

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA

MAYO, 1985



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

11090

INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS
INDUSTRIALES EN ESPAÑA

11090

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
1.- INTRODUCCION	1
1.1.- DEFINICION	2
1.2.- VARIEDADES Y YACIMIENTOS	5
1.2.1.- Piropo	5
1.2.2.- Almandino	6
1.2.3.- Espesartita	7
1.2.4.- Grosularia	7
1.2.5.- Andradita	9
1.2.6.- Uvarovita	10
1.2.7.- Calderita	11
1.2.8.- Hanleita	11
1.2.9.- Hibschita	11
1.2.10.- Goldmanita	12
1.2.11.- Kimzeyita	12
1.3.- PROPIEDADES	13
1.4.- PROCESOS INDUSTRIALES	15
1.5.- APLICACIONES	17
1.6.- SUSTITUTIVOS	21
2.- METODO DE TRABAJO	25
3.- COMERCIO DEL GRANATE	29
3.1.- PRODUCCION MUNDIAL	30
3.2.- TENDENCIA FUTURA DEL MERCADO	34
4.- RECONOCIMIENTO DE INDICIOS	37
4.1.- ALMERIA	44

	<u>Págs.</u>
4.2.- ASTURIAS	51
4.3.- AVILA	55
4.4.- BADAJOZ	58
4.5.- BARCELONA	63
4.6.- CACERES	65
4.7.- CORDOBA	67
4.8.- GERONA	71
4.9.- GRANADA	75
4.10.- GUADALAJAR	81
4.11.- HUELVA	83
4.12.- HUESCA	85
4.13.- JAEN	88
4.14.- LA CORUÑA	90
4.15.- LERIDA	95
4.16.- MADRID	97
4.17.- MALAGA	102
4.18.- MURCIA	105
4.19.- ORENSE	108
4.20.- PALENCIA	110
4.21.- PONTEVEDRA	112
4.22.- SALAMANCA	115
4.23.- SEGOVIA	120
4.24.- TOLEDO	123
5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES	125
5.1.- EL HOYAZO DE NIJAR	126
5.2.- EL CHIVE	132
5.3.- CASA DE SANTIN	135
5.4.- MARTINAMOR	138
5.5.- SIERRA CAPELADA	142
6.- CONCLUSIONES	145

	<u>Págs.</u>
7.- ANALISIS DE LABORATORIO	148
7.1.- ESTUDIO PETROGRAFICO DE LAMINA DELGADA	149
7.2.- ANALISIS QUIMICOS	165
7.3.- ANALISIS MINERALOGICO POR DIFRACCION DE RAYOS-X	166
8.- BIBLIOGRAFIA	181

1.1.- DEFINICION

Bajo la acepción genérica de granates se resumen una serie de minerales muy conocidos y difundidos en la Naturaleza.

Los granates son nesosilicatos cuya composición química es muy variable, aceptándose como fórmula química general $(SiO_4)_3 X_3 Y_2$, en la que X representa un catión divalente (calcio, magnesio, hierro 2+ o manganeso 2+), e Y representa un catión trivalente (aluminio, hierro 3+, cromo, titanio, vanadio o circonio).

Dentro del sistema cúbico en el que cristalizan, lo hacen en la forma hexaquisoctaédrita, siendo sus hábitos cristalinos más comunes el rombododecaedro, y el trapezoedro aunque también se presentan con formas de icositetraedro, hexaquisoctaedro e incluso, aunque muy raramente, de cubo. No son raros los cristales en los que se combinan estas formas entre sí. También es frecuente encontrar agregados de fragmentos poliédricos, masas criptocristalinas, y cantos rodados en arenas. Ver fig. 1.

1.- INTRODUCCION

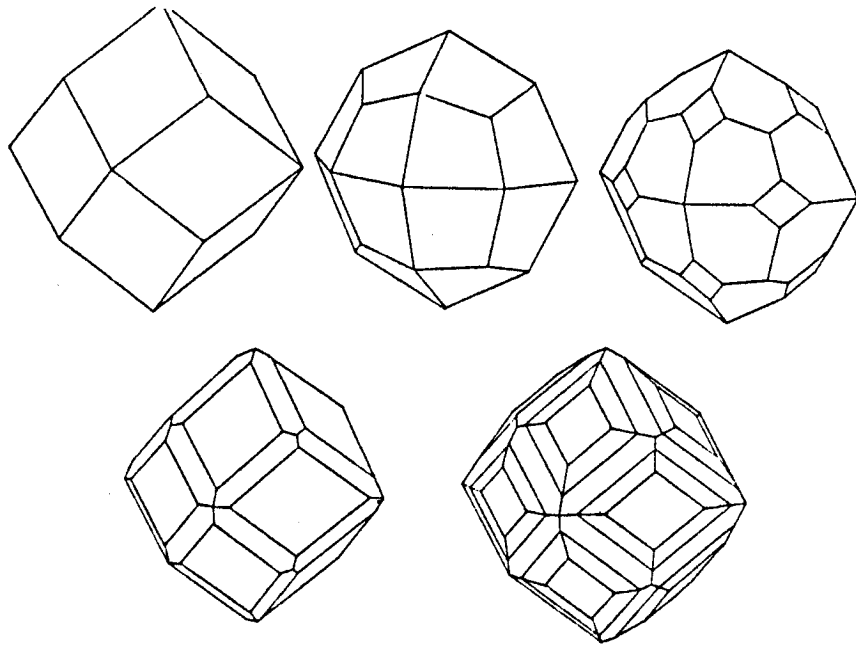


Fig. 1.- FORMAS DE CRISTALIZACION DE LOS GRANATES

Existen numerosas variedades de granates, según sean los cationes constituyentes X e Y anteriormente citados. Las variedades de granate más frecuentes y conocidas son las siguientes:

Piropo	$Mg_3 Al_2 (Si O_4)_3$
Almandino	$Fe_3 Al_2 (Si O_4)_3$
Espesartita	$Mn_3 Al_2 (Si O_4)_3$
Grosularia	$Ca_3 Al_2 (Si O_4)_3$
Andradita	$Ca_3 Fe_2 (Si O_4)_3$
Uvarovita	$Ca_3 Cr_2 (Si O_4)_3$

La composición de los granates naturales rara vez se apro

xima a las fórmulas teóricas de los granates puros, pues la sustitución atómica es muy amplia, denominándose los granates naturales por el nombre del componente mayoritario. Así el almandino, el piropo y la espesartita pueden intercambiar los cationes Mg, Fe^{2+} y Mn de modo que dan lugar a mezclas isomorfas binarias y ternarias con inmiscibilidad incompleta.

Sin embargo, estas mezclas en estado sólido no son posibles en todas las proporciones, llegando en el caso de la grosularia, andradita y uvarovita a mezclarse de forma muy limitada, dando lugar a lagunas o soluciones de continuidad en lo que podría considerarse series o familias isomorfas en cuyos extremos estarían los granates puros.

La causa mineralógica de la imposibilidad de existencia de algunas mezclas es la limitación en la sustitución iónica debido a la gran diferencia de tamaño entre algunos de los iones (por ejemplo, ión calcio, e ión hierro (2+), o ión calcio e ión magnesio).

Concentrando se puede afirmar la existencia de una serie de términos intermedios entre almandino y piropo, ya que el Fe^{2+} y el Mg^{2+} son perfectamente intercambiables entre sí; del mismo modo existen algunas composiciones intermedias entre almandino y espesartita, entre grosularia y andradita, y entre espesartita y piropo, si bien en estos casos existen numerosas lagunas por la razón anteriormente apuntada.

Por otra parte, desde el punto de vista geológico también es posible justificar la no existencia de ciertas mezclas entre algunos granates puros, ya que cada tipo de granate es característico o va ligado a litologías concretas o ambientes geológicos distintos.

1.2.- VARIEDADES Y YACIMIENTOS

Los granates, según la naturaleza del catión trivalente que contengan, se suelen dividir en cuatro grupos:

Grupo 1.- Cation trivalente: Al

- Piropo
- Almandino
- Espesartita
- Grosularia

Grupo 2.- Cation trivalente: Fe

- Andradita
- Calderita

Grupo 3.- Cation trivalente: Cr

- Uvarovita
- Hanleita

Grupo 4.- Cation trivalente: Ti, Zr o Va

- Kimzeyita
- Goldmanita

1.2.1.- Piropo

Es un granate poco frecuente en la naturaleza, únicamente más abundante que la urarovita. Está formado por silicato de magnesio y aluminio, aunque también contiene hierro divalente que sustituye parcialmente al magnesio. Presenta un color rojo fuerte, rojo fuego o anaranjado.

El piropo es un mineral típico de rocas ígneas ultrabásicas y en las serpentinas derivadas de aquellas; también se encuentra en rocas metamórficas de alto grado y ricas en magnesio.

Es, quizás, el granate más apreciado en joyería (granates de Bohemia, rubí de El Cabo, rubí de Ely) por su coloración y belleza.

Las localidades más conocidas son las de Trebnitz y Mesonitz en Bohemia (Checoslovaquia), Cowee Creek en Carolina del Norte (USA), Kimberley (República Sudafricana), Ely (Gran Bretaña), Zöblitz en Sajonia (Alemania) y Gorduno (Suiza). En España, se ha citado en la Sierra de Segura, en la provincia de Jaén.

La rodolita constituye un término intermedio medio de la serie piropo-almandino en el que prevalece composicionalmente el primero.

1.2.2.- Almandino

Sin duda es el granate más conocido y abundante en la naturaleza. Se trata de un silicato de hierro (2+) y aluminio con variable cantidad de magnesio en sustitución del hierro. Es de color rojo oscuro con tonos violáceos o castaños.

Se presenta en rocas plutónicas (granito, granodiorita, diorita), volcánicas (riolitas, dacitas, andesitas) y metamórficas (micasquistos, greis, anfibolitas). Asimismo, debido a su alta resistencia química y mecánica, es frecuente encontrarlo en formaciones sedimentarias originadas por alteración y erosión de las rocas anteriormente citadas.

Son numerosas las localidades en las que existe el almandino, siendo las más conocidas las de Wrangell en Alaska, Roxbury en Connecticut y Salida en Colorado, en USA; Jaipur, Rajasthan y Hyderabad en la India; Lindi en Tanzania; río Mazibika en Rhodesia; Valle de Codera, Pizzo Badile, Val Bregaglia y Valle Passiria en Italia; Zillertal en Austria, etc.

En España, el almandino es extraordinariamente abundante más por el número de localidades en las que se encuentra que por la concentración o abundancia relativa del mineral en la roca que lo contiene. El almandino ha sido citado en numerosas localidades de las provincias de Almería, Asturias, Avila, Badajoz, Barcelona, Cáceres, Cádiz, Castellón, Córdoba, Gerona, Granada, Guadalajara, Guipuzcoa, Jaén, La Coruña, León, Lérica, Madrid, Málaga, Murcia, Orense, Palencia, Pontevedra, Salamanca, Sevilla, Zamora y Zaragoza.

1.2.3.- Espesartita

La espesartita es un término relativamente raro entre los granates. Está constituida por silicato de manganeso y aluminio, conteniendo también hierro ferroso y férrico, que sustentan respectivamente, de modo parcial, al manganeso y aluminio. Generalmente presenta color amarillo castaño, aunque también puede ser amarillo miel y a veces rojizo.

A menudo es el granate de las pegmatitas ácidas o graníticas, aunque también se presenta en granitos y en rocas metamórficas ricas en manganeso.

Este granate abunda en Spessart en Baviera (Alemania) de donde proviene su nombre, y es frecuente en Amelia Court-House en Virginia (USA), Sierra de San Pedro (Méjico), Antsirabe y Tsilaizina (Madagascar), Isla de Elba, Pocos de Cavalos en Minas Gerais (Brasil) y San Mardelo (Italia). En España ha sido citado en el Cabo de Creus (Gerona).

1.2.4.- Grosularia

Granate constituido por silicato de calcio y aluminio,

en el que frecuentemente el aluminio es sustituido por el hierro trivalente. Puede presentarse con colores muy variados, siendo los más frecuentes verde, pardo, rosado, incoloro, amarillo blanquecino, anaranjado y rojo jacinto.

Se forma en calizas impuras que han sido afectadas por metamorfismo regional o metamorfismo de contacto (5 Karn), en cuyo caso se suele presentar asociada a calcita, wollastonita e idocrasa. También aparece en otras rocas metamórficas tales como gneis anfibólicos y serpentinas.

La grosularia es un granate bastante común y son numerosas las localidades en las que se ha encontrado: Asbestos en Quebec (Canadá); Xalostoc, Morelos y Lago Jaco (Méjico); Los Gavilanes en California (USA); Oravica (Rumanía); Jordansmühl en Silesia (Polónia); Tolemark (Noruega); Tirol (Austria); Wilui en Siberia (URSS); Rezanía (Hungria); etc. En España se ha encontrado en Colmenar Viejo (Madrid), Orbaiceta (Navarra), Bayarque (Almería), Cala (Huelva), etc.

La variedad ferrífera de la grosularia se conoce con el nombre de hesonita, que a menudo se considera incluida dentro del grupo de los hidrogrenates por contener en su estructura agua de combinación, al haberse producido una sustitución parcial de los grupos estructurales $(\text{Si}_2\text{O}_4)^{4-}$ por grupos $(\text{OH})_4^{4-}$. Esta variedad constituye uno de los granates más apreciados en gemología puesto que da lugar a espléndidas coloraciones en cristales transparentes que se prestan a ser talladas con facilidad originando verdaderas joyas muy apreciadas. Las coloraciones más frecuentes varían entre el amarillo y el marrón. La localidad más conocida es la isla de Ceilán, aunque también se ha encontrado en otros lugares, tales como el Valle de Ala en Piamonte y en el Valle de Bellecombe en Aosta, ambos en Ita

lia, en Maharitra (Madagascar), en Zermat en el Tirol (Austria). En España se ha citado en Fermoselle (Zamora).

Una variedad de grosularia es la cromífera (a menudo con fundida con la uvarovita) de un bello color esmeralda que se presenta en pequeños cristales rombododecaédricos, y que ha sido reconocida en Oxford, Quebec (Canadá).

Otra variedad de grosularia, esta vez vanadífera, de color verde esmeralda, y susceptible de ser tallada como gema, ha sido identificada en Tanzania.

Por último citaremos a la grandita, un granate de composición intermedia entre la grosularia y la andradita.

1.2.5.- Andradita

También la andradita es uno de los granates más comunes, presentándose generalmente cristalizado en formas dodecaédricos. Está formada por silicato de calcio e hierro trivalente, pudiendo contener por sustitución iónica parcial, aluminio, magnesio, manganeso e hierro divalente, lo que da lugar a numerosas variedades de andradita con sus propias características y peculiaridades. El color típico de la andradita es el negro castaño, si bien puede también ser amarilla, castaña o verde brillante.

Generalmente, la andradita se presenta en calizas cristalinas afectadas por un metamorfismo producido por soluciones ferruginosas, por lo que es frecuente encontrarla relacionada con depósitos metálicos explotables.

Andradita de color negro castaño ha sido identificada en

la isla de Elba, y también en Handerson, Carolina del Norte (U. S.A.), Dobschau (Checoslovaquia) y Arendal (Noruega).

La variedad de color negro intenso es la melanita, caracterizada por la presencia en su estructura de titanio, presentándose generalmente relacionada con fenómenos volcánicos (Vesubio, Elba, Somma, etc.). Otras localidades donde se encuentra esta variedad son Arendal (Noruega), Kaisersthal (Alemania) y Magnet en Karkansas (USA). En España se ha citado en Miraflores de la Sierra (Madrid), Huéscar (Granada), Cartagena (Murcia), Cortegana (Huelva) y Burgillos del Cerro (Badajoz).

El demantoide es una variedad de andradita que se presenta con distintos tonos de color verde que varían desde el verde esmeralda al verde oliva. Es el granate típico de los Urales conociéndosele como "granate de Bobrowka" o "esmeralda de los Urales". Se suele presentar incluido en rocas serpentinizadas, generalmente relacionado con depósitos de asbestos. Los lugares más conocidos son el río Bobrowka en los Urales (URSS), aunque también se ha identificado en los Valles de Aosta, Ala y Malenco en Italia.

Otra variedad de andradita es la topazolita, granate de color amarillo dorado similar al topacio, que en forma de diminutos cristales transparentes se encuentra en el Piamonte (Italia).

Otras variedades raras de andradita son la alocroita (con algo de manganeso), poliadelphita, eschorlomita (con titanio), etc.

1.2.6.- Uvarovita

Es el más raro de los granates, habiendo sido frecuente

mente confundido con las variedades verdes de andradita o grosularia, que se le asemejan. Se trata de un granate formado por silicato de calcio y cromo, responsable éste de la coloración verde del mineral, que varía desde un verde esmeralda hasta un verde negruzco. Se suele presentar asociado a depósitos de cromita dentro de las rocas serpentínicas.

Los lugares más conocidos donde se ha localizado este granate son los siguientes; Bissersk en los Urales (URSS), Outokumpu (Finlandia), Grant County en Oregon y Yuba County en California (ambos en USA), Valle de Malenco y Valle de Aosta (Italia). En España ha sido identificada en Benasque (Huesca), y en la Serranía de Ronda (Málaga).

1.2.7.- Calderita

Es una rara variedad del granate constituida por silicato de manganeso e hierro trivalente, que puede contener pequeñas cantidades de calcio en sustitución del manganeso. Se encuentra en el yacimiento de manganeso de Otjosondu, en Africa del Sudoeste. No ha sido citada en España.

1.2.8.- Hanleita

Se trata de una rara variedad de granate formada por silicato de magnesio y cromo, de color verde intenso. Se ha encontrado en Hanle en Cachemira (India).

1.2.9.- Hibschita

Es otra rara variedad de granate, también conocida como plazolita o hidrogrosularia por ser un granate de calcio y aluminio en el que algunos iones Si han sido sustituidos por H. Se encuentra en Aussig, Bohemia (Checoslovaquia).

1.2.10.- Goldmanita

Es una variedad de granate recientemente identificada. Se trata de un silicato de calcio y vanadio localizado en un yacimiento de uranio y vanadio en las cercanías de Alburquerque, en Nuevo Méjico.

1.2.11.- Kimzeyita

Se considera una variedad de granate rico en circonio, aunque su fórmula composicional no se corresponde con la general de los granates, ya que es $\text{Ca}_3 \text{Zr}_2 \text{Al}_2 \text{Si O}_{12}$. Se presenta en negros cristales rombododecaédricos, asociados a apatito, perowsquita y monticellita en Magnet Cove en Arkansas (USA).

1.3.- PROPIEDADES

A continuación se exponen las propiedades físicas de los distintos grupos o tipos de granates:

	Almandino	Piropo	Grosularia	Andradita	Espesartita	Uvarovita
Fórmula química teórica	$(\text{SiO}_4)_3\text{Fe}_3\text{Al}_2$	$(\text{SiO}_4)_3\text{Mg}_3\text{Al}_2$	$(\text{SiO}_4)_3\text{Ca}_3\text{Al}_2$	$(\text{SiO}_4)_3\text{Ca}_3\text{Fe}_2$	$(\text{SiO}_4)_3\text{Mn}_3\text{Al}_2$	$(\text{SiO}_4)_3\text{Ca}_3\text{Cr}_2$
Densidad	4,6	3,7	3,5	3,9	4,0	3,6
Dureza	7,5	7-7,5	6,5-7,5	6,5-7	7-7,5	6,5-7,5
Color	Rojo oscuro Rojo violáceo Rojo castaño	Rojo fuego amarronado o negro	Pardo, rosa, verde, incoloro, rojo, blanco, amarillo	Verde amarillento, negro, incoloro o pardo	Amarillo castaño naranja pardo o pardo	Verde intenso
Índice de refracción	1,78-1,83	1,70-1,76	1,73-1,75	1,88-1,90	1,79-1,81	1,86-1,87
Tamaño de celda unidad	11,53	11,46	11,85	12,05	11,62	11,97

Los granates presentan brillo vítreo, céreo, resinoso o mate. Son translúcidos e incluso transparentes en ejemplares que alcanzan alto valor como gemas.

Los cristales individuales, cuando están bien formados y no contienen impurezas ni sustituciones mineralógicas, llegan a tener un alto grado de tenacidad, rompiendo con dificultad.

La fractura de los granates es irregular, variando según los tipos y grado de pureza, desde astillosa o laminar a concoidea. No presentan exfoliación.

La raya es blanca o del mismo color del ejemplar ligeramente más pálida.

La dureza es la expuesta en la tabla adjunta, si bien se han llegado a medir en algunos ejemplares de almandino, valores superiores a 8 (escala de Mohs).

Dada la gran variedad existente en la composición química de los granates naturales, no todos se comportan del mismo modo ante la acción del calor. Así, casi la totalidad de los granates son infusibles a la llama del mechero Bunsen; sin embargo ante el soplete sí funden, ocupando valores del 3 al 6 en la escala de Van Kobell.

Los términos ricos en hierro (almandino) son los de valores más bajos, fundiendo a una temperatura aproximada de 1.200°C originando masas globulosas magnéticas. En el extremo opuesto se encuentran los granates ricos en cromo (uvarovita), que son prácticamente infusibles.

Permanecen inalterables frente a la acción de los ácidos salvo las variedades titaníferas (melanita, eschorlomita). En el caso de atacar con ácidos un granate previamente fundido, da lugar a una separación de sílice gelatinosa.

1.4.- PROCESOS INDUSTRIALES

Los procesos que ha de sufrir el granate natural para poder ser presentado como un producto adecuado para su utilización industrial, son los siguientes:

- Extracción.
- Clasificación manual.
- Machaqueo.
- Molienda.
- Tamizado.
- Concentración.
- Tratamiento térmico.

La extracción depende en cada caso del tipo de roca contenedora del granate. Así, en la Mina Barton de Nueva York se presenta en una roca ígnea metamorfizada que es explotada en bancos de unos 10 m de altura. El sistema de arranque consiste en dejar caer una pesada bola metálica que desprende grandes fragmentos de roca, y que posteriormente son transportados en camión a los molinos de trituración.

Hay otras minas que explotan depósitos aluviales o niveles de materiales detríticos donde la extracción se realiza mediante dragalinas rastreadoras o Scrappers.

El machaqueo y molienda que se realizan a continuación depende del tipo de producto final que se persigue, ya que éste determina el tamaño de grano a que se ha de llegar en la trituración. Durante esta fase cambia la forma y tamaño de las partículas del granate, no pudiendo controlarse ni el tamaño ni la forma durante el proceso de molienda.

Así, en el caso de que el uso sea granate para telas y papeles abrasivos deberán evitarse los finos, mientras que en los productos para pulido son precisamente los finos que pasen por el tamiz de 300 mallas los que interesan.

El tamizado se puede realizar al final de la molienda, o bien interrumpir ésta para recuperar un tamaño determinado, de modo que en el caso más completo, con gran variedad de productos finales, el tamizado y la molienda se imbrican de forma escalonada.

La concentración es el siguiente paso en la obtención de un producto industrial. Puede realizarse aplicando a cada fracción granulométrica todos o algunos de los siguientes sistemas:

- Separación por corriente de aire o agua.
- Separación por líquidos densos (ferrosilicio, ioduro de metileno, etc.).
- Separación magnética.
- Separación magneto-gravimétrica (separador isodinámico).

Finalmente se somete el concentrado de granate a un tratamiento térmico con el fin de eliminar las impurezas que a veces contiene el granate y las que ha adquirido el producto durante el proceso de preparación, a la vez que se consigue homogeneizar el color del producto final.

Para comercializar el producto se procede a un empaquetado según tamaño de tamiz o tamaños micrométricos.

1.5.- APLICACIONES

Para la industria es el almandino el granate de mayor importancia debido por una parte, a su mayor abundancia respecto a las restantes variedades, y por otra, a sus características y propiedades, que le hacen apto para numerosas aplicaciones. Sin embargo, estas características no son constantes para todos los yacimientos o indicios de almandino existentes en el mundo, por lo que su apreciación y valor industrial varía sensiblemente de unos a otros.

Al ser Estados Unidos el principal productor y consumidor es válido y representativo su modelo de consumo, en el que las principales utilidades del granate son como abrasivo en sus diversas modalidades y para filtrado de aguas.

El granate utilizado en la fabricación de telas y papeles abrasivos representa cerca del 90% del total utilizado en la industria, mientras que las telas y papeles abrasivos de granate representan alrededor del 10% del total de telas y papeles abrasivos producidos.

Estos productos se usan para la consecución del acabado de superficies de metales blandos (aluminio, latón, cobre, etc) caucho endurecido, manufacturas de cuero, celuloide, plásticos, productos cerámicos, etc. También se utiliza, y es la utilización principal de las telas y papeles abrasivos en el lijado de maderas duras, trabajo en el que se obtienen resultados espectaculares, alcanzándose rendimientos muy superiores a los obtenidos con el papel de lija.

El chorro de arena de granate se utiliza para debastar superficies metálicas duras, con la ventaja sobre el chorro de

arena de cuarzo de no contener sílice no combinada, evitándose el peligro de silicosis que éste puede producir; otra ventaja es la mayor densidad del granate respecto del cuarzo, lo que permite una mejor recuperación y posterior utilización del producto.

También se utiliza como granalla en el corte y aserrado de bloques de rocas duras o abrasivas, principalmente las utilizadas como rocas ornamentales (granitos, mármoles y pizarras).

A un tamaño inferior a 200 mallas, el granate se utiliza para el pulimento de las rocas ornamentales (mármoles y granitos), superficies de vidrio y lentes ópticas.

Otra utilización del granate es la fabricación de suelos antideslizantes y muelas abrasivas mezclado con cemento o con pastas cerámicas.

En filtración de aguas se utiliza el granate mezclado con arena de sílice y antracita, obteniéndose excelentes resultados con altos grados de purificación de las aguas. Para este uso no es necesario el empleo de granates de alta calidad, sino que es suficiente con los de calidad intermedia.

Una mínima cantidad de granates reúnen el suficiente grado de pureza, color y tamaño para permitir su talla como piedra semipreciosa. Las diversas variedades existentes como gema son las siguientes:

- Piropo (color rojo sangre de pichón): Granate de Bohemia, rubí de El Cabo y rubí de Anyma.
- Almandino (color rojo oscuro): Carbundo.
- Rodolita (color rojo fuego).

- Grosularia (color anaranjado o amarillo).
- Espesartita (color rojo anaranjado).
- Andradita (color verde oliva o negro metálico).
- Uvarovita (color verde esmeralda).

No existe ninguna normativa específica sobre granates que determine los criterios de calidad y ensayos a realizar, debiendo pues, atenerse a las normas generales sobre productos abrasivos, que o bien se refieren al conjunto de materiales susceptibles de ser utilizados como abrasivos (sílex, granate, esmeril, corindón y carburo de silicio) o los productos acabados.

La normativa recopilada sobre abrasivos ha sido la siguiente:

- UNE 16-162-82.- Definición y designación de los abrasivos aplicados.
- UNE 16-300-75.- Definición, designación, gama de medidas, y perfiles de los productos abrasivos aglomerados. (Equivalente a ISO/R 525).
- UNE 16-326-82.- Rollos en carrete abrasivo aplicado. (Equivalente a ISO-3366-1975).
- UNE 16-327-82.- Rollos en papel y tela de abrasivos aplicados. (Equivalente a ISO-3367-1975).
- UNE 16-328-82.- Rollos de tela de abrasivo aplicado. (Equivalente a ISO -3368-1975).
- UNE 16-329-82.- Discos abrasivos de agujero circular. (Equivalente a ISO-2235-1972 e ISO/DIS-3017-1979).
- UNE 16-330-81.- Hojas de abrasivo aplicado. (Equivalente a ISO/DIS-2235-1979).
- UNE 16-331-82.- Discos abrasivos. (Equivalente a ISO/DIS-3017-1979).

- BS-871-1981.- Abrasive papers and cloths.
- ANSI-B 74.2-1982.- Abrasives. Grading of abrasive mi
crogrits.
- ANSI-B 74.4-1977.- Abrasives. Bulk density of Abrasive
Grains, Test for.
- ANSI-B 74.5-1974.- Abrasives. Capillarity of Abrasive
Grains, Test for.
- ANSI-B 17.6-1977.- Abrasives. Sampling of Abrasive -
Grains, Procedure for.
- ANSI-B 74.8-1977.- Abrasives. Friability of Abrasive
Grain, Ball Mill Test.
- ANSI-B 74-10-1977.- Abrasives. Abrasive Microgrits, Gra
ding of.
- ANSI-B 74-18-1977.- Abrasives. Grain on Coated Abrasii
ve Products. Specification for Grading
of Certain Abrasive.
- ANSI-B 74-19-1980.- Abrasives. Grains. Test for Determining
Magnetic Content of Abrasive.

1.6.- SUSTITUTIVOS

La principal característica de un material para ser usado como abrasivo es su dureza. Cuando la dureza es similar en varios abrasivos hay que considerar otras propiedades tales como tenacidad, fragilidad, tipo de fractura, composición química, etc.

Según su dureza, existen numerosos materiales susceptibles de ser empleados como abrasivos. Según la escala de Mohs:

MOHS	DUREZA	KNOOP
10	Diamante	8.200
9,7-9,8	Carburo de boro	2.800
9,5-9,6	Carburo de silicio	2.500
9,0-9,4	Oxido de alúmina	1950-2200
7-9,0	Esmeril	1.800
8,5	Virutas y esquirlas de hierro	1190-2200
7,5-8	Granate	788-1190
7-8	Lana y bolas de acero	780-1190
7-7,5	Estanrolita y andalucita	788-900
7	Sílice	788
6-7	Olivino	560-820
6	Feldespató	560
5,5-6	Pómez	560

El volumen de granate empleado como recubrimiento abrasivo ocupa un lugar intermedio entre la arena de cuarzo de bajo costo y los abrasivos sintéticos de costo relativamente alto (carburo de silicio y óxido de aluminio fundido).

La supremacía sobre la arena de sílice se fundamenta en el mayor rendimiento del granate según la relación producción/coste, y en la mayor calidad del acabado de los productos hechos de madera, piel, fieltro y plásticos, tratados con abrasivo de granate.

Por el contrario, ante los productos sintéticos los abrasivos de granate están en desventaja, en primer lugar porque al tratarse de productos naturales es muy difícil mantener una calidad uniforme del producto comercial, mientras que con los productos sintéticos artificiales este objetivo es fácilmente alcanzable; en segundo lugar existen algunas aplicaciones en las que los abrasivos artificiales ofrecen un mayor rendimiento y mejor acabado que los fabricados con granate; tal es el caso de los devastados de superficies metálicas.

Entre los productos naturales utilizables como abrasivo además del granate se pueden destacar sílice, silicatos, carbón y esmeril.

Las arenas de sílice tiene una amplia utilización como abrasivo barato y de relativa dureza; se usa especialmente en chorro de arena para el debastado de superficies metálicas. Presenta el grave inconveniente de producir silicosis. Otros minerales silíceos tales como trípoli, diatomita y pumita, también se usan como abrasivos. También el olivino y el feldespato están reconocidos como abrasivos suaves, aunque no es ésta la mejor ni más común utilización que se puede hacer de ellos.

La alúmina natural más pura se presenta en la naturaleza en forma cristalina, corindón a menudo teñida dando lugar a gemas de alto valor tales como el rubí o el zafiro.

También se presenta en forma impura, conocida como esmeril, con impurezas de hierro, titanio, sílice y magnesio. Según la escala de dureza de Mohs llega a alcanzar el grado 9, detrás únicamente del diamante, lo que le define como un excelente abrasivo.

Entre los productos abrasivos artificiales pueden destacarse, por su importancia el óxido de aluminio fundido, diamante sintético, y el carburo de silicio.

La alúmina fundida, como hemos visto en el apartado de aplicaciones, se emplea para los mismos usos que el granate - con el único inconveniente de su mayor precio, y la gran ventaja de su homogeneidad como producto comercial. También se utiliza como refractarios de alto contenido en alúmina, tanto en forma de bloque como de arena, lo que permite un mayor volumen en la producción y resistir mejor los altibajos de la demanda al estar diversificada la utilización final del producto.

Se obtiene por fusión en horno eléctrico a partir de bauxitas impuras, obteniéndose dos calidades, la marrón con un 94-97% de Al_2O_3 y la blanca (Bayer), con un 99,5-99,9% de Al_2O_3

El diamante artificial puede usarse como abrasivo en muchas de las operaciones en las que se usa el granate, particularmente en las de pulimento de materiales duros, tales como lentes ópticas, metales y materiales cerámicos.

El carburo de silicio es un material sintético compuesto de silicio y carbono. Modernamente la fuente de sílice la constituyen las arenas silíceas muy puras (99,5% de SiO_2), y la del carbono es de coke el petróleo. La reacción tiene lugar en un horno eléctrico a una temperatura de 2.400° C. Las cali

dades comerciales de carburo de silicio son tres: verde (más de 99,5% de SiC), semi-verde, y negro (99% de SiC).

Como abrasivo es muy utilizado en la fabricación de muelas abrasivas, preparación de debastado y corte de superficies de mármol, cerámicas, de aluminio, cuero, y vidrio; también se utiliza como recubrimiento de papeles y telas abrasivas, en chorro de arena y en superficies antideslizantes.

El abrasivo sintético más recientemente obtenido es el de alúmina-circón que contiene alrededor de un 25% de circón y el resto de alúmina. El sistema de fabricación es similar al de alúmina fundida en horno eléctrico.

2.- METODO DE TRABAJO

Un trabajo como el que nos ocupa, que trata de inventariar y caracterizar los indicios existentes de granates a nivel nacional, debe orientarse según tres aspectos fundamentales: geológico (localización y primera evaluación de reservas), económico (financiación y mercados) y técnico (explotabilidad del material).

Lógicamente, las técnicas seguidas y las características analizadas en cada aspecto han de ser diferentes. No obstante todas ellas se complementan para alcanzar un objetivo común: conocer la rentabilidad de la explotación de granates en España.

Se inicia el estudio con una minuciosa recopilación bibliográfica de la información existente sobre indicios de granates en el territorio nacional, desde los puntos de vista geográfico, geológico, técnico y económico.

Basándose en esta información se planificaron y realizaron una serie de itinerarios de campo al objeto de reconocer "de visu" todos los indicios bibliográficos recopilados. Durante la etapa de campo se amplió la relación de indicios a reconocer gracias a las informaciones orales recogidas.

De cada indicio se reconocieron sus características más destacables desde los puntos de vista, anteriormente citados, geográfico, geológico, económico y técnico, que permitieran co

nocer la existencia, amplitud de afloramiento, tipos litológicos, tipo y cantidad relativa de los granates, etc.

Simultáneamente se efectuó un desmuestre que permitiera identificar, por una parte, el tipo de roca contenedora de los granates, y por otra, las características físicas, químicas y mineralógicas de los granates. En esta fase se dieron casos de que varios de los indicios bibliográficos recopilados se ubicaban en el mismo nivel o formación litológica, lo que indujo a unificarlos y ejecutar un solo desmuestre representativo.

Asimismo, se dio el caso de que bastantes de los indicios bibliográficos no eran más que verdaderas "curiosidades mineralógicas" sin ningún interés desde el punto de vista de su posible explotación industrial, por lo que en estos casos no se realizó el desmuestre previsto o se hizo de un modo restrictivo, con vistas únicamente a su ubicación geológica o litostratigráfica.

Una vez finalizada esta etapa de reconocimiento se procedió a la realización de los análisis químicos, análisis mineralógicos por difracción de rayos X, y estudios petrográficos de lámina delgada, que permitieron, junto con todos los datos ya recogidos, proceder a la selección de los indicios de posible interés con vistas a una futura explotación.

Estos indicios seleccionados fueron de nuevo visitados, estudiándose en ellos las posibles variaciones de los granates a lo largo y ancho de la formación litológica caja, homogeneidad de la concentración, explotabilidad, accesos, características de la roca con vistas a su laboreo y manipulación, etc.

En esta fase se levantó una cartografía geológica defi

niendo los niveles o tramos granatíferos y plasmando el entorno geológico, y demás características de posible interés. Simultáneamente se realizó un desmuestre de los granates, extrayéndolos de la roca "in situ" cuando fue posible (caso de rocas blandas o disgregables) o bien como fragmentos de la roca granatífera (caso de rocas duras o compactas). En este último caso hubo de procederse a una separación de los granates posterior a un machaqueo y molienda.

Estas muestras fueron sometidas a análisis químicos, análisis mineralógicos por difracción de rayos X y determinaciones de las densidades e índices de refracción. Finalmente fueron enviadas a una fábrica de abrasivos donde fueron comparadas con las muestras standard utilizadas en la fabricación de telas y papeles abrasivos.

Con todos los datos obtenidos se procede a la elaboración de este informe.

3.- COMERCIO DEL GRANATE

3.1.- PRODUCCION MUNDIAL

La producción mundial de granate en 1981 se estimó en 37.870 Tons. La evolución de la producción mundial en el período 1950-1981 ha sido la siguiente:

PRODUCCION																		
AÑOS	1950	1960	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Estados Unidos	-	-	20,458	18,837	18,984	18,916	22,772	24,684	17,204	24,505	20,022	22,058	23,303	26,909	25,471	27,303	30,800	36,200
Resto del mundo	-	-	2,802	2,120	1,795	4,135	3,720	4,650	5,363	4,610	2,457	5,708	9,617	7,120	10,020	-	-	-
TOTAL	9,304	10,522	23,260	20,957	20,779	23,051	26,492	29,334	22,567	29,115	22,479	27,766	32,920	34,029	35,491	-	-	-

Se desprende de estos datos que la producción en 1981 ha sido cuatro veces superior a la obtenida en 1950. Los incrementos de producción más espectaculares tuvieron lugar en las décadas de los 60 y 70.

Hay que señalar que la mayor parte de esta producción corresponde a Estados Unidos. Así en 1970 la producción de USA fue de 18.837 t, lo que representa el 89,88% del total de la producción mundial, mientras que en 1979, Estados Unidos produjo 23.303 t de granate, que equivale al 70,78% del total mundial. Hay que señalar el espectacular descenso de la producción en 1975, que rompe la tendencia de los años anteriores y posteriores.

Estas cifras dan idea del aumento de producción conseguido por los restantes países productores principalmente Austria e India, mediante la puesta al día de la tecnología empleada en los procesos industriales a que es sometido el granate antes de su utilización industrial, fundamentalmente en el campo de los abrasivos.

Al ser Estados Unidos el mayor productor y consumidor de granates del mundo, es su industria la que determina las variaciones del comercio de estos productos.

O F E R T A											
AÑOS	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
t											
Producción minas	20.458	18.837	18.984	18.916	22.772	24.684	17.204	24.565	20.022	22.058	23.303
Stocks en Industrias Enero, 1	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
TOTAL OFERTA	26.458	24.837	24.984	24.916	28.772	30.684	23.204	30.565	26.022	28.058	29.303

Estas cifras definen claramente la situación estacional existente en la producción de granates, con un leve descenso del 10% a comienzo de la década de los 70. Hay que señalar el anómalo año 1975.

DISTRIBUCION DE LA OFERTA											
AÑOS	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
t											
Stock en Industrias Dic. 31	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Exportación	3.000	3.000	3.000	3.000	4.000	5.000	3.000	3.000	3.200	3.400	3.500
Demanda industrial	17.458	15.837	15.984	15.916	18.772	19.684	14.204	21.565	16.822	18.658	19.803

Los stocks en fábrica de alrededor de 6.000 t entran dentro de los niveles normales de trabajo en la industria de abrasivos. La exportación mantiene unos niveles en cifras absolutas con ligera tendencia a aumentar, si bien comparando las

cifras de exportación con la producción total de las minas de Estados Unidos se observa un descenso porcentual de la exportación del 14% al 9% sobre la producción entre los años 1970 y 1979.

MODELO DE CONSUMO											
AÑOS	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Cerámica y vidrio	4.000	3.000	2.000	2.000	2.200	1.700	600	1.100	800	900	1.000
Aplicaciones y equipo (made ra)	1.700	2.500	3.900	4.100	4.500	3.800	1.300	3.400	2.600	3.200	3.400
Aviación	5.700	4.500	4.000	3.500	3.400	5.100	5.200	6.800	4.800	4.700	4.500
Otros transportes	1.500	1.500	1.300	1.200	1.100	1.600	1.700	2.200	1.600	2.000	2.700
Filtración	-	300	600	1.100	1.700	2.100	2.600	3.100	3.500	3.800	4.200
Componentes electrónicos	1.500	2.500	3.600	3.600	4.300	4.000	2.100	3.600	2.400	2.800	2.900
Otros	3.058	1.537	584	416	1.572	1.384	704	1.365	1.122	1.258	1.103
TOTAL DEMANDA	17.458	15.837	15.984	15.916	18.772	19.684	14.204	21.565	16.822	18.658	19.803

La tendencia a un mayor consumo de granates en Estados Unidos se presenta clara únicamente en las industrias de filtración de aguas, aplicaciones y equipos, componentes electrónicos y las de transporte, excepto las de aviación en las que la demanda está estacionada o ligeramente fluctuante, mientras que en cerámica y vidrio el consumo de granates ha descendido vertiginosamente.

El precio del granate en Estados Unidos ha evolucionado según la tabla siguiente:

U.S. \$/t \ AÑOS	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Precio real	71	83	94	86	83	97	101	89	95	90	99	131	155	165	223	257	252	222	279	308	333	395	325
Precio en dólares constantes de 1978	163	187	208	189	179	206	211	182	188	173	182	230	258	261	339	369	330	265	317	330	333	363	273

El precio del granate en 1979 oscila desde 125 dólares U.S./t en algunas bajas calidades para chorro de arena a 1.100 dólares U.S./t en los granates de alta calidad para abrasivos (tipo Nueva York). En la tabla adjunta se exponen los precios promedios sin distinguir los de las distintas calidades.

Durante el período 1970-79 el precio del granate de alta calidad para abrasivo ha aumentado proporcionalmente más que el del granate de baja calidad para chorro de arena, habiendo seguido el primero una evolución similar a la sufrida por la alúmina fundida o el carburo de silicio.

Si asignamos a los precios de estos cuatro materiales en 1971 un índice de 100, en 1979 al precio del granate de alta calidad le corresponde un índice de 185, al de baja calidad para chorro de arena, 153, a la alúmina fundida 182 y al carburo de silicio, 198.

Además de Estados Unidos son productores de granates India, Australia, República de Sudáfrica, U.R.S.S., China y Sri Lanka. Según datos de Mineral Commodity Summaries de 1982, la distribución de la producción minera de granates por países en los años 1980 y 1981 es la siguiente:

PAISES	Producción minera (t)	
	1980	1981
USA	26.909	27.850
India	4.100	5.000
Australia	1.000	3.000
Rep. Sudáfrica	1.000	1.000
URSS	500	500
China	400	400
Sri Lanka	20	20
Otros países	100	400
TOTAL MUNDIAL	34.029	37.870

3.2.- TENDENCIA FUTURA DEL MERCADO

Al referirnos a la demanda futura en el mercado del granate, hay que volver a insistir en que Estados Unidos marca la pauta, dada su primacia como primera potencia, a la vez productora y consumidora.

La demanda interior de granate en Estados Unidos para el año 2.000, según las previsiones efectuadas, debe estar entre 29.000 y 62.000 t aunque lo más probable es que sea próxima a las 37.000. La tasa de crecimiento anual prevista, se calcula entre 1,9% y 5,5%, si bien se espera sea cercana al 3,1%.

Los valores de la proyección estadística para cada utilización final del producto se ha obtenido mediante el análisis de las series históricas, y las cifras sobre previsiones, mediante la correlación de indicadores tales como los índices GNP y FRB.

Toneladas Usos	D E M A N D A				
	Año 1978	Proyección estadística	Previsiones año 2000 para U.S.A		
			Posible		Probable
			Bajo	Alto	
Cerámica y vidrio	900	0	300	1.000	600
Aplicaciones y equipamientos (Madera)	3.200	8.000	6.000	9.500	8.300
Aviación	4.700	9.600	9.000	19.000	9.600
Otros transportes	2.000	2.800	2.800	7.000	4.000
Filtración	3.800	15.000	7.600	15.000	10.000
Componentes electrónicos	2.800	21.000	2.800	7.800	2.800
Otros	1.258	0	500	2.700	1.300
T O T A L	18.658	-	29.000	62.000	37.000

Las previsiones para el año 2.000 se han hecho considerando tanto las contingencias positivas como las negativas, tales como avances tecnológicos, nuevas aplicaciones, y competencia de otros materiales sustitutivos de los granates, tanto naturales como artificiales.

En el caso de las industrias cerámicas y de vidrio la demanda de granate decrecerá probablemente en el año 2.000 pudiendo llegar a ser nula, siendo desplazado por otros abrasivos más baratos, duros, homogéneos o capaces de obtener mejores resultados.

Las previsiones de demanda para los usos restantes son de aumento paulatino que llegará a duplicar-triplicar en el año 2.000 la de 1978, excepto en el caso de los componentes electrónicos y semiconductores, que se mantendrá en los mismos niveles.

Basándose, asimismo, en las series históricas de datos sobre producción se puede aventurar una producción de granate en Estados Unidos para el año 2.000 de unas 36.000 t, cifra que coincide sensiblemente con la de la demanda interior. Sin embargo, teniendo en cuenta las posibles exportaciones se puede llegar a una previsión de producción de unas 39.000 t para el año 2000.

Según los cálculos sobre previsiones de la demanda en Estados Unidos la demanda acumulada hasta el año 2000 será de 520.000-820.000 t. De la misma manera para el resto del mundo se prevé, para el mismo año, una demanda acumulada de 380.000-600.000 t, lo que significa que la demanda total hasta final de siglo será de 900.000-1.420.000 t.

4.- RECONOCIMIENTO DE INDICIOS

Se comenzó esta fase con una recopilación bibliográfica de indicios que trató de ser exhaustiva, de la que se obtuvo una primera información en la que se basó la planificación de una serie de itinerarios que, de forma sistemática, permitieron reconocer y, en su caso, demostrar los citados indicios.

La relación de indicios reconocidos es la siguiente:

Prov. de Almería

- Hoyazo de Níjar
- Sierra Alhamilla
- Bayarque
- Bacaes
- Huebra
- Cortijada El Pilar
- Macael
- Lubrín
- El Chive

Prov. de Asturias

- Boal
- Carlés
- Soto de los Infantes
- Godán
- Porcía

- Castropol
- Lena

Prov. de Avila

- Cebreros
- Arenas de San Pedro.

Prov. de Badajoz

- Burgillos del Cerro
- Azuaga
- Llera
- Higuera de Llerena

Prov. de Barcelona

- Sitges
- Tibidabo

Prov. de Cáceres

- Garrovillas

Prov. de Córdoba

- Sierra Albarrana

Prov. de Gerona

- Palamós
- Port Lligat
- Cadaqués

- Cabo Creus
- Rosas
- Palafurgell

Prov. de Granada

- Puntal de la Caldera
- Cañadillas
- Loma de las Yeguas
- Cruz del Contadero
- Sur de Pinos Genil
- Cerrillos Negros
- Pradillos Matín
- Capileira
- Alegas
- Ctjo. La Campana
- Puerto de La Ragua

Prov. de Guadalajara

- Bustares

Prov. de Huelva

- Minas de Cala

Prov. de Huesca

- Benasque
- Gistain

Prov. de Jaén

- Linares

- Navamorquín

Prov. de La Coruña

- Punta Felgueira
- Sierra Capelada
- Cedeira
- Noya
- Ría de Muros

Prov. de Lérida

- Bossots

Prov. de Madrid

- Valdemaqueda
- Pto. de La Hiruela
- El Berrueco
- Montejo de la Sierra
- El Escorial
- Santa María de la Alameda
- Pico San Pedro (Colmenar Viejo)

Prov. de Málaga

- Alora
- Carratraca
- Yunquera
- Chapas de Marbella
- Fuengirola
- Benalmádena
- Portugalejo
- Marbella

Prov. de Murcia

- Mazarrón

Prov. de Orense

- Viana del Bollo

Prov. de Palencia

- Vega de Riarcos
- Baños de la Peña

Prov. de Pontevedra

- Poyo

Prov. de Salamanca

- Aldeadavila de la Rivera
- Martínamor
- Béjar
- Candelario
- Villamayor
- Almenara

Prov. de Segovia

- Ayllón
- Riaza
- Pedraza de la Sierra
- Vegas de Matute

Prov. de Toledo

- Guadamur
- Toledo

A continuación se describen sucintamente los indicios de la relación anterior en los que los granates aparezcan como mineral principal o secundario, dejando aparte los que sólo lo contengan como accesorio.

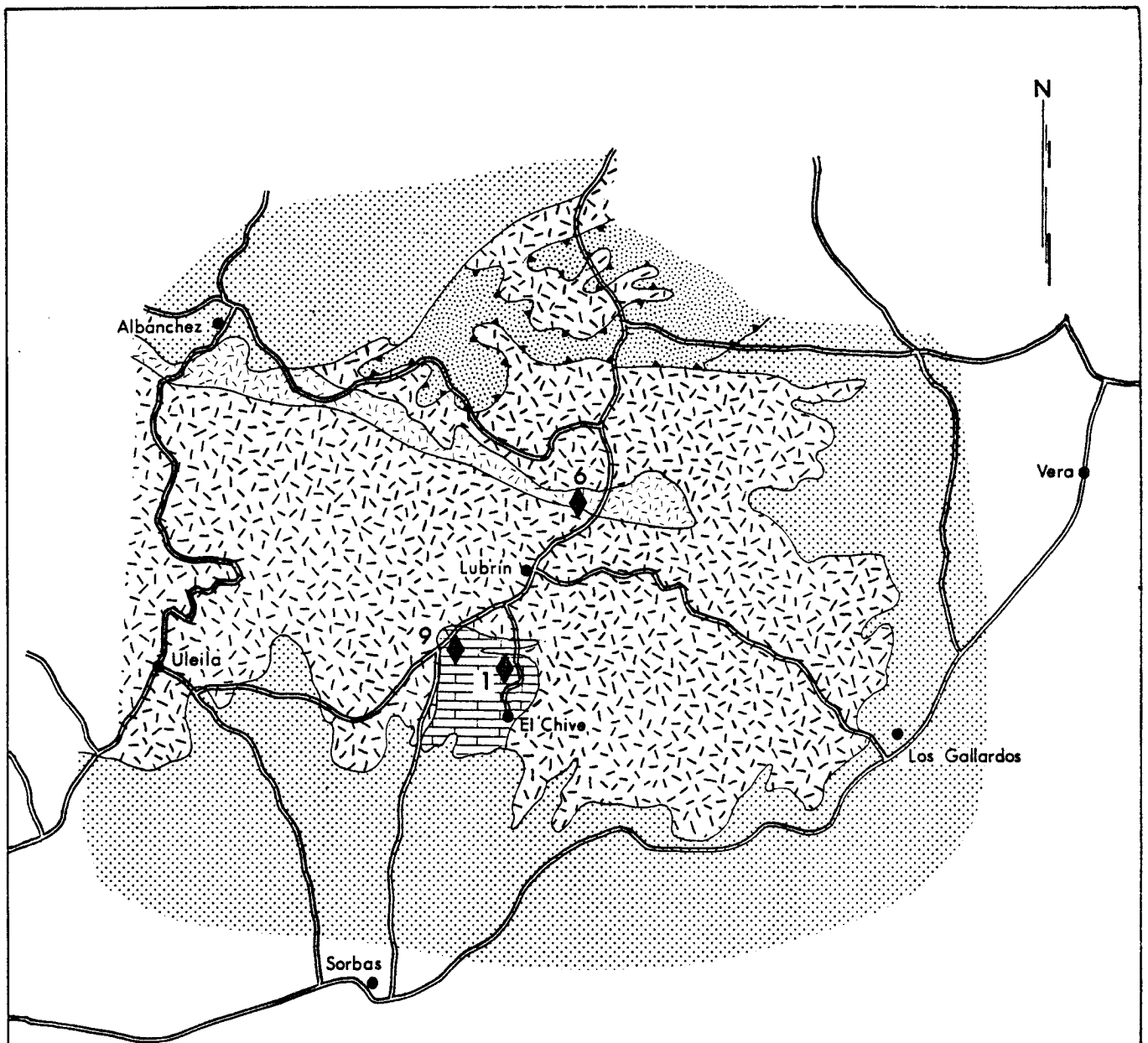
4.1.- ALMERIA

En esta provincia existen numerosos indicios de granates, como corresponde a una región en la que son inmensos los afloramientos de rocas metamórficas que componen las formaciones de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas, pertenecientes a los complejos Nevado - Filábride y Alpujárride.







También se han localizado algunos indicios de granates en rocas intrusivas (metabasitas) asociadas a todos los complejos estructurales, y en rocas volcánicas (dacitas), representantes del vulcanismo calcoalcalino potásico del SE español.


El hecho de que muchos de estos indicios se localicen en las mismas formaciones litoestratigráficas y posean, por tanto, características comunes, nos induce a agruparlos en su descripción a fin de evitar la reiteración.

Así, los indicios de El Chive (nº 1), Bayarque (nº 2) Macael (nº 3) situados en las Hojas n^{OS} 1.014 (Vera) y 1.013 (Macael) del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000 están localizados en los micasquistos granatíferos, a veces grafitosos, de la Formación Nevada (Precámbrico-Pérmico) perteneciente al Complejo Nevado-Filábride, que se presentan alternando con cuarcitas e intercalaciones de niveles carbonatados. Los granates son ricos en almandino, presentándose en cristales euhedrales rombodecaédricos de color marrón oscuro y tamaños muy variables, desde milimétricos a superiores a 1 cm de diámetro, distribuidos de forma bastante regular en la formación, alcanzando sólo localmente altas concentraciones (caso del indicio de El Chive. Ver apartado 5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES).



LEYENDA

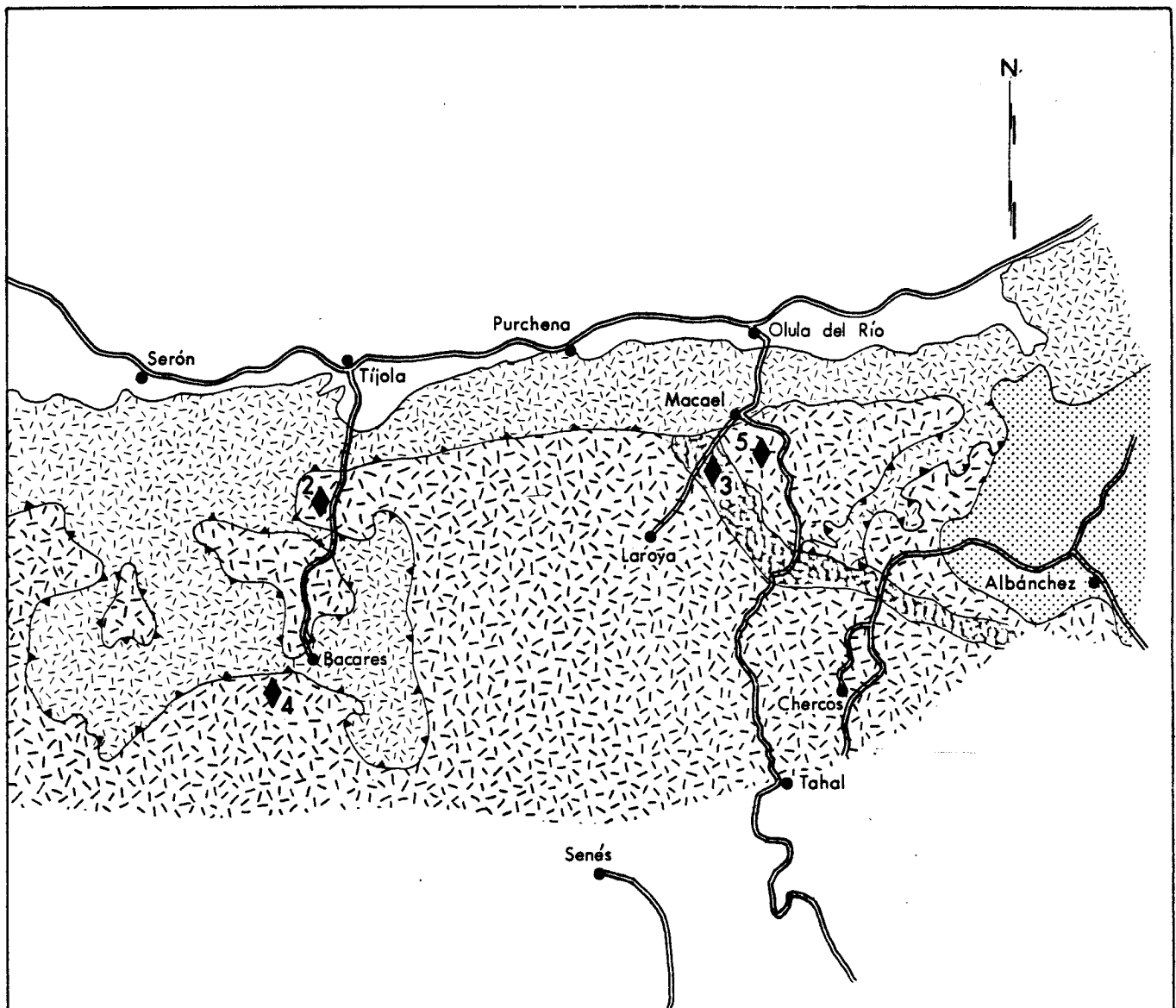
-  Sedimentos neogenos
 -  Complejo Alpujárride
 -  Micasquitos, anfibolitas, mármoles y gneises
 -  Micasquitos con granate
 -  Micasquitos, cuarcitas y calizas con granates
- } COMPLEJO NEVADO FILABRIDE
- 9**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ALMERIA I	PLANO Nº
CONSULTOR		






Por lo general, los granates de la Formación Nevada se presentan fracturados, corroidos superficialmente e incluso parcialmente alterados a clorita, biotita, moscovita y/o cuarzo, dándose con cierta frecuencia las estructuras de tipo atolón. En estos micasquistos, los granates representan uno de los minerales constituyentes principales, junto con la estaurolita y la distena.


Los indicios de Bayarque-Bacares (nº 4), Macael (nº 5) y Lubrín (nº 6) también situadas en las Hojas 1.013 (Macael) y 1.014 (Vera) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 coinciden en su litología, puesto que se encuentran en los micasquistos cuarcíticos con granates pertenecientes a la Formación Las Casas de edad triásica y perteneciente al Complejo Nevado-Filábride. En este caso los granates, aunque abundantes, lo son menos que los anteriormente descritos, no habiéndose localizado altas concentraciones, y su tamaño medio es sensiblemente menor, del orden de 2-3 mm de diámetro. La composición mineralógica es similar a los anteriores, perteneciendo por tanto al tipo almandino. Desde el punto de vista petrológico, en estos micasquistos los granates aparecen como mineral secundario, en proporciones menores de las que lo hacen otros, tales como la biotita, albita, cloritoide, cuarzo, y otros.

El indicio de Sierra Alhamilla (nº 7) localizado en la Hoja nº 1.045 (Almería) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, se encuentra situado en los niveles de micasquistos y gneises de la Unidad de Castro del Complejo Nevado-Filábride y edad permo-triásica, que ocupa altas cotas de la ladera Sur de Sierra Alhamilla, de difícil acceso. Estos niveles contienen considerables cantidades de granates ricos en almandino, de tamaños milimétricos por término medio, aunque es posible encon



LEYENDA

-  Sedimentos neógenos
 -  Complejo Alpujarride
 -  Micasquistos, anfibolitas, mármoles, etc.
 -  Micasquistos con granate
- } COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE
- 4**  Indicio de granate

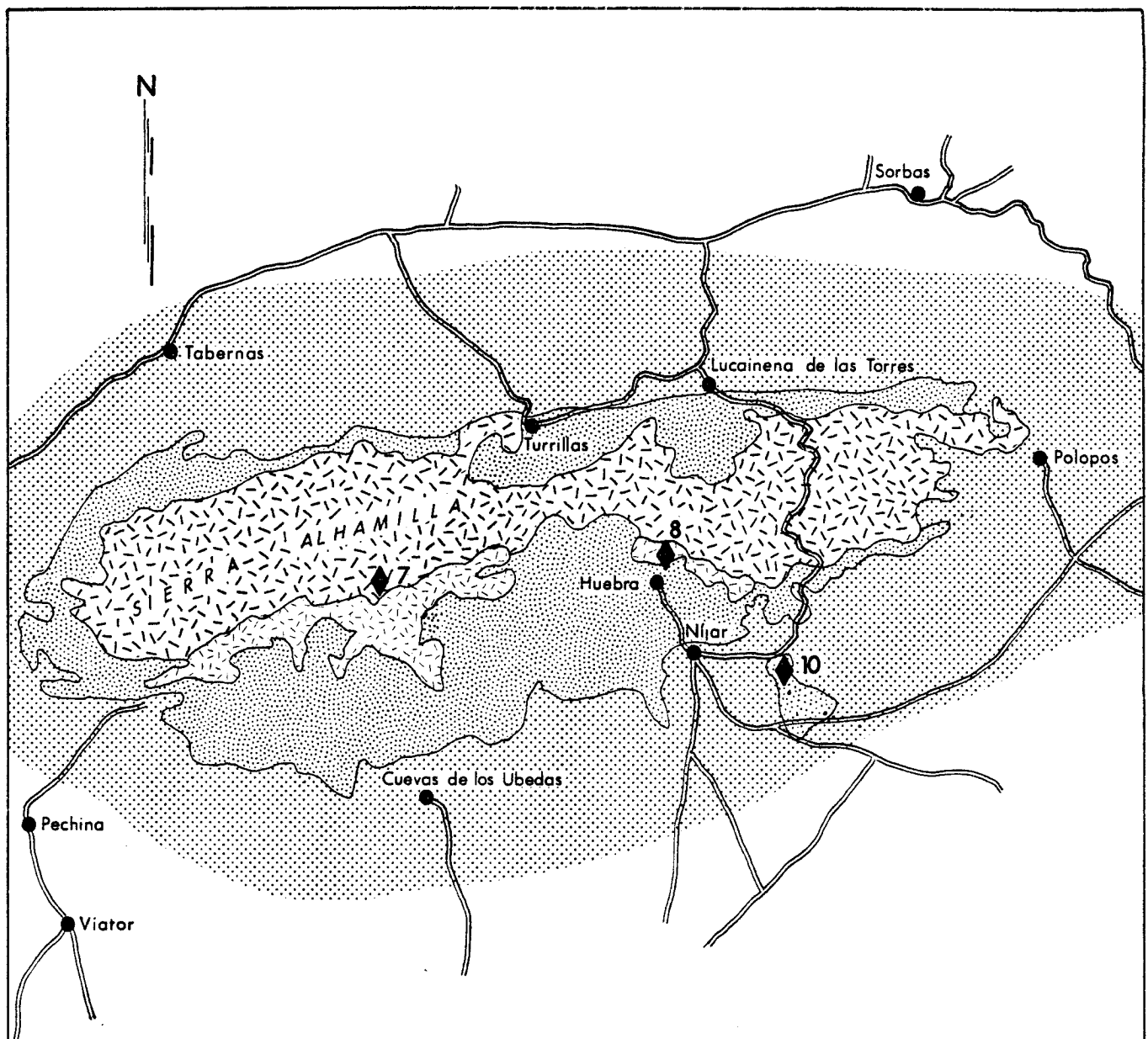
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ALMERIA II	PLANO Nº
CONSULTOR		

trar algunos con diámetro cercano a 1 cm.







El indicio de Huebra (nº 8) localizado en la Hoja nº 1.045 (Almería) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 está incluido en la Formación Baños perteneciente al Complejo Alpujárride, con una edad paleozoica. Esta unidad se encuentra localizada en la ladera Sur de la Sierra Alhamilla, entre Pechina y Níjar, de forma discontinua, en las cotas inmediatamente inferiores a las ocupadas por la Unidad de Castro, que cabalga sobre aquella. La litología del indicio está definida por micas quistos oscuros, de color marrón a negros, que contienen gran cantidad de pequeñísimos granates de tipo almandino, que excepcionalmente alcanzan tamaños milimétricos, y que se presentan bien cristalizados con formas euhedrales. Con cierta frecuencia sus núcleos están sustituidos por cuarzo y micas. Los de mayor tamaño suelen estar muy fracturados.


En la Cortijada de El Pilar, situada en la carretera de Uleila del Campo a Lubrín, se ubica el indicio nº 9, dentro de la superficie de la Hoja nº 1.014 (Vera) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 que corresponde a granates de tipo almandino que, con tamaño medio de 1 mm, se presentan incluidos en las metabasitas que atraviesan todos los complejos tectónicos béticos. Se trata de rocas masivas de color verde oscuro (color debido al predominio de anfíboles en su composición).

El indicio del Hoyazo (nº 10) se localiza en la Hoja nº 1.014 (Carboneras) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y constituye quizá el lugar más conocido de la Península en cuanto a la existencia de granates se refiere. Situado en las cercanías de Níjar, a unos 3 km en dirección SE, está formado por varios afloramientos volcánicos de naturaleza dací



LEYENDA

-  Sedimentos neógenos y cuaternarios
 -  Volcánico y aluvial
 -  Filitas, cuarcitas, dolomias y conglomerados
 -  Micasquistas con granates
 -  Unidad de Castro. COMPLEJO NEVADO FILABRIDE
- } COMPLEJO ALPUJARRIDE
-  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ALMERIA III	
CONSULTOR	PLANO Nº	

tica que engloba numerosos blastos de almandino y cordierita, así como frecuentes fragmentos de rocas metamórficas (cuarcitas, gneises, micasquistos) y plutónicas (gabros, dioritas, etc.) que, a su vez, son portadoras de granates.

Como consecuencia de la erosión de la roca volcánica, también se encuentran gran cantidad de granates en los sedimentos cuaternarios que reubren una gran extensión al Sur del Hoya zo, lugar donde fueron explotados con fines industriales en el pasado.

Son granates de tipo almandino, bien cristalizados en formas euhedrales de hábito trapezoédrico o rombododecaédrico, color rojo vino a violeta, traslúcidos en casos, y tamaños que oscilan desde microscópicos hasta los 5 mm, aunque con cierta frecuencia pueden encontrarse ejemplares que alcancen los 8-10 mm de diámetro.

Se ha considerado este indicio como interesante, por lo que se le dedica mayor atención en el apartado 5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES.

4.2.- ASTURIAS

Existen en esta provincia varios indicios de granates. En la Hoja nº 27 (Tineo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 existen varios pequeños stocks de granitoides que han dado lugar a un metamorfismo de contacto de escasa potencia en las rocas encajantes, si bien de alta temperatura en las inmediaciones de los stocks. Estos granitoides se localizan en Aciana-Godán (nº 11) y Carlés (nº 12).

Las paragénesis encontradas son propias del metamorfismo térmico de rocas calcáreas o calcosilicatadas, encontrándose en ellas granates del tipo grosularia que carecen de interés industrial.

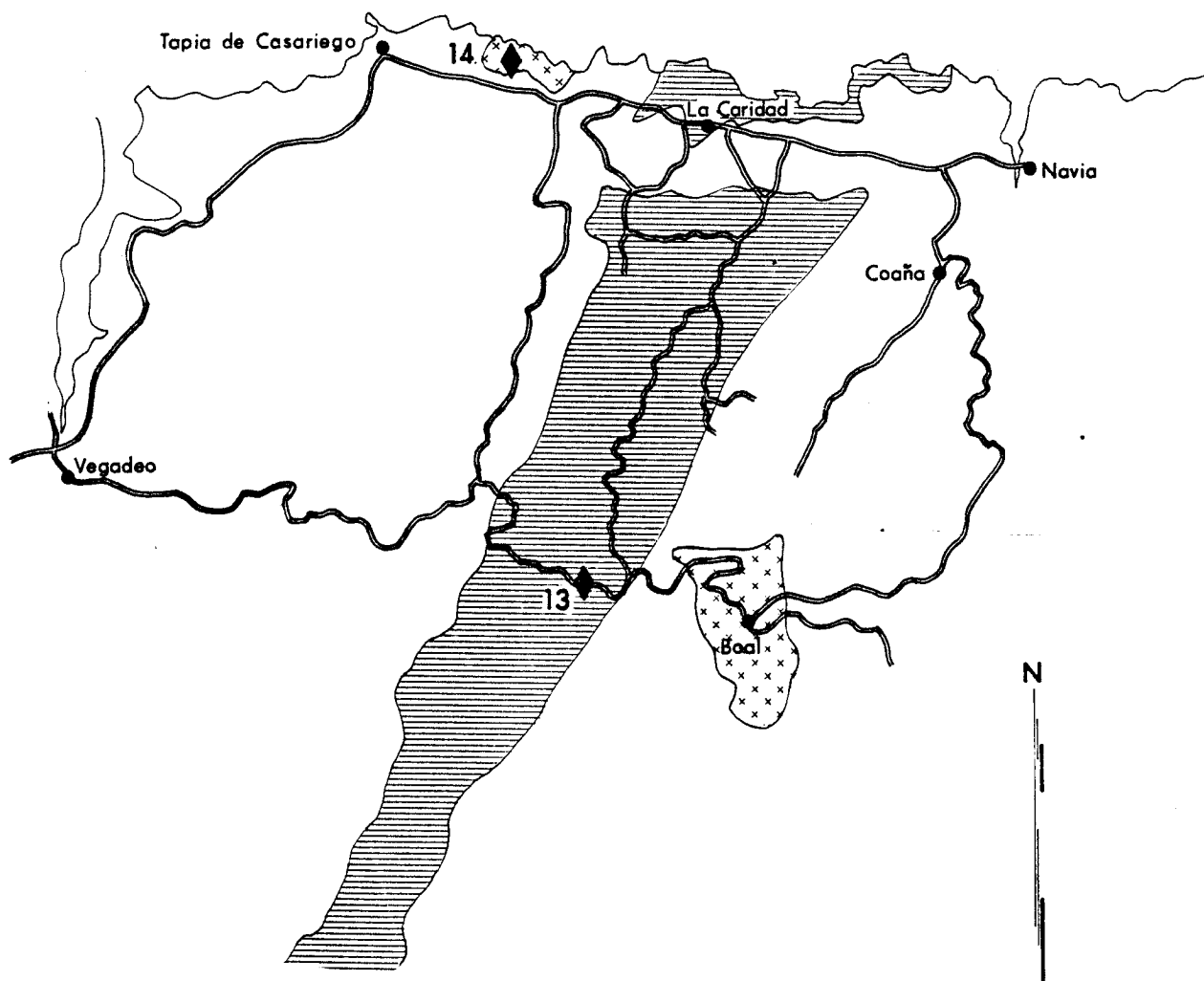
Existe otro indicio de granates de tipo almandino, localizado al SE de Brañalibel, en el paraje denominado Casa de Santín (nº 13), dentro de los límites de la Hoja nº 25 (Vega deo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

El indicio se encuentra situado en la formación denominada Pizarras de Luarca (Ordovícico Medio), afectada por un metamorfismo regional de grado intermedio al que se superpone un metamorfismo térmico causado por el stock de El Pato y el plutón de Boal. Son pizarras negras, masivas, ricas en piritita con algunas intercalaciones arenosas.




Aunque se trata de un estrecho nivel de menos de 1 m de potencia y posición subvertical, se ha considerado de cierto interés por la alta proporción de granate que llega a alcanzar (hasta el 80% del total de la roca). Se presentan los granates en pequeños cristales de hasta 4 mm de diámetro; los cristales están redondeados, y frecuentemente, fracturados. Son almandi

M A R

C A N T Á B R I C O



L E Y E N D A

-  Pizarras y areniscas. (F. Luarca) CAMBRICO-ORDOVICICO
-  Granito de dos micas
- 13**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		PLANO Nº
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ASTURIAS I	

LEYENDA

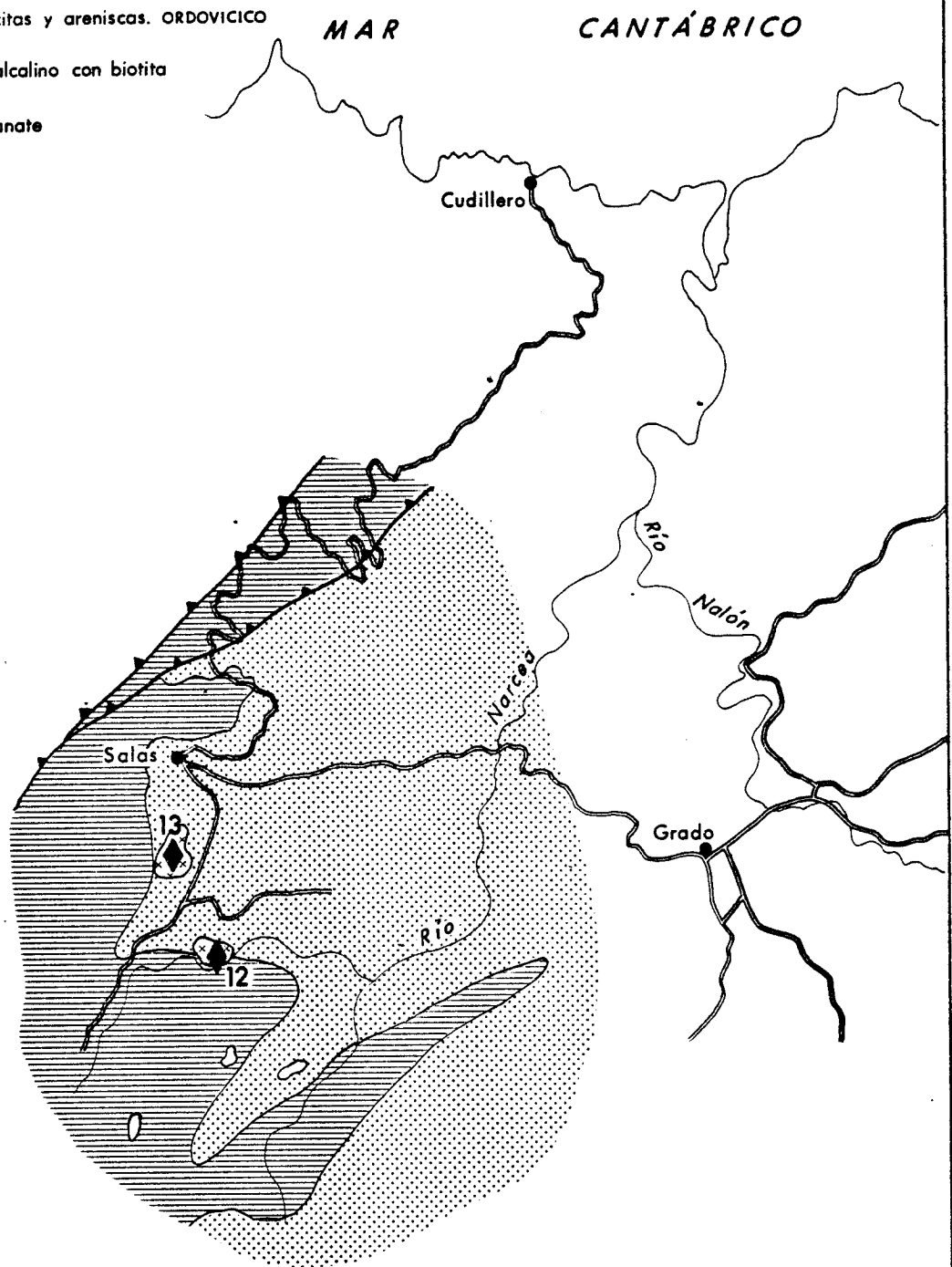
 Areniscas, pizarras, cuarcitas y calizas. DEVONICO-CARBONIFERO

 Pizarras, cuarcitas y areniscas. ORDOVICICO

 Granito calcoalcalino con biotita

13  Indicio de granate

N



<p>DIBUJADO G. GONZALEZ</p>	<p>MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</p>		
<p>FECHA MAYO, 1985</p>			
<p>AUTOR</p>	<p>PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA</p>	<p>CLAVE</p>	
<p>ESCALA 1 / 200.000</p>		<p>CONSULTOR</p>	<p>PLANO Nº</p>
<p>MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ASTURIAS II</p>			

nos de gran pureza, cercanos a la fórmula teórica. (Ver apartado 5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES).

Es posible la existencia de otros niveles similares a éste dentro de la formación Pizarras de Luarca, aunque debido a su poca entidad y las dificultades de reconocimiento en la zona que se trata (zona de brañas), no han podido localizarse.

Según reseñas bibliográficas consultadas existen otros indicios de granates en las aureolas metamórficas de contacto de los stocks de Porna (nº 14), Salave y Represas situados dentro de los límites de la Hoja nº 10 (Ribadeo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, aunque no tienen ningún interés económico.

Del mismo modo se tienen noticias bibliográficas de indicios de granates en las arenas cuaternarias de Castropol, en la misma Hoja nº 10 (Ribadeo), si bien no ha podido confirmarse su existencia en el reconocimiento de campo.

También se ha citado la existencia de granates en las pizarras cloríticas de Lena, en la Hoja nº 78 (Pola de Lena) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

4.3.- AVILA

Los indicios de granates existentes en esta provincia se encuentran localizados en los materiales metamórficos de las Sierras de Gredos y Guadarrama.

Se trata de granates microscópicos ricos en almandino que carecen de interés industrial. En lámina delgada se pueden observar estructuras en atolón en la que los núcleos de los granates están transformados a biotita, moscovita, plagioclasa y cuarzo, amoldándose a la esquistosidad de la roca.




Algunos de los indicios reconocidos son Cebreros (nº 15) y Arenas de San Pedro (nº 16), en las Hojas 557 (San Martín de Valdeiglesias) y 578 (Arenas de San Pedro) respectivamente del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

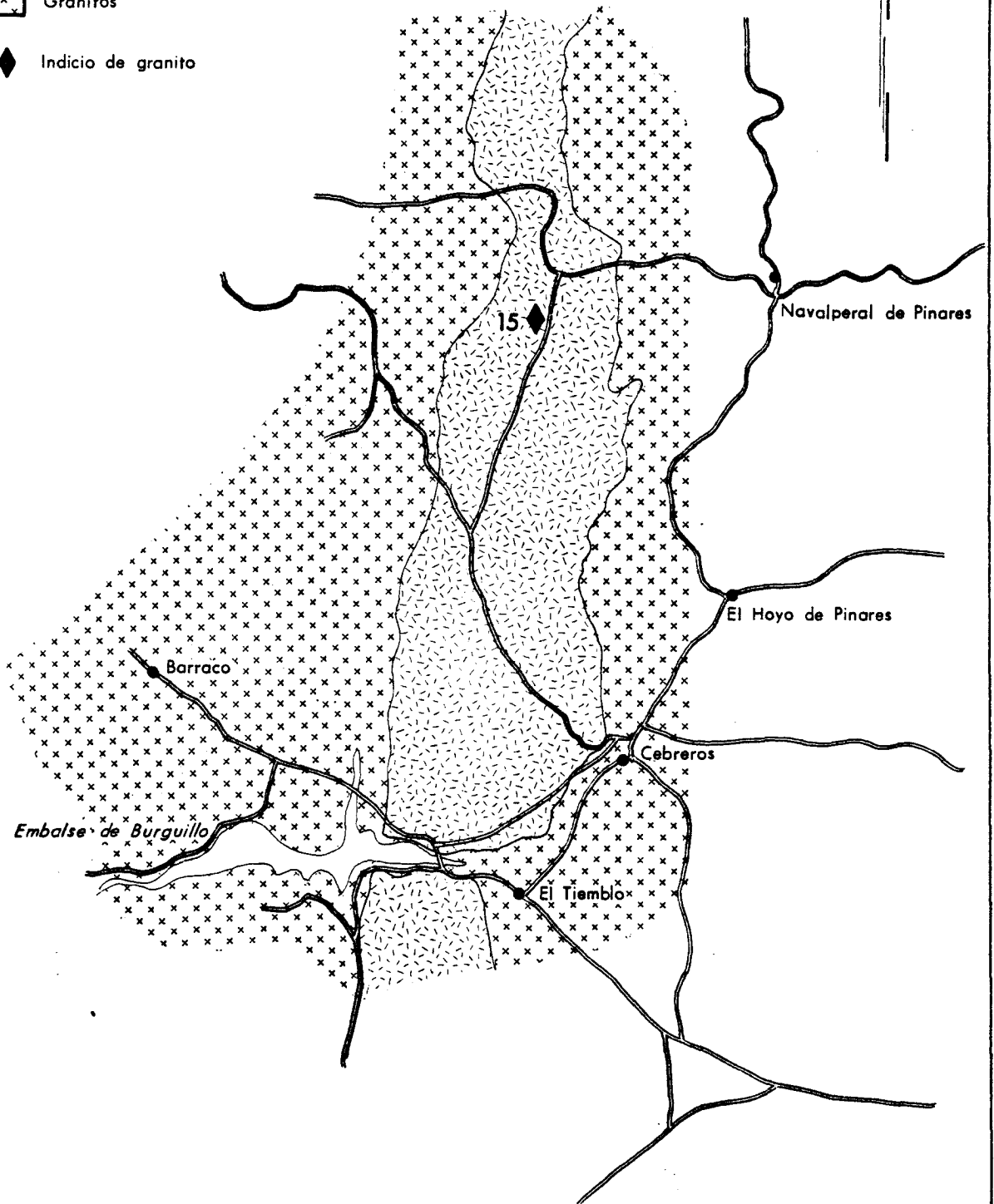
El indicio de Cebreros se ubica en esquistos y gneises en los que de forma muy irregular aparecen granates de la variedad almandino en pequeños cristales milimétricos. Se presentan como mineral accesorio, siendo los principales cuarzo, feldespato potásico, biotita y moscovita.

Al Oeste de Arenas de San Pedro, afloran unas cuarcitas intercaladas en una formación de micasquistos. Son las cuarcitas las que de modo esporádico contienen algunos pequeños granates.

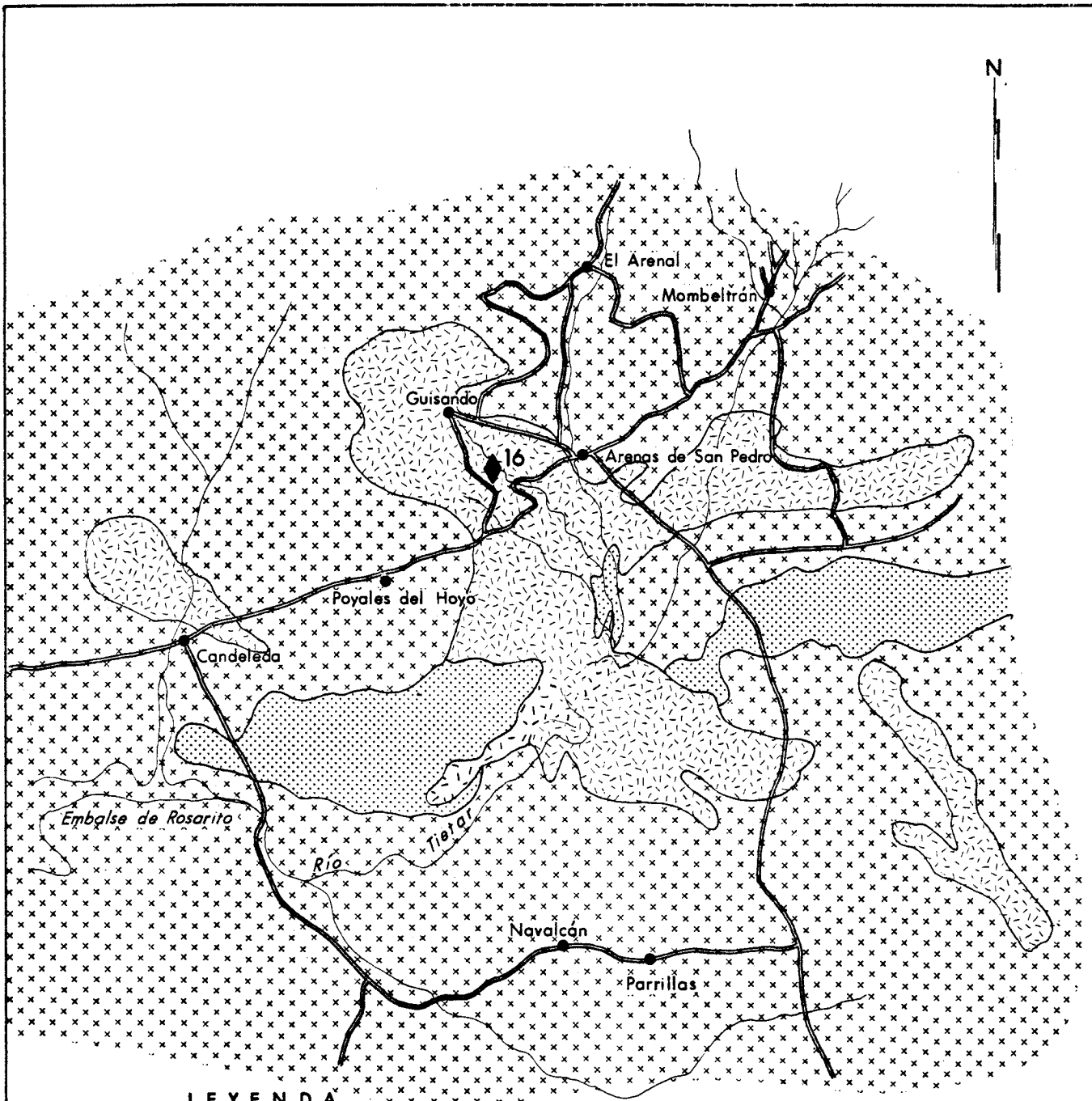
Ninguno de los dos indicios posee interés económico.

LEYENDA





-  Esquistos cristalinos
-  Granitos
- 15**  Indicio de granito



DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS AVILA I	PLANO Nº



LEYENDA

-  Sedimentos neógenos y cuaternarios
-  Esquistos y rocas metamórficas
-  Granitos
- 16**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS AVILA II	PLANO Nº

4.4.- BADAJOZ

Son varios los indicios de granates existentes en esta provincia, siendo, quizás, los más importantes los relacionados con las mineralizaciones ligadas a los complejos plutónicos de Jerez de los Caballeros y Burguillos del Cerro, en el ámbito de la Hoja nº 853 (Burguillos del Cerro) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

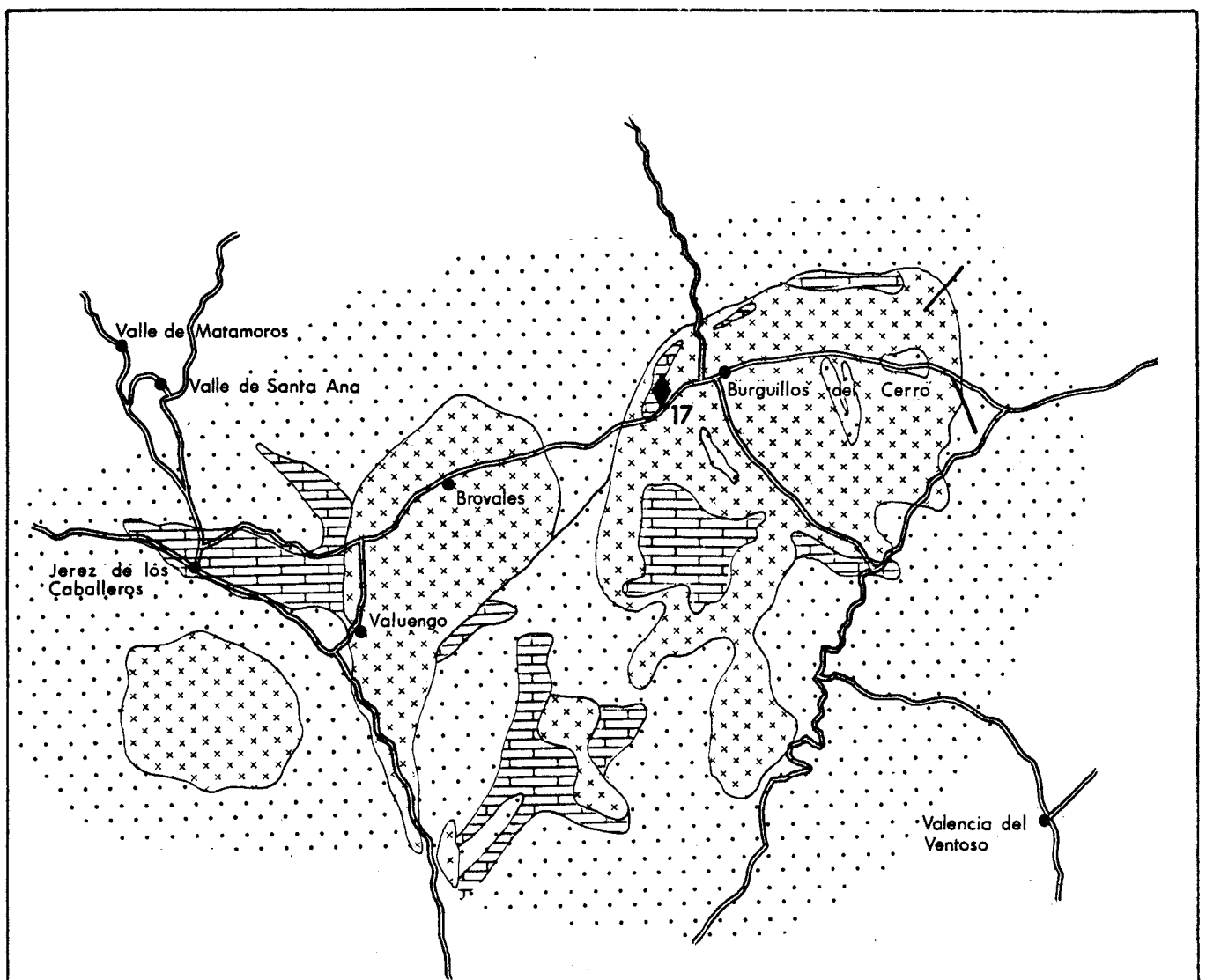
La intrusión plutónica de Burguillos está compuesta, de una manera muy heterogénea, por diversos términos litológicos que varían desde muy ácidos a muy básicos (granitos, tonalitas, dioritas y gabros), que producen mediante metamorfismo térmico cambios sustanciales en las rocas carbonatadas del Cámbrico inferior.

Existen varios asomos de estas rocas de skarn en las cercanías de Burguillos, y son numerosas las minas que han explotado la magnetita (Monchi, Consuelo, Aurora, Primer Imperio, etc.) existente en la zona de contacto.





El IGME (1968) estudió detalladamente, desde el punto de vista mineralógico y metalogenético, la mina Monchi (indicio nº 17), a cuyos trabajos nos remitimos para mayor información. Hoja nº 853 (Burguillos del Cerro) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

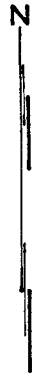
En la paragénesis a que da lugar este metamorfismo de contacto aparece, entre otros, como mineral accesorio los granates. Estos son ricos en Ca^{2+} , Fe^{3+} y Al^{3+} , habiéndose caracterizado como variedad intermedia entre grosularia y andradita.

Se presentan en gruesos cristales bien cristalizados que llegan

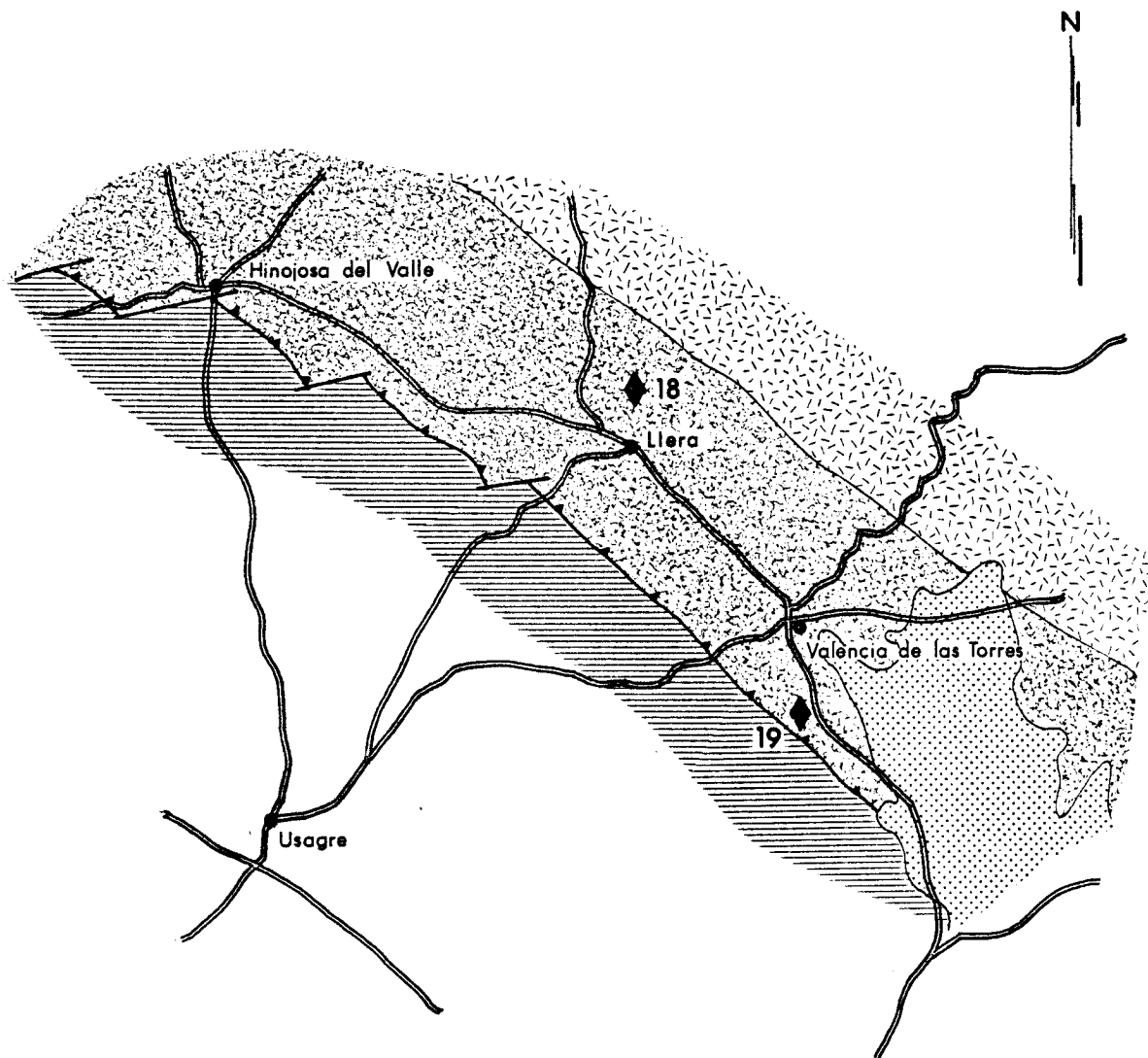


LEYENDA






-  Indiferenciado
 -  Rocas carbonatadas
 -  Granitos y granodioritas
 - 17**  Indicio de granate
- } CAMBRICO



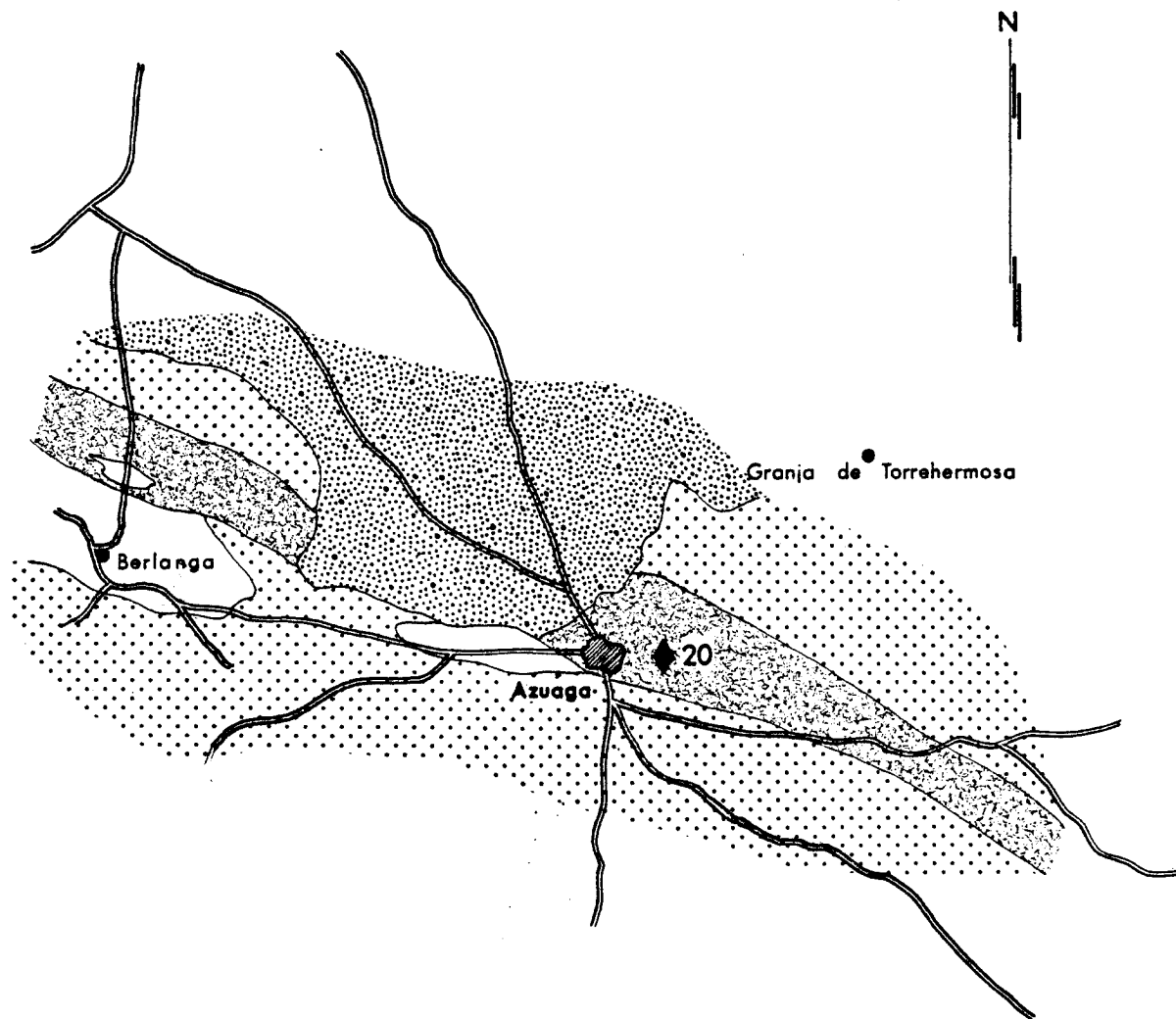
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS BADAJOS I	PLANO Nº







LEYENDA


-  Sedimentos neogenos
 -  Esquistos, pizarras, conglomerados, calizas. SILURICO
 -  Gneises glandulares con intercalaciones carbonatadas
 -  Pizarras, cuarcitas y vulcanitas
- } PRECAMBRICO
- 18**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS BADAJOZ II	
CONSULTOR		



LEYENDA

-  Raña. PLIOCUATERNARIO
 -  Paragneis
 -  Indiferenciado
- } PRECAMBRICO
- 20**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS BADAJOZ III	PLANO Nº

alcanzar tamaños de 3-4 cm embutidos en la roca de skarn de modo que sólo dejan ver algunas de sus caras, y asociados a otros minerales como hedembergita, diópsido, esfena, etc.

Otros indicios se localizan en Llera (nº 18) Higuera de Llerena (nº 19) en el ámbito de la Hoja nº 855 (Usagre) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Los granates de estos indicios son microscópicos y carecen de interés industrial. Se incluyen como mineral accesorio en los paraneises y ortoneises de un potente complejo metamórfico de edad precámbrica.

El indicio de Azuaga (nº 20) localizado en la Hoja nº 878 (Azuaga) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Se trata de granates muy fracturados incluidos en los gneises miloníticos con porfiroclastos de plagioclasa de hasta 2 cm de edad precámbrica. Los restantes minerales constituyentes son cuarzo, biotita, moscovita, y feldespatos potásicos. El indicio carece de interés industrial. El tamaño de los granates oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro.

4.5.- BARCELONA

El primero y más conocido de los indicios de granates existentes en esta provincia se encuentra en las proximidades del Tibidabo (nº 21) al Oeste de la ciudad de Barcelona, en el ámbito de la Hoja nº 420 (Hospitalet de Llobregat) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

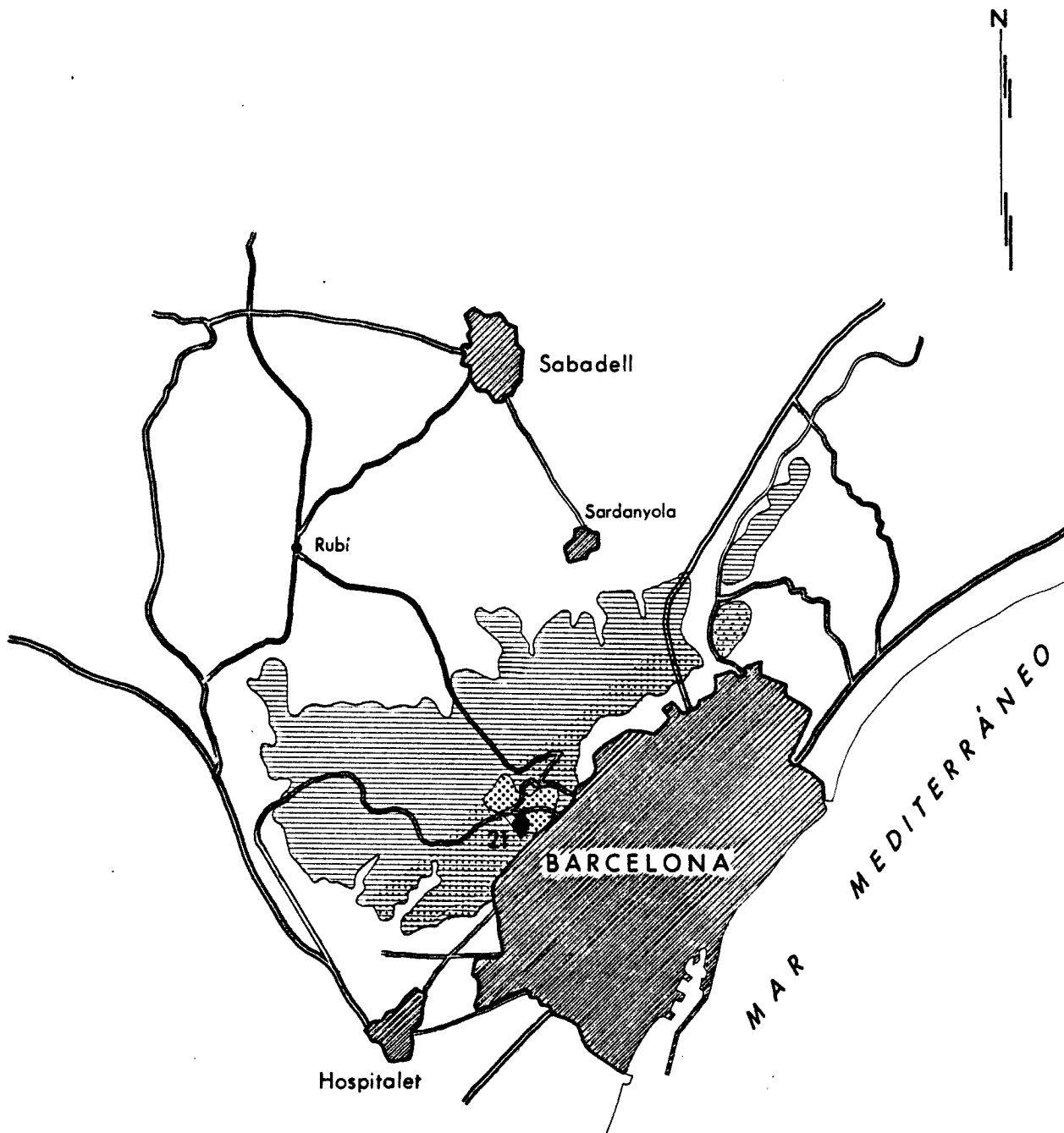
Se trata de granates del tipo grosularia en una litología de corneanas constituidas por granates, tremolita, anortita, diópsido, epidota, cuarzo y clorita. Estas corneanas junto con esquistos albiticos calcosilicatados carentes de granates, forman una banda que se dispone en forma transversal respecto de la aureola metamórfica que rodea a la intrusión granodiorítica.

La estructura de la franja no es homogénea, disponiéndose de modo que en las zonas más cercanas a la intrusión se producen estructuras bandeadas alternantes de granate-anfibol-plagioclasa, anfibol-epidota y calcita-anfibol.





Este conjunto de corneanas y esquistos está incluido dentro de los materiales paleozoicos de la Sierra de Collserola, atribuyendosele una edad ordovícica.

El origen de estas corneanas es un nivel carbonatado sometido a un posterior metamorfismo térmico, superpuesto al general de tipo regional que afecta a toda la formación esquistosa.

A pesar de la reseña bibliográfica sobre indicios de granates en arenas sedimentarias en las cercanías de Sitges, no ha sido posible comprobar su existencia.



LEYENDA

-  Pizarras y cuarcitas
-  Metamorfico de contacto
-  Corneanas con granate
- 21**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA MAYO, 1985	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS BARCELONA		PLANO Nº
ESCALA 1 / 200.000			
CONSULTOR			

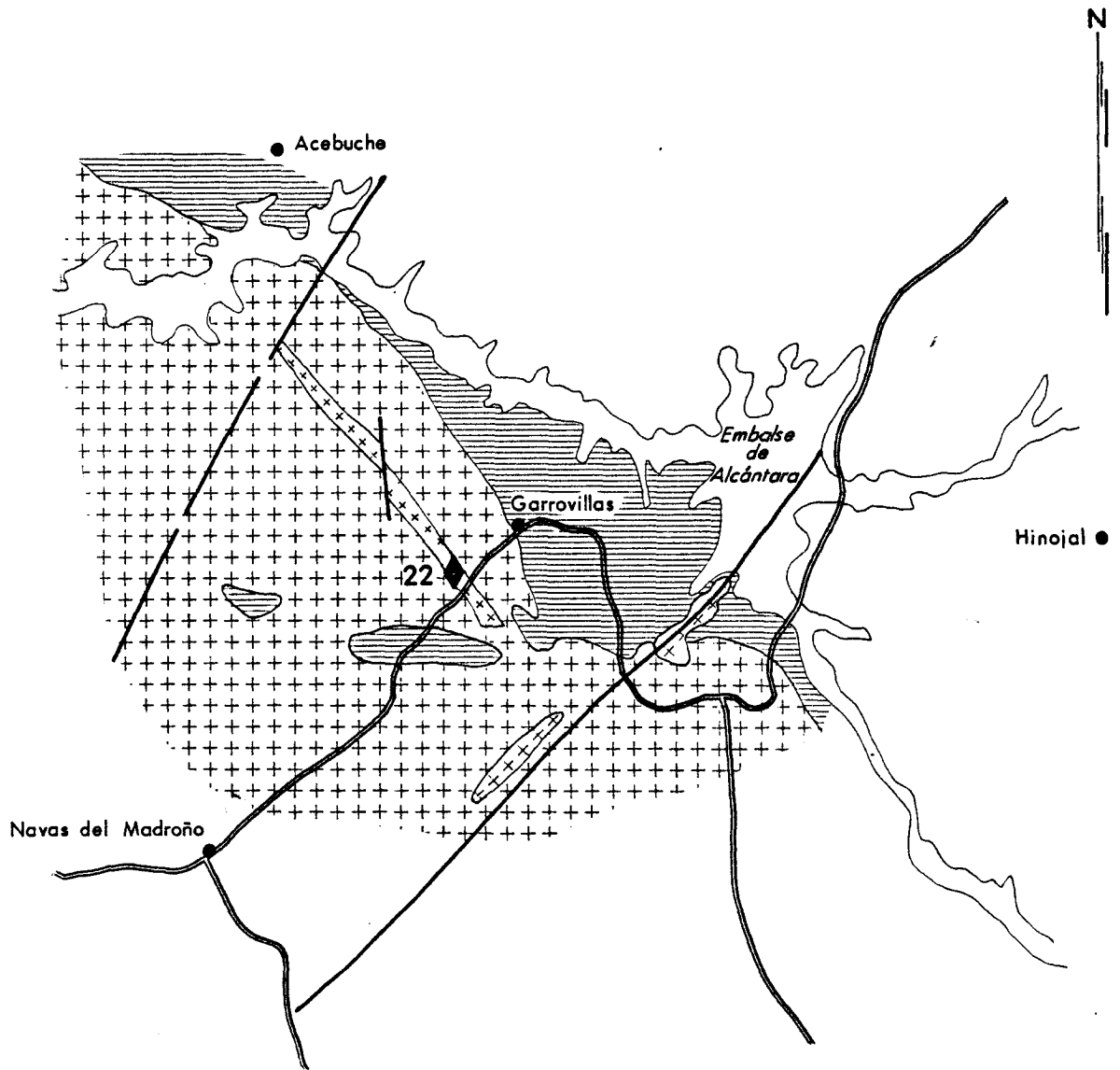
4.6.- CACERES

El indicio de Garrovillas (nº 22) es el único del que se tiene conocimiento en esta provincia. Se localiza al SO de la población de Garrovillas en el paraje denominado Valle de la Moheda, dentro de los límites de la Hoja 649 (Garrovillas) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.






Se trata de cristales redondeados, fracturados, y a menudo muy alterados de granate de tipo almandino de color rojo oscuro y tamaños comprendidos entre 3 y 8 mm, que se encuentran empastados en un microgranito con megacristales de feldespato que aflora a lo largo de una banda de unos 500 metros de anchura con dirección N 30º O y más de 10 km de longitud. La roca es de color gris y se presenta masiva con la típica disgregación superficial en bolos, y muy homogénea en todo el afloramiento.

Aunque no es mayoritario, el granate es abundante, al menos en cuanto a su reconocimiento en campo, si bien debido a su gran tamaño y dispersión no es fácil encontrarlo en lámina delgada.

Los productos de alteración de estos granates son biotita y clorita.



LEYENDA

-  Pizarras mosqueadas y cornubianitas. CAMBRICO
-  Granito con granates
-  Granito
-  Diabasas y gabros
- 22**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	CLAVE	
AUTOR			PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA
ESCALA 1 / 200.000			MAPA DE SITUACION DE INDICIOS CACERES
CONSULTOR			

4.7.- CORDOBA

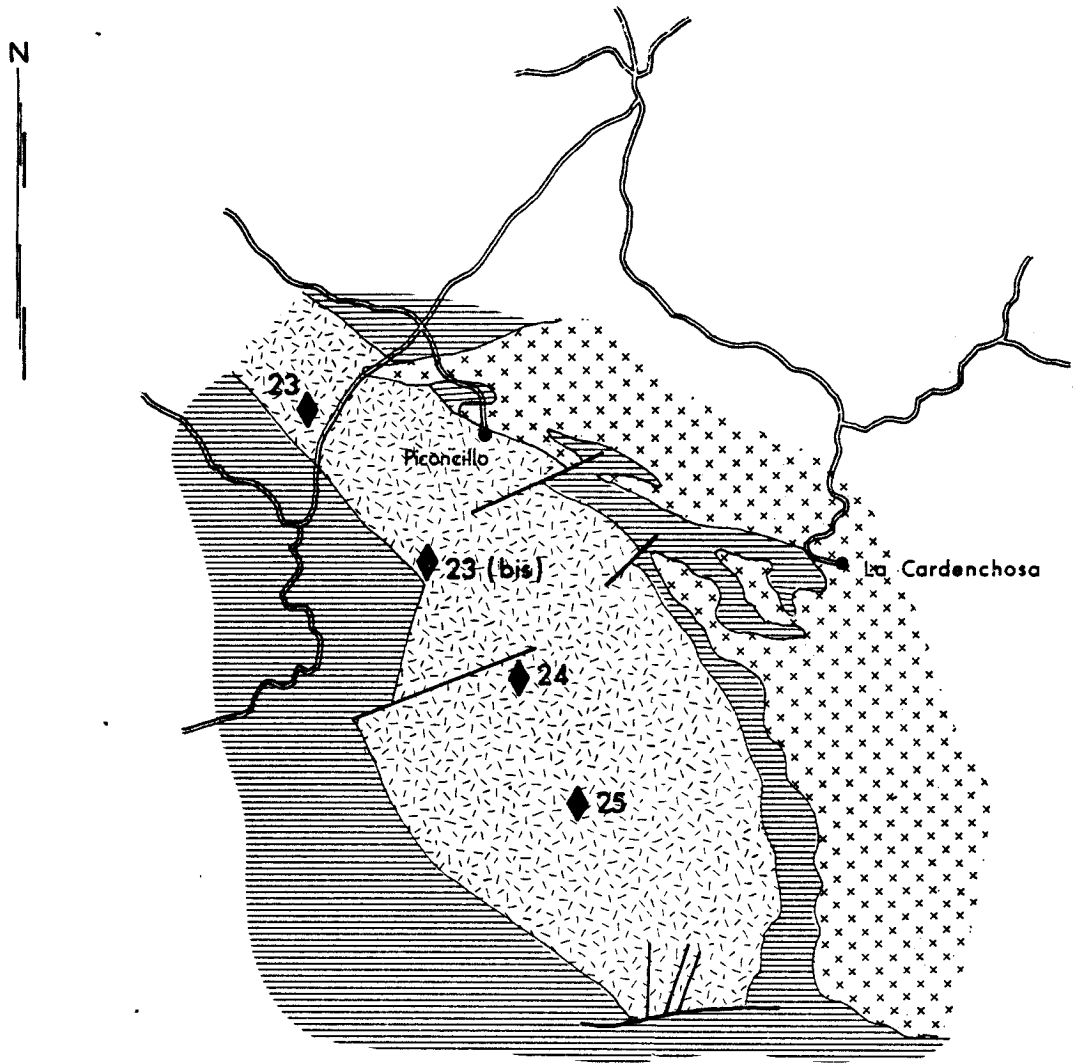
Los indicios de granates de esta provincia se presentan en dos tipos litológicos: los complejos esquistosos afectados por metamorfismo regional y las pegmatitas.

Entre los primeros se pueden citar las formaciones denominadas Esquistos Montesina y Esquistos y Metabasitas de Bembézar, ambas localizadas al Sur de Piconcillo, en la Sierra Albarra. Los esquistos de ambas formaciones poseen características texturales y mineralógicas semejantes, disminuyendo el grado de metamorfismo hacia el techo de ambas formaciones, aunque en la totalidad de los tramos aparecen granates.





La formación Bembézar también consta de metabasitas y algunos gneises anfibólicos, en los que aparece el granate como mineral secundario, o excepcional en el caso de las metabasitas.

En los tramos esquistosos aunque el granate es abundante desde el punto de vista petrológico, no llega a presentarse en cantidades suficientes para considerar la formación como un yacimiento de posible interés industrial. El indicio Montesino-Bembézar es el nº 23 bis, y se localiza en la Hoja nº 900 (La Cardenchoa) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

En esta misma Hoja nº 900, se encuentra otro indicio en la Formación Azuaga (nº 23), que tiene mayor desarrollo en Usague (Badajoz). Esta formación no presenta un metamorfismo homogéneo sino que han podido definirse cuatro zonas metamórficas: estaurolita, granate, biotita y clorita, apareciendo los cristales de granate de tipo almandino en las dos primeras con tamaños que llegan a alcanzar los 2 mm de tamaño. No posee interés industrial.



LEYENDA

-  Micasquistos, gneises, cuarcitas y pegmatitas
 -  Serie detrítica pizarrosa
 -  Granitos y pórfidos
- } PRECAMBRICO
- 23**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA MAYO, 1985	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
COMPROBADO J.L. GRIFFO			PLANO Nº
AUTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS CORDOBA		
ESCALA 1 / 200.000			
CONSULTOR			

Las pegmatitas cuarzo-feldespáticas de Sierra Albarrana (indicio nº 24) constituyen, quizás, el indicio de granates más conocido de la provincia de Córdoba.

Según GARROTE et al. (1980) existe una estrecha relación entre la litología de las rocas encajantes y la naturaleza de estas pegmatitas; en el caso que nos ocupa, las pegmatitas cuarzo-feldespáticas están relacionadas con formaciones de cuarcitas feldespáticas o gneísicas: formaciones Albarrana, Cabril y Peña Grajara.

A escala de cada afloramiento, las pegmatitas cuarzo-feldespáticas presentan una clara zonación:

- Facies de borde, de grano no excesivamente grueso, rica en turmalina, granate y moscovita.
- Facies intermedia, de grano grueso con cuarzo, feldespatos y moscovita.
- Facies central con cristales de varios metros de feldespato potásico y cuarzo.

La cantera representada en el esquema pone de manifiesto la estructura de la pegmatita explotada para beneficio del feldespato potásico para su uso en la fabricación de pastas cerámicas.

Desde nuestro punto de vista la única zona de la pegmatita de posible interés sería la más externa o Facies de borde constituida por feldespato, plagioclasa y cuarzo como minerales esenciales y micas y granates como secundarios. El granate tiene una composición intermedia entre almandino y espesartita,

encontrándose repartido de una manera muy aleatoria, pues pasa de ser el máfico dominante de unas zonas a estar prácticamente ausente en otras. Como puntos interesantes, aunque no poseen interés industrial, si no es como subproducto en la explotación de otro mineral, podemos citar Hornachuelos (nº 26) y El Cabril (nº 25) en las Hojas n^{os} 921 (Navas de la Concepción) y 900 (La Cardenchosa), respectivamente, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

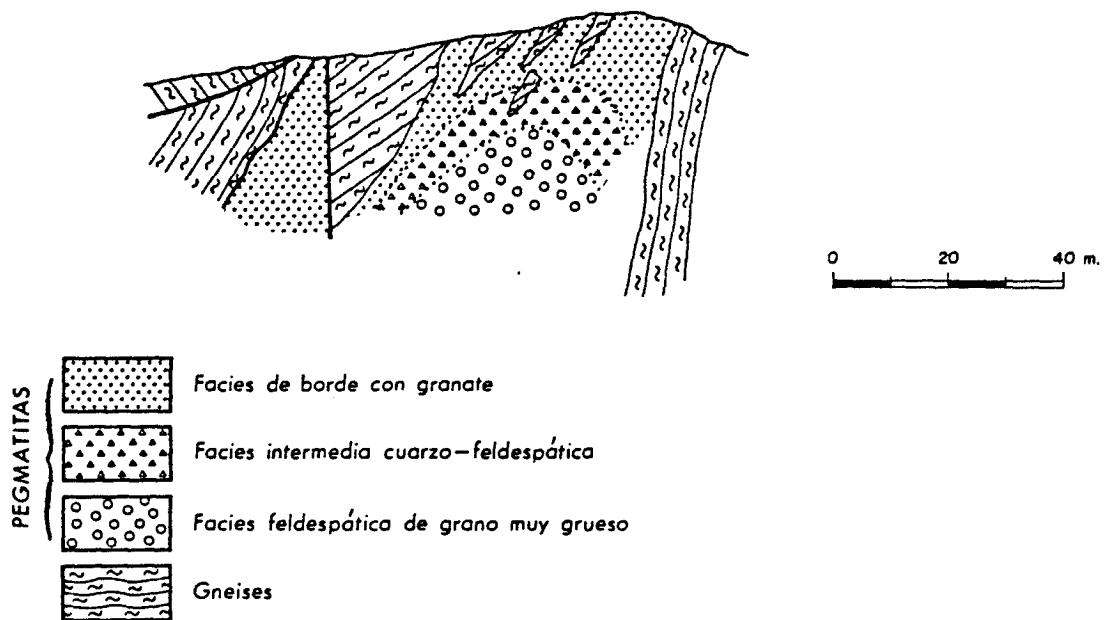


Fig.-2 Esquema de zonación en pegmatita de la cantera Cerro de la Sal (segun A. Garrote)

4.8.- GERONA

Las pegmatitas de Port Lligat (nº 27), Cabo de Creus (nº 28), Rosas (nº 29) y Punta dels Farallons (nº 30), constituyen verdaderos filones-capa concordantes con la formación metamórfica de litología esquistosa y edad ordovícica en la que están incluidas. Los tres primeros indicios están localizados en la Hoja nº 259 (Rosas) y el cuarto en la nº 221 (Port Bou) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

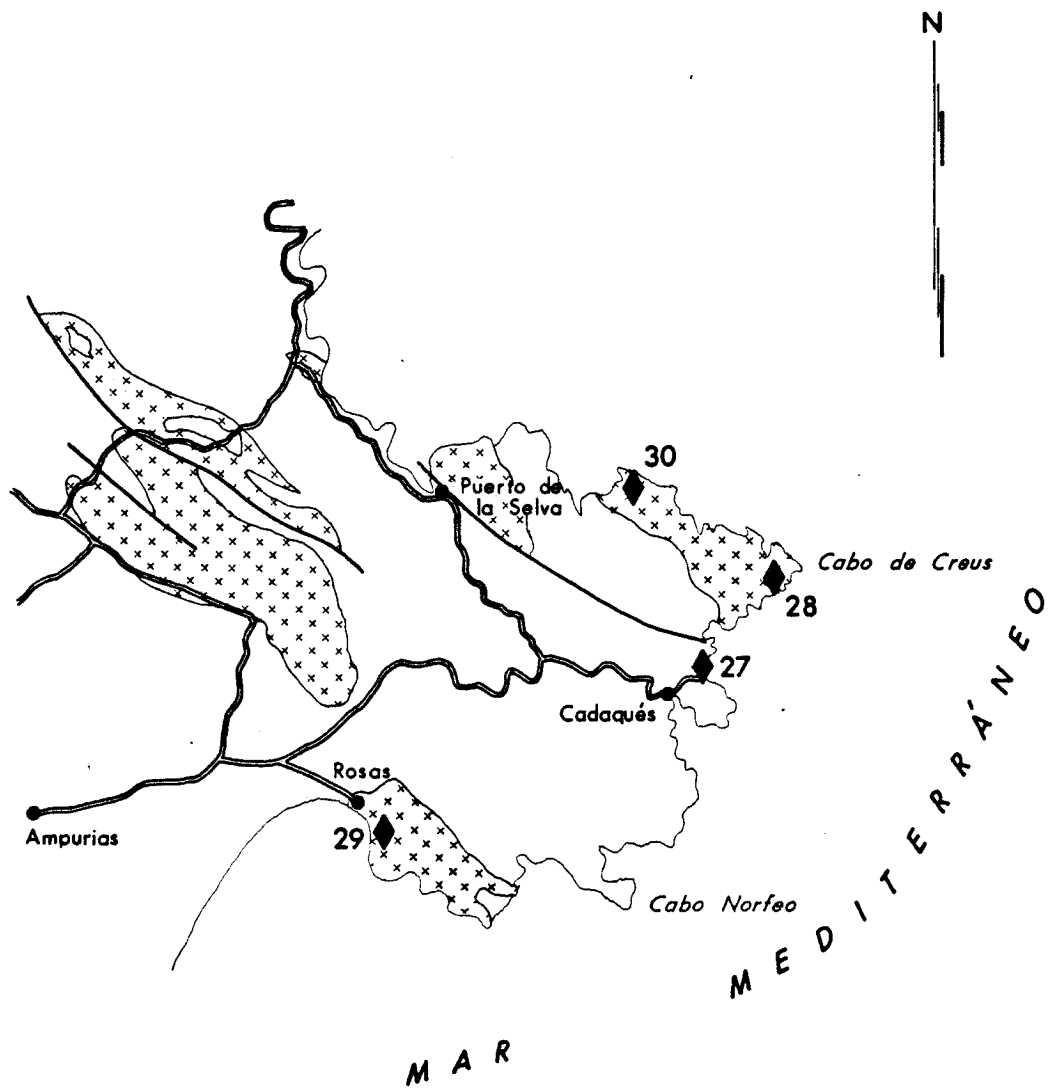
Los minerales constituyentes principales de estas pegmatitas son cuarzo y feldespato, y como minerales accesorios, contienen turmalina negra y granates. Estos últimos se encuentran muy irregularmente repartidos espacialmente.

Son granates de naturaleza almandino-espesartítica, que se presentan en cristales opacos de color rojo oscuro y tamaños muy heterométricos entre 1 mm y 2-3 cm. En general, se presentan muy fracturados, y no se han localizado concentraciones suficientemente altas para considerarlas con posible interés económico.

Las pegmatitas situadas al Norte de Cadaqués, en la Punta dels Farallons, han sido explotadas por la industria cerámica para su utilización en el vitrificado de lozas y porcelanas.

Existen otros indicios sin interés en los filones de cuarzo existentes en las cercanías de Palafurgell (nº 31), en el ámbito de la Hoja nº 335 (Palafurgell) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.


Hay otro indicio de granates en las inmediaciones del Faro de Palamós (nº 32) dentro de los límites de la Hoja nº

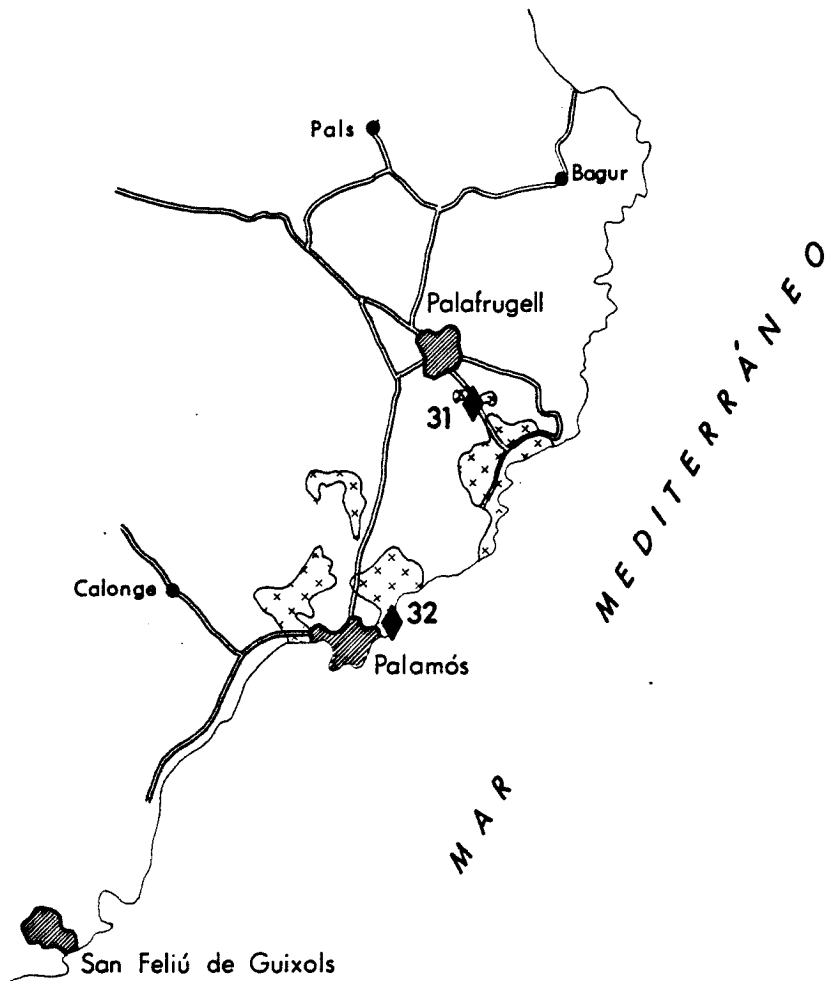


LEYENDA

 Granitos y metamórficas con pegmatitas

30  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS GERONA I	PLANO Nº
CONSULTOR		




LEYENDA



Granodiorita porfídica



Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS GERONA II	PLANO Nº

334 (Gerona) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se trata de diques aplíticos en los que aparecen como accesorios granates y hematites. Los granates son de color rojo y tamaño de varios milímetros; se disponen en pequeñas bandas centimétricas.

4.9.- GRANADA

Existen innumerables indicios de granates en esta provincia, concentrándose la inmensa mayoría en los materiales del Complejo Nevado Filábride que forman la Sierra Nevada, siendo las unidades litológicas que componen los Mantos del Mulhacén y del Veleta las que contienen en mayor o menor proporción los granates de esta región.







Así en la Hoja nº 1.027 (Güejar-Sierra) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 se localizan indicios de granates en el Puntal de la Caldera (nº 33), Cañadillas (nº 34), Loma de Las Yeguas (nº 35), Cruz del Contadero (nº 36) y al Sur de Puros Genil (nº 37).

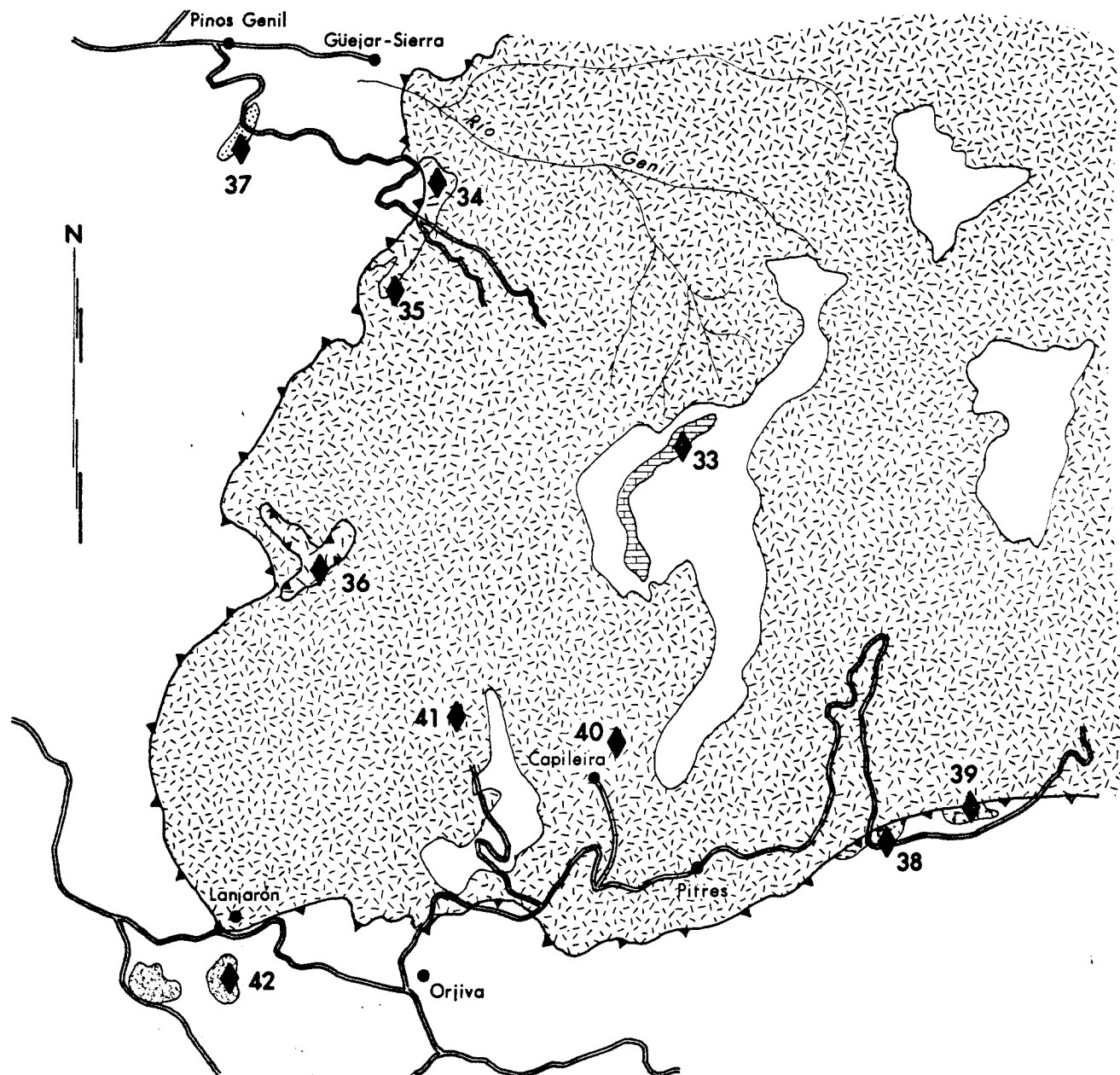
También hay indicios en la Hoja 1.042 (Lanjarón) del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 en las cercanías de Cerrillos Negros (nº 38), Pradillos Martín (nº 39), Capileira (nº 40), Alegas (nº 41), Cortijo La Campana al Sur de Lanjarón (nº 42), etc.

En la Hoja 1.028 (Aldeire) se han localizado indicios de granates a todo lo largo de la carretera que une La Calahorra con el Puerto de la Ragua (nº 43).

El indicio nº 33 del Puntal de la Caldera se localiza en una litología de mármoles cipolínicos con anfíboles y granates, que en forma de lentejones discontinuos de potencia máxima de 50 metros que alternan con micasquistos que también contienen granates. La edad de la formación es triásica, y se considera el techo de la Unidad de la Caldera dentro del Manto del Mulhacén. Los granates son relativamente abundantes. Su composición es almandino con algo de grosularia, con numerosas

LEYENDA

-  Micasquistos (M. Guajares). COMPLEJO ALPUJARRIDE
 -  Micasquistos. (U. Sabinas)
 -  Mármoles y micasquistos. (U. Caldera)
 -  Micasquistos. (U. Caldera)
 -  Micasquistos y cuarcitas. (U. La Campana)
 -  Micasquistos. (U. Yeguas)
- } COMPLEJO NEVADO FILABRIDE
- 37** ◆ Indicio de granate



DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS GRANADA I	PLANO Nº

inclusiones y sustituciones. El tamaño medio es de alrededor de 1 cm, aunque llegan a alcanzar los 2 cm de diámetro.

Los indicios de Cañadillas (nº 34), Loma de Las Yeguas (nº 35) y Cruz del Contadero (nº 36) se sitúan en una formación de micasquistos del tramo basal de la Unidad de las Sabinas, dentro del Manto del Mulhacén, en la que se intercalan niveles de gneises. El granate es el tercer componente en orden de abundancia, tras el cuarzo y la mica. Se presenta en cristales milimétricos de composición almandino, con frecuentes sustituciones, sobretodo de cuarzo, con el que frecuentemente forma estructuras en atolón.



El indicio situado al Sur de Pinos Genil (nº 37) al Oeste del Cerro Pueblo, se localiza en la parte superior de la formación de micasquistos que constituyen la base de la Unidad del Manto de los Güajares (Complejo Alpujárride). Son micasquistos muy oscuros ricos en grafito de aspecto masivo afectados por un metamorfismo de grado medio que contienen aislados granates ricos en almandino de tamaño milimétrico.

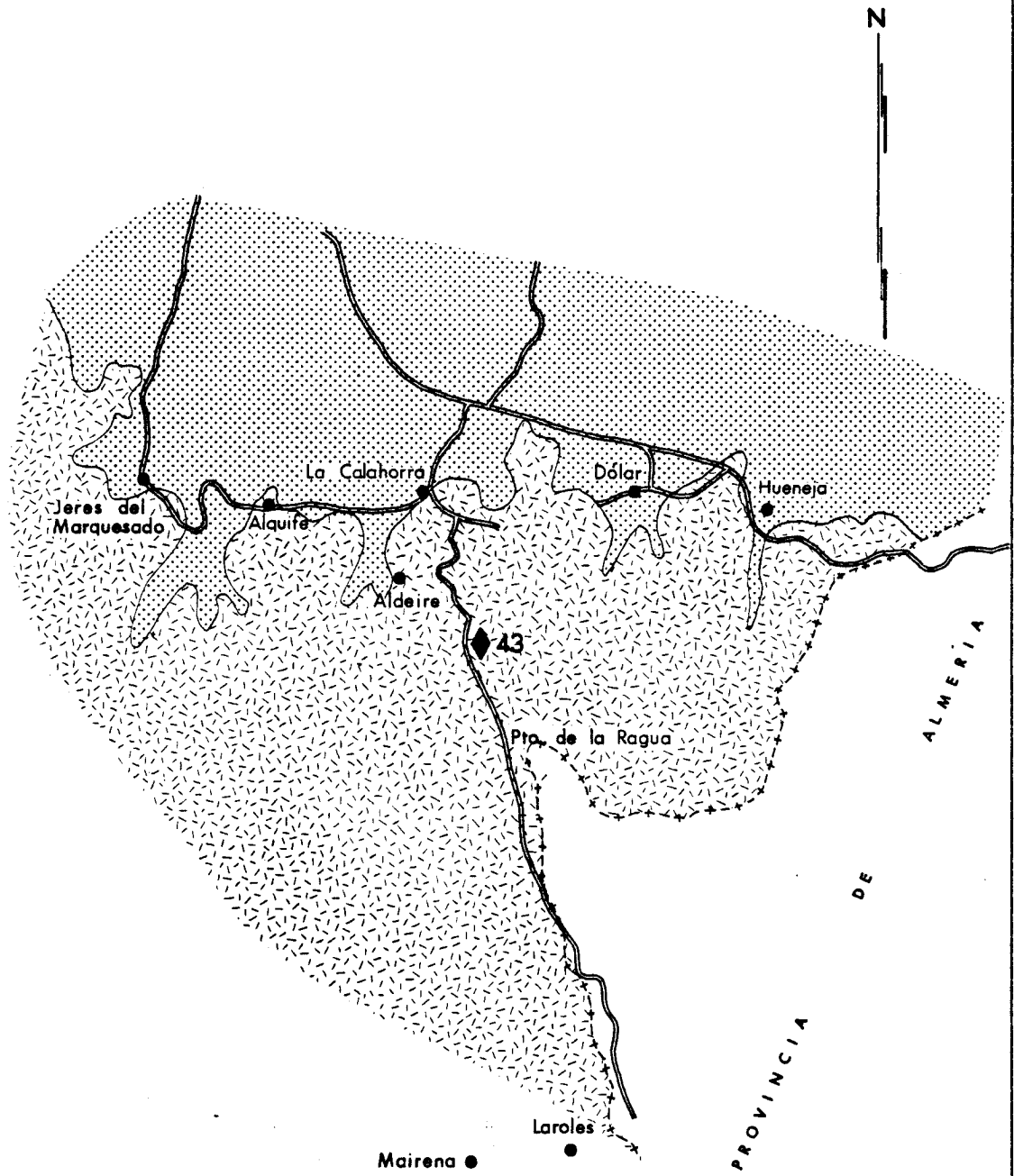
En el paraje denominado Cerrillos Negros se localiza el indicio nº 38. Se trata de un micasquisto grafitoso feldespático con anfíbol y granate, y cloritoides en la base. Constituye la formación intermedia de la Unidad de la Caldera del Manto del Mulhacén.

Los granates son muy variables en tamaño, oscilando desde 1 mm hasta 2 cm de diámetro con formas euhedrales. Frecuentemente fracturados. Presentan una composición rica en almandino.

En la misma formación litológica y estructural se ubica

LEYENDA

-  Sedimentos neógenos y cuaternarios
-  Micasquistos. (U. de las Yeguas) COMPLEJO NEVADO FILABRIDE
- 43** ◆ Indicio de granate



DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	 IGME
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS GRANADA II	PLANO Nº
CONSULTOR		

el indicio de Pradillos Martín (nº 39).

El indicio de Capileira (nº 40) está situado en micasquistos grafitosos de la Unidad de Las Yeguas, perteneciente al Manto del Veleta. Se trata de una potente formación pelítica, de características muy homogéneas y amplia representación espacial que ocupa gran parte de Sierra Nevada.

Los granates son abundantes a nivel regional, aunque aparecen como mineral accesorio junto con la albita. Se presenta en pequeños cristales milimétricos más o menos redondeados. Su composición es fundamentalmente almandínica, aunque nunca pura, con diferentes proporciones de grosularia, piropo y espartita.

Otro indicio en la misma formación de micasquistos grafitosos de la Unidad de las Yeguas es el localizado en Alegas (nº 41). Las características de los granates son las mismas ya descritas en el indicio anterior.

Al Sur de Lanjarón se ubica el indicio del Cortijo La Campana (nº 42), localizado en una formación de micasquistos y cuarcitas que constituyen el tramo inferior de la Unidad de la Campana de edad paleozoica baja.

Tanto en los micasquistos como en las cuarcitas aparecen granates de tamaños submilimétricos en cantidad apreciable sólo superada por el cuarzo, micas y estaurolita.

El indicio Puerto de la Ragua (nº 43), se extiende a lo largo de la carretera que une La Calahorra con Laroles. Se trata de una potente formación de micasquistos finos (más de 5.000 metros), de la Unidad de las Yeguas, del Manto del Veleta

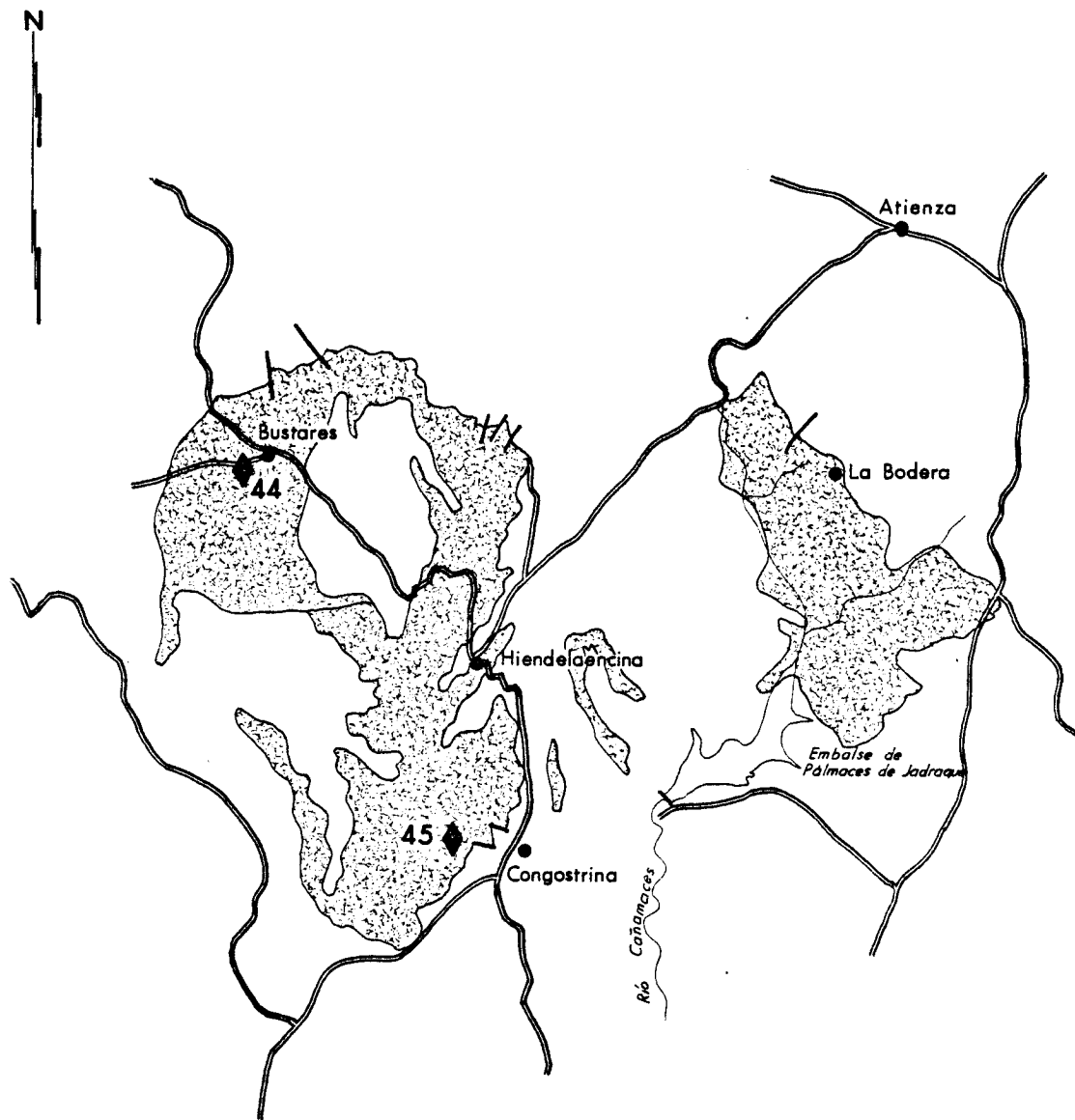
con características muy monótonas. Los granates son abundantes a nivel regional con tamaños milimétricos y composición esencialmente almandínica.

4.10.- GUADALAJARA



El indicio de Bustares (nº 44) se localiza en la Hoja nº 460 (Hiendelaencina) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, al Norte de la población de Bustares, en las cercanías de la carretera local que conduce a Condemios de Arriba.

Se trata de unos niveles pizarrosos negros de poca potencia (inferior a 20 metros) intercalados en un gran paquete de cuarcitas y conglomerados. Los granates son microscópicos apareciendo como mineral accesorio en la roca, junto al cuarzo, plagioclasa, micas, apatito y óxidos de hierro. La edad de la formación es ordovícico inferior.

Otro indicio es el de Congostrina (nº 45) se trata de pequeños granates milimétricos que en escasa cantidad contienen los gneises situados al Oeste de la población. Los granates se presentan frecuentemente alterados. Este indicio carece de interés. También se han observado granates en los filones pegmatíticos que cortan estos gneises al Norte y Oeste de Congostrina.



LEYENDA

-  Gneis. PRECAMBRICO
- 45  Indicio de granate

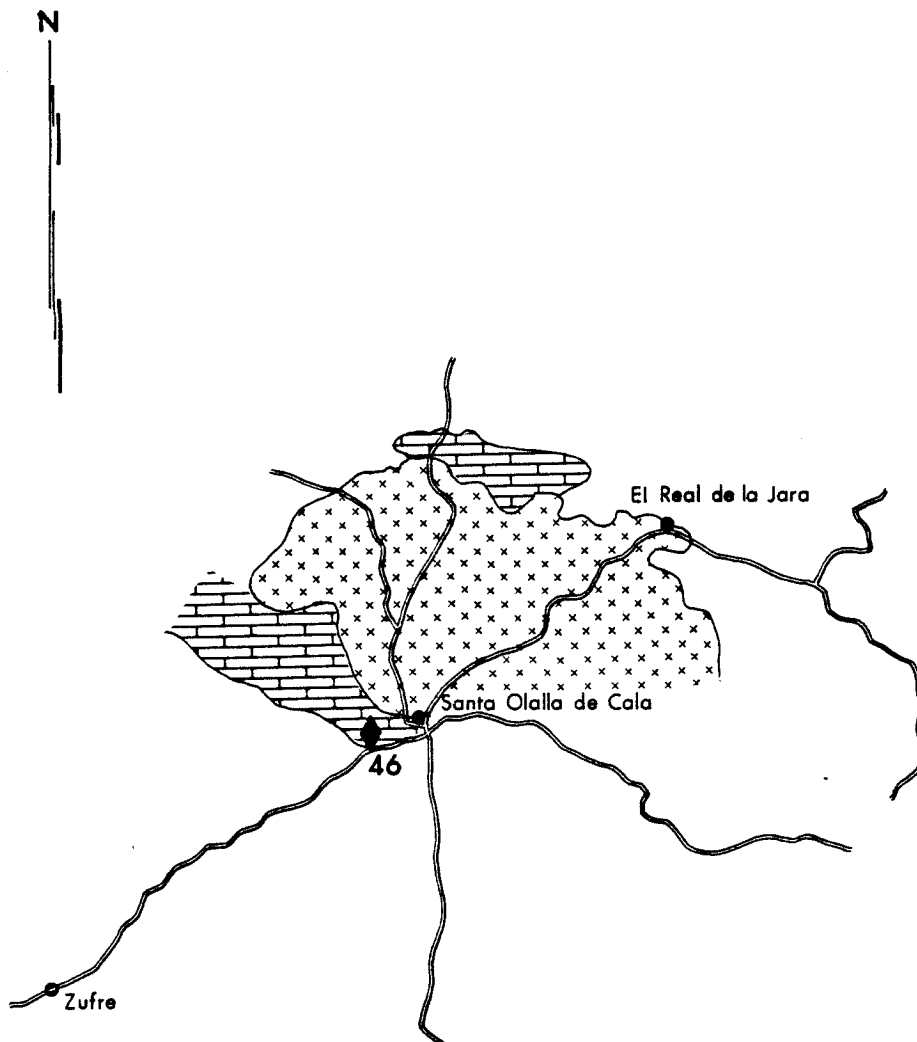
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR			
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS GUADALAJARA		PLANO Nº
CONSULTOR			

4.11.- HUELVA




El indicio de Minas de Cala (nº 46) se localiza al Sur de la población del mismo nombre, dentro de los límites de la Hoja nº 918 (Santa Olalla de Cala) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.


La formación que contiene los granates pertenece al Cámbrico inferior, con una variada litología original de areniscas grauwacas, pizarras, calizas y dolomías, posteriormente afectada por un fuerte metamorfismo térmico producido por una intrusión de naturaleza granítica, que ha dado lugar a un skarn de contacto cuya paragénesis es diópsido, hedembergita, actinolita, hornblenda, andradita, grosularia, epidota, escapolita y menas metálicas, fundamentalmente magnetita, calcopirita, pirita y oligisto.

Los granates se reparten de forma muy desigual por el área metamorfizada. Se presentan en cristales euhedrales con tamaños muy variables entre varios milímetros y 2-3 cm. El tamaño medio más frecuente es 5-10 mm. Los cristales son opacos de color pardo rojizo. La composición química oscila entre la andradita y la grosularia, apareciendo diversas proporciones intermedias.



L E Y E N D A

-  Calizas, dolomias, areniscas y pizarras. CAMBRICO
-  Granitos
- 46**  Indicio de granate

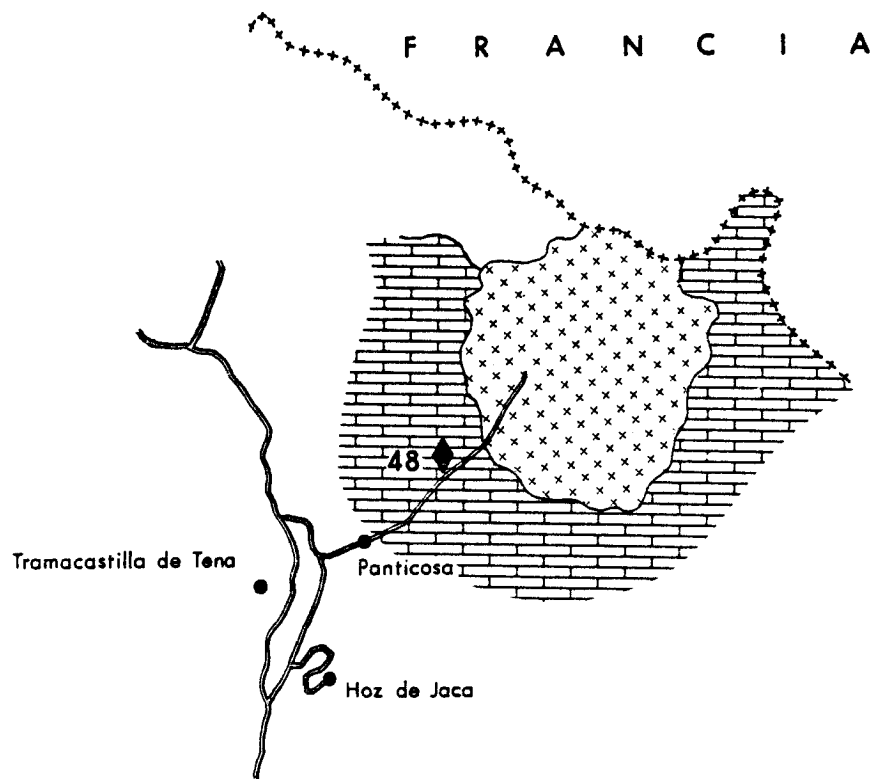
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS HUELVA	
CONSULTOR		
	PLANO N°	

4.12.- HUESCA




El indicio de Panticosa (nº 48) está ubicado en la Hoja nº 145 (Sallent). Se trata de un conjunto muy heterogéneo de materiales afectados por un metamorfismo térmico que produjo la intrusión del batolito de Panticosa. Los términos litológicos que contienen los granates son los mármoles, en los que la andradita se encuentra asociada a epidota, wollastonita, diópsido y otros minerales típicos de skarn. La composición de estos granates los definen como andraditas.


También hay andraditas en las cercanías de Gistaín (nº 49) en el valle del río Cinqueta en la Hoja nº 179 (Bielsa) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Los materiales son análogos a los del indicio de Panticosa, es decir, mármoles y calizas devónicos afectados por un metamorfismo de contacto.

Otro indicio es el de Benasque (nº 50) sito en la Hoja nº 180 (Benasque) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Aunque la litología aquí también es la típica de skarn entre calizas, dolomías y una intrusión granodiorítica, los granates de este indicio son uvarovitas.

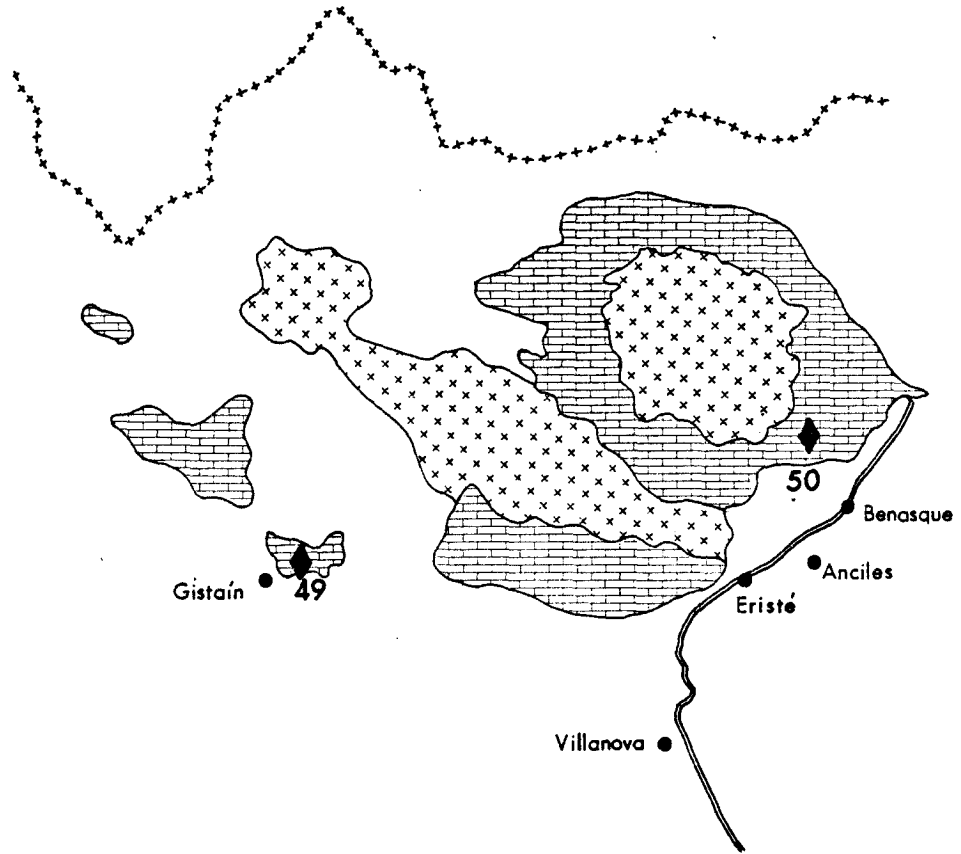


LEYENDA




-  Calizas, dolomias, cuarcitas y pizarras. DEVONICO
-  Granito
- 48**  Indicio de granate


DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR			
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS HUESCA I		PLANO Nº
CONSULTOR			

F R A N C I A





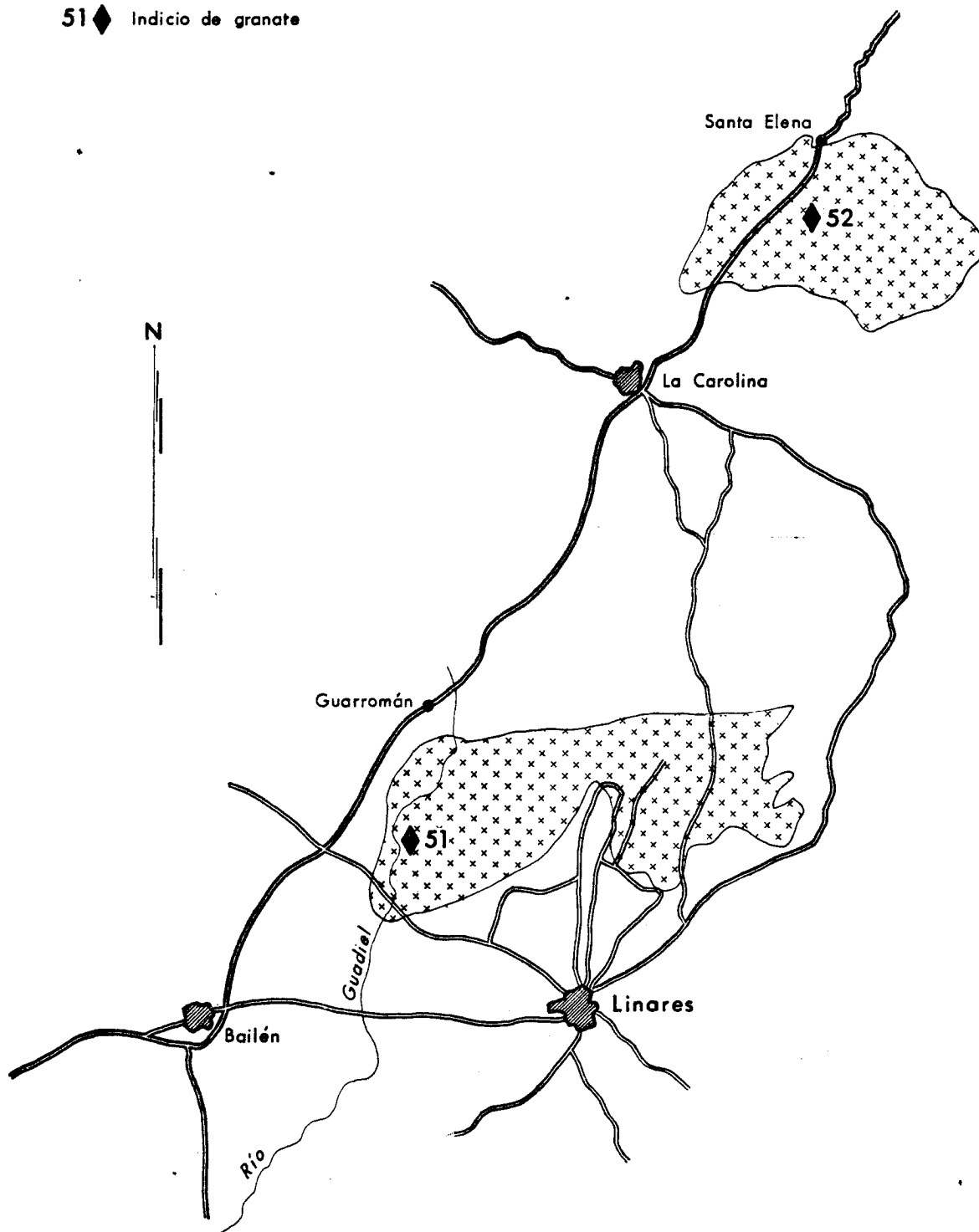
L E Y E N D A

-  Mármoles, calcosilicatos y esquistos. DEVONICO
-  Granito y graniodorita
- 50**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS HUESCA II	
CONSULTOR		
	CLAVE	PLANO Nº

LEYENDA

-  Granito
- 51**  Indicio de granate



DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS JAEN	PLANO Nº

4.14.- LA CORUÑA

El indicio de Punta Felgueira (nº 53) se localiza en el ámbito de la Hoja nº 1 (Cariño) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, en una cantera abandonada entre el pueblo de Vilar y la Punta Felgueira.

Se trata de una banda de anfibolitas granatíferas de características especiales; posiblemente se trata de granulitas afectadas por un proceso de transformación anfibolítica completo.

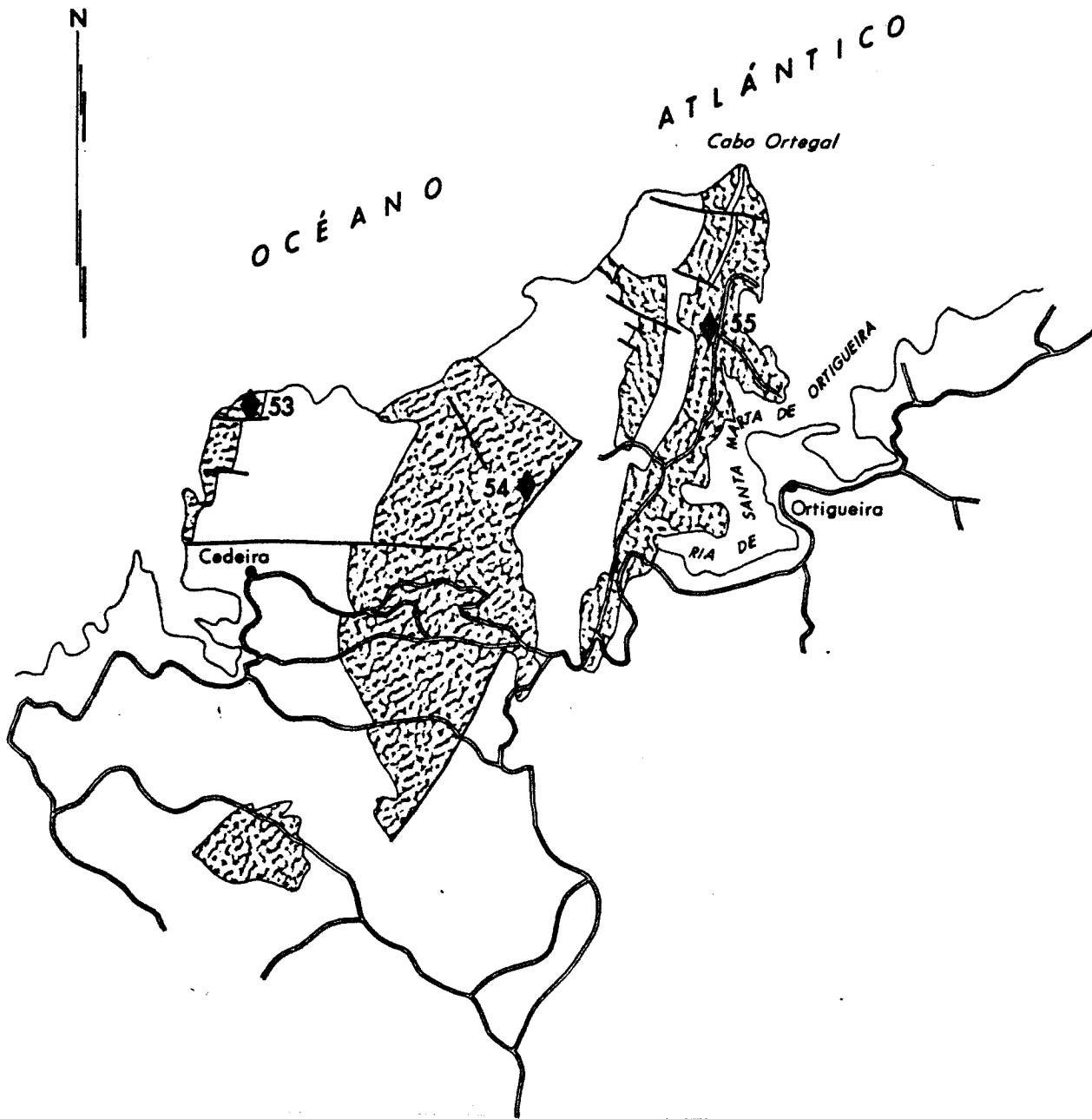
Los granates se presentan muy fracturados y corroidos, mostrando una aureola sericítica y micas pleocroicas, incluidos en la roca cuyos minerales dominantes son hornblenda y plagioclasa. Petrográficamente se trata de una ecogilita retrometamorfizada con distena.

El indicio carece de interés en cuanto a la posible explotación económica de los granates.

Otro indicio se localiza en las proximidades de Carpelada (nº 54), en la Sierra de Capelada dentro de la misma Hoja nº 1 (Cariño) del indicio anterior.

El granate aparece como mineral constituyente principal junto con anfíbol, plagioclasa, cuarzo y epidota que conforman la roca metabásica. Petrográficamente se trata de una granulita piroxénica con granate y anfíbol.

Aunque la proporción de los minerales constituyentes es variable a lo largo y ancho de la formación, el granate puede localmente alcanzar proporciones cercanas al 80% del total



LEYENDA

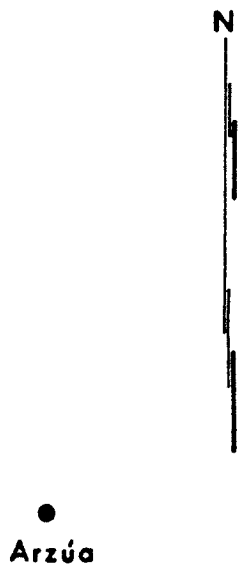
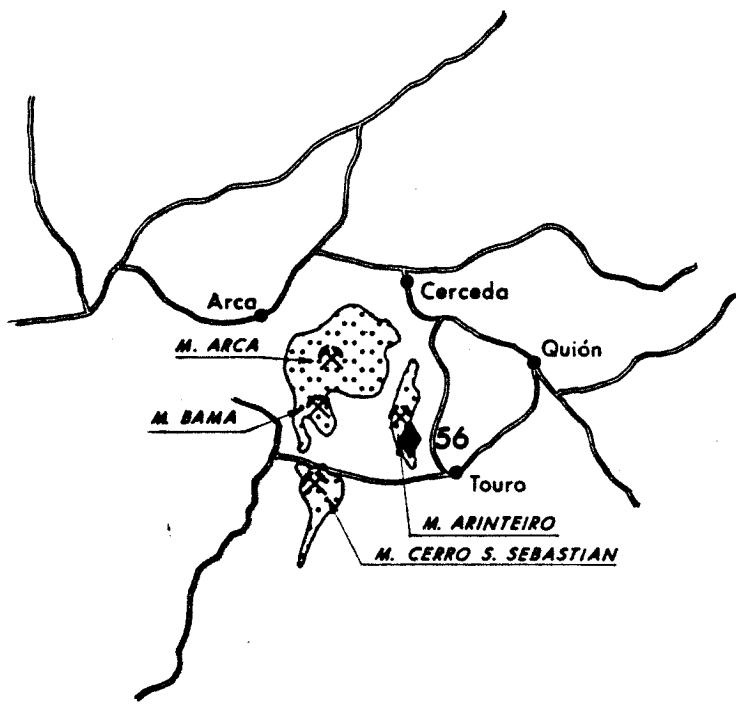


Granulitas, paragneises y anfibolitas





Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS LA CORUÑA I	PLANO Nº



LEYENDA

-  Anfibolitas graníticas y esquistos verdes. PRECAMBRICO
-  56 Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS LA CORUÑA II	PLANO Nº

de la roca. Se presenta el granate en tonos rosados tamaños submilimétricos, con formas redondeadas y fracturado; aunque bastante puro a menudo contiene inclusiones de cuarzo, rutilo, piroxeno y anfíbol. A veces denota los efectos de una alteración hidrotermal o retrometamórfica en forma de epidotización del propio granate.

También en la Hoja topográfica 1:50.000 nº 1 (Cariño) se localiza el indicio de Esteiro (nº 55) entre los núcleos de Plantío y Veiga. Se trata de paraneis con granate en el que alternan bandas claras y oscuras. Los granates pueden llegar a alcanzar tamaños centimétricos; son de color rosado con los bordes redondeados y frecuentemente alterados. Se ha observado epidotización en la periferia de algunos cristales. Los minerales constituyentes de la roca, además del granate, son el feldespato potásico y la plagioclasa. Petrográficamente es un gneis con granate, epidota y biotita.

El indicio de Arinteiro (nº 56) localiza en la Hoja nº 95 (El Pino) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se presenta en varios afloramientos separados entre sí de anfibolitas granatíferas englobadas en una formación de pirigarnitas. Ambas rocas presentan el mismo aspecto macroscópico, diferenciándose únicamente por la presencia en éstas de un piroxeno monoclinico (serie diópsido-hedembergita). Debido a esto la definición de los límites entre ambas rocas es bastante difícil e imprecisa.

Las anfibolitas, de color gris verdoso, se presentan en estructura bandeada en la que son reconocibles gran cantidad de granates de composición almandino de diversos tamaños, formas redondeadas y color rosado. Frecuentemente no se distinguen como cristales individuales, sino que se presentan en formas

arriñonadas de tamaños centimétricos a decimétricos.

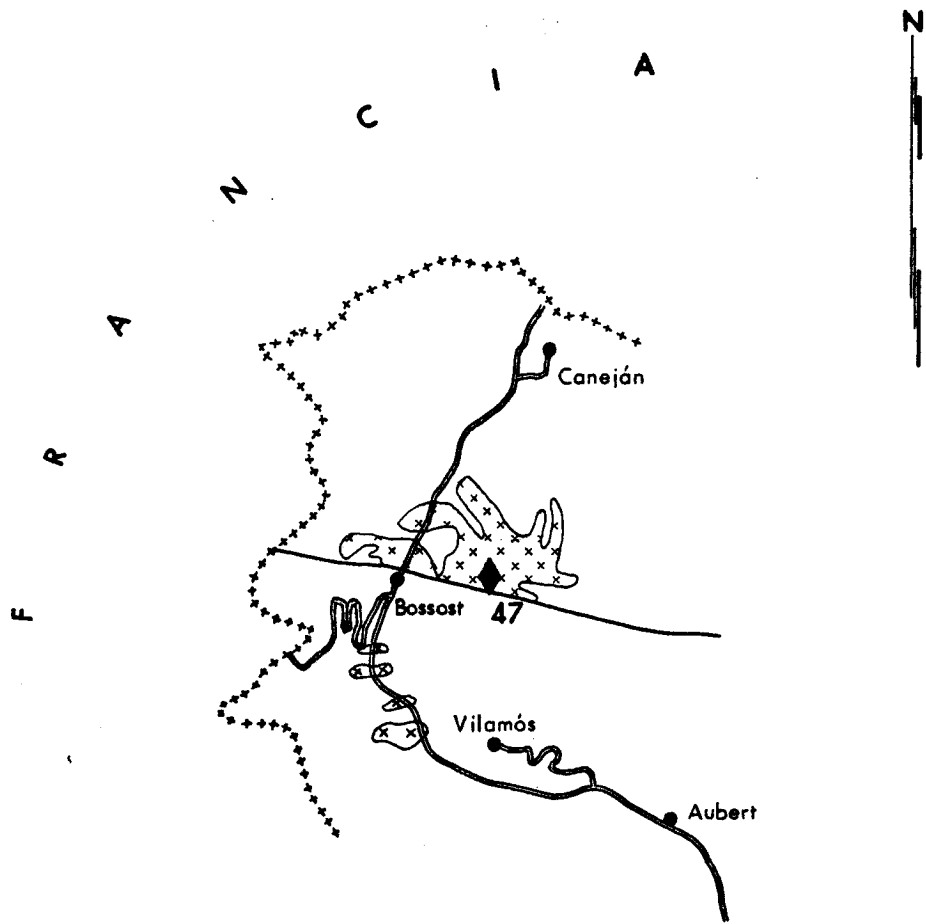
Las inclusiones contenidas por el granate son, por orden de abundancia decreciente cuarzo, rutilo, ilmenita, pirita, calcopirita, pirrotina y magnetita, llegando a alcanzar el cuarzo el 50% del total.

En las zonas de Arinteiro, Bama, Fornás y Gemma se presentan, asociadas a las anfibolitas mineralizaciones de sulfuros que han sido prospectadas y beneficiadas por las compañías explotadoras.



Aunque la presencia de sulfuros metálicos obliga a considerarlos granates como de interés secundario, la posibilidad de aprovechamiento integral de estos yacimientos con el granate como subproducto indujo a la compañía explotadora a realizar un estudio y ensayo para determinar las posibilidades de recuperación del granate de calidad comercial para, en su caso, establecer un plan de ensayos de concentración. Los resultados de estos trabajos fueron negativos, por lo que a pesa de su relativa abundancia no se ha considerado este indicio como de posible interés.

4.15.- LERIDA

El indicio de Bossost (nº 47) se encuentra localizado en la Hoja nº 148 (Bossost) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se trata de un granito leucocrático con moscovita y granate cruzado por numerosos y pequeños diques de pegmatita. Desde el punto de vista de este estudio carece de interés al no existir concentraciones de granate.



LEYENDA

-  Granito de dos micas
-  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		MAPA DE SITUACION DE INDICIOS LERIDA
CONSULTOR		

4.16.- MADRID

Los indicios de Santa María de la Alameda (nº 57), El Escorial (nº 58) y Valdemaqueda (nº 59), localizados en las Hojas nº 532 (Las Navas del Marqués) y 533 (San Lorenzo de El Escorial) son de análoga naturaleza, razón por la que se tratarán en conjunto.

Se encuentran los granates en los materiales del conjunto metamórfico, es decir, tanto en los gneises como en los mármoles que aparecen intercalados en aquellos.

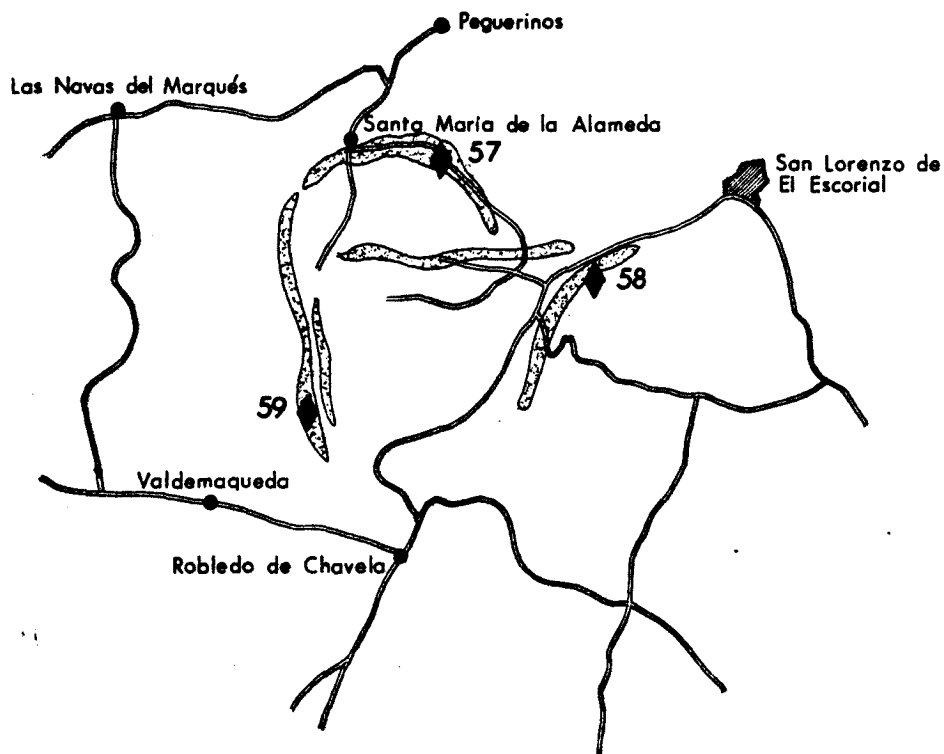
Se trata de gneis glandulares y migmatíticos que frecuentemente ofrecen un aspecto acebrado de bandas félsicas y máficas, según el predominio de especies minerales, cuarzo y feldespato en las primeras y micas en las segundas.

Los minerales esenciales son los citados, aunque localmente se localizan variedades granatíferas, en las que los cristales redondeados con tonos pardo-rojizos se concentran llegando a ser el cuarto constituyente. Otros minerales que aparecen son sillimanita, cordierita y biotita.

Estos gneises contienen tramos o retazos de mármoles (Calizas cristalinas de S. Carandell) que a su vez contienen granates.

En la Hoja nº 484 (Buitrago de Lozoya) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 se localiza al Sur de El Berrueco (nº 60) en la carretera que conduce a Torrelaguna un nivel de micasquistos con estaurolita y granate en contacto con esquistos y debajo de las cuarcitas armoricanas, perteneciendo al Ordovícico inferior.

N



LEYENDA



Gneis con caliza cristalina

58



Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS MADRID I	PLANO N°
CONSULTOR		

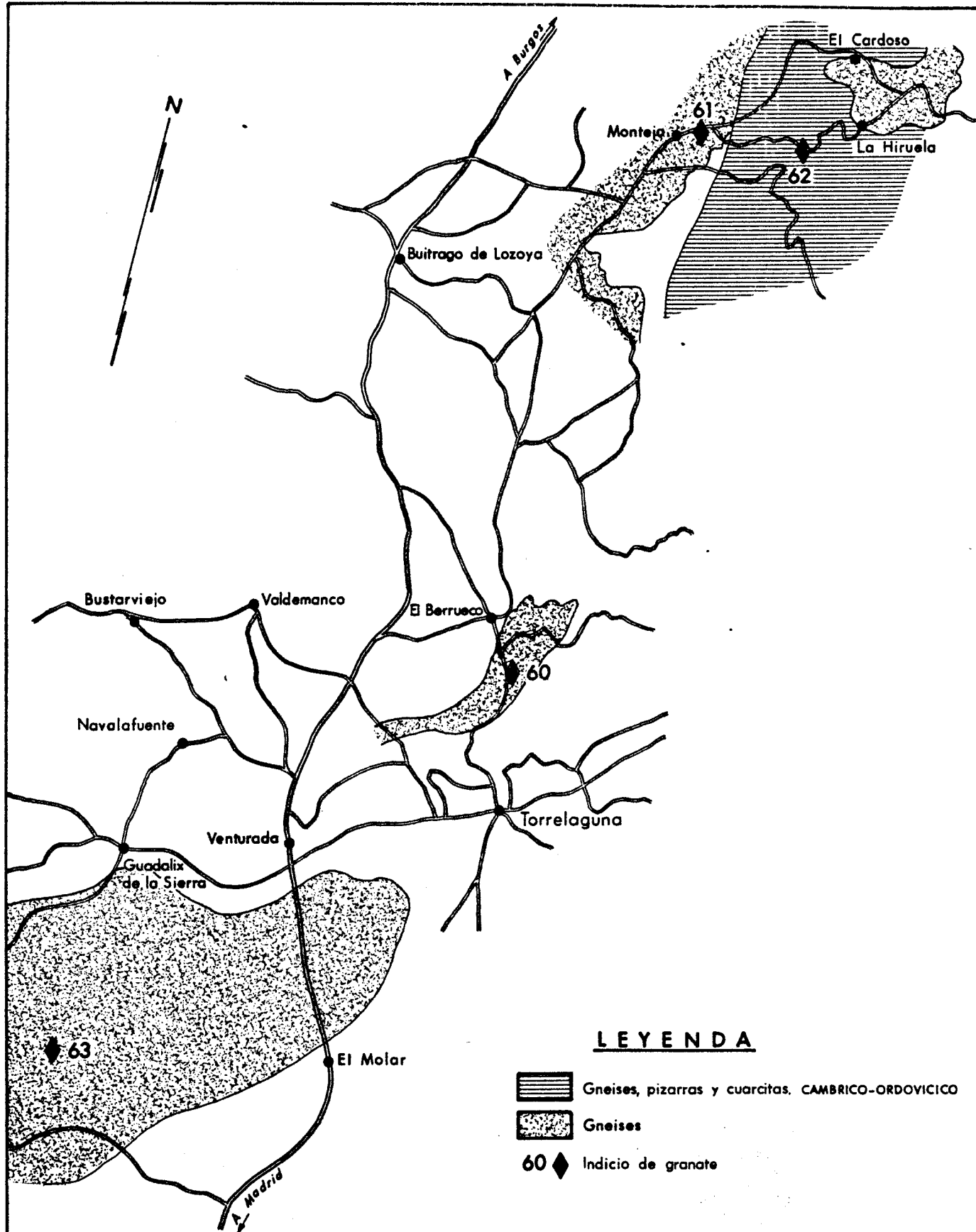
El indicio de Montejo de la Sierra (nº 61) se localiza en la Hoja nº 458 (Prádena) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. En las inmediaciones del pueblo se observan una formación de micasquistos con abundantes granates parcialmente alterados a numerales micáceos. Los cristales redondeados de granate forman pequeñas glándulas centimétricas a las que se amoldan las láminas orientadas de micas, moscovita fundamentalmente.

Siguiendo por la carretera de Montejo hacia La Hiruela, antes de coronar el puerto de montaña de La Hiruela, se localiza el indicio Pto. Hiruela (nº 62), ya en la Hoja nº 459 (Tamañón) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se ubica el indicio en unos esquistos granatíferos con cloritoide, cuarzo, estaurolita y moscovita.




Otro indicio de nulo interés económico es el existente en el Pico de San Pedro (nº 63) en colmenar Viejo, dentro de los límites de la Hoja nº 509 (Torrelaguna) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se trata de filones masivos de pegmatitas en gneises, formadas por cuarzo, feldespato potásico, biotita, moscovita, clorita, berilo, apatito, granate, circon y pirita.

Resumiendo, de un modo general se puede afirmar que los granates se presentan en todos los materiales metamórficos de la Sierra de Guadarrama, si bien son importantes en las rocas de la zona de la estaurolita.

Es primordial la composición química de la roca caja y su influencia en la composición final del granate, si bien es cierto que este papel se hace menos preponderante según aumenta el grado de metamorfismo a que es sometida. Así, en



LEYENDA

-  Gneises, pizarras y cuarcitas, CAMBRICO-ORDOVICICO
-  Gneises
- 60  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR ESCALA 1 / 200.000			MAPA DE SITUACION DE INDICIOS MADRID II
CONSULTOR			

el caso de los granates de la Sierra de Guadarrama la composición química es almandínica (más del 70%) correspondiendo el resto a una mezcla de espesartita, piropo y grosularia.

Hay que señalar que considerando el Sistema Central como una sola unidad (al margen de la división por provincias seguida en este trabajo), la frecuencia de granates en las rocas metamórficas es superior en el Sector Oriental respecto del Central y Occidental.

4.17.- MALAGA



Son numerosos los indicios de granates existentes en esta provincia, apareciendo siempre en materiales pertenecientes al Complejo Alpujárride afectados por un metamorfismo de grado medio o alto: esquistos, gneises bandeados y gneises de granate.

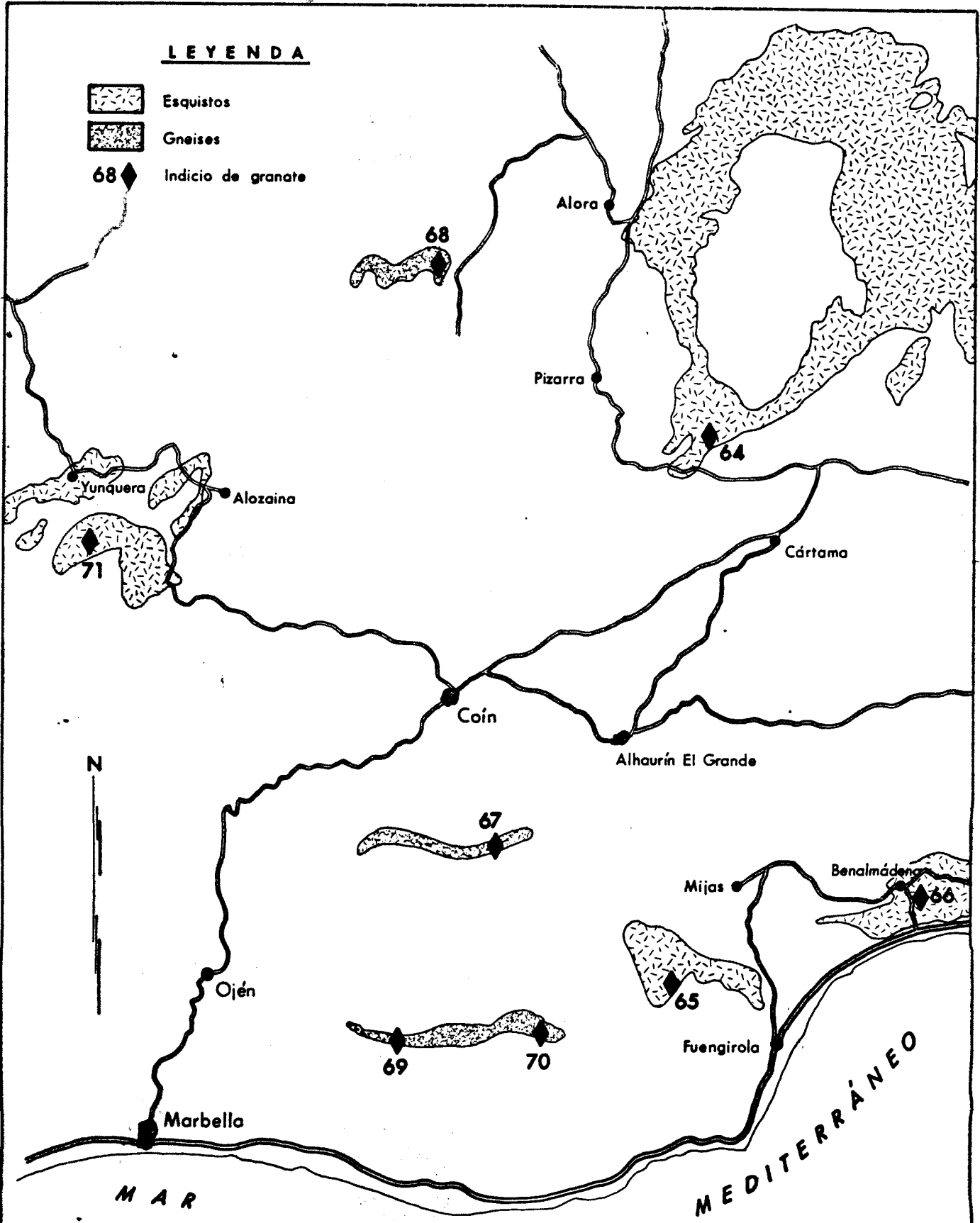
Los esquistos constituyen la formación techo del manto Alpujárride. Se pueden distinguir varias unidades litológicas con metamorfismo descendente según se asciende en la columna litoestratigráfica, hasta llegar a los tramos inferiores del Complejo Maláquide.

En este conjunto de micasquistos, cuarzoesquistos, y cuarcitas se pueden observar los granates a simple vista, alcanzando en cuanto a cantidad porporciones inferiores al 1% del volumen total en pequeños cristales milimétricos de tipo almandino, de formas subeuhedrales. La roca tiene colores muy oscuros, de gris a negro. Estos indicios se localizan al SE de Alora (nº 64) en la Hoja nº 1.052 (Alora), Maro (nº 67) al NO de Fuengirola (nº 65), al Sur de Benalmádena (nº 66) y río Alaminos (nº 67) en la Hoja nº 1.066 (Coin) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Los gneises se pueden considerar una única unidad litológica aunque en los bordes de la formación aparecen una facies de contacto con las rocas intrusivas ultrabásicas en la que el tamaño de los granates aumenta considerablemente, llegando hasta 1 cm de diámetro. La cantidad relativa también aumenta aunque no puede considerarse que tengan posible interés industrial. Los granates son ricos en almandino y aparecen, generalmente, muy fracturados. Localidades en las que aparezca este

LEYENDA

-  Esquistos
-  Gneises
-  68 Indicio de granate



DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
AUTOR		
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS MALAGA	PLANO Nº
CONSULTOR		

tipo de indicio son el Arroyo de las Cañas al OSO de Alora (nº 68) en la Hoja 1.052 (Alora), río Ojen a su paso por Las Chapas de Marbella (nº 69) y Fuengirola (nº 70) en la Hoja nº 1.066 (Coin) y Yunquera (nº 71) Hoja nº 1.051 (Ronda), Sierra de Cartama, etc. en la Hoja nº 1.052 (Alora) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

4.18.- MURCIA

Dos son los indicios de granates reconocidos en esta provincia. Uno, el nº 72, se sitúa al Oeste del pueblo de Mazarrón en el paraje denominado Minas de Las Pedreras. El segundo se localiza al Este de la carretera Mazarrón-La Pinilla, inmediatamente al Norte del Alto de las Hermanitas (nº 73), ambos en la Hoja nº 976 (Mazarrón) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

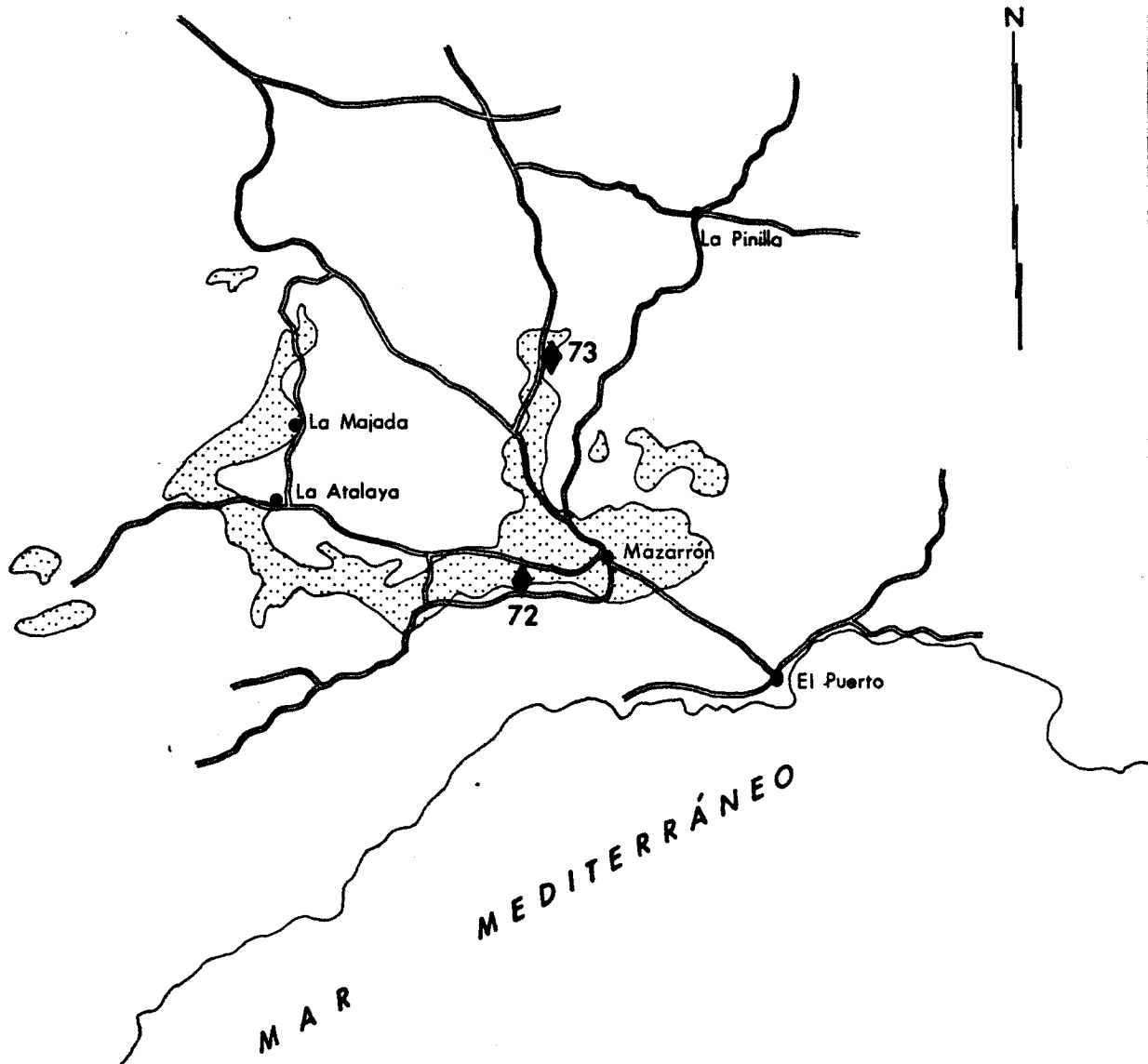
En ambos casos son las rocas del vulcanismo calcoalcalino potásico y shoshonítico las portadoras de los granates. Se trata de dacitas yriodacitas en facies tobáceas y brechoides.

Los granates se presentan con caras facetadas en cristales de 2-3 mm de diámetro y color rojo algo traslúcidos. Su composición es almandínica. Algunos cristales presentan, al microscopio, una corona de reacción de Plagioclasa.



En el reconocimiento de campo, se ha observado que el granate en dacita aparece en las mismas zonas en donde se localizan los xenolitos o enclaves de rocas metamórficas, arrastradas por la ascensión de los materiales volcánicos y que, a su vez, contienen granates en su composición mineralógica.

Existe otra característica relación espacial, y es la cercanía de estas zonas granatíferas con las antiguas minas metálicas existentes en la zona.

La escasa cantidad de granates existentes no permite considerar interesante estos indicios con vistas a su explotación industrial.



LEYENDA

-  Dacitas, riolacitas y riolitas
- 72**  Indicio de granate

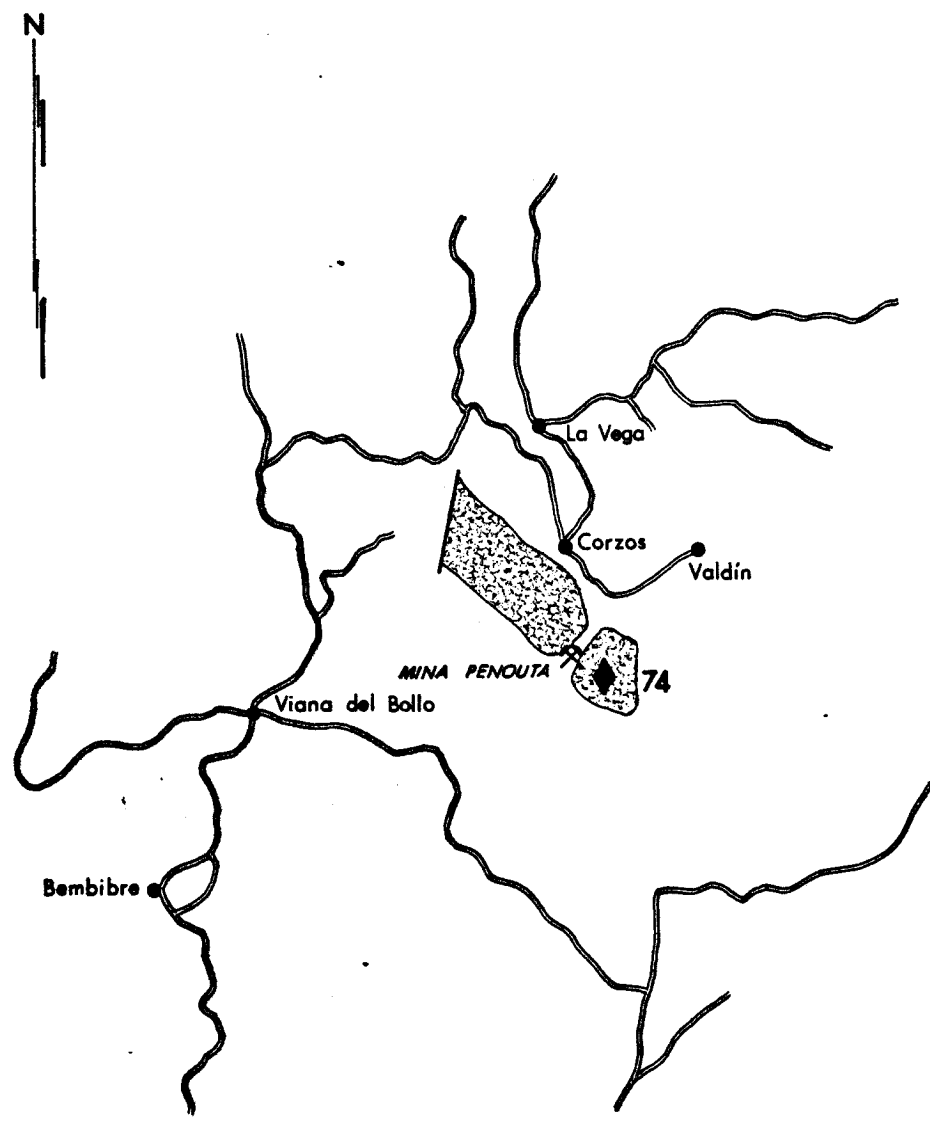
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS MURCIA	PLANO Nº

Petrográficamente se trata de dacitas potásicas brechoides con textura porfídica y matriz microcristalina. Tanto los fenocristales como la matriz están constituidos por plagioclasa, biotita, cuarzo y feldespato potásico; como minerales accesorios se presentan granates, opacos, min. arcillosos, esfena, carbonatos, apatito, min. de hierro y circón.



4.19.- ORENSE

El indicio de Viana del Bollo (nº 74) está situado inmediatamente al Este de la Mina Penouta, en el paraje de Las Tapadas, dentro del ámbito de la Hoja nº 228 (Viana del Bollo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Se trata de pequeños granates de dimensiones milimétricas (de 1 a 4 mm) y naturaleza almandínica, que forman parte constituyente de unos gneises cuyos minerales principales son, además del granate, biotita, moscovita, cuarzo, plagioclasa y andalucita y como accesorios, circón, apatito, turmalina y opacos. Se ha observado que estos gneises están afectados por un fuerte retrometamorfismo, presentándose en forma bandeada en contacto con el Olló de Sapo.



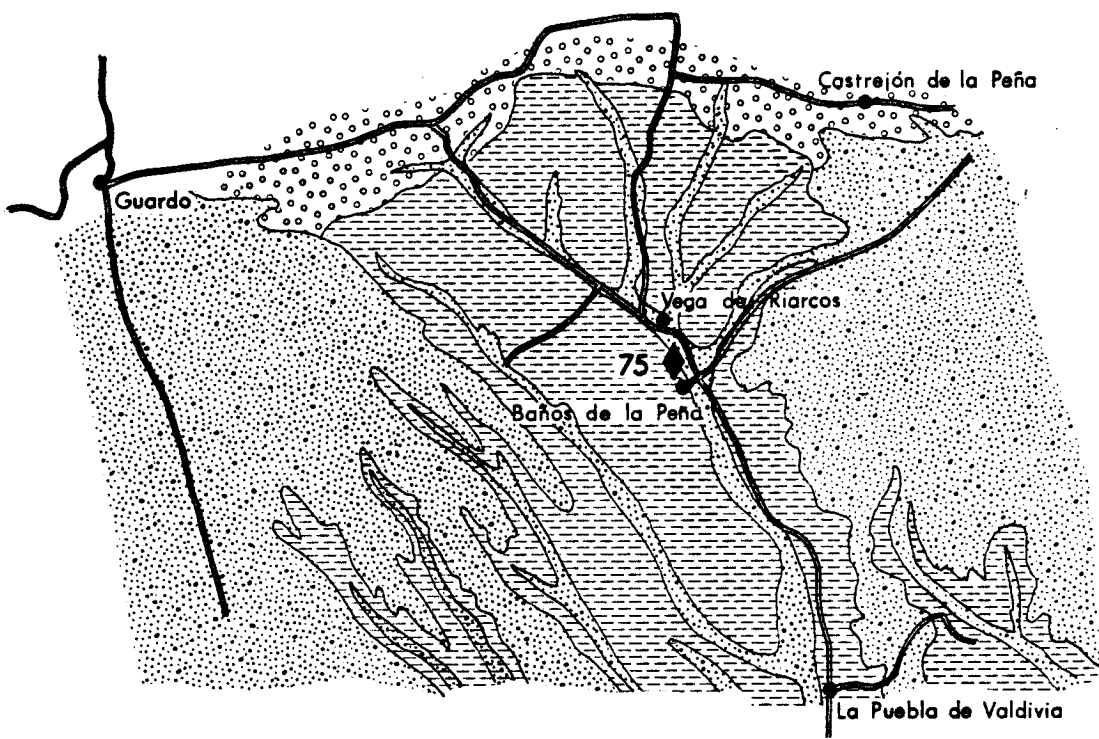
LEYENDA

-  Ortogneis granatífero
- 74**  Indicio de granate




DIBUJADO G. GONZALEZ		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS ORENSE	PLANO Nº
CONSULTOR		

4.20.- PALENCIA

El indicio nº 75 se localiza en el área de Vega de Riarcos-Baños de la Peña dentro de los límites de la Hoja nº 132 (Guardo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000. Se trata de cristales y fragmentos de granates cristalizados de buen tamaño, a veces de varios centímetros de diámetro, que se encuentran englobados en los sedimentos arenosos modernos del Valle de Valdavia.



LEYENDA

-  Aluvial y rañas. CUATERNARIO
-  Arcillas, arenas, areniscas y margas. MIOCENO
-  Conglomerados y arcillas. OLIGOCENO
- 75** ◆ Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS PALENCIA	PLANO Nº

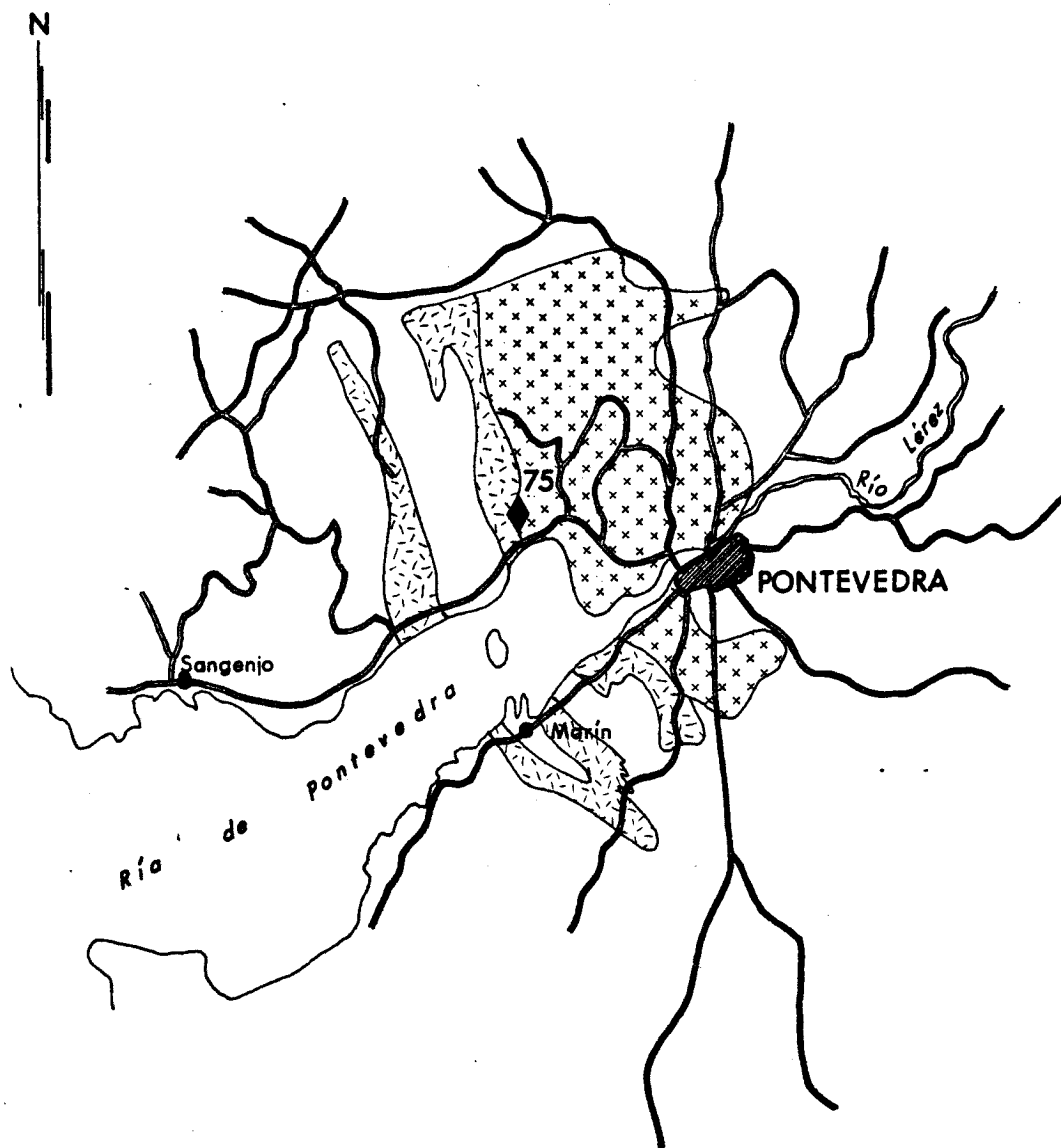
4.21.- PONTEVEDRA

En las proximidades de Poyo se localizan unos esquistos y pegmatitas que contienen granates: Indicio nº 76, situado en la Hoja nº 185 (Pontevedra) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.




Los esquistos están formados por una pasta micácea que engloba cristales y fragmentos de andalucita, estauroлита, distena y granate rosados tipo almandino de dimensiones milimétricas. No tiene interés económico con vistas a explotación del granate.

Las pegmatitas contienen cristales mayores de granates, llegando a alcanzar dimensiones superiores a un centímetro, si bien frecuentemente se encuentra fragmentados y fracturados con algunas caras o facetas cristalinas. Aunque frecuentes los granates de estas rocas no son muy abundantes, por lo que no presentan interés como mineral de explotación principal.

Otro indicio es el del río Carballo (nº 77). Se trata de un gran tramo de esquistos que se extiende desde Bayona hasta Goyán, junto al río Miño, atravesando de N a S las Hojas nº^{os} 261 (Tuy) y 299 (Tourinho) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Son granates rosados ricos en almandino, transparentes y brillantes de dimensiones milimétricas. Los de mayor tamaño observados alcanzan los 5 mm de diámetro. Sin interés como yacimiento explotable.

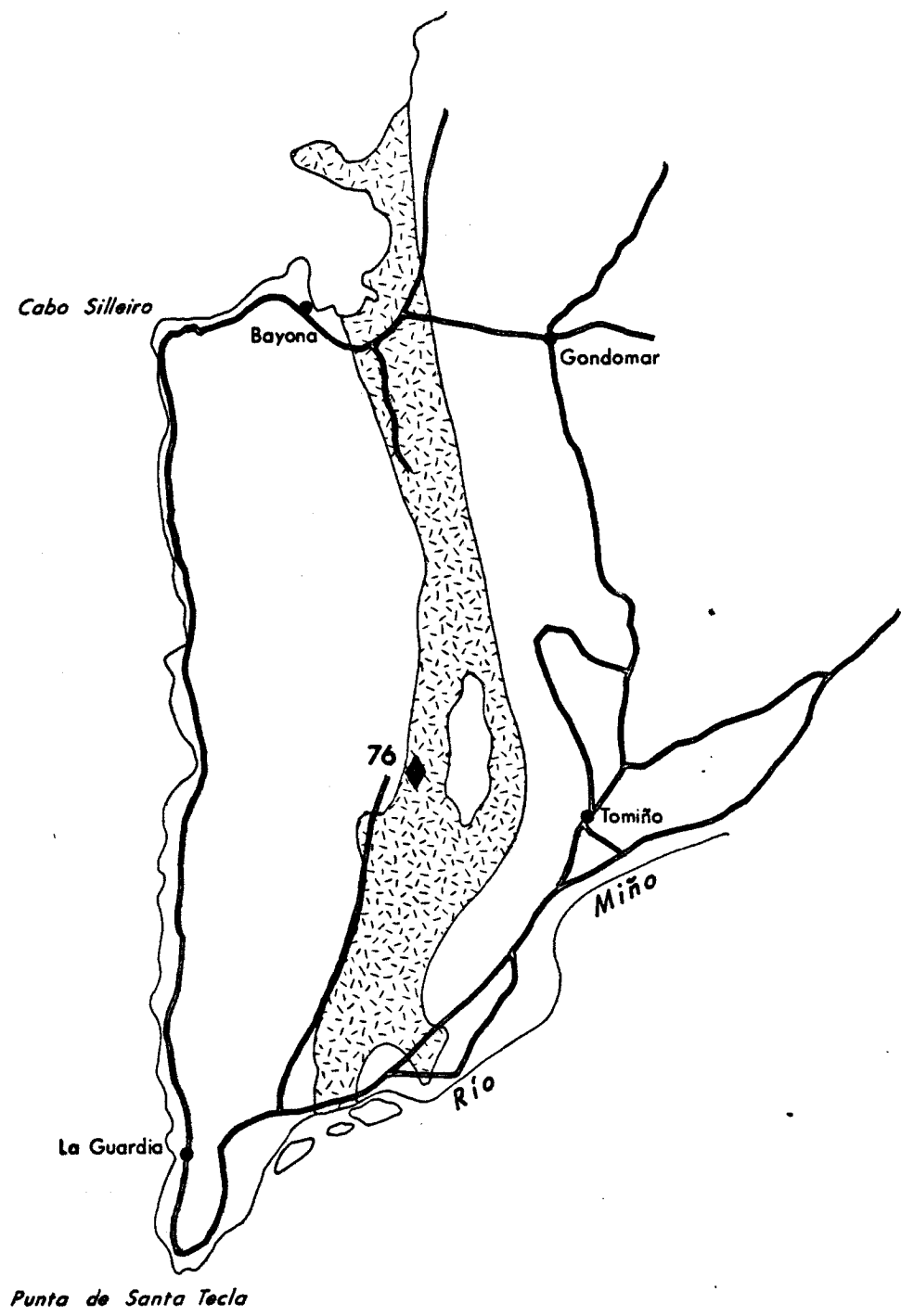


LEYENDA



-  Esquistos
-  Granitos con pegmatitas
- 75**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS PONTEVEDRA I	PLANO Nº

O C É A N O A T L Á N T I C O



LEYENDA

-  Esquistos. PRECAMBRICO-PALEOZOICO
- 76**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO			
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE	
ESCALA 1 / 200.000			
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS PONTEVEDRA II	PLANO Nº	

4.22.- SALAMANCA

El indicio nº 78 se localiza al Norte de Aldeadavila de la Ribera, junto al río Duero y frontera con Portugal, dentro de los límites de la Hoja nº 422 (Aldeadavila de la Rivera) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Se trata de unos diques pegmatíticos que atraviesan una formación de micasquistos y que, a su vez es atravesado por infinidad de filones y pequeños diques centimétricos de cuarzo.

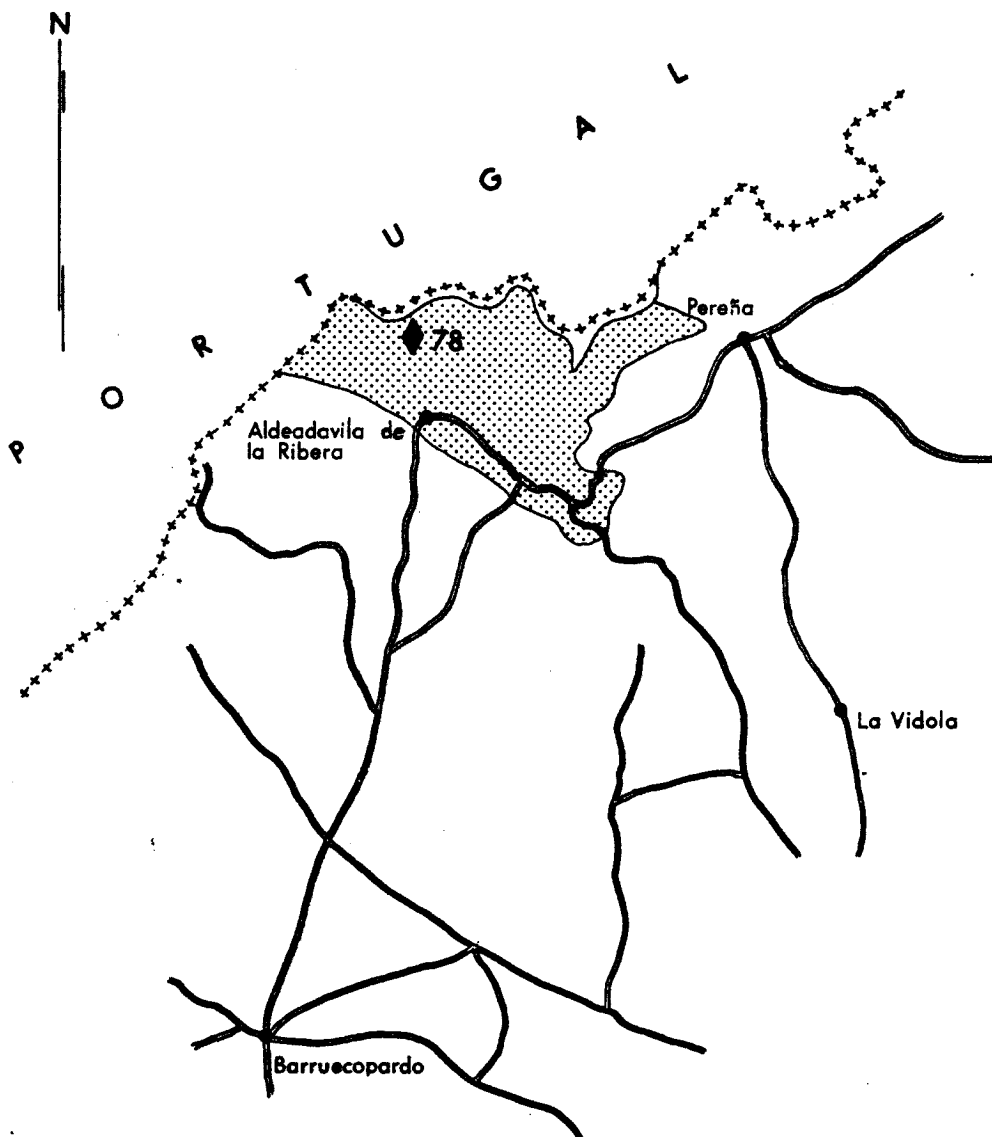
La composición numeralógica corresponde a la de una pegmatita granítica, siendo los componentes mayoritarios, cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa y moscovita y los accesorios turmalina, opacos y granates.

Los granates son muy escasos y dispersos en la roca; se presentan en pequeños cristales de hasta 3 mm de diámetro, con las caras factadas y color rojo oscuro; frecuentemente muy fracturados, y alterados. El indicio carece de interés en cuanto al granate.



El Indicio de Martínamor (nº 79) se localiza en las proximidades del pueblo del mismo nombre en el área de las hoy paradas minas de estaño de Buenavista y Virgen del Socorro, dentro de los límites de la Hoja nº 503 (Las Veguillas) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Los granates se encuentran en esquistos y gneises mineralizados, habiéndose obtenido unas muestras del concentrado de mina pocos días antes del cierre de ésta.

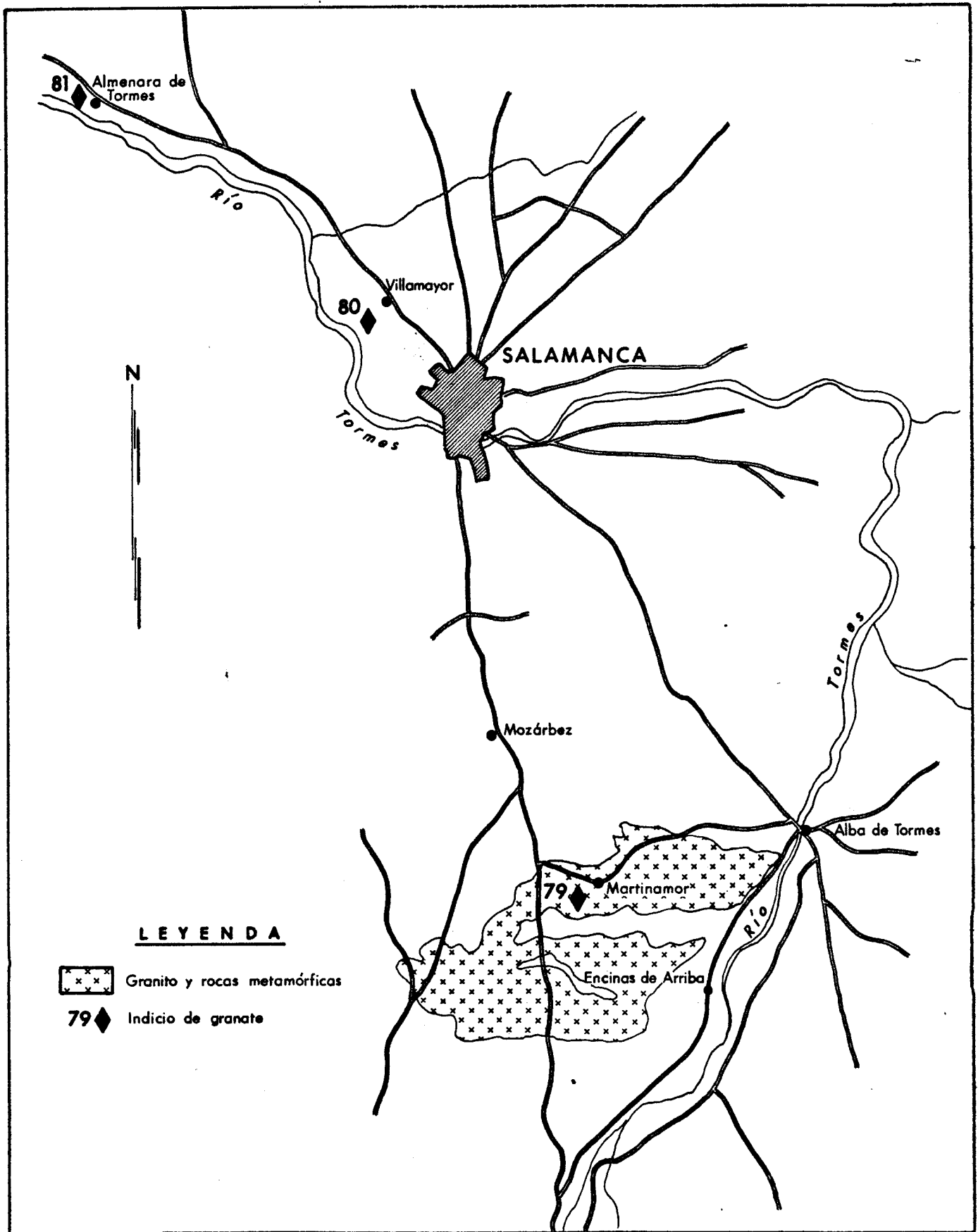
Los granates son de pequeño tamaño, submilimétricos,





LEYENDA


-  Metamórfico con pegmatitas
- 78**  Indicio de granate

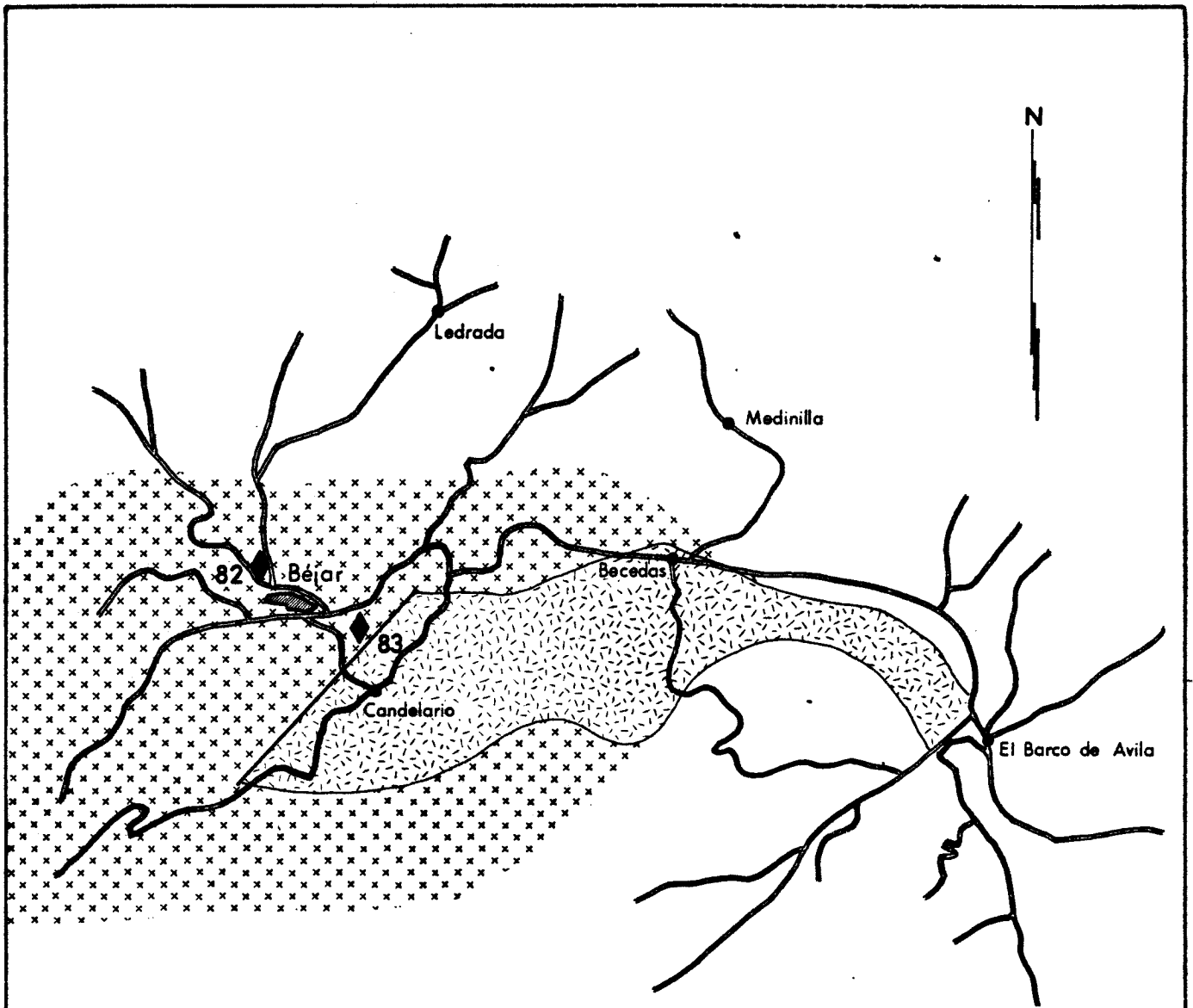
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS SALAMANCA I	PLANO Nº
CONSULTOR		



LEYENDA


-  Granito y rocas metamórficas
- 79**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR ESCALA 1 / 200.000			MAPA DE SITUACION DE INDICIOS SALAMANCA II
CONSULTOR			



LEYENDA

-  Granito
-  Esquistos
- 82**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000		
CONSULTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS SALAMANCA III	PLANO Nº

de color rojo y composición almandínica y se encuentran en el concentrado en una proporción del 30-40% junto a minerales tales como illmenita, tantalita, wolframita, etc., de los que es difícilmente separable.

Por las posibilidades de beneficio de estos granates, aunque sea como subproducto de la explotación de los metálicos acompañantes, este indicio ha sido considerado en el apartado 5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES.

Otros indicios son los de Villamayor (nº 80) en areniscas, Almenara (nº 81) en arenas, Béjar (nº 82) en granito y Candelario (nº 83) en granito no presentan el menor interés económico.

4.23.- SEGOVIA

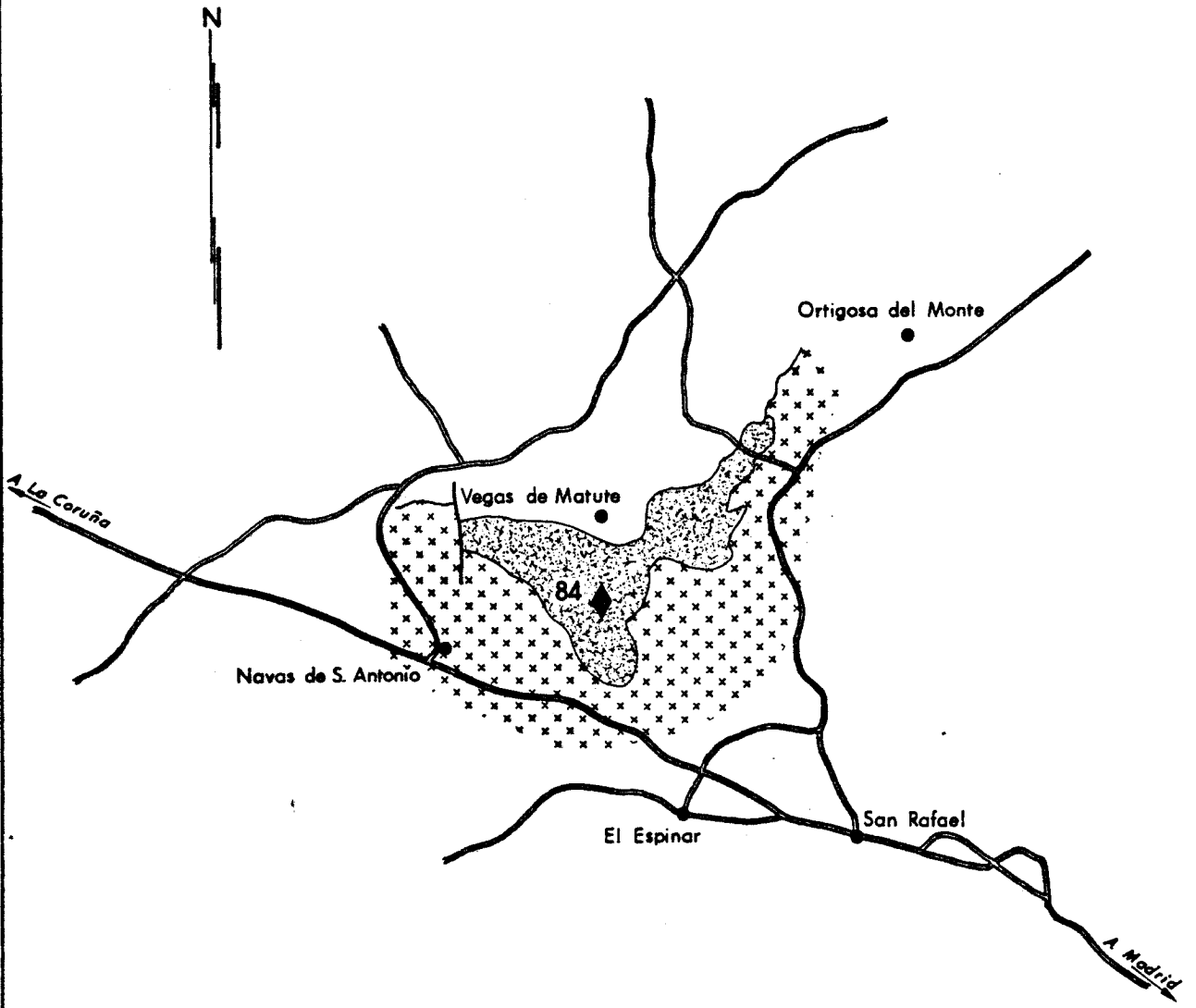
El indicio nº 84 se localiza en el Arroyo del Zancado, al Sur de Vegas de Matute en el ámbito de la Hoja nº 507 (El Espinar) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

El entorno geológico está definido por una intrusión de rocas dioríticas emplazadas en esquistos con granates. La composición de éstos es almandínica. El tamaño de los cristales es de varios milímetros, de colores marrón rojizos.




En la Sierra de Ayllón (nº 85) y Riaza (nº 86) los indicios son de granates almandínicos, y se encuentran en las Hojas nº^{os} 404 (Ayllón) y nº 432 (Riaza) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. En ambos casos la litología es la misma, se trata de esquistos y micasquistos metamórficos cuyas lineaciones se amoldan a los granates formando pequeñas glándulas con ellos como núcleo. Suelen tener frecuentes inclusiones y es también frecuente que se presenten parcialmente alterados a minerales micáceos. Los tamaños predominantes son los de 2-5 mm.

También en Pedraza de la Sierra (nº 87) se han localizado en gneises, con granates almandínicos de análogas características a los descritos.

En todos los casos estos indicios no constituyen posibles yacimientos de interés económico.





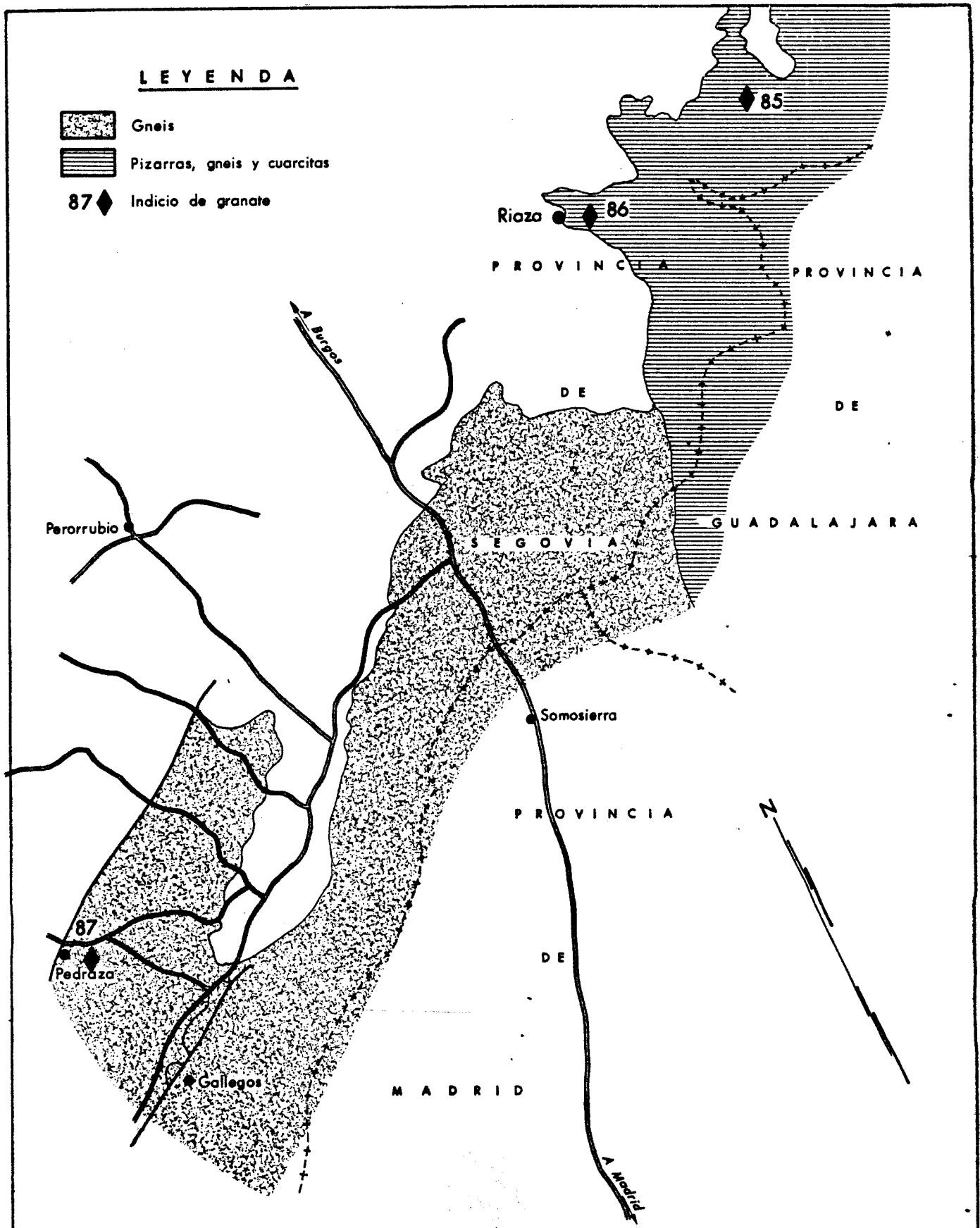
LEYENDA

-  Gneis
-  Granito (S.I.)
- 84**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO, 1985		
COMPROBADO J.L. GRIFFO		
AUTOR	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS SEGOVIA I	
CONSULTOR		

LEYENDA

-  Gneis
-  Pizarras, gneis y cuarcitas
- 87 ◆ Indicio de granate



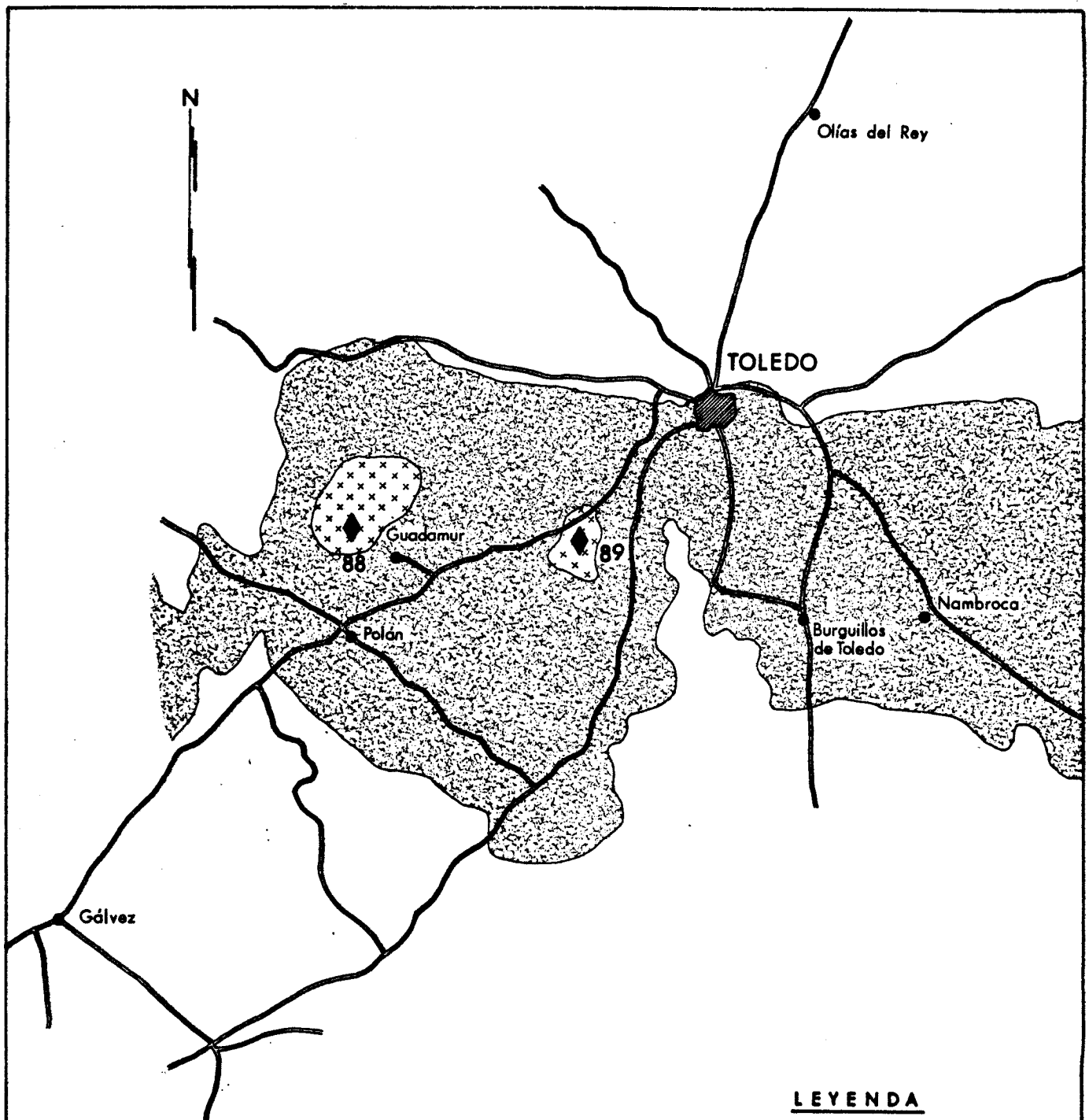
DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA MAYO, 1985	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS SEGOVIA II		PLANO Nº
ESCALA 1 / 200.000			
CONSULTOR			

4.24.- TOLEDO




Los indicios n^{os} 88 y 89 están localizados al SE de Toledo en el ámbito de la Hoja nº 657 (Sonseca) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, entre esta población y las inmediaciones de Guadamur.

Se trata de granates de tipo almandino contenidos en una roca granítico-sienítica de la unidad migmatítica de Toledo. El tamaño del cuarzo y el feldespato es milimétrico en la muestra de mano, de modo que resaltan los cristales de granate por su mayor tamaño (3-8 mm) y su oscuro color, pardo rojizo, producto de la alteración del almandino.

Aunque son frecuentes los granates no parece existir ninguna posibilidad de su aprovechamiento industrial.



LEYENDA

-  Gneis
-  Granito
- 80**  Indicio de granate

DIBUJADO G. GONZALEZ	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 		
FECHA MAYO, 1985			
COMPROBADO J.L. GRIFFO	PROYECTO: INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA		CLAVE
AUTOR			
ESCALA 1 / 200.000	MAPA DE SITUACION DE INDICIOS TOLEDO		PLANO N°
CONSULTOR			

5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES

5.1.- EL HOYAZO DE NIJAR

El célebre yacimiento de El Hoyazo se encuentra situado al SE de la población de Nijar en la provincia de Almería entre las coordenadas 36º 56' y 36º 58' de latitud Norte, y 1º 30' 30" y 1º 32' de longitud Este respecto del meridiano de Madrid, dentro de los límites de la Hoja nº 758 (Carboneras) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Ver Mapa nº 1.

Como yacimiento de granates consta de dos partes diferentes. La primera es el afloramiento de roca volcánica contenedora de los granates y la segunda, el abanico aluvial que bordea la Rambla de las Granatillas.

El yacimiento primario está formado por un afloramiento volcánico de naturaleza calcoalcalina potásica cuyas relaciones con las calizas y calcarenitas neógenas que se le superponen y recubren parcialmente, no están perfectamente claras ya que si por una parte los buzamientos que éstas presentan inducen a pensar que han sufrido un empuje vertical durante el ascenso de la roca volcánica, por otra parte, la ausencia de indicios o señales de haberse producido un metamorfismo térmico en las calizas, conducen a afirmar que la deposición de las rocas carbonatadas fue posterior al fenómeno volcánico.

En este segundo caso, para explicar la fuerte inclinación de las capas carbonatadas habría que pensar en movimientos

verticales posteriores.

El afloramiento volcánico es aproximadamente circular con un diámetro de unos 750 metros, mientras que el yacimiento secundario aluvial presenta planta elipsoidal con eje mayor de 1.000 metros y menor de 600 metros de dimensiones medias.

La roca volcánica contenedora de los granates es una dacita biotítica representante del vulcanismo calcoalcalino potásico, el último acaecido en el Sureste español. Se presenta en forma masiva, únicamente interrumpida por algunos asomos brechoides, débiles mantos piroclásticos con marcadas estructuras planares o algún dique más compacto y básico que se muestra como competente frente a la gran masa dacítica.

La dacita presenta tonos claros con colores grises y violáceos, siendo disgregable con relativa facilidad gracias a su textura granuda, dejando libres los cristales de granate que, por su mayor dureza y densidad, se acumulan en las zonas bajas de las laderas.

Petrográficamente, las dacitas presentan textura porfídica seriada con matriz vítrea o hipocristalina. Los minerales fundamentales son plagioclasa cálcica, biotita, cordierita, cuarzo, granate y sillimanita; en menor proporción también contiene piroxeno, anfíbol, apatito, circón y opacos.

La plagioclasa es el mineral más abundante, apareciendo como fenocristales y también como microlitos constituyentes de la matriz, generalmente zonados.

La biotita es muy pleocroica, presentándose en láminas orientadas según las superficies de flujo. La cordierita se

presenta en cristales idiomorfos y en gránulos redondeados y corroidos. También con muestras de corrosión se reconocen algunos fenocristales de cuarzo.

Los granates son de un color rosado en lámina delgada e isótropos. En muestra de mano presentan un color rojo oscuro, en casos ligeramente violáceo, y, en general, traslúcidos con tamaños que oscilan entre menores de 1 mm y 10 mm de diámetro, si bien el tamaño más abundante es el comprendido entre 1 y 5 mm. Suelen presentarse bien cristalizados con las caras poliédricas perfectamente definidas; el hábito cristalino más común es el trapezoedro aunque también es frecuente el rombo-dodecaedro si bien con caras poco desarrolladas, formando parte de ejemplares en los que predominan las formas trapezoédricas. Frecuentemente se encuentran fracturados, dando lugar a aristas fuertes y angulosas.

La sillimanita se presenta en forma prismática o formando agregados monominerales. El piroxéno (probablemente augita) no aparece de forma constante como fenocristales, aunque si lo hace en aureolas de reacción o en enclaves. También el anfíbol se presenta en enclaves con color verde pálido.

Es frecuente encontrar englobados en las dacitas fragmentos de diversas rocas no volcánicas, tales como gabros, dioritas, gneises, micaesquistos y cuarcitas, la mayor parte de ellas portadoras, a su vez, de granates de tipo almandino, de análogas características a los ya descritos. Estas rocas no volcánicas muestran claros indicios de haber sido afectadas por un metamorfismo térmico producido durante el ascenso de las dacitas.

Por último citaremos la formación sedimentaria también portadora de granates. Se trata de un abanico aluvial constituido por una mezcla muy heterogénea de materiales detríticos poco transportados, con tamaños que oscilan entre los bloques y cantos hasta las arenas finas y limos, que se disponen en lechos groseramente definidos a partir de la salida de la rambla de Las Granatillas y prolongándose hasta más al Sur de la carretera Almería-Carboneras.

Esta formación engloba en su masa diversidad de fragmentos tanto líticos como cristalinos. Entre los primeros hay trozos de todas las rocas anteriormente citadas además de los de las rocas carbonatadas terciarias que recubren parcialmente a las dacitas. Entre los fragmentos cristalinos, encontramos cuarzo, cordierita y granates entre otros.

Los granates son los mismos que contienen las dacitas, gabros y micasquistos, si bien aquí muestran las ligeras señales superficiales producidas por el transporte. En casos, se presentan corroidos en superficie dando la impresión de opacidad, y mostrando tonalidades más oscuras.

Aunque no se puede hablar de estratificación propiamente dicha, sí se ha observado una mayor concentración de granates a partir de los 50 cm de profundidad hasta los 2 metros aproximadamente. Esto ha sido posible comprobarlo gracias a la existencia de numerosos pozos y labores mineras poco profundas ya abandonadas existentes en la zona. Aunque en menor cantidad también hay señales de pretéritas labores mineras en el afloramiento dacítico.

Además del afloramiento volcánico del Hoyazo existen otros dos asomos dacíticos de características litológicas análogas

gas al ya descrito hacia el Este (ver Mapa nº 1). Asimismo existen numerosos datos de sondeos para agua en el cercano Campo de Níjar (inmediatamente al Sur de la zona considerada) que confirman la existencia de materiales dacíticos bajo la cobertura sedimentaria terciaria a unos 150 metros de profundidad.

Los análisis químicos realizados a los granates de esta zona han dado los resultados en % siguientes:

SiO ₂	36,16 y 36,93
Al ₂ O ₃	22,53 y 19,32
Fe ₂ O ₃	0,10 y 6,27
FeO	33,05 y 30,44
CaO	1,26 y 2,92
MgO	2,81 y 1,94
MnO	1,68 y 1,35

Estos resultados definen a estos granates como una mezcla de almandino + piropo + espesartita + (grosularia o andradita) en la que predomina el almandino en proporciones de alrededor del 70%.

La identificación mediante difracción de rayos X, cuya gráfica se adjunta en hoja aparte, se realizó sobre un montaje, de polvo desorientado empleando un difractómetro Philips modelo PW-1.130, usando radiación de CuK α . El sector explorado fue de 4º a 65º a una velocidad del goniómetro de 4º/min. y una velocidad del papel registrador de 1.200 mm/hora, utilizando una escala de 2 x 10³. Las restantes condiciones de trabajo fueron las siguientes: constante de tiempo, 1; Atenuación 2²; Ventana, 1,28 (W = 0 - 100%); Nivel, 2,34; Contador, proporcional y H.T. del contador 1.650 V.

Como se puede ver en el difractograma en tipo de granate es el almandino, resultado que concuerda con el indicado por el análisis químico.

Otras características de estos granates son:

Densidad: $d = 4,137 \text{ gr/cm}^3$

Índice de refracción: $n = 1,80$

Las pruebas semiindustriales comparativas de durezas del grano tomando como coeficiente unidad el granate Español de Debray, con lo que el granate Americano N.Y. alcanza un coeficiente de 3,48, el granate del Hoyazo de Níjar obtiene un coeficiente a 25 vueltas de 1,37, lo que la califica como perfectamente utilizable en la fabricación de abrasivos, especialmente en la confección de telas y papeles abrasivos.

5.2.- EL CHIVE

Este indicio de posible interés se localiza en los alrededores de El Chive localidad situada al Sur de Lubrín en la provincia de Almería. La formación contenedora de los granates esa limitada por las coordenadas 37º 09' y 37º 12' de latitud N, y 1º 34' y 1º 37' de longitud E respecto del meridiano de Madrid, a caballo entre las Hojas n^{OS} 1.014 (Vera) y 1.031 (Sorbas) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

El posible yacimiento de granates se presenta en los tramos superiores de la Formación Nevada (Precámbrico-Pérmico), en las cotas más altas de la ladera Sur del puerto de montaña de La Atalaya siguiendo la carretera que une Lubrín con El Chive. Ver Mapa nº 2.

De la Formación Nevada no se conoce su tramo basal. El resto está constituido por una alternancia de micasquistos y cuarcitas. Los micasquistos a veces son ricos en grafito lo que origina cambios sensibles en su coloración que según los casos es gris clara ligeramente plateada a marrón oscuro cuando contienen grafito. Son fácilmente alterables dando productos arcillosos de color marrón rojizo.

Estos micasquistos están formados por cuarzo, moscovita y paragonita, granate, estaurolita y distena como minerales principales, cloritoide, biotita, grafito, epidota y carbonatos como secundarios y apatito, turmalina, circón y opacos como accesorios.

Intercalada en los tramos más altos de la formación de micasquistos, se encuentra una banda de metagranitos y gneises con turmalina prismática, de tonalidades muy claras.

Las cotas topográficas más altas de la región están ocupadas por los paquetes carbonatados de la formación Las Casas.

Los granates contenidos en los micasquistos de la formación Nevada se presentan individualizados, adaptándose a ellas las superficies de flujo definidos por los minerales orientados laminares, confiriendo a la roca un aspecto noduloso. Se presentan los granates en cristales euhedrales de tamaños comprendidos entre 3 y 20 mm de diámetro, aunque los más abundantes tienen dimensiones próximas a los 10 mm de diámetro.

El hábito cristalino más generalizado es el de rombo-dodecaedro con caras bien formadas y cristales casi siempre completos. Se ha observado que con frecuencia los granates están alterados y fracturados mostrando huellas de corrosión y sustitución parcial por materiales micáceos y cuarzo, sobre todo en los núcleos (granates atolón).

No se han encontrado granates traslúcidos, sino únicamente opacos de color marrón oscuro, color que también muestran en su interior al romperlos. La raya y polvo presenta un color amarillento que recuerda vivamente el de los ocreos de hidróxidos de hierro.

La composición química en % de estos granates es la siguiente:

SiO ₂	41,34
Al ₂ O ₃	20,39
Fe ₂ O ₃	<0,10
FeO	26,87
MnO	0,28
CaO	6,15

MgO 2,43

Estas cifras definen una composición predominante de almandino (más del 60%) con algo de grosularia y piropo. El exceso de cuarzo refleja la existencia ya descrita de inclusiones y sustituciones de los granates atolón.

El análisis por difracción de rayos X, cuya gráfica se adjunta, se realizó sobre un montaje de polvo desorientado, empleando un difractómetro Philips modelo PW-1.130 y usando radiación de $\text{CuK}\alpha$. El sector explorado fue de 4° a 65° con una velocidad del goniómetro de $4^\circ/\text{min.}$ y de papel registrador de 1.200 mm/hora. Los picos del difractograma definen estos granates como almandino que coinciden con los resultados alcanzados mediante análisis químico.

Los ensayos semiindustriales comparativos de dureza de grano, utilizando como módulo o coeficiente unidad el del Granate Español de Debray, con lo que el Granate Americano N.Y. alcanza 3,48, el granate de El Chive obtiene el valor de 0,51, muy por debajo de los actualmente utilizados en la fabricación de telas y papeles abrasivos, pudiendo utilizarse únicamente en chorro de arena de granate para debastar superficies metálicas.

5.3.- CASA DE SANTIN

El indicio en cuestión está localizado en la Hoja nº 25 (Vegadeo) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, al suroeste de la localidad de Rozadas, cerca del paraje denominado Casa de Santin, en la pista que conduce a Brañalibel. Las coordenadas del indicio son 43º 25' 10" de latitud Norte y 3º 11' 4" de longitud Oeste respecto del meridiano de Madrid.

La selección de este indicio como de posible interés, no se debe a la amplitud del nivel granatífero, sino a la gran concentración de granates en ese nivel (superior al 90%), y a la posibilidad de existencia en la misma zona y formación geológica de niveles similares.

La formación geológica que contiene el nivel granatífero es la denominada Pizarras de Luarca, constituida por pizarras negras lustrosas, masivas con intercalaciones arenosas y cuarcíticas, sobre todo cerca de su base. (Ver Mapa nº 3).

Los tramos superiores son eminentemente pizarrosos, habiéndose diferenciado tres paquetes en la cartografía geológica, basándose fundamentalmente en los componentes mineralógicos.

Cerca del techo del paquete inferior de estos citados es donde se ha localizado el nivel granatífero. Se trata de un estrecho nivel formado por granates empastados en unas pizarras lustrosas de color gris oscuro.

Los granates son de naturaleza almandínica según se desprende de los análisis químico y mineralógico por difracción de rayos X, que se adjuntan a continuación. Los tamaños de

los cristales son de dimensiones entre 3 y 5 mm de diámetro, con hábito de cristalización más frecuente rombododecaédrico. Frecuentemente se presentan fracturados mostrando brillo ambarrino y color marrón-rojizo.

El análisis químico realizado a estos granates ha dado los resultados siguientes, expresados en %:

SiO ₂	33,16
Al ₂ O ₃	19,24
Fe ₂ O ₃	0,36
FeO	36,50
MnO	0,38
CaO	0,42
MgO	1,49

Estos porcentajes muestran la gran pureza de estos granates dentro del tipo almandino. Únicamente es digna de mención la cantidad de MgO que contiene, que permite clasificar estos granates como almandínicos con algo de piropo (cerca al 5%).

El ensayo mineralógico por difracción de rayos X fue realizado sobre un montaje de polvo desorientado, mediante el empleo de un difractómetro Philips modelo PW-1.130, usando radiación CuK α , y explorando el sector comprendido entre 4 θ y 6 θ con una velocidad de goniómetro de 4 θ /min.

El difractograma ha corroborado los resultados del análisis químico, dando para estos granates los picos representativos de la composición almandino.

En los ensayos semiindustriales comparativos de dureza de grano, tomando como coeficiente unidad el del Granate Espa

ñol de Debray, respecto al cual el granate Americano N.Y. alcanza un coeficiente de 3,48, el granate del indicio de Casa de Santín obtiene un coeficiente a 25 vueltas de 0,63, lo que le sitúa por debajo de los actualmente utilizados en la fabricación de telas y papeles abrasivos.

5.4.- MARTINAMOR

El indicio de Martínamor está localizado a unos 20 km al Sur de la ciudad de Salamanca dentro del ámbito de la Hoja nº 503 (Las Veguillas) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, entre las coordenadas 40º 45' a 40º 50' de latitud Norte y 1º 49' y 2º 03' de longitud Oeste respecto del meridiano de Madrid.

Se accede a la zona siguiendo la carretera nacional N-630 que une la capital de provincia con Béjar y continúa hasta Cáceres. Topográficamente es una zona suavemente ondulada corta da únicamente por algunos pequeños valles fluviales.

Desde el punto de vista geológico se trata de una zona granítica compleja situada entre la falla del Tormes y la fosa de Ciudad Rodrigo, que ha sido ampliamente estudiada por Schmidt-Thome (1945), Mingarro, E. (1960), Mingarro, F. y López de Azcona (1970), Ordoñez, S. y Mingarro, F. (1972), Martínez y Nicolau (1973), Pellitero et al. (1975, 1980, 1981) y Saavedra, J. (1984).

La variedad de granitoides existentes en la región confiere a ésta interés desde el punto de vista geológico, máxime teniendo en cuenta la abundancia de mineralizaciones metálicas (Wolframio, Scheelita, etc.) existentes en ella. Ver Mapa nº 4.

La facies más extendida entre los materiales graníticos es la moscovítica, con ausencia de biotita o en pequeñísimas cantidades. El tamaño de grano es de fino a medio, siendo clara la tonalidad general de la roca. Contiene granates y turmalina en cantidades variables. En menor cantidad contiene berilo.

Los granates son del tipo almandino, idiomorfos, de tonalidades rojo anaranjado vivo, muy puros y cristalinos.

La facies biotítica es similar a la anterior a la que se agrega biotita. También contiene turmalina, granates, circón y rutilo. El tamaño es fino a medio, presentándose los cristales orientados.

La facies pegmatítica se encuentra muy extendida atravesando las facies anteriores, fundamentalmente la moscovítica. Consta de grandes cristales de cuarzo, feldespatos, micas, turmalina y granates. El tamaño del grano es muy heterogéneo aún cuando dominan los gruesos a muy gruesos.

La facies aplítica es leucocrata de grano fino. No contiene biotita y sí tiene granates y turmalina en cristales prismáticos de pequeño tamaño, generalmente orientados, así como la moscovita. El tamaño de los granates es muy pequeño y similares en las restantes características a los de la facies general (la moscovítica).

La muestra analizada corresponde a un concentrado de la mina de estaño Virgen del Socorro inmediatamente al SE de Martínamor obtenido mediante molienda, cribado, separación electromagnética y posterior refinado en mesa Wilfley. Se compone este concentrado de un 40-50% de fragmentos de almandino de dimensiones milimétricas y menores, y el resto está formado por fragmentos metálicos, fundamentalmente wolframita, tantalita e ilmenita.

El análisis químico de estos granates dió el resultado en % siguiente:

SiO ₂	31,06
Al ₂ O ₃	27,47
Fe ₂ O ₃	3,94
FeO	26,09
CaO	0,28
MgO	0,75
MnO	10,70

Estas cifras definen a estos granates como mezcla de almandino y espesartita en las que el primero se encuentra en una proporción superior al 70%.

En hoja aparte se expone el diagrama de difracción de rayos X obtenido mediante el empleo de un difractómetro Philips modelo PW-1.130' usando radiación de CuK α sobre un montaje de polvo desordenado; el sector explorado fue de 4 \circ a 65 \circ con una velocidad de goniometro de 4 \circ /min. y de papel registrador de 1.200 mm/hora, utilizando una escala de 2 x 10³. Constante de tiempo 1, atenuación 2², ventana 1.28 (W = 0-100%), nivel 2,34, contador proporcional y H.T. del contador 1.650 V. Los picos del diagrama indican una composición de almandino para estos granates según se puede comprobar en la gráfica del difractograma.

Las pruebas semiindustriales comparativas sobre dureza de grano, utilizando como coeficiente 1 el del Granate Español de Debray, respecto del cual el Granate Americano N.Y. alcanza un valor de 3,48, el granate de Martínamor obtiene un valor de 2,72, de lo que se deduce que es especialmente apto para su utilización como abrasivo en la fabricación de telas y papeles abrasivos. Este valor de 2,72 es el mayor de los obtenidos en los granates ensayados, lo que le sitúa en primer lugar en cuanto a su posible utilización como abrasivo.

Dado que las muestras tomadas sobre un concentrado de mina contienen un alto porcentaje de menas metálicas, sería aconsejable estudiar las posibilidades de separación del granate y los metálicos, con lo que se podría llegar al doble beneficio de estas sustancias.

5.5.- SIERRA CAPELADA

El indicio que nos ocupa está localizado en la Sierra Capelada en una formación de gneises, eclogitas, anfibolitas y granulitas pertenecientes al Complejo de Cabo Ortegá. Se sitúa a caballo entre las Hojas n^{os} 2 (Cariño) y 7 (Cedeira) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, entre las coordenadas 43° 34' y 43° 50' de latitud Norte, y 4° 9' y 4° 25' de longitud Oeste respecto del meridiano de Madrid. Ver Mapa nº 5.

El Complejo de Cabo Ortegá está constituido por rocas de muy variada naturaleza, desde las de tipo ácido fundamentalmente gneises y a las básicas como eclogitas, metabásicas y ultrabásicas serpentinizadas.

En la Sierra Capelada es donde existen los afloramientos más extensos de rocas metabásicas de facies granulítica. El mayor de ellos se extiende desde Cerdido con dirección N-S hasta el mar, alcanzando una longitud de 12 km, con una anchura de unos 4 km.

La roca es granuda y compacta ofreciendo un aspecto característico gracias a un bandeo alternante claro-oscuro definido por la abundancia relativa de minerales félsicos (plagioclasas) y máficos (piroxenos y anfíboles). Los granates se concentran en las bandas claras confiriéndoles una tonalidad rosácea, llegando en ocasiones a representar el 80% de la roca. Estas granulitas están limitadas a muro por eclogitas y a techo por rocas ultrabásicas. La escuela holandesa denomina esta formación como Granulitas de Vacariza.

Existen otras formaciones de granulitas (G. de Candela

ria) análogas a la descrita aunque con menor proporción de granate. Petrográficamente las Granulitas de Vacariza se pueden definir como granulitas piroxénicas con granate y anfíbol. Como ya se ha dicho el granate es el más abundante de los minerales constituyentes que son, además de él, plagioclasa, clinopiroxeno y anfíbol. Con cierta frecuencia, como resultado de la acción del retrometamorfismo, el clinopiroxeno se ha transformado en hornblenda, y el granate llega a ser sustituido por el anfíbol.

Los granates son una mezcla de almandino, piropo, glosularia y andradita, en la que predomina el componente de naturaleza almandínica en una proporción de un 45%. El resultado en % del análisis químico es el siguiente:

SiO ₂	37,65
Al ₂ O ₃	23,78
Fe ₂ O ₃	2,55
MnO	Trazas
FeO	20,05
CaO	7,32
MgO	8,78

Otras características de estos granates son:

Densidad: $d = 3,988 \text{ gr/cm}^3$

Índice de refracción $n = 1,78$

Estos valores de d y n llevados a la gráfica de Winchell y Winchell definen a estos granates como mezclas en las que predominan las composiciones de almandino y piropo, coincidiendo con los resultados obtenidos con el análisis químico.

Al microscopio, en lámina delgada, los granates se presentan en cristales o granos redondeados, o idiomorfos con caras de rombododecaedro, siempre traslúcidos con tonalidades rosadas, y algunas fracturas. Aunque en general es bastante puro, el granate puede contener inclusiones de cuarzo, rutilo, piroxeno o anfíbol.

6.- CONCLUSIONES

6.- CONCLUSIONES

De los datos obtenidos en los reconocimientos de campo, análisis de laboratorio y pruebas semiindustriales en fábrica se deduce que de los indicios estudiados, los que ofrecen mejores posibilidades para su posible explotación y uso como abrasivo son los de Martínamor en Salamanca y El Hoyazo de Níjar en Almería, cuyas características se han estudiado en el apartado 5.- INDICIOS DE POSIBLE INTERES.

El granate de Martínamor es una mezcla de almandino y espesartita en la que predomina el primer componente. La muestra analizada se obtuvo a partir de un concentrado de mina que contenía 40-50% de granate y el resto de menas metálicas. Los resultados obtenidos califican a este granate como el de mejor rendimiento entre los estudiados. En caso de posible explotación habría que abordar el problema de la separación del granate y las menas metálicas, con lo que se obtendrían dos productos utilizables.

El granate del Hoyazo de Níjar también ofrece un rendimiento suficiente para las actuales exigencias industriales. Las posibilidades de explotación abarcan tanto al yacimiento primario (dacitas) como al secundario (abanico aluvial), si bien en éste es más sencilla la explotación al tratarse de materiales no consolidados. En tiempos pasados ya fue explotado este yacimiento para la obtención de granate abrasivo, desconociéndose las causas de su actual inactividad.

De los restantes indicios existen algunos, tales como los de Macael, que ofrecen algunas posibilidades en cuanto a calidad (coeficiente 0,87 en las pruebas semiindustriales de análisis comparativos de dureza de grano), aunque no es posible definirse en cuanto a determinación de un determinado yacimiento, ya que la formación contenedora de los granates ocupa una gran extensión superficial y fue imposible reconocerla exhaustivamente en este estudio, por lo que no se han podido localizar las posibles concentraciones de granate.

Entre los demás indicios podrían utilizarse como subproductos los de las Minas de Cala (Huelva) y Sierra Albarrana (Córdoba).

7.- ANALISIS DE LABORATORIO

7.1.- ESTUDIOS PETROGRAFICOS DE LAMINA DELGADA

Muestra nº 1

Clasificación: Micasquisto feldespático con granate

Textura: Granolepidoblástica foliada

Minerales principales: Mica blanca, cuarzo, distena y granate

Minerales accesorios: Biotita, rutilo, apatito, epidota y opacos

Observaciones: Granate con estructura en atolón, euhedral y pequeños tamaños, sin llegar a constituir porfidoblastos.

Muestra nº 6

Clasificación: Micasquisto granatífero con rutilo

Textura: Porfidogranolepidoblástica

Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, granate, min. de hierro

Minerales accesorios: Rutilo, turmalina

Observaciones: Se observa un bandeo irregular formado por láminas de mica fuertemente plegadas.

Muestra nº 7

Clasificación: Micasquisto granatífero

Textura: Esquistosa poiquiloblástica

Minerales principales: Mica blanca, granate, cuarzo, clorita

Minerales secundarios

y accesorios: Biotita, estaurolita, grafito, turmalina

Observaciones: Micasquisto muy rico en granates, generalmente en atolón, con el núcleo idiomórfico con minerales micáceos, albita o cuarzo.

Muestra nº 8

Clasificación: Micasquisto grafitoso con granate

Textura: Esquistosa porfidoblástica

Minerales principales: Mica blanca, cuarzo

Minerales secundarios

y accesorios: granate, albita, biotita, grafito, apatita, turmalina.

Observaciones: Los blastos mayores son de cuarzo y granate. Estos últimos frecuentemente en atolón. Inclusiones de cuarzo y metálicos en los blastos de albita.

Muestra nº 22

Clasificación: Microgranito con megacristales feldespáticos

Textura: Holocristalina, heterogranular, de grano fino

Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y cordierita

Minerales secundarios: Clorita, pinnita

Minerales accesorios: Moscovita, circón, opacos

Observaciones: Las plagioclasas presentan siempre la macla de Carsbald y maclas polisintéticas.

Los feldespatos potásicos es frecuente que presenten crecimientos mirmequíticos, asimismo suelen tener, al igual que los cuarzo inclusiones grafitosas. En las microfracturas suelen contener sericita, lo cual puede representar un estado inicial de alteración.

Las moscovitas son escasas y presentan caracteres porquioloblásticos, conteniendo cuarzo, y presentan golfos de corrosión.

Hay una fuerte alteración de las cordieritas, que se encuentran totalmente pinnitizadas. Asimismo algunos feldespatos están ligeramente seritizados.

Muestra nº 33

Clasificación: Anfibolita epidótica con granate

Textura: Esquistosa metaloblástica

Minerales principales: Anfíbol, epidota, plagioclasas, granate, rutilo, mena metálica opaca

Minerales accesorios: biotita

Observaciones: Restos de granate de una paragénesis eoalpina en transformación muy avanzada a anfíbol verde azul, epidota y biotita. Superficies de esquistosidad más aparentes marcadas por disposición subparalela de prismas de anfíbol verde azul, epidota de la serie pistacita-clinozoisita/rutilo y plagioclasa peciloblástica.

Muestra nº 33 bis

Clasificación: Micasquisto granatífero-epidótico con carbonato

Textura: Esquistosa bandeada

Minerales principales: Mica blanca, granate, cuarzo, mena metálica, carbonato, zoisita, rutilo

Minerales accesorios: Tumulina, titanita, plagioclasa.

Observaciones: Peciloblasto de granate ipidiomorfos con escasas inclusiones de cuarzo, epidota, titanita y rutilo, rodeados por las superficies de esquistosidad más aparente marcadas por alternancia de lechos de mica blanca con mena metálica y zoisita y lentejones de cuarzo y carbonatos.

Muestra nº 35

Clasificación: Micasquisto granatífero con cloritoide

Textura: Esquistosa blastomilonítica

Minerales principales: Mica blanca, granate, cuarzo, cloritoide
y clorita

Minerales secundarios
y accesorios: Opacos, turmalina, rutilo

Observaciones: Granates redondeados con núcleos peliloblásticos, algunos con inclusiones de cuarzo en forma de S y zona de recrecimiento sin inclusiones rodeados por bandas de mica blanca, con mena metálica, afectadas por pliegues similares y bandas de cuarzo intensamente milonitizado.

Muestra nº 35 bis

Clasificación: Epidotita granatífera

Textura: Esquistosa Nematoblástica

Minerales principales: Zoisita, granate, anfíbol, cuarzo, tita
nita

Minerales accesorios: Mena metálica opaca, rutilo, turmalina,
circón, mica blanca

Observaciones: Cristales prismáticos y romboidales de epidota,
que señalan la esquistosidad de la roca con la

disposición subparalela de sus ejes de alargamiento. En sus intersticios se encuentra anfíbol con inclusiones metálicas. Granate disperso y concentrado en bandas.

Muestra nº 37

Clasificación: Micaesquistos granatífero

Textura: Esquistosa microplegada

Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita

Minerales accesorios: Grafito, granate, clorita, turmalina, epidota, andalucita

Grado alteración: Apreciable

Observaciones: Existen cristales de biotita desorientados que indican su formación en medio estático.

Muestra nº 37 bis

Clasificación: Micasquistos granatífero

Textura: Esquistosa

Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita

Minerales accesorios: Grafito, granate, clorita, mena metálica, turmalina, epidota

Observaciones: La muestra es eminentemente cuarcítica por lo que el quimismo no ha permitido la formación de estaurolita ni silicatos de aluminio.

Muestra nº 38

Descripción macroscópica: Micasquisto grafitoso con granates gruesos

Clasificación: Micasquisto cuarzoso con cloritoide y grafito

Textura: Esquistosa microplegada blastomilonítica

Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, cloritoide, clorita, mena metálica, grafito, granate

Minerales accesorios: Turmalina, apatito, circón

Observaciones: La esquistosidad más aparente S_2 es de plano axial de pliegues similares con charnelas muy agudas especialmente en los lechos de mica blanca con mena metálica y cloritoide, que alternan con otros de cuarzo. 2 S_3 conjugadas discontinuas según las cuales se agrietan algunos cristales de mica blanca y cuarzo.

Muestra nº 39

Descripción macroscópica: Micasquisto verdoso

Clasificación: Micasquisto con metálicos, granate y albita

Textura: Esquistosa microplegada

Minerales principales: Mica blanca, cuarzo, mena metálica, granate, albita, clorita y turmalina

Minerales accesorios: Apatito, circón, caolinita

Observaciones: S_2 más aparente de plano axial de pliegues similares muy apretados. S_3 discontinua. Peciloblastos albita post- S_2 . Parcialmente caolinizados con cloritas en zonas de sombra. Peciloblastos granate con inclusiones de cuarzo, epidota, mena metálica y cloritoide, parcialmente transformada en clorita y mica blanca.

Muestra nº 40

Descripción macroscópica: Micasquistos gris oscuro con superficies esquistosidad onduladas

Clasificación: Micasquisto grafitoso con granate

Textura: Esquistosa microplegada

Minerales principales: Mica blanca, grafito, cuarzo, mena metálica, clorita, biotita, granate

Minerales accesorios: Albita

Observaciones: S_1 , más o menos coincide con S_0 , definida por lechos de mica blanca con grafito abundante y lentejones de cuarzo subparalelos. S_2 de plano axial de pliegues similares que afectan a la S_1 . Peciloblastos de granate post- S_2 , y paquetes de clorita-biotita postcinemáticos.

Muestra nº 41

Descripción macroscópica: Micasquistos color gris oscuro con planos de esquistosidad ondulados

Clasificación: Micasquisto cuarzoso con grafito y granate

Textura: Esquistosa microplegada

Minerales principales: Cuarzo, mica blanca, clorita, metálicos

Minerales secundarios

y accesorios: granate, grafito, biotita, turmalina, epidota y circón

Observación: S_1 marcada por alternancia de lodos cuarzosos y micáceos. S_2 , más aparente. De plano axial de pliegues similares apretados pequeños granates hipidiomorfos sin inclusiones que parecen sintectónicos con la S_1 . Clorita post- S_2 parcialmente biotitizada.

Muestra nº 42

Descripción macroscópica: Micasquisto granatífero

Clasificación: Micasquisto granatífero

Textura: Esquistosa bandeada

Minerales principales: Cuarzo, moscovita, biotita, estaurolita y granate

Minerales secundarios

y accesorios: Grafito, plagioclasas, turmalina y óxi
 dos metálicos

Observaciones: Algunos granates están algo aplastados según S_2 ; son algo biáxicos y con extinción recta. Hay estaurolita, biotita y moscovita posteriores a la esquistosidad principal.

Muestra nº 53

Descripción macroscópica: Banda de anfibolita con granate en los gneises de bandeo de Cariño.

Clasificación: Eclogita con distena, metamorfizada

Textura: Granoblástica bandeada

Minerales principales: Cuarzo, plagioclasa, anfíbol, epidota, biotita, clorita

Minerales secundarios

y accesorios: Distena, granate, rutilo

Observaciones: Una mesostasis constituida por un entrecrecimiento grosero de anfíbol y plagioclasa. Incluye granate xenoblástico fracturados, con bordes queliáticos de epidota, plagioclasa, clorita y sericita, distena xenoblástica con márgenes de sericita, agrupadas lenticulares moscovíticas con margen de epidota y núcleos ocupados por prismas también de epidota. La biotita orientada

con el bandeado de la roca cloritizado. El cuarzo forma hiladas de cristales elongados con extinción ondulante.

Muestra nº 54

Clasificación: Granulita piroxénica con granate y anfíbol

Descripción macroscópica: Granulita, algo bandeada, con unos -
bordes de anfíbol y otras bandas más
finas de plagioclasas con granate

Minerales principales: Anfíbol, granate, plagioclasa (oligoclasa), cuarzo, epidota

Minerales accesorios: Piroxeno, rutilo (esfena), apatito

Observaciones: Un agregado fundamentalmente de anfíbol con pleocroísmo verde claro-marrón o verde oscuro y granate rosado, algunos granates incluyen núcleos ipidiomorfos de anfíbol, otros más desarrollados incluyen cuarzo, irregularmente distribuido. Este agregado se dispone en bandas alternantes incluyendo un cuarzo de bordes ligeramente identados. Prismas de epidota alargados, en la misma dirección. Escasos prismas de piroxenos ligeramente verdosos igualmente orientados en contacto discreto con granate y anfíbol. Plagioclasas en pequeños agregados, con ligera zonación.

Muestra nº 54 bis

Clasificación: Gneis oftalmítico con granate y epidota y biotita

Descripción macroscópica: Paraneis con granates muy desarrollados. Se les aprecian bandeados leucos y melanocráticos grano fino

Textura: Gneisica, porfidoblástica

Minerales principales: Feldespato potásico, plagioclasa, granate

Minerales accesorios: Circón, opacos, moscovita

Observaciones: Fenocristales de microclina pertinica muy desarrollados, granate y epidota en una mesostasis de grano fino que esboza un bandeo composicional caracterizado por la acumulación de cuarzo en hileras de grano más grueso. El granate muy rosado presenta los bordes retromórficos. Se observa epidotización de la allanita a partir de la periferia. Frecuentes circones bien desarrollados.

Muestra nº 56

Clasificación: Anfibolitas granatíferas

Textura: Granular megacristalina casi pegmatoide

Minerales principales: Granate, cuarzo, mena metálica (pirrotina, calcopirita, pirita)

Minerales secundarios: Sericita, biotita, plagioclasas

Observaciones: Carente de esquistosidad es una roca caracterizada

da por el gran tamaño de sus componentes cristallinos. Los granates son esferoidales a idiomorfos, frecuentemente arracimados.

Muestra nº 64

Clasificación: Granulita con sillimanita. (Gneis de granate)

Textura: Porfidoblástica gneisica

Minerales principales: Cuarzo, ortosa, granate, sillimanita, biotita y plagioclasa

Minerales accesorios: Espinela, rutilo, apatito y opacos

Observaciones: Algunos blastos de granate, aunque la mayor parte de los cristales de este mineral son pequeños y deformados, con golfos de corrosión de cuarzo, biotita y otros.

El cuarzo se presenta en blastos alargados. La ortosa, orientada y frecuentemente pertítica. Las plagioclasas se encuentran en los golfos de corrosión del granate, muy puras, y con el feldespato en texturas antipertíticas. La sillimanita aparece en agregados radiales, asociada a la biotita.

Muestra nº 67

Clasificación: Granulita cordierítica

Textura: Granoblástica bandeada

Minerales principales: Cuarzo, cordierita, granate, ortosa, plagioclasa y biotita

Minerales accesorios: Sillimanita, apatito, circón y opacos.

Observaciones: Bandeado determinado por la presencia de lechos ricos en granate o en ortosa. Ambos minerales son de tamaño mayor que los demás componentes. Cordierita ligeramente alterada y rara vez maclada. La sillimanita no es fibrolita sino que empieza a formar prismas como los que se encuentran en las granulitas.

Muestra nº 69

Clasificación: Gneis granatífero (Gneis de granate)

Textura: Porfidoblástica

Minerales principales: Granate, cuarzo, feldespato K y sillimanita

Minerales secundarios

y accesorios: Plagioclasa, distena, biotita, espinela fibrolita, rutilo, circón, opacos

Observaciones: Granate en porfiroblastos con inclusiones no ordenadas de feldespato potásico, cuarzo, distena, fibrolita, grafito, biotita y rutilo. Matriz orientada de cuarzo, feldespatos estirados, sillimanita tabular, plagioclasas, escasa biotita y distena con granate.

Muestra nº 70

Clasificación: Gneis granatífero con sillimanita, distena y espinela

Textura: Porfidoblástica

Minerales principales: Cuarzo, granate, sillimanita, biotita y feldespato potásico

Minerales accesorios: Plagioclasas, distena, grafito, opacos, rutilo y circón

Observaciones: Blastos no muy grandes de granate poiquilítico con las inclusiones no orientadas. Matriz orientada de los demás minerales. Cuarzo tabular, plagioclasas antiperitíticas. Distena muy escasa.

Muestra nº 74

Clasificación: Gneis con granate y andalucita

Textura: Gneisica

Minerales principales: Granate, moscovita, biotita, cuarzo, plagioclasa y andalucita

Minerales accesorios: Circón, apatito, turmalina y opacos

Observaciones: Claros indicios de retromorfismo.

Muestra nº 74 bis

Clasificación: Esquisto con estaurolita y sillimanita

Textura: Esquistosa plegada

Minerales principales: Moscovita, cuarzo, andalucita, granate,
estauroлита y sillimanita

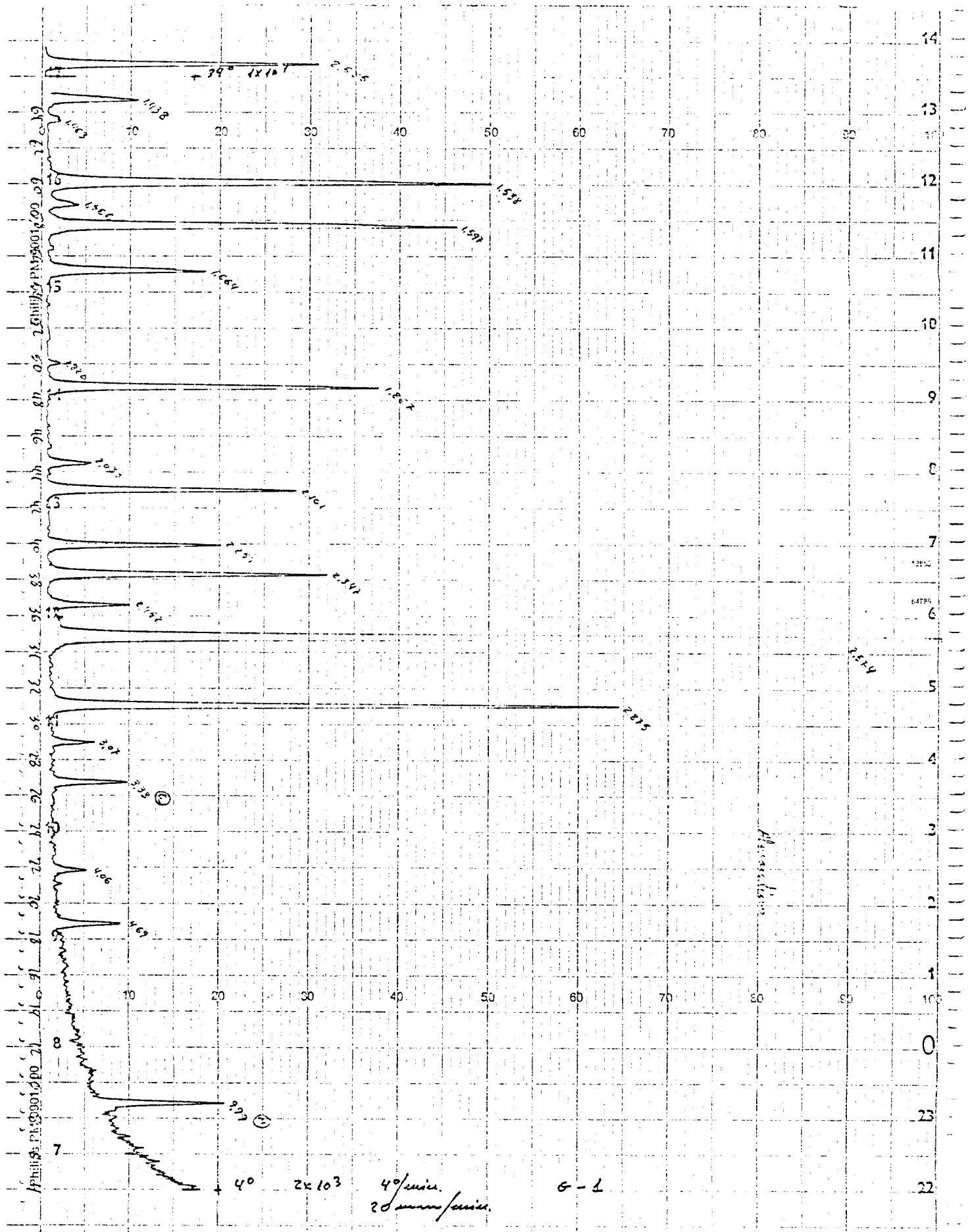
Minerales accesorios: Biotita y clorita

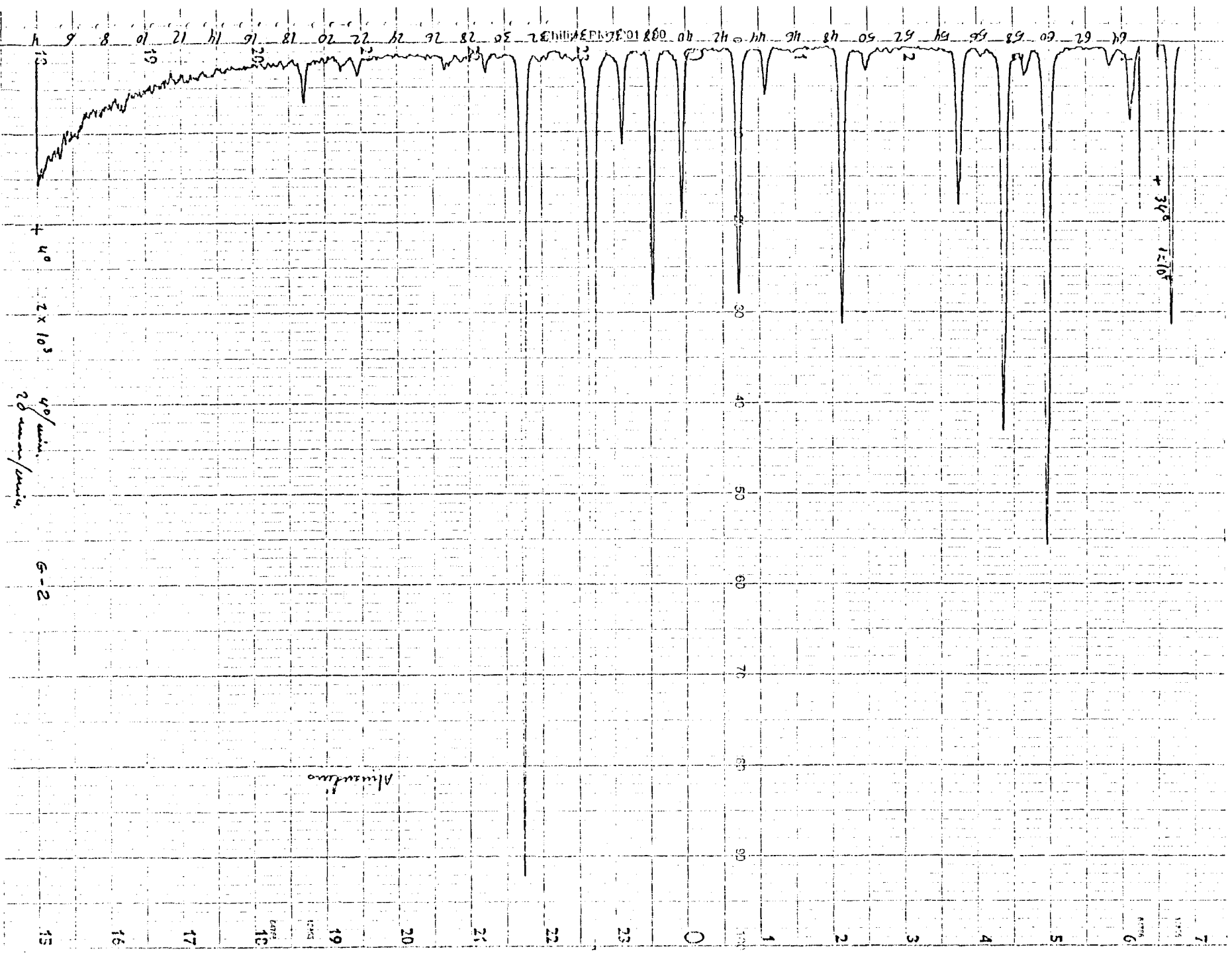
Observaciones: Crenulaciones que deforman la foliación principal.

7.2.- ANALISIS QUIMICOS

Nº MUESTRA	% SiO	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% FeO	% CaO	% MnO	% MgO
1	41,34	20,39	0,10	26,87	6,15	0,28	2,43
3	42,73	21,62	0,10	27,75	5,55	0,24	2,08
5	36,16	22,05	0,43	25,67	5,18	0,49	4,97
6	36,22	20,49	0,10	30,66	8,20	0,81	3,79
9	38,04	23,17	0,10	28,19	6,23	0,54	3,63
10	36,16	22,53	0,10	33,05	1,26	1,68	2,81
10 bis	36,93	19,32	6,27	30,44	2,92	1,35	1,94
13	33,16	19,24	0,36	36,50	0,42	0,38	1,49
15	36,59	19,57	0,25	34,86	5,78	1,42	1,36
17	36,02	10,83	15,30	3,28	31,96	0,77	0,10
20	37,05	20,02	0,41	32,72	7,42	0,29	1,73
21	37,54	21,67	2,24	3,56	29,37	1,35	3,26
22	39,34	18,10	5,89	25,24	1,12	0,90	4,31
24	38,92	23,24	17,28	2,95	0,58	13,54	1,68
27	37,75	21,68	0,43	22,78	1,61	10,88	3,83
30	37,66	22,84	0,32	24,05	1,11	10,54	2,75
33	37,27	19,98	0,10	28,58	10,66	1,68	1,72
34	36,97	21,61	0,10	32,66	5,94	0,73	1,29
35	37,82	21,25	0,10	30,84	3,48	1,42	4,48
36	37,53	21,37	0,10	30,63	6,34	0,35	3,69
38	37,12	20,44	0,10	36,42	2,08	1,13	2,24
39	36,18	21,29	0,10	34,77	3,86	0,72	2,08
40	37,44	20,44	0,10	32,26	4,74	2,02	1,75
41	36,22	21,94	0,10	35,18	2,26	1,08	2,42
43	37,73	19,68	0,10	29,99	8,82	2,04	0,88
46	36,98	7,26	18,52	3,99	29,72	1,49	0,77
47	38,63	11,05	18,10	16,38	0,94	0,72	5,33
48	38,25	3,42	17,72	3,58	21,32	13,93	1,57
50	38,82	2,41	6,10	2,83	28,48	0,41	1,71
51	37,72	22,08	5,28	26,44	1,41	0,87	5,22
52	36,93	22,17	0,10	33,72	3,26	1,12	1,84
54	37,45	23,78	2,65	19,84	7,42	0,10	8,88
54 bis	37,65	23,78	2,55	20,05	7,32	0,10	8,78
57	36,32	21,13	1,23	28,54	8,25	0,69	1,67
60	38,73	20,41	1,64	31,15	2,43	0,72	2,13
61	38,12	19,47	1,36	30,75	3,91	0,59	1,24
62	38,65	20,92	1,11	31,07	3,53	0,85	2,24
63	37,42	23,24	0,15	33,76	0,58	0,54	2,86
64	37,57	19,93	1,42	34,52	6,15	0,42	0,83
69	36,60	19,87	1,37	32,75	5,56	0,82	1,57
70	37,02	20,65	0,92	32,35	6,00	0,26	1,23
72	37,25	22,02	0,10	33,67	1,34	1,55	2,70
73	36,48	21,67	0,10	34,35	0,79	1,48	2,98
74	36,76	19,95	1,25	32,12	6,63	0,82	2,11
79	31,06	27,47	3,94	26,09	0,28	10,70	0,75
84	35,76	22,57	0,86	32,72	3,36	0,73	3,15
88	37,45	21,78	3,32	30,64	1,82	2,25	0,75

7.3.- ANALISIS MINERALOGICOS POR DIFRACCION DE RAYOS-X

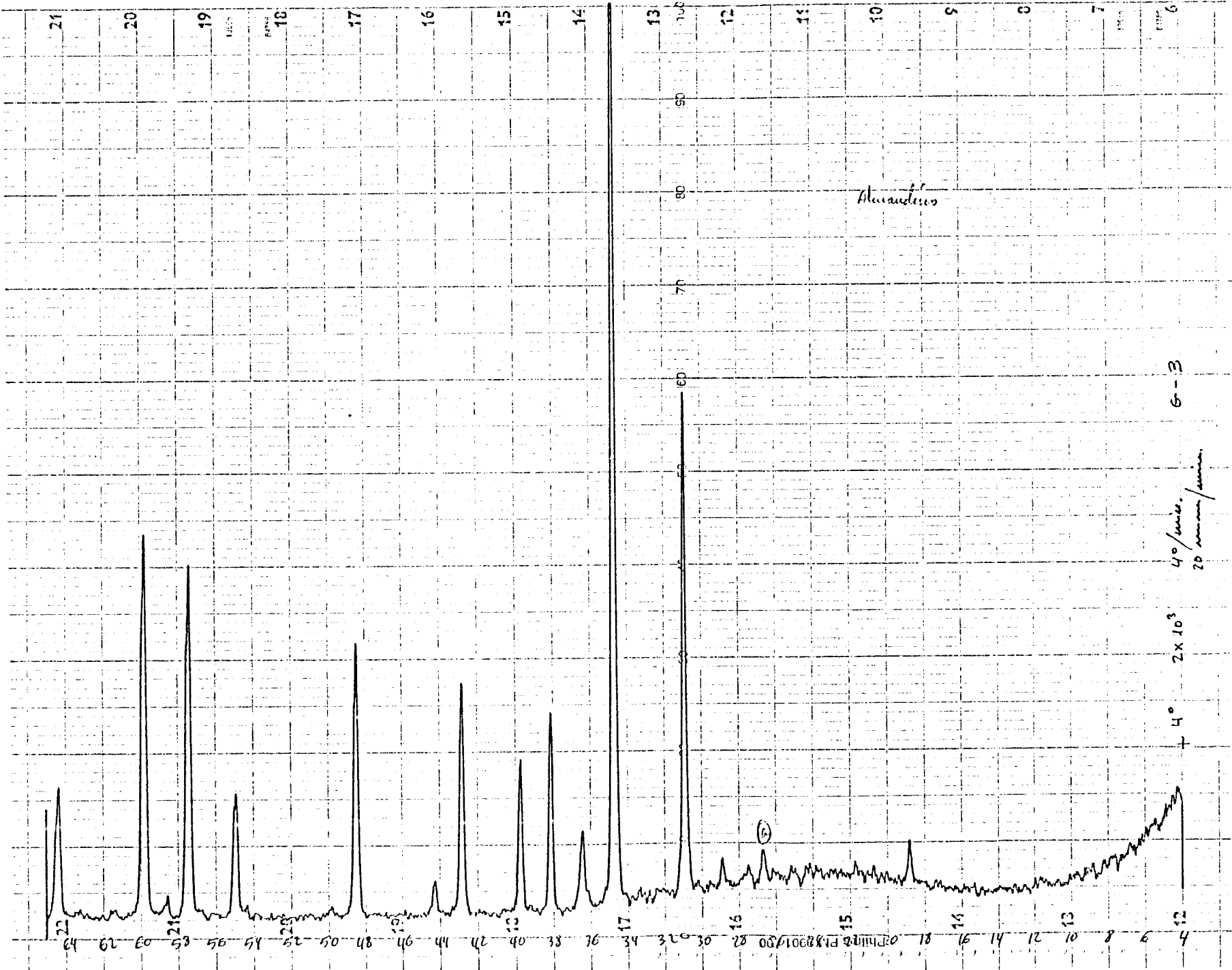


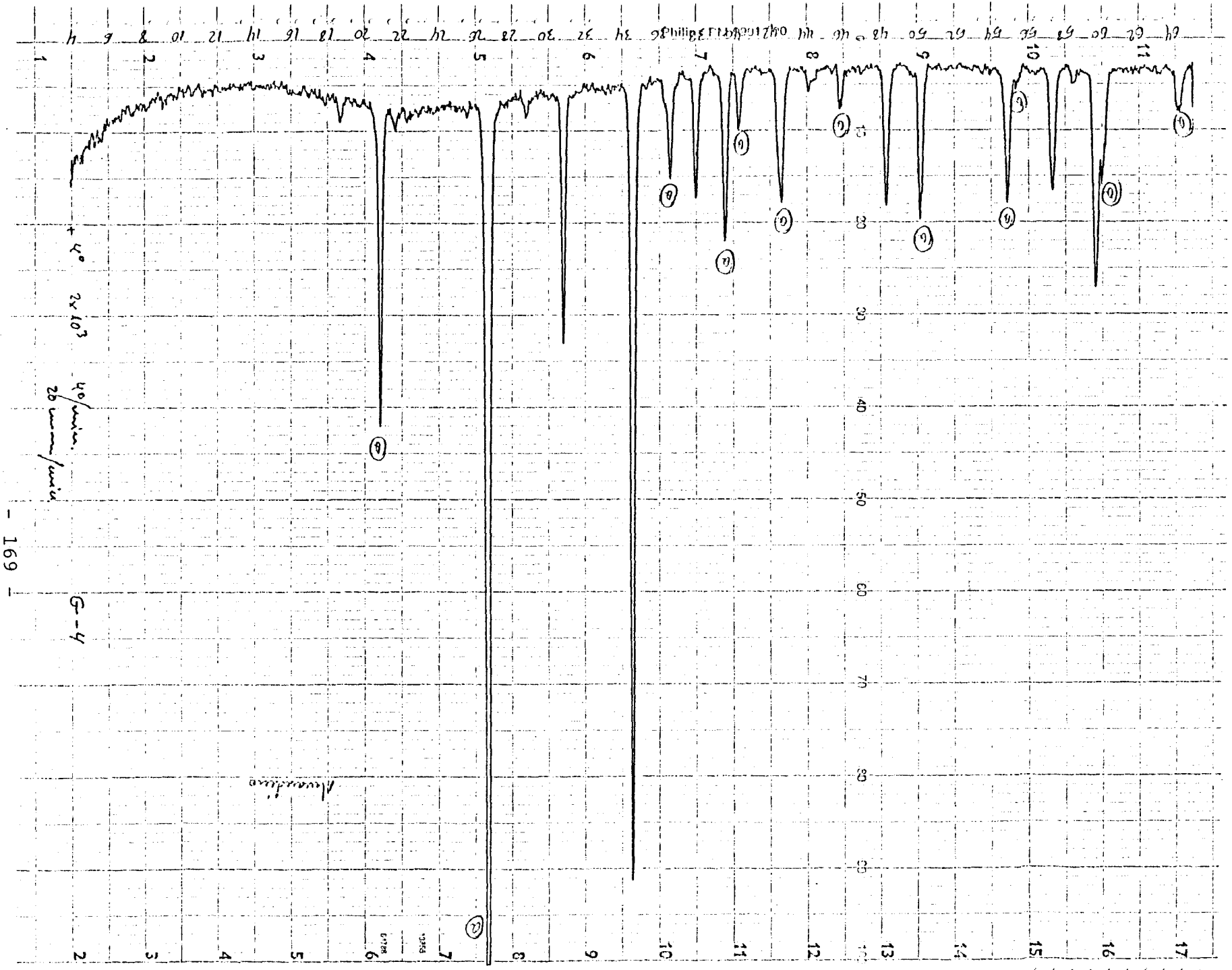


40°/min.
20 mm/min.

2 x 10³

G-2





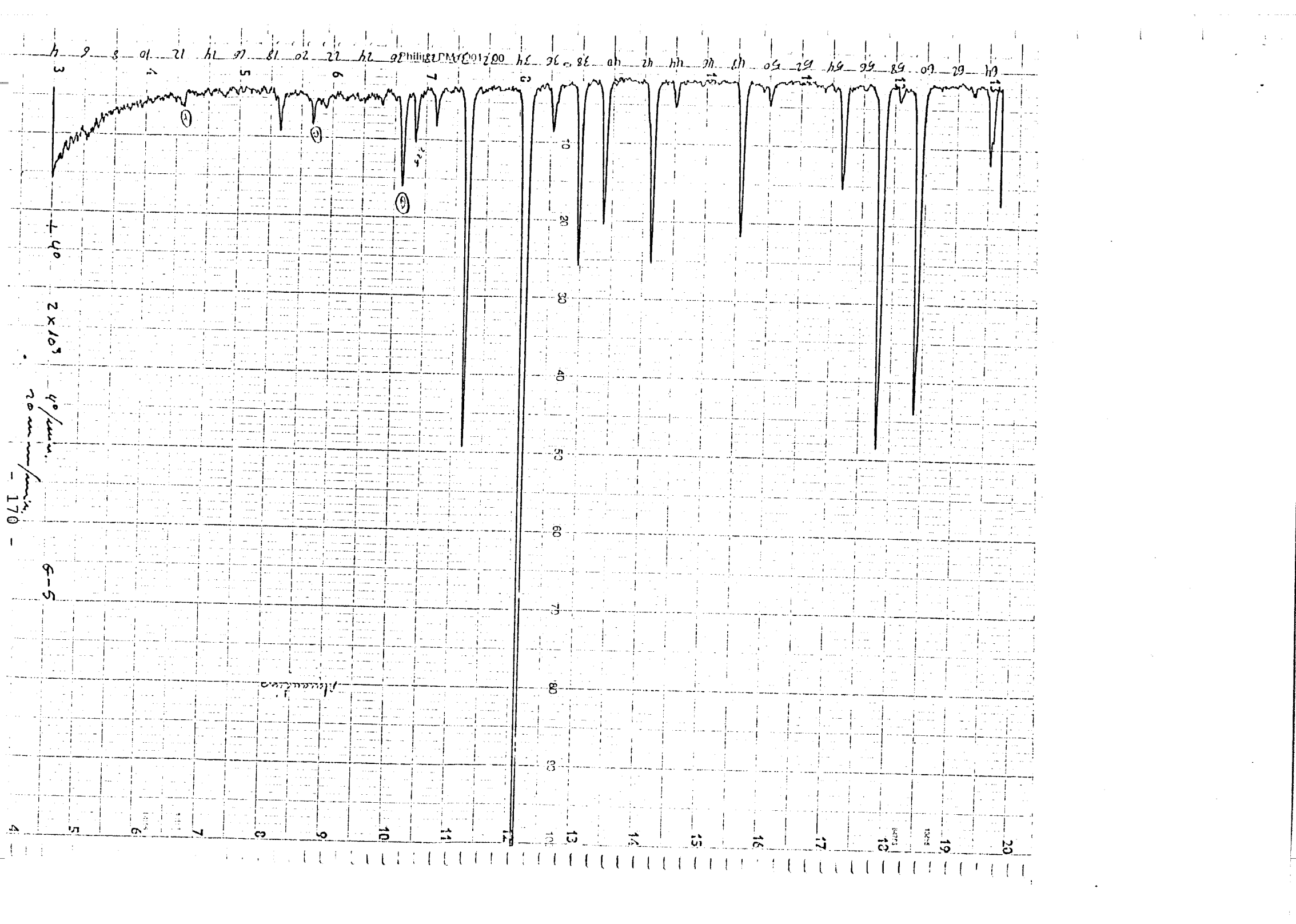
Aluminium

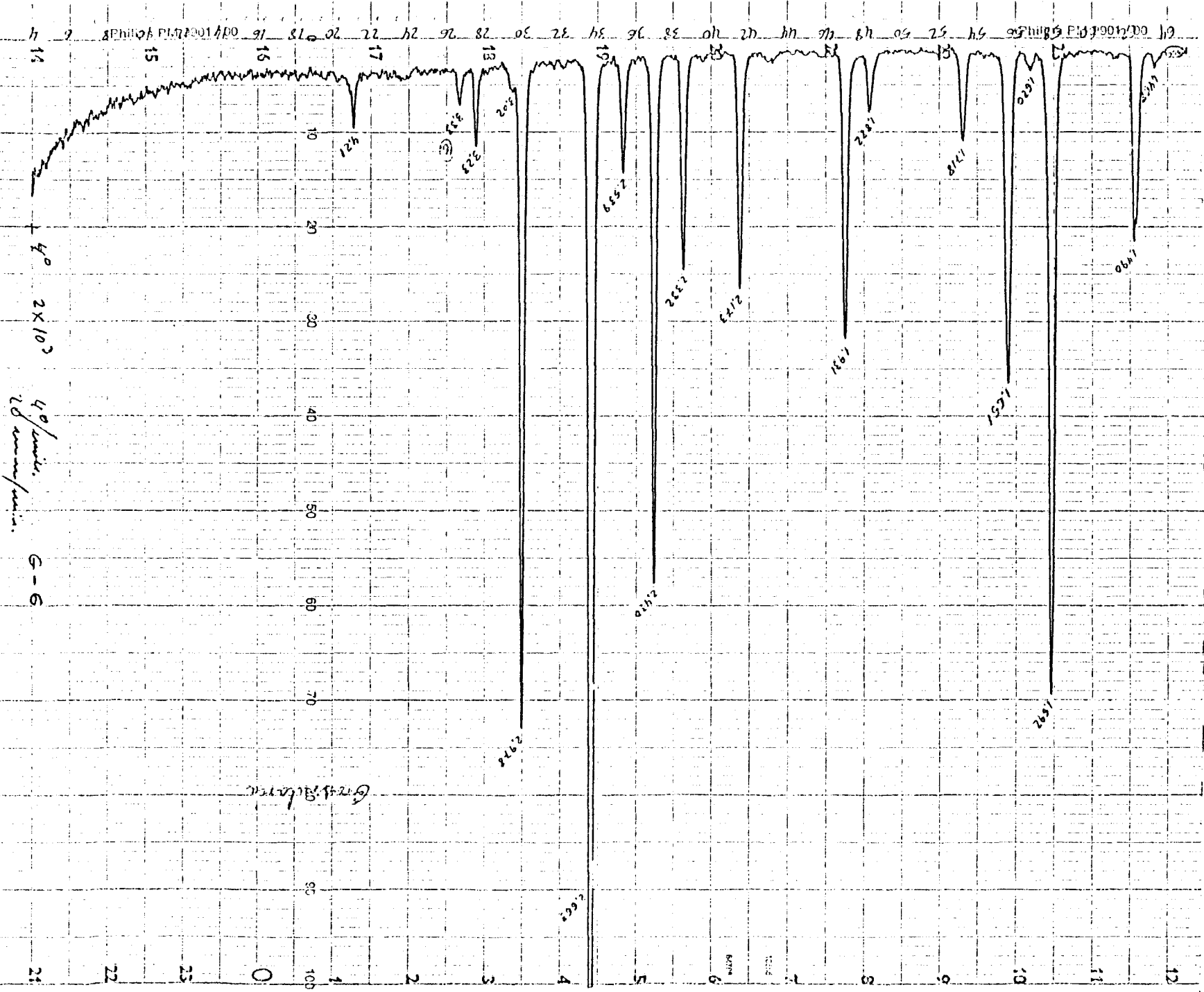
G-4

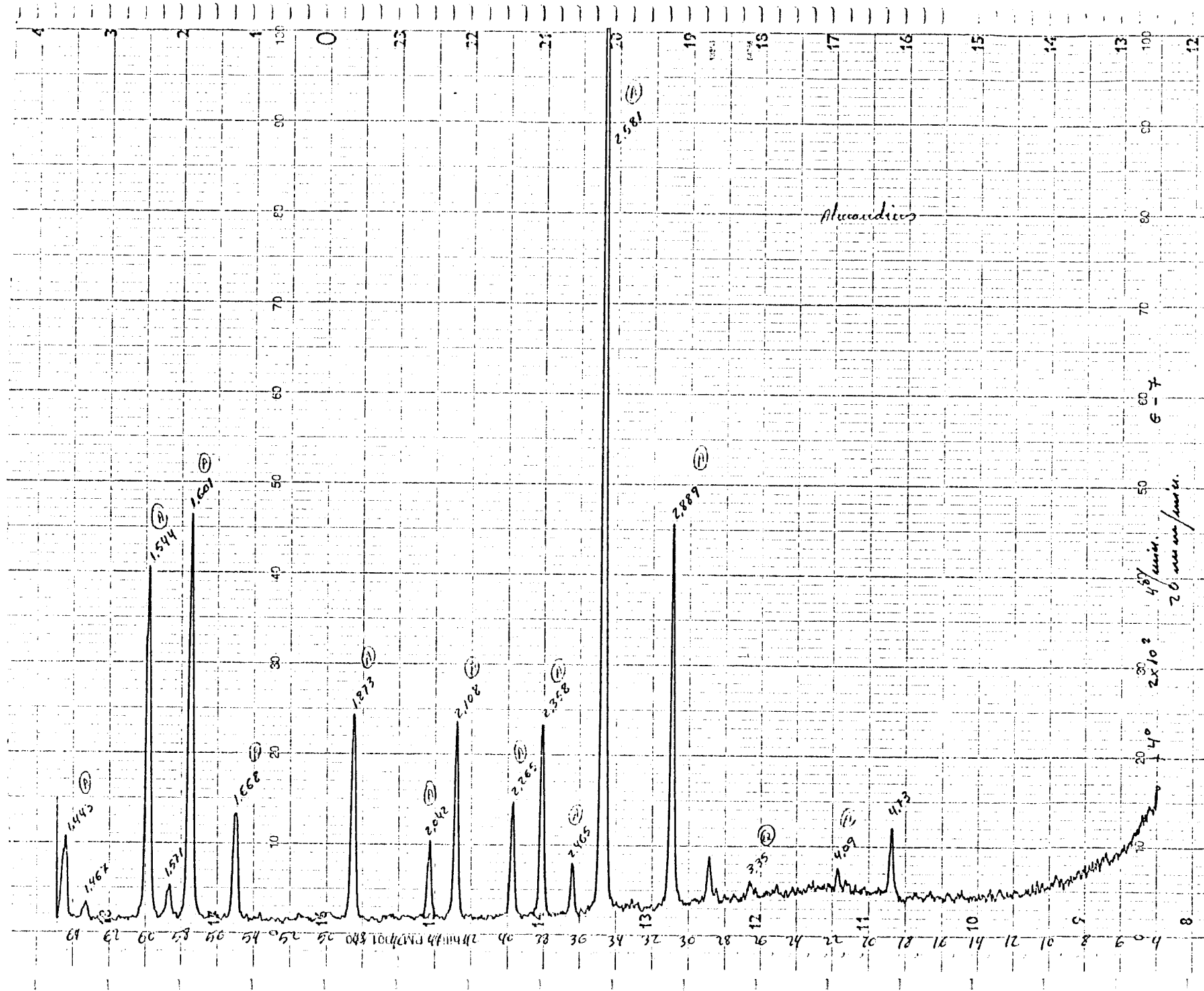
- 169

40/min.
20 cm/min

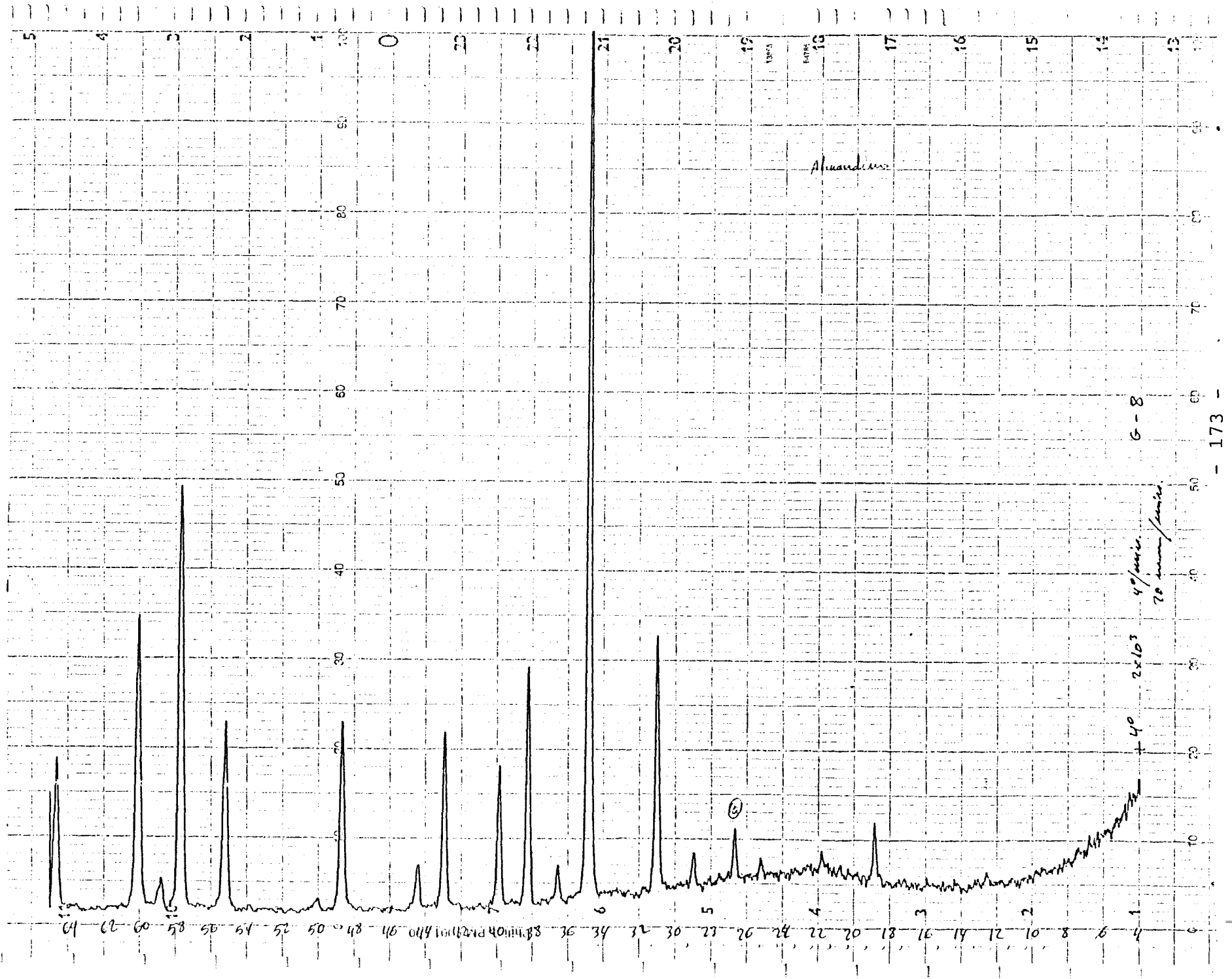
2×10^3
 4°



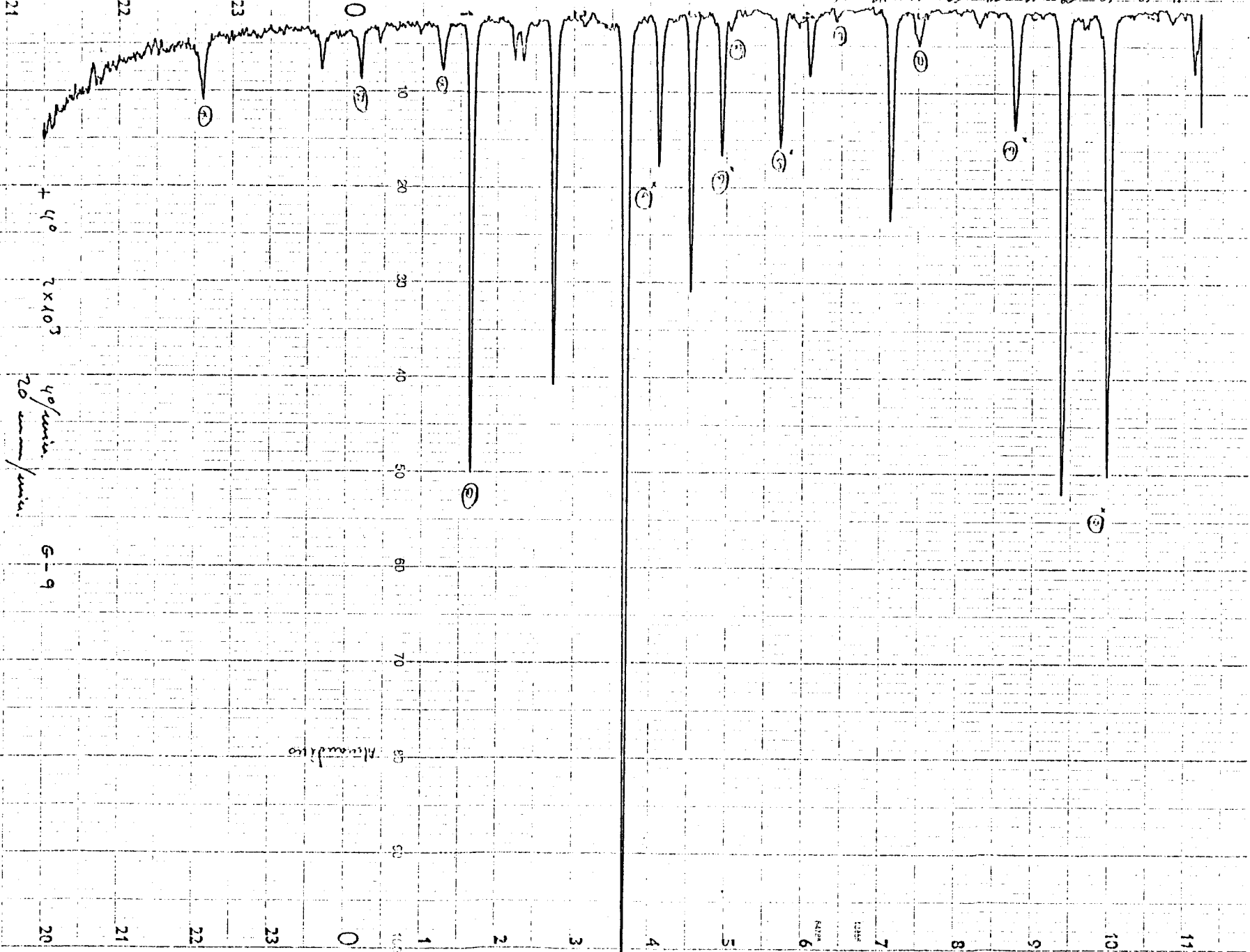


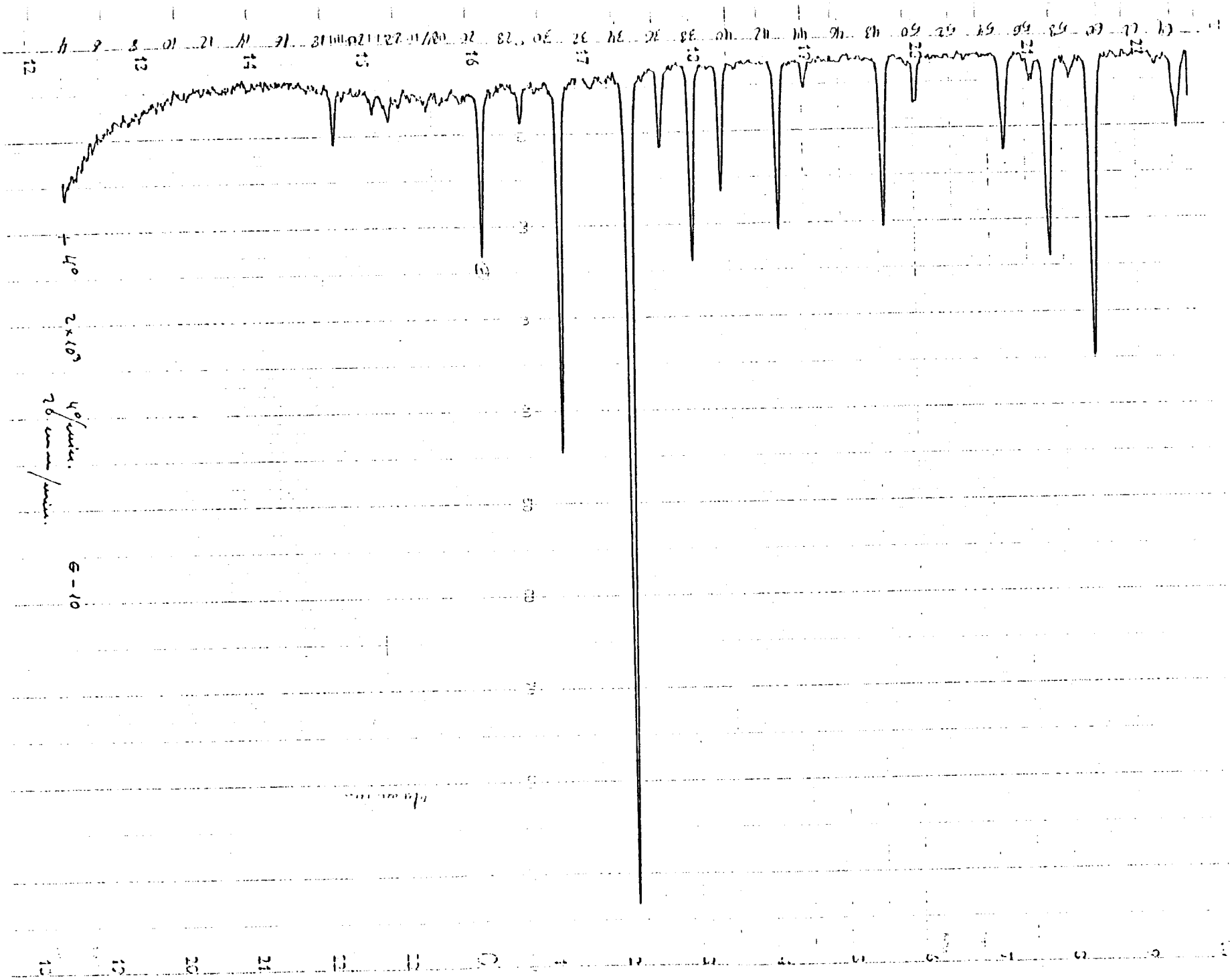


4.87 units
20 units per division

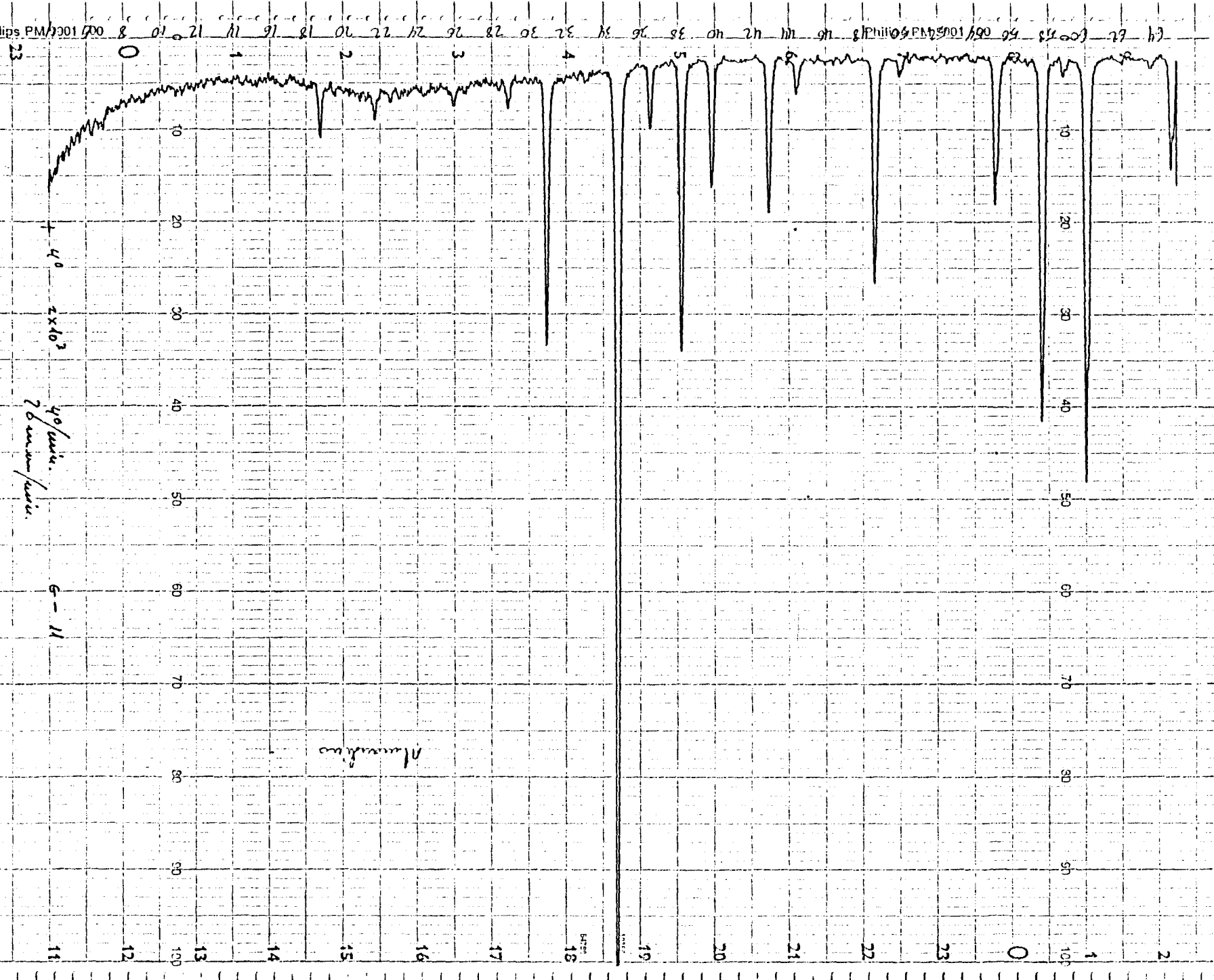


00/1006/11.P/0001/00 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60





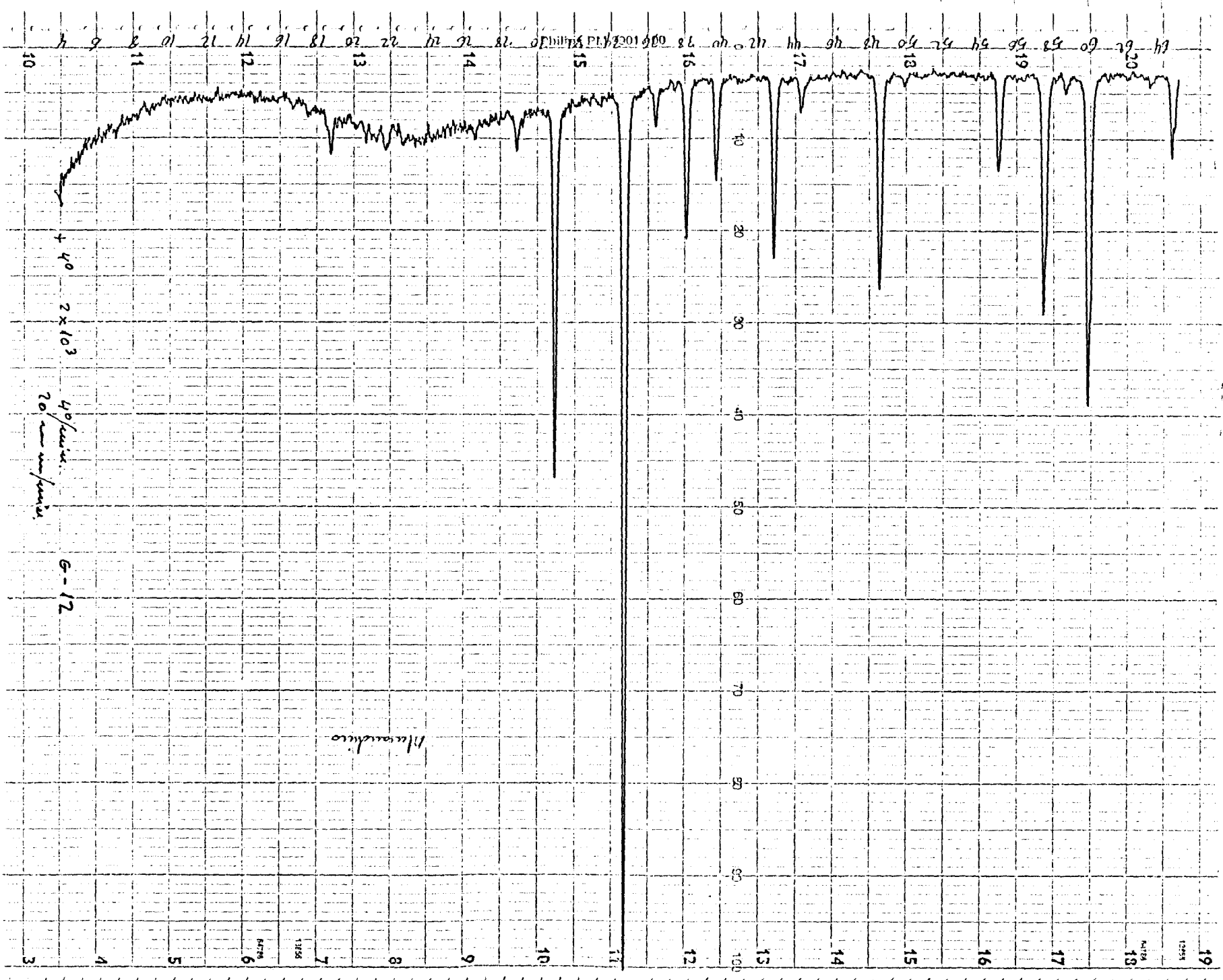
Philips PM 1001 500 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100

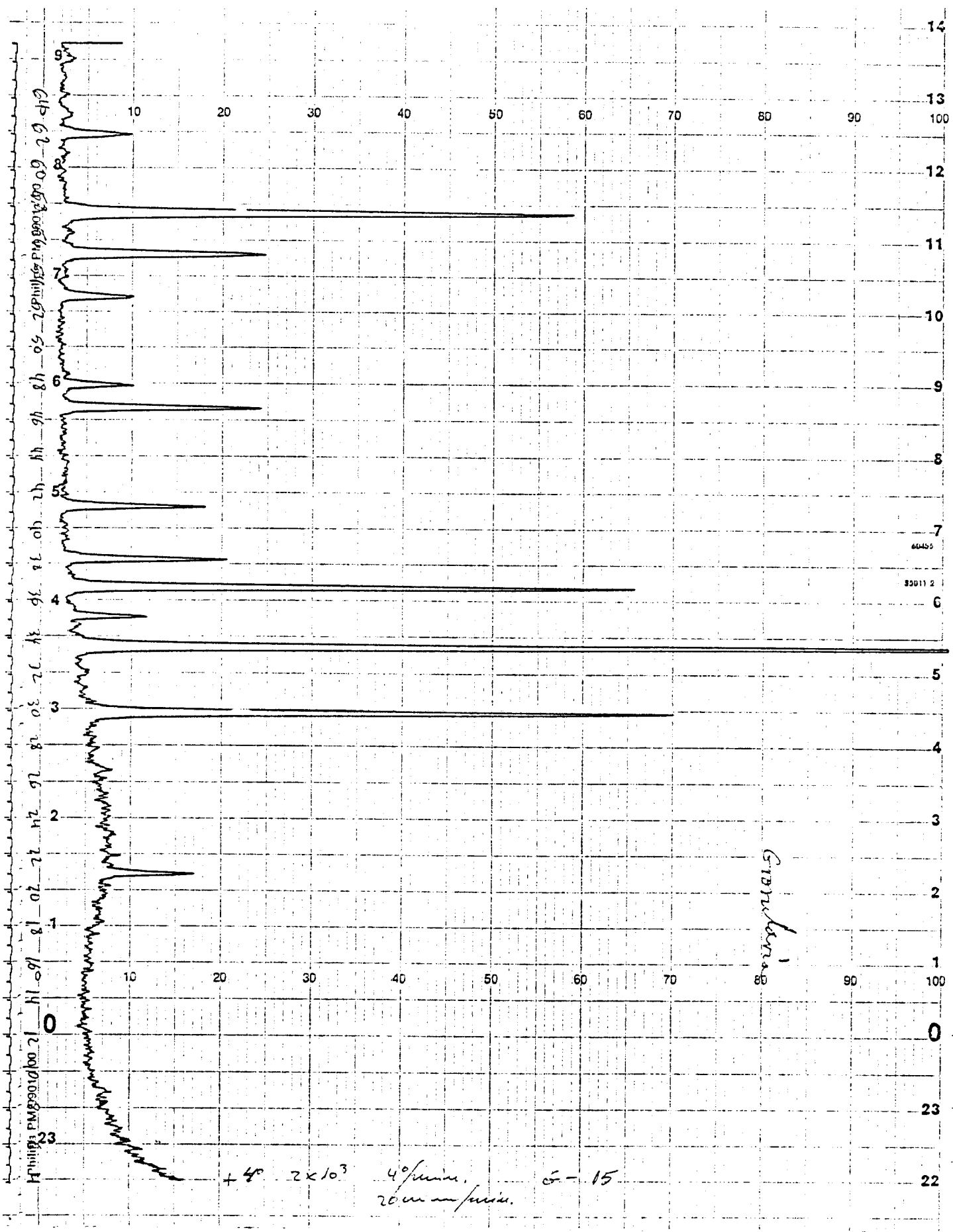


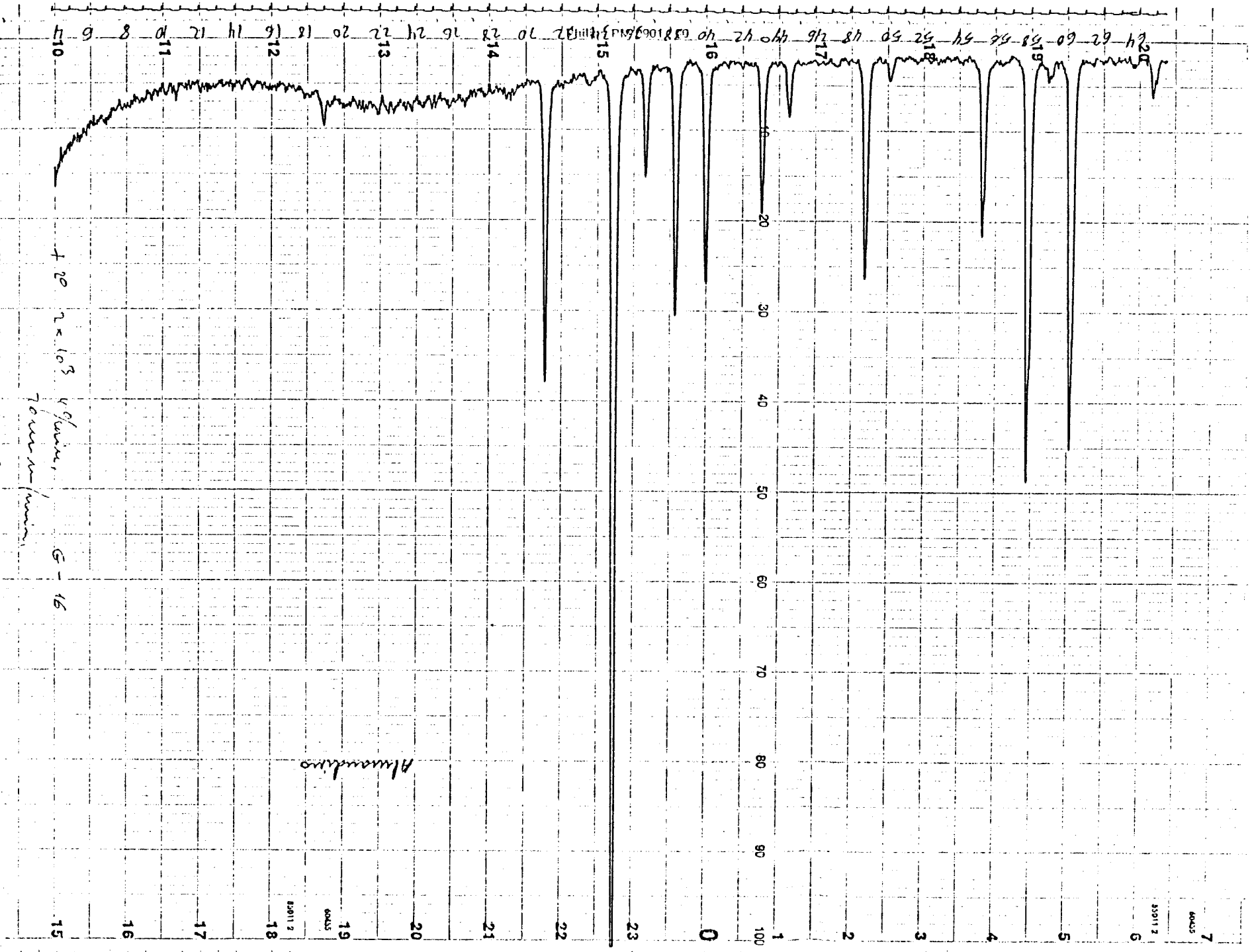
Mauritius

40/min.
26 min/min.

G-11







8.- BIBLIOGRAFIA

- ARENAS, R. Y PEINADO, M. "Petrología de las granulitas de alta presión y de la eclogitas de tipo B del macizo de Cabo Ortegal, Galicia, NW de España. I Congreso Español de Geología. Tomo II. Pag. 27-48. Segovia, 1984.

- CORRETGE, L.G., BASCONES, L., MARTIN, D. Y PEREZ DEL VILLAR, L. "Aspectos petrológicos y estructurales de las rocas filonianas en el complejo esquisto granr^áquico del área Zarza La Mayor-Garro villas (Prov. de Cáceres)". I Congreso Español de Geología. Tomo II, pp. 97-108. Segovia, 1984.

- DELGADO-QUESADA, M. "Esquema geológico de la Hoja 878 Aznaga (Badajoz)". Bol. Geol. y Min. LXXXII, pp. 277-286 Madrid, 1971.

- FLETCHER, J. "Mineral Commodity Summaires. Garnet". pp. 54-55. N.Y., USA. 1982.

- GARROTE, A., ORTEGA, M. y ROMERO, J. "Los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba), Sierra Morena. Mem. e Not. Univ. Coimbra 82, 17-39. Coimbra 1976.

- GONZALES, J., Martinez, M., Y PEINADO, M. "El crisoberilo de las pegmatitas graníticas de la Sierra Albarrana. Condiciones genéticas y evolución". I Congreso Español de Geología. Tomo II, pp. 131-145. Segovia, 1984.

- GONZALEZ DEL TANAGO, J. "Las pegmatitas del Cerro de San Pedro y sus formaciones encajantes". Tesis licenciatura. Univ. Complutense. Madrid, 1981.

- GONZALO, F.J., SAAVEDRA, J., GARCIA, A., PELLITERO, E., ARRIBAS, A. Y RODRIGUEZ, S. "Las rocas graníticas de la antiformal de Martinamor, (Salamanca, España Central). Actas II Reunión Iber-Am. Geol. Econ. 179-208.

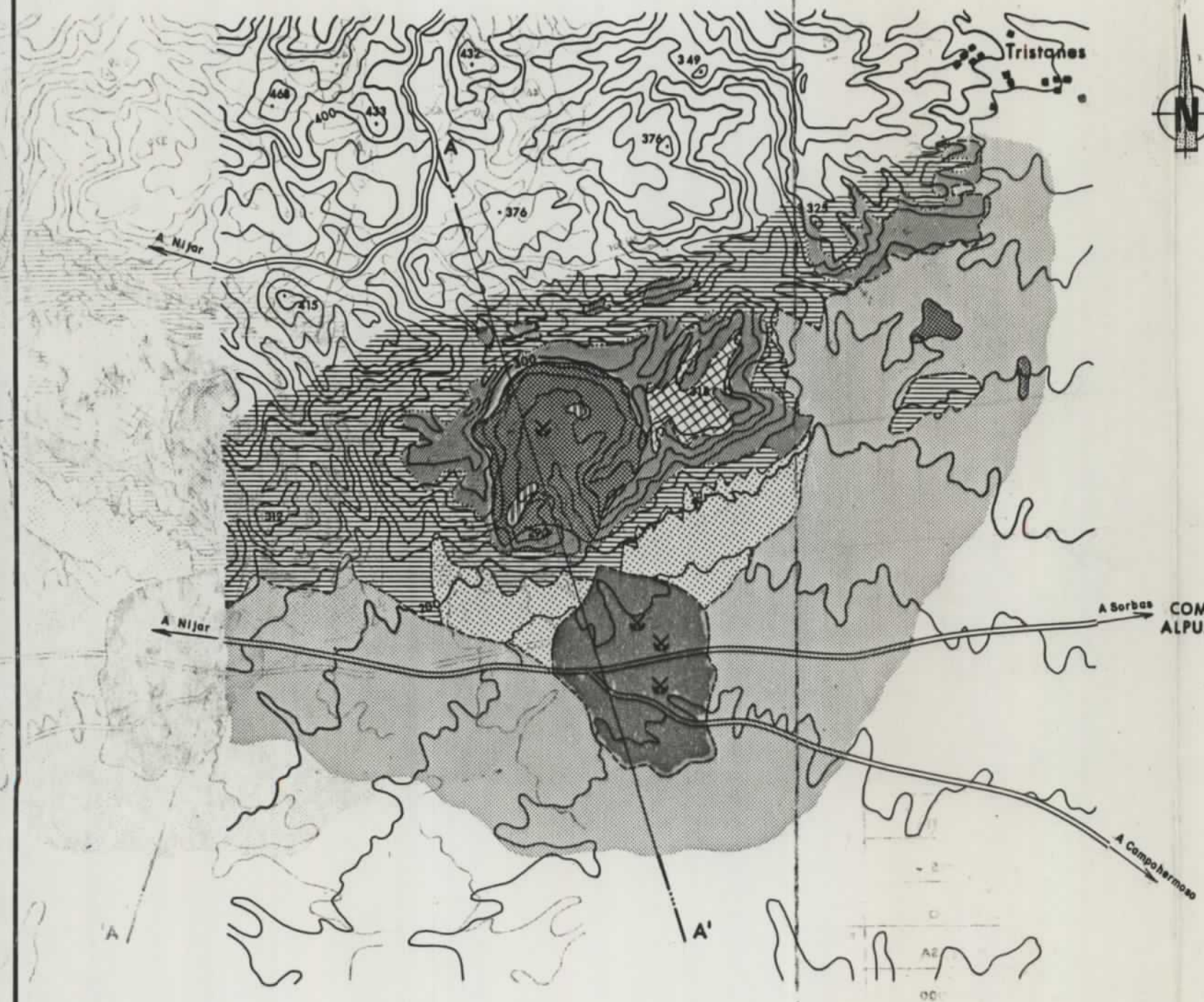
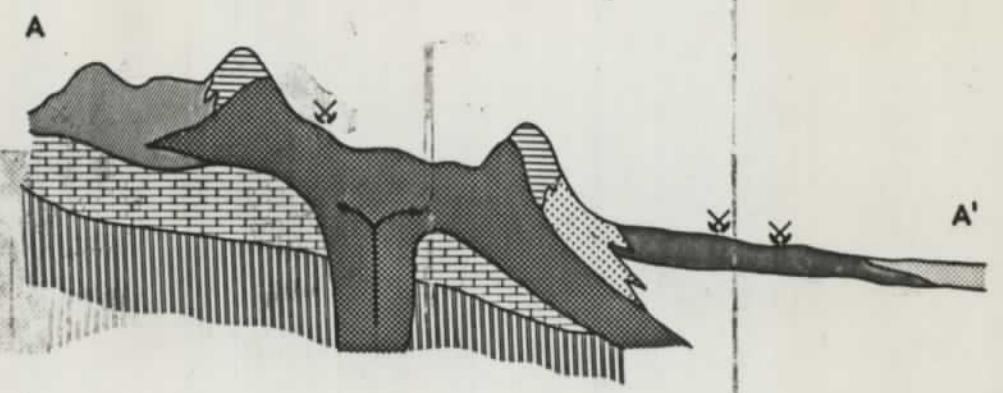
- HIGHT, R.P. "Industrial Minerals and Rocks. Abrasives" pp.11-31. 4ª ed. AIME. New York. 1974.

- IGLESIAS, J.E. Y MARTIN VIVALDI, J.L. "Estudio cristalográfico de los granates de "El Hoyazo". Bol. Geol. y Min., 81, IV, pp. 394-399. Madrid, 1970.

- IGME. "Mapa Geológico de España". Serie Magna. E. 1:50.000. Hojas nº 1, 2, 7, 25, 26, 95, 228, 266, 335, 366, 394, 420, 421, 578, 853, 884, 976, 1010, 1013, 1014, 1015, 1027, 1028, 1030, 1031, 1045, 1046, 1052, 1065, 1066, 1072. Madrid.

- IGME. "Síntesis Geológica de España". E. 1:200.000. Hojas nº 1, 2, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16-26, 17, 28, 25, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 51, 52, 53, 59, 60, 68, 69, 70, 75, 76, 78, 79, 82, 83, 84 y 87. Madrid.

- LOPEZ RUIZ, J., APARICIO, A. y GARCIA CACHO, L. "El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- MINGARRO, E. "Edad absoluta de las pegmatitas en España" C.S. I.C. Madrid, 1960.
- ORDOÑEZ, S. y MINGARRO, F. "Estudio geológico de la zona Vecinos-Martínamor (Salamanca). Estudios Geológicos vol. XXVIII, pp. 297-314. Madrid, 1972.
- ORTEGA, M., et alt. "Rocas metamórficas en las pegmatitas de la Sierra Albarrana" Bol. Geol. y Min. T-XCIII - V, pp. 436-445. Madrid. 1982.
- SAAVEDRA, J., PELLITERO, E., GARCIA, A y FERNANDEZ, J.L. "Rasgos petrográficos y geoquímicos de los granitoides y rocas metamórficas del área de Morille-Martínamor (Salamanca, centro Oeste de España) Estudios geológicos, nº 40, pp. 15-21. Madrid, 1984.
- TAYLOR, H.A. "Mineral Facts and Problems. Garnet". pp. 329-338. Bureau of Mines. U.S. Dep. of the Interior, Washington, D.C. 1980.
- VELILLA, N. "Los Granates del Complejo de Sierra Nevada (Cordillera Bética). Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Dpto. de Cristallog. y Mineralog. Granada 1983.

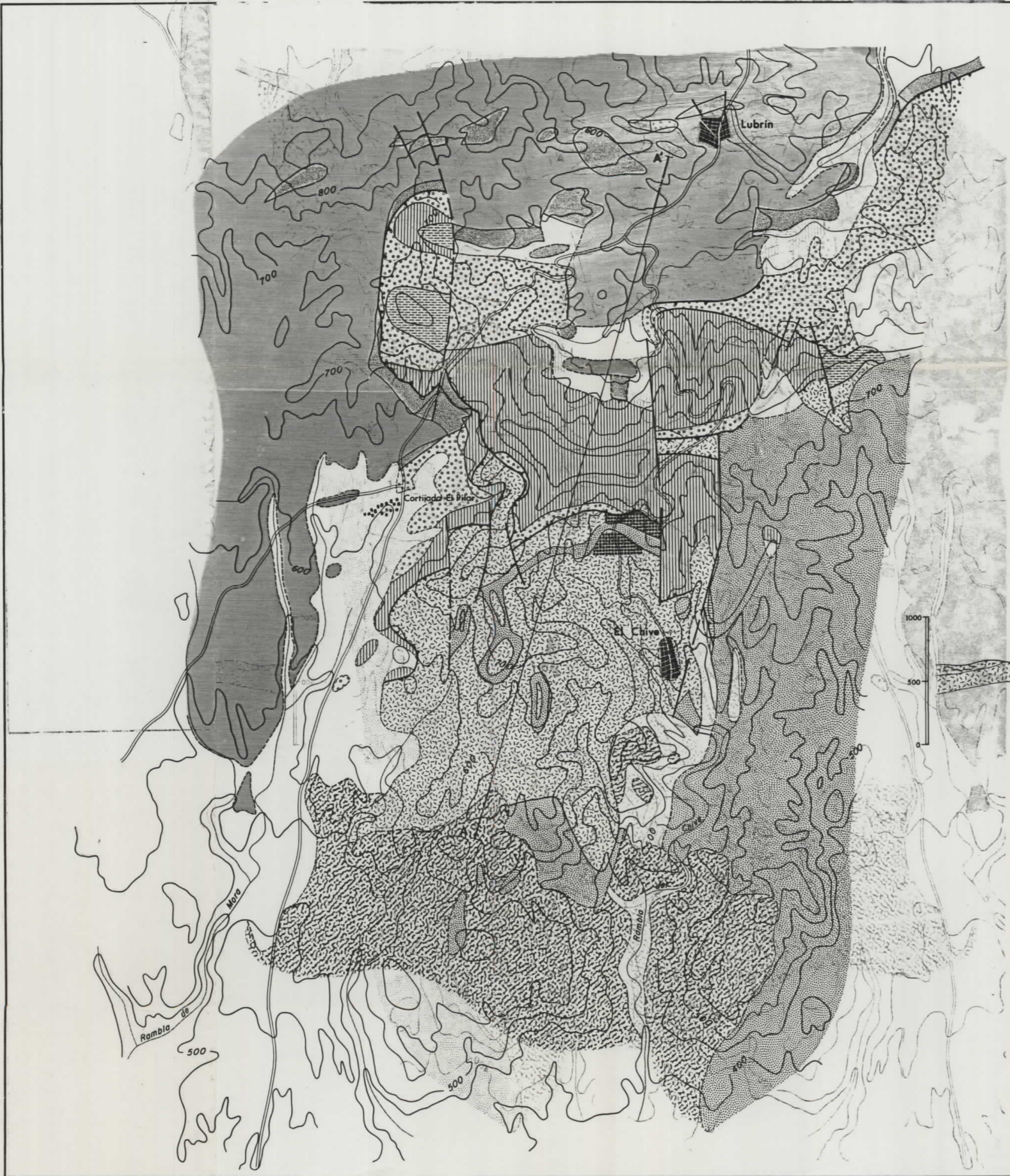


-LEYENDA-

- CUATERNARIO**
 - Arcillas, arenas y cantos (Aluvial)
 - Arcillas, arenas y cantos con granates (Abanico aluvial)
 - Arcillas, arenas y cantos (Coluvión)
- MIOCENO**
 - Calizas oolíticas
 - Calizas arrecifales. Calcarenitas bioclásticas (1) (2)
- VOLCANISMO CALCOALCALINO POTÁSICO**
 - Dacitas biotíticas con almandino y cordierita
- TRIAS**
 - Dolomías y calizas
- PALEOZOICO TRIAS**
 - Micasquistos, cuarcitas, gabros, dioritas, etc.
- Mina abandonada

COMPLEJO ALPUJARRIDE

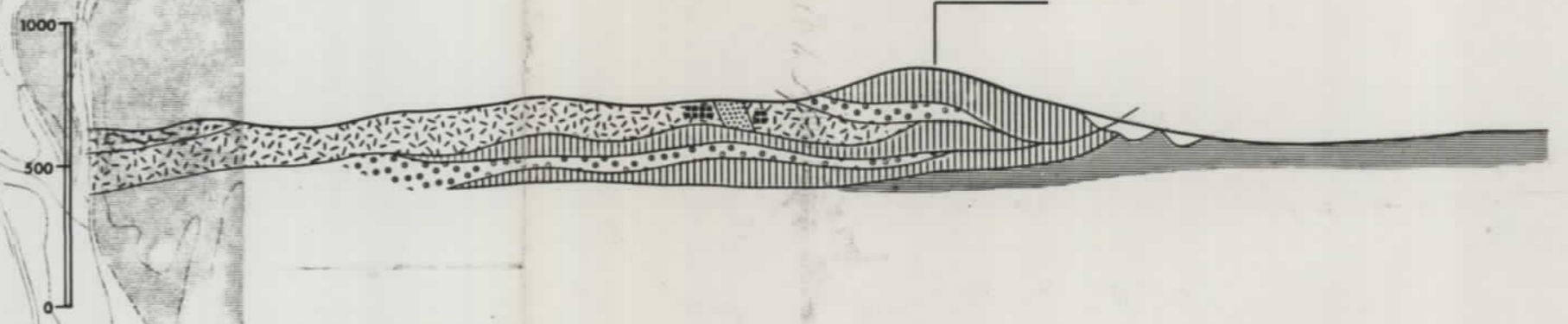
DIBUJADO M. Calderay	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA Mayo 1.985		
COMPROBADO J.L. Griffo	PROYECTO INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE 10.105
AUTOR ENADIMSA	ZONA DEL HOYAZO DE NIJAR	
ESCALA 1: 25.000		
CONSULTOR		



LEYENDA

CUATERNARIO	Indiferenciada
TERCIARIO	Calizas, margocalizas y areniscas
COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE	
TRIAS Superior	Rocas carbonatadas
TRIAS Medio	Metabasitas
PERMICO	Rocas carbonatadas, micasquitos y yesos
PRECAMBRICO	Micasquitos, gneises, cuarcitas y rocas carbonatadas
R. METAMORF.	Serpentinitas (con granates)
	Zona de posible interés


CORTE A-A' Aralaya 888 m.

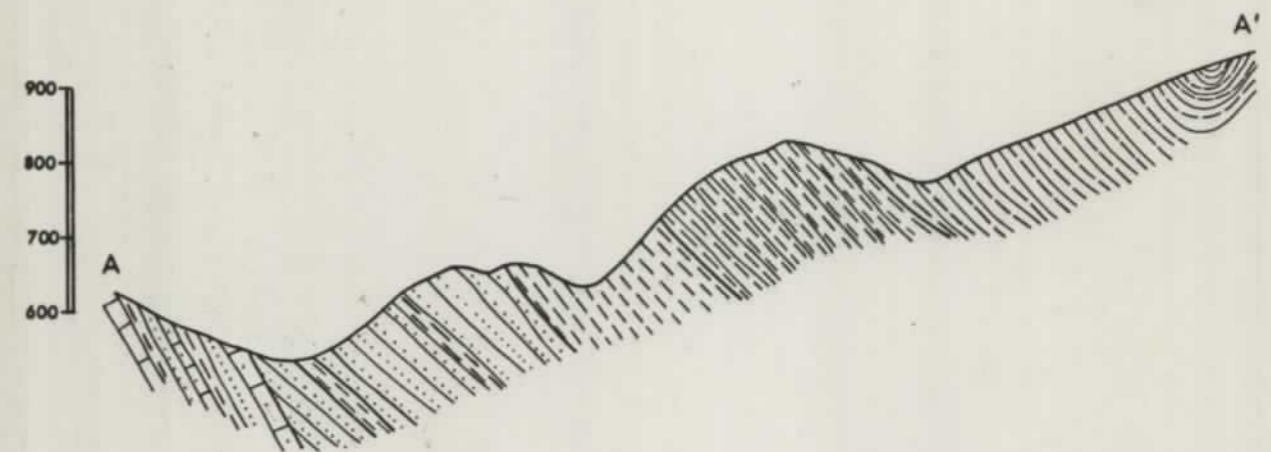


DIBUJADO J. M. MARTIN	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	IGME
FECHA MAYO - 85		
COMPROBADO J. L. GRIFFO	PROYECTO INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE 10.104
AUTOR ENADIMSA		
ESCALA 1/25.000		PLANO N° 2
CONSULTOR	ZONA DEL CHIVE	



LEYENDA

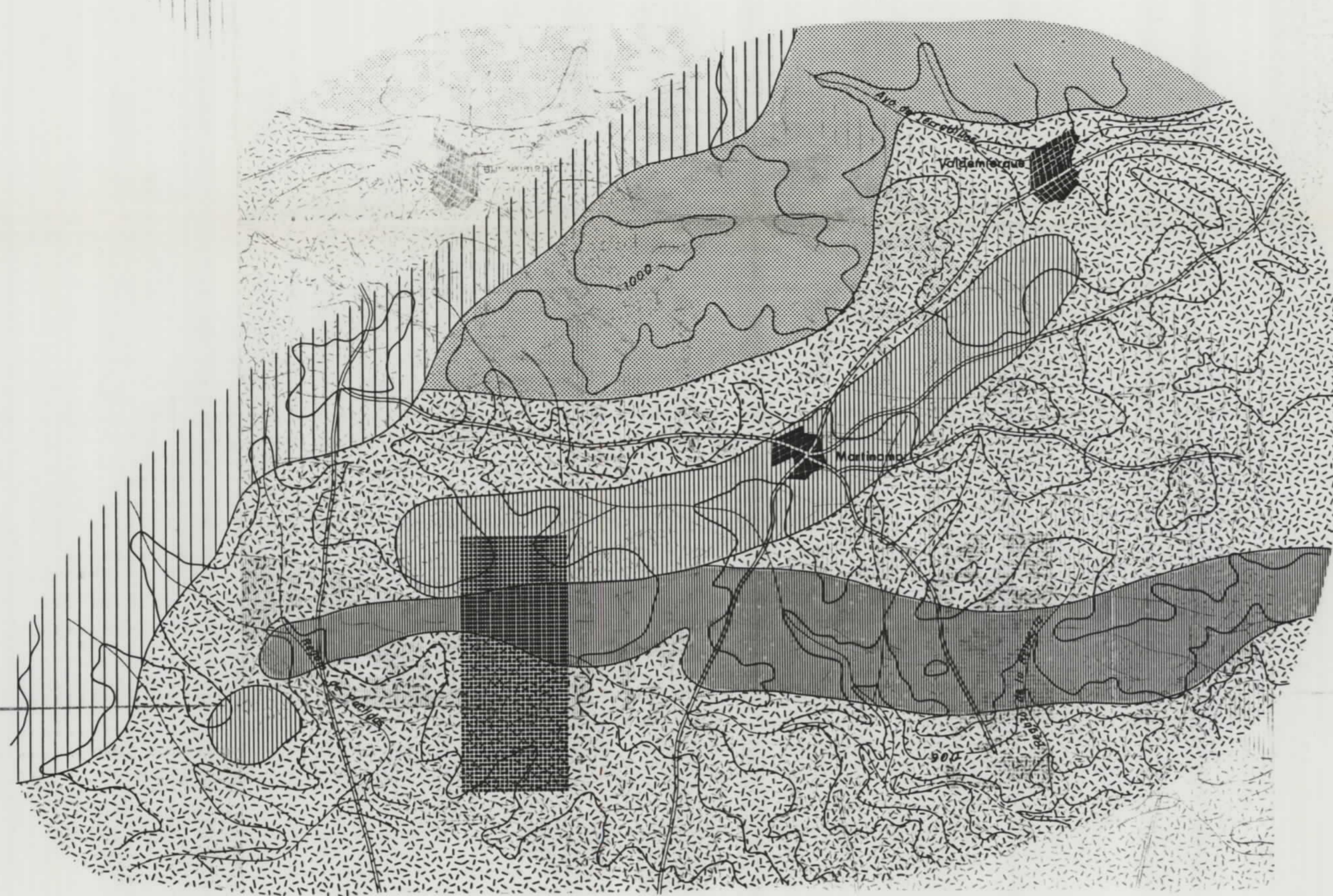
-  Filitas gris-plomo con nerviaciones
-  Pelitas ocre-amarillentas, areniscas y filitas, con quistolita.
-  Filitas gris-oscuro, con quistolita, mica, pirita, oxidos de hierro y granates.
-  Areniscas y/o cuarcitas blancas y/o sacaroides con pasadas esporádicas de pelitas y filitas.
-  CAMBRICO } Cuarcitas, areniscas y filitas (Serie de los Cabos)
-  Zona de posible interés



DIBUJADO
J. M. MARTIN


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

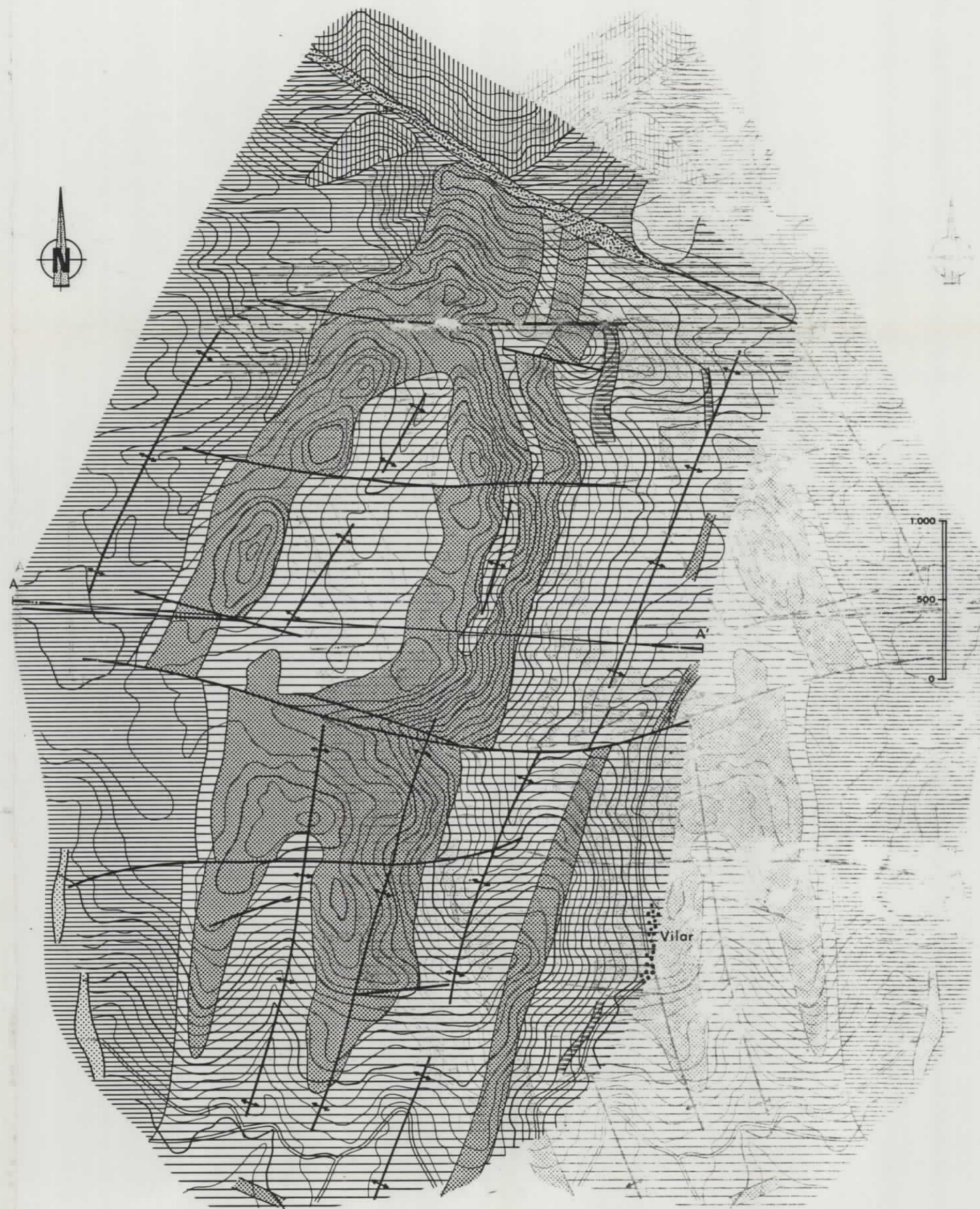




LEYENDA

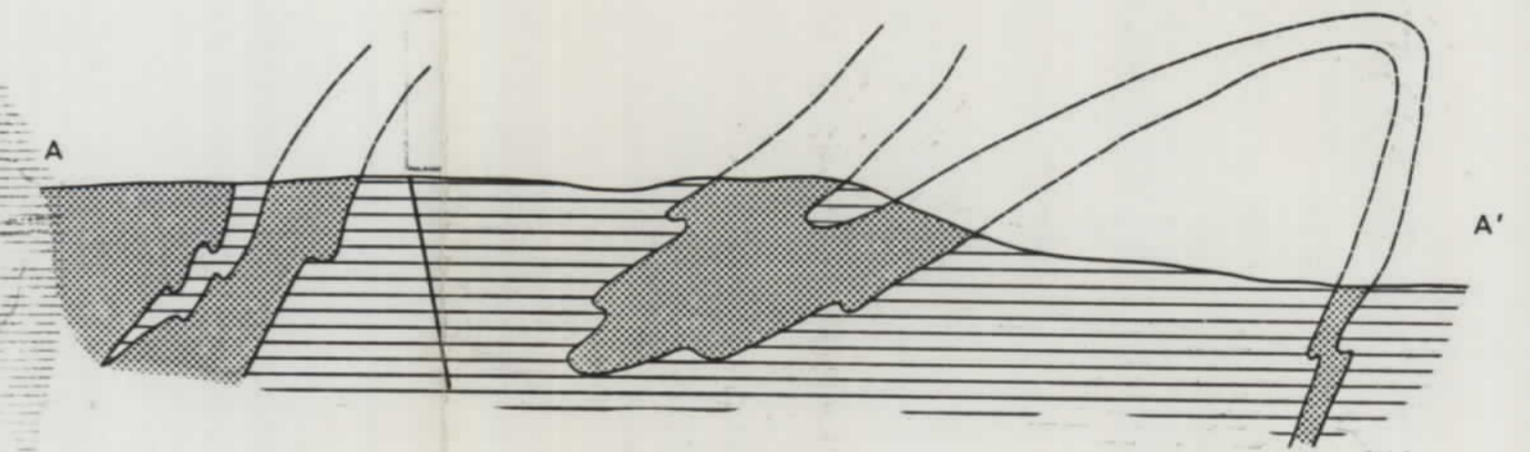
-  Preluteciense
-  Infraordovícico
-  Ortogneis biotítico de San Pelayo
-  Granito moscovítico con pegmatitas
-  Granito moscovítico - biotítico
-  Zona de posible interés

DIBUJADO J. M. MARTIN	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA 	
FECHA MAYO - 85		
COMPROBADO J. L. GRIFFO	PROYECTO	
AUTOR ENADIMSA	INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	CLAVE 10.100
ESCALA 1/25.000		
CONSULTOR	ZONA DE MARTINAMOR	PLANO N° 4



LEYENDA

CAMBRICO		a. - Neises de dos micas
PRECAMBRICO		b. - Rocas ultrabásicas serpentinizadas
		c. - Rocas metabásicas en facies granulítica
ROCAS FILONIANAS		d. - Anfibalitas
		e. - Eclogitas
		f. - Neises y eclogitas. Neises bandeados
		Pérdido granítico



DIBUJADO J. M. MARTIN	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	CLAVE 10.106
FECHA MAYO - 85		
COMPROBADO J. L. GRIFFO	PROYECTO INVESTIGACION DE GRANATES PARA USOS INDUSTRIALES EN ESPAÑA	PLANO Nº 5
AUTOR ENADIMSA	ZONA DE SIERRA CAPELADA	
ESCALA 1/25.000		
CONSULTOR		