del desmuestre puede expresarse así (Véanse también los planos de situación en páginas siguientes):

Yacimiento Norte

Muestra nº

1	Neis silimanftico	
2	" "	} Calicatas sobre perfil transversal
3	" "	
4	" "	
5	" "	
6	Neis silimanftico	
7	" "	
8	Neis silimanftico	} Perfil longitudinal oriental
9		
10		
11		
12	Neis silimanftico	
13	Neis silimanftico	} Perfil meridional
14	" "	
15	" "	
16	" "	
17	" "	
18	Granito	} Contacto meridional
19	" "	
20	" "	

Muestra nº

29	Neis silimanftico	Sondeo 2 - Primeros 10 m
35	" "	Sondeo 2 - metro 57
36	" "	Sondeo 2 de 10 a 60 m

Yacimiento Norte (enclave este)

Muestra nº

21	Neis silimanftico	}	Afloramiento de cresteria
22	" "		
23	Granito	}	Contacto Norte
24	"		

Yacimiento Sur (Cancelas)

Muestra nº

31	Neis silimanftico	Sondeo 8 (0-20 m)
32	" "	Sondeo 7
33	" "	Sondeo 8
34	" "	Varios sondeos
36	" "	Sondeo 3
37	" "	Calicata próxima sondeo 1

Muestra nº

38	Granito	Contacto sur
39	"	Contacto sur
40	Neis silimanftico	Próximo contacto sur
25	Neis silimanftico	} Muestras de plaza
26	" "	
27	" "	
28	" "	

Análisis

El análisis químico de las muestras ha dado los siguientes resultados:

Referencia	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Observaciones
F - 1	64,06	20,82	7,66	Roca con silimanita
F - 2	59,52	33,80	4,81	" " "
F - 3	64,40	26,34	6,00	" " "
F - 4	65,34	27,58	5,92	" " "
F - 5	63,12	26,82	5,93	" " "
F - 6	62,46	28,20	3,98	" " "
F - 7	62,26	29,98	4,12	" " "
F - 8	60,70	30,10	3,62	" " "
F - 9	61,85	29,78	3,90	" " "
F - 10	62,00	29,30	4,13	" " "
F - 11	62,65	26,90	4,65	" " "

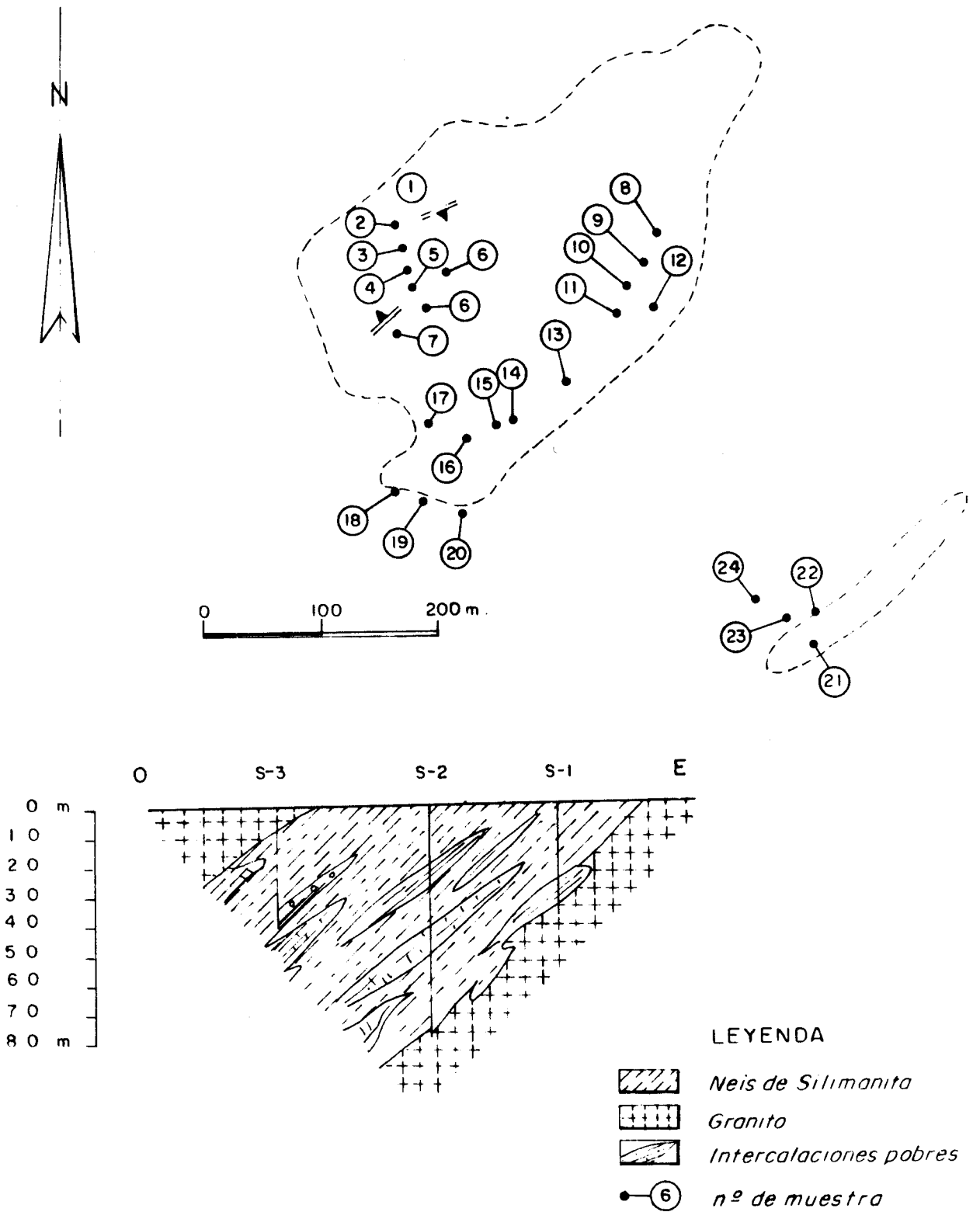
Referencia	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Observaciones
F - 12	62,86	26,80	4,40	Roca con silimanita
F - 13	58,02	33,02	3,92	" " "
F - 14	57,90	32,84	4,44	" " "
F - 15	62,72	27,10	4,94	" " "
F - 16	70,80	23,10	4,45	" " "
F - 17	69,90	23,86	4,25	" " "
F - 18	75,14	14,00	1,40	Roca granito
F - 19	73,88	15,00	1,84	" "
F - 20	74,80	15,12	1,72	" "
F - 21	62,40	27,92	4,42	Roca con silimanita
F - 22	63,15	26,74	3,85	" " "
F - 23	71,80	16,22	1,68	Roca granito
F - 24	74,10	14,50	2,10	" "
F - 25	59,90	31,91	3,94	Roca con silimanita
F - 26	60,62	30,86	4,10	" " "
F - 27	59,80	31,48	3,46	" " "
F - 28	58,40	33,24	3,70	" " "
F - 29	61,14	28,10	4,36	" " "
F - 31	58,00	33,44	3,70	" " "
F - 34	58,18	32,94	3,76	" " "
F - 36	60,42	29,68	4,22	" " "
F - 37	59,20	31,96	4,04	" " "

Referencia	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Observaciones
F - 38	69,40	16,82	1,32	Roca granita
F - 39	68,12	17,20	0,98	" "
F - 40	58,22	32,68	3,86	Roca con silimanita

Se observa que casi todas las muestras de silimanita contienen trazas de carbono al estado de grafito.

Las muestras F-29-31 y 36 contienen mayor cantidad de grafito, tomando las muestras un color gris oscuro.

Las F-18-19-20-23-24-28-39 están compuestas en su mayor parte de cuarzo y en menor cantidad de plagioclasas, biotita y microclina.

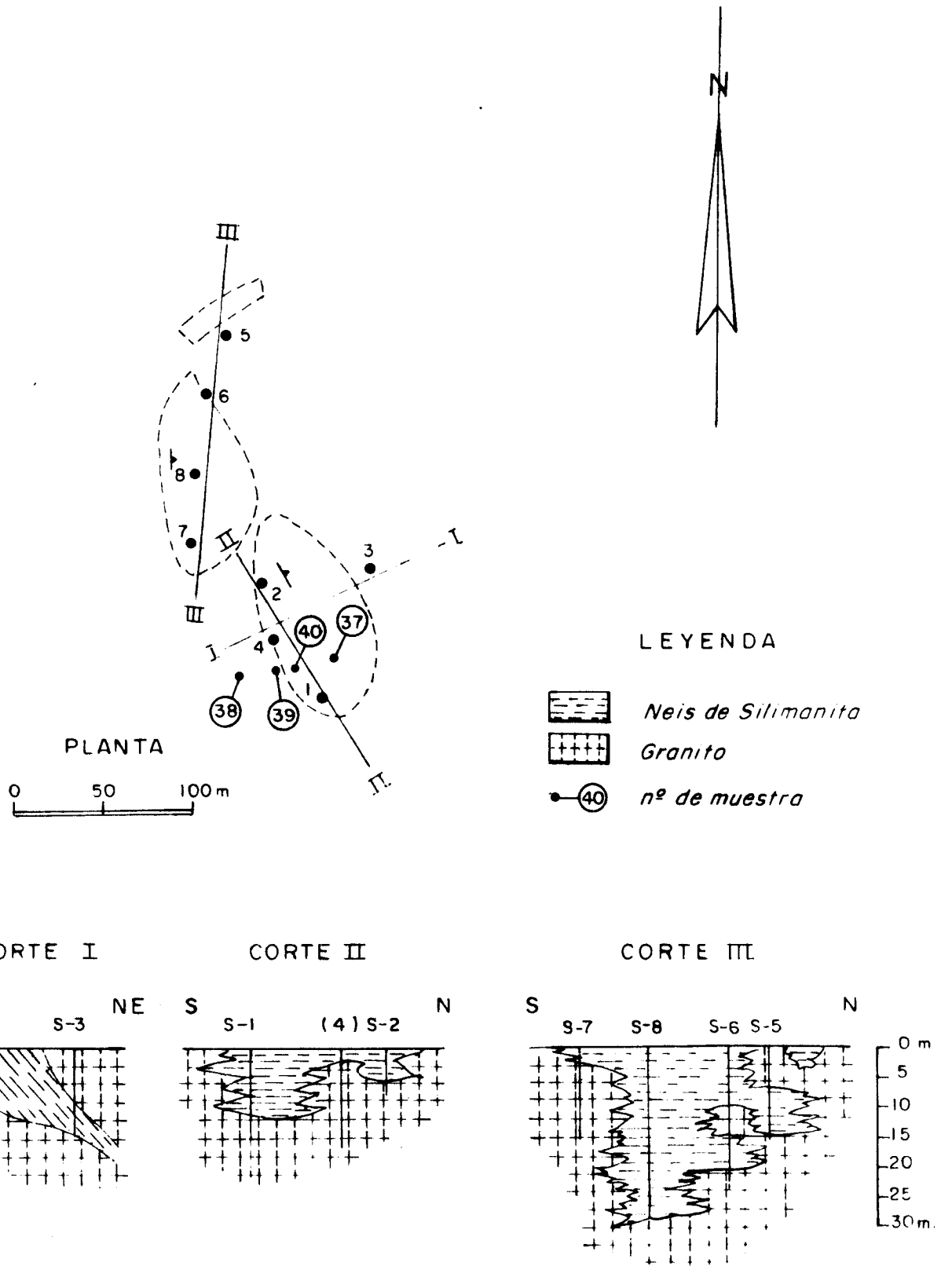


SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)

YACIMIENTO NORTE

**SITUACION DE MUESTRAS**

Figura 10



SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
(LUGO)  
YACIMIENTO SUR  
**SITUACION DE MUESTRAS**

Figura II



CAPITULO 7 - ENSAYOS DE CONCENTRACION

7. ENSAYOS DE CONCENTRACION

7.1. Agrupación de muestras

A la vista de los análisis químicos y en función de las características y localización de las muestras, para los ensayos de concentración se han efectuado las agrupaciones siguientes:

GRUPO 1 - Mezcla de las muestras:	F-2-3-4-5-6-7
GRUPO 2 - " " " "	F-8-9-10-11-12-13-14-15
GRUPO 3 - " " " "	F-25-26-27-28
GRUPO 4 - " " " "	F-31-34-37-40

Los restantes no se han tenido en consideración por corresponder a rocas graníticas o a agrupaciones aisladas con poca entidad dentro del yacimiento.

Los análisis correspondientes a cada grupo han sido:

	<u>G R U P O S</u>			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
% Alúmina ( $Al_2O_3$ )	28,22	29,48	31,87	32,75
% Sílice ( $SiO_2$ )	62,80	61,08	59,68	58,40
% Hierro ( $Fe_2O_3$ )	5,12	4,25	3,92	3,84

Los resultados de los trabajos de concentración realizados con cada grupo se describen en los apartados siguientes.

## 7.2. Ciclonado en medio denso

Este sistema de concentración que la SOCIETE DONAIN-ANZIN MINERAUX, utiliza en la concentración gravimétrica de la andalucita, se ensaya en la silimanita y sus resultados aconsejaron la elección de este método.

Esta concentración se efectúa en Hidrociclón M-D de la casa Liquid-Solid Separations Ltd. de Londres, y es apta para los tamaños comprendidos entre 0,294 y 2 mm.

El mineral se muele a -2 mm, concentrando con ciclón únicamente la fracción -2 mm + 0,294 mm que representa aproximadamente el 60% en peso del Todo-uno.

Las condiciones de tratamiento utilizado para todos los grupos son:

Dilución..... 20% de sólidos  
 Presión..... 30% libras/pulgada cuadrada  
 Densidad..... 2,80.

El balance metalúrgico obtenido para cada grupo ha sido el siguiente:

GRUPOS

Productos	1		2		3		4	
	%Peso	%Alúmina	%Peso	%Alúmina	%Peso	%Alúmina	%Peso	%Alúmina
OVER (Finos)	34,50	--	34,30	--	33,80	--	33,90	--
UNDER (Gruesos)	65,50	43,22	65,70	43,80	66,20	44,75	66,10	44,90
TOTAL	100	--	100	--	100	--	100	--

Conclusión.- Este procedimiento no es apto ya que el concentrado -- (UNDER) solo alcanza leyes de Alúmina ( $Al_2O_3$ ) entre el 43 y 45%, no comerciales, por lo que no se analiza el hierro, ni se efectúa la -- posterior separación magnética.

### 7.3. Flotación

Para estos ensayos se parte de molienda a 100 mallas Tyler (0,147 mm) por ser el tamaño de liberación de silimanita deducido de los estudios petrográficos y mineralógicos.

En un primer ensayo de flotación realizado sobre una muestra del Grupo 1 utilizando como colector el ácido oléico y comparando sus resultados con el reactivo F-80 de fabricación española la selectividad y potencia de este último es bastante mayor por lo que se decide adoptarlo como colector en todos los ensayos.

Las condiciones de flotación han sido las mismas para los cuatro grupos:

- a) Molienda < 100 mallas Tyler
- b) Deslamado previo
- c) Sólidos 30%
- d) Reactivos - Silicato sódico 1000 g/t Todo-uno  
Carbonato sódico 800 g/t " "  
F-80 900 g/t " "
- e) pH en flotación = 8,60 - Final = 7,20.

En cada flotación se han efectuado 2 relavos, si bien en los hundidos de estos relavos se ha ensayado su nueva flotación pero, al obtenerse leyes por debajo del 42% de alúmina, se han desechado en el esquema final dándose como pérdidas.

Los concentrados finales, altos en hierro, se han sometido a separación magnética de alta intensidad en húmedo, en un separador "RAPID MAGNETIC" Lda. England, con porcentaje de sólidos 25% e intensidad 18.000 Gauss.

Los resultados y balances metalúrgicos de cada grupo han sido los siguientes:

GRUPO 1

	<u>Balance metalúrgico (Flotación)</u>		
<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>%Alúmina</u>	<u>Recuperación</u>
Concentrado	28,25	57,80	57,86
Hundido 1 <sup>er</sup> relavo	6,70	22,12	5,25
Hundido 2º relavo	4,50	27,85	4,44
Estéril + lodos	60,55	14,84	32,45
TOTAL.....	100,--	28,22	100,--

Análisis químico del concentrado flotado (28,25% Peso):

Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	57,80%
Sílice (SiO <sub>2</sub> ).....	36,82%
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	2,70%

Balance metalúrgico de la separación magnética del concentrado

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>
No magnético	80,90	1,06
Magnético	19,10	9,64
TOTAL.....	100,--	2,70

GRUPO 2

Balance metalúrgico (Flotación)

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% Alúmina</u>	<u>Recuperación</u>
Concentrado	27,70	58,65	55,10
Hundido 1 <sup>er</sup> relavo	7,10	21,10	5,08
Hundido 2 <sup>o</sup> relavo	4,35	31,80	4,70
Estéril + lodos	60,85	17,01	35,12
TOTAL.....	100,--	29,48	100,--

Análisis químico del concentrado flotado

Alúmina ( $Al_2O_3$ ).....	58,65%
Sílice ( $SiO_2$ ).....	36,05%
Hierro ( $Fe_2O_3$ ).....	2,72%

Balance metalúrgico de la separación magnética del concentrado

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% <math>Fe_2O_3</math></u>
No magnético	80,90	1,10
Magnético	19,10	10,17
TOTAL.....	100,--	2,72

GRUPO 3

Balance metalúrgico (Flotación)

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% Alúmina</u>	<u>Recuperación</u>
Concentrado	30,60	58,86	56,46
Hundido 1 <sup>er</sup> relavo	7,35	22,44	5,17
Hundido 2º relavo	4,43	35,10	4,87
Estéril + lodos	57,62	18,52	33,50
TOTAL.....	100,--	31,87	100,--

Análisis químico del concentrado:

Alúmina ( $Al_2O_3$ ).....	58,86%
Sílice ( $SiO_2$ ).....	36,12%
Hierro ( $Fe_2O_3$ ).....	2,60%

Balance metalúrgico de la separación magnética del concentrado

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% <math>Fe_2O_3</math></u>
No magnético	81,80	0,96
Magnético	18,20	9,97
TOTAL.....	100,--	2,60



GRUPO 4

Balance metalúrgico (Flotación)

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% Alúmina</u>	<u>Recuperación</u>
Concentrado	31,10	59,64	56,63
Hundido 1 <sup>er</sup> relavo	7,22	23,65	5,21
Hundido 2 <sup>o</sup> Relavo	4,26	38,52	5,01
Estéril + lodos	57,42	18,90	33,15
TOTAL.....	100,--	32,75	100,--

Análisis químico del concentrado:

Alúmina ( $Al_2O_3$ ).....	59,64%
Sílice ( $SiO_2$ ).....	36,04%
Hierro ( $Fe_2O_3$ ).....	1,92%

Balance metalúrgico de la separación magnética del concentrado

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% <math>Fe_2O_3</math></u>
No magnético	83,30	0,82
Magnético	16,70	7,40
TOTAL.....	100,--	1,92

Como resumen puede decirse:

Los concentrados finales después de la separación magnética se han analizado para establecer los contenidos definitivos.

	<u>G R U P O</u>			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Alúmina ( $Al_2O_3$ )	58,60	59,54	59,98	60,72
Sílice ( $SiO_2$ )	37,85	36,82	36,52	35,90
Hierro ( $Fe_2O_3$ )	1,06	1,10	0,96	0,82
Alcalis ( $Na_2O+K_2O$ )	1,22	1,16	1,10	1,04
Carbono (C)	0,08	0,08	0,10	0,38

Todos los grupos tienen leyes perfectamente comerciales y sus recuperaciones son aceptables para este tipo de yacimientos, - con reservas elevadas, explotables a cielo abierto y siendo un producto que de otra manera no sería aprovechable.

#### 7.4. Flotación catiónica-aniónica

Con objeto de estudiar la posibilidad de obtener un concentrado lo más rico posible, se ha ensayado este procedimiento de -- flotación, consistente en la realización de dos etapas: En la primera después de moler y desenlodar se flotan las micas y otros silicatos de fácil flotación y acto seguido se flota la silimanita a partir del producto hundido. Posteriormente la silimanita se trata magnéticamente para eliminación del hierro.

Este ensayo se ha realizado sobre una mezcla de los cuatro grupos estudiados por flotación normal.

Las condiciones de flotación son análogas a las de los ensayos anteriores, con la variación de los reactivos en la flotación catiónica que estaban formados por:

Sal.amino LPB..... 200 g/t de T-U  
Flotanol..... 20 g/t de T-U

En la 2ª etapa se han empleado los mismos reactivos de los otros ensayos.

Los resultados de este sistema han sido los siguientes:

Análisis químico de todo-uno (mezcla de los grupos 1-2-3-4)

Alúmina ( $Al_2O_3$ )..... 30,55%  
Sílice ( $SiO_2$ )..... 60,49%  
Hierro ( $Fe_2O_3$ )..... 4,28%

Balance metalúrgico de las dos etapas consecutivas

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% Alúmina</u>	<u>Recuperación</u>
Flotado de silicatos varios	5,20	26,50	4,51
Concentrado sili-manita	26,00	59,94	51,01
Hundido 1 <sup>er</sup> relavo	6,05	24,12	4,78
Hundido 2º relavo	<u>4,33</u>	<u>31,65</u>	<u>4,48</u>
TOTAL.....	100,--	30,55	100,--

Análisis químico de la silimanita flotada:

Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	59,94%
Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	35,40%
Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	2,10%

Balance metalúrgico de la separación magnética del concentrado de silimanita:

<u>Productos</u>	<u>% Peso</u>	<u>% <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math></u>
No magnético	80,68	0,74
Magnético	<u>19,32</u>	<u>7,75</u>
TOTAL.....	100,--	2,10

Análisis químico de contenidos definitivos del concentrado de silimanita después de la separación magnética.

Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	60,90%
Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	35,97%
Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	0,74%
Alcalis ( $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ ).....	0,97%
Carbono (C).....	0,15%

Conclusiones:

- Las leyes han mejorado con relación a los ensayos anteriores si bien la recuperación ha sido más baja.

- Las pérdidas por separación magnética han sido más elevadas.

- Si bien mejora la calidad del concentrado no está compensada por la pérdida de recuperación, ni por el mayor costo de reactivos, ni por la mayor complicación del circuito.

#### 7.5. Conclusiones de estos ensayos

De los ensayos realizados se deducen las siguientes conclusiones generales:

- Mineral apto para concentración por flotación obteniéndose concentrados vendibles.
- La recuperación es algo baja, pero suficiente para esta clase de minerales en función de la posibilidad de explotación del yacimiento, sus reservas y su facilidad de concentración.
- El producto magnético del concentrado después de la separación magnética aunque alto en hierro, tiene una ley en alúmina, que puede ser apta para refractarios de baja calidad.
- Posiblemente el contenido en hierro del Todo-uno mejora en profundidad al obtenerse mineral menos contaminado.

CAPITULO 8 - PROCESO DE TRATAMIENTO

8. PROCESO DE TRATAMIENTO

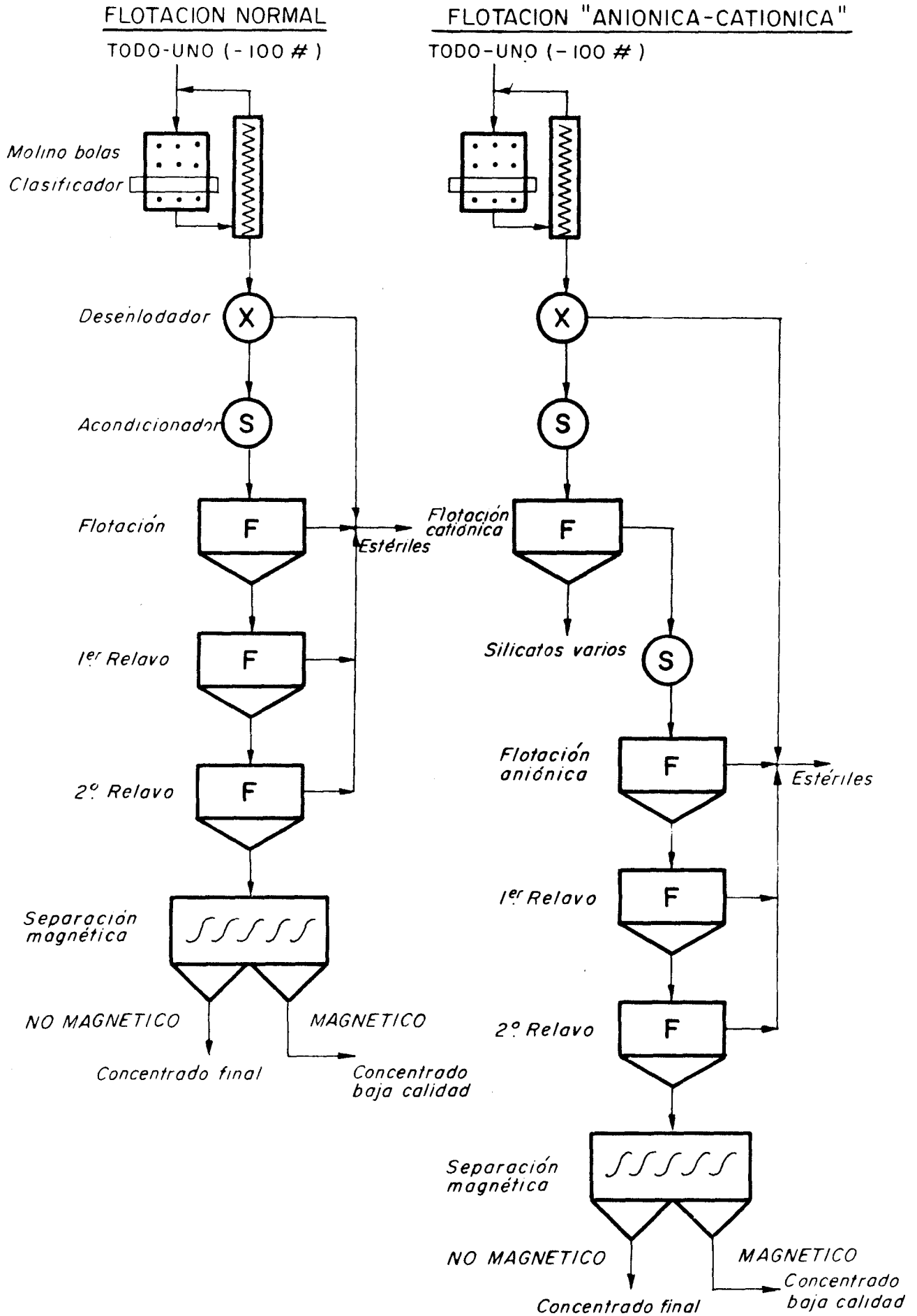
De acuerdo con los ensayos realizados, el proceso de tratamiento en marcha industrial es muy simple consistiendo en esencia en:

- Trituración y molienda previa.
- Molienda en molino de bolas - clasificador a - 100 mallas Tyler.
- Desenlodado.
- Preparación en acondicionador.
- Flotación con celdas con dos relavos. Reciclaje de los hundidos.
- Separación magnética a alta intensidad en húmedo del concentrado.
- El producto no magnético forma el concentrado comercial.

- El producto magnético constituye un producto de baja ca lidad por su contenido en hierro, pero alto en alúmina.
- Secado del concentrado.



ESQUEMAS



## CAPITULO 9 - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De las observaciones y ensayos del presente trabajo se desprenden dos conclusiones importantes:

1ª) El yacimiento de silimanita de Valle de Oro ha demostrado tener un volumen de reservas posibles que lo hacen por ahora merecedor de interés minero. Los 4 millones de t de Todo-uno estimadas, solamente para el depósito septentrional, permiten planear su debida explotación.

2ª) Utilizando el proceso metalúrgico de flotación y separación magnética de los concentrados de flotación, previa molienda a 100 mallas Tyler (0,147 mm) y deslamado, con reactivos nacionales, se consiguen mejorar las leyes de alúmina del 28 - 32,7% a 58,6 -- 60,7% y disminuir la sílice de 62,8 - 58,4% a 37,8 - 35,9% y la -- del hierro ( $Fe_2O_3$ ) de 5,12 - 3,84% a 1,1 - 0,8%, producto útil para el mercado. Las recuperaciones son algo bajas, pero suficientes para esta clase de minerales.

3ª) Conseguida una tecnología nacional, objeto primordial del proyecto, su aplicación puede hacerse extensiva a otros yacimientos españoles de características similares.

En función de estas conclusiones se establecen las siguientes recomendaciones:

a) Con vistas a la explotación será necesario un conocimiento anatómicamente detallado del yacimiento, lo que se conseguirá con la oportuna campaña de sondeos mecánicos.

En este aspecto se propone, a título orientativo, la ejecución de una prospección geofísica de resistividades eléctricas, de bajo costo en comparación con las perforaciones, aprovechando que, dado el alto contenido en grafito de los neis silimaníticos, es probable que el contraste resistivo frente al granito de caja, pueda proporcionar información muy precisa.

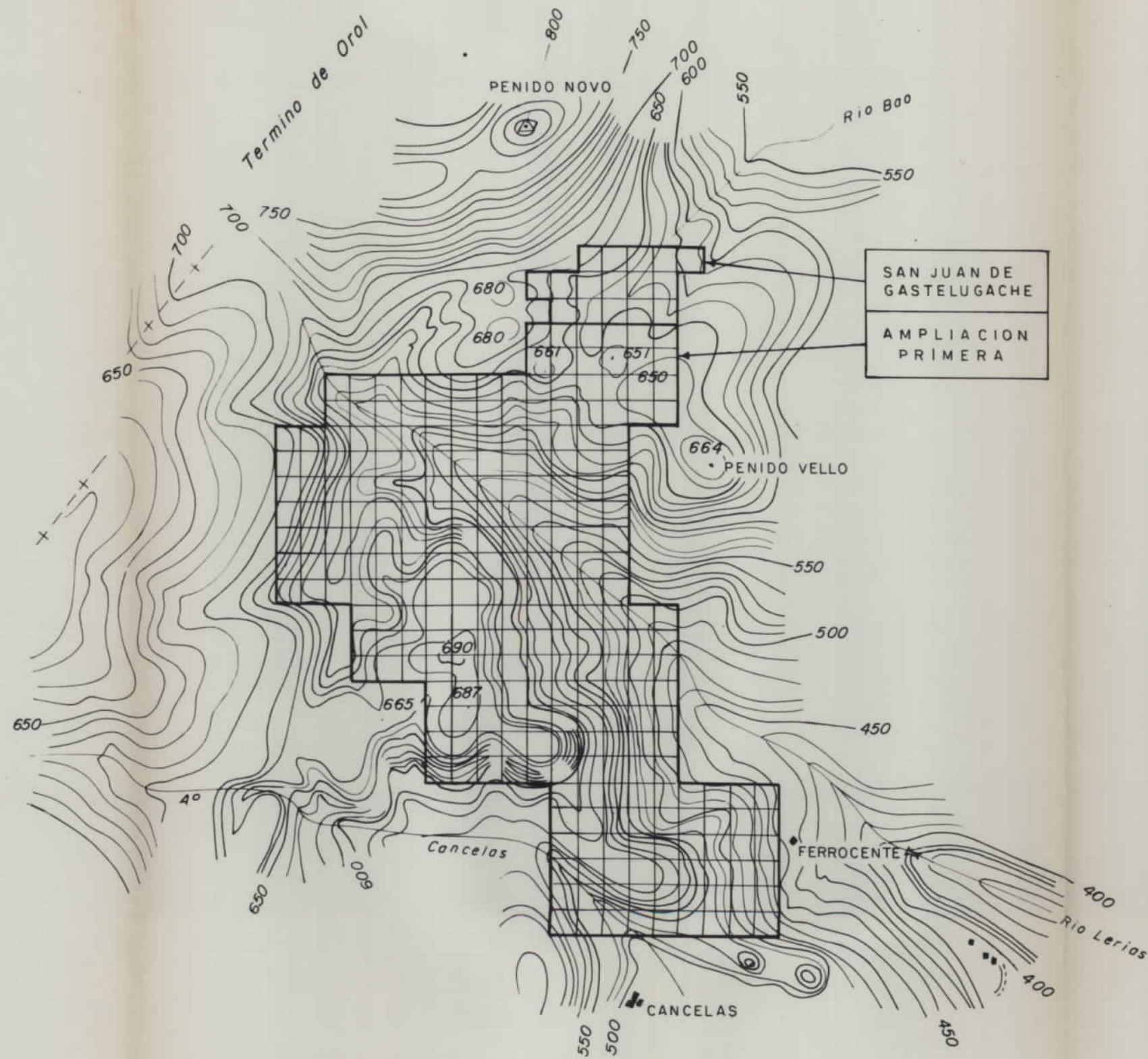
b) Tratamiento en planta piloto del material Todo-uno del yacimiento, con objeto de comprobar costos y otras características que permitan planear debidamente las instalaciones de recuperación.

c) Promover la investigación de otros yacimientos de silimanita nacionales.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA

- 1945 C. Rampacek y otros. Beneficio de los esquistos de silimanita de South Carolina. The Journal of the American Society. Vol. 28, nº 8 Trad. F. -- Jaureguizar. Documentación interna.
- 1962-67 Estadística Minera Metalúrgica. Lugo.
- 1965 E.R. Varley. Silimanite. Andalusite, Kyanite, - Sillimanite. Overseas Geological Surveys.
- 1966 I. Parga Pondal y T. Alexandre. La arenisca Orto cuarcítica del Gistral (Lugo). Notas y Comns. -- I.G.M.E. nº 87
- 1966 R. Walter. Resultados de Investigaciones Geológicas en el Noreste de la Provincia de Lugo. Notas y Comns. I.G.M.E. nº 89.
- 1971 I.G.M.E. Programa Nacional de Explotación Minera. Refractarios.
- 1973 I.G.M.E. Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 8. Vivero.
- 1975 I.G.M.E. Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 9. Foz.
- 1975 I.G.M.E. Monografías de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas. Colección - Informe.
- 1976 H. Muchart, H. Koegel. "Kerphalite" - Europe's own source of high - Alúmina Andalusite for refractories Industrial Minerals' International Congress. Munich. (Traducido en: Técnica Cerámica. nº 53.1977)
- 1977 J.R. Martínez Catalán y otros. La estructura del Domo de Lugo y del Anticlinorio del "Ollo de Sapo". Stvdia Geológica. XII.
- 1979 H. Muchart, J. Lafosse. Traitement d'andalusite. Usine de Glomel. Separation Gravimetrique. Industrie Minerale Mineralurgie.



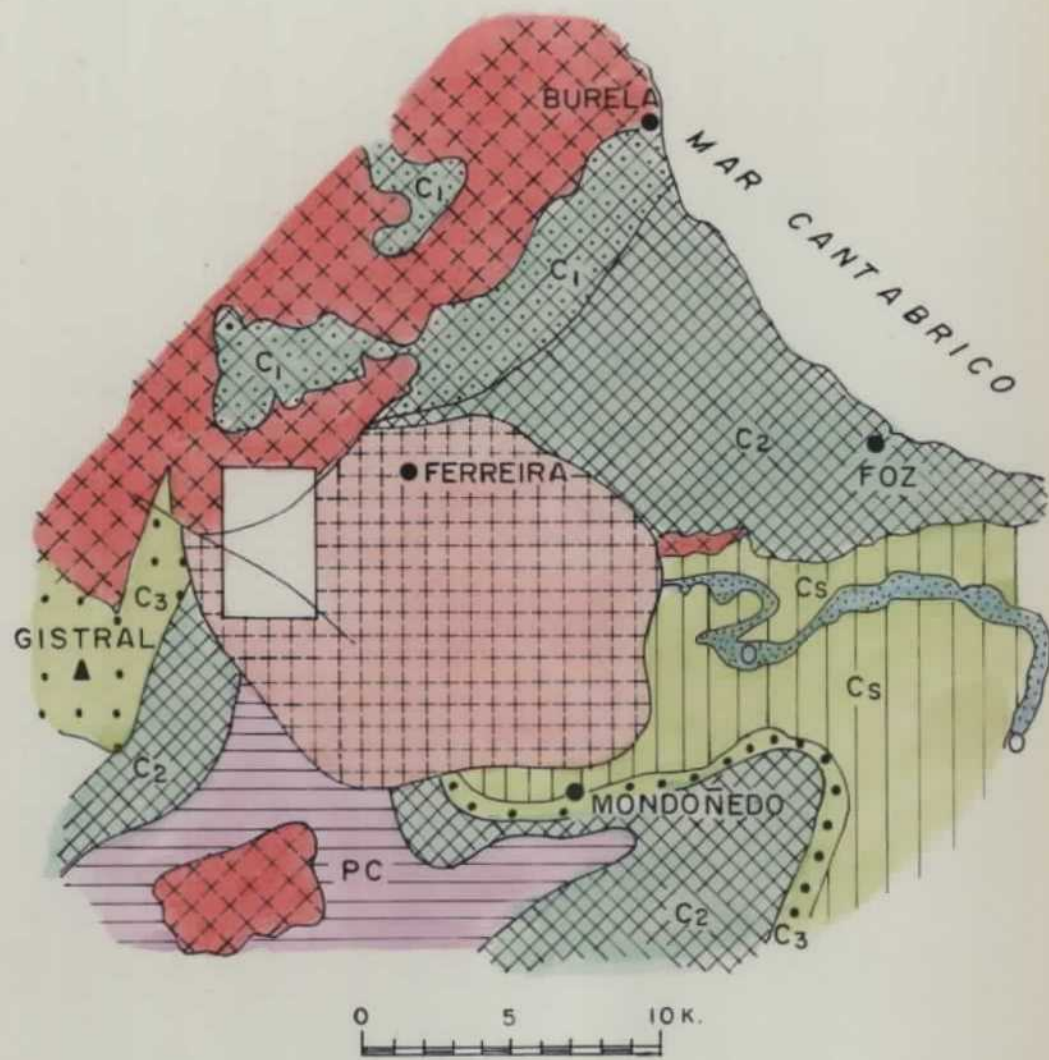
SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
( LUGO )

CONCESIONES MINERAS

ESCALA 1:20.000

PLANO N° 1





### LEYENDA

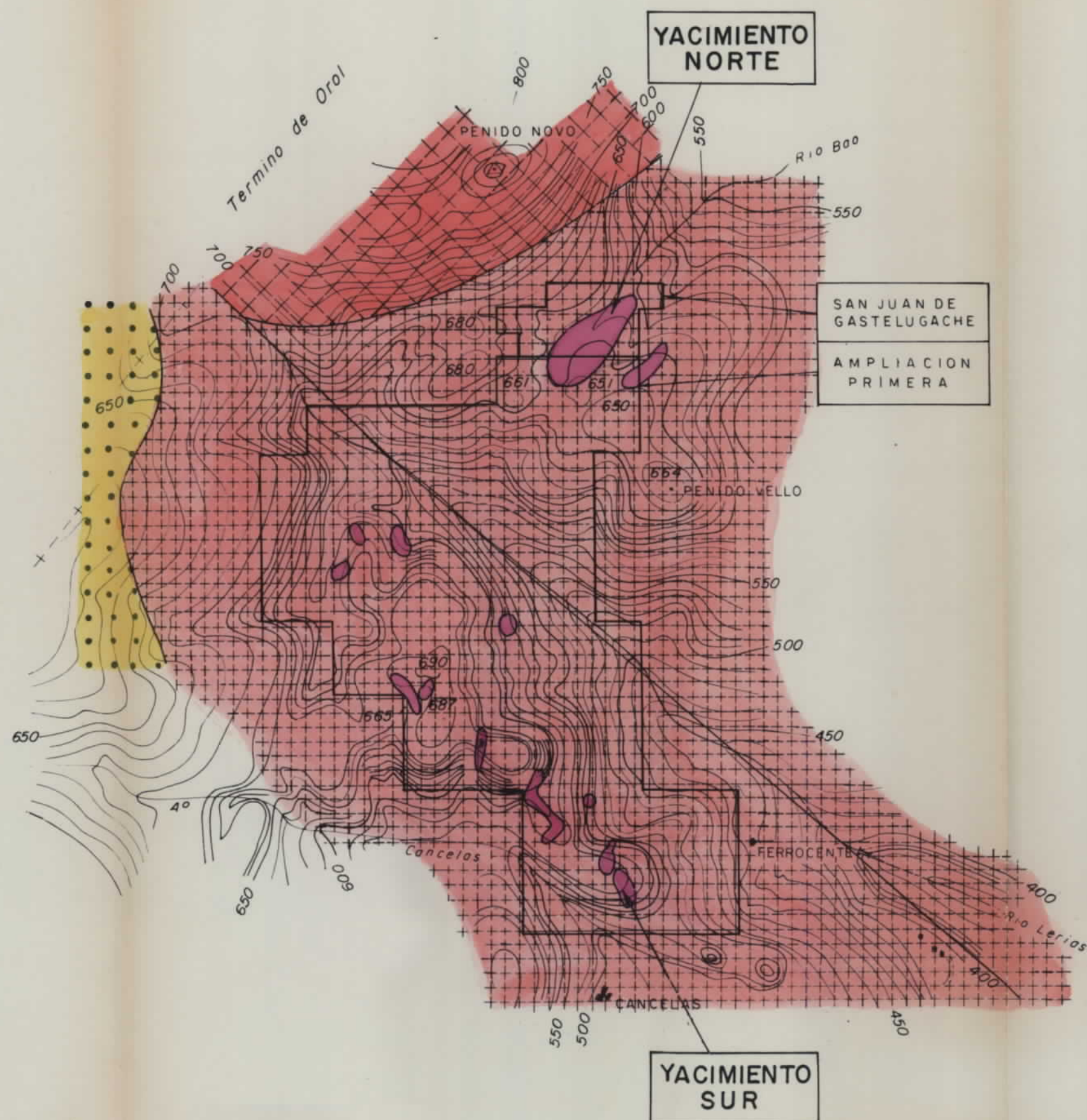
ORDOVICICO			<i>Cuarcita armoricana y pizarras</i>
CAMBRICO	Sup. Inf.		<i>Pizarras y calizas (Vegadeo)</i>
	Inf. Formac. CANDAMA		<i>Cuarcitas (Gistral) CANDAMA Sup.</i>
		<i>Esquistos y dolomias (cuarcitas)</i>	
		<i>Cuarcitas (Pelobrinco)</i>	
			<i>CANDAMA Inf.</i>
PRECAMBRICO			<i>Serie Villalba</i>
			<i>Batolito de Ferreira</i>
			<i>Batolito de San Ciprian</i>
			<i>Zona de Silimanita</i>

## SILIMANITAS DE VALLE DE ORO (LUGO) ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL






ESCALA 1:25.000

PLANO N° 2





LEYENDA

-  Cuarcitas de Gistral
-  Granito de San Ciprian
-  Granito de Ferreira
-  Enclaves de Silimanita localizados
-  Fractura del Lerias

SILIMANITAS DE VALLE DE ORO  
 ( LUGO )  
 PLANO GEOLOGICO  
 ESCALA 1:20.000  
 PLANO Nº 3