



MAPA GEMOLOGICO Y PREVISOR DE ESPAÑA



Escala 1:1.000.000

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
INSTITUTO GEMOLÓGICO ESPAÑOL

Primera edición



041

26041

MADRID, 1986

MAPA GEMOLOGICO Y PREVISOR DE ESPAÑA

Escala 1:1.000.000

Primera edición

Realizado por : JAVIER GARCIA GUINEA

Colaborador Científico C.S.I.C. Museo Nac. C. Naturales
y Profesor del Instituto Gemológico Español.

Dirigido y revisado por : EMILIO GALAN HUERTOS

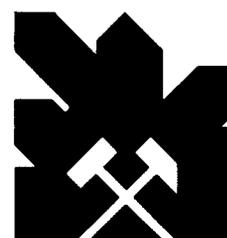
Catedrático de Cristalografía y Mineralogía.
Facultad de Ciencias. Universidad de Sevilla.

ESTA OBRA ES UNA COEDICION REALIZADA POR:



INSTITUTO GEMOLOGICO
ESPAÑOL

Víctor Hugo, 1 - 28004 MADRID



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 - 28003 MADRID

MADRID, 1986

26041

© Javier García y Emilio Galán Huerto

© I.G.M.E. Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

© I.G.E. Victor Hugo, 1. 28004 MADRID

Depósito legal: M - 39.117-1986 NIPO 232-86-013-9

Printed in Spain - Publicado en España

Cartografía y fotocomposición: CARMAGRAF, S. A. Sambara, 40. 28027 MADRID.

PROLOGO

Considerado el I.G.M.E. como el motor de la Geología y la Minería española, parece evidente que debe atender a aquellos temas novedosos y generales relacionados con estas cuestiones.

En este caso, se trata además, de un meticoloso trabajo realizado con rigor científico por dos de nuestros mejores mineralogistas.

El Mapa Gemológico y Previsor de España a escala 1:1.000.000 que ahora tengo el placer de prologar es otro más de los buenos productos publicados por el I.G.M.E., especialmente diseñado para ser dirigido al gran público manteniendo además la pureza geológica de su contenido.

El estudio de los yacimientos españoles de minerales de interés gemológico fue objeto de la tesis doctoral de J. García Guinea y naturalmente, es la base de este trabajo. Abarca todo el territorio nacional y considera aquellas zonas que potencialmente pueden presentar minerales-gemas en base a sus litologías.

Los autores, comenzaron recopilando la información existente sobre los yacimientos de gemas en España de forma indirecta, a través de trabajos de petrología, mineralogía y yacimientos; de visitas a colecciones, museos; consultas orales, etc., ya que la bibliografía previa existente sobre este tema, prácticamente es nula. Posteriormente, comprobaron en el campo aquellos indicios seleccionados como de mayor interés gemológico.

Lógicamente, han considerado con mayor énfasis aquellos yacimientos y minerales con mayores posibilidades gemológicas, indicando siempre sus características geológicas, su estado actual y sus posibilidades de aprovechamiento económico.

En el presente trabajo, se muestra una perspectiva y un análisis de la producción actual y futura de minerales de interés gemológico en España, se confecciona el Mapa Gemológico de España y se adjunta una memoria, todo ello apoyado en un inventario-fichero de indicios y yacimientos de minerales-gemas donde constan datos puntuales de situación de yacimientos y resultados de análisis de minerales por microscopía, análisis químicos, rayos X, etc.

R. Querol
Director IGME

El Instituto Gemológico Español tiene entre sus fines el de la investigación gemológica, y dedica a ella una parte importante de sus esfuerzos. Dentro de este apartado, que nosotros cuidamos con especial cariño, hay dos facetas claramente diferenciadas: de un lado la investigación propiamente dicha y de otro, el descubrimiento, apoyo y soporte a aquellos gemólogos que buscan en esta su propia realización personal y profesional.

En nombre y representación del Instituto Gemológico Español, es para mí una satisfacción poder prologar este trabajo, realizado en base a la tesis doctoral, del Doctor en Ciencias y eminente Gemólogo de nuestro Instituto, D. Javier García Guinea, dirigida por el Prof. Dr. Galán Huertos.

No cabe duda de que pocas cosas habrá de mayor interés para los gemólogos españoles que el estudio de este Mapa Gemológico y Previsor de España y el conocimiento exhaustivo de los minerales y yacimientos de interés gemológico que pueda haber en nuestro país.

Consideramos que es para nosotros, no sólo una obligación, sino también una satisfacción, el poder colaborar para que este eminente trabajo pueda ser publicado; ya que por un lado fomentamos el mejor conocimiento del mundo gemológico español y por otro tenemos el orgullo de que uno de sus autores sea un destacado miembro de nuestro Instituto.

Debemos reconocer, que España, hoy por hoy, no es un país especialmente conocido por su riqueza gemológica, pero no es menos cierto, que este trabajo que hoy presentamos ayudará a constatar que el número, calidad y variedad de nuestros yacimientos supera con creces las ideas preestablecidas al respecto.

Podemos concluir estas líneas en la seguridad de que esta publicación será de un enorme interés para todos los amantes de la gemología, tanto españoles como extranjeros, y que para aquellos que no lo son, significará posiblemente el descubrimiento de un mundo nuevo y apasionante.

L. E. Cortes
Presidente I.G.E.

1. INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo ha sido el estudio de los minerales de interés gemológico.

De manera sistemática se ha pasado de la obtención de un fichero completo de indicios, basado en toda fuente de información posible, a la selección, comprobación y estudio detallado de aquellos yacimientos de interés gemológico.

Como objetivo básico, se ha considerado la

realización de un mapa gemológico y previsor de España, puesto que en este caso, es, quizá, la mejor manera de expresar los resultados obtenidos. Además, al tratarse de un estudio que se aparta de la investigación mineralógica habitual, tanto por sus fines como por las técnicas específicas que se deben usar, otro objetivo de gran importancia ha sido el establecimiento de una metodología de trabajo conveniente.

2. MINERALES DE INTERES GEMOLOGICO EN ESPAÑA

La Gemología es la ciencia que estudia las piedras preciosas.

Una gema es cualquier material que de forma natural o después de ser tallado y pulido tiene suficiente atractivo para ser usado como un adorno personal o como un objeto decorativo. Los adjetivos «preciosa» y «de ornamentación» distinguen las gemas más valiosas (diamante, rubí, zafiro y esmeralda) de las menos (ópalos, granates, topacios, turmalinas, etc...), que también pueden utilizarse a veces para objetos de decoración, pero no existe una distinción rígida entre ellos, ya que se trata de criterios totalmente subjetivos.

Las gemas pueden ser minerales, rocas, cristales sintéticos, vidrios, plásticos, compuestos inorgánicos de origen biológico (perlas, marfil, huesos...), pero este trabajo se ocupa sólo de aquellos minerales-gema procedentes de yacimientos españoles, así como de sus características geológicas.

En general una gema ideal debe tener:

- a) color agradable,
- b) elevado grado de transparencia,
- c) alta dureza, buen pulido, escasas fracturas y exfoliación,
- d) elevados índices de refracción,
- e) ausencia de inclusiones o presencia en determinadas formas o proporciones,
- f) refractariedad,
- g) insolubilidad.

Además, una gema es tanto más apreciada cuanto más escasa.

Por otra parte, en un buen yacimiento de minerales-gema, interesa:

- a) que haya gran cantidad,
- b) que los monocristales o agregados sean de tamaño grande,
- c) que se presenten sueltos o soporten voladuras sin fracturarse excesivamente,
- d) que el yacimiento sea accesible.

Considerando estas características deseadas en gemas y yacimientos, las posibilidades que la Geología de España ofrece y las descripciones previas ya existentes (Galán y Mirete, 1979), se puede indicar que los minerales de interés gemológico en España, son:

Diamante, corindón, espinela, fluorita, rodocrosita, malaquita-azurita, scheelita, apatito, turquesa, variscita, pseudomalaquita, olivino, andalucita, distena, topacio, granate, zircón, idocrasa, epidota, turmalina, berilo, espodumena, rodonita, cuarzo, feldespato y prehnita.

Pero hay que matizar que mientras para algunos de ellos las posibilidades son discretas o incluso aceptables (cuarzo, topacio, granate, berilo), para otros, no pasa de ser un eufemismo el considerarlos aquí (diamante, corindón, zircón).

De estos minerales, diamante, corindón, espinela, turmalina, berilo, espodumena, topacio y zircón son muy apreciados cuando tienen las características antes aludidas para ser una buena gema, mientras turquesa, variscita, olivino, granate, idocrasa, epidota y cuarzo tienen sólo un relativo interés, y el resto, o se usan preferentemente como piedra ornamental (malaquita, rodocrosita), o son gemas de muy escasa apreciación (fluorita, apatito, prehnita, etc...).

3. METODOLOGIA DE ESTUDIO

Seleccionados los minerales a estudiar, se procedió a analizar la bibliografía y otras fuentes de información resultando extraño comprobar que no existen trabajos específicos dedicados al estudio gemológico de yacimientos en España. Algunas excepciones son los titulados «La variscita de Palazuelos de las Cuevas, Zamora» (Arribas et al., 1971), «La espodumena o trifana de Galicia» (Martín Cardoso, 1931), «Estudio de los topacios de Valle de la Serena, Badajoz» (García Guinea et al, 1978). Sin embargo, las descripciones morfológicas en muestras de mano o microscópicas son abundantes y a veces pueden servir para un primer enjuiciamiento gemológico.

Las fuentes de información para este trabajo han sido muy diversas: revistas científicas, monografías, tesis doctorales, tesis de licenciatura, informes, museos, colecciones privadas, comercios, el PNIM (Plan Nacional de Indicios Mineros), una encuesta sobre el tema dirigida a especialistas y aficionados y finalmente las observaciones propias y las comunicaciones orales.

Los trabajos procedentes de estas fuentes que se consideraron interesantes se archivaron en fichas apropiadas en las que se tabularon los siguientes datos: número de orden, mineral, localidad, provincia, roca de caja, tipo de yacimiento, abundancia, interés gemológico y el tratamiento que convendría darle en orden a su investigación.

La selección para depurar los menos interesantes se basó en el estudio comparativo de los datos disponibles (670 indicios), los que idealmente deberían proporcionar una buena gema y un buen yacimiento de ese mineral. El proceso fue delicado, puesto que se conjugaron muchas variables, suposiciones y elementos

subjetivos, y la intuición, la experiencia y los conocimientos geológicos fueron factores decisivos.

Valorado el interés gemológico de cada indicio entre el cero y el diez, la separación fue sencilla, se eliminaron aquellos que fueron calificados con menos de cuatro. A continuación, se procedió a la representación de los aproximadamente 300 indicios seleccionados, confeccionándose un mapa de trabajo de indicios que lógicamente fue continuamente modificado en el transcurso de las investigaciones.

La comprobación de los indicios seleccionados y en su caso la toma de muestras y estudio, así como la profundidad del mismo, ha sido función del interés gemológico del indicio considerado.

El número final de indicios comprobados asciende a 227 y son los que quedan reflejados en el Mapa Gemológico que acompaña a esta memoria.

Para el estudio mineralógico de los minerales se usaron sistemáticamente la difracción de rayos X (polvo) y la microscopía de polarización, acudiendo a otras técnicas especiales y al análisis químico según el caso. Además, los minerales con mayor interés gemológico fueron objeto de estudios específicos, entre los que se incluyen, ensayos gemológicos, determinación de propiedades físicas y cristal químicas y estudio detallado del yacimiento y de sus mineralotectos.

Los resultados obtenidos indicaron el interés gemológico de los minerales estudiados, evidenciaron los procesos genéticos, aportaron nuevas líneas de prospección de gemas y mostraron las posibilidades de explotación de los posibles yacimientos.

4. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA DE LOS INDICIOS

Para situar los indicios gemológicos desde el punto de vista geológico se ha tomado como base las unidades tectónicas descritas por Julivert et al. (1974) en el Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, puesto que existe una correspondencia entre las características tectónicas y litológicas de cada una de estas unidades y su capacidad gemológica.

Se puede observar así, que el Macizo Hespérico es, con diferencia, de mucha mayor riqueza en minerales de interés gemológico que el resto de España. Más específicamente se puede señalar que la zona Sur-portuguesa es interesante para rodonita-rodocrosita, jaspes y malaquita-azurita; la zona Ossa-Morena para topacio, cuarzo, berilo, epidota, granate, etc.; el batolito de Los Pedroches para turquesa, malaquita-azurita, pseudomalaquita, zircón...; la zona Centroibérica para topacio, berilo, cuarzo, andalucita, corindón, espodumena, variscita, apatito, etc..., la zona Astur-occidental-leonesa para topacio, andalucita, espinela, corindón, etc., y la zona Cantábrica para cuarzo y fluorita.

Continuando la conjugación de los dominios tectónicos (según Julivert et al., 1974) con sus potenciales gemológicos, cabría mencionar las Cadenas Costeras Catalanas en relación con filones y pegmatitas encajados en materiales ordovícicos y cámbricos, afloramientos de granitoides y rocas volcánicas, que aportan una aceptable cantidad y calidad de minerales-gema (cobaltocalcita de Peramea, sanidinas y olivinos de Canet d'Adri, berilos, distenas, granates, turmalinas, y otros, en el Cabo de Creus, etc...).

Entre las cordilleras alpinas, las Béticas muestran abundantes materiales de calidad gema (especialmente en la zona Bética, s.s.) puesto que presentan series metamórficas paleozoicas (granate, andalucita, corindón, cuarzo, turmalina, distena, etc.), masas plutónicas básicas, intermedias y ácidas (ágatas, cordieritas, granates, espinelas, olivinos, apatitos, feldespatos, etc.).

Los Pirineos presentan interés en la zona axial donde aparecen series metamórficas, manifestaciones volcánicas y extensas áreas de granitoides (amazonita, fluorita, topacio, idocrasa, epidota, granate, malaquita, etc., de cierto valor gemológico).

Respecto a las Islas Canarias y tomando como base la cartografía realizada por el Prof. Fuster y colaboradores (1966, 1968, 1975), se ha podido comprobar que estas áreas volcánicas son especialmente interesantes para olivinos.

En relación con las restantes zonas, hay que señalar, que en general no son gemíferas, ya que los principales minerales gemas son ortomagmáticos, pegmatíticos, hidrotermales o metamórficos y este tipo de manifestaciones o fenómenos no suelen ocurrir en la Cordillera Ibérica ni en las grandes depresiones terciarias. Algunas excepciones pueden citarse en la cuenta del Tajo o del Guadalquivir, donde se encuentran ópalos y calcedonias entre arcillas sepiolíticas y esmectíticas.

En la Tabla I se relacionan los 227 indicios de interés gemológico ordenados de la siguiente manera:

a) Silicatos: Olivino (Oli), andalucita (And), distena (Dis), topacio (Top), granate (Gr), zircón (Zr), idocrasa (Ido), epidota (Epd), turmalina (Tur), berilo (Be), espodumena (Spd), rodonita (Rdn), cuarzo (Q), feldespato (Fto), prehnita (Prh).

b) No silicatos: Diamante (Dmt), espinela (Spl), corindón (Cdn), fluorita (Fl), malaquita-azurita (Mq-Az), rodocrosita (Rdc), sheelita (Sch), variscita (Var), turquesa (Tq), pseudomalaquita (Smq), apatito (Apt).

Se incluye además la situación geográfica, que en unos casos se refiere a un paraje concreto, y en otros, dada la dispersión de afloramientos, se reseña como un área o localidad, por ello, el número de referencia puede indicar uno o varios indicios al mismo tiempo.

Por otra parte, se presentan también datos sobre aspectos geológicos, gemológicos, fuentes de información, etc.

5. INDICIOS DE POSIBLE INTERES GEMOLOGICO

Se han tabulado los 227 indicios seleccionados, ordenados por minerales y dentro de cada grupo correspondiente a un mismo mineral, se han situado geográficamente de norte a sur (Tabla I).

Para cada indicio se indica: número de referencia; mineral; roca encajante; tipo de yacimiento; notificación sobre si ha sido verificado en el campo, contrastado en museos o colecciones, discutido oralmente o comprobado a partir de documentación escrita; abundancia; interés gemológico y referencias bibliográficas.

Estos 227 indicios se pueden desglosar porcentualmente de las siguientes maneras:

POR MINERALES:

Olivino, 7,05%; andalucita, 3,96%; distena, 2,64%; topacio, 6,17%; granate, 9,69%; zircón, 3,96%; idocrasa, 4,41%; epidota, 5,29%; turmalina, 1,76%; berilo, 8,81%, espodumena, 0,44%; rodonita, 1,32%; cuarzo, 14%; feldespato, 0,44%; prehnita, 2,20%; diamante, 0,44%; espinela, 3,52%; corindón, 3,08%; fluorita, 0,88%; malaquita-azurita, 7,93%; scheelita, 2,64%; variscita, 0,88%; turquesa, 3,52%; pseudomalaquita, 0,88%; apatito, 3,96%.

POR PROVINCIAS:

La Coruña, 5,29%; Lugo, 1,76%; Orense, 1,76%; Pontevedra, 3,08%; Asturias, 5,73%; Barcelona, 2,64%; Gerona, 3,08%; Lérida, 0,88%; Tarragona, 0,44%; Zaragoza, 0,44%; Huesca, 4,86%; Teruel, 0,445; Burgos, 0,885; Zamora, 0,88%; Salamanca, 5,29%; Avila, 3,08%; Segovia, 2,20%; Madrid, 5,73%; Cuenca, 0,88%; Guadalajara, 0,88%; Ciudad Real, 0,88%; Murcia, 2,64%; Albacete, 0,44%; Cáceres, 8,37%; Badajoz, 9,69%; Jaén, 2,20%; Córdoba, 4,12%; Sevilla, 1,76%; Granada, 0,88%; Almería, 2,20%; Huelva, 4,40%; Cádiz, 0,88%; Málaga, 6,18%; Baleares 0,44%; Tenerife, 1,76% y Gran Canaria, 2,20%.

POR AMBIENTES GENETICOS:

Intramagmáticos, 11,01%; filonianos indefini-

dos, 7,49%; hidrotermales, 17,18%; greisen, 0,88%; pegmatíticos, 15,42%; volcánicos, 7,93%; volcanosedimentarios, 1,32%; metamorfismo regional, 17,18%; metamorfismo de contacto, 3,52%; metamorfismo de skarn, 11,01%; alteración, 1,76%; sedimentarios, 5,29%.

POR SU CONCENTRACION:

Muy masivos (MM), 6,61%; masivos (M), 18,94%; muy concentrados (MC), 0,44%; concentrados (C), 22,91%; poco concentrados (PC), 5,29%; petrográficos (P), 17,62%; petrográficos escasos (PE), 28,19%.

POR SU INTERES GEMOLOGICO:

Con interés 0, 6,61%; 1, 3,53%; 2, 27,75%; 3, 25,55%; 4, 13,21%; 5, 14,09%; 6, 9,69%; 7, 4,40%; 8, 1,32%.

De los 227 indicios, el 55,51% fue comprobado en el campo, el 17% corresponde a indicios revisados en museos y colecciones privadas, el 20,26% fue contrastado oralmente con las personas más adecuadas y el 7,05% restante fue estudiado a partir de documentación fiable.

A la luz de estos datos se pueden hacer algunas consideraciones:

Los porcentajes por minerales no se correlacionan con la abundancia petrográfica de los mismos por haber sido sometidos a un proceso de selección en base a criterios gemológicos. De esta forma, el 14,10% de cuarzo, no significa que hay poco, nada más lejos de la realidad, sino que aunque es un mineral omnipresente en las rocas españolas, los ejemplares de utilidad gemológica son escasos. Más evidente es el 0,44% de feldespato que se ha incluido para reseñar las amazonitas de Salient de Gállego (Huesca), desdeñando los feldespatos fundamentales en todo el Macizo Hespérico, zona axial de Pirineos, Catalánides, etc..., otro porcentaje bajo, el 0,88% de la fluorita, sólo sirve para poner énfasis en las cualidades gemológicas de las fluoritas asturianas y algunas de Badajoz, puesto que es sabido que existe un mapa predictor de fluoritas para España donde se citan numerosos yacimientos.

TABLA I

Núm.	Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía
1	Oli	S. Capelada	C	Rcs Ultrabas	Intramagmático	X		X	X	MM	4	22
2	Oli	Pirineo	HU	Ofita	Plutón.-Volcánico	X	X		X	P	1	
3	Oli	Canet d'Adri	GE	Basalto	Volcánico	X	X	X	X	C	7	35
4	Oli	Beteta	CU	Basalto	Volcánico	X			X	P	2	22
5	Oli	Campos Calatrava	CR	Basalto	Volcánico	X	X		X	P	2	22
6	Oli	Cartagena	MU	Basalto	Volcánico			X	X	PC	4	96
7	Oli	I. Baleares	PM	Basalto	Volcánico				X	P	2	22
8	Oli	Burguillos del Cerro	BA	Dolom-Diorita	Skarn	X			X	PE	1	6
9	Oli	Ojen	MA	Rcs Ultrabas	Intramagmático	X	X	X	X	MM	2	22
10	Oli	Ronda	MA	Rcs Ultrabas	Intramagmático	X	X	X	X	MM	2	22
11	Oli	Tenerife	TF	Rcs Ultrabas	Intramagmático				X	MM	2	45, 57
12	Oli	La Gomera	TF	Rcs Ultrabas	Intramagmático			X	X	MM	2	45, 21
13	Oli	La Palma	TF	Rcs Ultrabas	Intramagmático	X		X	X	MM	2	45
14	Oli	Lanzarote	GC	Basalto	Volcánico		X	X	X	C	7	95, 45, 60
15	Oli	Betancuria	GC	Rcs Ultrabas	Intramagmático	X			X	MM	2	95, 45
16	Oli	Corralejo	GC	Basalto	Volcánico	X			X	PC	7	95, 45
17	And	Noya	C	Esquisto	Meta. regional				X	PC	3	
18	And	Goyan	PO	Esquisto	Meta. regional				X	M	3	84
19	And	Boal	O	Esquisto	Meta. contacto				X	MM	7	108
20	And	Ancares	O	Esquisto	Meta. contacto				X	M	7	
21	And	Montejo de la Sierra	M	Esquisto	Meta. regional				X	M	3	46, 47
22	And	S. de Prades	TA	Esquisto	Meta. contacto				X	M	3	
23	And	Fuentenebro	BU	Esquisto	Meta. regional				X	M	3	99
24	And	Martinamor	SA	Granito	Pegmatítico				X	C	3	
25	And	Maro	MA	Esquisto	Meta. regional				X	M	3	30
26	Dis	S. Faladoira	LU	Esquisto	Meta. regional				X	P	3	22
27	Dis	Vivero	LU	Esquisto	Meta. regional				X	P	4	22
28	Dis	Cadaqués	GE	Esquisto	Meta. regional	X	X	X	X	PE	3	
29	Dis	Montejo de la S.	M	Esquisto	Meta. regional	X	X	X	X	C	6	46, 47, 13, 14
30	Dis	Azuaga	BA	Gneis	Meta. regional			X	X	M	6	81
31	Dis	Maro	MA	Esquisto	Meta. regional	X			X	P	3	
32	Top	El Pindo	C	Granitoide	Intramagmático				X	PE	3	
33	Top	Ancares	O	Granitoide	Intramagmático				X	PE	2	109
34	Top	Campo del Agua	O	Granitoide	Intramagmático				X	PE	2	110
35	Top	Boal	O	Granitoide	Intramagmático	X			X	PE	2	108
36	Top	Navalonguilla	AV	Granitoide	Intramagmático	X			X	PE	2	116
37	Top	Villasbuenas	SA	Granitoide	Hidrotermal				X	PE	2	20
38	Top	Barruecopardo	SA	Granitoide	Hidrotermal				X	PE	2	20
39	Top	Cerro S. Pedro	M	Gneis	Pegmatítico		X	X	X	PE	3	
40	Top	S. Jalama (Acebo)	CC	Granito	Hidrotermal	X			X	PC	3	115
41	Top	P. Albala-Trujillo	CC	Granito	Intramagmático	X			X	PE	2	116
42	Top	Rivera del Fresno	BA	Gneis	Meta. regional				X	M	3	59
43	Top	Mérida	BA	Granito	Pegmatítico	X	X	X	X	PC	7	

C=Campo; M= Museos, colec.; O=oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés Gemológico.

Núm. Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía	
44	Top	Valle Serena	BA	Cuarcita	Pegmatítico	X	X	X	X	PC	8	55
45	Top	Sallent Gallego	HU	Granito	Intramagmático				X	PE	2	65
46	GR	S. Capelada	C	Anfibol-Granat.	Meta. regional	X		X	X	C	6	
47	GR	Noya	C	Esquisto	Meta. regional				X	P	3	22
48	GR	Villavieja	OR	Gneis	Meta. regional				X	P	3	
49	Gr	Monte Lousado	PO	Esquisto	Meta. regional	X			X	P	3	
50	Gr	Mouro	O	Diorita	Intramagmático				X	PE	2	
51	Gr	Boal	O	Granito	Intramagmático	X			X	PE	2	108
52	Gr	Villayon	O	Pirox-Granat	Meta. regional	X			X	P	3	
53	Gr	Ayllon	SG	Esquisto	Meta. regional	X			X	P	3	
54	Gr	Fuentenebro	SG	Esquisto	Meta. regional	X			X	PE	2	99
55	Gr	Arenas S. Pedro	AV	Esquisto	Meta. regional	X			X	PE	2	
56	Gr	Almaraz	CC	Esquisto	Meta. regional				X	P	5	
57	Gr	Benasque	HU	Dolom-Granod	Skarn	X	X	X	X	M	3	22
58	Gr	Palamós	GE	Granito	Intramagmático				X	PE	7	
59	Gr	Montejo de la S.	M	Esquisto	Meta. regional	X	X	X	X	P	3	46, 47, 13, 14
60	Gr	Burguillos del Cerro	BA	Dol-diorita	Skarn	X	X	X	X	MM	3	106
61	Gr	Nijar	AL	Dacita	Volcánico	X	X	X	X	M	6	61
62	Gr	Fuengirola	MA	Gneis	Meta. regional	X			X	P	3	
63	Gr	S. de Aguas	MA	Peridotita	Intramagmático				X	PE	3	
64	Gr	S. de Cartama	MA	Gneis	Meta. regional				X	P	3	
65	Gr	S. Nevada	Gr	Esquisto	Meta. regional	X	X	X	X	P	5	1,39
66	Gr	La Nava	H	Esquisto	Meta. regional				X	PE	3	
67	Gr	Cala	H	Dolom-Granod	Skarn	X	X	X	X	MM	3	26
68	Zr	Noya	C	Gneis	Meta. regional				X	PE	1	5
69	Zr	Coto Vivaldi	LU	Corneana	Meta. contacto				X	P	2	
70	Zr	Despeñaperros	CR	Cuarcita	Sedimentario	X			X	PE	2	
71	Zr	Cáceres (S. Blas)	CC	Esquisto	Meta. regional				X	PE	3	22, 106
72	Zr	Mérida	BA	Granito	Intramagmático	X	X	X	X	PE	1	106, 50
73	Zr	S. Albarrana	CO	Esquisto	Meta. regional	X			X	PE	1	
74	Zr	Pedroches	CO	Granito	Intramagmático	X			X	PE	2	72
75	Zr	S. Nevada	GR	Esquisto	Meta. regional	X			X	PE	2	1
76	Zr	Fuerteventura	GC	Carbonatita	Filoniano	X	X	X	X	C	4	49
77	Ido	Benasque	HU	Dol-Granod	Skarn	X			X	M	3	
78	Ido	Panticosa	HU	Dol-Granod	Skarn	X			X	M	2	
79	Ido	Espinabell	GE	Dol-esquis	Skarn				X	P	2	22
80	Ido	Orsavinya	B	Granitoide	Skarn				X	P	2	22
81	Ido	Tibidabo	B	Dol-Esquis	Skarn				X	P	2	2, 117, 118
82	Ido	Somosierra	M	Gneis-Dol	Skarnoide	X	X	X	X	M	3	67
83	Ido	S. M. Valdeiglesias	M	Gneis-Dol	Skarnoide				X	P	1	
84	Ido	Sta. M. Alameda	M	Gneis-Dol	Skarnoide				X	PE	1	22
85	Ido	El Escorial	M	Gneis-Dol	Skarnoide				X	PE	2	86
86	Ido	Serranía Ronda	MA	R.Ultr. Dol	Skarn				X	P	2	22
87	Epd	Panticosa	HU	Dol-Granod	Skarn	X			X	P	3	
88	Epd	Pont de Suert	LE	Dol-Granod	Skarn	X			X	M	5	

C=Campo; M= Museos, colec.; O=oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés Gemológico.

Núm.	Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía
89	Epd	Tibidabo	B	Dol-Esquis	Skarn				X	P	3	117, 118, 2
90	Epd	Martinamor	SA	Cuarcita	Meta. regional				X	P	2	
91	Epd	Sta. M. Alameda	AV	Gneis-Dol	Skarnoide	X			X	PE	1	22
92	Epd	Piñuecar	M	Gneis-Dol	Skarnoide	X	X	X	X	M	2	22
93	Epd	Burguillos del Cerro	BA	Dol-Diorita	Skarn	X	X	X	X	M	3	93
94	Epd	Jerez de Caballeros	BA	Dol-Granod	Skarn	X	X	X	X	MM	5	93
95	Epd	Garlitos	BA	Dol-Granod	Skarn				X	P	2	
96	Epd	Rivera de Cala	H	Dol-Granod	Skarn				X	P	3	25
97	Epd	Cala	H	Dol-Granod	Skarn	X	X	X	X	M	4	26
98	Epd	Betancuria	GC	Gabro-Dol	Skarnoide	X			X	PE	3	
99	Tur	Pontevedra	PO	Granitoides	Pegmatítico	X	X	X	X	C	2	89, 22, 50
100	Tur	Noya	C	Granitoides	Pegmatítico				X	MM	3	22
101	Tur	S. Albarrana	CO	Esquisto	Pegmatítico	X	X	X	X	M	3	
102	Tur	Fuentenebro	BU	Esquisto	Pegmatítico	X			X	C	2	99
103	BE	S. Compostela	C	Gneis	Pegmatítico				X	PE	3	75
104	BE	Vicinte	LU	Granodiorita	Pegmatítico	X			X	PE	3	
105	BE	Prov. Pontev.	PO	Granit. Gneis	Pegmatítico	X	X	X	X	PE	3	40
106	BE	Monterrey	OR	Granito	Pegmatítico	X			X	PE	3	75
107	BE	Beariz	OR	Esquisto	Pegmatítico	X			X	PE	3	28
108	BE	S. de Jures	OR	Granodiorita	Pegmatítico	X	X	X	X	P	6	29
109	BE	Peguerinos	AV	Granito	Pegmatítico				X	PE	5	91
110	BE	Peña-Pereña	SA	Granodiorita	Pegmatítico	X	X	X	X	C	8	20
111	BE	Cabo Creus	GE	Esquisto	Pegmatítico	X			X	PE	3	50
112	BE	Cabanillas	M	Granito	Pegmatítico				X	PE	3	22, 50
113	BE	Guadalix	M	Gneis	Pegmatítico	X	X	X	X	PE	3	22, 50
114	BE	Miraflores	M	Gneis	Pegmatítico				X	PE	3	22, 50
115	BE	Sierra Bejar	CC	Granito	Pegmatítico				X	PE	2	106
116	BE	Oliva de Pla.	CC	Granodiorita	Pegmatítico				X	PE	2	106
117	BE	Montanchez	CC	Granito	Pegmatítico				X	PE	3	106
118	BE	Almoharín	CC	Granito	Pegmatítico				X	PE	3	106
119	BE	Sierra de Gata	CC	Granito	Pegmatítico				X	PE	2	106
120	BE	Mérida	BA	Granito	Pegmatítico				X	PE	2	106
121	BE	Valle Serena	BA	Granito	Pegmatítico	X				PE	6	54
122	BE	S. Albarrana	CO	Esquisto	Pegmatítico				X	C	5	23, 24, 75
123	Spd	Lalín	PO	Granito	Pegmatítico	X			X	M	4	73,83
124	Rdn Rdc	Castillo de las G.	SE	Tobas	Volcánico	X			X	C	5	76, 120
125	Rdn Rdc	La Nava	H	Esquisto	Hidrotermal				X	C	5	76, 120
126	Rdn Rdc	Calañas	H	Esquisto	Hidrotermal				X	C	5	76, 120
127	Q	Seijas	C	Cuarcita	Meta. regional	X			X	M	3	
128	Q	Cabrales	O	Caliza	Sedimentario				X	C	5	
129	Q	Ciervo	HU	Arcillas	Sedimentario				X	C	3	22
130	Q	Arguis	HU	Calizas	Sedimentario	X				C	3	22
131	Q	Veruela	Z	Arcillas	Sedimentario				X	C	3	33
132	Q	Caldas Malavella	GE	Granito	Filoniano				X	M	3	
133	Q	Lloret de Mar	B	Granito	Filoniano	X				C	3	

C=Campo; M= Museos, colec.; O=oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés Gemológico.

Núm. Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía
134	Q	Cord Ibérica	CU	Arcilla	Sedimentario	X		X	PC	3	22
135	Q	Villacastín	SG	Granito	Filoniano	X			C	3	
136	Q	Ramacastaña	AV	Granito	Filoniano			X	C	3	
137	Q	Vitigud-Villasb.	SA	Granodionta	Pegmatítico	X		X	MM	6	71
138	Q	Pereña	SA	Granodiorita	Pegmatítico	X		X	PC	6	
139	Q	S. de Gata	SA	Granito	Filoniano	X		X	C	3	
140	Q	Vallecas	M	Arcillas	Sedimentario	X		X	M	3	22, 50
141	Q	Palmaces Jadraque	GU	Vulcanocla.	Sedimentario	X		X	C	7	103
142	Q	Pozo Cañada	AB	Arcillas	Sedimentario				M	3	
143	Q	Portman-Unión	MU	Greenalita	Filoniano	X		X	M	6	
144	Q	Oliva Plasencia	CC	Granodiorita	Filoniano	X		X	MM	8	106
145	Q	Montanchez	CC	Granito	Filoniano			X	C	3	106
146	Q	Zarza la Mayor	CC	Granito	Filoniano			X	C	3	106
147	Q	Valle de la Serena	BA	Cuarcita	Pegmatítico	X		X	PC	3	106
148	Q	Albuquerque	BA	Granito	Filoniano			X	C	3	106
149	Q	Prov. Huelva	H	Pizarra	Vulca. Sedim.	X		X	MM	6	22, 50
150	Q	Pedroso	SE	Granito	Filoniano	X		X	M	3	
151	Q	Moron	SE	Arenas	Sedimentario			X	C	3	27
152	Q	Guadarranque	CA	Aren. Arcil.	Sedimentario			X	C	3	
153	Q	Pozoblanco	CO	Granito	Filoniano	X		X	M	4	40
154	Q	S. Segura	J	Arcillas	Sedimentario			X	C	2	
155	Q	Canillas A.	MA	Esquisto	Filoniano			X	M	2	
156	Q	Nijar	AL	Dacita	Volcánico	X		X	P	3	
157	Q	Cabo de Gata	AL	Andesita	Filoniano	X		X	M	3	
158	Q	Isla Alborán	AL	Basalto	Filoniano			X		3	
159	Fto	Arrieles (S.)	HU	Granito	Pegmatítico		X	X	C	6	
160	Prh	Gistain	HU	Ofita	Hidrotermal			X	C	2	
161	Prh	Tibidabo	B	Dol-Esquis	Skarn			X	PE	2	117, 118, 2
162	Prh	Cabrera	M	Granito	Hidrotermal	X		X	C	3	56
163	Prh	Caravaca	MU	Gabro	Hidrotermal			X	MC	6	52
164	Prh	Conil	CA	Gabro	Hidrotermal		X	X	M	6	
165	Dmt	¿Carratraca?	MA			X		X	PE	0	19, 80, 82, 64, 94
166	Spl	Cariño	C	Peridotita	Intramagmat.	X		X	PE	2	
167	Spl	Tapia Casiego	O	Gran. Esqu.	Meta. Contac.	X		X	PE	2	
168	Spl	Olot	GE	Dunita	Volcánico	X		X	P	3	35
169	Spl	Bossost	LE	Calizas	Hidrotermal			X	C	4	32, 3
170	Spl	Cartagena	MU	Dunitas	Volcánico			X	P	2	96
171	Spl	Ojen y Ronda	MA	Peridotita	Intramagmático	X		X	PE	3	
172	Spl	S. Bermeja	MA	Corneana	Meta. Contac.			X	M	5	
173	Spl	Islas Canarias	TF	Dunita	Volcánico	X		X	P	4	95
174	Cdn	Goyán	PO	Esquisto	Meta. regional	X	X	X	C	7	84
175	Cdn	Río Porcia	O	Corneana	Meta. Contac.	X		X	P	2	
176	Cdn	Tibidabo	B	Dol-Esquis	Skarn			X	P	2	2,117, 118
177	Cdn	Aldeavieja	AV	Grani-Cuarc	Meta. Contac.	X	X	X	PE	2	
178	Cdn	Monleon	SA	Dol-Granod	Skarn	X		X	PE	2	79

C=Campo; M= Museos, colec.; O=oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés Gemológico.

Núm.	Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía
179	Cdn	Puebla Alcocer	BA	Esquisto	Meta. contacto				X	M	3	22, 50
180	Cdn	Hornachuelos	CO	Esquisto	Meta. regional				X	C	3	50
181	FL	Asturias	O	Caliz-Dolom	Hidrotermal	X	X	X	X	M	6	62
182	FL	Valle Serena	BA	Granito	Greissen	X	X	X	X	M	6	55
183	Mq-Az	Erosue	HU	Esquisto	Hidrotermal			X		C	3	
184	Mq-Az	Pardos	GU	Pizarra	Hidrotermal	X	X	X	X	M	7	22, 55
185	Mq-Az	Vegas Matute	SG	Diabasa	Alteración	X				PE	2	
186	Mq-Az	La Unión	MU	Greenalita	Hidrotermal	X			X	C	3	
187	Mq-Az	Logrosan	CC	Pizarra	Hidrotermal	X		X	X	P	3	106
188	Mq-Az	Trasquilon	CC	Granito	Hidrotermal				X	P	2	106
189	Mq-Az	Castuera	BA	Pizarra	Hidrotermal				X	P	3	106
190	Mq-Az	Jerez Caballeros	BA	Dol-Diorita	Skarn	X			X	P	2	106
191	Mq-Az	Magacela	BA	Pizarra	Hidrotermal	X			X	P	2	106
192	Mq-Az	Mérida	BA	Granito	Greissen				X	PE	2	106
193	Mq-Az	Andújar	J	Adamellita	Hidrotermal	X	X	X	X	M	3	8
194	Mq-Az	Cardeña	CO	Granodiorita	Hidrotermal	X			X	C	3	10
195	Mq-Az	Pozoblanco	CO	Granodiorita	Hidrotermal	X			X	C	3	72
196	Mq-Az	Aznalcollar	SE	Esquisto	Vulcanosedimen.	X			X	M	3	
197	Mq-Az	La Nava	H	Esquisto	Hidrotermal	X				C	3	
198	Mq-Az	Riotinto	H	Esquisto	Vulcanosedimen.	X			X	C	3	38
199	Mq-Az	Cala	H	Dol-Granod	Skarn	X			X	C	3	38
200	Mq-Az	Maro	MA	Esquisto	Alteración	X			X	C	3	31
201	Sch	Monteneme	C	Gneis	Hidrotermal				X	C	4	90, 120
202	Sch	Morille-Vecinos	SA	Granito	Hidrotermal					C	4	90, 120
203	Sch	Barruecopardo	SA	Granitoide	Hidrotermal					PC	3	90, 12, 88, 20
204	Sch	La Parrilla	BA	Esquisto	Hidrotermal	X				PC	3	90, 120, 58
205	Sch	La Lapa	BA	Esquisto	Hidrotermal					PC	3	90, 120
206	Sch	Estepona	MA	Esquisto	Hidrotermal	X				C	6	90, 22
207	Var	Palazuelos	ZA	Pizarra	Alteración				X	M	7	12, 74
208	Tq	Liva de Mérida	BA	Cuarcitas	Hidrotermal	X				PE	2	106
209	Tq	Valdeflórez	CC	Pizarra	Hidrotermal	X	X	X	X	M	6	106
210	Tq	Logrosan	CC	Pizarra	Hidrotermal	X			X	M	2	106
211	Tq	Trasquilon	CC	Granitoide	Hidrotermal				X	C	3	106
212	Tq	Castillejo de Salor	Tq	Granitoide	Hidrotermal				X	C	3	106
213	Tq	Cardeña	CO	Granodiorita	Hidrotermal				X	C	3	10
214	Tq	Pozoblanco	CO	Granodiorita	Hidrotermal	X				C	3	72
215	Tq	Andújar	J	Adamellita	Hidrotermal	X				PE	2	8
216	Tq	S. Alhambilla	AL	Dolomia	Hidrotermal	X				PE	2	122
217	Smq	Oliva Mérida	BA	Cuarcita	Hidrotermal	X				M	3	106
218	Smq	Andújar	J	Adamellita	Hidrotermal	X				M	3	8
219	Apt	Galicia	C	Granitoide	Intramagmat	X			X	PE	3	
220	Apt	Cabo Peñas	O	Andesita	Volcánico				X	PE	2	42
221	Apt	Camarena	TE	Diabasa	Filoniano				X	PE	2	51
222	Apt	Somosierra	SG	Gneis	Pegmatítico	X				PE	2	
223	Apt	Jumilla	MU	Lamproita	Volcánico	X			X	C	6	114, 47, 92

C=Campo; M= Museos, colec.; O=oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés Gemológico.

Núm. Mineral	Localización	Prov.	Roca Caja	Yacimiento	C	M	O	D	A	I	Bibliografía	
224	Apt	Pereña	SA	Granodiorita	Intramagmat	X			X	PE	3	
225	Apt	Cáceres-Logrosán	CC	Esquistos	Filoniano	X			X	MM	5	106
226	Apt	S. Albarrana	CO	Esquisto	Pegmatítico	X			X	C	5	
227	Apt	Cabo Gata	AL	Andesita	Volcánico	X			X	PE	3	101

C=Campo; M=Museos, colec.; O=Oral; D=Documentación; A=Abundancia; I=Interés gemológico.

No se incluyen además otros minerales de algún interés gemológico con presencia comprobada en España, como las vistosas esfaleritas rubias de Picos de Europa, los perfectos cubos de pirita de Navajún (Logroño), la cobaltocalcita de Peramea (Lérida), la piroxmangita de Molá (Tarragona), ilmenitas, rutilos, etc...

Los porcentajes de indicios por provincias muestran valores mayores en aquellas que tienen centros de investigación más antiguos o poderosos. Es lógico suponer que se estudian más las zonas más próximas y por ello existen más datos mineralógicos y petrográficos. Sin embargo, la configuración geológica es decisiva, así por ejemplo la provincia de Soria no consta debido a que sus terrenos son de carácter eminentemente sedimentario y de escaso interés gemológico (calizas, arcillas...).

En cuanto a los porcentajes por tipos de yacimientos, es evidente que los más altos son los pegmatíticos (15,42%), puesto que se trata también a nivel mundial de un buen encajante de minerales gemas.

Respecto al interés gemológico de los indicios, los valores 2, 3, 4 y 5 constituyen más del 80% del total lo que evidencia en definitiva una tónica general de una mayoría de indicios de muy dudosa calidad gema.

De todo eso, se puede deducir que solamente algunos (muy pocos) yacimientos podrían llegar a convertirse en explotaciones mineras.

En el Mapa Gemológico se han representado los indicios anteriormente tabulados, usando una simbología (figs. 1 y 2) mediante la que se indican los principales datos geológicos y el interés gemológico del indicio.

6. DESCRIPCION Y ESTUDIO DE LOS INDICIOS Y AREAS MAS IMPORTANTES

6.1. GENERALIDADES

Los minerales se relacionan en el orden establecido en el capítulo anterior.

Los silicatos se ordenan de la siguiente manera: *Nesosilicatos*, (olivino, andalucita, distena, topacio, granate, zircón), *Sorosilicatos* (idocrasa, epidota), *Ciclosilicatos* (turmalina, berilo), *Inosilicatos*, (espodumena, rodonita), *Tectosilicatos* (cuarzo, feldespato) y prehnita.

Los no silicatos, se han ordenado de la siguiente forma, *Elementos* (Diamante), *Oxidos* (espinela, corindón), *Halogenuros* (fluorita), *Carbonatos* (rodocrosita, malaquita-azurita), *Wolframatos* (scheelita) y *Fosfatos* (variscita, turquesa, pseudomalaquita y apatito).

Para la relación de localidades, se atiende preferentemente al marco geológico, indicando en cualquier caso la provincia.

Para cada mineral, se cita de forma muy concisa sus características generales, siguiendo el presente orden y nomenclatura:

F = Fórmula química
S = Simetría y hábito
P = Peso específico
C = Color y transparencia
D = Dureza en la escala de Mohs
Ex = Exfoliación preferente

Pr. Op. = Propiedades ópticas, en cada caso se señalan las más importantes, tales como:

n = índices de refracción
pleo = pleocroísmo
b = birrefringencia
2V = ángulo de ejes ópticos (especificando en cada caso entre α y γ).
S. O. = Signo óptico (U_+ , B_+).

Otros datos = Entre ellos se incluyen propiedades tales como: Fl = Fluorescencia; Abs = Bandas de absorción; P. F. = Punto de fusión; Sb = Solubilidad

Génesis :Breve comentario sobre el origen más común.

6.2. OLIVINO

6.2.1. Características generales

F = SiO_4 (Mg, Fe)₂
S = Rómbico
C = Amarillo-verde oliva transparente
P = 3,3-3,4
D = 6,5-7
Ex = imperfecta

Pr. op.

n = 1,65-1,69
pleo = muy débil
b = 0,036
2 V = 75° a 90° la Fosterita.
S. O. = B (—)

Otros datos:

P.F. = 1.700-1.800°C
Ab. = 4.970Å, 4.950Å, 4.930Å, 4.730Å, 4.530Å.

Génesis :Componente casi exclusivo en rocas ultrabásicas, mayoritario en algunas rocas ígneas básicas, disperso como fenocristales en basaltos. Asociado a diópsido y periclasa por metamorfismo de contacto en series dolomíticas.

6.2.2. Yacimientos en España (Foto 1)

Generalidades. El olivino, como mineral petrográfico es frecuente. Aparece como microcristales en masas duníticas alteradas (complejos plutónicos ultrabásicos de La Palma, Fuerteventura, Gomera; Ronda y Ojén, Málaga y Sierra Capelada, La Coruña) y como fenocristales en basaltos (Islas Canarias, Soller, Mallorca; Islas Columbretes, Castellón; Beteta, Cuenca; Campos de Calatrava, Ciudad Real; Olot, Gerona), en enclaves duníticos en basaltos, que son los más importantes desde el punto de vista gemológico (Lan-

LITOLOGÍA

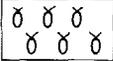
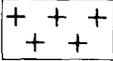
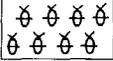
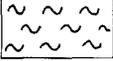
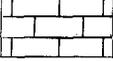
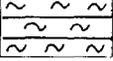
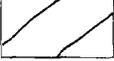
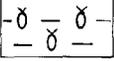
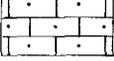
 <p>ROCAS VOLCÁNICAS ÁCIDAS</p>  <p>ROCAS PLUTÓNICAS ÁCIDAS</p>  <p>ROCAS VOLCÁNICAS BÁSICAS</p>  <p>ROCAS PLUTÓNICAS BÁSICAS</p>  <p>GNEISES</p>  <p>MÁRMOLES Y CALIZAS</p>  <p>ESQUISTOS</p>  <p>PIZARRAS</p>  <p>METAMORFISMO DE CONTACTO</p>	 <p>ROCAS FILONIANAS</p>  <p>PEGMATITAS</p>  <p>CARBONATITAS FILONIANAS</p>  <p>CUARZO FILONIANO</p>  <p>ENCLAVES</p>  <p>ROCAS VOLCANOCLÁSTICAS</p>  <p>ARENAS</p>  <p>ARCILLAS</p>  <p>CUARCITAS</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig. 1.—Leyenda de las litologías usadas en los cuadrillos indicadores de los encajantes de los indicios.

SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA REPRESENTAR LA UBICACIÓN GEOLÓGICA DE LOS MINERALES-GEMA

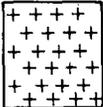
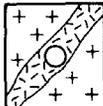
△		PUNTO DE UBICACIÓN DEL YACIMIENTO
○	◇	IMPORTANCIA GEMOLÓGICA DEL YACIMIENTO
○	◇	POCA
○	◇	ALGUNA
○	◇	MUCHA
		TRAMA DE LA ROCA CAJA EN QUE SE ENCUENTRA EL INDICIO
Q		ABREVIATURA DEL MINERAL
155		NÚMERO DE ORDEN
	△	EJEMPLO
155-Q		

Fig. 2.—Explicación de los cuadrillos utilizados para representar la ubicación geológica de los minerales-gema.

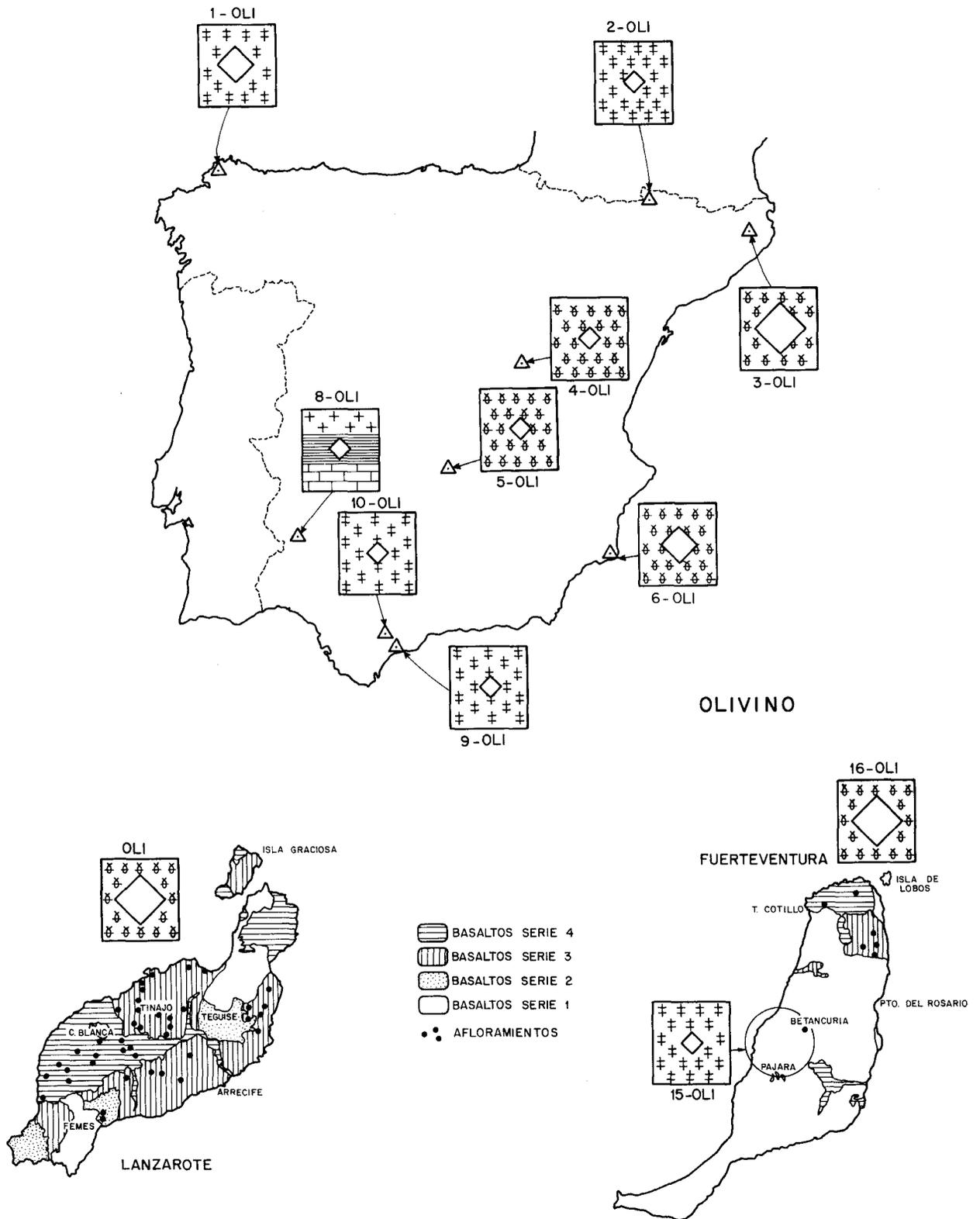


Fig. 3.- Indicios de olivinos.

zarote; Canet d'Adri, Gerona; Corralejo, Fuerteventura; y NW de Cartagena, Murcia), en diabasas (numerosos diques repartidos por el Macizo Hespérico), en ofitas (Pirineos, País Vasco, Santander, Cordillera Ibérica, Murcia, etc...), y en zonas de skarns (Burguillos del Cerro, Badajoz) (Fig. 3).

Principales yacimientos

De todos los yacimientos de olivino que aparecen en España, sólo los asociados a enclaves duniticos en basaltos tienen interés gemológico y más concretamente los de Lanzarote y Canet d'Adri. Los demás, o están muy alterados (macizos duniticos de Ojen, Ronda, La Palma, etc..., ofitas, diabasas...) o son fenocristales muy fracturados (basaltos de las Islas Canarias, Gerona, etc...), (Fig. 3).

Lanzarote

Los olivinos se encuentran en la zona central de Lanzarote (Fig. 3) formando la masa principal de los enclaves duniticos en basaltos. El tamaño de los cristales oscila entre 0,1 mm. y 5 mm. pudiendo ser tallables estos últimos. Los más interesantes son términos forsteríticos de color verde oliva y sin alteración. No obstante como son enclaves xenolíticos probablemente procedentes del manto, durante el proceso de extrusión y emplazamiento han sufrido una fuerte cataclasis y la mayor parte de ellos están muy fracturados.

Corralejo (Fuerteventura)

Los enclaves duniticos tienen una escasa representación al norte de la isla y presentan características semejantes a los de Lanzarote, pero están muy alterados presentándose opacos y de color marrón.

Canet d'Adri (Gerona)

Las características geológicas y gemológicas de estos olivinos son similares a las descritas para los de Lanzarote, pero aquí, los olivinos están en una zona restringida al entorno de esta localidad gerundense. La escasez de enclaves limita las posibilidades gemológicas de este área.

Cartagena (Murcia)

De mucha menor importancia son los enclaves duniticos de esta localidad porque son menos abundantes y tienen menos olivino que los de Lanzarote y Fuerteventura o Canet d'Adri, y además están muy alterados.

Conclusiones

En España existen frecuentes afloramientos de rocas con olivino (dunitas, basaltos, ofitas, diabasas, etc...), pero sólo los enclaves duniticos en basaltos contienen cristales con cierto interés gemológico por su tamaño, transparencia, color y ausencia de fracturas.

Los únicos intentos de beneficio de olivinos con fines gemológicos se han realizado sobre ejemplares de Lanzarote, tanto a partir de los propios enclaves como de los olivinos sedimentarios en las playas y torrentes de la zona central de la isla.

Los olivinos de mayor interés gemológico se encuentran en Lanzarote, Corralejo (Fuerteventura), Canet d'Adri (Gerona), y Cartagena (Murcia). En todos los casos se trata de términos FO_{80} - FO_{90} , o sea, muy pobres en hierro.

Referencias

(Sagredo, 1969), (Sagredo, 1972), (Coy III et al., 1974), (Fuster et al. 1968), (Gastesi, 1967), (Bravo, 1964), (Pellicer, 1977), (Ibarrola y López Ruiz, 1967), (Calderón, 1910), (Arribas, 1962).

6.3. ANDALUCITA

6.3.1. Características generales

F = $Al_2 SiO_5$

S = Rómbico

C = Blanco, gris, marrón, rosa...

P = 3,15

D = 7,5

Ex = Imperfecta

Pr. Op. =

n = 1,64-1,65

pleo = fuerte de amarillo a rojo oscuro.

b = 0,007

2V = 84°

S. O. = B(—)

Otros datos:

FI = débil: verde, amarillo-verde.

Abs = 5505,4550, 4360 Å

Génesis = Aparece por procesos de metamorfismo regional y de contacto y también en pegmatitas. Por su dureza también se encuentra en sedimentos detríticos.

6.3.2. Yacimientos en España (Foto 2)

Generalidades

La andalucita es el polimorfo más abundante del $Al_2 SiO_5$ por tener su campo de estabili-

dad en las zonas de más bajas temperaturas y presiones. Además, su composición química es muy sencilla, por esto, es un mineral petrográfico muy frecuente en rocas metamórficas, tanto regionales como de contacto, así como en sus pegmatitas asociadas. El número de localidades españolas con andalucita es muy elevado, por lo que en el Mapa Gemológico solamente se incluye una selección de las nueve más interesantes.

Conviene diferenciar la quiastolita (por ejemplo, Doiras, Asturias) de la andalucita común (los demás yacimientos), puesto que genética y gemológicamente son distintas.

Principales yacimientos

Las andalucitas transparentes, a nivel mundial son muy escasas (Brasil, Ceilán, Canadá, etc...). En España hasta el presente no se ha detectado ninguna cuya transparencia tenga interés gemológico. De acuerdo con esta premisa, solamente se debe considerar con cierto interés gemológico las quiastolitas, puesto que las andalucitas comunes están dopadas con óxidos de hierro y titanio, y por tanto son opacas (Fig. 4).

Doiras (Boal, Asturias).

En los esquistos encajantes de plutón de Boal, se ha desarrollado un espectacular metamorfismo de contacto con producción de vistosas quiastolitas. El área con mayor blastesis andalucítica se ubica en el mismo pueblo de Doiras, donde se conocen popularmente por «cruces de S. Pedro». Llegan a tener hasta tres centímetros de sección y algunas son muy perfectas. Presentan igual o mejor calidad gemológica que sus homónimas de Chile o California.

Mirabel (Cáceres).

Existen quiastolitas de hasta $2 \times 2 \times 10$ cm. en perfectos prismas con aristas muy rectas, en las proximidades del Castillo, en la cuneta de la carretera asfaltada.

Goyán (Pontevedra).

Se presentan en andalucitas rosáceas asociadas a cuarzo en boudines encajados en esquistos estaurolíticos. Se trata de prismas cuadrangulares de hasta 10 cm. zonados, opacos y por tanto de escaso valor gemológico. El único interés gemológico de estas masas andalucíticas es que contienen vistosas glaucofanas azules opacas de hasta 8 cm.

El Cardoso (Guadalajara).

Como en Goyán, se trata de prismas cuadrangulares de andalucita rosa-marrón asocia-

dos a cuarzo en boudines encajados en esquistos estaurolítico-almandínicos. Son opacos y presentan una intensa fracturación, y a diferencia con los de Goyán, están afectados por un hidrotermalismo más intenso con fisuras rellenas de moscovita, apatito y diaspora. Por todo esto, aunque son abundantes y es la localidad tipo (donde fue descubierta por Werner hacia 1773), no presentan interés gemológico.

Maro (Málaga)

Se incluye este yacimiento por ser un tipo de andalucita común, pero con un color rosáceo claro muy característico. También se trata de prismas cuadrangulares en boudines de cuarzo encajados en esquistos afectados por un metamorfismo regional medio-alto (presentan asociación con distena). El interés gemológico es escaso por su destacada opacidad.

Conclusiones

Se puede concluir que en nuestro país existen muchísimos yacimientos de andalucita, pero todas ellas de color rosa carne y opacas. Algunos afloramientos presentan volúmenes discretos para su explotación con fines refractarios.

Solamente merecen ser consideradas como gemas las quiastolitas de Ancares y Doiras (Boal, Asturias), y de Mirabel (Cáceres) debido a que algunas presentan una perfecta cruz carbonosa.

Referencias

Suárez (1971); Parga Pondal y Martín Cardoso (1952); Chaves (1895), Fuster y García Cacho (1970, 1971).

6.4. DISTENA

6.4.1. Características generales

F = $Al_2 SiO_5$

S = Triclínico

C = Azul, incoloro, amarillo-verdoso

P = 3,65-3,69

D = Longitudinal 4,5; transversal 6,5

Ex = Perfecta según {100} e imperfecta según {010}

Pr. Op.:

n = 1,72-1,73

pleo = Fuerte, de azul claro a azul oscuro.

b = 0,017

$2V = 82^\circ$

S. O. = B (—)

Otros datos:

Abs = 4460Å, 4330Å

Génesis : Aparece en esquistos hiperaluminosos por procesos de metamorfismo regional a elevadas condiciones de presión y temperatura moderada.

6.4.2. Yacimientos en España

Generalidades

La distena, polimorfo del $Al_2 SiO_5$, se produce en unas condiciones genéticas determinadas de elevadas presiones y temperaturas medias, que se dan frecuentemente en ambientes de metamorfismo regional, en materiales esquistosos y pizarrosos, del Macizo Hespérico, Pirineos y Béticas.

A pesar de su abundancia aquí solamente se describen los casos más notables, donde por haber mayores concentraciones de distena pueden existir algunos ejemplares lapidables (Fig. 4).

Principales yacimientos

Montejo de la Sierra (Madrid)

La formación de materiales metamórficos del Guadarrama Oriental incluye una banda de esquistos en dirección norte-sur de unos dos kilómetros de anchura, que contiene almandino, estauroilita, sillimanita, distena y relictos de andalucita, como minerales más característicos del metamorfismo regional de grado medio.

Las distenas pueden alcanzar los 20 cm., pero son de aspecto laminar y con irregularidad en el color azul, lo que unido a su intrínseca anisotropía de durezas dificulta mucho su lapidación. Por esto, puede decirse que si bien algún ejemplar puede ser muy vistoso, el yacimiento es gemológicamente bastante deficiente.

Azuaga (Badajoz)

Los afloramientos con distena están situados en la formación blastomilonítica precámbrica de Azuaga.

Existen distenas de dos tipos, uno, asociadas a cuarzo, turmalina, epidota y rutilo, de grano fino, con dos a tres milímetros de largo y concordantes con la esquistosidad, y otro, en nódulos con rutilo y moscovita, de hasta dos centímetros y de color azul característico.

Estas distenitas, con cristales de mayor tamaño, tienen un origen metasomático, mientras que las primeras concordantes con la esquistosidad, se han formado por metamorfismo regional.

En general presentan hábitos laminares y anisotropía de colores azules como las de Madrid, por lo que tampoco son interesantes desde el punto de vista gemológico.

Otros.

También se deben considerar las distenas, en las sierras de la Loba y la Faladoira entre Mondoñedo, Villalba y Galdo (Lugo), y las de Cabo Creus, como otros afloramientos de moderada capacidad gemológica.

Conclusiones

Las distenas de nuestro país, tienen escaso valor gemológico porque presentan hábitos laminares, heterogeneidad en el color azul y abundantes impurezas.

Es un mineral muy abundante en el Macizo Hespérico, pero son escasos los lugares con buenos ejemplares. Destaca Montejo de la Sierra (Madrid) y Azuaga (Badajoz), pero aun en estos yacimientos, es muy difícil obtener gemas de cierta calidad y sobre todo, tamaño.

Referencias

(Fuster y García Cacho, 1970-71), (Bard et al., 1970-71) (Orozco y Pascual, 1975), (Calderón, 1910).

6.5. TOPACIO

6.5.1. Características generales

F = $Si_3 O_4 Al_2 (OH, F)_2$

S = Rómbico

C = Incoloro, amarillo, azul, verde, etc.

P = 3,53-3,56

D = 8

Ex = Perfecta según {001}

Pr. Op. =

n = 1,61-1,64

pleo = amarillo débil-fuerte; azul débil-rosa incoloro, azul claro; rojo fuerte-rojo oscuro.

b = 0,008 a 0,010

2V = 48-68°

S. O. = B (+)

FI = Rosa débil o amarillo débil.

Ab = 6828Å

Génesis = Aparece en rocas ígneas ácidas, como granitos, pegmatitas graníticas y riolitas y en las cavidades y venas de este tipo de rocas. Es también muy frecuente en las facies de tipo greisen. Por su elevada dureza se encuentra habitualmente en placeres.

6.5.2. Yacimientos en España (Fotos 3 y 4)

Generalidades

Debido a la génesis pegmatítico-hidrotermal o de greisen del topacio, sus yacimientos se distribuyen con abundancia casi exclusivamente por el Macizo Hespérico (Fig. 5).

Extremadura es especialmente rica en topacio porque existen abundantes afloramientos de

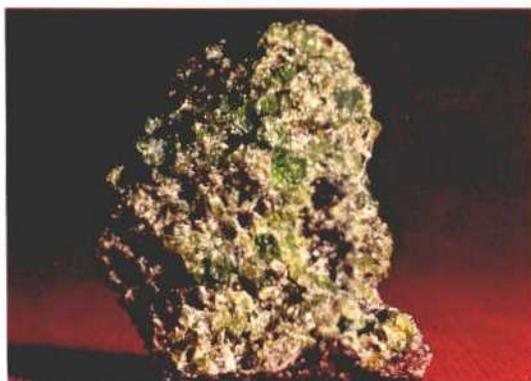


Foto 1.—Olivino de Canet d'Adri (Gerona).



Foto 2.—Quiastolitas de la parroquia de Poiras (Boal, Asturias).

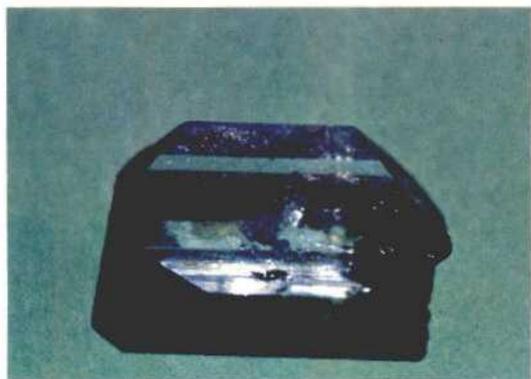


Foto 3.—Topacio biterminado de 2 cm. procedente de la cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz).

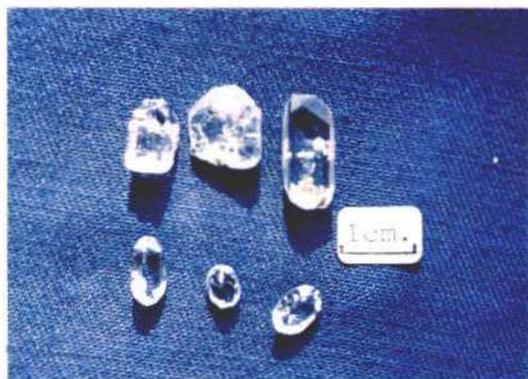


Foto 4.—Cristales de topacio y gemas facetadas de la cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz).



Foto 5.—Cristal de berilo transparente de 10 cm. de la cantera Puente-mocha (Pereña, Salamanca).



Foto 6.—Geoda de amatista «in situ» en las minas de Portman (Murcia).



Foto 7.—Maderas agatizadas que conservan las células (Pálmaces de Jdraque, Guadalajara).



Foto 8.—Turquesa-amblygonita de Valdeflórez (Cáceres).

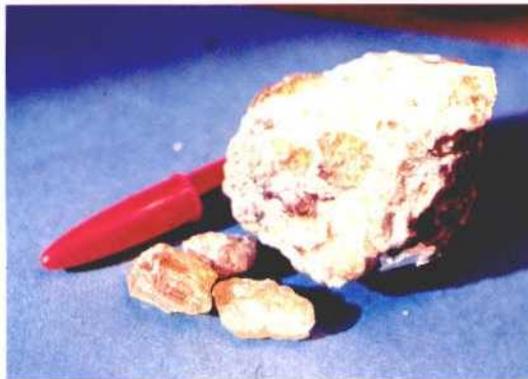


Foto 9.—Apatito de las lamproitas de la Celia (Jumilla, Murcia).



Foto 10.—Esfaleritas de Oliva (Santander) (Foto y Museo IGME).



Foto 11.—Cobaltocalcita de Peramea (Lérida). (Col. A.G.E.).



Foto 12.—Piroxmangita de Molá (Tarragona). (Col. Serraté).

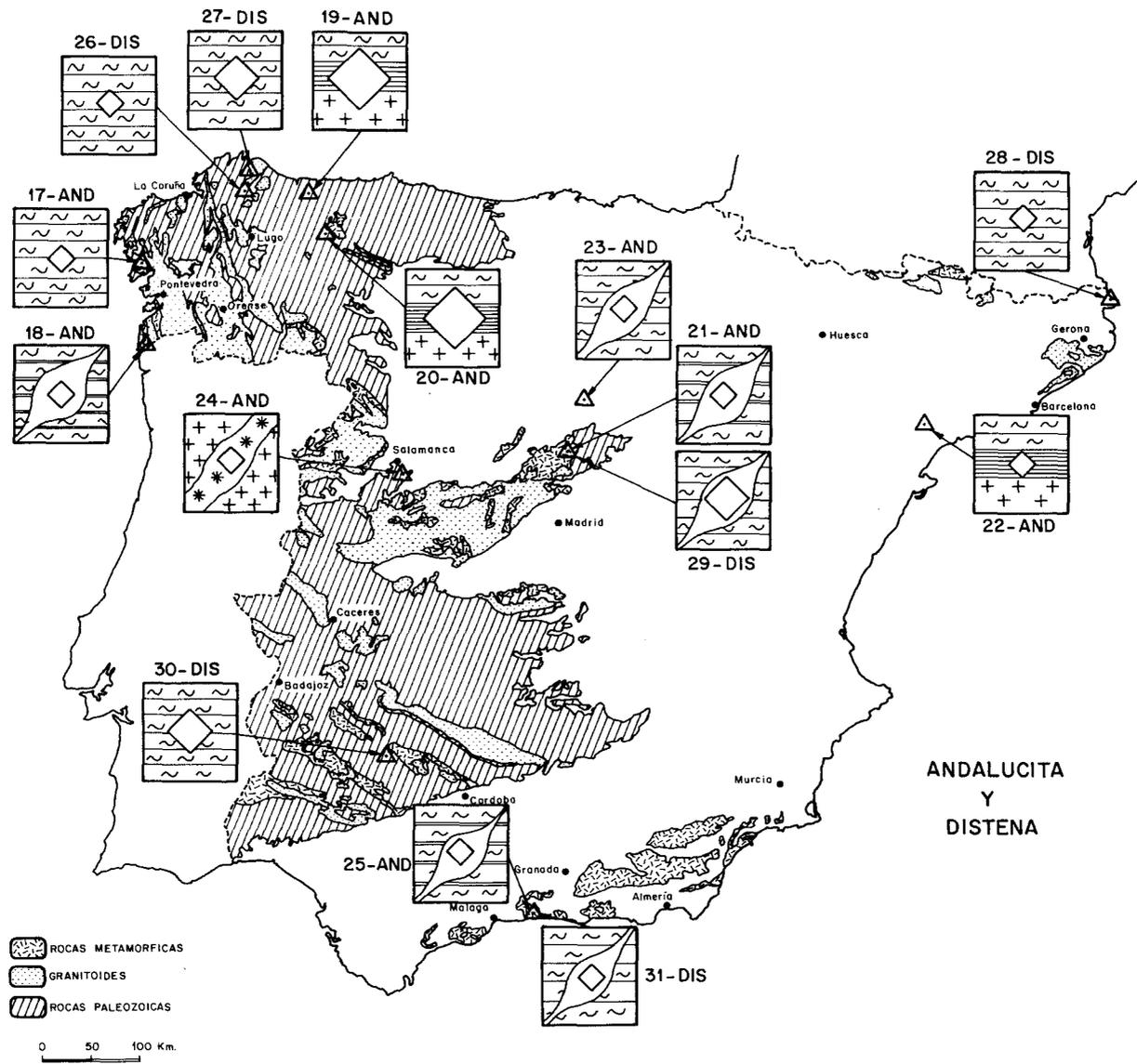


Fig. 4.- Indicios de andalucitas y distenas de mayor interés gemológico.

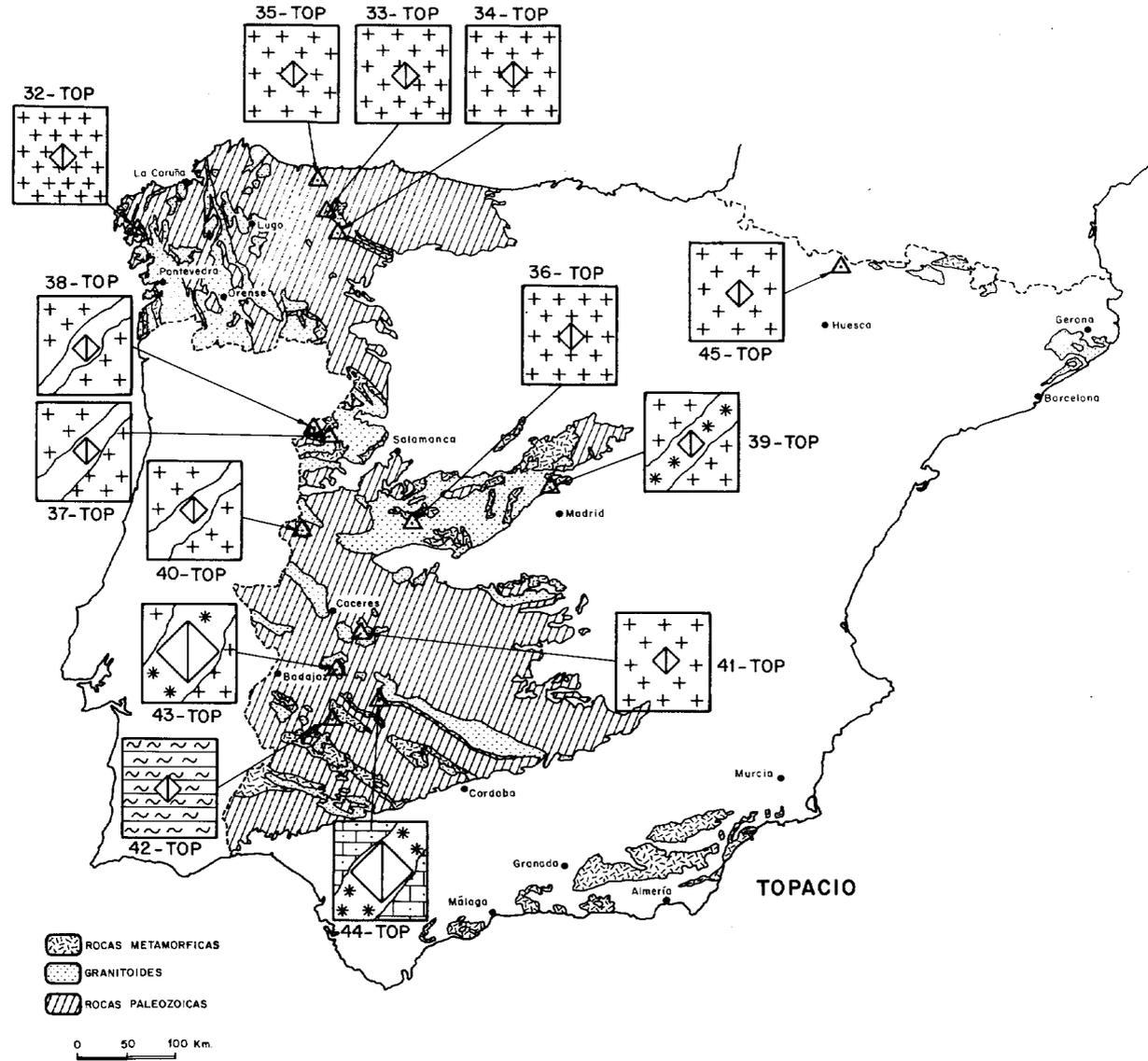


Fig. 5.- Indicios de topacio de interés gemológico.

zonas apicales de batolitos graníticos y, por tanto, de diferenciados enriquecidos en fases volátiles.

Ha sido detectado en placeres de playas de Galicia (S. Pedro, Puerta Curra, Caidebarcos y Carnota en las rías de Lires, Muros y Noya), en el Paleógeno salmantino, en el Plioceno y Mioceno del río Guadalete (Cádiz), etc... Pero todos los topacios en materiales detríticos presentan el problema de su pequeño tamaño (sarmitas), por lo que son inservibles para gemología.

Principales yacimientos

Granitos de la zona Astur-occidental-leonesa.

En los plutones de Boal, el Pato, Ancares, Campo del Agua, Ponferrada y Cadafresnas (Fig. 6), existen topacios de tamaño microscópico en las facies de granitos de grano fino como

caso descrito en las provincias portuguesas adyacentes (Tras os Montes, Alto Douro y Beira Alta). Es interesante comentar que los famosos «topacios» de la mina margarita de Villasbuenas (Salamanca), ahora abandonada, son cuarzo citrino, o bien como se denominan en joyería «topacio español». Aunque genéticamente es posible allí la existencia de topacios macrocristalinos, no existe ningún ejemplar en museo alguno, ni se ha podido localizar en una inspección específica que a tal efecto se hizo.

Ribera del Fresno y Peñarresbala (Badajoz)

En unas metacuarcitas topaciolíticas (75% de cuarzo, 20% de topacio y 5% de micas), intercaladas en gneises y concordantes con la foliación principal de esta zona, se encontraron cristales que no superan el medio milímetro y por lo tanto, no son tallables. Pero por la gran cantidad de topacio y por las características geológicas tan especiales, estas metacuarcitas

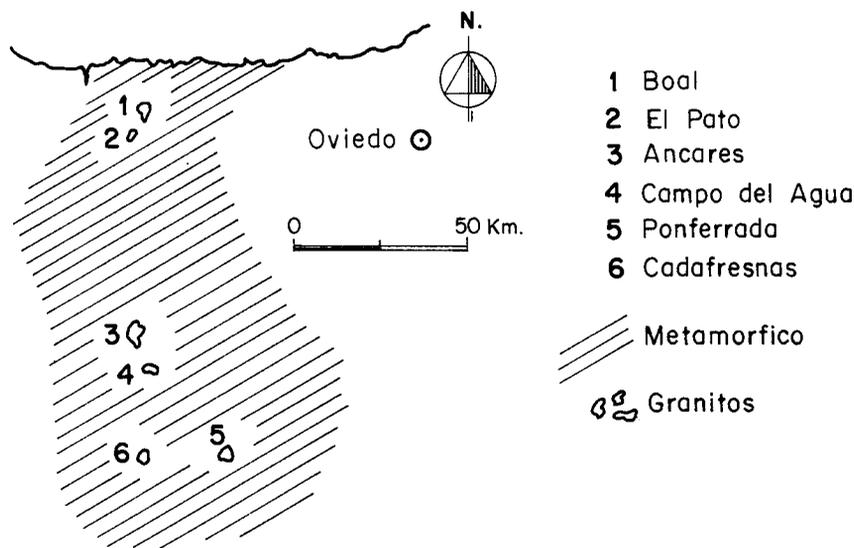


Fig. 6.—Distribución de los plutones graníticos de la rodilla astúrica (tomado de Suárez, 1971).

resultado de una fase postmagmática. Aunque no se ha comprobado la existencia de topacios-gema en estos granitos hay posibilidades en este sentido y convendría prospectar las pegmatitas y greisens a ellos asociados.

Sector de Avila y Salamanca.

En los materiales graníticos de este área, se ha citado profusamente el topacio a nivel de accesorio petrográfico (Vecinos, Martinamor, Navalanguilla, Torremenga, Barco de Avila, Villasbuenas, Barruecopardo, etc...). Sin embargo, no ha sido encontrado como gema en los greisens y pegmatitas asociados, como es el

constituyen un interesante yacimiento para prospecciones gemológicas e investigaciones mineralogénicas.

Valle de la Serena (Badajoz)

En el complejo minero «San Nicolás» y en la cantera de granito de «La Osa» (a dos kilómetros de éste), situado al SW de Valle de la Serena, se han encontrado topacios de indudable interés gemológico. Los topacios se han formado durante un proceso de greisenización (y pegmatitización) ocurrido tras la intrusión de granitos en una serie cuarcítico-pelítica. Los ejemplares sin fracturar, se hallan invariable-

mente relacionados con pegmatitas fuertemente caolinizadas. Los topacios están asociados a cuarzo, feldespatos, fluorita y lepidolita, y otras mineralizaciones metálicas especialmente ricas en W y Bi.

Las constantes cristalográficas de estos topacios son:

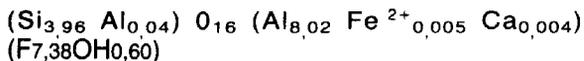
$$a_0 = 4,655 (\pm 3) \text{ \AA}; b_0 = 8,806 (\pm 6) \text{ \AA}; c_0 = 8,395 (\pm 5) \text{ \AA}.$$

Los índices de refracción son:

$$n_\alpha = 1,617; n_\beta = 1,618; n_\gamma = 1,625$$

el ángulo $2V_\gamma$ es 64° y la densidad es 3,55.

La fórmula cristaloquímica es la siguiente:



Existe una buena correlación entre las propiedades físicas determinadas, parámetros cristalográficos y el porcentaje de F.

Las constantes físicas y químicas del topacio de Valle de la Serena, coinciden, a efectos de interés gemológico con las de los mejores ejemplares brasileños. Se trata de topacios totalmente transparentes, sin fracturas, con tonos azulverdosos muy vistosos, aunque pálidos, y llegan a tener 7 cm. de longitud, por lo que se puede aconsejar su beneficio cuando se reactiven las explotaciones para extraer W y Bi en S. Nicolás y granito ornamental en la cantera de la Osa.

El «Berrocal», Mérida (Badajoz)

A unos cinco kilómetros al sur de Mérida, hacia Alange, existe un pequeño macizo granítico (granitos sensu stricto con topacio microscópico accesorio) atravesado por filones mineralizados en W-Sn y pegmatitas con topacios. En algunos puntos, aparecen facies greisen lepidolíticas en relación con estos episodios póstumos.

Las constantes cristalográficas de estos topacios son:

$$a_0 = 4,648 (\pm 2) \text{ \AA}; b_0 = 8,795 (\pm 2) \text{ \AA}; c_0 = 8,391 (\pm 1) \text{ \AA}.$$

los índices de refracción son:

$$n_\alpha = 1,612; n_\beta = 1,615; n_\gamma = 1,620$$

El ángulo $2V_\alpha$ es 68° y la densidad es de 3,56.

La fórmula cristaloquímica es la siguiente:



Como en el caso de los topacios de Valle de la Serena, existe una buena correlación entre las propiedades físicas determinadas, parámetros cristalográficos y porcentaje de F.

Asimismo, se trata de ejemplares de gran in-

terés gemológico por su tamaño (llegan a 5 cm.), transparencia (total) color (incoloros, verdes, azules y amarillos débiles) y ausencia de fracturaciones.

A diferencia con los topacios de Valle de la Serena, los emeritenses no son susceptibles de explotación secundaria por encontrarse los filones exhaustos.

Otros

En Sallent de Gállego (Huesca), se cita desde muy antiguo la existencia de topacio en la pradera de Roumiga en el camino de Gabás a Panticosa. Las características geológicas básicas de este área (granitos, mineralizaciones asociadas de fluorita en las proximidades), parecen idóneas para la aparición de topacios, pero las investigaciones posteriores no han podido comprobar estos hallazgos.

En el cerro de S. Pedro (Madrid) existe topacio masivo (comprobado por difracción de rayos X) en pegmatitas encajadas en gneises con berilo, fosfatos de uranio y niobita-tantalita, sin embargo, no se ha encontrado ningún cristal con posibilidades gemológicas.

Conclusiones

De los numerosos afloramientos de rocas con topacio que existen en España, solamente merecen especial mención los extremeños; en particular los encontrados en pegmatitas y greisens de Valle de la Serena y Mérida (Badajoz). Estos yacimientos han aportado cristales con indudable capacidad gemológica.

Es interesante destacar además la existencia de dos áreas topacíferas prometedoras: la formación gneísica de Rivera del Fresno y Peñarresbala (Badajoz) donde aparecen niveles con alto contenido en topacio (20%), y los granitoides del Pindo (Coruña) ya que los estudios de arenas playeras confirman una fuerte anomalía positiva en el contenido en topacio de la franja costera correspondiente a estos granitoides.

Referencias

(Mabesoone, 1961, 1963), (O. Suarez, 1971, 1974, 1976). (Cotelo Neiva, 1944), (Ugidos, 1973, 1974) (Buxant, 1976), (Herranz et al., 1977), (Sos, Baynat, 1959, 62, 64), (García Guinea et al. 1978), (Lacroix, 1910).

6.6. GRANATE

6.6.1. Características generales

$F = X_3Y_2 (\text{Si O}_3)_4$ siendo $X = \text{Mn, Mg, Fe}^{2+}, \text{Ca}$. $Y = \text{Al, Fe}^{3+}, \text{Cr}$, fundamentalmente.

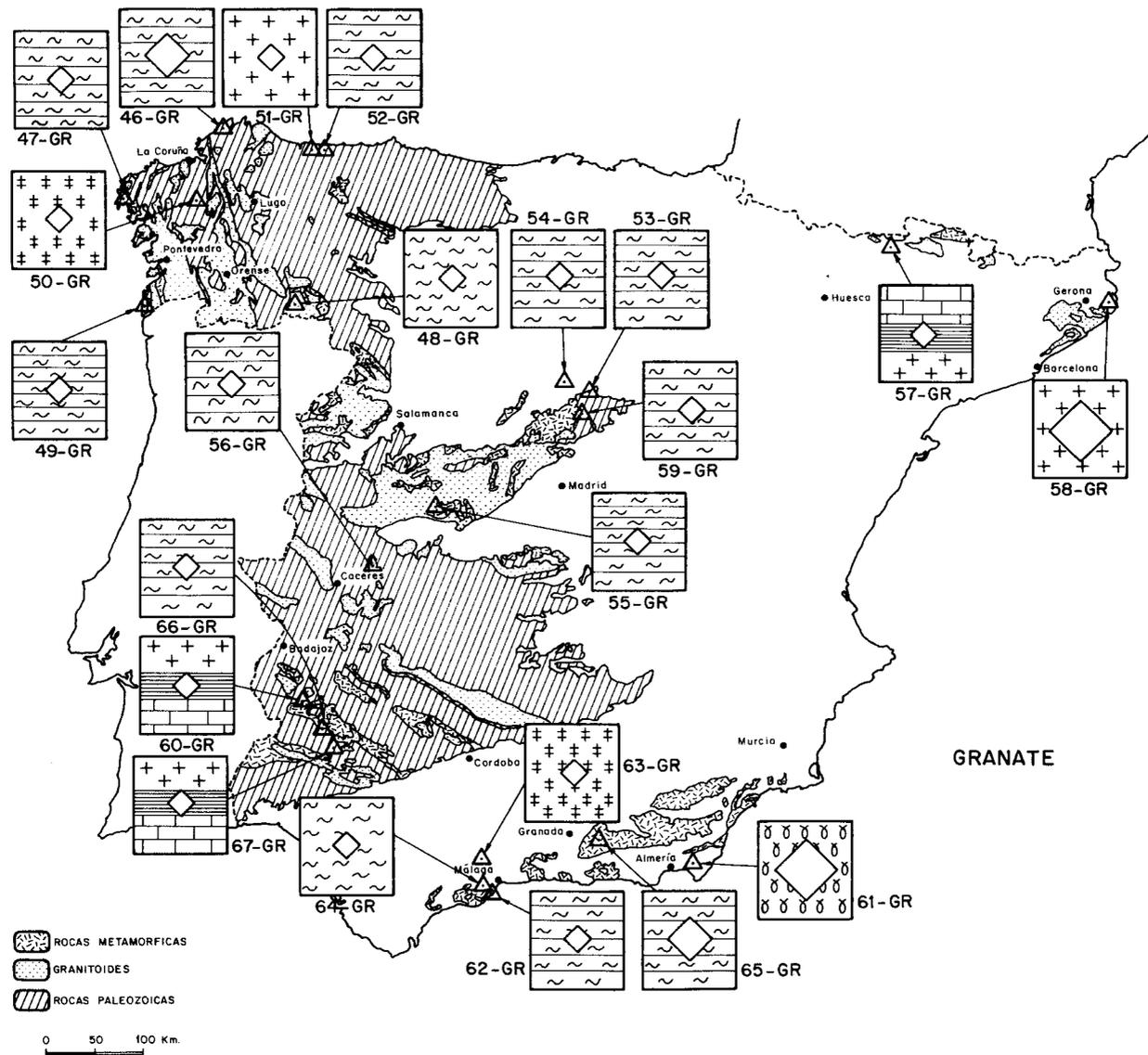


Fig. 7.- Indicios de granates de interés gemológico.

S=Cúbico
C=Rojo, naranja, verde, marrón, incoloro, etc.
P=3,58-4,62
D=6,5-7,5
Ex=Imperfecta según {110} o no existe

Pr. Op.=

n=entre 1,73 y 1,89

Abs=5760, 6870, 4845, 7010 Å, etc.

Génesis=Las condiciones de formación de los granates son variadas y complejas. De forma muy esquemática pueden aparecer: En esquistos, granitos, riolitas y pegmatitas los almandinos; en rocas ígneas ultrabásicas los piropos; en pegmatitas graníticas y series metamórficas manganesíferas las es-pessartinas; en zonas de metasomatismo de calizas las grosularias y andraditas, y en serpentininas las uvarovitas.

6.6.2. Yacimientos en España

Generalidades

Los granates constituyen un grupo de minerales petrográficos muy abundante. Aparecen con hábito trapezoédrico en esquistos, producto de metamorfismo regional (almandinos de Sierra Nevada, Granada; Sierra de Cartama, Yunquera, Chapas de Marbella, etc., Málaga; Montejo de la Sierra, Madrid; Fuentenebro-Honrubia, Segovia-Burgos; etc.), con hábito rombo-dodecaédrico de colores marrones claros y oscuros, o verdosos, y opacos (grosularias y andraditas de Cala, Huelva; Burguillos del Cerro, Badajoz; Somosierra, Segovia; Benasque, Huesca, etc...).

Este grupo de minerales aparece también en eclogitas y anfibolitas (Sierra Capelada, Coruña), en pegmatitas (Port Lligat, Gerona; Congostrina, Guadalajara; El Cabril, Córdoba, etc.), en granitos (es-pessartinas de la Cabrera, Madrid) en gneises, etc. (Fig. 7).

Principales yacimientos

El Hoyazo, Nijar, Almería.

Sobre una formación volcánica dacítica, fosilizada por calizas neógenas, se presenta un gran cono de deyección con productos de alteración de la dacita (rambla de las granatillas) fundamentalmente arcillas y granates.

La dacita tiene fenocristales de cuarzo, almandino, cordierita, biotita y plagioclasa. Es muy probable que los granates y biotitas hayan sido arrastrados de unos esquistos infrayacentes en la erupción de la dacita.

Se trata de almandinos de color granate y tamaños de hasta un centímetro. Algunos ejemplares seleccionados son susceptibles de ser tallados con buenos resultados.

Es un buen yacimiento porque los granates además de su moderada calidad gemológica, se presentan sueltos y en gran cantidad.

Sierra Nevada.

Los esquistos granatíferos del área de Sierra Nevada muestran gran cantidad de granates, fundamentalmente almandinos, algunos con notable transparencia. Por lo general, no superan el medio centímetro, resultando difícil conseguir ejemplares lapidables.

El Cabril, Hornachuelos, Córdoba.

Es otra zona de esquistos granatíferos, donde los granates, de tipo almandino-piropo, son de gran tamaño, rojo oscuro y opacos. Las pegmatitas asociadas a estos esquistos, contienen granates pero también opacos. Son, sin lugar a dudas, los granates de metamorfismo regional de mayor tamaño de nuestro país, pero no tienen valor gemológico alguno.

Sierra Capelada, Coruña.

En esta región hay gran cantidad de granates en anfibolitas granatíferas, eclogitas y granatitas. Algunos ejemplares son transparentes, sin fracturas, de color rojo vino y en casos excepcionales llegan a los tres centímetros; pero en general son pequeños y translúcidos. En todo caso, es una zona muy interesante para prospectar granates-gemas.

Skarns del SW español.

Las formaciones de skarn de estas áreas, contiene a menudo yacimientos de magnetita, por lo que los granates asociados además de ser cálcico-magnésicos son también de hierro, es decir, son abundantes los términos andradíticos, constituyendo grandes masas oscuras de «melanitos», que son oscuros y opacos y por tanto sin interés gemológico.

Skarns del Pirineo.

A diferencia de los del SW español, estas formaciones contienen menores proporciones de hierro por lo que son más abundantes las grosularias, los ejemplares presentan tonalidades más claras de marrones y verdes, por lo cual, tienen mayor interés gemológico aunque también sean opacos.

Se pueden citar los granates de Eristé, Benasque, Panticosa, etc... (Huesca) y Pont de Suert (Lérida).

Conclusiones

Los granates constituyen un grupo de minerales petrográficos muy amplio y aparecen profusamente en rocas metamórficas, filonianas, volcánicas, sedimentarias, etc., por lo que el número de afloramientos en nuestro país es muy elevado.

Entre los yacimientos con mayor capacidad gemológica, pero sin calidades o volúmenes de especial interés merecen destacarse los de Níjar (Almería), Sierra Nevada (Granada), Sierra Albarrana (Córdoba), Sierra Capelada (Coruña), etc., con granates de tipo almandino-piropo; y los skarns del SW peninsular, Pirineo o Sistema Central con granates de tipo grosularia-andradita.

Referencias

(Aldaya, 1969). (Fenoll y Martín Vivaldi, 1970). (Iglesia y Martín Vivaldi, 1970). (Casquet y Velasco, 1978). (Calderón, 1910). (Sos Baynat, 1962). (Bellido, 1978). (San Miguel de la Cámara, 1946). (Navidad, 1975), etc.

6.7. ZIRCON

6.7.1. Características generales

F=Si O₄ Zr
S=Tetragonal
C=Incoloro, amarillo, verde, naranja, rojo, violeta...
P=3,90-4,71
D=6,5-7,5
Ex=Imperfecta según {110}
Pr. Op.=
n=1,777-1,987
b=0,039
S. O.=U (+)
Fl=Azul, naranja, rojo, débiles.
Abs=6535 Å
Génesis=Se presenta como accesorio frecuente en rocas ácidas (granitoides, gneises), sienitas y sienitas nefelínicas y también en pegmatitas.

6.7.2. Yacimientos en España

Generalidades

El zircón es un accesorio muy frecuente en las rocas más variadas. Sin embargo, como

norma muy general, en la Península Ibérica no aparecen ejemplares observables sin ayuda de lupa o microscopio.

Las mayores concentraciones de zircons se dan en las granodioritas al sur de Pozoblanco y Villanueva de Córdoba, Córdoba; en las cuarcitas de Despeñaperros, Ciudad Real; y en las playas de Noya, Coruña.

Principales yacimientos

El único yacimiento destacable de zircón, se encuentra en Canarias, por lo que solamente se comenta este depósito.

NW de Fuerteventura.

En el barranco de los Encantados, en las proximidades de la montaña Milocho, existen diques carbonatíticos encajados en rocas plutónicas básicas y ultrabásicas. Estas carbonatitas, contienen unos zircons de tamaños medios del orden del centímetro, color marrón oscuro, y bastante opacos, por lo que a pesar de ser los más grandes de España, no presentan interés gemológico alguno.

Conclusión

Aunque el zircón es un mineral muy frecuente en nuestro país, no aparecen cristales de tamaño y transparencia suficientes como para constituir un material gemológico de alguna calidad.

Referencias

(Marquez Triguero, 1966), (Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Arps, 1970), (Fuster et al. 1968).

6.8. IDOCRASA

6.8.1. Características generales

F=(Si₂ O₇)₂ (SiO₄)₅ (OH,F)₄ (Mg, Fe)₂ Ca₁₀
S=Tetragonal
C=Verde oliva, amarillo pardo, marrón
P=3,32-3,42
D=6,5
Ex=Imperfecta según {110}
Pr. Op.=
n=1,700-1,721
pleo=Débil
b=0,005
2V=17-33°
S. O.=U (±)0
Abs=5610, 5845 Å

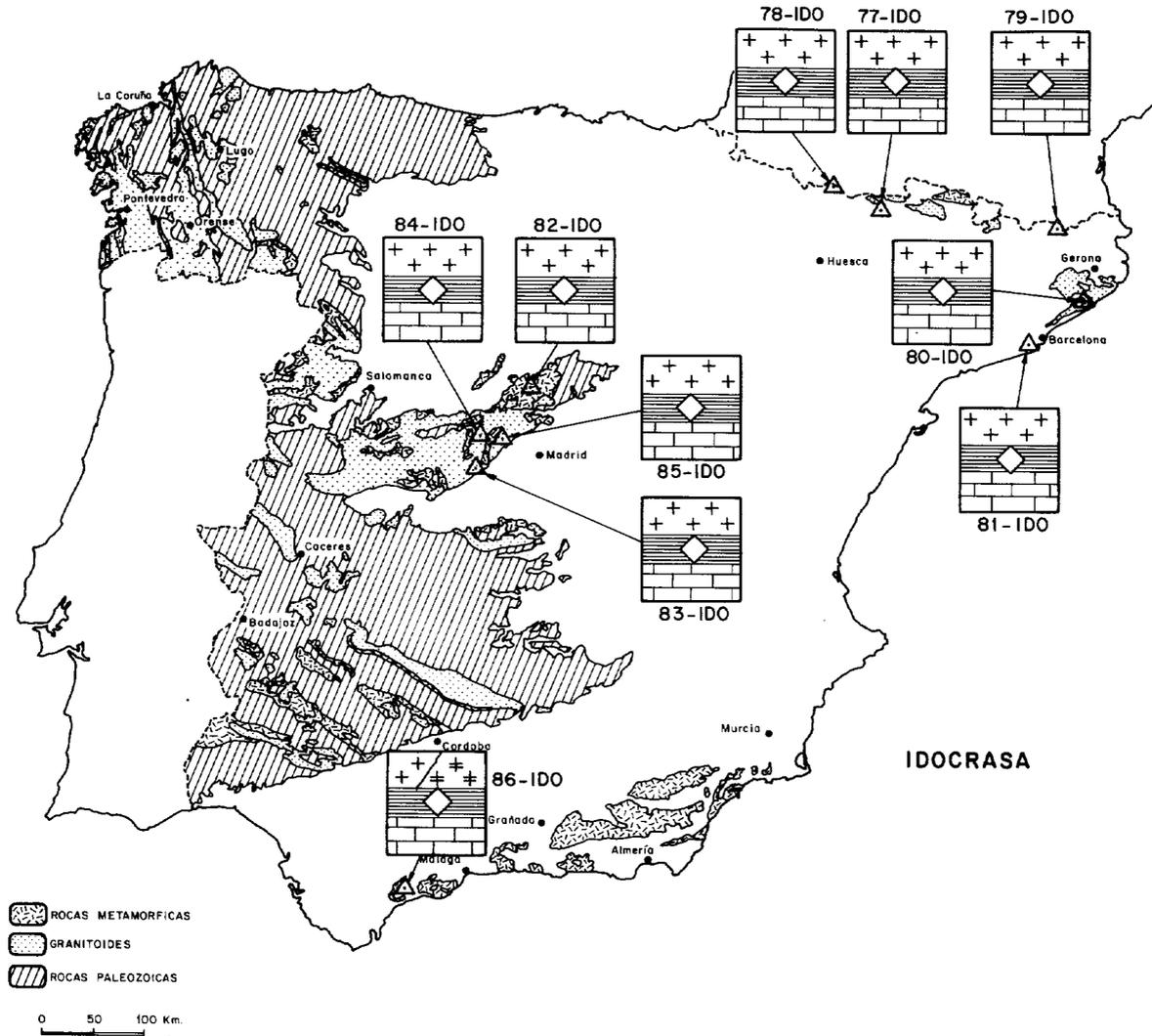


Fig. 8.- Indicios de Idocrasas.

Génesis = En zonas de metamorfismo de contacto asociado a minerales de tipo skarn, tales como diópsido, grosularia, wollastonita, etc. También puede aparecer en la facies de los esquistos verdes asociada a clorita, actinolita y epidota.

6.8.2. Yacimiento en España

Generalidades

Este silicato cálcico aparece como producto pirometasomático de series carbonatadas. Por esto, se encuentra en skarns y skarnoides del Pirineo, Catalánides y Sistema Central, fundamentalmente (Fig. 8).

Por razones geológicas, es previsible que sea también abundante en numerosos puntos del Macizo Hespérico y que no se hayan detectado debido a su fácil confusión con la grosularia.

Principales yacimientos

Skarnoides del Sistema Central Español. Somosierra (Segovia).

Entre los esquistos y gneises de metamorfismo de alto grado de la Sierra de Guadarrama aparecen esporádicamente niveles carbonatados que han reaccionado con las rocas silíceas encajantes dando idocrasas. Entre ellos, cabe destacarse el skarnoide de Somosierra en el que se encuentran cristales de este mineral de hasta dos centímetros. Se trata de unos mármoles encajados en gneises con wollastonita, tremolita, diópsido, flogopita, grosularia e idocrasa.

Las idocrasas están zonadas, fracturadas y presentan tonos marrones oscuros. Por su opacidad y fracturación tienen escaso interés geológico.

Skarns de Benasque (Huesca).

El mejor lugar para idocrasas se halla en el collado entre el pico Box y La Habana, cerca del Pico Posets. La paragénesis es de grosularia rosa, epidota e idocrasa fundamentalmente. Esta asociación aparece por un fenómeno de skarn de granodioritas y rocas carbonatadas dolomíticas. Son cristales marrones oscuros de hasta tres centímetros bien conformados pero parcialmente opacos, por lo que su interés geológico es discreto.

Conclusiones

Prácticamente todas las idocrasas españolas se han formado en skarns por efecto de

fluidos silíceos sobre carbonatos calcomagnésicos. En nuestro país, existen numerosos puntos con efectos de este tipo y algunos casos con idocrasas.

Como es confundible con la grosularia, es muy probable que aparezca en otros muchos lugares, si bien es bastante difícil que presente transparencias notorias debido a la constante presencia contaminante del hierro.

Por esto, sólo caben destacarse por sus tamaños (hasta 2 cm.) los afloramientos de Benasque (Huesca) y Somosierra (Segovia), pero sin que presenten ejemplares claramente transparentes y de calidad gema.

Referencias

(Peinado, 1970), (Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Leguey et al., 1976), (Vaquer, 1973), (Alvarez et al., 1977).

6.9. EPIDOTA

6.9.1. Características generales

F = $\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{Ca}_2$

S = Monoclínico

C = Incoloro, verde pistacho, amarillo, etc.

P = 3,35-3,45

D = 6 a 7

Ex = Perfecta según {100}

Pr. Op. =

n = 1,733-1,768

pleo = fuerte, verde, pardo, amarillo.

b = 0,035

2V = 68°-73°

S.O. = B(+)

Abs. = 4550 Å

Génesis = Aparece en rocas metamórficas de grado bajo y medio, y en zonas de pirometasomatismo de rocas calcáreas, especialmente asociadas a mineralizaciones de hierro.

6.9.2. Yacimientos en España

Generalidades

La epidota, presenta unas características muy similares a la idocrasa tanto por su composición (aluminosilicato cálcico), como por su génesis (ambientes de skarn). Por ello, aparece asociada a idocrasa en muchas ocasiones.

Debido a su vistosidad —considérese que se le ha llamado «pistachita» por su característica tonalidad verdosa, como la del fruto «pistacho»—, parece que es mucho más abundante que la idocrasa en España.

Principales yacimientos

Skarns del SW peninsular.

Entre los skarns de este área con epidota, caben destacarse los de Rivera de Cala y Cala (Huelva), Burguillos del Cerro y Jerez de los Caballeros (Badajoz), etc. Los mejores ejemplares se localizan en Jerez de los Caballeros, debido a que son fibras gruesas translúcidas con el típico color verdoso. Tienen una capacidad gemológica muy discreta. Considerando que estos ejemplares contrastan mucho con las calcitas y actinolitas encajantes, es la propia roca la que tiene un cierto interés ornamental.

Skarns del Pirineo.

Se localizaron epidotas en los skarns de Panticosa, Benasque, Parzán, etc. (Huesca). En ningún caso se han encontrado ejemplares de calidad gema por presentarse la epidota en cristales muy pequeños.

Conclusiones

En España, se puede encontrar epidota en múltiples afloramientos: Martinamor (Salamanca), Panticosa (Huesca), Pont de Suert (Lérida), Santa María de la Alameda (Ávila), Fuerteventura (Gran Canaria), Burguillos del Cerro y Jerez de los Caballeros (Badajoz), Tibidabo (Barcelona), etc. Pero en ningún caso la fibra de epidota presenta un mínimo diámetro que haga posible su talla y aunque los ejemplares de Jerez de los Caballeros (Badajoz) destacan sobre los demás, tampoco presentan aptitudes para gemología.

Referencias

(Casquet y Velasco, 1978), (Ruíz García, 1976), (Vázquez Guzmán, 1968). (Doetsch y col., 1973), (Vaquer, 1973), (Calderón, 1910).

6.10. TURMALINA

6.10.1. Características generales

$F = \text{Si}_6\text{O}_{18} (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_4 \text{Al}_6 (\text{Mg}, \text{Fe})_3 \text{Na}$

S = Trigonal

C = Incoloro, negro, rojo, verde, azul, etc.

P = 3-3,25

D = 7-7,5

Pr. Op. =

n = 1,616-1,652

pleo = muy fuerte, de varios colores, amarillo pardo, verde...

b = 0,014-0,044

S. O. = U(—)

Fl. = Incolora, amarilla, verde, rosa, azul, débiles.

Abs. = Turmalina roja = 4560 Å

Turmalina verde = 4970 Å

Génesis = Aparece en pegmatitas, esquistos, gneises, etc., siempre en relación con procesos de emplazamiento de fases residuales ricas en componentes volátiles.

6.10.2. Yacimientos en España

Generalidades

La turmalina, a nivel microscópico, es un mineral muy extendido en nuestro país, pero desafortunadamente sólo aparece en su variedad negra: chorlo.

Estas turmalinas negras, se presentan siempre muy fracturadas, pues normalmente están relacionadas con pegmatitas en materiales paleozoicos que han sido afectadas posteriormente por la orogenia alpina, si no lo han sido antes por la tectónica hercínica.

A nivel mundial y en concreto Brasil, donde hay mayor cantidad y calidad, las turmalinas transparentes de colores variados, bicolors, rosas, verdes, etc., aparecen en «bolsadas de sustitución»; es decir, en una parte muy concreta de las pegmatitas de Minas Gerais, y ligadas a una determinada etapa de los procesos de formación de pegmatitas complejas.

En España, hasta la actualidad, no se ha detectado ninguna «bolsada de sustitución gemífera» en pegmatitas, a excepción de la de la cantera de Puente-mocha (Pereña, Salamanca), que contiene berilos, pero no turmalinas.

Por todo esto, solamente son dignos de mención aquellos yacimientos en donde ha habido mayores concentraciones de chorlos, o donde los cristales son de tamaño más grande.

Principales yacimientos

Galicia.

En Galicia son muy abundantes los emplazamientos de pegmatitas, pero son cuerpos de composición simple y de tamaños en general centimétricos. Los chorlos son muy frecuentes y están casi siempre presentes en ellas, pero siempre en pequeños tamaños o fracturados.

Cabe destacar la presencia de «turmalinitas» (chorlos) en Noya (Coruña), que aparecen en salbandas de filones de cuarzo lechoso.

Dada la gran extensión de terrenos con fuertes recubrimientos que hay en Galicia, exis-

ten esperanzas de que aún puedan descubrirse pegmatitas complejas y con bolsadas de sustitución gemíferas.

Aragón y Cataluña.

Análogas consideraciones se pueden hacer para los terrenos graníticos y metamórficos de estas áreas, pudiéndose encontrar chorlos en Cabo Creus (Gerona), Panticosa (Huesca), etc.

Castilla y Extremadura.

También en Castilla (Sistema Central) y en casi toda Extremadura se presenta una extensa red pegmatítica con similares características.

Andalucía.

Entre la multitud de pegmatitas de pequeñas dimensiones con chorlos, merecen destacarse, como excepción, las de Sierra Albarrana (Córdoba), y en concreto, en el Cabril (Hornachuelos) que son de gran tamaño y se explotan para feldespatos. Tanto dentro del cuerpo permagtítico como en sus salbandas existen chorlos de grandes dimensiones y presentan la particularidad de tener el núcleo de cuarzo lechoso. Están relativamente fracturados, son opacos y por ello no presentan interés gemológico.

Conclusiones

Las turmalinas españolas son chorlos y las citas sobre ejemplares pardos, incoloros, o de otros colores, no han podido ser verificadas.

En general, presentan un grado muy alto de fracturación lo que unido a su constante color negro, hace que no tenga calidad gemológica.

Se trata de un mineral muy frecuente, tanto por el Macizo Hespérico, normalmente en pegmatitas o salbandas de filones hidrotermales de cuarzo, como en otras áreas, en sedimentos detríticos.

No se puede descartar la aparición de nuevas pegmatitas con bolsadas de sustitución gemíferas que contengan turmalinas, debido al incipiente estado de las investigaciones en este sentido y a la existencia de terrenos cubiertos y/o inexplorados.

Referencias

Pérez Mateos (1944), Calderón (1910), Sos Baynat (1962), San Miguel de la Cámara (1946), Denaeyer (1970), Landewijk (1960), García Guinea et al. (1978).

6.11. BERILO

6.11.1 Características generales

F = $\text{Si}_6\text{O}_{18}\text{Al}_2\text{Be}_3$

S = Hexagonal

C = Incoloro, amarillo, verde, azul, rojo, etc.

P = 2,63-2,80

D = 7-7,5

Ex = Imperfecta según {0001}

Pr. Op. =

n = 1,577-1,583

b = 0,006

Pleo = medio de blanco a amarillo, verde, marrón, etc.

S. O. = U(—)

Abs = 5370 Å (aguamarina)

Génesis = En pegmatitas.

6.11.2. Yacimientos en España (Foto 5)

Generalidades

Los principales yacimientos de berilo en España están localizados en el Macizo Hespérico, en pegmatitas emplazadas en granitos (s.l.) o en rocas metamórficas.

Las condiciones geológicas de la Península Ibérica han favorecido el emplazamiento de pegmatitas, roca berilífera por excelencia. En su mayor parte aparecen en el Macizo Hespérico, área formada por materiales hercínicos y pre-hercínicos, donde la erosión ha llegado a descubrir cuerpos pegmatíticos peribatolíticos de cierta entidad.

También se pueden encontrar pegmatitas berilíferas en las manifestaciones pre-hercínicas de las cordilleras alpinas como ocurre en la zona axial de los Pirineos (Cadaqués, Gerona).

Han sido citadas numerosas localidades con berilos (Fig. 9) que se concentran en general en: 1. S-SO de Pontevedra. 2. Sierra de Jurés (Orense). 3. Alrededores de Lugo. 4. NO de Salamanca (Pereña). 5. Sierra de Guadarrama (Madrid-Avila). 6. Extremadura. 7. Sierra de Albarrana (Córdoba). Pero, solamente dos tienen interés gemológico: Sierra de Jurés y Pereña. Sin embargo, no hay que descartar la posibilidad de encontrar berilos gema en otras áreas con abundancia de este mineral (por ejemplo en los depósitos de las áreas 1 y 7).

Principales yacimientos

Area S-SO de Pontevedra.

Esta zona berilífera tiene gran importancia por su extensión y abundancia de afloramientos (Fig. 10).

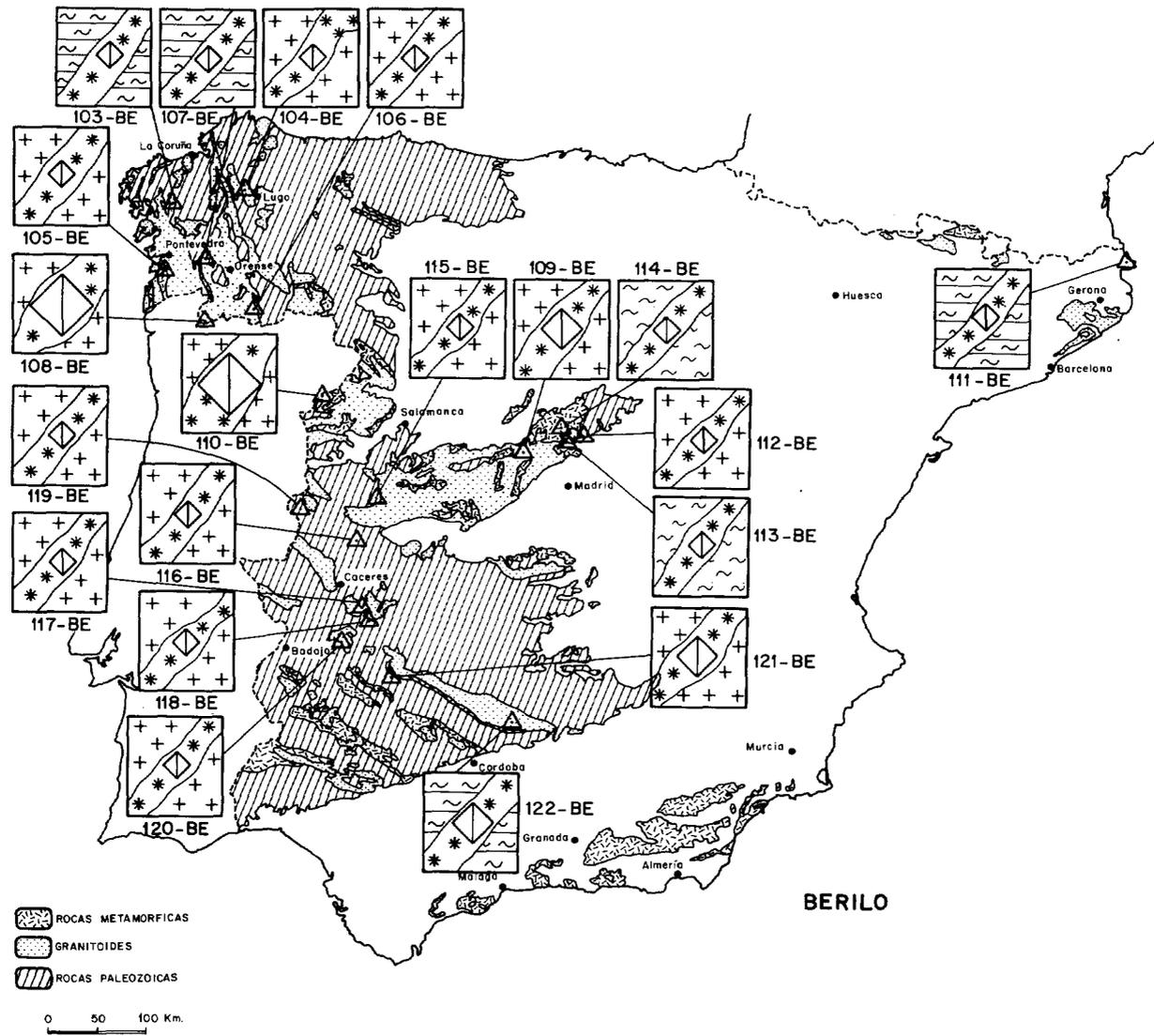


Fig. 9.- Indicios de berilos de algún interés gemológico.

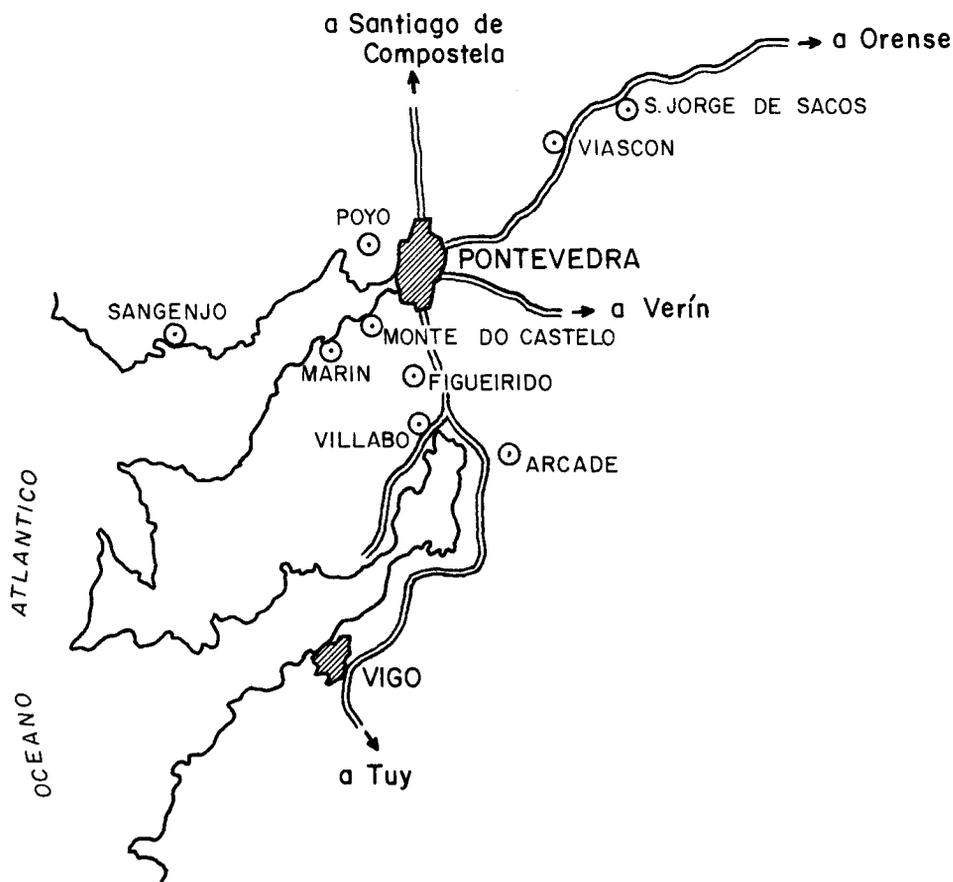


Fig. 10.—Algunos afloramientos de pegmatitas con berilo de la provincia de Pontevedra.

En la bibliografía se han citado en Ramallosa, Carballedo, Poyo, San Juan de Pesqueiras, Calzada de Pontevedra, San Vicente de Cerponzones, Tres Hermanas, Figueirido, Arcade, Martín, Grove, Cesures, Sotomayor, Mos, Viascón, San Jorge de Sacos, Valga, Sangenjo, Cotobad, Lalín, Fontao y Porriño.

Al efectuar las comprobaciones pertinentes, se localizaron además en Goyán, Bayona y Villaboa, por lo que se confirma esta abundancia de localidades berilíferas en Pontevedra.

Los tipos de yacimientos frecuentes son las pegmatitas con cuarzo-feldespatos-moscovita-berilo-chorlo, o cuarzo-feldespatos-moscovita, con tamaños que no exceden del medio metro de potencia.

La roca encajante más común es un granito de dos micas inequigranular panalotriomórfico con texturas gráficas, cuarzos mosaico, fenocristales de plagioclasa residuales, etc. Estos fenómenos, junto con la pegmatización, muestran acción tectónica, metamorfismo o procesos de removilización.

Los berilos observados en la cantera para áridos de Paredes (Villaboa), son pequeños, alargados, opacos y verdosos. Aparecen en pegmatitas cuarzo-feldespatos-moscovita-berilo encajadas en granitos de dos micas. Los beri-

los de Bayona son más pequeños y tampoco presentan calidad de gema. El encajante en este caso está más orientado, presentando texturas gneísicas.

En la sierra de Argallo, en Goián, se localizan berilos blancos opacos en unas pegmatitas (cuarzo-feldespatos-moscovita-berilo), esquistosas, encajadas concordantemente en esquistos estaurolítico-andalucíticos. Estos berilos no tienen calidad gema por su opacidad y fracturación. El encajante es un vistoso ejemplo geológico de pegmatitas precinemáticas, muy probablemente relacionadas con el próximo granito de dos micas.

Los berilos de mayores dimensiones son los de Porriño. Aparecen en pegmatitas de más de dos metros de potencia encajadas en el famoso granito rosado Porriño, de gran interés ornamental. Por observaciones de campo, se comprueba que los tonos más intensos de rosa (con mayores porcentajes de óxidos de hierro) están relacionados con zonas de fracturación, y así difícilmente los berilos pueden presentar transparencias de calidad gema.

En todo caso, se trata de un área muy favorable y variada para berilos por lo que resultaría conveniente realizar una minuciosa prospección para localizar ejemplares de interés gemológico.

Sierra de Jurés (Orense).

Esta Sierra está situada al sur de la provincia de Orense y en el límite con Portugal, y está formada por el complejo granítico de Lovios-Geres. La zona se encuentra en la hoja 336 (Portela d'Home) del M.T.N. 1:50.000 y pertenece al término de Lovios (Orense). En este término, se encuentra el complejo minero de Las Sombras, que explotaba venas mineralizadas con Sn-W-Mo-Bi. Concretamente, los filones pegmatíticos situados a 200 m. de la boca de la mina Mercedes II hacia Portugal, muestran mayores contenidos de berilo.

Estas venas pegmatíticas presentan una distribución irregular y potencias de 2 a 10 cm., se formaron en varias etapas de deposición y muchas de ellas fueron removilizadas. El berilo se formó en una fase temprana y es el único accesorio de estas venas pegmatíticas a excepción de la aparición esporádica de casiterita y topacio.

El granito encajante tiene abundante ortosa y cuarzo, y en menor proporción, moscovita, plagioclasa sódica, clorita y berilos.

Los berilos tienen un hábito hexagonal perfecto, aparecen en cristales individuales de 5×1 cm., de color verde hierba o azul oscuro, presentando algunos un alto grado de transparencia. En otros puntos aparecen en masas irregulares opacas de color azul intenso, individualizadas dentro del granito que tienen interés gemológico para talla en cabujón.

Las características físicas más interesantes desde el punto de vista gemológico son:

Peso específico, 2,7; índices de refracción, 1,574-1,578; color, verde hierba; fracturación, escasa; corrosiones, ausentes; inclusiones, no visibles; alta transparencia y lapidación difícil.

El análisis químico concuerda en general con los análisis expuestos en la bibliografía. Es de resaltar la presencia de 0,75% de hierro ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) y 0,19% de V_2O_5 .

Alrededores de Lugo.

También el cortejo pegmatítico asociado al granito de dos micas de los alrededores de Lugo (granito de dos micas, prefase 2, macizo de Hombreiro) presenta berilos en diversos puntos. Por ejemplo, en Vicinte existen unos berilos verdosos algo transparentes, pero están bastante fracturados por lo que tienen escaso interés gemológico.

NO de Salamanca (Pereña).

En el noroeste de Salamanca, así como en las zonas próximas portuguesas son muy abundantes las pegmatitas berilíferas encajadas en granodioritas.

Como ejemplo típico de estas mineralizaciones pegmatíticas (con la particularidad de tener

además bolsones de sustitución gemíferas) se describe a continuación la cantera de Puentemocha, Pereña.

Se trata de una mina a cielo abierto de feldespatos, cuarzo, moscovita y berilo ubicada en el paraje denominado «Puentemocha», perteneciente a la demarcación de Pereña ($2^{\circ} 48' 01''$ $41^{\circ} 02' 02''$, hoja 1:50.000 n.º 432). Se explotó para beneficiar estos cuatro minerales que eran separados manualmente.

En la figura 11 se muestra un bloque-diagrama para visualizar la geometría de la pegmatita, su relación con la granodiorita encajante, la cantera, el muestreo de investigación petrográfica e incluso la fisonomía de paisaje granítico. Para no complicar la figura, se ha suprimido la fracturación (diaclasado general N90E-20N) y se ha simplificado el contacto de la pegmatita externa, que es gradual y no neto.

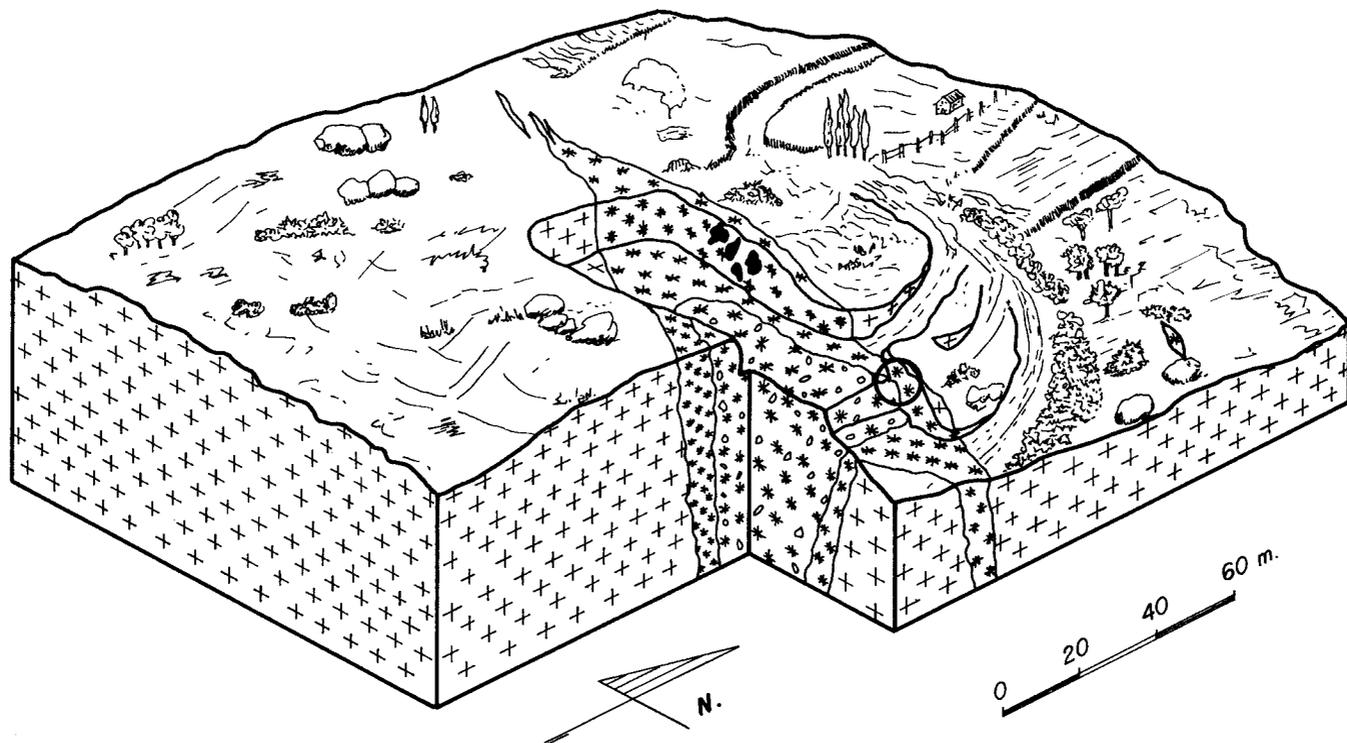
Se pueden distinguir bien cuatro tipos petrográficos: granodiorita encajante, pegmatita interna, pegmatita externa y enclaves cloríticos en la pegmatita externa.

La pegmatita interna: Está compuesta por feldespatos perfiticos con alteraciones locales a kandas, cuarzo lechoso y rosa de cierto interés gemológico (a veces también como cuarzo en prismas de unos 10 cm.), masas de moscovita de 1 cm^3 a 1 m^3 y berilos.

Existen dos generaciones muy diferentes de berilos tanto por sus características como por su proceso genético: berilos primarios y berilos secundarios.

Berilos primarios. Se producen en la primera generación pegmatítica y se sitúan principalmente en la pegmatita interna. Aparecen como prismas hexagonales desde dos a tres centímetros hasta los de medio metro de largos por 0,3 m. de ancho. predominan los tonos verdosos, excepto en los relacionados con los enclaves de cloritas, que son más pardoamarillentos o sucios. Están muy fracturados, pero no se desmoronan y se pueden extraer enteros. Las zonas transparentes son muy escasas y sólo están en determinadas partes de algunos berilos.

Berilos secundarios. Se les denomina así porque aparecen en bolsadas de sustitución en relación con fracturas dentro de la propia pegmatita interna. Es difícil de saber con exactitud la mineralogía primaria de estas bolsadas porque posteriormente los procesos hidrotermales han producido una intensa caolinización de los feldespatos y bertranditización de los berilos. A pesar de ello los relictos de berilo son muy grandes y presentan alto valor gemológico. Se trata de berilos verdes absolutamente transparentes y sin fracturas, pero con canales hexagonales de corrosión hidrotermal. El polvo negro que rellena las fisuras entre los feldespatos y los canales hexagonales de corrosión de los berilos, es una mezcla de paragonita, metahaloisita y bertrandita, según su estudio defractométrico. Los mejores ejemplares de estos relictos de berilos corroidos tenían unos quince centímetros de largo por diez de an-



- + + Granodiorita
- * * Pegmatita (zona exterior)
- * ◦ * Pegmatita berilífera (zona interior)
- Bolsada de sustitución con Berilos transparentes
- Enclaves de Clorita

Fig. 11.—Bloque-diagrama de la pegmatita y cantera «Puentemocha» (Pereña, Salamanca), con la situación exacta de la bolsada de sustitución que proporcionó el mejor berilo transparente conocido en España. (Depositado por los autores en 1983 en el Museo del IGME).

cho y se pudieron obtener gemas de gran tamaño, absolutamente perfectas.

La alteración de los berilos a caolinita-bertrandita-cuarzo es normal. Parece ser la paragénesis más estable a baja temperatura (400°C) y presión, debida a la alteración hidrotermal del berilo. Este proceso muy probablemente se pueda correlacionar con la moscovitización hidrotermal de los feldespatos.

Esquemáticamente se podría decir que la cristalización tuvo lugar de la siguiente forma:

1. Berilos primarios (pegmatita interna).
2. Berilos secundarios (pegmatita interna).
3. Alteración hidrotermal que afectó mucho más a los berilos y feldespatos secundarios que a los primarios.

Las características físicas más interesantes desde el punto de vista gemológico son: Peso específico 2,7; índices de refracción 1,570-1,575; color verde pálido o azul pálido; fracturación nula; canales hexagonales de corrosión rellenos de pirolusita, bertrandita, metahalloysita, y caolinita; transparencia total y lapidación muy buena, pero teniendo que salvar los canales de corrosión.

El análisis químico concuerda bien con los análisis expuestos en la bibliografía y presenta como particularidades: 0,33% de hierro total; 0,21% de CaO.

Por todo esto, se puede concluir que estos berilos constituyen el mejor material gemológico de España, y si bien no existe cantidad para rentabilizar una explotación minera específica en este sentido, pueden ser un excelente subproducto a la hora de beneficiar integralmente los pegmatitas de esta zona.

Sierra de Guadarrama (Madrid-Avila).

En el museo del IGME, se pueden admirar unos vistosos ejemplares de berilos azules, procedentes de la Basílica del Valle de los Caídos, que se suponen extraídos durante la construcción de la Basílica. Estos berilos son muy similares al recogido por Quiroga (1890) en el próximo valle de Peguerinos, por lo que parecen de la misma red pegmatítica. Este hecho no ha podido ser verificado sobre el terreno.

Aunque desde principios de siglo se han citado berilos en El Escorial, Cabanillas de la Sierra y Miraflores de la Sierra, solamente son importantes los afloramientos de la red pegmatítica del macizo de S. Pedro (Colmenar Viejo, Madrid), pero son berilos opacos y por ello sin interés gemológico alguno, anecdóticamente, se han localizado dos ejemplares de 1 cm, transparentes, de segunda generación y muy corroidos hidrotermalmente.

Extremadura.

En la bibliografía se citan berilos en el Canchal de la Muela en la Sierra de Béjar, en la

Sierra de Gata, en Oliva de Plasencia, en Montánchez, Cerro Sestil, Almoharín (Cáceres) y en el Berrocal (Mérida). Algunos de estos berilos fueron recogidos por Sos Baynat (1962) y en la actualidad se encuentran en el Museo de Geología de Extremadura situado en la Casa del Ayuntamiento de Mérida. Estos datos no se han comprobado en el terreno, pero sin embargo se han localizado unos berilos transparentes en la localidad pacense de Valle de la Serena. En efecto, en la reciente cantera abierta para granito ornamental en el cortijo de la Osa en el término de esta localidad, apareció una red pegmatítica y de greisen con topacios incoloros (véase capítulo de topacios) y con berilos transparentes amarillos. Las vetas no superan los 10 cm. de espesor y los cristales de berilo no alcanzan el centímetro de anchura. Estas mineralizaciones están a 3 km. de la mina S. Nicolás y pertenecen al mismo cortejo filoniano. Pese a su pequeño tamaño, algunos aislados podrían tallarse pero adicionalmente presentan el problema de la fracturación.

Aunque no existen datos fehacientes sobre berilos gema extremeños, existen grandes posibilidades por el gran número de pegmatitas, granitoides diferenciados y áreas metamórficas, y por lo poco investigada en general y más en este sentido que se encuentra esta región española.

Sierra Albarrana (Córdoba).

Este área contiene gran cantidad de pegmatitas, algunas de ellas bastante grandes y otras con mineralizaciones de uranio y titanio, por lo que ha sido bastante estudiada. La mayor de ellas se ubica en el Cabril que pertenece al término de Hornachuelos, aunque el pueblo más próximo es La Cardenchoza. La cantera «Peña Grajera» es la que ha aportado la mayor cantidad de berilos, se trata de un cuerpo pegmatítico muy potente que aumenta su potencia hacia abajo.

Estos cuerpos pegmatíticos encajan en una serie esquistosa con andalucita, marcando un metamorfismo de grado medio. Las salbandas presentan fuerte turmalinización que afecta tanto a la pegmatita como a las metapelitas y cuarcitas encajantes.

Los berilos son pardoamarillentos, opacos y fracturados y excepcionalmente presentan tonos azulverdosos y ligeras transparencias. No se han encontrado ejemplares de calidad gema como tampoco existen noticias sobre bolsadas de sustitución gemíferas en estas pegmatitas. Algunos ejemplares alcanzan grandes tamaños (70×100 cm.).

Las constantes físicas de interés gemológico son las típicas del berilo y el análisis químico presentó como peculiaridad un contenido de 0,62% de hierro total, es decir, muy alto, lo que explica el color pardoamarillento.

En definitiva, se trata de una zona muy extensa e interesante para prospección de berilos,

aunque por el momento no se han localizado ejemplares de calidad gema.

Otras áreas berilíferas.

Las pegmatitas de Cabo Creus (Gerona), encajan en una serie metapelítica con distena y muestran berilos pardoamarillentos pequeños, como lo atestigua los ejemplares recogidos por el Dr. Folch Girona (Colección Folch). Es un indicio interesante, pero no existe constancia alguna de posibilidades gemológicas.

En Monterrey (Orense), en las pegmatitas encajadas en granitos también han aparecido buenos ejemplares de berilos, pero sin calidad gema.

Existen además numerosas citas de berilo, pero no es probable que se haya descubierto berilos gema en ninguna de las localidades conocidas porque tan importante hecho sería conocido.

Conclusiones

En la bibliografía se han citado más de cuarenta localidades o áreas con berilos que han podido ser comprobadas y además se han localizado otras muchas (Fig. 9).

De todos estos afloramientos, solamente dos: Pereña (Salamanca) y Sierra de Jurés (Lovios, Orense) han mostrado berilos de interés gemológico. Las zonas de Sierra Albarrana (Córdoba) y provincia de Pontevedra, presentan una gran capacidad berilífera por lo que es aún posible la existencia de berilos gema.

Referencias

(Quiroga, 1890), (Sos Baynat, 1962), (Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Fernández Navarro, 1920), (Castroviejo, 1975), (Cottard, 1979), (Buxant, 1976), (Meseguer, 1949), (Carbonell, 1926, 1941), (García Guinea, 1980).

6.12. ESPODUMENA

6.12.1. Características generales.

F = $\text{Si}_2\text{O}_6\text{Al Li}$
S = Monoclínico
C = Amarillo, rosa, verde.
P = 3,13-3,20
D = 6,7-7
Ex = perfecta según {110}
Pr. Op. =
n = 1,655-1,680
pleo = medio, verdes (hiddenita) y rosas (kunzita).
b = 0,014 a 0,027
2V = 54-68°
S. O. = B(+)

Fl = muy débil (hiddenita), fuerte naranja (kunzita).

Abs. = 6905, 6860, 6200, 4375 Å (hiddenita).

Génesis = En pegmatitas.

6.12.2. Yacimientos en España.

Generalidades

La espodumena, que es un mineral frecuente en pegmatitas, es bastante raro en España. El Plan Nacional de Minería estima que existen 2.000 Tm de reservas en el área de Pontevedra.

Los granitos de la zona de Vimianzo, Lalín, Cequeril y La Guardia (Pontevedra) tienen 100-250 ppm de Li, cuando lo habitual es 30 ppm (Parga Pondal y López de Azcona, 1965).

Principales yacimientos

La primera referencia sobre la espodumena de Lalín procede de Martín Cardoso (1931), quien describe la espodumena como blanca, algo verdosa, mate y «... no ofrece ninguna de las variedades notables para su empleo en joyería». El afloramiento estudiado por este investigador está situado en el cruce del camino de Beilas a Goyás con la carretera de Lalín a Golada, justo a medio kilómetro al norte de Lalín.

Los mejores cristales (de más de 10 cm.) han aparecido en la Parroquia de Villatuxe (Lalín) y se exponen en las vitrinas dedicadas a Isidro Parga Pondal en el laboratorio Xeolóxico de Laxe (Coruña).

Aunque es poco probable, dado las relativamente grandes reservas de espodumena, podrían encontrarse algunos ejemplares transparentes en esta área.

Conclusiones

En España existe espodumena en Lalín (Pontevedra), pero es opaca, de color verde pálido y sin interés gemológico.

Referencias

(Martín Cardoso, 1931), (Parga Pondal, y López de Azcona, 1965).

6.13. RODONITA

6.13.1. Características generales.

- F = Si₃O₃Mn
S = Triclínico
C = Rojo oscuro con inclusiones negras.
P = 3,40-3,68
D = 5,5-6,5
Ex = Perfecta según {100} y {001}
Pr. Op. =
n = 1,60-1,82
b = 0,220
2V = 58-74°
S. O. = B(—)
Fl. = Débil roja
Abs. = 5510, 4545, 4100, 3910, 3830, 3780, 3630 Å
Génesis = Aparece en segregaciones producidas por metamorfismo regional de series ricas en Mn y Si, asociada a otros minerales manganesíferos.

6.13.2. Yacimientos en España

Generalidades

En la actualidad prácticamente no se produce manganeso en nuestro país, pero sí existen numerosos afloramientos de minerales de manganeso, fundamentalmente pirolusita. La rodonita suele ser un mineral típico en las paragénesis de las yacimientos de manganeso.

Las manifestaciones manganesíferas en Huelva son muy numerosas, pero pequeñas. Unas, son sólo de pirolusita y otras tienen además, otros minerales de manganeso. Se pueden citar los siguientes parajes o minas en el área de Castillo de las Guardas (Sevilla): «Peñas altas», «Cuco» y «San José», y los pueblos onubenses de Almonaster, Puebla de Guzmán, Calañas, Valverde, Nerva, Almendro, etc. Hay que destacar que la mina «Pepito» de Valverde, tiene una longitud de 110 metros por 10-12 metros de profundidad y es sólo de rodonita, habiéndose extraído 6.000 Tm en 1969.

No obstante, el interés gemológico de las rodonitas de cada uno de los indicios de la Faja Pirítica está aún por investigar.

También se han citado rodonitas a nivel de accesorios en los yacimientos de hierro y manganeso de Zahinos, Jerez de los Caballeros, Valle de Santa Ana, Burguillos del Cerro, Fregenal de la Sierra e Higuera la Real (Badajoz). Pero nos consta que no tienen interés gemológico por su exigua cantidad.

En otras localidades de nuestro país, no parecen existir rodonitas asociadas a la pirolusita, mereciendo sin embargo destacarse dos intere-

santes indicios, uno sobre la piroxmangita, (Mn Fe) SiO₃ de Molá (Tarragona), que tiene calidad gema y muy probablemente va asociada a rodonita, y otro sobre una comunicación oral (Suárez Lago, 1982), sobre rodonitas de calidad gema en un punto de la provincia de Pontevedra.

Conclusiones

En España se han citado numerosas localidades con pirolusita, pero muy pocas conllevan rodonita. Algunos filones manganesíferos de la Faja Pirítica tienen rodonita, destacando la mina «Pepito» de Valverde del Camino (Huelva), por la gran abundancia de este mineral, pero presenta el inconveniente de ser de un tono rosa muy pálido.

Los yacimientos de manganeso se han prospectado insistentemente en España, no habiéndose localizado ningún buen depósito de rodonita-gema por lo que no son previsibles nuevos hallazgos.

Referencias

(Suárez Lago, 1982), (Meseguer Pardo, 1950) (Pastor y Doetsch 1956), (Vázquez Guzmán, 1978).

6.14. CUARZO

6.14.1. Características generales.

- F = SiO₂
S = Trigonal
C = Prácticamente todos, si está puro es incoloro
P = 2,65
D = 7
Ex = Ausente
Pr. Op. =
n = 1,544-1,553
pleo = ausente
b = 0,009
2V = Biaxialidad por tectónica, amatista hasta 35°, ahumado hasta 8°.
S.O. = U (+)
Fl = Hialino: ninguna
Amatista: débil verdosa
Rosa: débil violeta
Aventurina: roja
Calcedonia: blanca
Crisoprasa: ninguna
Agata: variable
Abs = Hialino: no determinable
Amatista: 5500-5200 Å
Rosa: no determinable
Aventurina: 6820, 6490 Å
Calcedonia: 6900-6600, 6270 Å (teñido azul)

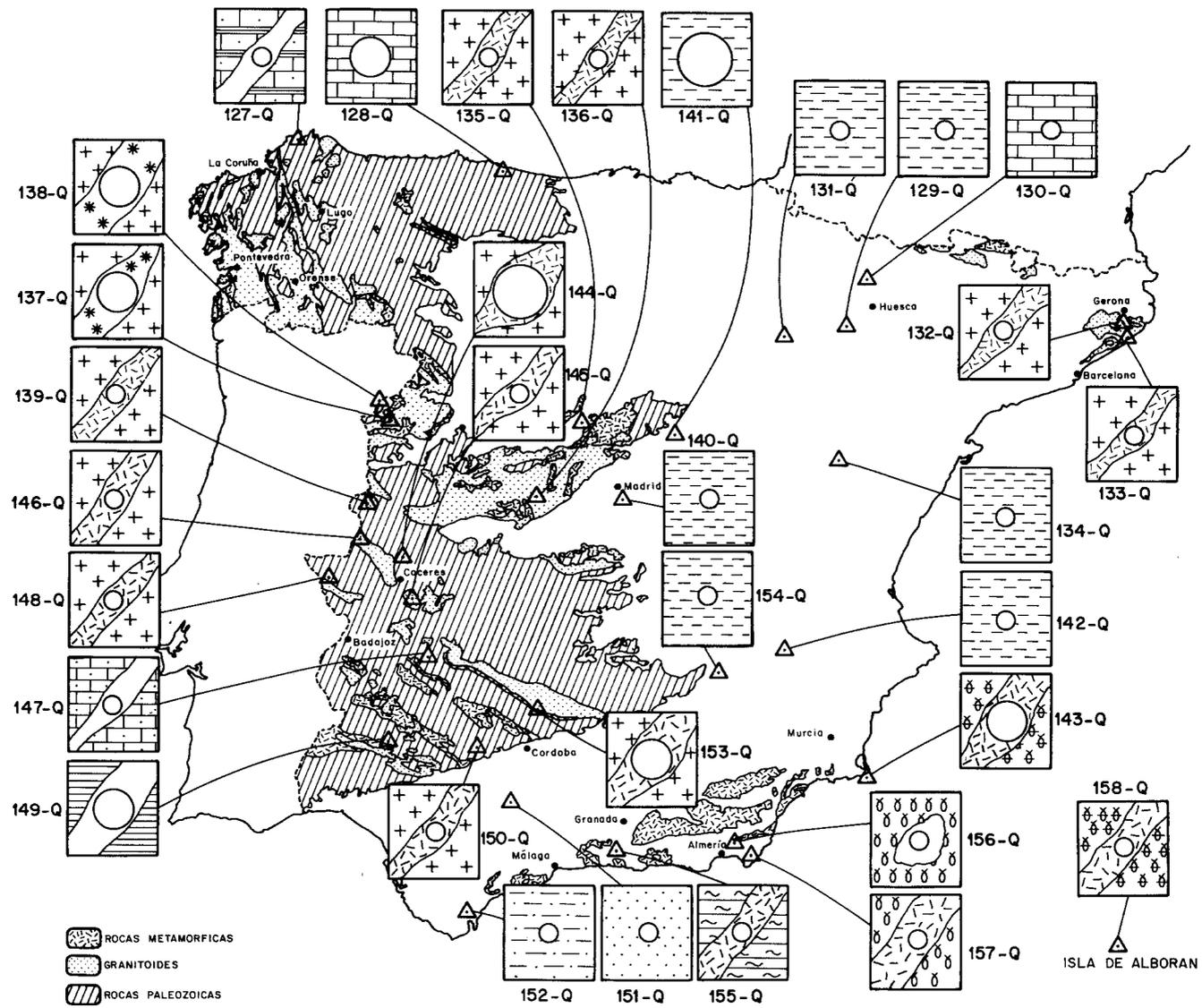


Fig. 12.- Indicios de cuarzo de interés gemológico.

Crisoprasa: 4439 (natural) (teñida con níquel: 6320, 4439 Å).

Agata: no determinable

Génesis :El cuarzo es uno de los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Se presenta en rocas ácidas, tanto plutónicas como volcánicas, y constituye gran parte de las venas hidrotermales y pegmatíticas.

Por su elevada dureza (7 en la escala de Mohs) es componente habitual y mayoritario en sedimentos y rocas detríticas. Las calcedonias (cuarzos criptocristalinos), aparecen asociadas a rocas volcánicas ácidas o en grietas y cavidades de rocas sedimentarias.

6.14.2. Yacimientos en España (Fig. 12)

Generalidades

El cuarzo es un componente esencial en la mayoría de las rocas españolas y está omnipresente en casi todo el territorio. En este capítulo sobre yacimientos en España, solamente se hace referencia a aquellos que destacan por sus positivas cualidades gemológicas.

Los depósitos se ordenan por variedades de la siguiente manera: hialino, citrino, amatista, rosa, calcedonia (ágata, jaspe, silex, etc.) y ópalo.

Cuarzos hialinos. De modo general se puede decir que donde haya canteras en cuarcitas, gneises, granitoides, etc., buscando con detalle, se puede encontrar algún cristal de cuarzo hialino.

A modo de ejemplo, se pueden citar, las canteras de cuarcita de Seijas (Coruña), donde se pueden obtener algunos prismas perfectamente tallables con buenos resultados.

Los cuarzos transparentes bipiramidados que aparecen en las margas de Verbis, Colunga, Vega y Cabrales (Asturias) son muy vistosos, presentan inclusiones fluidas bastante grandes y son apreciados para montar en bruto o para colección.

También hay cuarzos hialinos autigénicos en muchos afloramientos de las facies keuper de la Cordillera Ibérica, en algunos casos muy perfectos y de calidad gema.

Los filones hidrotermales de cuarzo en áreas graníticas muestran muy a menudo este tipo de cuarzo, por ejemplo en el complejo filoniano de Lloret de Mar (Barcelona), donde existen prismas de cuarzo muy transparentes asociados a ortosas macladas según la ley de Carsbald, en la famosa cueva de los cristales de la Cabrera (Madrid), en los alrededores de Villacastín (Segovia), etc.

En el Museo de Geología de Mérida, se ex-

hiben cuarzos hialinos extremeños recolectados por Sos Baynat (1962). Se trata de un muestrario muy completo de ejemplares de bastante calidad.

Los cuarzos vacuolares de la rambla de la granatillas (Níjar, Almería), además de su interés genético presentan calidad gema. Tienen alta cristalinidad (por DRX) y hábitos en varillas, formados por disyunción columnar de enfriamiento de una cristobalita hipotética previa con una posterior recristalización a cuarzo. Son paragenéticos con los famosos granates de Níjar.

Cuárzos citrinos y ahumados. En la península tenemos todo tipo de términos intermedios entre ambos, pero son más escasos que los hialinos.

Desde hace muchos años, se extraen cuarzos citrinos del área de Vitigudino-Villasbuenas (Salamanca), por esto, al cuarzo citrino, se le ha llamado «topacio español», «falso topacio».

Se pueden citar en múltiples localidades, como Montejo de la Sierra (Madrid), Pozoblanco (Córdoba), Pereña (Salamanca), etc., pero normalmente, no tienen casi interés por su profusa fracturación.

Muchos afloramientos de facies keuper de la Cordillera Ibérica, tienen cristales bipiramidados de cuarzo de 2 cm. (máx.), en sus variedades hialino, ahumado, citrino, y hematoides denominándose a estos últimos «jacintos de compostela». Frecuentemente, aparecen cristales perfectos aptos tanto para ser tallados como para ser montados directamente en bruto.

Cuarzo amatista (Foto 6). En España, destacan por su interés cuatro áreas para cuarzo amatista: Valladares (Coruña), Vich (Gerona), Campobajo-Pozoblanco (Córdoba) y Portman-La Unión (Murcia).

En la parroquia de Valladares, término de Sierra de Outes (Coruña), existen filones de amatistas encajados en gneises graníticos blastomiloníticos. En la concesión «Romeiro» se explota uno de los filones y se obtienen vistosas piedras barrocas de amatistas de tonos violetas con manchas blancas, (Suarez Lago, 1982).

En las formaciones filonianas del área de granodioritas y adamellitas al este de Vich (Gerona), también han aparecido amatistas de tonos violetáceos, bastante oscuros, muy bellas.

En las minas a cielo abierto que Peñarroya, S. A. explota en Portman-La Unión (Murcia) para beneficiar mineralizaciones Pb y Zn existen fisuras rellenas de cristales de cuarzo de hasta 10 cm, con homogeneidad de color violeta aunque débil. Se trata de ejemplares transparentes de calidad gema. El encajante, es la roca volcánica greenalita y es interesante recordar que las mejores amatistas del mundo, las del municipio de Irai en el estado de Río Grande do Sul (Brasil), encajan también en rocas volcánicas (basaltos).

Cuarzo rosa. El cuarzo con tono rosa intenso es mucho más escaso que los demás, aunque los tonos débiles son más abundantes.

Entre los depósitos más interesantes destacan los de Puebla de Caraminhal (Coruña). Se trata de una formación de aplita con cuarzos rosados asociada a la falla que separa el complejo de Noya del dominio migmatítico. Algunos ejemplares presentan intensa tonalidad rosa, y se pueden admirar en el museo de IGME.

Probablemente, el yacimiento más sobresaliente de cuarzo rosa sea el de Oliva de Plasencia (Cáceres), puesto que su rentabilidad para explotación con fines gemológicos, exclusivamente, está asegurada. El mineralotecto más sobresaliente es un filón subvertical N-S situado a unos dos kilómetros al norte del pueblo. Es en su totalidad cuarzo lechoso y rosa bastante fracturado, y encaja en una granodiorita de grano grueso con fenocristales de feldespatos potásicos y venas aplíticas.

El cuarzo rosa se presenta bandeado, alterando bandas de cuarzo lechoso con distintas tonalidades de rosas, algunas muy intensas, en enclaves en cuarzo lechoso o masivo.

Los ejemplares que no pueden ser tallados por su fracturación tienen asegurado su valor mineralógico para colecciones por su vistoso e intenso color rosa. Por ello, es de los escasos depósitos españoles que pueden ser trabajados para el beneficio exclusivo de algún material gemológico.

También se cita cuarzo rosa en otras localidades españolas: Ramacastaña (Ávila), área de la provincia de Toledo, Pereña (Salamanca), Valdeflorez (Cáceres), etc., pero tienen menor interés, normalmente por la palidez del tono rosa.

Cuarzos criptocristalinos (calcedonias) (foto 7). Como en el caso de los macrocristalinos, existen distintas variedades, con diferentes orígenes y están repartidos profusamente por todo el territorio español. Por esto mismo, solamente se exponen algunos casos a modo de ejemplo.

Muchas series de rocas sedimentarias conllevan formaciones o niveles de calcedonias (fundamentalmente sílex), por ejemplo en las calizas lacustres pontienses de Gajanejos (Guadalajara), en las calizas pliocenas lacustres de Lebrija (Sevilla), en forma de chert negro, blanco y gris, en las series margosas (con niveles de sepiolita y calizas) de Vallecas (Madrid), en el Hettangienense calcáreo de Poyatos (Cuenca), en los calcoesquistos cretácicos del Puerto de Belagua (Isaba, Navarra), etc. Algunos de estos sílex pueden presentar calidad gema, como ocurre con algunas raras calcedonias blancas con dendritas de pirolusita de Vallecas (Madrid).

Desde el punto de vista gemológico, hay que prestar atención a las formaciones arcillosas pérmica con maderas agatizadas, como las del río Viar (Sevilla) en donde se pueden encontrar troncos de Dadoxilon enraizados en más de 70 cm. de diámetro, o las de Pálmaces de Jadraque (Guadalajara) en donde aparecen troncos sueltos en una matriz illítico-clorítica con cuarzo, procedente de la meteorización de las cenizas y vulcanoclastitas andesíticas de Atienza. Estas maderas

fosilizadas conservan perfectamente las células vegetales y presentan diversas y vistosas coloraciones. El pulido es perfecto y los ensayos de lapidación mostraron óptimos resultados. Los filones hidrotermales de cuarzo son muy abundantes en el Macizo Hespérico, Catalánides, zona axial de Pirineos y Béticas. En ocasiones aparece cuarzo criptocristalino en forma de jaspes o calcedonias como resultado de estos mismos procesos deutéricos.

Se pueden citar además muchos ejemplos españoles en todo tipo de rocas. Se enumeran a continuación algunos casos comprobados:

Calcedonias blancas y marrones en filones centimétricos encajados en los granitos de Caldas de Malavella (Barcelona).

Jaspes oscuros relacionados con las mineralizaciones filononianas de fosfatos de uranio y esfalerita encajados en los granitoides de Villar de Peralonso (Salamanca).

Pequeños filones de calcedonias en relación con procesos de greisen (W-Sn-lepidolita-topacio) en algunos puntos de la Sierra de Gata, como Acebo, Hoyo, San Martín de Treviño, etc. (Salamanca-Cáceres).

Pequeñas vetas de jaspe de escasa calidad gema en las mineralizaciones de uranio en los filones encajados en el granito de la mina «Los Ratonés» (Albalá, Cáceres).

Jaspes constituidos por cuarzo (alta cristalinidad) filonianos encajados en granitos de la Mina «Trapero» de Cardeña (Córdoba).

Jaspes y ágatas brechificados con escasa calidad gema que rellenan grietas en las andesitas de Cabo de Gata (Almería).

Calcedonias sin valor gemológico en fisuras de las formaciones volcánicas de la Isla de Alborán (Almería).

Pequeñas vetas jaspoideas teñidas de óxidos de hierro muy fracturadas, que encajan en granitoides y tampoco tienen valor gemológico.

Las mejores masas de jaspes aparecen relacionadas con la Faja Pirítica de Huelva. En efecto, se trata de jaspes vulcanosedimentarios asociados a filones de hierro y pirolusita concordantes con las series esquistosas encajantes. En Soloviejo (Zalamea la Real, Huelva), la asociación cuarzo-pirolusita es muy estrecha, apareciendo masas de cuarzo lechoso y jaspoide atravesando masas de pirolusita. También se encuentran masas de pirolusita-jaspe íntimamente asociadas con algo de rodonita accesoria. Los colores de estas calcedonias varían desde negro en las muestras con alto contenido de pirolusita, hasta blancos, pasando por todos los intermedios de grises y marrones con abundantes tonos amarillos y rojos. A veces, presentan bandeados finos muy vistosos. En varias muestras se ha comprobado que el cuarzo tiene un alto grado de cristalinidad por lo que no son de esperar los términos opalinos.

Este yacimiento es uno de los que justifican la buena fama de los jaspes onubenses, el volumen de cuarzo criptocristalino que presenta es superior, en gran medida, a cualquiera de los de-

pósitos españoles observados. Los ensayos de lapidación y pulido arrojaron resultados óptimos.

Conclusiones

El cuarzo es un mineral muy abundante en variedades, yacimientos, y volumen, en la Península Ibérica e Islas Baleares, dado el carácter ácido de gran parte de su litología. En las Islas Canarias, aparece como raro accesorio en los términos nordmarquíticos de algunas sienitas de Fuerteventura y en Tenerife, y no tienen interés gemológico.

Del interminable número de yacimientos de cuarzos macro y criptocristalinos en España, sólo merecen especial mención desde el punto de vista gemológico los siguientes:

Cuarzos rosas de Oliva de Plasencia (Cáceres) y Puebla de Caraminhal (Coruña), cuarzos hialinos de Verbis, Colunga, Cabrales y Vega (Asturias), cuarzos citrinos y ahumados de la zona de Villasbuenas (Salamanca), amatistas de los Pedroches (Córdoba), Vich (Gerona), La Unión y Portman (Murcia) y Valladares (Coruña), maderas agatizadas de Palmaces de Jadraque (Guadalajara), jaspes de Zalamea la Real, Valverde del Camino, etc. (Huelva) (Fig. 12).

En algunos de estos yacimientos, es rentable su explotación específica para cuarzos gemológicos, como en el caso de los cuarzos rosas de Oliva de Plasencia o Puebla de Caraminhal, las amatistas de Valladares o las ágatas de Palmacés de Jadraque. En otros casos se trata de explotaciones mineras activas para beneficio de otros minerales no gemológicos, y ofrecen cuarzos de calidad gema como subproducto, perfectamente aprovechables, como las amatistas de Portman, los cuarzos ahumados y rosas de Pereña (Salamanca), etc.

El color de los cuarzos rosas y amatistas, no se debe a un cromóforo evidente, pues los análisis por absorción atómica y espectrografía de arco efectuados no los detectaron, sino probablemente a defectos cristalinos ocasionados por impurezas de elementos, pero en cantidades muy pequeñas.

Referencias

(Mallada, 1895), (Fernández Navarro, 1900), (Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Castro Barea, 1918), (Sos Baynat, 1962), (Arribas, 1962), (Arribas, 1963), (Sopeña et al., 1977 a y b), (Suárez Lago, 1982).

6.15. FELDESPATOS

6.14.1. Características generales

F = $\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}$ feldespatos potásicos.

$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ (Na, Ca) plagioclasas.

S = monoclinico y triclinico.

C = marrón, blanco, azulado, verde, incoloro, etc.

P = 2,56-2,57

D = 6-6,5

Ex = perfecta según {001}

Pr. Op. =

n = 1,52-1,53 (amazonita).

1,56-1,57 (plagioclasa)

b = 0,008

2V = variable.

S.O. = $B(\pm)$

Fl. = débil, color según la variedad.

Génesis = es un grupo de minerales petrográficos fundamentales en rocas ácidas y básicas y accesorio en ultrabásicas. Las plagioclasas son más anortíticas cuanto más básicas son las rocas. También son minerales fundamentales en muchas rocas metamórficas y sedimentarias (gneises, arcosas, etc.). Son además componentes mayoritarios en pegmatitas, aplitas, etc.

6.15.2. Yacimientos en España

Los feldespatos se parecen al cuarzo desde el punto de vista de su abundancia en España, tanto en volumen, como en tipos de rocas y dispersión geográfica. Además, y a diferencia del cuarzo, también se encuentran abundantemente en Canarias.

En la actualidad, la producción anual de feldespatos, es superior a las 100.000 Tm/año, concentrándose el 90 % en cuatro provincias: Gerona (30 %), Segovia (37 %), Córdoba (13 %) y Lugo (10 %), (Vázquez Guzmán, 1978). Sin embargo, ninguna de las explotaciones mineras suministra feldespatos de calidad gema.

Las famosas adularias de Alberche (Madrid) o las ortosas de Bustarviejo (Madrid), aunque son ejemplares muy vistosos, no tienen calidad gema por su opacidad y ausencia de color.

Los dos únicos indicios de cierto interés son las sanidinas de Olot (Gerona), y las amazonitas de Sallent de Gállego (Huesca). En efecto, está comprobado que en el área volcánica de Olot hay algunas sanidinas bastante transparentes, perfectamente tallables. Es de esperar que en las islas Canarias también aparezcan debido a la frecuente existencia de fenocristales de feldespatos en basaltos.

El indicio de amazonitas en un punto situa-

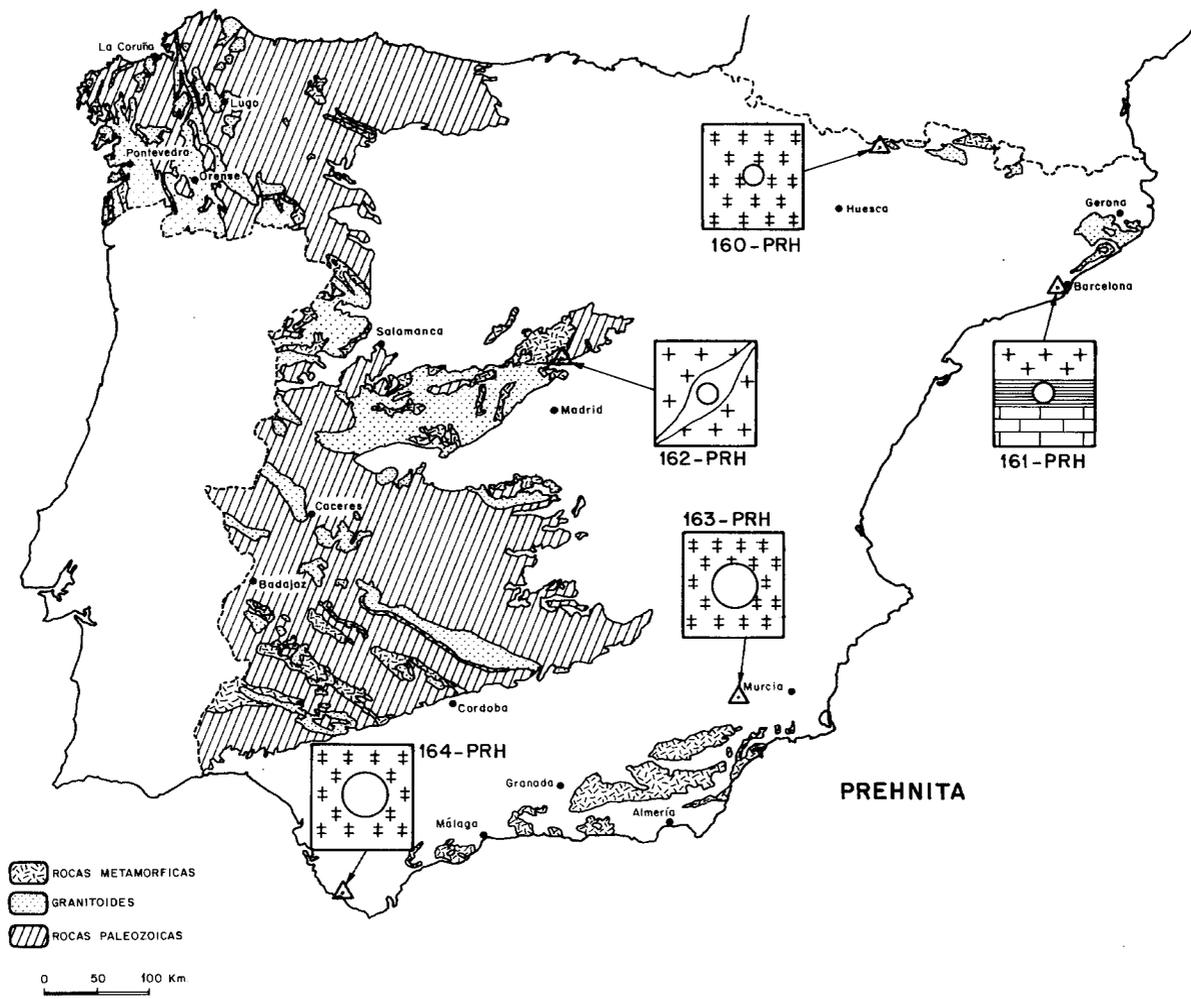


Fig. 13.- Indicios de prehnitas de interés gemológico.

do entre los picos Arrieles y Cristales (Sallent de Gállego, Huesta) aunque está sin comprobar, parece bastante fiable y con buenas posibilidades gemológicas.

Se puede concluir que los feldespatos a pesar de ser unos minerales tan abundantes en nuestro territorio, no presentan variedades gema dignas de mención, y menos aún algún yacimiento susceptible de explotación gemológica específica.

Referencias

(Vázquez Guzmán, 1978), (San Miguel de la Cámara y Figuerola, 1954), (Bellido, 1978).

6.16. PREHNITA

6.16.1. Características generales

F = $\text{Si}_3\text{Al}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2\text{Ca}_2$

S = rómbico.

C = verde amarillento.

D = 6-6,5

P = 2,87-2,93

Ex = perfecta.

Pr. Op. =

n = 1,61-1,64

pleo = no tiene.

b = 0,030

2V = 62-75°

S.O. = B(±)

Abs = no determinable.

Génesis = se forma por la acción de fluidos hidrotermales ricos en calcio sobre rocas básicas y a veces granitos, y se presenta rellenando cavidades y grietas, con estructuras masivas, hojosas, fibrosas y fibrosorradiadas.

6.16.2. Yacimientos en España

Generalidades

Los mejores yacimientos son los de Caravaca (Murcia) y los de Conil (Cádiz), ambos formados por alteración hidrotermal de las ofitas del Trías germano-andaluz. Del mismo tipo son los yacimientos que están distribuidos a lo largo de las ofitas del Keuper español, pero son prehnitas de menor tamaño. En el Tibidabo (Barcelona) existe prehnita de pequeño tamaño en skarn.

Otro yacimiento interesante es el de Bustarviejo y La Cabrera (Madrid), donde aparecen prehnitas de más de 6 cm., en venas pegmatíticas encajadas en granito.

Existen además multitud de afloramientos de prehnitas de pequeño tamaño y escasa cantidad en relación con skarns o con fenómenos de hidrotermalismo de rocas básicas, ambos procesos relativamente frecuentes en España (Fig. 13).

Principales yacimientos en España

Caravaca (Murcia). Se trata de un yacimiento de prehnitas fibrosorradiadas verde-amarillentas en filones de hasta 50 cm., de potencia y nódulos de 3 a 15 cm. de diámetro dispersas en un área de 100×300 m.

Aparecen como resultado de la alteración hidrotermal de rocas ofíticas en unas determinadas condiciones termodinámicas.

Su abundancia, color y textura, además de las características propias de este mineral: alta dureza (6) e índices de refracción (1,61-64) hacen de la prehnita de Caravaca un depósito gemológico interesante.

Sin embargo, es bastante opaca y el yacimiento está esquilado lo que no dejan de ser serios inconvenientes.

Conil (Cádiz). Este depósito presenta unas características muy similares a Caravaca. En efecto, también son prehnitas fibrosorradiadas de tonos algo más pálidos de verde-amarillentos, apareciendo en filones y nódulos resultado de la alteración hidrotermal de ofitas del Keuper germano-andaluz. Presentan también la misma calidad gemológica que las de Caravaca.

La Cabrera y Bustarviejo (Madrid). La prehnita se encuentra en el plutón de la Cabrera como mineral accesorio en algunos granitos muy diferenciados y en agregados fibrosorradiados o masivos, tapizando al cuarzo y a los feldespatos, en algunos filones pegmatíticos.

Se forma a partir de fluidos hidrotermales enriquecidos en calcio, probablemente por reajuste de las plagioclasas de la roca encajante.

Por su color amarillo, transparencia, textura, tamaño, etc..., tiene cierto interés gemológico.

Conclusiones

Existen dos importantes yacimientos de prehnita de calidad gema en España: Caravaca (Murcia) y Conil (Cádiz).

Ambos se forman por hidrotermalismo sobre ofitas del Keuper. Por la abundancia de esta facies en España, existen fundadas esperanzas de que aparezcan otros yacimientos similares.

El yacimiento de prehnitas de La Cabrera presenta la curiosidad genética de encajar en granitos, siendo su interés gemológico bastante modesto.

No se han conseguido tallas facetadas a partir de monocristales de prehnitas españolas.

(García Cervigón et al., 1976), (Calderón, 1910), (Vaquer, 1979), (García Guinea et al., 1982), (García Anquela, 1979), (Alvarez et al., 1977).

6.17. DIAMANTE

6.17.1. Características generales

- F = C
- S = cúbico.
- C = blanco, amarillo, azul, marrón, verde, rosa, etc.
- D = 10
- P = 3,47-3,55
- Ex = perfecta.
- Pr. Op. =
 - n = 2,471-2,419
- pleo = ausente.
- B = no tiene.
- 2V = no tiene.
- S.O. = no tiene.
- Fl = muy variable (incoloros - azul, pardos - verde).
- Abs = incoloro-amarillo 4780Å, 4155Å pardo-verdoso 5040Å
- Génesis = aparece sólo en determinadas chimeneas o diatremas de kimberlitas y en los sedimentos procedentes de la alteración de éstas.

6.17.2. Yacimientos en España

Generalidades

A nivel de divulgación popular, existen tratados como «Diamantes» de J. M. Bosch-Figueroa y Monés Roberdeau (1978), «El diamante» de G. Lenzen (1977), «The mineralogy of the diamond» de Orlov (1977), etc... o más especializados como «The microstructures of diamond surfaces» de S. Tolansky (1955), «Geologie du diamant» de Bardet (1973-74-75), etc.

Esta abundancia de trabajos y tratados sobre diamantes está justificada, puesto que los cuatro grandes del comercio de gemas son diamante, esmeralda, rubí y zafiro, destacando, con mucho, el diamante sobre los otros tres.

Las razones físicas de esta superioridad del diamante son: su extrema dureza, altos índices de refracción, transparencia y color; usándose para valorar la calidad cuatro factores, color, pureza, talla y peso.

Otras razones que valoran al diamante son su rareza, su dificultad de tallado, producción localizada y controlada, su uso como elemento de inversión de revaloración constante, belleza, etc.

Calderón (1910), en una reunión de la Real Sociedad Española de Historia Natural, indica que ha sido citada la presencia de diamantes en Carratraca (Málaga) por Knop (1889). En efecto «el minero Alber Wilckens de Fuenteovejuna, ha dado la noticia de que a primeros del año 1870 halló en Carratraca, entre la serpentina rojiza un verdadero diamante». El mismo Calderón (1910) afirma haber visto en Sevilla un diamante en una muestra de serpentina, que le enseñó un particular y que le dijo que procedía de Carratraca.

Domingo de Orueta encontró un ejemplar de algo que parecía diamante, durante su estudio de la Serranía de Ronda, pero no lo citó en su memoria de 1917. Lo guardaba como verdadero diamante. Don Joaquín Folch Girona vió el ejemplar e intentó conseguirlo después de la muerte de Orueta, pero no lo logró, desapareciendo el supuesto diamante con la muerte de la viuda de Orueta.

Rubio Sandoval (1927) publicó un trabajo titulado «La zona diamantífera de Carratraca» en el que describe diamantes, pero no ofrece análisis concluyentes, por lo que no es ningún aporte interesante.

Hace unos años, la empresa IMINSA, efectuó unos trabajos de prospección de diamante en la zona de Carratraca realizando multitud de calicatas con resultados negativos. J. M.^a Verdejo (el jefe del Proyecto) confirmó que en algunos puntos localizados aparecieron diamantes muy pequeños y carbonados no siendo rentable la explotación. Recientemente, en septiembre de 1983, apareció una noticia en primera plana en la prensa nacional, sobre la existencia de chimeneas kimberlíticas con diamantes en Santalla (Lugo). Analizadas las muestras que nos proporcionó su descubridor comprobamos que se trataba de cuarzos. Este hecho lo comunicamos oportunamente en una nota a la agencia EFE sin que apenas fuera recogida por la prensa.

Conclusiones

Como no hemos visto análisis fiables de diamantes, ni muestras, podemos suponer que tanto los diamantes de Albert Wilckens, del particular de Sevilla, de D. de Orueta, de Rubio Sandoval y los de IMINSA, son espinelas, que por ser cúbicas, duras, negras y estar en paragénesis frecuente en las peridotitas, no tendría nada de extraño que se hubieran confundido con diamantes.

En España, podrían aparecer kimberlitas en zonas en las que hubieran existido enriquecimientos locales en volátiles y potasio (flogopita, calcita).

Las regiones españolas remotamente afines al cono sur Africano o Yakutia (Siberia) son las

provincias basálticas de Canarias, Cartagena, Campos de Calatrava y Olot y los macizos ultrabásicos plutónicos de Ojen y Ronda (Málaga) y Sierra Capelada (Coruña), apareciendo en muchas de ellas masas o enclaves de peridotitas, pero nunca kimberlitas. Especialmente interesantes, son las lamproitas del SE español ya que contienen algunos componentes de las kimberlitas como la flogopita.

Por todo ello, en España no se ha comprobado la existencia de kimberlitas y su posible hallazgo se muestra bastante difícil.

Referencias

(Bosch-Figueroa y Monés Roberdeau, 1978), (Lenzen, 1977), (Orlov, 1977), (Tolansky, 1955), (Bardet, 1973, 1977), (Calderón, 1910), (Knop, 1885), (Orueta, 1917), (Rubio Sandoval, 1927).

6.18. ESPINELA

6.18.1. Características generales

F = $MgAl_2O_4$
 S = Cúbico.
 C = rojo, rosa, violeta, amarillo, etc.
 D = 8
 P = 3,58-3,61
 Ex = Imperfecta.
 Pr. Op. =
 n = 1,712-1,736
 pleo = no tiene.
 b = no tiene.
 2V = no tiene.
 S.O. = no tiene.
 Fl. = según diversos tonos de rojos o rosas, a veces verde.
 Génesis = aparece normalmente en octaedros maclados en rocas ígneas, básicas, metamórficas con gran proporción de aluminio, calizas pirometasomatizadas y raras veces en pegmatitas y placeres.

6.18.2. Yacimientos en España

Las espinelas oscuras que acompañan, como accesorios, al olivino en rocas ultrabásicas, se describen ya como tales en el siglo pasado, entre Marbella y Ojén (Málaga).

Las espinelas negras de tipo picotita, son un accesorio constante en los enclaves duniticos de Canarias, Cartagena, Gerona, y muy frecuentes en los complejos ultrabásicos españoles.

En Sierra Bermeja (Málaga), al norte de Casares, es donde alcanzan mayor tamaño. Son pleonastos negros sin interés gemológico. El

acceso a los mejores afloramientos en el Valle, es desde Casares, tomando el carril a Puerto de la Guardas, hacia la derecha a unos 14 km.

En las rocas metamórficas del área de Tapia de Casariego (Asturias) existe espinela microscópica asociada a corindón, biotita, plagioclasa, sillimanita y cordierita en el contacto Salave-Campos, en rocas metamórficas granatíferas. No tienen interés gemológico.

Las espinelas zincíferas (gahnitas) de Bosot (Lérida) son muy opacas y oscuras por lo que a pesar de su relativa abundancia, no tienen interés gemológico.

Se puede concluir, que no existen espinelas de interés gemológico en España. Las picotitas tienen cromo pero no actúa de cromóforo para dar rojos vivos debido a estar totalmente dopado por hierro.

Referencias

(Sagredo, 1969), (Sagredo, 1972), (Coy III et al., 1974). (Closas Miralles, 1948). (Alvarez Pérez et al., 1974).

6.19. CORINDON

6.19.1. Características generales

F = Al_2O_3
 S = trigonal.
 C = rojo, azul, amarillo, blanco, verde, marrón, etc.
 D = 9
 P = 3,97-4,05
 Ex = ausente.
 Pr. Op. =
 n = 1,766-1,774
 pleo = fuerte, de rojo amarillento a rojo carmín oscuro.
 b = 0,008
 2V = no tiene.
 S.O. = U(-)
 Fl = fuerte: rojo carmín.
 Abs = 6942Å, 4765Å, 4750Å, 4685Å.
 Génesis = el corindón aparece en rocas con bajo contenido en sílice, sin cuarzo, por ejemplo, en sienitas nefelínicas. También se produce por metamorfismo de rocas muy aluminicas como las bauxitas.

6.19.2. Yacimientos en España

Aunque el corindón es un mineral muy conocido, es bastante escaso en nuestro país. Esto, se debe, seguramente, a que en general, las rocas que presenta nuestro subsuelo son ácidas. Es decir, son escasos los términos justosaturados o subsaturados, sienitas nefelíni-

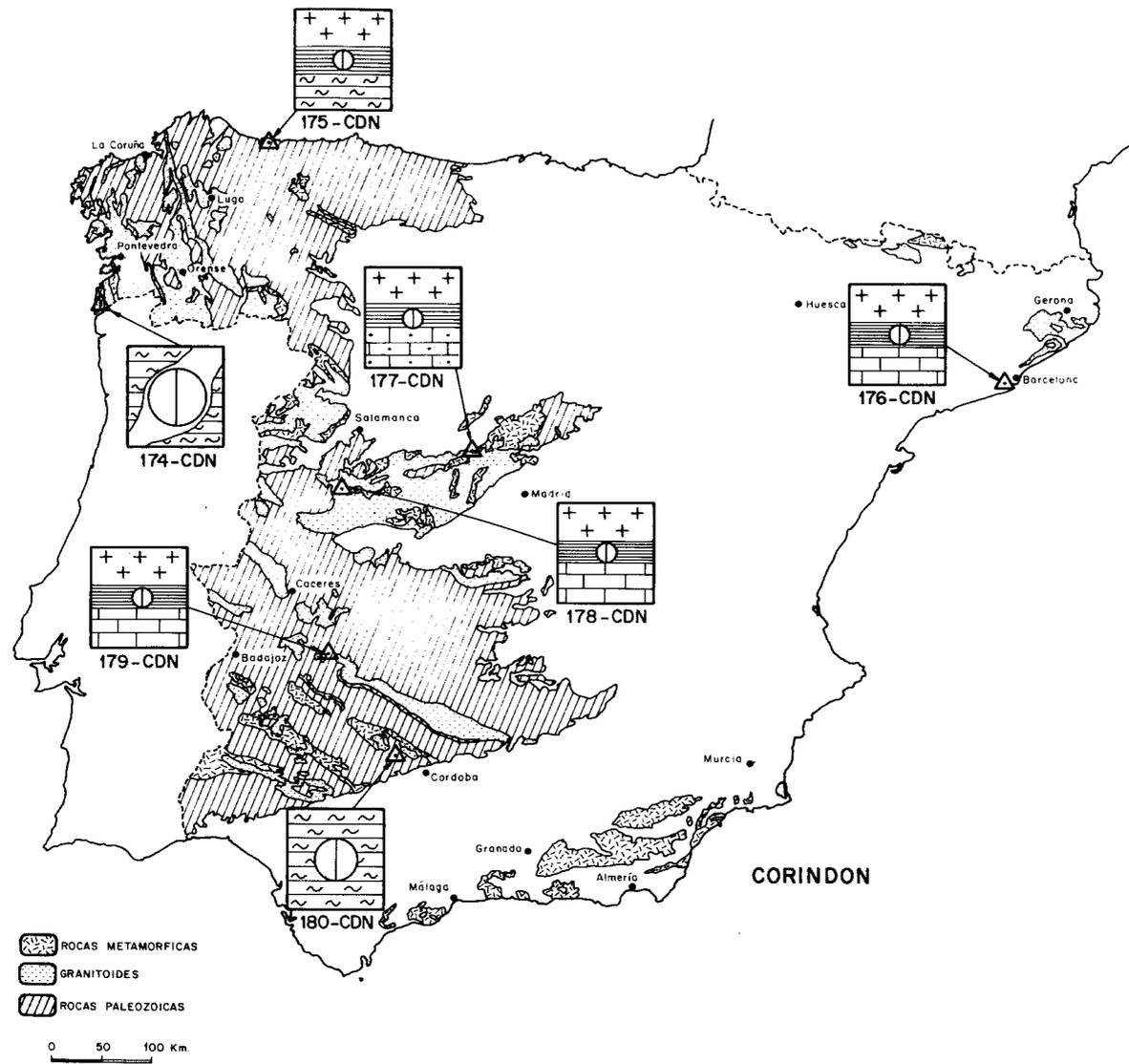


Fig. 14.- Indicios de corindón.

cas, por ejemplo, que en otros lugares conllevan corindón.

Se ha citado corindón en las arenas del Sil, en el Tibidabo (Barcelona), en la Rambla del Esparto (Cartagena), en el Canchal de la Muela (Cáceres), en Puebla de Alcocer (Badajoz), en Hornachuelos (Córdoba) (de más de dos cm.), en algunas zonas de metamorfismo de contacto como en Monleón (Salamanca), Aldeavieja (Segovia), Salave (Asturias), etc., pero a nivel microscópico.

Zafiros de Goyán (Pontevedra). Hace tiempo que estos corindones se exhiben en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

El yacimiento considerado, está situado en el campo del Maragato, en la falda de la sierra del Argallo, en Goyán (Pontevedra).

Las rocas encajantes, forman una serie metapelítica con esquistosidad N-65E y variada litología entre la que destacan bancos de anfibolitas, pegmatitas berilíferas sincinemáticas, cuarcitas, esquistos granatífero-estaurolítico-andalucíticos, venas de segregación cuarzo-andalucita-corindón-moscovita, etc. Por la mineralogía del esquisto encajante de las venas de segregación, se puede deducir que se trata de una formación afectada por un metamorfismo de grado medio.

Los zafiros aparecen blindados dentro de masas andalucíticas que se sitúan en venas de segregación cuarzo-andalucita.

Se trata de algunos escasos agregados fibrosorradiados de corindón azul mezclado con diáspora de hasta 15 cm. de diámetro.

Las venas de segregación aparecen hidrotermalizadas con diáspora, moscovita $2M_1$, esfenas y chorlo como productos de estos procesos deutéricos postumos.

La naturaleza del corindón se comprobó por DRX, microsonda electrónica y EDAX. Las sondas electrónicas sólo detectaron Al.

Quedan pendientes análisis finos para comprobar la presencia de Ti y Fe, ya que por interferencia de ambos elementos se podría haber producido su vistosa coloración azulada. La abundancia geoquímica de estos elementos en las metapelitas y venas de segregación es un factor orientativo muy interesante. En todo caso, su opacidad y falta de viveza de color azul disminuyen ostentosamente su valor gemológico.

En España, han aparecido corindones tanto en zonas de metamorfismo de contacto como de metamorfismo regional, pero sin tamaño ni calidad gema.

Referencias

(Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Ordoñez, 1974), (O. Suárez y V. Suárez, 1970), (Parga Pondal y Martín Cardoso, 1952).

6.20. FLUORITA

6.20.1. Características generales

F = F_2Ca

S = cúbico.

C = blanco, azul, rojo, verde, etc.

D = 4

P = 3,18

Ex = perfecta.

Pr. Op. =

n = 2,471-2,419

pleo = no tiene.

b = no tiene.

2V = no tiene.

S.O. = no tiene.

FI = fuerte azul violeta.

Abs = 5850Å

Génesis = aparece en rocas de tipo greisen, filones hidrotermales, pneumatolíticos y pegmatitas.

6.20.2. Yacimientos en España

Debido a su interés metalúrgico y agrícola, la fluorita ha sido una sustancia muy buscada en España.

En el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales está considerada como sustancia prioritaria con potencial excedentario y en el Programa Nacional de Revalorización de la Minería, está propuesto como estudio científico de base, el tema «Nuevos usos y aplicaciones de la fluorita».

Existe un mapa metalogenético previsor de mineralizaciones a escala 1:1.500.000 en el que están señaladas las áreas de Villabona, Pola de Siero, Caravia y Ribadesella (Asturias) Carranza, Aulexia y Bidasoa en el País Vasco, Sallent de Gállego (Huesca), Anglés, San Cugat de Vallés y S. Monsant en Cataluña, la Bodega y Sierra de Guadarrama en Castilla, Fuenteovejuna y Hornachuelo (Córdoba), Castillo de las Guardas (Sevilla) y multitud de puntos en las Béticas (Málaga, Granada, Almería).

La fluorita tiene poco interés en gemología (índice de refracción bajo y muy blanda y exfoliable, las gemas sólo sirven para exposición pues es ilógico montarlas).

Por esto, no merece la pena hacer una valoración gemológica de cada indicio, sin embargo, se puede emitir un juicio aproximado sobre algunos más interesantes.

Las fluoritas asturianas tienen fama por su cantidad, coloraciones variadas y vistosas, limpieza y buenas cristalizaciones en cubos. Evidentemente, se pueden hacer gemas de exposición con buenos resultados. Por ejemplo, en las canteras de la playa de la Vega, cerca de Torre y Ribadesella, explotan fluorita morada muy transparente y a nivel gemológico cabe añadir la presencia de azurita en esa cantera.

Las fluoritas descritas en la paragénesis del topacio de Valle de la Serena (Badajoz), son muy interesantes, pues se presentan con calidad y cantidad para fines gemológicos. Predominan los tonos rojos y verdes.

Se puede concluir que las fluoritas asturianas son las que presentan mayor interés gemológico debido a sus intensos colores, limpieza, tamaño de cristal, escasa fracturación etc. Son también curiosas por sus tonos verdes y rojos intensos las de la Mina de San Nicolás de Valle de La Serena (Badajoz).

Ambas fluoritas dieron resultados positivos al ser lapidadas.

Referencias

(IGME, 1972).

6.21. RODOCROSITA

6.21.1. Características generales

F = CO_3Mn
 S = trigonal.
 C = rosa, con bandas blancas (de calcita).
 D = 4
 P = 3,30-3,70
 Ex = perfecta.
 Pr. Op. =
 n = 1,600-1,820.
 pleo = ausente.
 b = 0,220
 2V = no tiene.
 S.O. = U(-)
 Fl. = débil, roja.
 Abs = 5510Å, 4545Å, 4100Å, 3910Å, 3830Å, 3780Å.
 Génesis = la rodocrosita aparece en filones hidrotermales y en yacimientos metasomáticos asociada a sulfuros y silicatos de manganeso, el encajante de estos filones suele ser carbonato marmolizado de color blanco.
 Las mayores masas aparecen en los yacimientos sedimentarios marinos.

6.20.2. Yacimientos en España

Sobre los yacimientos de rodocrosita en España se pueden hacer las mismas consideraciones que ya se hicieron para la rodonita en su capítulo correspondiente. Es decir, las manifestaciones maganesíferas en Huelva son muy numerosas pero pequeñas.

Unas, son sólo de pirolusita y otras, tienen además, otros minerales de manganeso. Algu-

nos de los indicios mencionados para rodonita tienen también rodocrosita, pero prácticamente a nivel de curiosidad mineralógica.

El señor Suárez Lago (†) (1982) mencionó en la Reunión de Geología de Laxe (Coruña) la existencia de rodocrosita en la Sierra Capelada. Consideramos que se trata de un interesante indicio a estudiar.

Se puede concluir que en España prácticamente no existen rodocrositas, si bien tenemos algunas áreas favorables para manganoso.

Referencias

" (Suárez Lago, 1982), (Meseguer Pardo, 1950).

6.22. MALAQUITA Y AZURITA

6.22.1. Características generales

F = Malaquita: $(\text{CO}_3)(\text{OH})_2\text{Cu}_2$
 Azurita: $(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2\text{Cu}_3$
 S = Malaquita: Monoclínico.
 Azurita: Monoclínico.
 C = Malaquita: Verde.
 Azurita: Azul oscuro.
 P = Malaquita: 3,75-3,95.
 Azurita: 3,75-3,95.
 Ex = Malaquita: Perfecta.
 Azurita: Perfecta.
 Pr. Op. =
 n = Malaquita: 1,655-1,909.
 Azurita: 1,730-1,838.
 pleo = Malaquita: Muy fuerte, de incoloro a verde.
 Azurita: Medio, de azul claro a azul oscuro.
 B = Malaquita: 0,254
 Azurita: 0,108
 2V = Malaquita: 43°
 Azurita: 67°
 S.O. = Malaquita: B(-)
 Azurita: B(+)
 Fl. = Malaquita: no tiene.
 Azurita: no tiene.
 Génesis = la malaquita y la azurita son minerales secundarios que suelen aparecer en las zonas oxidadas de los yacimientos de cobre, sobre todo en zonas calcáreas. Ambos minerales se presentan asociados de forma masiva, siendo muy raros los cristales.

6.22.2. Yacimientos en España

Los afloramientos españoles de malaquita y azurita son muy abundantes, pero las costras o espesores superiores al centímetro son escasísimas.

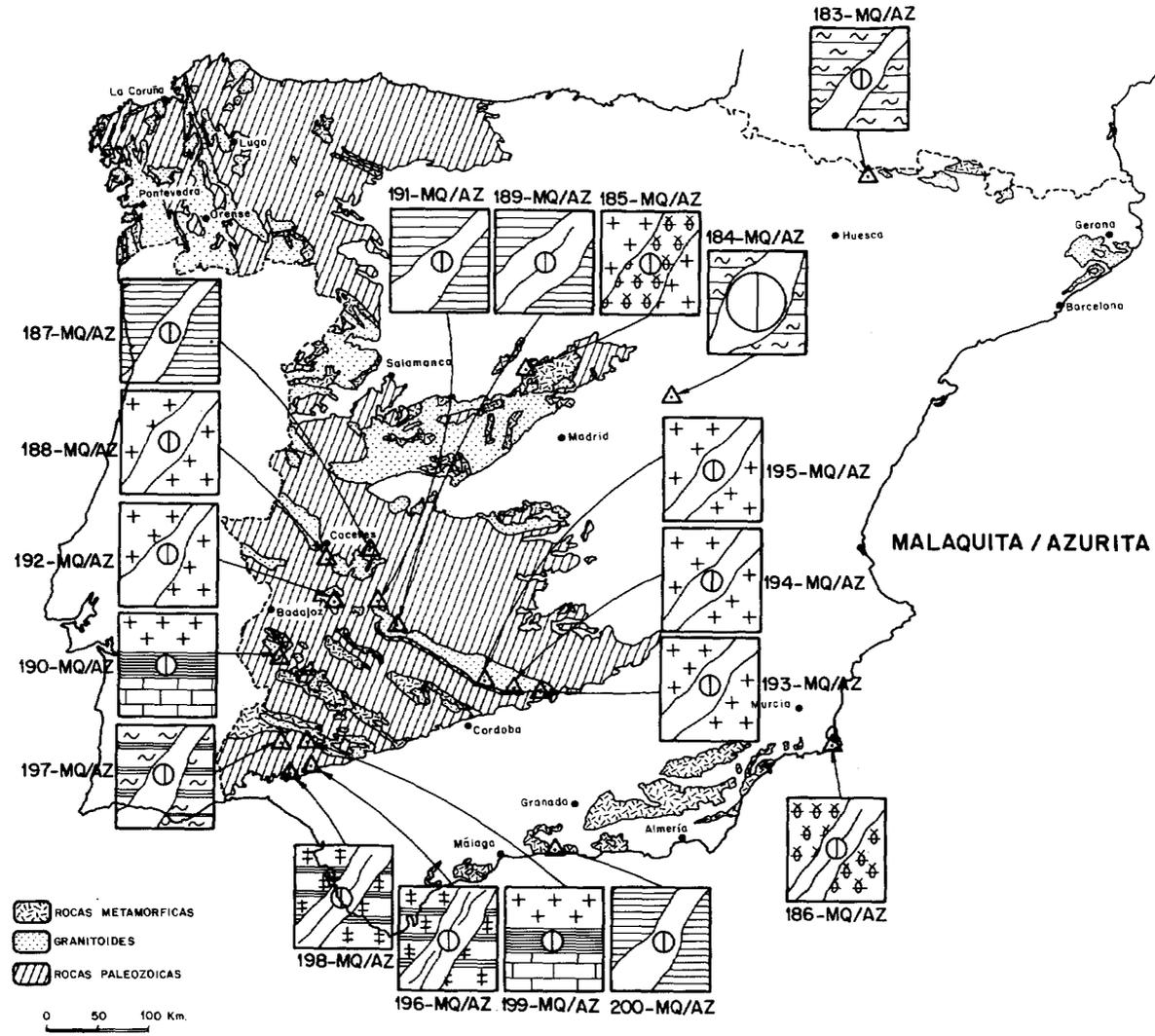


Fig. 15.- Indicios de malaquita-azurita.

Estos minerales aparecen allá donde hay (o haya habido) minerales de cobre, como productos de alteración habitualmente de filones con calcopirita. El macizo Hespérico español es especialmente rico en estos filones (Fig. 15).

La variedad más abundante de malaquita, es la terrosa o masiva, siendo muy difícil encontrar bandas alternantes claras y oscuras tipo Zaire o Urales más apreciada en joyería.

A continuación se refiere una serie de lugares (casi todos ya citados por Calderón, 1910) pero ninguno de ellos se puede considerar como un depósito de malaquitas de calidad gema:

En Galicia: Pino y Monforte (Lugo) y Valdeorras (Orense).

En Asturias: Villoria, Labiana, Avilés, Onís, Aramo, Cabrales, Infiesto y Ferrones.

En Santander: Reinosa, Barrio, La Población y Bárcena de Pie de Concha (Santander).

Navarra y País Vasco: Losarcos (Navarra), Segura (Gupúzcoa) y Carranza (Vizcaya).

En Aragón: Benabarre, Castanesa y Alborón (Huesca), Frasnó, Litago y Biel (Zaragoza) y Collado de la Plata y Collado de la Esperanza (Teruel).

En Castilla León: Pando, Estalaya y Baños de Cerrato (Palencia), Villamanín (León), Huidobro, Monterrubio y Baños de Cerrato (Burgos), Pardos (Guadalajara) y muchos puntos de la Sierra de Guadarrama.

En Levante: Chovar, Paviás y Eslida (Castellón), Tuéjar, Serra Olacán y La Creu (Valencia), la zona minera de Cartagena (Murcia), etc.

En Extremadura: Trasquilón, Guadalupe, Logrosán, Valencia de Alcántara (Cáceres), Llerena, Magacela, Oliva de Mérida, Castuera, Alange, Mérida y Zalamea de la Serena (Badajoz).

En Andalucía: Velez-Málaga y Maro (Málaga), Velez Rubio, Huerca-Overa, Fondón, Coto Laisquez en Srta. Alhamilla (Almería), Gran Vacares, Baza, Notaez, Motril, y Güejar (Granada), Peñaflor, Guillena, y Aznalcollar (Sevilla), Torrecampo, Hinojosa del Duque, Cardeña, Pedroches (Córdoba), Linares y Andújar (Jaén) y en muchos puntos de la provincia de Huelva en relación con las mineralizaciones de cobre de la Faja Pirítica.

Se podría continuar con una interminable lista de referencias sobre malaquitas citadas en España, y además se puede comprobar que son auténticas, pero siempre son pequeñas costras no válidas para gemología, por lo que no tiene objeto ser más exhaustivos.

Por esto, solamente se hacen notar dos hechos interesantes en torno a malaquitas españolas: el primero es que en Andújar y en Oliva de Mérida (Badajoz), existen unas fibras verdosas y negras dispuestas botrioidal y radialmente que siempre se han tomado por malaquitas siendo en realidad Pseudomalaquitas, es decir, fosfatos de cobre hidratados no carbonatos. Y el segundo, que los mejores ejemplares en calidad y tamaño de malaquita extraídos de minas

españolas son los de Pardos (Guadalajara) y se exhiben en las vitrinas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

Conclusiones

El número de indicios de malaquita en España es muy elevado, pues la calcopirita se altera frecuentemente a malaquita y este sulfuro es un mineral muy frecuente en nuestro territorio.

La azurita suele ir siempre asociada a la malaquita pero en España existen bastantes localidades con malaquita sin azurita. En este sentido, hay que señalar que a veces la crisocola va asociada a ambos minerales.

En Pardos (Guadalajara) parece ser que se extrajeron unos ejemplares muy buenos. En la actualidad la mina está abandonada.

Las esperanzas sobre yacimientos de malaquitas de cierta entidad sólo cabe cifrarlas en la Faja Pirítica del SW español, donde los volúmenes y concentraciones de calcopiritas y otros sulfuros de cobre alcanzan cotas notables. Estas malaquitas se forman por procesos de meteorización de las formaciones vulcano-sedimentarias metalizadas.

En algunas localidades citadas reiteradamente por sus malaquitas, como por ejemplo Cortijo Traslasierra, Oliva de Mérida (Badajoz) y Mina «La Virgen», Andújar (Jaén) lo realmente llamativo es la pseudomalaquita, es decir un fosfato de cobre, apareciendo la malaquita de forma accesoria y escasa.

La malaquita y azurita se cotizan en España por su belleza natural, por el nivel de vida y por haberse endurecido los controles de exportación del Zaire, principal productor. Por esto los precios son altos y sería interesante encontrar algún yacimiento nacional, sin embargo, la malaquita más cotizada es difícil de conseguir, pues debe tener el bandeado verde claro-oscuro típico.

Referencias

(Chaves, 1903), (Navas, 1908), (Calderón, 1910), (Fraga y Torrejón, 1929), (Sos Baynat, 1962), (Arribas, 1963-64), (Weppe y Jacquín, 1967), (Márquez Triguero, 1966), (Doetsch et al., 1973).

6.23. SCHEELITA

6.23.1. Características generales

F = WO_4Ca

S = tetragonal.

C = amarillo, pardo, naranja, incoloro, etc.

Ex = perfecta.
Pr. Op. =
n = 1,918-1,934
pleo = medio.
B = 0,016
S.O. = U(+)
Abs = 4460Å.

Fl = azul, blanca o amarilla.

Génesis = la génesis más frecuentes de scheelita es en yacimientos de tipo skarn asociada a silicatos cálcicos. También aparece en venas hidrotermales hipertérmicas. Las fuentes de alimentación de calcio de estas venas suelen ser rocas alcalinas infrayacentes. En este tipo de depósitos, va asociada wolframita.

6.22.2. Yacimientos en España

España es un país con abundantes afloramientos de minerales de wolframio que se distribuyen principalmente por la mitad oeste de la península (provincia metalogénica de W-Sn).

El wolframio, fue un elemento buscado durante la segunda guerra mundial con fines militares. Por esto, se conocen desde hace años bastantes localidades, por ejemplo: Noya (Coruña), Lousame (Coruña), Beariz (Orense), Laza (Orense), Ponferrada (León), Barruecopardo (Salamanca), Vecinos (Salamanca), S. Pedro Rozados (Salamanca), Buitrago (Madrid), Santibáñez el Bajo (Cáceres), Mérida (Badajoz), Oliva de Jerez (Badajoz), Montoro (Córdoba), Marmolejo (Jaén), Marbella (Málaga), Estepona (Málaga), Sierra de los Santos (Córdoba) y Sierra de Mijas (Málaga).

En la actualidad, también se busca intensamente wolframio, y por ello, se están descubriendo y/o estudiando nuevos yacimientos de scheelita.

La región de Barruecopardo (Salamanca) ha aportado la mayor producción de scheelita en España, y se espera que la Parrilla (Badajoz) la supere en un futuro próximo.

Las scheelitas se emplazan en stock-works encajados en granitoides y series pizarrosas o esquistas y en zonas de skarn. Fundamentalmente en el Macizo Hespérico.

Desde el punto de vista de mena de W, los más interesantes y estudiados son los yacimientos de Barruecopardo, La Parrilla, Montneme, Morille-Martinamor, etc., sin embargo, no han mostrado scheelitas de interés gemológico por su constante opacidad. Por otra parte, en la zona de Estepona, aparecieron scheelitas de interés gemológico pero la explotación está abandonada y parece que no existe apenas volumen.

En la actualidad es muy difícil obtener scheelitas de interés gemológico en España.

Referencias

(Pérez Mateos, 1958), (Vindel Catena, 1976), (Pellitero, 1980), (Buxant, 1976), (Vázquez Guzmán, 1978), (Casquet, 1980), (Gumiel y Pineda, 1981).

6.24. VARISCITA

6.24.1. Características generales

F = $\text{PO}_4\text{Al}_2\text{H}_2\text{O}$

S = rómbico.

C = amarillo verde, azulado, verde, etc.

D = 4-5

P = 2,4-2,6

Ex = perfecta.

Pr. Op. =

n = 1,55-1,59

pleo = ausente.

B = 0,010

2V = Moderado

S.O. = B (—)

Fl = no tiene.

Abs = 6880Å, 6500Å

Génesis = aparece por acción de aguas metaóricas saturadas en fosfato sobre rocas ricas en aluminio. Se presenta en cavidades y brechas.

6.24.2. Yacimientos en España

Los dos únicos yacimientos españoles de variscita conocidos, son el de Encantada (Pon-tevedra) y el de Palazuelos de las Cuevas (Zamora).

El yacimiento de Palazuelos de las Cuevas (Zamora) es el más interesante. Se trata de filones centimétricos, a veces masas irregulares de variscita verde algo porosa, encajados en pizarras silúricas.

Se han formado por lixiviación de estas pizarras hiperaluminosas con aguas enriquecidas previamente en fosfatos.

Desde el punto de vista histórico, es un depósito muy interesante, porque esmeralda se dice en árabe «zamorat» (Zamora), denominación de la cual es responsable la variscita, tomada equivocadamente por esta apreciada gema.

Su moderado interés gemológico ya fue puesto de manifiesto por uno de los autores del presente trabajo (Arribas et al., 1971).

Referencias

(Martínez Strong, 1952), (Arribas et al., 1971).

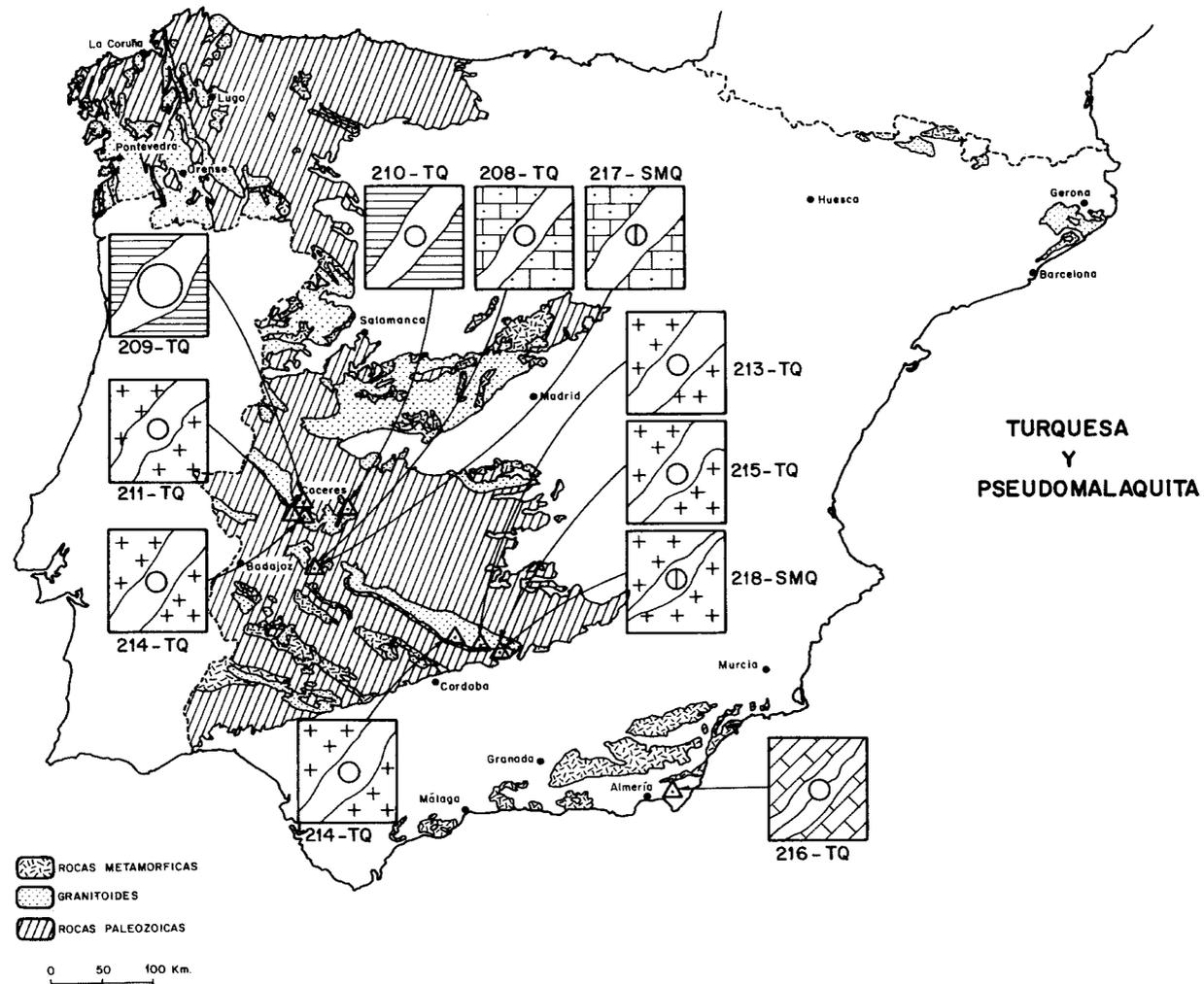


Fig. 16.- Indicios de fosfatos de cobre de valor gemológico.

6.25. TURQUESA

6.25.1. Características generales

- F = $(\text{PO}_4)(\text{OH})_8\text{Al}_6\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$
S = triclinico.
C = azul.
D = de 5 a 6.
P = 2,60-2,80
Ex = ausente.
Pr. Op. =
n = 1,61-1,65
pleo = débil.
B = 0,04
2V = 40°
S.O. = (+)
Fl. = débil, amarillo-verdoso, azul claro.
Abs = 4320Å, 4220Å
Génesis = es un mineral secundario que se forma por acción de aguas metaóxicas saturadas en fósforo sobre rocas de alto contenido en aluminio y cobre. Aparece asociada frecuentemente a caolinita y calcedonia.

6.25.2. Yacimientos en España

Generalidades

Las turquesas españolas conocidas, están relacionadas con filones mineralizados encajados en granitoides o series metamórficas en la zona S-SW de España.

Principales yacimientos

Valdeflorez (Cáceres) (Foto 8).

Las minas se trabajaron hace 80 años y están a menos de 3 km. de Cáceres capital hacia Trujillo.

Se trata de unos filones mineralizados en ambligonita-casiterita encajados discordantemente en pizarras ordovícicas plegadas y fracturadas.

En estas paragénesis filonianas aparecen turquesas mezcladas con ambligonita, en la actualidad alteradas y en las escombreras. La capa de alteración supera el centímetro de espesor, por lo que hay que partirlas para poderlas observar. Se comprobó su naturaleza por difracción de rayos X y EDAX, apreciándose algunos cristales triclinicos perfectos.

Los ensayos de pulido no dan buenos resultados por la alta porosidad del material y por la dilución del color azul con el blanco de la ambligonita. Sin embargo, es el depósito que más cantidad de turquesa ha suministrado en España y por ello, quizá el más importante.

Logrosan (Cáceres).

En las escombreras del filón «Constanza» aparecen pátinas de turquesa asociada a calcopiritas en las masas de fosforita. Estos materiales proceden de unos filones NW-SE verticales encajados en pizarras EW-45N.

No es un indicio interesante, pues es casi imposible que se reactiven estas minas ya que llegan a los 162 m. de profundidad. Además, no existen evidencias de que hayan aparecido costras de turquesas de espesores suficientes como para ser lapidadas.

Trasquilón y Castillejo de Salor (Cáceres).

Son depósitos cupuliformes greisénicos filonianos. Las turquesas aparecen en estos filones formando pátinas o en lechos delgados sobre ambligonita filoniana, encajada en el granito. No presentan masas interesantes para usos gemológicos.

«La Romana» (Pozoblanco, Córdoba).

Son unas minas antiguas donde se benefició una red de filones mineralizados en compuestos de cobre encajados en granitos, con abundantes apatitos y zircones como accesorios. En relación con el gossan, se han formado minerales secundarios de fosfatos y cobre. Aparecen asociaciones cuarzo-turquesa muy llamativas pero en escasa cantidad.

«Coto Laisquez» (Nijar, Almería).

En las minas del Coto Laisquez se explotaron minerales de plomo y cobre en filones encajados en calizas. Aparecen numerosos minerales supergénicos como piromorfitas, crisocola, malaquita, azurita, turquesa, etc. Estas turquesas aparecen en delgadas pátinas sobre las calizas por lo que no parecen tener calidad gema.

«La Virgen» Andújar (Jaén).

En el capítulo correspondiente a la pseudo-malaquita se hace referencia a este yacimiento de fosfatos de uranilo, donde se localizan también pequeñas vetas de turquesa asociadas a los fosfatos. Por su pequeño tamaño no presentan masas de calidad gema.

Cardeña (Córdoba).

En las minas abandonadas de la J.E.N., donde se trabajaron unos filones con fosfatos de uranilo encajados en granodiorita, aparecieron algunos ejemplares de brechas de turquesas calcosideríticas verdosas muy vistosas, pero en exigua cantidad.

Conclusiones

La existencia de diversos afloramientos con turquesa distribuidos por el S-SW español delimita una zona en la que hay que prestar atención a los minerales de cobre por ser posible la aparición de masas de este fosfato de cobre.

Solamente en Valdeflorez (Cáceres), se pudo recoger alguna cantidad apreciable de turquesa, pero por su mezcla con ambligonita no presenta calidad como las de Irán.

En las minas de «Trapero» (Cardeña, Córdoba), y la «Romana» (Pozoblanco, Córdoba) aparecen turquesas calcosideríticas verdosas diferentes de las cacereñas.

Se puede concluir que no existe ningún yacimiento explotable de turquesa, porque aunque aflora en bastantes puntos siempre lo hace a nivel de curiosidad mineralógica.

Referencias

(Díaz Tosaos, 1927), (Sos Baynat, 1962), (Santos y Medina, 1978), (Marquez, 1966), (Weppe y Jacquinn, 1967), (Anónimo, 1962), (Galán y Mirete, 1979).

6.26. PSEUDOMALAQUITA

6.26.1. Características generales

F = $(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4\text{Cu}_5\cdot\text{H}_2\text{O}$

S = monoclinico

C = verde oscuro.

D = 4,5-5

P = 3,6-4,35

Ex = {010}

Pr. Op. =

n = 1,73-1,88

pleo = verde azulado a verde pálido.

B = 0,15

2V = de 46 a 50°.

S.O. = (-)

Fl = no tiene.

Abs = líneas del cobre.

Génesis = es un mineral secundario que aparece en la zona oxidada de los depósitos de cobre asociado a malaquita, crisocola, tenorita, calcedonia, limonita, etc.

6.26.2. Yacimientos en España

Generalidades

El fósforo y el cobre, constituyentes básicos de la pseudomalaquita, son elementos relativamente abundantes y por ello durante los procesos epigenéticos de muchos filones de minerales de cobre encajados en granitoides o en otros materiales ácidos, caso muy frecuente en el Macizo Hespérico, se forma pseudomalaquita en lugar de malaquita. Este fenómeno, se ha comprobado en dos casos, en la mina «La Virgen», Andújar (Jaén) y en el Cortijo Traslasierra, Oliva de Mérida (Badajoz) y se sospecha que es un hecho frecuente.

Yacimientos más importantes

Mina «La Virgen» (Andújar, Jaén).

Esta situada a unos 3 kms. al norte del santuario de Ntra. Señora de la Cabeza. Se trata de unos filones subverticales, encajados en granodioritas, cuya parte superior está oxidada. La pseudomalaquita, aparece asociada con los minerales paragenéticos típicos: crisocola, calcedonia, limonita, etc. Además también hay fosfatos de uranio en cavidades dentro de la pseudomalaquita.

Al microscopio de reflexión se observan fosfatos de uranio en los bordes fibrosorradiados-botroidales de pseudomalaquita. Estos hábitos también se ven perfectamente de visu. Las fibras de pseudomalaquita son verdes por lo que el polvo es verde pálido. Sin embargo, el apelmazamiento de las mismas da tonos oscuros casi negros. El color de estas pseudomalaquitas es anormalmente oscuro debido a su elevado contenido en Mn.

Caracterizadas por DRX como pseudomalaquitas, los análisis químicos muestran contenidos en Al (existen vetas intercaladas de turquesa), Fe, Be, Mo, Ca, Co, Ni, V, etc.

Su aplicación en gemología requiere su molienda y posterior reconstrucción con aglomerantes obteniéndose así un producto similar al jade.

Mina del «Cortijo Traslasierra» (Oliva de Mérida, Badajoz).

El cortijo, en cuyas proximidades se encuentra la mina, está ubicado en la ladera sur de la sierra de Utrera a unos 10 kms. de Oliva de Mérida. Se trata de una mina de cobre abandonada hace mucho tiempo donde solamente se puede ver un embudo de aspecto limonitizado lleno de agua y escombreras a su alrededor. Aparecen minerales típicos de zonas de oxidación de filones de cobre, como calcedonia, limonita, malaquita, azurita, pseudomalaquita, y libethenita.

La pseudomalaquita y la libethenita aparecen en filoncillos milimétricos dispersos en las cuarcitas silúricas a modo de stockwork. La roca madre es una diorita infrayacente rica en apatito y opacos.

La textura de la pseudomalaquita es fibrosa o masiva, presentándose las agujas perpendicularmente a los bordes del filón.

Por DRX se comprobó su naturaleza y el análisis químico muestra que tiene impurezas de V, Zn, Fe Mg, Ca, etc., y en mayor proporción Al. Por microscopía electrónica de barrido se observan vetas de turquesa intercaladas dentro de la pseudomalaquita. A diferencia de las pseudomalaquitas de Andújar, las de Oliva de Mérida no contienen manganeso por lo que presentan una coloración verde más pálida. El polvo resulta de un verde mucho más vivo y vistoso y por ello tienen mayor interés en pinturas o como gemas, también previa molienda y reconstrucción con aglomerantes.

Conclusiones

La pseudomalaquita, se encuentra, se analiza y se estudia por primera vez en España, simultáneamente en dos yacimientos, mina «La Virgen» (Andújar, Jaén) y «Cortijo Traslasierra» (Oliva de Mérida, Badajoz). Las primeras determinaciones analíticas se efectuaron en 1978.

Se establece un criterio genético de prospección muy interesante. Así, cuando se localizan filones de minerales de cobre encajados en rocas con fósforo (apatitos muy frecuentes), es más lógica la aparición (y así ocurre en muchos casos) de pseudomalaquitas, libethenitas, turquesas, etc.

Estas pseudomalaquitas no tienen interés gemológico directo, pero molidas, dan un polvo verde claro muy vistoso, apto para confeccionar sintéticos por adicción de resinas o por sinterización. Son nuevos productos gemológicos muy interesantes.

Referencias

(Sos Baynat, 1962), (Arribas Moreno, 1963), (Córdoba, 1980).

6.27. APATITO

6.27.1. Características generales

F = $(\text{PO}_4)_3 \text{Ca}_5 (\text{OH}, \text{F}, \text{CO}_3, \text{Cl})$

S = hexagonal.

C = amarillo, blanco, azul, verde, etc.

D = 5

P = 3,17-3,23

Ex = Imperfecta-perfecta.

Pr. Op. =

n = 1,632-1,646

pleo = del apatito verde: amarillo verde.
del apatito azul: azul a incoloro.

B = de 0,002 -0,004

2V = no tiene.

S.O. = U (-)

FI = variable.

Abs = 5855, 5772, 5742, 5120, 5070Å.

Génesis = el apatito se forma en ambientes genéticos muy variados y aparece con diversas morfologías. Por ejemplo como «colofana», es decir, en masas criptocristalinas de origen sedimentario, en grandes cristales en pegmatitas, en filones, en tobas andesíticas, como accesorio en rocas ígneas, etc.

6.27.2. Yacimientos en España (foto 9)

Generalidades

Debido a la multitud de ambientes genéticos favorables para la formación de apatito y la riqueza de medios geológicos de nuestro país, aparece en muchos lugares y de las formas más variadas.

Hay que desechar a priori el valor gemológico de la fosforita y solamente hacer alusión a ella cuando conlleva cristales de apatito de cierta entidad.

Las publicaciones y explotaciones mineras sobre fosfatos peninsulares tuvieron su importancia cuando se desconocía la existencia de los grandes depósitos africanos. El descubrimiento del yacimiento de Bucraa terminó con el interés por los fosfatos peninsulares. Debido a la rentabilidad, por razones de ley, volumen, facilidad de extracción, etc., de los fosfatos africanos, es posible que pase mucho tiempo sin considerar seriamente las minas españolas, aunque en la actualidad los conflictos del Sahara ha impulsado la búsqueda de nuevos yacimientos.

El aprovechamiento gemológico de los apatitos, debido a su baja calidad como gema, está vinculado a la explotación para su beneficio como abono, es decir el uso gemológico sería solo una anécdota en el caso de darse este supuesto.

En apatitos pegmatíticos, la rentabilidad de explotación, para los ejemplos españoles conocidos, la daría el uso cerámico de los feldspatos y accesoriamente el beneficio de moscovita berilo y cuarzo.

Yacimientos más importantes

Area de Cáceres.

Antes del descubrimiento de los grandes yacimientos africanos, se explotaron activamente los filones de fosforita de Cáceres. En la actualidad, las minas están paradas y abandonadas y los filones bastante agotados.

La masa de fosforita no tiene interés gemológico, pero ocasionalmente aparecieron monocristales de cierto tamaño.

En este sentido, se han citado en la bibliografía y se puede comprobar con su presencia en los museos los apatitos de Logrosán, Zarza la Mayor, Ceclavin, Alburquerque, Malpartida, Trujillo, Cáceres, etc. Sin embargo, los cristales grandes y transparentes son muy raros.

Area volcánica del SE español.

Las dacitas y andesitas de la zona de Cabo de Gata llevan apatitos microscópicos como accesorios.

Los análisis químicos de las lamproitas del SE español muestran una constante proporción de P_2O_5 , aproximadamente del 1 %.

Sin embargo, los únicos puntos con fenocristales con apatito dignos de mención están al oeste de Jumilla, son las famosas «esparaguinas». Se trata de pequeños asomos de Jumillitas (lamproitas) muy cubiertos por materiales terciarios. En la jumillita, existen abundantes vacuolas y fisuras rellenas de calcita donde preferencialmente se sitúan los apatitos. También contienen gran cantidad de láminas de hematites especular (comprobado por DRX) que incluso aparecen dentro de los apatitos. Algunos cristales son marrones debido a la presencia de óxidos de hierro.

Existen ejemplares de varios centímetros, totalmente transparentes, muy poco fracturados, amarillos o verde pálidos, en definitiva, aptos para ser lapidados o montados en bruto. Su interés gemológico es evidente, aunque los yacimientos están muy esquilados.

Apatitos pegmatíticos.

Desde antiguo se citan en las pegmatitas de San Román y la Pereruela (Zamora), aunque ha salido algún ejemplar vistoso, no existe volumen digno de mención. Se ha comprobado su presencia en las pegmatitas de muchos puntos de la sierra de Guadarrama, pero nunca con tamaños y transparencias para su uso en gemología. También se han encontrado en el Cabril (Sierra Albarrana, Córdoba), de color verdoso, blanco y azulado y de hasta 15 cms., son lapidables pero existen pocos ejemplares.

Se puede concluir que muchas pegmatitas españolas contienen apatitos pero sin trascendencia en gemología por su exigua cantidad y escasa transparencia e intensidad de color.

Existen numerosos trabajos donde en su parte de petrografía describen apatitos a nivel de accesorios en granitoides, gabros, etc. Pero en estos casos, sistemáticamente son microscópicos por lo que no tienen calidad gema.

Conclusiones

La fosforita de los filones cacereños es masiva, aunque esporádicamente, se han encontrado cristales grandes. Algunos de estos cristales, podrían tener uso gemológico, lo que aumentaría la rentabilidad principal del uso como abono. Sin embargo, por el momento, la competitividad de los fosfatos africanos, hace inviable estas explotaciones.

Los únicos apatitos conocidos asociados a rocas volcánicas de interés gemológico, son las esparaguinas de Jumilla (Murcia). También son los únicos apatitos-gema comprobados, accesibles y en alguna cantidad.

Existen numerosos ejemplos de pegmatitas españolas con apatitos pero ninguna de ellas presenta ejemplares de calidad gema.

El apatito como mineral petrográfico que es, se ha detectado en bastantes rocas, pero siempre, a nivel microscópico, sin interés gemológico.

Referencias

(Calderón, 1910), (Galán y Mirete, 1979), (Fuster et al., 1967), (San Miguel, 1936), (Rodríguez Gallego y García Cervigón, 1970), (Castroviejo, 1975), (García de Figuerola y Franco, 1975), (Alvarez Pérez y otros, 1974), (Sánchez Cela, 1968), (García Anquela, 1979), (Fernández Secades, 1975), (Arribas, 1975), (Trigueros y Navarro, 1961).

6.28. OTROS MINERALES ESPAÑOLES DE INTERES GEMOLOGICO

En este apartado se quiere señalar que en España existen otros minerales susceptibles de ser tallados, si bien por su escasa dureza sólo sirven como gemas de exposición.

En realidad, la cantidad de materiales españoles que se pueden tallar es muy grande. Por ejemplo, resina de cerezo, coral, rocas de skarn, huesos, cuernos de animales, azabache, ambar, operculum haliotis, etc. De hecho, el azabache de Utrillas (Teruel), por ejemplo, se explota con fines gemológicos y decorativos. Sin embargo, en este trabajo, solamente se tratan los minerales. En este sentido, se hacen algunos comentarios sobre minerales no descritos anteriormente, como esfaleritas, cinabrios, aragonitos, etc.

Las *esfaleritas* de los Picos de Europa, pueden ser talladas con buenos resultados (foto 10).

Los famosos *cinabrios* de Almadén (Ciudad Real), o las *cuarcitas* con cinabrio pueden ser objeto de lapidación. Evidentemente, no es oportuno en esta breve exposición hacer estudios sobre Almadén o sobre cinabrios.

Las *cobaltocalcitas* de Paramea (Lérida) son conocidas desde antiguo, su vistosidad se debe a un vivo color rosa. Es susceptible de ser lapidada (foto 11).

La *piroxmangita* (Si O₃Mn) de Molá (Tarragona), es otro compuesto de Mn que aparece ocasionalmente en paragénesis de minerales de manganeso y que tiene interés gemológico (foto 12).

Algunos *Aragonitos* verdosos también dan buenos resultados como el de Villamanín (León).

En la actualidad existen explotaciones de *pirita* con fines decorativos exclusivamente, como en Navajún (Logroño) por ejemplo. Hay que señalar que actualmente se cotizan bastante los fósiles piritizados o los piritodros pequeños para confeccionar collares o colgantes.

En definitiva, como se observa casi todos los minerales pueden ser objeto de lapidación pero la mayoría sólo pueden tener utilidad para el coleccionista de gemas o el caprichoso, puesto que no se pueden montar.

7. SITUACION ACTUAL DE LA MINERIA DE GEMAS EN ESPAÑA. PREVISIONES Y POSIBILIDADES PARA EL FUTURO

Los estudios sectoriales, por especies, plasmados en sus resultados más significativos de forma gráfica en un mapa (mapa gemológico), hace que el observador disponga de los datos más interesantes y al mismo tiempo pueda relacionarlos.

Las relaciones entre los diversos yacimientos de un mismo material, entre los de distinta naturaleza pero de igual origen, y las relaciones entre los yacimientos y los diversos factores condicionantes (mineralotectos), quedan definidos a través de las representaciones correspondientes.

Por otra parte, al marcar los mineralotectos de las áreas y minerales con posibilidades gemológicas, se realiza conjuntamente el Mapa Gemológico y Previsor.

7.1. PRINCIPALES MINERALOTECTOS Y PREVISIONES

7.1.1. Olivino

Los olivinos de interés gemológico se localizan en *enclaves duníticos en basaltos* recientes de Lanzarote y Fuerteventura y de Canet d'Adri (Gerona). Con menor importancia se encuentran los basaltos del NW de Cartagena.

Las rocas plutónicas ultrabásicas, los filones básicos en granitoides, skarns, ofitas del Keuper, etc., son también mineralotectos olivínicos, pero los cristales hallados carecen de interés gemológico, bien por el grado de alteración, tamaño, falta de transparencia, etc.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar el área de Cartagena y las islas de La Palma y Tenerife.

7.1.2. Andalucita

Es un mineral abundante en España asociado a zonas de metamorfismo térmico, especialmente en los contactos entre granitoides y rocas pelíticas, y a boudines de cuarzo en es-

quistos originados por metamorfismo regional. Teniendo esto en cuenta, los mineralotectos principales serían los *boudines de cuarzo en esquistos*, especialmente los de Montejo de la Sierra (Madrid) y Goian (Pontevedra) y las zonas de *metamorfismo de contacto de plutones graníticos*.

Desde el punto de vista *previsor* merece señalarse las áreas de los plutones de la «rodilla astúrica» en especial el de Boal, por sus quiasolititas, Maro, Sierra de Cartama y Vélez-Málaga (Málaga), Hornachuelos (Córdoba), Mirabel (Cáceres) Fuentenebro-Honrubia (Burgos, Segovia), Montejo de la Sierra y el Cardoso (Madrid-Guadalajara), Santiago de Compostela (La Coruña), etc.

7.1.3. Distena

Es otro mineral fácilmente hallable en España en zonas de metamorfismo regional de grado medio-alto, especialmente, en diferenciados de cuarzo en esquistos (Cadaqués, Almuñécar, Lanjarón, Maro, Montejo de la Sierra, Azuaga, Vivero, etc.). Todas estas localidades se pueden considerar interesantes para futuras prospecciones.

7.1.4. Topacio

Los mineralotectos del topacio son *diques pegmatíticos en zona de greisen asociados a los bordes apicales de batolitos graníticos*.

Los principales yacimientos con interés gemológico se encuentran en la provincia de Badajoz (Valle de la Serena y Mérida) de donde se han obtenido ejemplares de buena calidad.

Como áreas *previsoras* se pueden citar: 1. Los granitos de Pindo (La Coruña) y los de la «rodilla astúrica» (Boal, Pato, Ancares, Campo del Agua, etc.). 2. Los niveles de metacuarcitas topaciolíticas de Ribera del Fresno y Peñarresbala (Badajoz). 3. El área Avila-Salamanca, donde se pueden citar dos tipos de aparición de topacio: a) como accesorio en granitos, y b)

en filones hidrotermales consecuencia de procesos de topacización. Las principales localidades son Vecinos, Martinamor, Barco de Avila, Navalanguilla, Torremengana y Villasbuenas. 4. Sallent de Gállego (Huesca).

7.1.5. Granates

Los granates de interés gemológico proceden de *esquistos granatíferos formados por metamorfismo regional* que en la actualidad se ubican en rocas volcánicas (Níjar, Almería), sedimentos (Doade, Orense) o en los propios esquistos (Sierra Nevada, Serranía de Ronda, Sierra Albarrana, Montejo de la Sierra, Sierra Capelada, Monte L'Ousado, Miño Corvo, La Guardia, etc.), etc. Normalmente, se presentan en cristales pequeños, individualizados, de color granate y con transparencia y fracturación variables.

Los granates originados en skarns (grosularias fundamentalmente) tienen menor interés gemológico debido a su opacidad.

Dentro del *Mapa Previsor* deben considerarse las áreas antes citadas de granates originados por metamorfismo regional y también algunos skarns del Pirineo (Benasque, Parzán, etc.).

7.1.6. Zircón

Los mineralotectos de zircón son muy variados, *granitoides, carbonatitas, esquistos, cuarcitas, gneises*, etc., pero ninguno presenta zircones gema por su tamaño microscópico generalizado, a excepción de los zircones del Barranco de los Encantados del NW de Fuerteventura que son grandes pero opacos y fracturados. Por esto, las realidades gemológicas actuales son nulas y las *perspectivas de previsión* para el futuro no son optimistas.

7.1.7. Idocrasa

Los principales metalotectos de idocrasa en España son los *skarns de Benasque (Huesca)* y *Somosierra (Segovia)*, siendo estas áreas las que habría que situar en un *Mapa previsor de idocrasa gema*. Además existen muchos skarns con idocrasa pero de pequeño tamaño y en escasa cantidad (Espinabell, Orsavinyá, Tibidabo, Buitrago, Horcajuelo, Navas del Marqués, Rascafría, El Paular, Villa del Prado, Serranía de Ronda, Panticosa, El Escorial, Santa María de la Alameda, etc.).

7.1.8. Epidota

Las epidotas de interés gemológico se localizan en los *skarns* de Jerez de los Caballeros,

Burgillos del Cerro, Benasque y Parzán. Con menor importancia o sin interés, los de Panticosa, Rivera de Cala, Piñuecar, Monleón, Tibidabo, etc.

Las *arenas y las series de metamorfismo regional de grado bajo-medio* son también metalotectos de epidota pero sin interés gemológico por el tamaño, opacidad, falta de transparencia, etc.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar las áreas de Jerez de los Caballeros-Burgillos del Cerro-Cala en el SW y Benasque-Parzán-Pont de Suert en el Pirineo.

7.1.9. Turmalina

Las turmalinas de mayor tamaño se localizan en *pegmatitas* encajadas en granitos, esquistos, gneises, etc. Pero todos los ejemplares vistos son chorlos y por tanto con interés gemológico muy bajo. Se pueden citar infinidad de localidades con pegmatitas turmaliníferas, Palio, Meavia, Ramallosa, Goyán, Tomiño, Valle de la Serena, S. Martín de Treviño, Hoyos, Fuengirola, Panticosa, C. Creus, Calella, Alforja, Fuentenebro, etc.

Las salbandas de algunos filones hidrotermales y ciertos esquistos son también mineralotectos turmaliníferos.

Dentro del *Mapa Previsor* es difícil de señalar áreas de posible interés gemológico puesto que prácticamente la totalidad del Macizo Hespérico y algunas zonas de los Pirineos, Béticas y Catalánides presentan chorlos como única variedad de turmalina y que carecen de interés.

7.1.10. Berilo

Los principales yacimientos de berilo en España están localizados en el Macizo Hespérico, en *pegmatitas* emplazadas en granitos (s.l.) o en rocas metamórficas y en algunas manifestaciones Hercínicas de las cordilleras Alpinas, como ocurre en la zona axial de los Pirineos (Cadaqués, Gerona). Han sido citadas 39 localidades con yacimientos de pegmatitas con berilo.

Existen siete áreas con notable concentración de berilos: 1. S-SW de Pontevedra. 2. Sierra de Jurés (Orense). 3. Alrededores de Lugo. 4. NW de Salamanca (Pereña). 5. Sierra de Guadarrama (Madrid-Avila). 6. Extremadura (Plasencia-Montánchez-Mérida), y 7. Sierra Albarrana (Córdoba).

Estas siete áreas se pueden establecer como *previsoras*, siendo las de interés gemológico comprobado las de Pereña, y Sierra de Jurés, y prometedoras las de SW de Pontevedra y Sierra Albarrana.

7.1.11. Espodumena

El único yacimiento con interés económico para explotación de espodumena para litio es el de Lalín (Pontevedra). Se trata de un mineral verde opaco y sin interés gemológico que se ubica en *pegmatitas encajadas en granitoides*.

Aunque hasta la fecha no han aparecido espodumenas gema se puede considerar *área previsor* la formada por Cequeril, Vimianzo, La Guardia, y Lalín (Pontevedra) puesto que allí los granitos presentan un anormal contenido de litio.

7.1.12. Rodonita

Los principales depósitos de rodonita en España son de origen *vulcanosedimentario*. Se presentan como filones concordantes en series esquistosas con intercalaciones volcánicas ácidas, en los que abundan la pirolusitas y el jaspe. Se forman como *productos de alteración, hidrotermal o meteórica*. En la provincia de Huelva, hay muchos ejemplos de este tipo. Entre ellos se pueden citar, Peñas Altas, Cuco, San José, Almonaster, Puebla de Guzmán, Cañías, Soloviejo, Valverde, Nerva, etc.

Asimismo existen otros puntos con pirolusita que ocasionalmente llevan algo de rodonita por ejemplo Fregenal de la Sierra, Higuera la Real, Bolaños, etc., pero no tienen ninguna importancia.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar el área de la provincia de Huelva ya mencionada.

7.1.13. Cuarzo y variedades

Los cuarzos españoles de interés gemológico se emplazan en diferentes mineralotectos en *filones mineralizados* (menas de manganeso, jaspes onubenses de Zalamea la Real, Valverde del Camino, etc.; *menas de cobre y hierro*, amatistas de los Pedroches; *menas de plomocinc*, amatistas de Portman, etc.). En *medios sedimentarios* (ágatas de Pálmaces de Jadraque, cuarzos autigénicos de Colunga, Verbis, Cabrales, de la facies keuper de la cordillera Ibérica, etc.).

Dentro de un *Mapa Previsor* habría que situar estos mineralotectos y los yacimientos citados, haciendo especial énfasis en los cuarzos rosas de Oliva de Plasencia, amatistas de Portman y los Pedroches y ágatas de Pálmaces de Jadraque por su interés gemológico inmediato y comprobado.

7.1.14. Feldespatos

Los feldespatos españoles se encuentran en abundancia formando parte de *pegmatitas* y

también como *fenoblastos en gneises, fenocristales en basaltos* y en general como *componentes mayoritarios en rocas ácidas*.

Sin embargo, los casos de feldespatos de interés gemológico son muy escasos.

Ante esta abundancia de feldespatos se pueden tener fundadas esperanzas en las previsiones, y como áreas a incluir en un *Mapa Previsor*, estarían Olot (sanidinas), Sallent de Gállego (amazonitas) y el macizo de la Cabrera (ortosa).

7.1.15. Prehnita

Los mineralotectos de prehnita en España son de dos tipos bien diferenciados: 1. *medios de skarn* (Bustarviejo, Tibidabo, etc.), y 2. *alteración hidrotermal de rocas básicas* (Caravaca, Pont de Suert, etc.).

Dentro de un *Mapa Previsor* habría que incluir Caravaca (Murcia), Bustarviejo (Madrid), todos los afloramientos de ofitas que son muy numerosos en el Pirineo, y en general y con menor interés todos los skarns granitoides-series carbonatadas potentes.

7.1.16. Diamante

Como es sabido, *se ha especulado mucho*, en todas las épocas sobre la existencia de diamantes en las *rocas ultrabásicas* de Carratraca (Málaga). No obstante, y aun sin tener evidencias de su existencia se puede seguir considerando la zona de Carratraca como *área previsor*, pero con muy escasas posibilidades.

7.1.17. Espinela

Las espinelas españolas se localizan en *rocas ultrabásicas como accesorios* y sin interés gemológico.

Algunas *pegmatitas asociadas con mineralizaciones de Zn-Pb* son también mineralotectos de espinela pero tampoco tienen interés gemológico.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar las áreas de rocas ultrabásicas en España (Sierra Capelada, Serranía de Ronda, Canarias, etc.) y también la zona de Bossost (Lérida), todos con muy escasas posibilidades.

7.1.18. Corindón

Los corindones españoles, sin importancia como gemas se localizan en zonas de *metamorfismo regional*, por ejemplo Hornachuelos, Salavé, Goian, etc.

Algunas zonas de *metamorfismo de contacto* (Aldeavieja Monleón, Tibidabo, etc.) también

presentan corindones pero tampoco tienen calidad gema.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar todas estas áreas pero con escasas expectativas de localizar corindones-gema.

7.1.19. Fluorita

En este apartado es importante señalar que ya existe un Mapa Metalogenético Previsor de Fluorita a escala 1:1.500.000, en el que se señalan volúmenes, litología, ubicación, etc., de los yacimientos, pero no se considera el interés gemológico de Asturias y Badajoz.

7.1.20. Rodocrosita

Como en el caso de la rodonita, los principales depósitos de rodocrosita en España son de origen vulcanosedimentario, presentándose en filones concordantes con la esquistosidad en series metapelíticas con intercalaciones volcánicas ácidas, asociadas a pirolusita y jaspe.

Se forman como *productos de alteración hidrotermal o meteórica*.

Como la rodonita aparece en la provincia de Huelva, y debe considerarse entonces como *área previsor*

7.1.21. Malaquita y azurita

Las malaquitas españolas proceden de la *alteración de calcopiritas y más raramente de otros minerales de cobre, apareciendo en el gossan de filones con compuestos de cobre*.

Como la calcopirita es un sulfuro habitual en filones los yacimientos de malaquitas y azuritas en España son muy numerosos, aunque nunca se presentan en masas que puedan tener interés gemológico. Los ejemplares de malaquita de Pardos (Guadalajara) que se exhiben en el Museo Nacional de Ciencias de Madrid, constituyen una verdadera excepción, pero la mina está exhausta y abandonada.

Aunque la azurita acompaña a la malaquita, casi siempre, en España existen bastantes localidades de malaquita sin azurita.

Las *previsiones* sobre yacimientos de malaquitas de cierta entidad cabe cifrarlas en la Faja Pirítica de SW español, donde los volúmenes y concentraciones de calcopiritas y otros sulfuros de cobre alcanzan cotas notables.

7.1.22. Scheelita

La scheelita se emplaza en *stock-works encajados en granitoides y series metamórficas y en zonas de skarn*. Desde el punto de vista de mena de W, los más interesantes y estudiados son los yacimientos de Barruecopardo, La Parrilla, Monteneme, Morille-Martinamor, etc.,

sin embargo, no han mostrado scheelitas de interés gemológico. Por otra parte, en la zona de Estepona aparecieron scheelitas de interés gema pero la explotación está abandonada y parece ser que no existe gran cantidad.

Dentro del *Mapa Previsor* habría que separar la provincia metalogenética del oeste peninsular por si en alguna explotación aparecieran ejemplares transparentes de interés gemológico.

7.1.23. Variscita

Las variscitas de Palazuelos de las Cuevas (Zamora), se localizan en *filoncillos y nódulos epigenéticos formados en el Terciario sobre pizarras ordovícicas y silúricas al circular aguas fosfatadas sobre estas pizarras ricas en aluminio*.

Dentro del *Mapa Previsor* se debe considerar el área de Palazuelos de las Cuevas y con reservas la zona de Encantada (Pontevedra).

7.1.24. Turquesa

Las turquesas españolas se localizan en *filones con mineralizaciones de cobre encajados en esquistos y granitoides* fundamentalmente, de las zonas de Sierra Alhamilla (Almería), Pozoblanco (Córdoba), Andújar (Jaén), Logrosán (Cáceres), Valdeflorez (Cáceres), Cardeña (Córdoba), Trasquilón (Cáceres) y Castillejo de Salor (Cáceres).

Dentro del *Mapa Previsor* se deben incluir estas ocho áreas haciendo especial énfasis en las de Valdeflorez.

7.1.25. Pseudomalaquita

Las únicas pseudomalaquitas localizadas hasta la fecha proceden de Andújar (Jaén) donde aparecen asociadas a otros *fosfatos de cobre y, uranio, o hierro, en filones encajados en granodioritas* en la Mina «La Virgen», y del cortijo «Traslasierra» Oliva de Mérida (Badajoz) donde se presentan en *filoncillos encajados en cuarcitas*.

Tienen un interés gemológico escaso debido a su opacidad y «acumulación de puntos negros» pese a que tienen un vistoso color verde. Sin embargo, en polvo dan un tono verde muy llamativo.

Evidentemente dentro del Mapa Previsor habría que situar estos dos yacimientos y de una manera muy difusa aquellas áreas mineralizadas en cobre y fosfatos.

7.1.26. Apatito

El apatito aparece en distintos mineralotectos, en *filones de fosforita y cuarzo encajados*

en pizarras, esquistos o granitoides (Logrosán, Aldea Moret, Zarza la Mayor, etc.), en *granitoides como accesorio* (norte de Salamanca, suroeste de Pontevedra, etc.), en *rocas volcánicas* (esparraguinas de Jumilla), en *pegmatitas* (Buitrago, Somosierra, etc.), etc.

8. CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre el potencial gemológico de España ha demostrado su pobreza en este tipo de materiales. Sólo cuatro minerales tienen, hasta el momento, posibilidades concretas de explotación y comercialización. Se trata de Berilo con características de aguamarina (Pereña, Salamanca; Sierra de Jurés, Orense), Topacio (Valle de la Serena y Mérida, Badajoz; Lóvios, Orense), Olivino (Yaiza, Lanzarote; Corralejo, Fuerteventura; Canet de Adri, Gerona) y Cuarzo rosa, en Oliva de Plasencia, Cáceres; Citrino en Villasbuenas, Salamanca; Amatista en Pozoblanco, Córdoba, y Portman-La Unión, Murcia; Agata en Pálmaces de Jadraque, Guadalajara; Jaspe en Zalamea la Real y Valverde del Camino, Huelva.

Ocasionalmente, se encuentran algunos depósitos de otros minerales con un discreto interés gemológico, como en el caso de granates, andalucita, prehnita, variscita y apatito.

Dentro del *Mapa Previsor* se deben considerar los apatitos de Cáceres, los apatitos en pegmatitas en la zona de Zamora-Salamanca y Sierra Guadarrama y las esparraguinas de Jumilla.

La mayoría de los yacimientos de los minerales antes citados se encuentran en el Macizo Ibérico, siendo los ambientes genéticos más frecuentes las pegmatitas con fenómenos de greisenización, los aureolas de metamorfismo de contacto en pelitas, los skarns, ciertos filones hidrotermales encajados en granitoides o series pelíticas, las zonas de alteración supergénica de algunos filones y depósitos con mineralizaciones metálicas, y los enclaves duniticos en rocas básicas recientes.

La prospección geológica de las áreas señaladas como preferentes y su estudio mineralógico con fines gemológicos, pueden llevar al descubrimiento de yacimientos explotables de minerales-gema, que aunque no fueran rentables para ese exclusivo objetivo, sí podrían explotarse conjuntamente con otros minerales industriales.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALDAYA, F. (1969): «Los mantos alpujárrides al sur de Sierra Nevada (Zona Bética, provincia de Granada)»: *Acta Geol. Hispánica* 4 (5), 126-130.
2. ALVAREZ, A.; BRIANSO, J. L. y OBRA-DOR, A. (1977): «Itinerario geológico I. Tíbidabo». Ed. Univ. Autónoma de Barcelona (Bellaterra). Impreso patrocinado por el ICE de la U.A. de Barcelona.
3. ALVAREZ PEREZ, A.; CAMPA-VIÑETA, J. A. y MONTORIOL-POUS, J. (1974): «Sobre la presencia de gahnita ferrífera en Bossost (Valle d'Aran, Lérida). *Acta Geol. Hispánica* 9 (3), 11-113.
4. ANONIMO (1962) (Sección de investigaciones mineras): «Estudio de los criaderos de fosfatos de la parte centrooccidental de la provincia de Cáceres». *Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.* 66, 267-290.
5. ARPS C.E.S. (1970): «Zircon in granites, gneisses and metasediments, from western Galicia (NW Spain): preliminary report on investigations of crystal habit and other optical characteristics. *Bol. Geol. y Min.* 81-82-83 (3 y 4), 144-156.
6. ARRIBAS, A. (1962): «Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de Uranio. Burguillos del Cerro (Badajoz)», *Estudios Geol.* 18 (3 y 4), 173-193.
7. ARRIBAS, A. (1962): «Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Las pizarras uraníferas de la provincia de Salamanca. *Estudios Geol.* 18, 155-172.
8. ARRIBAS, A. (1963): «Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: «La Virgen». Andújar (Jaén)». *Estudios Geol.*, 19, 15-31.
9. ARRIBAS, A. (1963): «Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Indicios con davidita de Villanueva del Fresno (Badajoz)». *Estudios Geol.*, 19, 33-51.
10. ARRIBAS, A. (1964): «Mineralogía y metalogía de los yacimientos españoles de uranio: Cardeña (Córdoba)». *Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, 76, 45-78.
11. ARRIBAS, A. (1975): «Caracteres geológicos de los yacimientos españoles de uranio». *Studia Geológica*, 9, 7-63.
12. ARRIBAS, A.; GALAN, E.; MARTIN-POZAS, J. M.; NICOLAU, J. y SALVADOR, P. (1971): «Estudio mineralógico de la variscita de Palazuelo de las Cuevas. *Studia Geológica*, 2, 115-132.
13. BARD, J. P., CAPDEVILA, R., et MATTE Ph. (1970): «Les grands traits stratigraphiques, tectoniques, métamorphiques et plutoniques des Sierras de Gredos et de Guadarrama (Espagne, Centrale)». *C.R. Acad. Sci. Paris*, 270, 2630-2633.
14. BARD, J. P.; CAPDEVILA, R., y MATTE Ph. (1971): «Sobre el tipo del metamorfismo regional progresivo hercínico en el Guadarrama oriental (Sistema Central Español)». *Acta Geol. Hispánica*, 6, 46, 48.
15. BARDET, M. G. (1973): «Geologie du diamant. 1.^{er} partie-Généralités». Ed. B.R.G.M. 235 pp.
17. BARDET, M. G. (1977): «Géologie du diamant —3.^e partie» *Gisements d'Amérique du Sud et U.R.S.S.*». Ed. B.R.G.M., 169 pp.
18. BELLIDO, F. (1978): «Estudio petrológico y geoquímico del plutón granítico de la Cabrera (Madrid)». Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
19. BOSCH FIGUEROA, J. M., y MONES ROBERDEAU, L. (1978): «Diamantes, génesi, talla, clasificación y síntesis. Ed. ENTASA Publicaciones Técnicas Madrid.
20. BUXANT, P. (1976): «Etude géologique de la region de Barruecopardo et de ses minéralisations de tungstène (province de Salamanca)». *Bol. Geol. y Min.* 87, 119-143.
21. BRAVO, T. (1964): «Estudio geológico y petrográfico de la isla de la Gomera II. Petrología y quimismo de las rocas volcánicas. *Estudios Geol.* 20 (1 y 2), 23-56.
22. CALDERON, S. (1910): «Los minerales de España». Editado por la Junta para la ampliación de estudios e investigaciones mineras. Madrid, 2 vols.
23. CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A. (1926): «Los yacimientos de los metales poco frecuentes en la provincia de Córdoba y en otros lugares comparables a ella geológicamente», XVI^o Congrès Geologique. Madrid, pp. 1.317-1.337.
24. CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A. (1941): «Nota sobre yacimientos de radio

- y berilio de Córdoba». Anales de la Asociación Española para el progreso de las Ciencias. Año VI, sección 4.ª, Naturales, 52-60.
25. CASQUET MARTIN, C. (1980): «Fenómenos de endomorfismo, metamorfismo y metasomatismo en los mármoles de Rivera de Cala (Sierra Morena)». Tesis Doctoral, Universidad Complutense. Madrid, 295 pp.
 26. CASQUET C., y VELASCO, F. (1978): «Contribución a la geología de los "skarns" cálcicos en torno a Santa Olalla de Cala (Huelva-Badajoz)». Estudios Geol., 34, 399-405.
 27. CASTRO BAREA, P. (1918): «Minerales de Andalucía. Especies y localidades no citadas, existentes en el museo de Historia Natural de la Universidad de Sevilla». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 18, 314-319.
 28. CASTROVIEJO, R. (1975): «Estudio geológico y metalogénico de la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W (II-Petrografía)». Bol. Geol. y Min. 86-87, 142-166.
 29. CASTROVIEJO, R. (1975): «Estudio petrográfico y metalogénico de la mina Mercedes II (W-Sn-Mo) en la sierra de Jurés (Lovios, Orense)». Tecniterrae, 3, 17-30.
 30. CHAVES, R. (1895): «Contribuciones al estudio de los minerales de Maro». Anales de la R. Soc. Española Hist. Nat. 24, Mem 29, pp. 209.
 31. CHAVES, F. (1903): «Nota sobre algunos minerales de nuevas localidades de Andalucía». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 3, 251-253.
 32. CLOSAS MIRALLES, J. (1948): «Reconocimiento de una espinela cincífera: las blendas del Valle de Arán». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 47, 227-230.
 33. COTELO NEIVA, J. M. (1944): «Jazigos portugueses de cassiterite e de volframite». Comunicações dos serviços geológicos de Portugal. Tomo 25, pp. 160. Direcção Geral De Minas e Serviços Geológicos.
 34. COTTARD, F. (1979): «Pétrologie structurale et métallogénie du complexe granitique de Lovios-Gères. Le modèle de mise en place de la mine de Las Sombras (Sn-W-Mo-Bi) (Sud-Galice, Espagne). These 3eme. cycle. U. Nancy I.
 35. COY-ILL, R., GUNN, B. M.; TRAVERIA CROSS, A. (1974): «Geochemistry of Catalanian Volcanics, Spain». Acta Geol. Hispanica 9, (4), 127-132.
 36. DENAEYER, M. E. (1970): «Tectónica y diferenciación estructural de los granitos y gneises de la ría Arosa (Pontevedra, Galicia)». Bol. Geol. y Min. 81-82-83, 164-168.
 37. DIAZ TOSAOS, F. (1927): «Excursión a Logrosán y Cáceres, 27 de Febreros a 2 de Marzo». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 27, 163-164.
 38. DOETSCH, J., y colaboradores (1973): «Estado actual de la investigación de criaderos del Suroeste de España». Bol. Geol. y Min. 84, 105-129.
 39. FENOLL HACH-ALI, P. y MARTIN-VIVALDI, J. L. (1970): «Estudio cristalográfico de granates de facies metamórficas de Sierra Nevada». Bol. Geol. y Min. 81 (6), 614-619.
 40. FERNANDEZ NAVARRO, L. (1900): «Algunas localidades de minerales nuevas o poco conocidas». Anales de la R. Soc. Española Hist. Nat. Serie II, tomo 9.º (19). Actas 100-102.
 41. FERNANDEZ NAVARRO, L. (1920): «Berilos de Pontevedra». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 20, 63-67.
 42. FERNANDEZ SECADES, M. L. (1975): «Petrología y geoquímica de las manifestaciones efusivas de la región de Cabo de Peñas (N. de Asturias)». Breviora Geológica Astúrica 1, 9-16.
 43. FRAGA, E. y TORREJON (1929): «Notas sobre mineralogía asturiana». Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. 29, 181-188.
 44. FUSTER, J. M. (1975): «Las Islas Canarias: un ejemplo de evolución espacial y temporal del vulcanismo oceánico». Estudios Geol., 31, 439-463.
 45. FUSTER, J. M.; CENDREDO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E., Y LOPEZ RUIZ, J. (1968): «Geología y volcanología de las Islas Canarias. Fuerteventura». Publicaciones Monográficas del Instituto «Lucas Mellada», C.S.I.C. Madrid.
 46. FUSTER, J. M., y GARCIA CACHO, L. (1970): «Sobre el metamorfismo regional progresivo en el Guadarrama Oriental (Sistema Central Español). Estudios Geol., 26, 317-321.
 47. FUSTER, J. M., y GARCIA CACHO, L. (1971): «Discusión sobre el metamorfismo regional del Guadarrama oriental (Sistema Central Español). Acta Geol. Hispánica, 6 (5), 123-130.
 48. FUSTER, J. M.; GASTESI, P.; SAGREDO, J.; y FERMOSE, M. L. (1967): «Las rocas lamproíticas del SE de España». Estudios Geol. 23, 35-69.
 49. FUSTER, J. M.; IBARROLA, E.; y LOPEZ RUIZ, J. (1966): «Estudios vulcanológico y petrológico de las isletas de Lanzarote (Islas Canarias)». Estudios Geol. 22, 185-200.
 50. GALAN HUERTOS, E., y MIRETE, S. (1979): «Introducción a los minerales de España». I.G.M.E. Madrid, 420 pp.
 51. GARCIA ANQUELA, J. A. (1979): «Estudio petrológico de las rocas ígneas de la zona de Camarena-Javalambre (Teruel)». Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Zaragoza.
 52. GARCIA CERVIGON A.; RODRIGUEZ

- GALLEGO, M. y PEREZ DEL VILLAR L. (1976): «Estudio de una prehnita de origen hidrotermal en Caravaca (Murcia)». *Estudios Geol.* 32, 199-204.
53. GARCIA DE FIGUEROLA, L. C., y FRANCO, P. (1975): «Las formaciones infraordovicicas y el borde de las granodioritas al E. de Guijuelo (Salamanca)». *Estudios Geol.* 31, (5 y 6), 487-500.
54. GARCIA GUINEA, J. (1980): «Les beryls espagnols d'un interet gemmologique». *Revue du Association Française de Gemmologie*, 66, 1.
55. GARCIA GUINEA, J.; LISO RUBIO, GALAN HUERTOS, M. J. y E. (1978): «Estudio de los topacios de Valle de la Serena». *Estudios Geol.*, 34, 139-142.
56. GARCIA GUINEA, J.; BELLIDO MULAS, F., y GALAN HUERTOS, E. (1982): «La prehnita de la Cabrera (Madrid) características, génesis, e interés gemológico». *Bol. Soc. Esp. Mineralogía* 5, 29-41.
57. GASTESI, P. (1967): «Nota sobre unas rocas granudas básicas encontradas en Tenerife (Islas Canarias)». *Estudios Geol.*, 23, (1 y 2), 81-84.
58. GUMIEL P., y PINEDA, A. (1981): «Estudio del yacimiento de scheelita de la Parrilla (Cáceres-Badajoz)». *Tecniterrae*, 39, 16-38.
59. HERRANZ P.; DE SAN JOSE, M.; y VILLAS, L. (1977): «Ensayo de correlación del Precámbrico entre los montes de Toledo occidentales y al Valle del Mantachel». *Estudios Geol.*, 33, 327-342.
60. IBARROLA, E., y LOPEZ RUIZ, J. (1967): «Estudio petrográfico y químico de las erupciones recientes (Serie IV) de Lanzarote (Islas Canarias)». *Estudios Geol.* 23,, 203-213.
61. IGLESIA PEREZ, J. E., y MARTIN-VIVALDI, J. L. (1970): «Estudio cristalográfico de los granates del "Hoyazo", Níjar (Almería)». *Bol. Geol. y Min.* 81 (4), 394-399.
62. IGME (1972): «Mapa Metalogenético de España». E. 1:1.500.000 F₂Ca y Mn, Dpto. de Publicaciones del Inst. Geol. y Min. de España.
63. JULLIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIBERO, A., y CONDE, L. (1974) «Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares» IGME. Serv. Publ. Min. Industria. Madrid.
64. KNOP (1885): «Berichte über die 22 versammlung des oberrhein». *Geol Vereins*, 15.
65. LA CROIX, A. (1910): «Mineralogie de la France et de ses colonies» (4.º tomo), Ed. Beranger. París.
66. LANDEWIJK J.E.J.M. Van (1960): «Some descriptive remarks about the petrography and structure of the Panticosa massif (Spanish Pyrenees)». *Estudios Geol.* 16, 25-33.
67. LEGUEY JIMENEZ; CASAS SAINZ DE AJA, J.; MEDINA NUÑEZ, J. A.; y HOYOS GUERRERO, M. A. (1976): Estudio mineralógico de las calizas cristalinas del Puerto de Somosierra (Segovia)». *Bol. Geol. y Min.* 87 (5), 528-537.
68. LENZEN G. (1976): «El diamante». Ed ENTASA Publicaciones técnicas. Madrid. 191 pp.
69. MABESOONE, J. M. (1961): «La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero, provincia de Palencia». *Estudios Geol.* 17, 101-130.
70. MABESOONE J. M. (1963): «Le sediments pre-quaternaires et Villafranchiens du bassin fluvial de la Guadalete (prov. de Cádiz)». *Estudios Geol.* 19, 143-159.
71. MALLADA, L. (1895): «Rocas hipogénicas y sistema estratocristalino». *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo I.*
72. MARQUEZ TRIGUERO, E. (1966): «Contribución al estudio metalogénico de «Los Pedroches» (Córdoba)» *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp.* 82, 9-26.
73. MARTIN CARDOSO, G. (1931): «Espodumena o trifana en Galicia». *Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat.* 31, 475-477.
74. MARTINEZ STRONG, P., PEREZ MATEOS, J., y GARCIA BAYON, P. (1948): *Cuadernos de mineralogía descriptiva. Tomo III. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.*
75. MESEGUER PARDO, J. (1949): El berilo, su importancia, mineralogía y metalogénia». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp.* 19, 129-155.
76. MESEGUER PARDO, J. (1950): «El manganeso en la provincia de Huelva». *Not. Com. Inst. Geol. y Min. Esp.* 20, 3-30.
77. NAVAS P. (1908): «Sobre una malaquita de Alborón, Huesca». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Actas)* 8, 101.
78. NAVIDAD, M. (1975): «Caracterización petrológica de los gneises glandulares del macizo de Hiendelaencina (Guadarrama Oriental)». *Estudios Geol.* 31, 343-350.
79. ORDOÑEZ, S. (1974): Estudio petrológico del centro sur de la provincia de Salamanca». *Estudios Geol.*, 30, 549-567.
80. ORLOV (1977): «The mineralogy of the diamond». John Wiley and Sons. New York.
81. OROZCO, M. y PASCUAL, M. (1975): «Presencia de cuarcitas con distena en el precámbrico de Sierra Morena (España)». *Cuadernos Geol.* 6, 5-13.
82. ORUETA, D. (1917): «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda», *Memorias del Inst. Geol. y Min. de Esp.* 571 pp.
83. PARGA PONDAL, I., y LOPEZ DE AZCONA, J. M. (1965): «Sobre la existencia de elementos escasos en los granitos de Galicia». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp.* 78, 221-236.

84. PARGA PONDAL I., y MARTIN CARDOSO, G. (1952): «Estudio de la diáspora con corindón y andalucita de Goyán (provincia de Pontevedra)». Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 25, 153-189.
85. PASTOR MENDIVIL, M., y DOESTSCH, J. (1956): «Manganesos y hierros de la provincia de Badajoz». Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 43, 33-134.
86. PEINADO MORENO, M. (1970): «Carácter del metamorfismo en el macizo metamórfico de El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)». Estudios Geol. 26, 323-326.
87. PELLICER, M. J. (1977): «Estudio volcanológico de la isla de Hierro (Islas Canarias)». Estudios Geol. 33, 181-197.
88. PELLITERO, E. (1980): «Caracteres petrogenéticos y metalogenéticos de los yacimientos de wolframio de la provincia de Salamanca». Tesis Doctoral Universidad de Salamanca.
89. PEREZ MATEOS, J. (1944): «El color en la turmalina». Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 13, 219-291.
90. PEREZ MATEOS, J. (1958): «Las scheelitas españolas». Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 50, 333-349.
91. QUIROGA, F. (1890): «Nota sobre el berilo de Peguerinos, Avila». Anales de la R. Soc. Española Hist. Nat., 19, pp. 11.
92. RODRIGUEZ GALLEGU, M., y GARCIA CERVIGON, A. (1970): «Estudio cristalográfico y mineralógico de la esparraguina de Jumilla Murcia». Cuadernos Geol., 1, 27-30.
93. RUIZ GARCIA, C. (1976): «Génesis de los depósitos de hierro del suroeste de la provincia de Badajoz: Mina Monchi, Burguillos del Cerro, Badajoz», Bol. Geol. y Min. 87, (1) 15-31.
94. RUBIO SANDOVAL, E. (1927): «La zona diamantífera de Carratraca». Bol. Geol. y Min. 49, 247-265.
95. SAGREDO RUIZ, J. (1969): «Origen de las inclusiones de dunitas y otras rocas ultramáficas en las rocas volcánicas de Lanzarote y Fuerteventura». Estudios Geol., 25, (3-4), 189-235.
96. SAGREDO RUIZ, J. (1972): «Enclaves peridotíticos encontrados en los afloramientos basálticos al NW de Cartagena (provincia de Murcia)». Estudios Geol., 28, (2-3), 119-135.
97. CORDOBA BRAVO, F., de Sales (1980): «Presencia de fosfocalcita en el yacimiento cuprífero de la corta Santa Bárbara de minas Herrerías (Huelva)». Boletín Informativo, Junio Soc. Esp. Mineralogía. Nota informativa, 4-5.
98. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1936): «Estudio de las rocas eruptivas de España». Mem. de la Real Acad. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 660 pp.
99. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1946): «Las rocas eruptivas y metamórficas del núcleo anticlinal paleozoico-mesozoico Fuentesnebro Honrubia». Estudios Geol., 4, 75-92.
100. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M., y GARCIA DE FIGUEROLA, L. C. (1954): «La adularia del Alberche». Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat. 52, 75-81.
101. SANCHEZ CELA, V. (1968): «Estudio petrológico de las sucesiones volcánicas del sector central de la formación del Cabo de Gata (Almería). Estudios Geol. 25, 1-38.
102. SANTOS GARCIA, J. A., y MEDINA FERNANDEZ, E. (1978): «Emplazamiento geológico y características de los filones mineralizados en amblygonita-casiterita de Valdeflores (Cáceres)». Tecniterrae, 21, 32-38.
103. SOPEÑA, A.; FEYS, R.; RAMOS, A. y VIRGILI, C. (1977a): «Estheria Tenella en el Pérmico de Palmaces de Jadraque (prov. de Guadalajara)». Cuadernos de Geología Ibérica, 4, 135-144.
104. SOPEÑA, A.; VIRGILI, C.; HERNANDO, S. y RAMOS, A. (1977b): «Permico continental en España». Cuadernos de Geología Ibérica, 4, 11-34.
105. SOS BAYNAT, V. (1959): «El topacio de Mérida». Revista Mérida. Septiembre. Mérida.
106. SOS BAYNAT, V. (1962): «Mineralogía de Extremadura (estudio sobre especies yacimientos y génesis)». Bol. Geol. y Min. 73, 1-191.
107. SOS BAYNAT, V. (1964): «Geología de las inmediaciones de Mérida (Badajoz)». Bol. Geol. y Min., 75, 211-311.
108. SUAREZ, O. (1971): «Estudio petrológico del plutón del Boal (Asturias, NW de España). Stvdia Geológica, 2, 93-113.
109. SUAREZ, O. (1974): «Estudio petrológico y geoquímico del granito de Ancares (Asturias-Lugo, España)». Estudios Geol., 30, 167-178.
110. SUAREZ, O. (1976): «Petrogénesis del granito de Campos del Agua (Zona Astur-occidental-Leonesa, España)». Estudios Geol. 32 (4), 425-434.
111. SUAREZ, O., y SUAREZ, V. (1970): «Sobre las rocas plutónicas de la zona de Tapia de Casariego, Asturias, España». Bol. Geol. y Min., 81, (2 y 3), 157-163.
112. SUAREZ LAGO (1982): «Sobre la existencia de rodonita y rodocrosita en Galicia». Comunicación oral. IV Reunión de Xeoloxía e Minería del NO Peninsular. Laboratorio Xeoloxico de Laxe Sada. Coruña.
113. TOLANSKY, S. (1955): «The microstructures of diamond surfaces». Ed. N.A.G. Press Ltd. London.
114. TRIGUEROS, E., y NAVARRO, A. (1961): «Explicación de la hoja n.º 869 Jumilla

- (Murcia-Albacete)». Mapa Geológico de España. 1:50.000 (IGME).
115. UGIDOS MEANA, J. M. (1973): «Los granitos aplíticos de nódulos en el área de Béjar-Barco de Avila (Salamanca-Avila)». *Studia Geológica*, 6, 85-93.
 116. UGIDOS MEANA, J. M. (1974): «Granitos de dos micas y moscovíticos en la región de Barco de Avila-Plasencia y áreas adyacentes (Avila-Cáceres)». *Studia Geológica*, 7, 63-86.
 117. VAQUER NAVARRO, R. (1973): «El metamorfismo y las rocas plutónicas y filonianas de la sierra de Collcerola (Tibidabo), Barcelona» Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
 118. VAQUER NAVARRO, R. (1979): «Comunicación oral sobre idocrasas del Tibidabo. Jornadas científicas sobre Cerámica y Vidrio. Barcelona 11-13 junio.
 119. VAZQUEZ GUZMAN, F. (1968): Contribución al estudio de los yacimientos de hierro del Suroeste de España I y II». *Bol. Geol. y Min.*, 89 (4 y 5), 358-379.
 120. VAZQUEZ GUZMAN, F. (1978): «Depósitos minerales de España». *Temas Geológico. Mineros (tema II)*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
 121. VINDEL CATENA, E. (1976): «Estudio del yacimiento de scheelita de Barruecopardo (Salamanca)». Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid.
 122. WEPPE, M., y JACQUIN, J. P. (1967): «Estudio preliminar del yacimiento de plomo de Coto Laisquez, Sierra Alhamilla (Almería)». *Bol. Geol. y Min.*, 103-104, 18-32.

INDICE

Prólogo.....	1
1. Introducción.....	2
2. Minerales de interés gemológico en España.....	3
3. Metodología de estudio.....	4
4. Localización geográfica y geológica de los indicios.....	5
5. Indicios de posible interés gemológico.....	6
6. Descripción y estudio de los indicios y áreas más importantes.....	13
6.1. Generalidades.....	13
6.2. Olivino.....	13
6.3. Andalucita.....	16
6.4. Distena.....	17
6.5. Topacio.....	18
6.6. Granate.....	22
6.7. Zircon.....	25
6.8. Idocrasa.....	25
6.9. Epidota.....	27
6.10. Turmalina.....	28
6.11. Berilo.....	29
6.12. Espodumena.....	35
6.13. Rodonita.....	36
6.14. Cuarzo.....	36
6.15. Feldespatos.....	40
6.16. Prehnita.....	42
6.17. Diamante.....	43
6.18. Espinela.....	44
6.19. Corindon.....	44
6.20. Fluorita.....	46
6.21. Rodocrosita.....	47
6.22. Malaquita y azurita.....	47
6.23. Scheelita.....	49
6.24. Variscita.....	50
6.25. Turquesa.....	52
6.26. Pseudomalaquita.....	53
6.27. Apatito.....	54
6.28. Otros minerales españoles de interés gemológico.....	55
7. Situación actual de la minería de gemas en España. Previsiones y posibilidades para el futuro.....	56
8. Conclusiones.....	60
9. Bibliografía.....	61