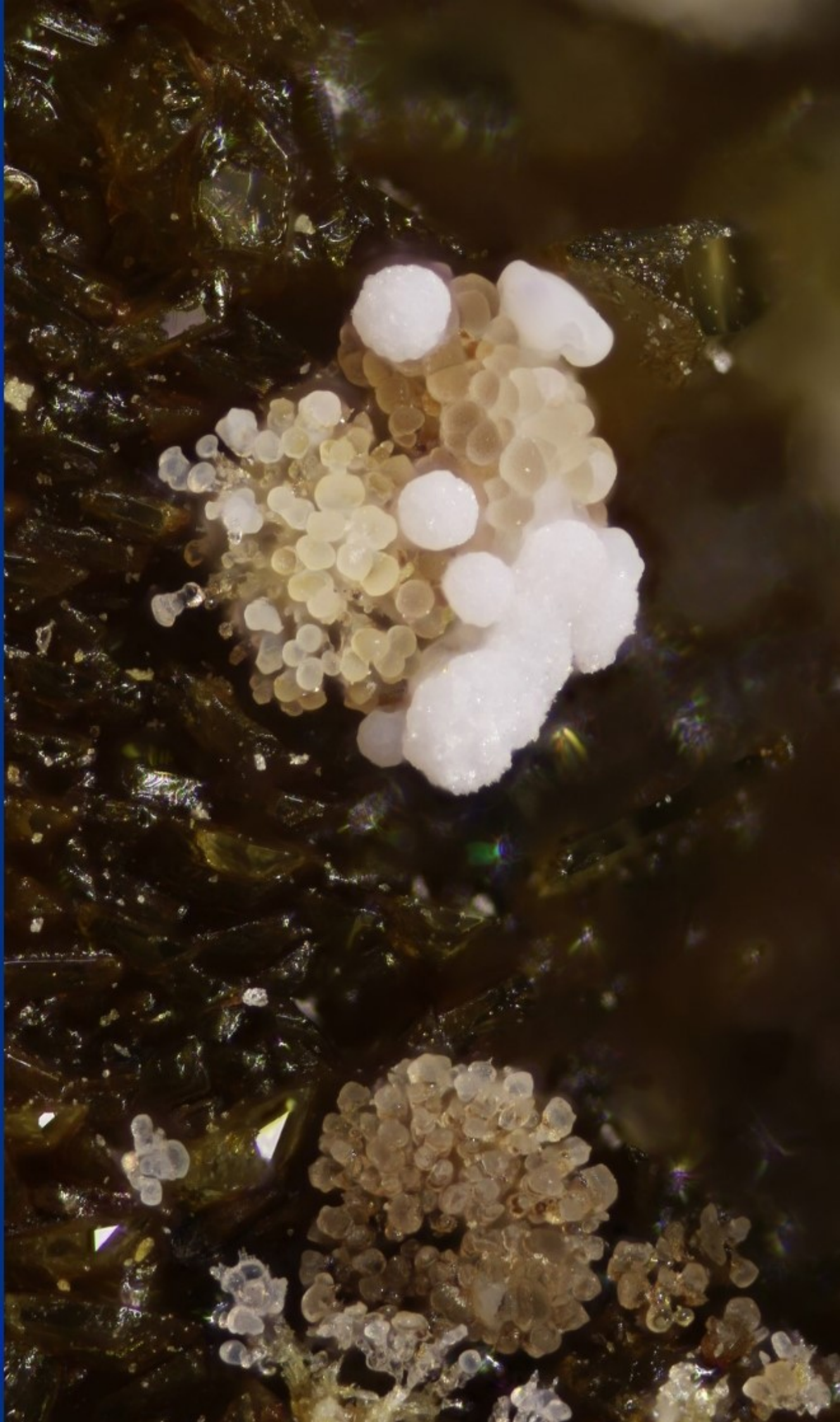




Grup
Mineralògic
Català

2/2021

INFEOMINER
80



Sumari

Fires i activitats del GMC

Sortida geològica a Gualba, 12 de juny de 2021: Pedreres de l'Àngel (meca) i pedreres de Can Viader (Virgen de los Dolores).....	3
Jorgina Jordà	
Ressenya de Mineralexpo Barcelona-Sants 2021	6
Jorgina Jordà	
Ressenya de MinerGualba 2021	10
Jorgina Jordà	
Ressenya de la sortida a Santa Creu d'Olorda (23/10/2021)	15
Prudenci Gatell	
Expo-venda de minerals, fòssils i bijuteria a Saleilles (6 i 7 de novembre de 2021)	20
Jordi Escuer	
Sortida a les mines de Can Montsant	23
Prudenci Gatell	

Les anàlisis del GMC

Quantificació de la fluorescència dels minerals	28
Adolf Cortel	
Granats del Costabona: andradita i grossulària	33
Joan Rosell Riba, Jordi Ibáñez Insa, M. Soledad Àlvarez Pousa	
Identificació de sulfosals de bismut a la galeria 'Tacho' de la mina "Atrevida" de Vimbodí, Conca de Barberà (Tarragona)	41
Pedro Minguez	
Metazeunerita-kahlerita de la mina "Atrevida", Vimbodí i Poblet, Conca de Barberà, Catalunya	49
Joan Rosell	

Geologia i recorreguts geològics/mineralògics

Zeolites del volcà de la Crosa de Sant Dalmai.	53
Joan Rosell	
Les sulfosals de la mina Van Silver, Colúmbia Britànica, Canadà.	62
Paulí Gispert	
Spangolita de la mina "El Feliz", Cuevas de Almanzora, Almeria: Una identificación inusual	72
José F. Castro, Adolf Cortel, Mario López, Josep A. Soldevilla	

Miscelània

Frases fetes catalanes amb regust mineralògic	76
Jordi Escuer	

Portada: Hidroxilapatita i anapaïta. Torrent de Vilella, Pla de Pi, Bellver de Cerdanya, Lleida.

Foto: Màrius Asensi. Col.: Jorgina Jordà. Font: Fons Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya- Fons GMC

Sortida geològica a Gualba, 12 de juny de 2021: Pedreres de l'Àngel (meca) i pedreres de Can Viader (Virgen de los Dolores)

Jorgina Jordà

Dissabte 12 de juny, després de molts mesos sense activitat a causa de la pandèmia, vam poder fer la primera sortida geològica del Grup Mineralògic Català. Va ser a la zona de Gualba (Vallès Oriental). Hi havia moltes ganes de sortir al camp i això es va notar des del començament. Tothom va arribar molt puntual i amb cara d'alegria per poder retrobar als companys. Per a la majoria era la primera vegada que ens veiem des de feia força mesos i, tot i que va ser una sortida una mica atípica per totes les mesures preventives que vam haver de seguir, l'excursió va començar sense cap problema i amb molta empenta.

Seguint les recomanacions del PROCICAT i de la Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya, es van portar a terme els protocols amb les mesures preventives davant de l'epidèmia de la Covid-19 per anar recuperant a poc a poc les activitats socials. Cada participant va omplir un full d'autoresponsabilitat i es va controlar l'ús de mascareta i la distància de seguretat durant tota l'activitat.

Primer de tot es va visitar la Pedrera "Meca" (pedreres de l'Àngel), on en Frederic Varela, molt ben preparat, ens va fer una introducció a la història de les pedreres, les concessions mineres i la geologia del dipòsit, posant l'accent en el perquè de la gran quantitat d'espècies minerals que s'hi poden trobar.



Pedreres de l'Àngel. Fotos: Joan Rosell.



Diòpsid amb calcita. Foto: Prudenci Gatell.

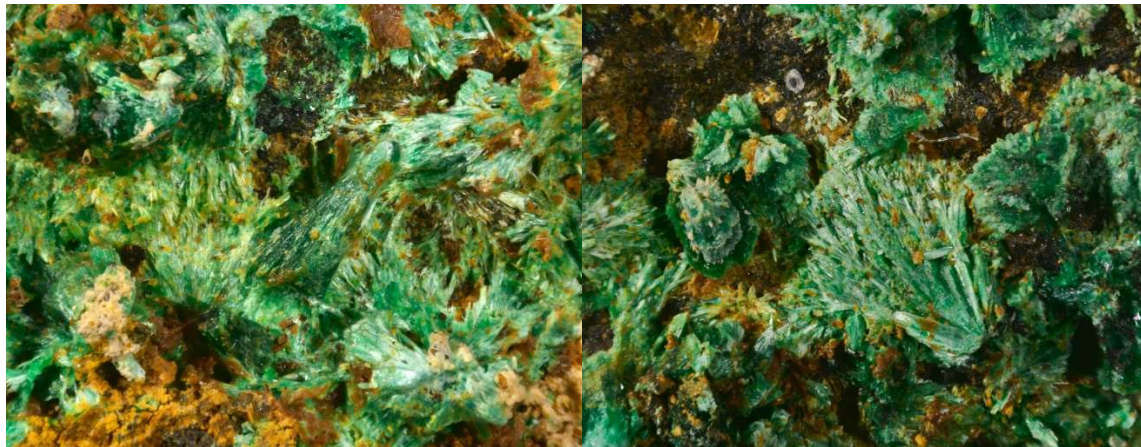


Atenent a les explicacions d'en Frederic Varela. Foto: Agustí Asensi.

Atenent a les explicacions d'en Frederic Varela. Foto: Agustí Asensi.

En Frederic, a més d'aquesta interessant explicació, portava diferents mostres del que abans es trobava, per a que ho sabéssim reconèixer i també per a obsequiar els companys que volguessin una mostra per a la seva col·lecció.

La propera parada va ser a la Pedrera "Virgen de los Dolores" (pedreres de Can Viader), on esperàvem recollir serpentina, 4ol·lastonita, pirrotita i pirita, entre d'altres. Tanmateix, en aquesta ocasió les troballes van ser més minses i només vam localitzar algunes mostres de serpentina, pirita i unes curioses malaquites, molt petites, però ben cristal·litzades.



Pedrera "Virgen de los Dolores". Fotos: Agustí Asensi.

La darrera parada va ser a les boques de mina de la concessió "Virgen de los Dolores" per tal de que ens féssim una idea de la grandària que tenien aquestes explotacions i imaginéssim com treien el marbre, material objecte de l'explotació, fent servir tècniques de mineria subterrània que feien més sostenible l'extracció en una zona protegida com és el Parc Natural del Montseny.



Pedrera "Virgen de los Dolores" Fotos: Agustí Asensi.



Boques de mina de la concessió "Virgen de los Dolores" Fotos: Agustí Asensi.

Quan la calor ja començava a imposar-se i amb la sortida acabada, alguns companys van voler aprofitar per a fer canvis i regals d'alguns minerals que feia molts dies que guardaven, esperant una bona ocasió com aquesta.

Després, crec que amb tothom content, encara va haver-hi temps per anar a fer un refrigeri on tothom va comentar, però en especial els socis nouvinguts, que havia estat una sortida molt completa gràcies, especialment, a la col·laboració d'en Frederic Varela i alguns socis veterans, bons coneixedors de la zona i dels minerals que es podien trobar.

Gràcies a tothom per fer possible aquesta primera sortida!

Ressenya de Mineralexpo Barcelona-Sants 2021

Jorgina Jordà

Després d'un any i mig llarg, hem pogut tornar a gaudir de la fira de minerals MINERALEXPO Barcelona-Sants 2021.

En primer terme, cal agrair el gran esforç de l'entitat organitzadora, el Grup Mineralògic Català, per vetllar que l'esdeveniment es realitzés de forma segura, complint i respectant totes les mesures sanitàries per a la prevenció de la COVID-19.



Amb moltes ganes, hem començat el nostre recorregut per la fira, saludant companys i amics que feia temps que no havíem pogut veure.

Cal destacar que la modificació de dates a causa de la pandèmia ha provocat alguns canvis en l'assistència dels expositors i ha fet que, per exemple, hi hagués una major representació de minerals del nord de la península, alguns d'ells procedents de localitats poc conegudes com ara les mines "La Cuerre", "Malaespera" o "Mintexu", totes elles a Biscaia.

No van faltar boniques fluorites asturianes de moltes localitzacions: la mina "Moscona", La Collada, Berbes... També piromorfites de Vegadeo (Astúries) o de la clàssica localitat d'El Horcajo (Ciudad Real), dolomites d'Eugui (Navarra), guix varietat alabastre de la Cañada del Fenollar (Alacant) i un gran assortit de material de La Unión (Múrcia): barita, calcita, smithsonita, guix, goethita, en especial guix pseudomòrfic d'aragonita, barita amb conicalcita i guix d'Almendricos, a Lorca.

Més clàssics, com ara aragonita de Minglanilla i Enguítanos (Conca), coure de Las Herrerías (Huelva), pirita de Navajún (La Rioja), scheelita de la mina de La Parrilla (Badajoz), cinabri d'Almadén (Ciudad Real) o bons exemplars d'epinel·la procedents de Màlaga.

També bons exemplars d'arreu del món. De Colòmbia, bonics quarsos amb inclusions d'halloysita de la zona de Boyacá o mostres de pirita maclada en "creu de ferro" de la mina Cundinamarca. També fluorita, d'un intens color verd, provinent de Madagascar. Quars varietat ametista de Las Vigas (Veracruz, Mèxic), diversos minerals de Papachacra (Catamarca, Argentina) i molta varietat de minerals de la Xina, el Brasil o el Marroc, com ara atzurita, malaquita, wulfenita, anglesita, vanadinita, barita, argent o coure.



Pel que fa a les novetats, m'agradaria destacar les mostres de rodocrosita de la mina Austria Duvaz (Morococha, Perú), uns bonics exemplars de calcocita amb cristalls de gran mida de la mina M'Passa (Mindouli, República del Congo), així com mostres d'elbaïta de la mina de Rubaya, a la República Democràtica del Congo. A nivell peninsular destacaven unes boniques roses de calcita pseudomòrfica de guix de Rivas-Vaciamadrid (Comunitat de Madrid). Entre els minerals del Marroc també hi havia novetats, com ara unes mostres amb una bona paragènesi formada per galena, cerussita, plumbogummita, quars i wulfenita de Sidi Ayad; i de la mateixa localitat, malaquites amb calcita i cerussita. També del Marroc, or amb quars i pirita d'Aouint Ighoman o mostres d'atzurita amb malaquita de la zona de Tazalarht.



Elbaïta. Mina de Rubaya, República Democràtica del Congo

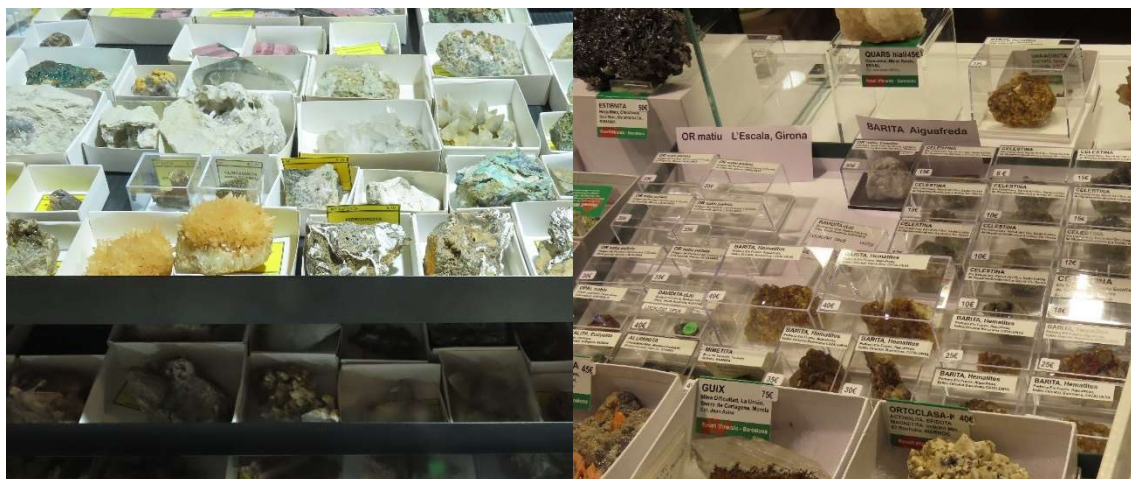


Or amb quars i pirita. Aouint Ighoman, Marroc.



*Galena, cerussita, plumbogummita, quars i wulfenita.
Sidi Ayad, Marroc.*

Per als amants dels minerals catalans hi havia molt on triar. Algunes mostres de localitats menys conegudes o poc vistes a les fires com ara barita de Collformic, dickita verda de Sant Hilari Sacalm, calcita de Montrodon, diòpsid del Pont de Suert, hidrozoicita, auricalcita i hemimorfita de Casós (Alta Ribagorça), willemita de Sant Fost de Campsentelles (molt ben documentada i estudiada a l'últim número de la revista *Mineralogistes de Catalunya*) i per últim una bonica curiositat: palletes d'or trobades a la sorra de la platja de l'Escala.



Destacar també un bon assortit de minerals poc coneguts, només aptes per als qui volen tenir la màxima representació d'espècies a la seva col·lecció, com ara cromo-alumino-povondraïta de Nova York (USA) i també les mostres de localitats tipus com kusachiïta d'Okayama (Japó) o exemplars de tulameenita de la Columbia Britànica (Canadà).



Com en les darreres fires, es van poder veure minerals d'antigues col·leccions, cosa que fa gaudir de mostres excepcionals per la seva qualitat, mida i dificultat de trobar en l'actualitat. En aquesta ocasió, entre d'altres, hi havia exemplars procedents de la col·lecció de José Luis Otero, molt ben documentada, ja que els minerals que estaven a la venda es poden consultar per internet en un web on s'expliquen anècdotes i curiositats d'ells.



Els aficionats als fòssils van estar d'enhonor. Hi va haver més expositors que en d'altres edicions i això va fer augmentar la bona representació de mostres, algunes molt espectaculars: ammonites, crustacis, decàpodes molt ben preparats, equinoideus, peixos, mol·luscs...

Només queda donar les gràcies a tots els que m'han comentat i explicat les característiques dels minerals més destacats i ens han permès fotografiar-los. També agrair, un cop més, als companys del Grup Mineralògic Català per encarregar-se d'organitzar aquesta meravellosa fira, tot i les dificultats provocades per la pandèmia.

Ressenya de MinerGualba 2021

Jorgina Jordà

El passat dissabte 16 d'octubre es va poder celebrar de nou la tercera edició de la fira d'intercanvi i venda de minerals MINERGUALBA. Això, sí; enguany va haver-hi canvi d'ubicació i l'indret escollit va ser la Pista Poliesportiva 1 d'Octubre, un espai molt ampli que va permetre respectar les distàncies de seguretat i aplicar rigorosament les normes bàsiques de prevenció de la Covid-19.

En aquest sentit, el canvi va ser tot un encert perquè la fira va ser un gran èxit d'assistència i en tot moment es va poder gaudir dels expositors sense patir aglomeracions.



S'hi va poder veure una gran varietat de minerals. Començaré per destacar les mostres de localitats properes, com ara quarsos varietat ametista i microclines de la pedrera Massabé (Sils); exemplars d'anapaïta de Bellver de Cerdanya; barita i òpal de Caldes de Malavella; celestina i calcita dels Esbornacs (La Guixa, Osona); celestina de Torallola (Pallars Jussà); prehnita de Gerri de la Sal, magnesita del Pont de Suert o hidrozoïnca, auricalcita i hemimorfita de Casós (Alta Ribagorça). També exemplars clàssics, com ara fluorita de la pedrera Berta (Sant Cugat del Vallès) i Sant Marçal (Viladrau), material de la zona del Priorat com ara galena i cerussita; i molts fosfats del Turó de Montcada, de la Mina Elvira (Bruguers, Gavà) o de Santa Creu d'Olorda com ara al-lofana, variscita, evansita, fluorapatita, montgomeryita, etc.

De la resta de la península, es va veure material de la zona minera de La Unión-Cartagena; també material d'Aragó, entre el que cal destacar mostres de pirita i sofre de la Cañada de Verich; de la zona centre,

aragonita de Molina de Aragón i Minglanilla; pirita de Valdemorillo, cinabri d'Almadén i, com no, fluorita, barita, calcita... del Principat d'Astúries.



Fosfats del "Turó de Montcada", Montcada i Reixach, Barcelona.



Pirites de la Canyada de Beric, Terol.

Mencionar la gran representació de minerals d'altres països, com ara el Marroc amb malaquita, wulfenita, calcita, vanadinita, barita i coure; Vietnam, amb espinel·la i robí; Sri Lanka, amb zircó; i la Xina o el Brasil.



12

Örebro, Suècia; alfredopetrovita de la mina El Dragón (Potosí, Bolívia); bismut natiu de Schneeberg (Saxònia, Alemanya); cromoaluminopovondraïta de Nova York (EUA) i un llarg etcètera.



Amazonita fluorescent de la mina "Nygruvan", Örebro, Suècia entre altres espècies.

Alfredopetrovita de la mina "El Dragón", Potosí, Bolívia entre altres espècies.

També remarcar algunes curiositats, com ara bauxita de Cubells (La Noguera), mostres de guix recollits l'any 1971 a la Pedrera Tomàs (Òdena), un exemplar de vesuvianita d'Hortsavinyà de molt bona mida o unes boniques mostres d'or natiu procedents de Laurieras (Aquitània, França) i Hornitos (Mariposa Co., Califòrnia, EUA)



Guixos de la pedrera "Tomàs", Òdena, Barcelona i de Fuentes de Ebro, Zaragoza.

Or natiu de la mina "Laurieras", Aquitània, França entre altres espècies.

Es va comptar també amb els tallers d'iniciació a la mineralogia organitzats per membres del Grup Mineralògic Català i dirigits als visitants, especialment als més petits. Com en les darreres edicions, es va poder fer donació d'alguns minerals per al Museu de Minerals de Gualba, amb l'objectiu de que a poc a poc es converteixi en un referent de la mineralogia catalana.

Només queda donar les gràcies a tots els organitzadors i participants de MINERGUALBA, en especial a l'Ajuntament de Gualba i al Grup Mineralògic Català, per organitzar-la novament tot i les dificultats provocades per la pandèmia.



Or natiu de la mina "Hornitos", California, USA entre altres espècies.



Taller d'iniciació a la mineralogia.

Ressenya de la sortida a Santa Creu d'Olorda (23/10/2021)

Prudenci Gatell

Dissabte 23 d'octubre es va fer una nova sortida de camp. Aquesta vegada, però, l'orientació era diferent: si bé a totes les trobades que fa el Grup la intencionalitat primera és didàctica, per donar a conèixer la història dels diferents jaciments i les condicions geològiques que s'han donat per a que hi trobem els minerals presents, sempre hi ha una part de la sortida que es destina a recollir mostres, tant pel seu estudi com per la catalogació personal dels participants. Aquesta vegada, però, l'únic objectiu proposat era fer un recorregut pel conjunt de pedreres que es troben a l'àrea de Santa Creu d'Olorda i conèixer de primera mà els processos geològics de la orogènia, a partir de les estructures que l'explotació humana ha deixat al descobert. Val a dir que aquesta explotació ofereix un marc incomparable per a fer aquesta aproximació. El conductor de la sortida va ser en Roberto Espínola, expert en l'àmbit i gran divulgador i, per tant, garantia d'èxit.



Començant la sortida. Foto: Agustí Asensi.

El punt de trobada va ser l'aparcament de l'àrea recreativa. El matí, propi de finals d'octubre, fred, en contraposició al que venia sent habitual aquestes darreres setmanes. Un cop reunit tot el grup, ens vam posar en marxa cap a la part superior de la pedrera "Sansón". Allà es va poder comprovar in situ els efectes que genera a les roques un desplaçament de falla i com identificar-los. Més endavant vam poder veure un plec del pla de falla i observar com els diferents episodis de sedimentació queden ben palesos en els estrats que componen la falla. Val a dir que gran part d'aquests fenòmens geològics van tenir lloc a l'orogènia herciniana; per tant, parlem de processos molt antics, amb un cert grau de metamorfisme atribuïble justament a aquesta antiguitat. D'aquí vam anar a un dels punts més atractius: ens vam desplaçar fins al començament de la cinta transportadora i, des d'aquella alçada, vam poder admirar un encavalcament de llibre, que havia quedat al descobert en les successives fases extractives.



Plegaments. Orogènia herciniana. Fotos: Agustí Asensi.



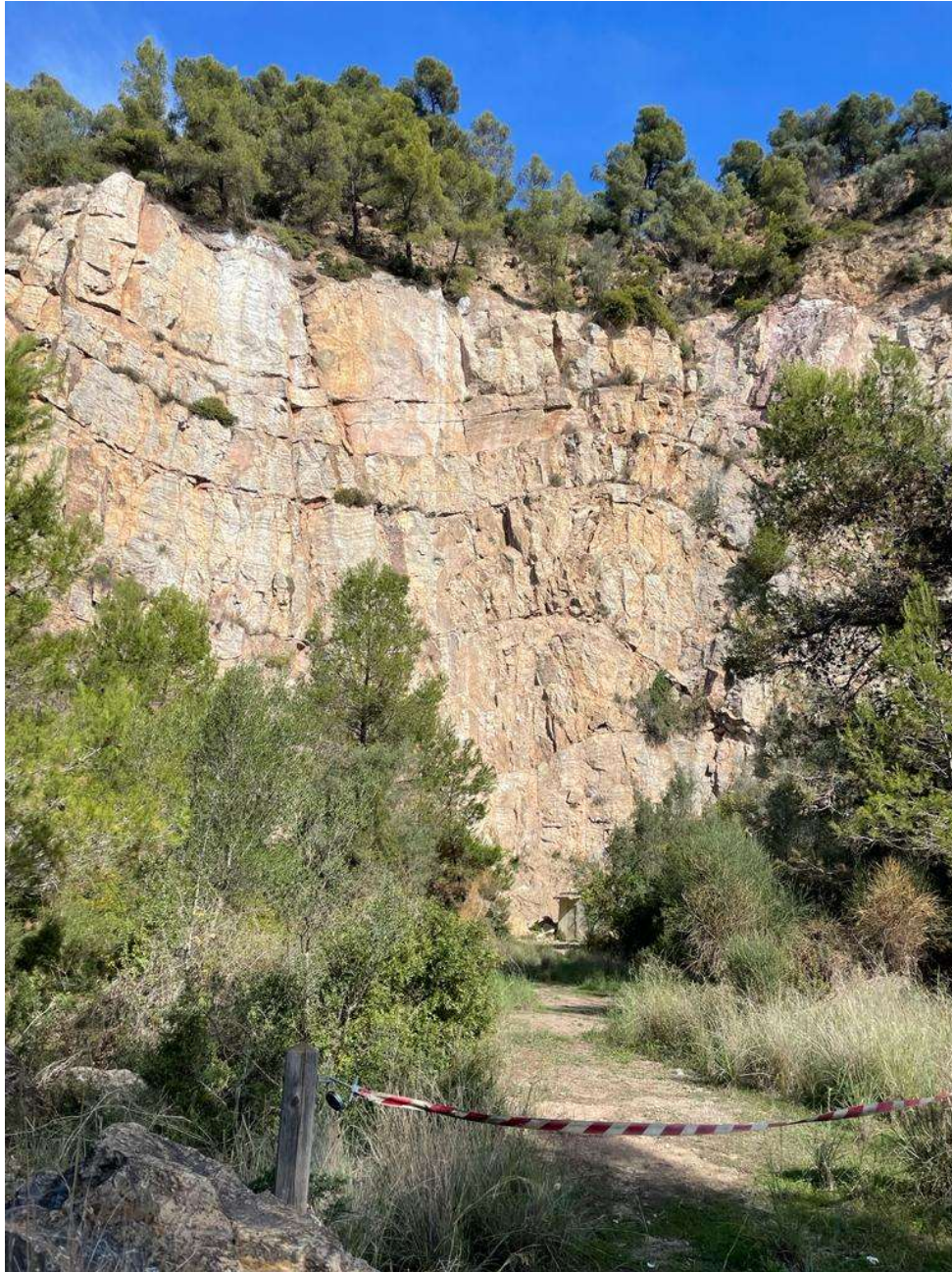
Plegaments. Orogènia herciniana. Explicacions. Foto: Pep Ignacio.

Plegaments. Orogènia herciniana. Explicacions. Foto: Miguel Ángel Cegarra.



Començament de la cinta transportadora i explicacions. Fotos: Agustí Asensi.

Vam seguir la passejada geològica saltant cap a la pedrera de Can Farrés, més primitiva i ja gairebé engolida del tot per la vegetació. Una intervenció a mitges per recuperar l'espai havia deixat els vestigis d'una bassa. L'interès del lloc va ser l'observació d'un aflorament de pissarres, inaccessible, però que permetia apuntar el que veuríem a la darrera part de la trobada. Vàrem seguir fins la masia de Can Farrés, on es va constatar l'origen marí de tots aquests sediments, quan el lloc visitat era un mar. Fòssils de crinoïdeus, principalment, incrustats a la roca calcària. Se'n van observar de ben interessants, sobretot la part del peu. Una mica més enllà, el tall de la pista forestal ens permeté contemplar els estrats de lidites.



Pedrera de Can Farrés. Foto: Pep Ignacio.

Ja propers al migdia, vam iniciar el camí de retorn, ara per la part baixa de la pedrera "Sansón". La vista espectacular de tota una paret que tallava la falla i deixava al descobert tots els plecs a que havia estat sotmesa a causa de les forces tectòniques va servir per a tancar aquesta fase del recorregut. Pel camí es van poder observar diferents mostres de minerals als grans blocs que trobàvem a banda i banda. Principalment es tractava de calcita i també òxids de ferro.



Explicacions a la pedrera de Can Farrés. Foto: Prudenci Gatell.



Masia de Can Farrés. Foto: Pep Ignacio.



Masia de Can Farrés. Foto: Agustí Asensi.



Fòssils de crinoïdeus, principalment, incrustats a la roca calcària. Foto: Agustí Asensi.



Estrats de lídites. Foto: Agustí Asensi.



Fòssils de crinoïdeus, principalment, incrustats a la roca calcària. Foto: Pep Ignacio.

Arribats altre cop al punt de partida, ens vam adreçar a la mal anomenada pedrera dels Ocells, habilitada com espai de natura per veure diversa fauna (amfibis, rèptils i ocells). Malauradament això impedia veure nítidament les parets de pissarra. Era un material amb molt component orgànic i on la meteorització dels sulfurs ha generat força minerals d'origen secundari. Dins aquests materials, s'han pogut trobar fòssils diversos, bàsicament graptòlits. Com durant tot el recorregut, Roberto complementava les explicacions amb imatges que ajudaven a la comprensió de la matèria. En aquest cas, ens va ensenyar dues peces de pissarra amb sengles fòssils, ambdós espectaculars.

Tancat el recorregut, es va donar per finalitzada la sortida, amb tots els participants satisfets pels coneixements adquirits.

Expo-venda de minerals, fòssils i bijuteria a Saleilles (6 i 7 de novembre de 2021)

Jordi Escuer

Com bé coneixeu els companys i companyes associats al Grup Mineralògic Català i gràcies a les puntuals informacions que rebem de la Junta Directiva, aquest darrer cap de setmana, dies 6 i 7 de novembre, ha tingut lloc la primera Expo-Venda de Minerals, Fòssils i Bijuteria de Saleilles, municipi situat a 2 km al sud-est de Perpinyà.

La Fira es va celebrar a la Sala Polivalent, annexa a l'Ajuntament de la vila (foto 1).



Foto 1. Sala Polivalent, al costat de l'Ajuntament de Saleilles.

Amb poc més d'una quinzena d'expositors es va organitzar l'exposició que, a primera vista, semblava molt més enfocada a la bijuteria que no pas a peces minerals per a col·leccionista. Però, poc a poc i amb la deguda atenció vam poder anar descobrint algunes peces que atrauen l'atenció dels aficionats col·leccionistes.

La taula de la Sra. Aminata Nakoumandrau, nativa i importadora de minerals de Mali, mostrava interessants peces de prehnita i epidota d'aquest país (foto 2).



Foto 2. Prehnita i epidota. Mali.



Foto 3. Fluorita. Madagascar. C.V.: 12 cm.



Foto 4. Quars Ananas. Madagascar. C.V.: 40 cm.



Foto 5. Escolecita. Índia. C.V.: 15 cm.



Foto 6. Apofil·lita sobre estilbita. Índia. C.V.: 20 cm.



Foto 7. Stellerita. Índia. C.V.: 20 cm.

Diferents minerals procedents de l'Índia també són dignes de ser destacats: escolecita (foto 5), apofil·lita sobre estilbita (foto 6) i stellerita (foto 7).

A la taula d'en Jean Pierre Turc, importador de minerals del Perú, vam poder gaudir de moltes peces de pirita, però destaquem una extraordinària axinita de la mina Raipa, província d'Aija, al departament d'Ancash (foto 8), així com un espectacular cristall d'hübnerita de 4 cm, en matriu de quars (foto 9).



Foto 8. Axinita. Mina Raipa, Aija, Ancash, Perú. C.V.: 20 cm.



Foto 9. Hübnerita. Perú. Cristall de 4 cm.

Tots els expositors i exposidores mostraven en tot moment una amabilitat i atenció cap els visitants dignes de destacar. De fet, a la taula de “MLC.B MINERAUX”, Mme. Marie, en adonar-se de que jo estava interessat en una peça de cianita de Minas Gerais (Brasil) i d’un curiós color negre degut a inclusions de grafit, em va mostrar diverses mostres per tal de satisfer el meu desig col·leccionista (foto 10).



Foto 10. Cianita. Minas Gerais, Brasil. C.V.: 5 cm.



Foto 11. Focalització a la bijuteria.



Foto 12. Anells de pirita.



Foto 13. Anells d'ametista.

Com he comentat a l’inici de la ressenya, la pedra polida i la bijuteria estaven presents a pràcticament tots els estands (foto 11), destacant alguns “macro-anells” de pirita i d’ametista (fotos 12 i 13).

Petita fira que, en pràcticament dues hores, podies visitar i endur-te una bona impressió, tant de les mostres exposades com de la bona acollida als visitants per part dels participants.

Sortida a les mines de Can Montsant

Prudenci Gatell

El matí s'havia llevat amb un fred intens i agut, acompanyat d'un vent que augmentava aquesta sensació gèlida. Des de Calella o des de Tordera, endinsar-se al paratge d'Hortsavinyà, dins de la Serralada del Montnegre, és tota una aventura. Malgrat que és tot ple d'urbanitzacions, el perfil és ben accidentat i es combinen carreteres asfaltades i pistes de terra. Arribar al punt de trobada, l'església de Sant Llop, no va estar a l'abast de tothom i el grup es va aplegar una mica més endavant, just abans de la tanca on començava el camí cap a les mines.



Punt de trobada: l'església de Sant Llop. Foto: Agustí Asensi



Foto: Frederic Varela



Foto: Pep Ignacio



Foto: Sergio Evangelio

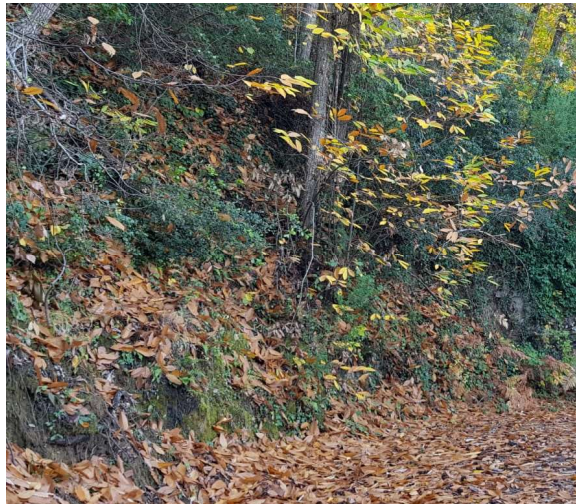
Ambient d'hivern i paisatge de tardor, amb castanyers que entapissaven la pista amb fulles i pellofes, arboços farcits de cireres i tot de bolets, molsa i falgueres als racons més ombrívols. I a mig camí, a la petita clariana del Roquell, l'explicació d'en Marc Campeny, per a entendre el que havíem de trobar. L'explicació sobre la formació dels skarns en general i aquest en particular, amb les seves característiques, va ser ben didàctica i entenedora per a tots els assistents. La interacció entre un batòlit granític i nivells de calcària amb una significativa circulació hidrotermal va propiciar la formació de la mineralització objecte d'explotació de les mines de Can Montsant. El metall buscat era, principalment, el coure. De fet entre la paragènesi de la mina és fàcil distingir menes metàl·liques cupríferes com ara la calcopirita, la bornita o la covellita. També s'hi poden trobar espècies formades per l'alteració i oxidació d'aquestes menes com la malaquita, l'atzurita, l'auricalcita o la serpierita. Tota aquesta associació s'engloba dins dels minerals típics dels skarns on, en el cas d'Hortsavinyà, hi predominen silicats com la vesuvianita i espècies del grup dels granats: grossulària-andradita i spessartina.



Foto: Màrius Asensi



Foto: Agustí Asensi



Camí a la petita clariana del Roquell. Foto: Maria Rosa Bel



Foto: Màrius Asensi



Fotos: Màrius Asensi



Clariana del Roquell i l'explicació d'en Marc Campeny. Foto: Màrius Asensi



Foto de grup. Foto: Agustí Asensi

Amb aquests coneixements vam prosseguir la caminada fins arribar a peu del jaciment, moment en què ens vam enfilar muntanya amunt camp a través per arribar a la zona dels pous. Les labors estan abandonades des de fa dècades, però ha estat un punt habitual per a una part dels aficionats a la mineralogia d'aquest país, per la qual cosa trobar bon material és cada cop més complicat. Darrerament, vam poder comprovar que algun dels últims visitants havia malmès la zona, descavalcant alguns arbres per a esmicolar la roca.

Mentre una part del grup explorava els terregalls a la recerca de bon material, la resta observava els pous i entrades. Val a dir que l'indret revesteix cert perill si no es va amb precaució, si bé està tot degudament senyalitzat i advertit. No era intenció en aquesta sortida accedir a cap de les boques, pel que no es van prendre ni cascs ni frontals. I certament, era més prudent aquesta opció. Remenant entre les roques vam passar unes tres hores. Tothom va poder recollir mostres de granats i vesuvianites, i també d'atzurita i malaquita, d'aquestes quatre en abundància. Altres mostres més minoritàries també van caure al sarró. En Marc, amb paciència, resolva els dubtes que sorgien al voltant de la identificació dels minerals i orientava sobre les millors zones on cercar. Curiosa també va ser la manera de descobrir magnetita, això sí, massiva, amb un potent imant.



Foto: Màrius Asensi



Foto: Sebastià Cortès



Foto: Agustí Asensi



Foto: Josep Barnés

Cap a quarts de dues, vam recollir motxilles i vam enfilar el camí de tornada, amb una baixada un tant accidentada per com n'estava de relliscós el bosc, fins a la pista. Animats per les troballes, i més encara per l'estona compartida, el retorn per la pista va ser prou amè i distret. Un cop a l'esplanada on havíem aparcat, es va donar per finalitzada la sortida.



Fotos: Màrius Asensi



Foto: Màrius Asensi



Foto: Agustí Asensi

Quantificació de la fluorescència dels minerals

Adolf Cortel

La fluorescència és una propietat fascinant dels minerals però la simple observació del color de la fluorescència dona ben poca informació. Si s'analitza la llum emesa en la fluorescència de diferents minerals amb un espectròmetre, es comprova com, de vegades, l'emissió de fluorescència dona lloc a bandes amples, tal com succeeix quan l'activador de la fluorescència és el Mn^{2+} (i molts altres ions); en canvi quan l'activador és un element de les terres rares, sovint l'emissió de llum consisteix en línies espectrals relativament fines. Això suposa que, al marge de l'observació del color degut a la fluorescència, l'anàlisi espectral de la llum emesa pot donar informació molt útil sobre la naturalesa de les impureses i el seu entorn dins la xarxa cristal·lina. Cal advertir que, de vegades, el color de la fluorescència és prou característic per a permetre identificar l'element responsable però, sovint, el mateix element en diferents minerals dona lloc a bandes en posicions diferents o hi ha més d'un element contribuint a la fluorescència i la seva identificació ja no és tan senzilla.

Hi ha una altra informació útil, que no es pot observar directament (o que generalment no es pot observar prou bé), que és la durada de la fluorescència. L'emissió de llum en la fluorescència sempre té un retard respecte l'excitació. La fluorescència violada de la fluorita i la groga de l'autunita duren molt poc: només uns quants microsegons després de l'excitació. Aquesta rapidesa està associada a transicions electròniques "permeses" per les regles de selecció de la mecànica quàntica. En canvi, quan les transicions no estan permeses per aquestes regles (es diu que estan prohibides), com succeeix amb la major part dels elements de les terres rares en forma d'ions de càrrega 3+, la durada d'emissió de llum deguda a aquests elements és molt més gran (milers de vegades), però encara és curta, de l'ordre d'uns pocs mil·lisegons. Alguns ions, el més important dels quals és el Mn^{2+} , tenen transicions prohibides que són molt lentes (en relació als ions que hem considerat fins ara) i duren desenes de mil·lisegons, donant lloc a una mena de fosforescència curta apreciable a simple vista.

En els minerals en els quals la fluorescència és deguda a ions que en substitueixen d'altres dins la xarxa cristal·lina, sovint la disminució de la intensitat de la llum és exponencial; en els fòsfors sintètics i en alguns minerals fluorescents on hi ha fotoconducció, la disminució de la intensitat sovint no és exponencial sinó que té una forma més o menys d'hipèrbola (figura 1).

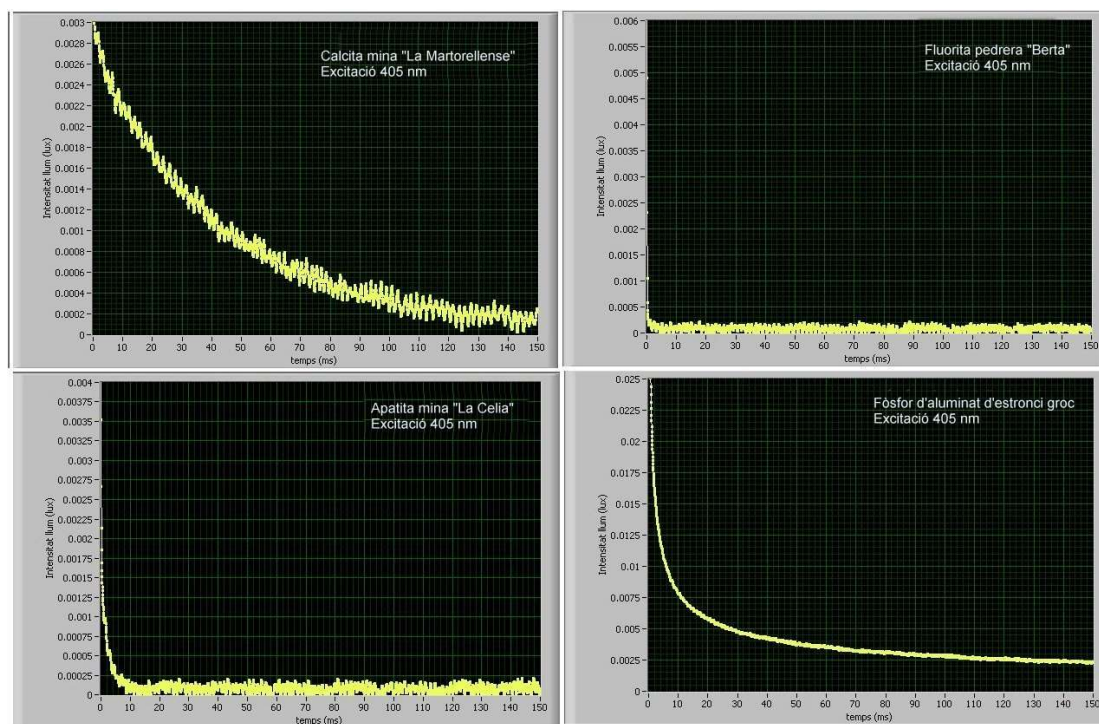


Figura 1. Durada de la fluorescència en diferents minerals i en un fòsfor sintètic. A dalt, esquerra: calcita de la mina "La Martorellense" (Castellví de Rosanes, Barcelona); dreta: fluorita de la pedrera "Berta" (el Papiol-Sant Cugat del Vallès, Barcelona). A sota, esquerra: apatita de la mina "La Celia" (Jumilla, Múrcia); dreta: fòsfor sintètic groc d'aluminat d'estronci (noteu la gran durada de l'emissió de llum: fosforescència). En totes les gràfiques, l'escala de temps és la mateixa: de 0 a 150 mil·lisegons.

El que és interessant és que la durada de l'emissió de llum és característica de cada ió en cada xarxa cristal·lina; si es mesura pot donar informació, que complementa la dels espectres, sobre els ions responsables de la fluorescència (1,2).

Un dispositiu relativament senzill per a determinar la durada de la fluorescència consisteix en il·luminar la mostra amb un làser (un díode làser violet de 405 nm és una bona opció) modulats de manera que doni polsos molt curts de llum. Amb un circuit senzill basat en un fotodíode o un sensor de llum just al costat de la mostra que s'il·lumina, es mesura la llum emesa. Els senyals elèctrics es capturen amb un oscil·loscopi digital o un sistema d'adquisició de dades; en aquest darrer cas resulta més senzill poder fer el tractament dels senyals per a mesurar la vida mitjana de fluorescència del mineral (3). El muntatge per fer les mesures es pot veure en el vídeo de youtube: <https://youtu.be/UNaHBoKPpQw>

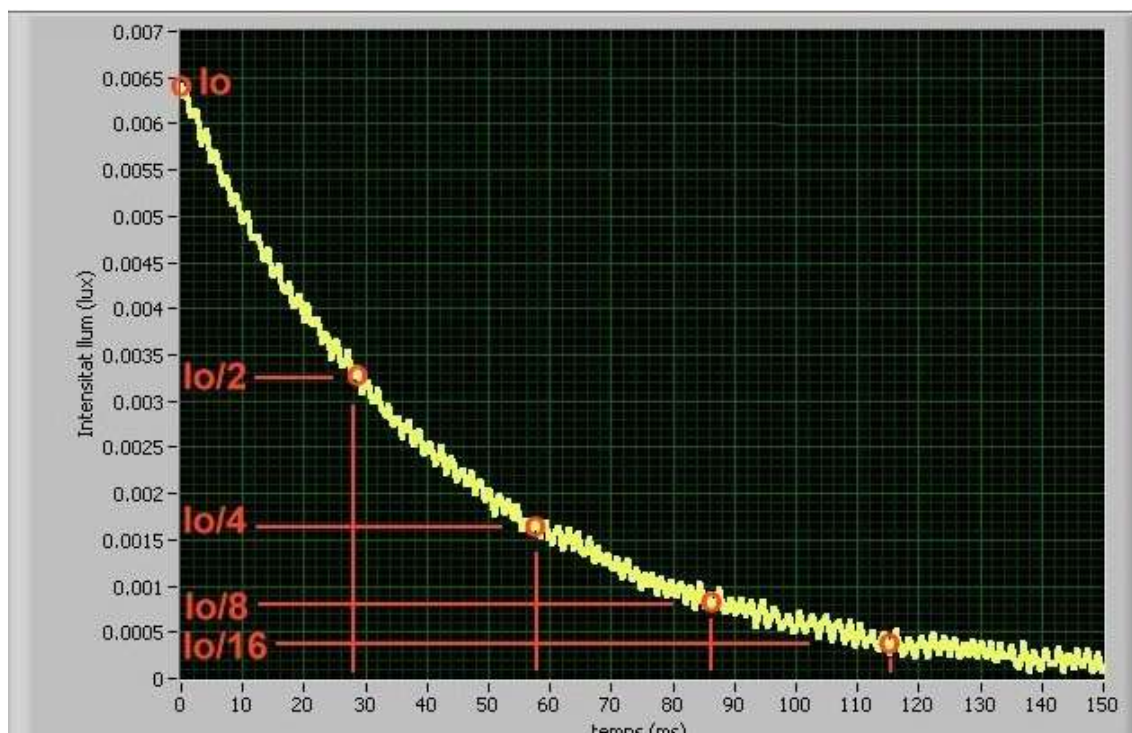


Figura 2. Decrement exponencial de la fluorescència de la calcita de la mina Franklin, deguda al Mn^{2+} . Considerant que la vida mitjana de fluorescència és el temps que ha de passar per tal de que la intensitat de la llum es redueixi a la meitat, només a partir de la gràfica s'ha estimat que la vida mitjana (aproximada) de fluorescència és d'uns 29 mil·lisegons. Cada vegada que passen 29 mil·lisegons, la intensitat de la llum emesa es redueix a la meitat.

La figura 2 mostra la disminució de la fluorescència de la calcita de la mina Franklin després d'il·luminar-la amb el pols d'un làser de 405 nm. La disminució és exponencial; una forma senzilla de comprovar-ho és considerar el temps que triga la intensitat de llum a reduir-se a la meitat. En la gràfica s'observa que aquest temps és de 29 mil·lisegons: cada 29 ms la intensitat de la llum es redueix a la meitat. Aquesta és la vida mitjana de fluorescència del mineral (realment és el de l'ió Mn^{2+} , que és el responsable de la fluorescència). Cada ió en cada xarxa cristal·lina té una vida mitjana característica i la que es mostra a la figura 2 és similar a la descrita per al Mn^{2+} a la bibliografia (2).

L'espectre de fluorescència d'aquesta calcita mostra una banda desdoblada entre 580 i 660 nm, que correspon a un color taronja-vermell (figura 3). La informació conjunta d'aquest espectre i el valor de la vida mitjana de la fluorescència confirmen que el responsable és el Mn^{2+} .

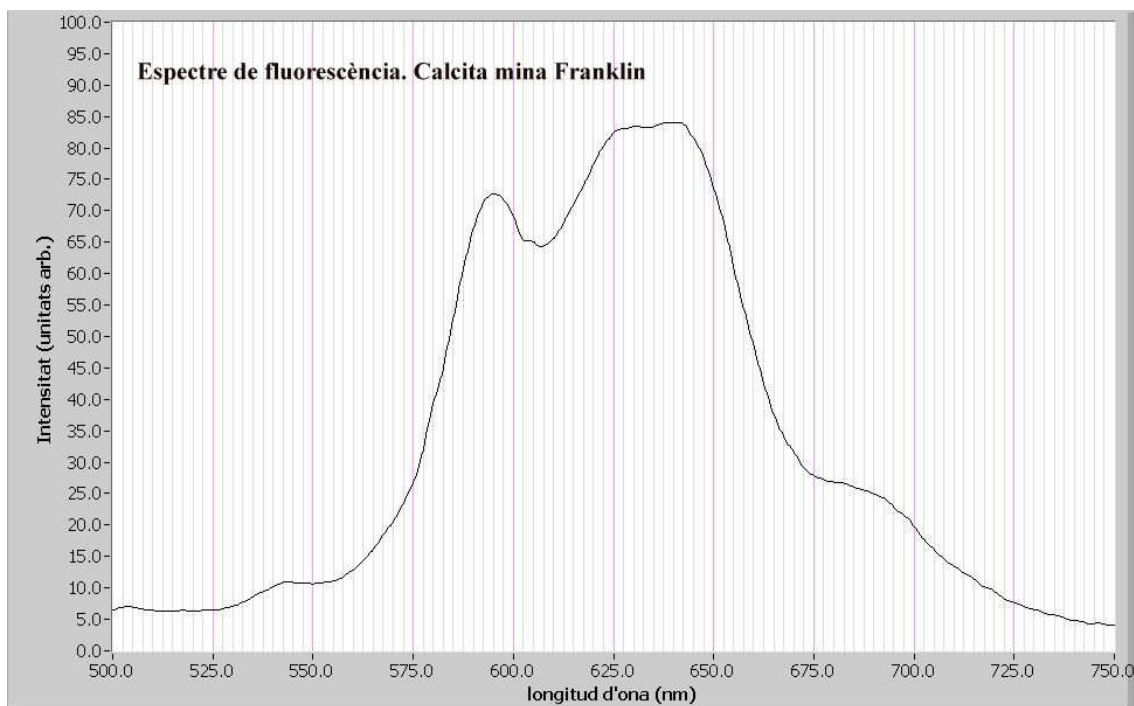


Figura 3. Espectre de fluorescència de la calcita de la mina Franklin amb un làser violet. La banda a 580-660 nm correspon al color vermell-taronja de la fluorescència del mineral, degut al Mn^{2+} . La mesura acurada de la vida mitjana d'aquesta fluorescència del mineral, degut al Mn^{2+} . La mesura acurada de la vida mitjana d'aquesta fluorescència dona un valor de 33 ms.

Si s'ha capturat la disminució de la fluorescència amb un sistema d'adquisició de dades, resulta senzill trobar les equacions de les exponencials corresponents i el valor de la vida mitjana. Això es pot fer amb programes de l'estil d'Excel o més potents, com ara Labview.

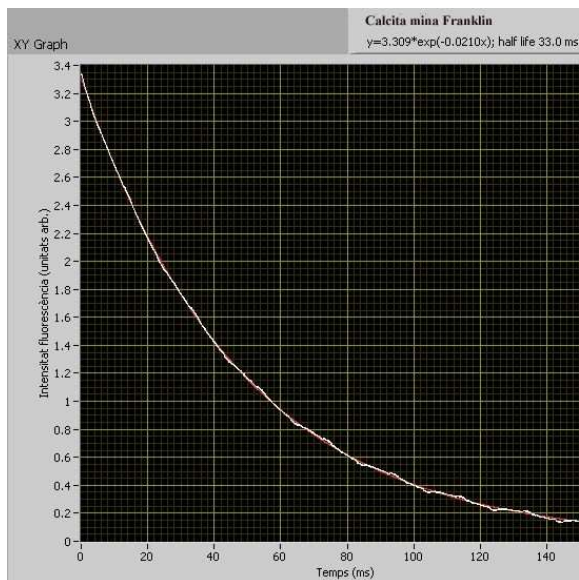


Figura 4. Amb un software de tractament de dades s'ha determinat l'exponencial aproximada que s'ajusta a la disminució de la fluorescència de la calcita de la mina Franklin. A partir de l'exponencial, la vida mitjana ($\ln(2)$ dividit per l'exponent) ha resultat 33 ms (que és un valor proper al mesurat d'una forma aproximada en la figura 2).

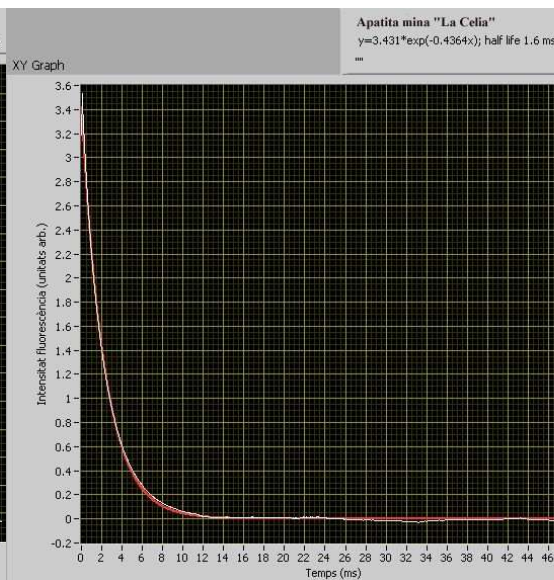


Figura 5. Disminució exponencial de la fluorescència de l'apatita de la mina "La Celia". L'aproximació a una funció exponencial indica que la vida mitjana és de 1,6 ms.

L'apatita de la mina La Celia té una fluorescència taronja amb el làser de 405 nm, amb una vida mitjana d'1,5 mil·lisegons (figura 5). Aquesta durada suggereix un element de les terres rares com a responsable de la fluorescència. L'espectre de fluorescència del mineral (figures 6 i 7) mostra uns senyals característics del Sm^{3+} (estan desdoblats ja que el Sm substitueix al Ca i en la xarxa cristal·lina de l'apatita hi ha dues posicions de Ca no equivalents). Un cop més, les observacions espectroscòpiques es correlacionen amb les de durada de l'emissió de fluorescència.

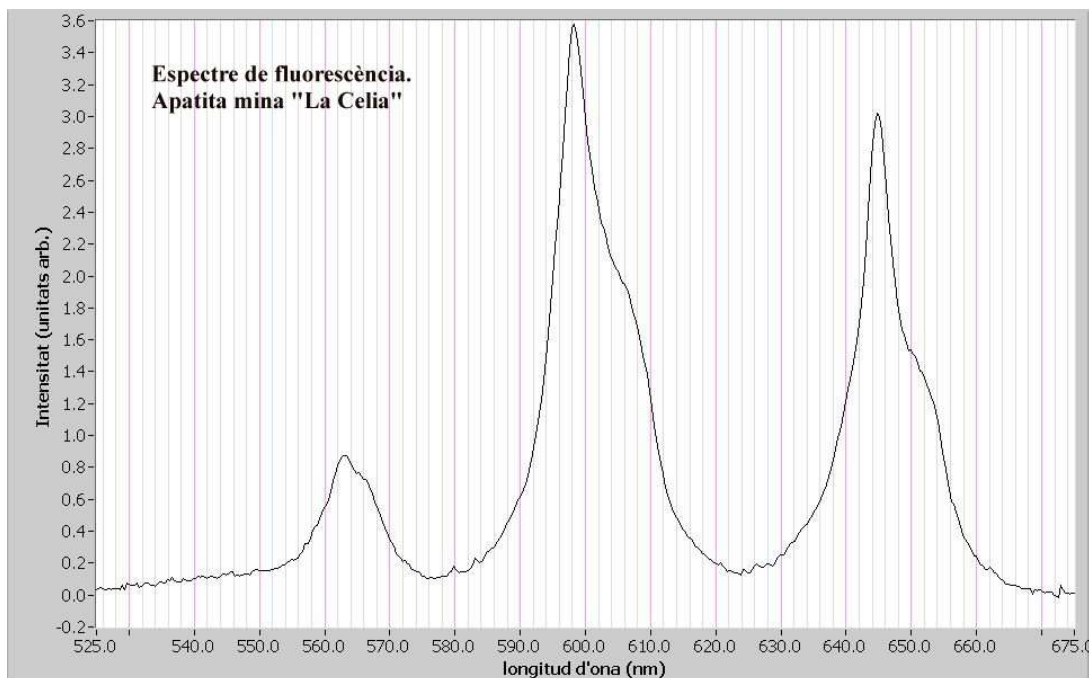


Figura 6. Espectre de fluorescència de l'apatita de la mina "La Celia". Els tres senyals corresponen al Sm^{3+} . Apareixen una mica desdoblats ja que el Sm^{3+} està substituint al Ca^{2+} i en l'estructura de l'apatita el Ca es troba en dues posicions que no són equivalents.

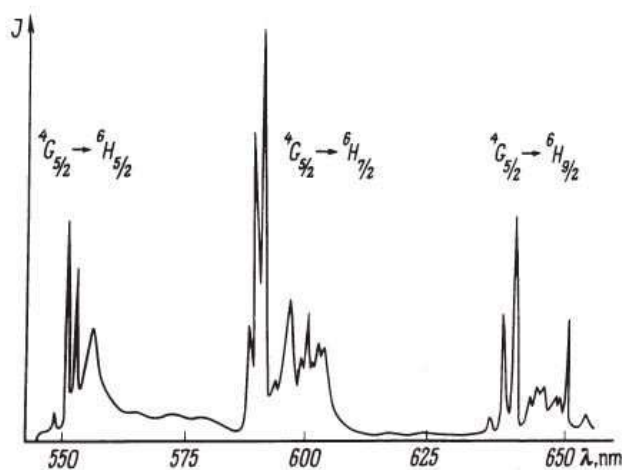


Fig. 7. Espectre de fluorescència del Sm^{3+} en l'apatita mesurat a molt baixa temperatura (Font: Marfunin, ref. 2).

L'espinel·la rosa conté Cr^{3+} , que dona lloc a una fluorescència vermella amb una emissió que majoritàriament està dins la regió de la radiació IR. L'emissió de fluorescència té dos components: un, amb una vida mitjana de 14.5 ms, i un altre, menys intens i amb una vida mitjana més curta, de 3,2 ms (figura 8). Quan hi ha més d'un responsable de la fluorescència i les vides mitjanes són prou diferents, no es pot aproximar una única funció exponencial a tota la gràfica. Es pot buscar, en primer lloc, l'exponencial que correspon a la durada més llarga i, restant-la del senyal original, es pot determinar a continuació la vida mitjana que correspon a l'element amb una vida mitjana més curta.

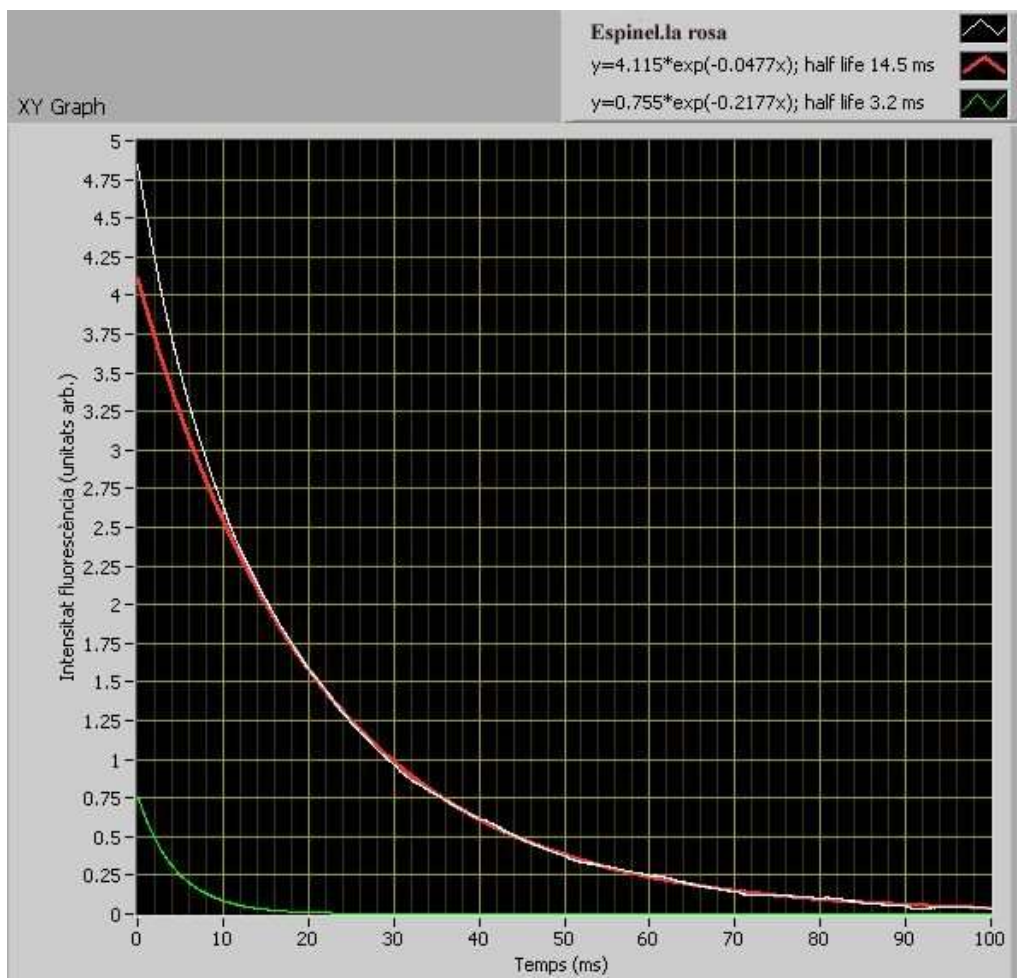


Figura 8. Disminució de la fluorescència d'una espinella rosa. Hi ha dos components, amb vides mitjanes de 14,5 i 3,2 ms, respectivament.

En la figura 1 s'observa com la fluorescència violada de la fluorita és molt més curta que totes les que s'acaben d'esmentar. De fet, el que succeeix és que el sistema d'adquisició de dades que s'ha fet servir no és prou ràpid per a poder-la mesurar: la durada de la fluorescència és més curta que el temps entre mesures, que (amb el sistema que s'ha esmentat) es fan cada 5 microsegons. A més, la fluorescència és massa curta comparada amb el temps de commutació del làser. En aquests casos només es pot confirmar que la vida mitjana de la fluorescència és molt curta, inferior a 100 microsegons. Així doncs, quan la fluorescència és tan ràpida, el dispositiu que s'ha emprat (3) ja fa figa; per a poder-la mesurar s'hauria d'emprar un làser de polsos (les durades són de desenes de nanosegons!) en lloc d'un díode làser modulad i un sistema d'adquisició de dades més ràpid.

Referències

1. Hi ha instruments que mesuren l'espectre de fluorescència en una finestra de temps que es pot definir després d'il·luminar la mostra amb el pols d'un làser (en anglès la tècnica s'anomena time-elapsed laser-induced fluorescence). Idealment, la tècnica permet enregistrar espectres de fluorescència d'elements diferents que tenen diferent durada d'emissió.
2. Marfunin, A.S.(1979): "Spectroscopy, Luminescence and Radiation Centers in Minerals". Berlin: Springer Verlag.
3. S'ha emprat un mòdul d'adquisició de dades National Instruments NI myDAQ amb una velocitat de captura de 200 kmotsres/s, que correspon a un interval de mostreig de 5 microsegons. El sensor de llum és un díode BPW34 amb un amplificador senzill. El làser violat té incorporat un driver amb una entrada auxiliar de modulació TTL que s'alimenta amb un generador de senyal a través d'un optoacoblador. Tot el tractament i representació de les dades s'ha fet amb Labview.

Granats del Costabona: andradita i grossulària

Joan Rosell Riba*, Jordi Ibáñez Insa**, M. Soledad Àlvarez Pousa

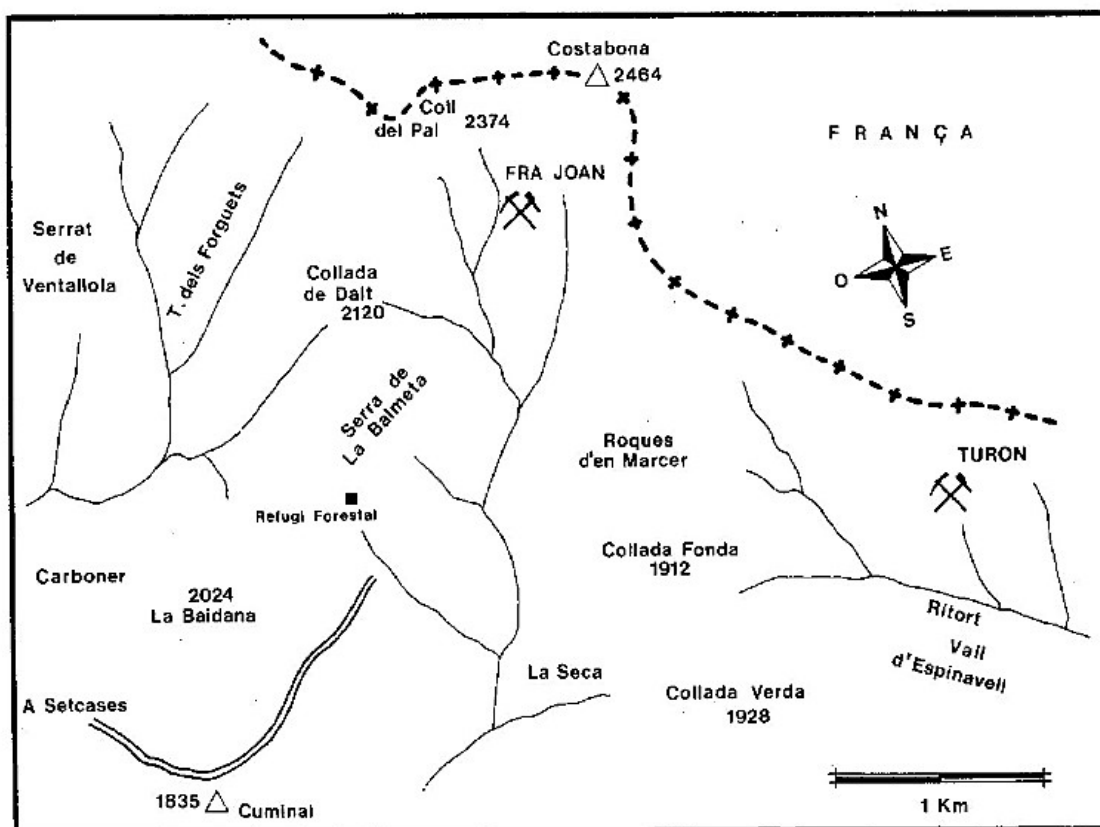
* Grup Mineralògic Català. El Prat de Llobregat.

** Geo3BCN – Geociències Barcelona – CSIC.

Introducció

La bibliografia ens parla dels granats del Costabona, amb noms coneguts com Llorenç Tomás (Tomás, 1920) i Salvador Calderón (Calderón, 1910). Ambdós citen granats en general a la zona del Costabona (Baumeta, que es correspon amb el coll de la Balmeta): “Al vessant de Costabona (Baumeta), Pirineus, hi ha un filó de grenatita amb tremolita, epidota i molibdenita, i un altre a la mina “Turón”, de la mateixa localitat”.

A la nostra revista Mineralogistes de Catalunya hi ha un interessant article d'Eugeni Bareche que ens diu: “Granates. Las especies que se encuentran son Andradita y Grossularia. Ahora bien, en Turón se combinan ambas, así tenemos grossularias con un 11% de andradita, y andraditas con un 26% de grossularia como tipos extremos, existiendo numerosas combinaciones intermedias según los análisis químicos efectuados, existiendo una correlación lineal entre el color, que oscila de un rojo a un amarillento, pasando antes por un rosado pardo con la composición de las combinaciones antes mencionadas. No obstante, los granates rojo fuerte corresponden a la variedad Hessonita, y los que toman la coloración poco usual en este yacimiento, totalmente negra, son andraditas, señalándose que se presenta de igual manera, aunque más raramente, la variedad Pirineita” (Bareche, 1980).



Mapa 1. Situació de les mines de la vessant catalana. Extret de Bareche (1980).

Mata, a la “Guia d’Identificació de Minerals” (Mata-Perelló, 1988) parla d’almandina i andradita. Però a “Els Minerals de Catalunya” (Mata-Perelló, 1990), aquest mateix autor cita andradita i grossulària.

Eugeni Bareche comenta al Foro de Mineralogía Formativa (FMF) que: “Folch o Montal los analizaron y se dieron como grossularia, variedad hessonita”, tot i que es posa en tela de judici que les anàlisis fossin correctes a causa dels condicionants de l'època. En el mateix fòrum, es comenta que ja s'havien analitzat altres exemplars d'altres zones del Costabona i es va concloure que eren andradites, per la qual cosa els de la mina de La Roca del Turó també ho serien.

Granats...

Recentment vam poder analitzar diversos exemplars procedents de la zona de Fra Joan (Setcases), a l'ombra del cim del Costabona i de la mina de la Roca del Turó o mina “Turón” (Espinavell, Molló).

Entre tots els exemplars es distingien tonalitats variades, però que podríem englobar a grosso modo en dues “famílies”: 1) cristalls de color melat a melat fosc i 2) cristalls i matrius d'intens color marró fosc.

Tipus 1 – cristalls de color melat a melat fosc

Un dels exemplars que hem utilitzat, procedent de la mina “Turón”, és un agregat de cristalls (ref. analítica RM3198) amb les cares dominants del dodecaedre, alguns amb les arestes lleugerament bisellades pel trapezoedre (d'uns 5 a 7 mm). Presenta superficialment un color melat fosc i certa lluïssor. L'exemplar es va embotir en resina de polièster i es va tallar per la zona equatorial del cristall principal. Un cop polit es va observar que, a l'interior, el color no era tan intens, groguenc inclús, i mostrava estructures zonades (figura 1).



Figura 1. Proveta de resina amb granats inclosos.

També es va analitzar, de la mateixa mina, un altre exemplar (ref. analítiques RM3182, RM3212) que presentava una drusa de cristalls dodecaèdrics, de color melat en superfície i d'un to més clar a la part interna. La superfície ens mostra un clar recreixement de “granat” sobre la part interna.



Figura 2. Cristalls melats (ref. analítiques RM3212, RM3182).

Es van portar a terme diverses anàlisis mitjançant SEM-EDS (sense recobriment), tant de la proveta (figura 1) com de fragments de l'exemplar de la figura 2, per a poder determinar-ne la composició aproximada.

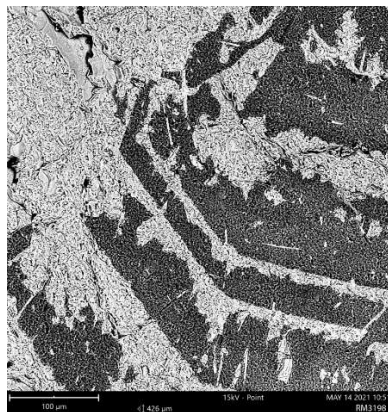


Figura 3. Imatge SEM de la zona estudiada de la proveta.

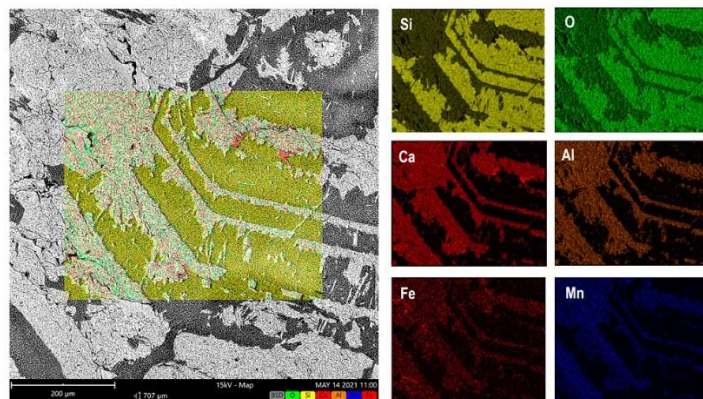
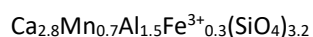


Figura 4. Mapatge SEM-EDS de la proveta polida.

L'exemplar polit de la proveta mostrava aquesta zonació alterna de “granat” i quars, tal com podem observar a la figura 4. Les zones de quars es correspondrien amb les zones brillants del Si (groc) i l'O (verd). I les zones on trobem el “granat” es corresponen amb les més brillants del Ca, Al, Fe i Mn (i menys intenses amb el Si i l'O).

La composició mitjana aproximada d'aquest “granat” seria, d'acord amb una determinació semiquantitativa:



Observem que l'alumini es troba en una major proporció que el ferro. També destaquem la presència de manganès, composicionalment superior a la del ferro. També es van detectar petites quantitats de magnesi en aquest granat. Per tant, aquesta composició és coherent amb la **grossulària** $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$.

L'espectroscòpia Raman (figura 5) ens confirma una estructura de grossulària i la presència del quars.

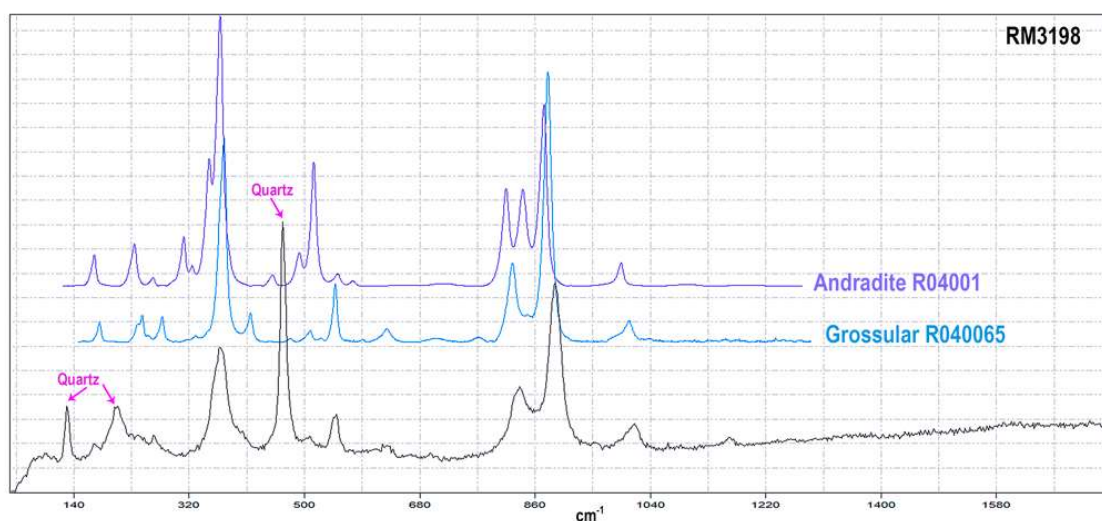


Figura 5. Espectre Raman de la proveta polida.

Pel que fa a la **difracció de raigs X**, el difractograma ens mostra els pics corresponents a la grossulària i el quars, acompanyats d'altres espècies com ferropargasita i clinoclor (figura 6). No obstant, la difracció de raigs X mostra també el desdoblament dels pics de la grossulària, la qual cosa indica que a la mostra hi ha dues composicions diferenciades d'aquest mineral, una de les quals força més majoritària.

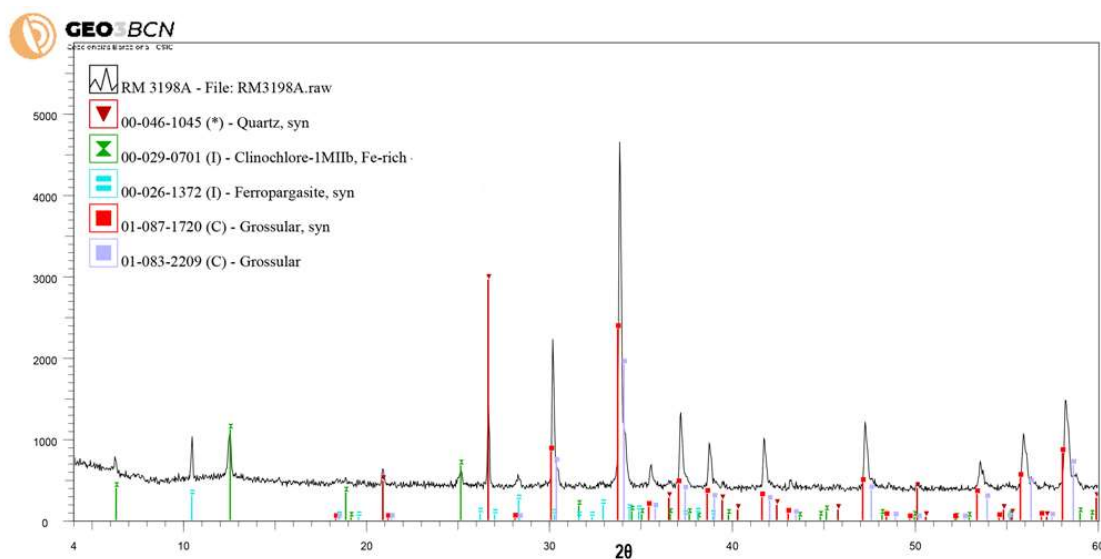


Figura 6. Difracció de RX, mostra RM3198.

Tipus 2 – Cristalls i matrius d'intens color marró fosc

Els exemplars estudiats procedeixen de la zona de Fra Joan, amb una coloració marró molt més intensa i uniforme (figura 7). Per aquest tipus d'exemplar es va aprofitar una làmina prima (preparada per Geomar).



Figura 7. Granats d'un color marró més intens.

Els resultats de l'anàlisi per SEM-EDS (sense recobriment) indiquen que es tracta d'una fase molt més rica en ferro, on el manganès hi és present però en molt menor quantitat.

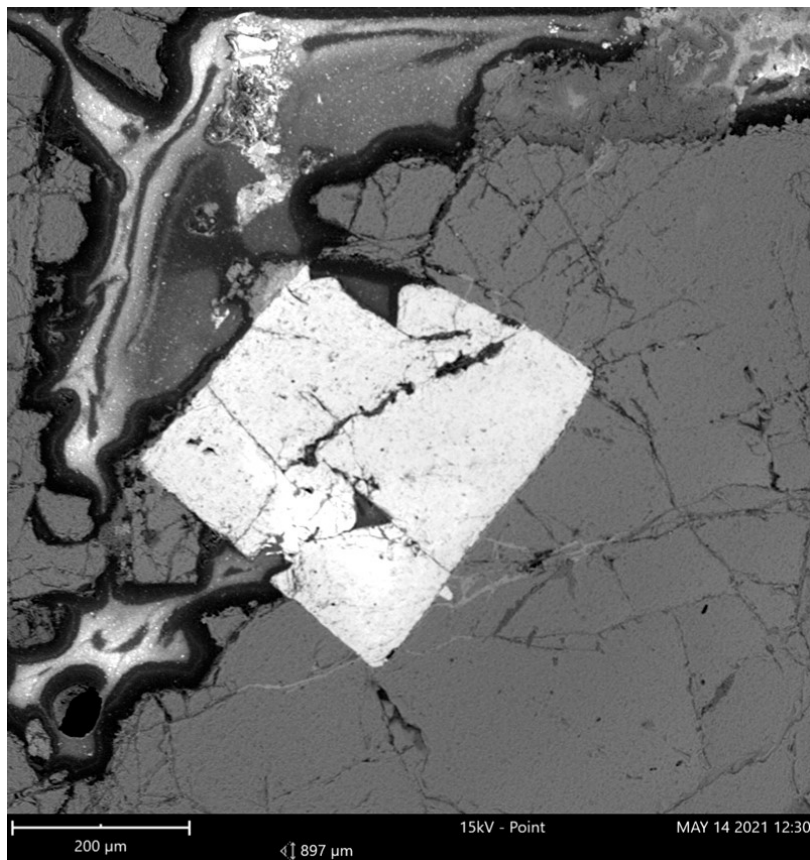
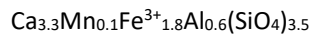


Figura 8. Cristall de scheelita (blanc) en una matriu de granat de tipus 2.

La fórmula aproximada seria:



L'espectroscòpia Raman (figura 9) ens indica la presència majoritària de les bandes de l'andradita, però amb alguna petita banda de grossulària. En aquest cas, no sembla haver-hi zonació amb quars.

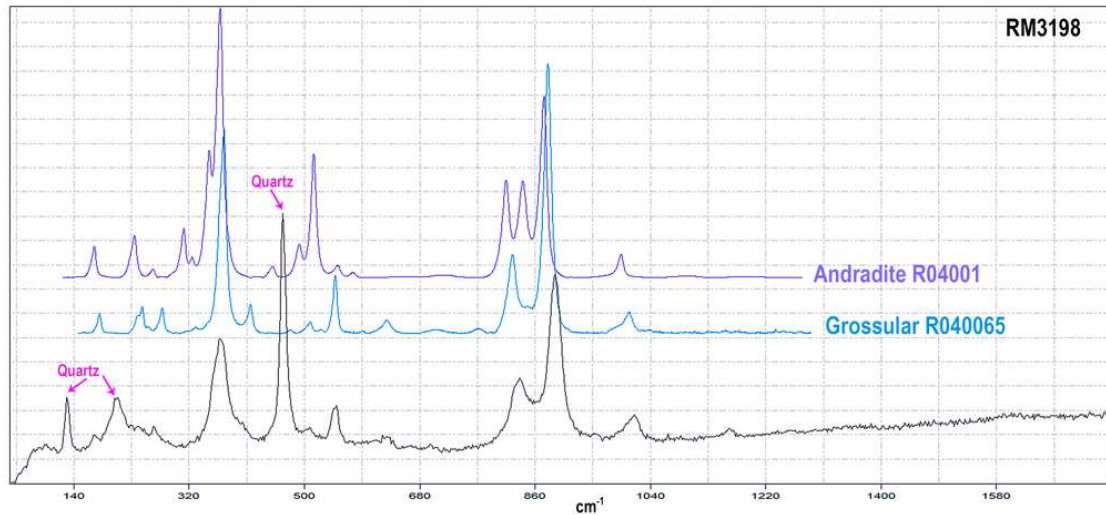


Figura 9. Espectres Raman.

La difracció indica la presència de la fase de l'andradita alumínica amb major intensitat, però també la grossulària. També s'acompanya de traces de ferropargasita i quars (figura 10).

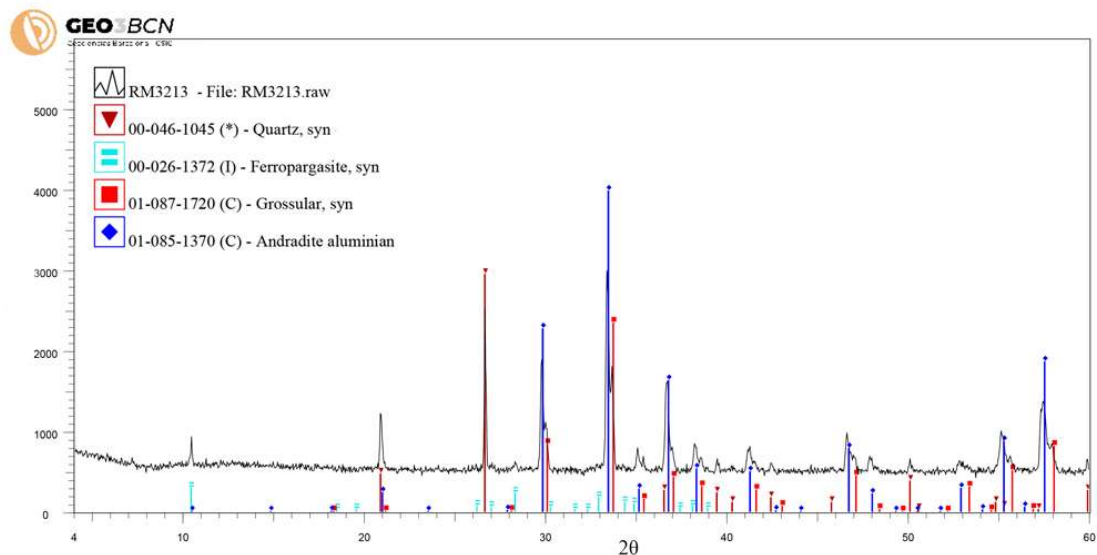


Figura 10. Difracció de RX, mostra RM3213.

Consideracions finals

Si situem en un diagrama trifàsic els resultats de diferents lectures composicionals, podem veure que hi ha dos dominis ben diferenciats entre les mostres de grossulària i les d'andradita (figura 11).

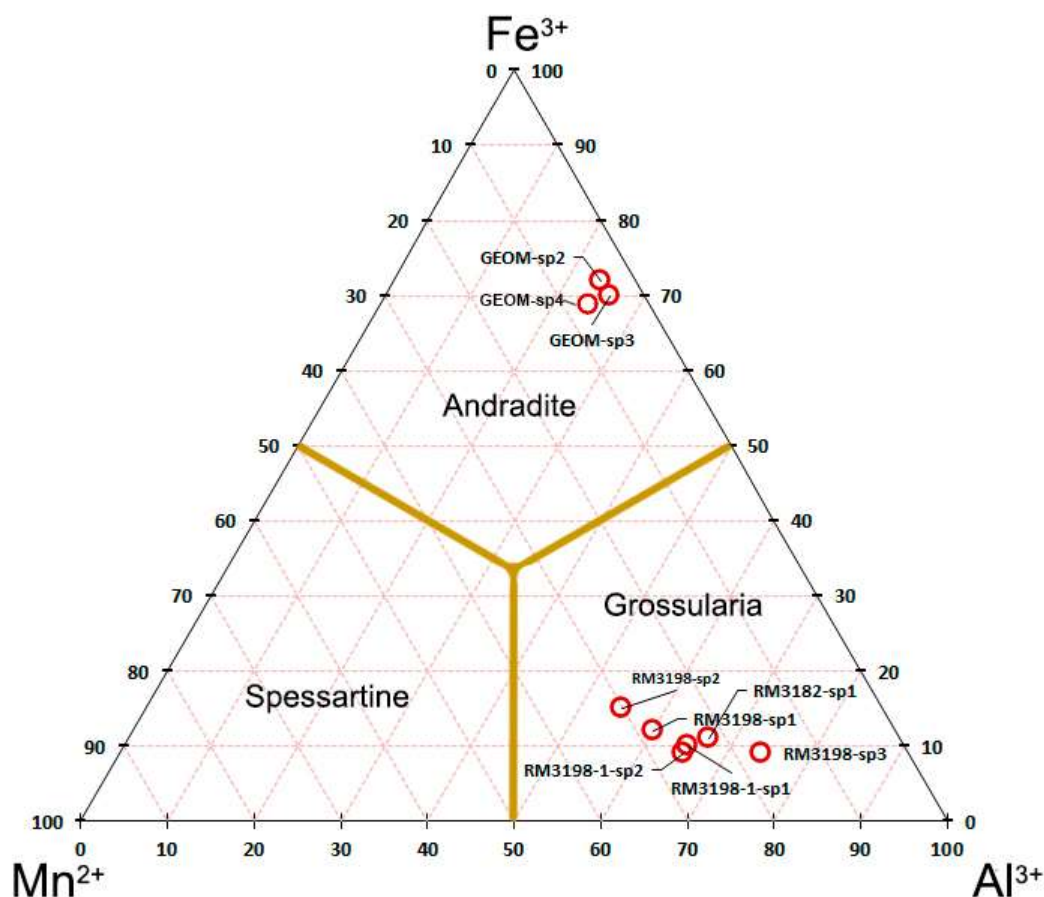


Figura 11. Diagrama de fases d'alguns exemplars de "granat" del Costabona, tipus 1 (domini grossulària) i tipus 2 (domini andradita).

Ara arriba un moment complex. Estaven equivocats els nostres "avantpassats pedraferits"? Volem ser puristes o volem posar un sol nom als nostres exemplars?

Pels resultats que hem obtingut, les anàlisis que es van portar a terme fa dècades no estaven equivocades. Malgrat que els seus mètodes analítics no eren com els que ara disposem, els resultats eren prou coherents i encertats. Molts dels granats que tenim a les col·leccions identificats com a andradita són grossulàries, amb ferro i manganès (si voleu de la varietat hessonita, per als de color més ataronjat).

Una forma d'etiquetar-los, subjectiva però creiem que prou coherent, seria:

- Grossulària: els que són més taronges, de tons melats clars a lleugerament verdosos.
- Grossulària-Andradita: els que mostren un to més marronós, en la matriu o fractura.
- Andradita-Grossulària: els de color marró fosc.
- Andradita: l'extrem de la sèrie seria per als que són quasi negres o d'un marró molt intens.

Grossulària

Grossulària-Andradita

Andradita-Grossulària

Andradita

Tanmateix, sense una anàlisi composicional es fa difícil de dir a quin punt de la sèrie ens trobem. Però el que sí que podem afirmar és que els exemplars de tons melats, ataronjats, es troben dins del domini de la grossulària.

Agraïments

A Dr. Joan Martínez Bofill, gerent de GEOMAR Enginyeria del Terreny, a Joana Lluch i Enrique Rossell, tècnics de l'equip, per la seva amable acollida i facilitar-nos l'estudi de les seves làmines polides mitjançant SEM-EDS. A Dr. Tariq Jawhari, del Servei d'Espectroscòpia Raman, dels Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB). Al Dr. Antoni Roca i al Dr. Joan Carles Melgarejo, pel seu suport continuat en la determinació de minerals del nostre país.

Versió en castellà: <https://rosellminerals.blogspot.com/2021/07/granates-del-costabona-ripolles.html>

Notes bibliogràfiques

- Tomás, L. (1920): *Els Minerals de Catalunya*. Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona, 233 pp. <https://books.google.es/books?id=jAJwQqec95wC> [on-line 23/06/2021].
- Calderón, S. (1910): *Los Minerales de España*. Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Imprenta Eduardo Arias. Madrid. 2 tomos, 416 + 561 pp. <http://www.ehu.es/sem/revista/calderon.htm> [on-line 23/06/2021].
- Bareche, E. (1980): "Mines de Catalunya. Costabona". *Mineralogistes de Catalunya*, vol. 1, núm. 8, pp. 4-8.
- Mata-Perelló, J.M., Sanz, J. (1988): "Guia d'identificació de minerals. Països Catalans i d'altres". Parcir, Edicions Selectes. Manresa. 208 pp.
- Mata-Perelló, J.M. (1990): "Els minerals de Catalunya". Arxius de la Secció de Ciències XCIII. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona, 441 pp. <https://books.google.es/books?id=yBboRndbF6YC> [on-line 23/06/2021].
- Foro de Mineralogía Formativa (FMF) – <https://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=6178> [on-line 23/06/2021].
- Mineratlas. Mina de la Roca del Turó / Mina Turón #548 – <https://mineratlas.com/location/548> [on-line 23/06/2021].

Identificació de sulfosals de bismut a la galeria 'Tacho' de la mina "Atrevida" de Vimbodí, Conca de Barberà (Tarragona)

Pedro Mingueza

La mina "Atrevida" de Vimbodí es prou coneguda per tots els aficionats a la mineralogia catalana i constitueix un clàssic entre el cercadors de minerals, especialment per als aficionats als *micros*. És, per tant, lògic que hagi estat objecte de diferents estudis per tal de determinar les diferents espècies que es poden trobar en aquest jaciment. Entre aquests estudis podem destacar la descripció del jaciment feta al llibre *Els minerals de Catalunya*, de Josep M. Mata i Perelló, i els dos articles publicats a la revista del GMC: *Vimbodí*, al juliol del 1981 per Eugeni Bareche i *Vimbodí II*, al novembre del 1990 per Joan Viñals, Eugeni Bareche i Jordi Coca. No obstant, degut a que ha passat força temps des que es van fer aquestes publicacions i pel fet que des de llavors s'han estat recollint moltes mostres a les escombreres i treballant nous filons per part dels aficionats, tot apunta a que aquest jaciment ha de donar encara moltes sorpreses respecte a la seva paragènesi i semblaria molt adient, tal com ja apuntaven els autors a *Vimbodí II*, fer un nou estudi exhaustiu d'aquesta mina.

Mentre aquest *Vimbodí III* arriba, en aquest article em limitaré a la descripció de la identificació d'un parell de sulfosals de bismut al jaciment. En concret, les mostres provenen de les escombreres de la galeria 'Tacho', que és d'on, en temps d'explotació, s'extreia tot el mineral i es carregava al funicular per a baixar-lo a Poblet. Actualment la boca d'aquesta galeria està enfonsada i per tant inaccessible, però les seves escombreres semblen donar una paragènesi molt interessant amb espècies que no s'han pogut trobar a les altres galeries.

La mina "Atrevida" es troba a la serra de Prades, a uns dos kilòmetres al sud del monestir de Poblet. Va ser explotada inicialment per a l'extracció de plata i barita al segle XIX. I va continuar l'explotació per a l'extracció de barita durant gran part del segle XX fins al seu tancament definitiu el 1990. El gran interès mineralògic d'aquesta mina resideix en els metalls (Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Ag, Bi, As,...) que acompanyen a molts dels filons de barita, donant una extensa paragènesi d'arseniürs, sulfurs i arsenats. L'origen de la mineralització és intrusiu-hidrotermal associat a un magma palingenèsic àcid on la barita, el quars i la fluorita reomplirien les fractures generades per la intrusió magmàtica que, junt a la posterior oxidació, va propiciar la generació de les mineralitzacions tan variades i interessants que ha donat el jaciment.

Descripció de la troballa

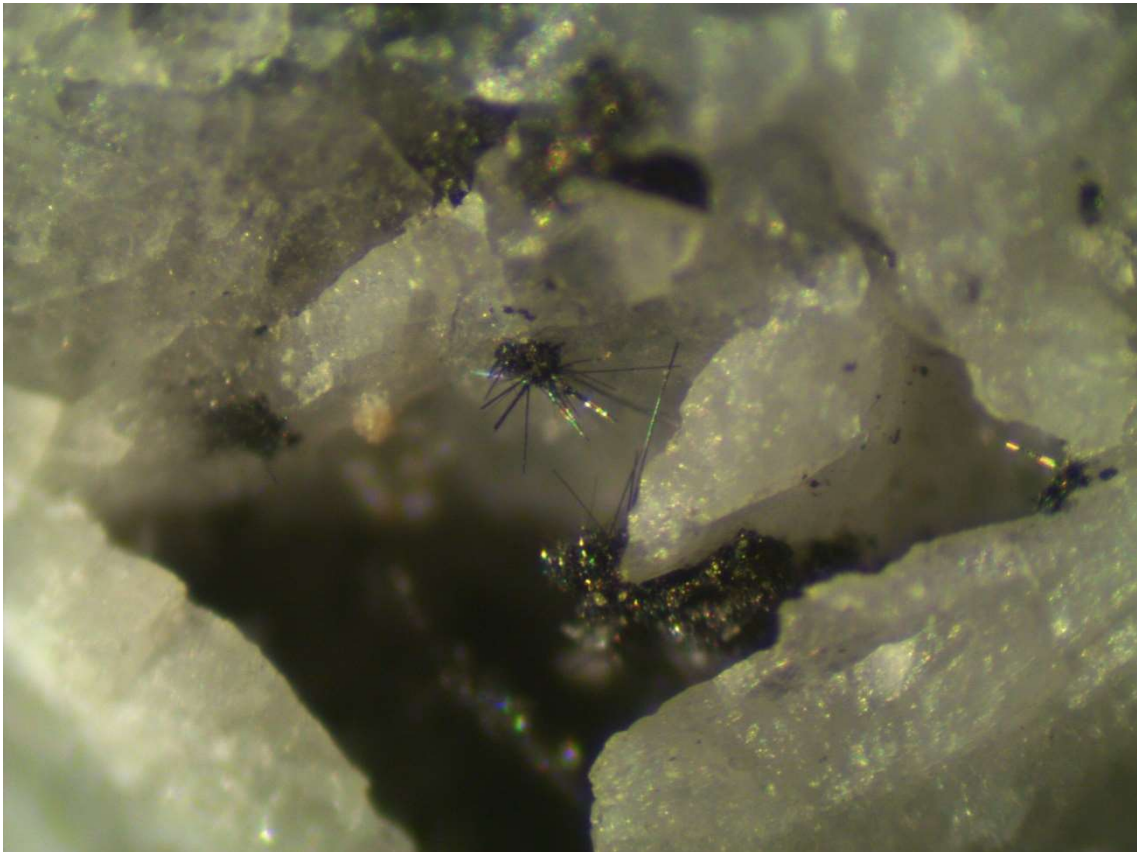
Les sulfosals es troben en molt petita quantitat, en matriu de barita, sempre molt a prop dels ben coneguts nòduls de niquelina/maucherita amb gersdorffita. Associats a aquests nòduls apareixen, en ocasions, agrupacions de microcristalls de gersdorffita que acostumen a estar incrustades en petites geodes de calcita. És just en aquests agregats de gersdorffita on apareixen les sulfosals en forma de petites agulles amb forta lluentó gris metàl·lica, sempre a sobre de microcristalls octaèdrics de galena.

Es poden diferenciar dues morfologies d'agulles diferents: per una banda trobem unes agulles grises sempre agrupades en clústers desordenats, de fins a un mil·límetre de llargada i unes micres de gruix. Per altra banda, apareixen agulles bastant més petites, de fins a 50 micres de llargada i sobre una micra de gruix, sempre aïllades i que creixen sobre els petits octaedres de galena i orientats perpendicularment a la cara de contacte de la galena.

Abans d'entrar en les proves analítiques realitzades, és important destacar la dificultat que entranya la determinació exacta d'aquestes dues sulfosals. Totes dues tenen en comú que són sulfurs on el catió majoritari és el bismut. Però junt amb el bismut apareixen, en una quantitat variable, altres elements

metàl·lics amb els que acostuma a combinar-se el bismut, fonamentalment Pb, Ag i Cu. Existeixen 49 sulfurs de bismut aprovats per l'IMA (International Mineralogical Association) en els quals el bismut es combina amb algun d'aquests elements (Pb, Ag i Cu). Però el més destacable és que en aquests moments hi ha en estudi unes altres 46 possibles noves espècies amb aquestes característiques, cosa que demostra la complexitat per a determinar aquestes espècies minerals. Un altre aspecte rellevant relacionat amb la dificultat en la determinació és el fet que és molt freqüent que en el mateix jaciment es trobin associades estretament un bon grapat de sulfosals del mateix grup o sèrie i que, fins i tot, és habitual que anàlisis fetes en diferents punts d'un mateix cristall donin espècies diferents.

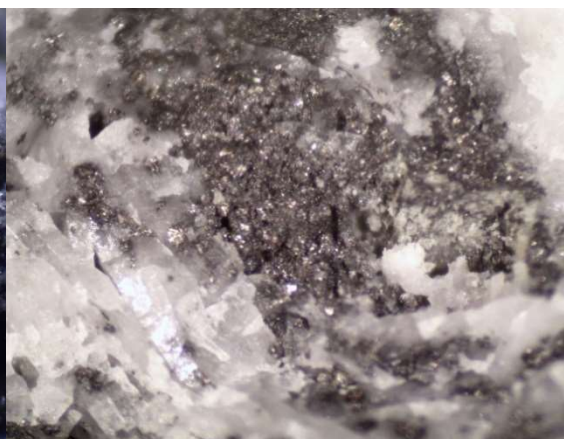
A aquesta variabilitat dels components metàl·lics se suma la impossibilitat de realitzar proves RAMAN satisfactòries a aquestes sulfosals. Per tant, les proves més definitives constituïrien, sense dubte, els DRX (difracció de raigs X), cosa que de moment és poc viable amb les quantitats de material trobat fins al moment. Degut als arguments anteriors, parlarem només de possibles espècies en base a les hipòtesis que es poden fer dels resultats obtinguts amb anàlisis EDS (espectroscòpia de raigs X d'energia dispersiva).



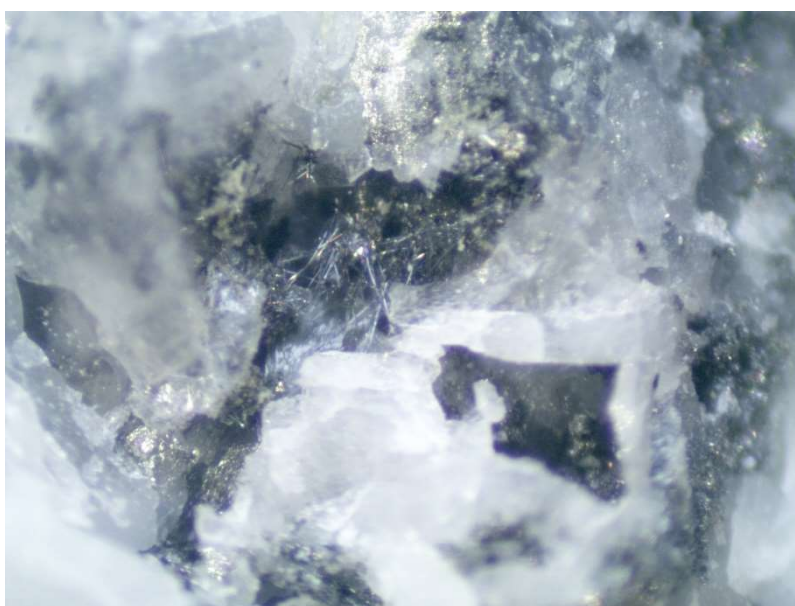
Agulles de sulfosal de bismut. C.V.: 5 mm.



Agrupació de microcristalls de gersdorffita en matriu de barita. C.V.: 4 mm.



Agrupació de cristalls de gersdorffita en matriu de barita. C.V.: 6 mm.



Agulles de sulfosal de bismut. C.V.: 4 mm.

Proves EDS realitzades

En primer lloc presentem els resultats de les anàlisis EDS fetes sobre les agulles en diverses mostres i en punts diferents, separant els resultats en les dues tipologies d'agulles obtingudes, és a dir, agulles llargues (tipus 1) i agulles curtes (tipus 2).

Resultats agulles tipus 1:

	RM2744-5	RM2744-6	RM2744-7-8	AC-1
S	55,11	54,08	55,28	54,43
Bi	30,21	30,51	29,56	26,27
Pb	6,91	5,79	8,44	10,40
Cu	5,85	4,13	6,72	8,90
As	1,38	2,92		
Ni	0,54			

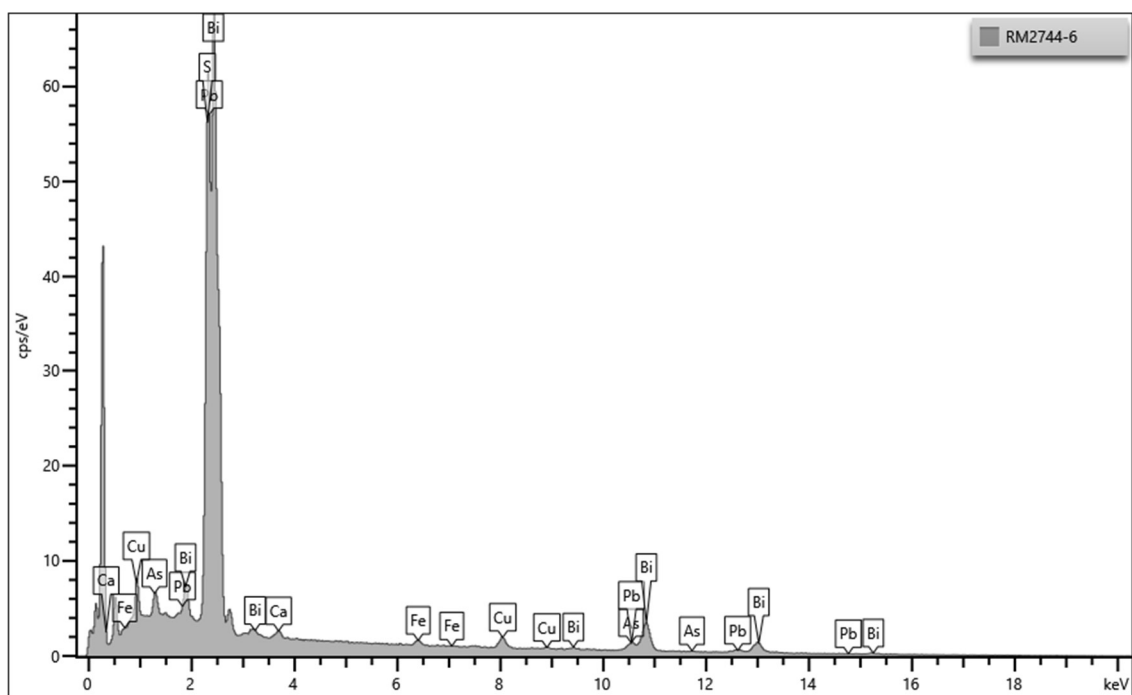


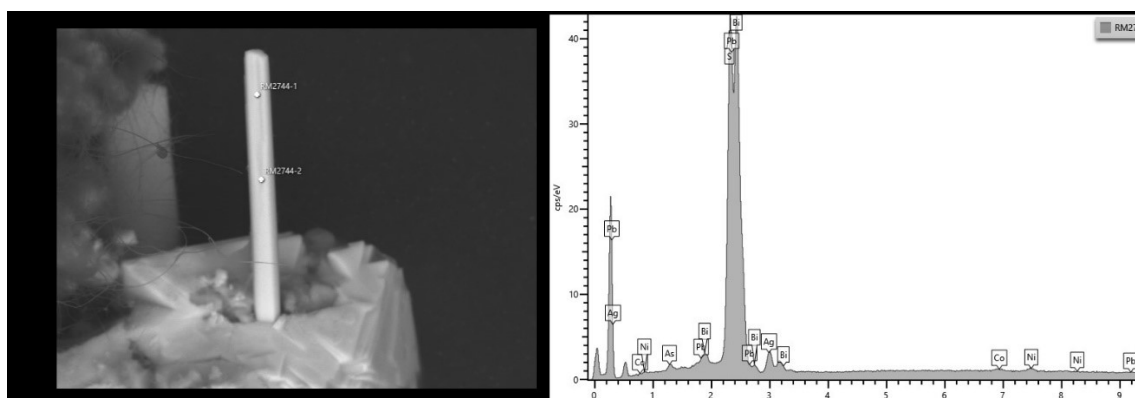
Diagrama d'elements obtinguts a la prova RM2744-6

Els cristalls octaèdrics corresponen a galena tal com es veu als resultats de la prova RM2744-4:

	S	Bi	Pb	Cu
RM2744-4	48,05	2,67	49,06	0,22

Resultats tipus 2:

	RM2744-0	RM2744-1-2	RM2744-3	AC-2
S	53,17	49,2	50,48	55,32
Bi	23,97	22,46	22,79	24,73
Pb	11,79	16,25	14,65	13,54
Ag	8,83	7,24	8,28	6,41
Cu			0,51	
As	2,25	1,6	1,26	
Ni		2,13	1,39	
Co		1,12	0,64	



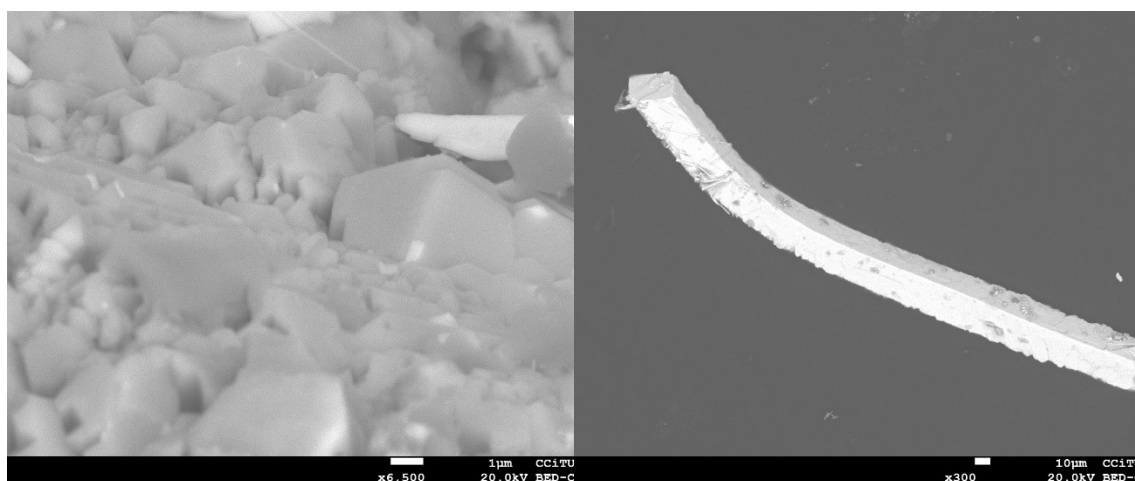
Imatge SEM d'una agulla de tipus 2 creixent perpendicularment a l'octaedre de galena, mostrant els punts d'anàlisi.

Diagrama d'elements obtinguts a la prova RM2744-1

També s'han realitzat un parell de proves EDS dels agregats de cristalls metàl·lics sobre els que es disposen els microcristalls de galena i les agulles de sulfosals. Aquests cristalls corresponen a la sèrie gersdorffita-cobaltita amb predomini del Ni sobre el Co. Per tant, es pot confirmar que es tracta de gersdorffita, sense descartar que en alguns punts pugui predominar el cobalt.

A la següent taula es mostren els resultats de les anàlisis realitzades sobre aquests microcristalls i on es veu que encaixa amb la fórmula $(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})\text{AsS}$.

% Atòmic	S	Fe	Co	Ni	As
RM2745-1	36,12	1,81	10,22	12,88	38,97
AC-3	30,76	1,66	10,76	22,17	34,65



Imatge SEM d'agrupacions de cristalls de gersdorffita de la prova RM2745

Imatge SEM d'un curiós cristall de galena en forma d'agulla

Interpretació dels resultats obtinguts

Comparant els resultats de les anàlisis obtinguts sobre les dues tipologies d'agulles, podem deduir que es tracta de dues sulfosals diferents, on les de tipus 1 correspondrien a una sulfosal de bismut, plom i coure, mentre que les de tipus 2 correspondrien a una altra sulfosal de bismut, plom i argent.

Si es tractés de qualsevol altre tipus de compost, és probable que els resultats obtinguts amb les anàlisis EDS, amb unes oscil·lacions no massa grans de les distribucions dels percentatges atòmics entre les diferents proves, ens hagués permès determinar les espècies. Però com ja hem comentat, al tractar-se de sulfosals de bismut, el diagnòstic es complica i només ens permetran acotar la determinació a un grup reduït d'espècies en tots dos casos.

Tipus 1

Analitzant les relacions entre els diferents elements components obtinguts a les anàlisis, veiem que la relació que menys varia és la S/Bi, que oscil·la entre els valors 1,77 i 2,07. Si busquem els sulfurs que tenen com a cations Bi, Pb i Cu i que la seva relació S/Bi es trobi en l'interval obtingut, o molt a prop, a les proves realitzades, trobem quatre espècies que ho compleixen: gladita, krupkaïta, paarita i salzburgita.

Totes elles pertanyen a la sèrie bismutinita-aikinita i formen prismes allargats ortoròmbics que acostumen a presentar-se en forma d'agulles com les trobades a la mina Atrevida; fins i tot és habitual que apareguin associades entre elles. Les dues últimes són molt rares i es dona la circumstància, segons mindat.org, que estan citades als mateixos vuit jaciments.

Per a tenir una apreciació de quina d'elles encaixa més amb els nostres resultats fem una comparativa de la fórmula empírica obtinguda a partir de la mitjana de les proves realitzades i normalitzant la fórmula per a cada comparativa amb l'element sofre.

La següent taula conté aquesta comparativa:

Espècie	Fórmula teòrica	Fórmula empírica normalitzada al S
Gladita	$\text{PbCuBi}_5\text{S}_9$	$\text{Pb}_{1,24}\text{Cu}_{0,98}\text{Bi}_{4,78}\text{S}_9$
Krupkaïta	$\text{PbCuBi}_3\text{S}_6$	$\text{Pb}_{0,82}\text{Cu}_{0,65}\text{Bi}_{3,18}\text{S}_6$
Paarita	$\text{Pb}_{1,7}\text{Cu}_{1,7}\text{Bi}_{6,3}\text{S}_{12}$	$\text{Pb}_{1,65}\text{Cu}_{1,3}\text{Bi}_{6,37}\text{S}_{12}$
Salzburgita	$\text{Pb}_{1,6}\text{Cu}_{1,6}\text{Bi}_{6,4}\text{S}_{12}$	$\text{Pb}_{1,65}\text{Cu}_{1,3}\text{Bi}_{6,37}\text{S}_{12}$

Amb els resultats que s'aprecien a la taula, si bé totes s'aproximen relativament a la mitjana obtinguda, no podem concloure que cap d'elles encaixi per sobre de les altres.

Tipus 2

També en aquest cas, si analitzem les relacions entre els diferents elements components obtinguts a les anàlisis, veiem que la relació S/Bi oscil·la en un interval encara més petit que en el cas del Tipus 1: entre els valors 2,19 i 2,23. Si busquem els sulfurs que a les proves realitzades tenen com a cations Bi, Pb i Cu i que la seva relació S/Bi es trobi en l'interval obtingut o molt a prop d'ell, ens quedariem amb aquestes quatre possibilitats: eskimoïta, gustavita, lillianita i vikingita.

Com en el cas de la tipologia anterior, totes quatre es presenten habitualment en forma de prismes allargats i pertanyen al grup de sèries homòlogues de lillianita (*Lillianite Homologous Series Group*, en anglès).

Com en el cas anterior, per a tenir una apreciació de quina d'elles encaixa més amb els nostres resultats, fem la mateixa comparativa normalitzant l'element sofre.

Espècie	Fórmula teòrica	Fórmula empírica normalitzada al S
Eskimoïta	$\text{Ag}_7\text{Pb}_{10}\text{Bi}_{15}\text{S}_{36}$	$\text{Ag}_{5,22}\text{Pb}_{9,56}\text{Bi}_{16,25}\text{S}_{36}$
Gustavita	$\text{AgPbBi}_3\text{S}_6$	$\text{Ag}_{0,87}\text{Pb}_{1,59}\text{Bi}_{2,71}\text{S}_6$
Lillianita	$^*\text{Pb}_{3-2x}\text{Ag}_x\text{Bi}_{2+x}\text{S}_6$ ($\text{Pb}_{1,65}\text{Ag}_{0,78}\text{Bi}_{2,78}\text{S}_6$)	$\text{Ag}_{0,87}\text{Pb}_{1,59}\text{Bi}_{2,71}\text{S}_6$
Vikingita	$\text{Ag}_5\text{Pb}_8\text{Bi}_{13}\text{S}_{30}$	$\text{Ag}_{4,36}\text{Pb}_{7,96}\text{Bi}_{13,54}\text{S}_{30}$

*Aplicat el cas més favorable $x=0,78$

Observant la taula veiem que la vikingita i la lillianita (per a $x=0,78$) encaixen molt bé sobre els resultats. La lillianita seria en realitat una fase intermèdia de la sèrie lillianita-gustavita més propera a la gustavita que a la lillianita teòrica que correspondria a la fase lliure de Ag ($x=0$), ($x=0,5$ correspondria al terme mig de la sèrie).

Conclusió

A partir d'anàlisis EDS s'han pogut identificar, almenys, dues sulfosals de bismut i plom a les escombreres de l'antiga galeria 'Tacho' de la mina "Atrevida", associades a gersdorffita i galena. La primera de les sulfosals contindria també coure i el resultat de les anàlisis apunta a que es tractaria d'una espècie que pertany a la sèrie bismutinita-aikinita i que dels possibles candidats són quatre les espècies que millor podrien encaixar sense poder donar una identificació més precisa. A la segona de les sulfosals, el bismut i el plom estan acompanyats de plata i els resultats apunten a una sulfosal del grup de sèries homòlogues de lillianita. En concret, els resultats s'ajusten molt bé a dues de les possibles candidates: la vikingita i un terme intermedi de la sèrie gustavita-lillianita.

S'ha fet notar en aquest article la dificultat de poder identificar amb precisió les sulfosals de bismut i plom només amb proves EDS i finalment així s'ha confirmat pel cas estudiat, que requeriria complementar amb proves de difracció per a poder arribar a resultats d'identificació definitius.

Bibliografia i enllaços relacionats:

Josep M. Mata i Perelló (1990): "Els minerals de Catalunya", Institut d'Estudis Catalans (Arxius de la secció de ciències XCIII).

Eugeni Bareche (1981): "Mines de Catalunya: Vimbodí", Mineralogistes de Catalunya, vol. 2, núm. 13.

Joan Viñals, Eugeni Bareche, Jordi Coca (1990): "Mines de Catalunya: Vimbodí (II)", Mineralogistes de Catalunya, vol. 4, núm. 8.

<https://www.mindat.org/min-29357.html> (Aikinite-Bismuthinite Series)

<https://www.mindat.org/min-47733.html> (Lillianite Homologous Series)

<https://www.mindat.org/min-8942.html> (Gustavite-Lillianite Series)

Agraïments

Als membres del servei de microscòpia electrònica de rastreig (SEM-EDS) dels Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB), pel seu suport en les anàlisis realitzades, les quals han estat possibles gràcies al conveni que el Grup Mineralògic Català té amb la Universitat de Barcelona, amb la coordinació del Dr. Antoni Roca.

A Adolf Cortel i Joan Rosell, per la realització de les anàlisis EDS i imatges SEM i la seva ajuda en la interpretació de les mateixes.

A Valentín Bartulos i Xavier Ortiz, per la seva ajuda en la recol·lecció d'exemplars.

Metazeunerita-kahlerita de la mina "Atrevida", Vimbodí i Poblet, Conca de Barberà, Catalunya Joan Rosell

La presència de minerals d'urani a la mina "Atrevida" és coneguda des de fa anys. Les primeres notícies es van publicar a Mineralogistes de Catalunya l'any 1990 (Viñals *et al.*, 1990; Bareche, 1990). La presència d'urani en els dipòsits del Silurià i del Carbonífer a la zona de Prades van ser descrits per Carles Canet (Canet, 2001).

En l'article de Bareche (1990) es diu que es van recollir exemplars de minerals d'urani en un filó de barita explotat a cel obert. També s'indica que en les recerques amb comptador Geiger per tota la demarcació no van donar senyals que indiquessin altres mineralitzacions uraníferes. Tanmateix, a la mina "Tacho" hi ha certs materials (barita i minerals de Ni) que presenten certa emissió radioactiva.



Zeunerita (zeunerite). $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Vimbodí, Conca de Barberà (Catalunya). 243 mm.



Zeunerita (zeunerite). $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Vimbodí, Conca de Barberà (Catalunya). 446 mm.

Figura 1. Cristalls identificats com a zeunerita-kahlerita. Col.: E. Bareche. Foto: Joan Astor (disponible al fons Joan Astor - Museu Mollfulleda de Mineralogia d'Arenys de Mar).

Figura 2. Cristalls de zeunerita. Col.: E. Bareche. Foto: Joan Astor (disponible al fons Joan Astor - Museu Mollfulleda de Mineralogia d'Arenys de Mar).

En la imatge que il·lustra l'article (figura 1) observem un grup de cristalls d'aspecte tabular, pseudo-hexagonals, de color verd poma amb petits glòbuls de color marró, identificat com a kahlerita-zeunerita. Per a arribar a aquesta conclusió es presenta un espectre EDS on podem veure: arsènic, urani, coure i ferro.

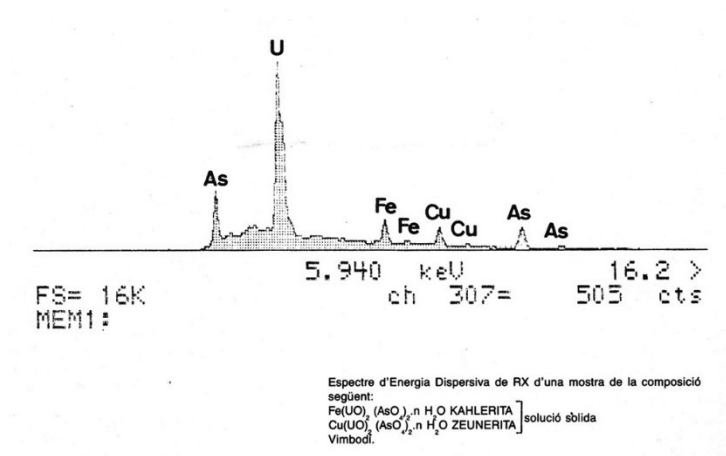


Figura 3. Espectre EDS de l'exemplar de la figura 1 (Bareche, 1990).

La kahlerita és un arsenat hidratat d'uranil i ferro, de fórmula $\text{Fe}^{2+}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, del sistema tetragonal i que pertany al grup autunita. Va ser descoberta l'any 1953 i porta el nom de Franz Kahler (1900- 1995), geòleg del Carinthian Landesmuseum, Klagenfurt (Àustria).

La zeunerita té la mateixa composició que la kahlerita, però amb coure en el lloc del ferro: $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. També és tetragonal i pertany al grup autunita. Nomenada en honor a Gustav Anton Zeuner (1828-1907), físic i enginyer, director de l'Escola de Mines de Freiberg, a Saxònia (Alemanya). Aquest mineral, com d'altres del mateix grup, es deshidrata fàcilment perdent quatre molècules d'aigua, per convertir-se en metazeunerita: $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Però, podem assignar la kahlerita a la paragènesi de la mina "Atrevida"? Molts, en les nostres col·leccions, tenim exemplars identificats com a kahlerita d'aquesta mina. L'exemplar que hem estudiat es correspon a un d'aquests. Es presenta com un cristall tabular de color verd dins d'una cavitat, entre cristalls de barita (figures 4 i 5).



Figura 4. Cristall tabular dins de la matriu de barita. C.V.: 3 mm. Col. i foto: J. Rosell.



Figura 5. Detall. C.V.: 1,5 mm. Col. i foto: J. Rosell.

Mitjançant espectroscòpia SEM-EDS hem obtingut una composició en la que el ferro no es detecta (figures 6, 7 i 8). La composició és coherent amb metazeunerita. Però també observem que en els resultats apareixen bari i sofre.

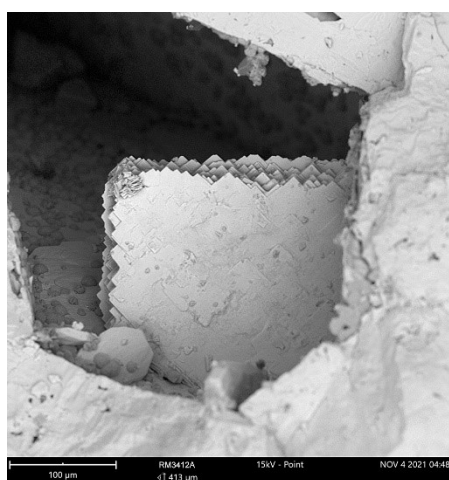


Figura 6. Imatge SEM del cristall de metazeunerita (RM3412). C.V.: 0,4 mm. Foto: J. Rosell.

Element	Atomic%	Weight%
O	63.51	13.97
U	21.05	68.87
As	7.83	8.07
Cu	2.09	1.82
Ba	3.34	6.31
S	2.19	0.96

Figura 7. Resultats analítics EDS.

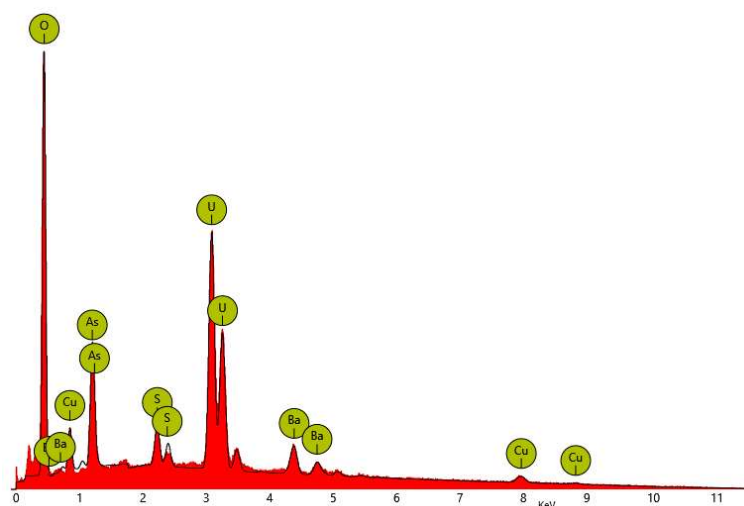


Figura 8.- Espectre SEM de la mostra RM3412.

Aquest fet es deu a que la mostra no ha estat recoberta amb carboni, per la qual cosa la zona d'impacte del feix d'electrons és més difusa, i es detecta la barita (BaSO_4) dels voltants, degut a que quan el feix d'electrons incideix sobre el mineral i s'emeten raigs X, alguns d'aquests exciten els elements dels minerals adjacents, els quals emeten nous raigs X des d'àtoms de sofre i bari, de la barita que envolta l'analit (figura 9).

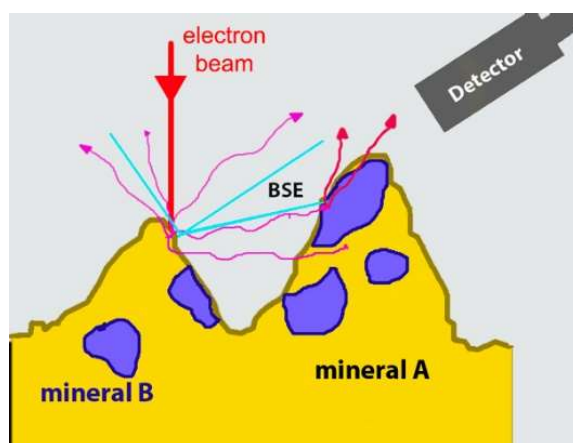


Figura 9.- Emissió i detecció de raigs X de minerals adjacents en un analit.

Observant la mostra analitzada en l'article de 1990, podem veure que sobre els cristalls hi ha diversos agregats globulars molt probablement d'escorodita, arseniosiderita o, fins i tot, de goethita, tots ells minerals amb ferro. Poden aquests agregats haver emmascarat els resultats de l'anàlisi EDS? No ho sabem. L'aspecte dels cristalls, cal dir-ho, es prou diferent al que hem analitzat nosaltres (RM3412). Només caldria analitzar de nou la mostra antiga amb els aparells que disposem actualment, molt més sensibles i precisos.

A Catalunya s'ha identificat, com una raresa, a la mina "Eureka", com a cristalls tabulars submil·limètrics ($<40\ \mu\text{m}$) en grups radials que pseudomorfitzen gersdorffita prop d'uraninita i digenita (Castillo-Oliver *et al.*, 2020).

També animem a aquells de vosaltres que teniu exemplars etiquetats com a kahlerita que us poseu en contacte amb nosaltres per a poder realitzar noves mesures EDS. D'aquesta manera podrem confirmar (o no) una espècie ben poc habitual.

Bibliografia

Viñals, J., Bareche, E., Coca, J. (1990): "Mines de Catalunya: Vimbodí (II)". *Mineralogistes de Catalunya*, 4, 213-227.

Bareche, E. (1990): "L'urani a la mina Atrevida". *Mineralogistes de Catalunya*, 4, 228-230.

Canet, C. (2001): *Dipòsits sedimentari-exhalatius del Paleozoic del SW dels Catalànides: model de dipòsit*. Tesi Doctoral. Director: Melgarejo i Draper, Joan-Carles. Universitat de Barcelona. Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals. Barcelona. 414 pp.

<http://hdl.handle.net/10803/667072> [Desembre, 2021].

Castillo-Oliver, M., Melgarejo, J.C., Torró, L., Villanova-de-Benavent, C., Campeny, M., Díaz-Acha, Y., Amores-Casals, S., Xu, J., Proenza, J., Tauler, E. (2020): "Sandstone-Hosted Uranium Deposits as a Possible Source for Critical Elements: The Eureka Mine Case, Castell-Estaó, Catalonia". *Minerals*, 10, 34.

Astor, J.: El món dels minerals. Classe VII, fosfats, arsenats i vanadats (3a part). Disponible en línia.

https://issuu.com/joanastor/docs/fosfats_3a_part [publicat 2014, visitat desembre, 2021].

Zeolites del volcà de la Crosa de Sant Dalmai

Joan Rosell

El volcà de la Crosa, també anomenat de la Crosa de Sant Dalmai, comparteix l'espai entre el municipi selvatà de Vilobí d'Onyar (en terres de Sant Dalmai) i els de Bescanó i Aiguaviva, al Gironès.

Es tracta d'un *maar* o cràter volcànic ample (de més de 1200 m, un dels més grans d'Europa) i de baixa altitud (156 m.s.n.m.) format per una erupció freatomagmàtica, produïda per una explosió causada per les aigües subterrànies en contacte amb una bossada de magma ascendent. Les violentes explosions han format un anell de projeccions piroclàstiques, formades tant per materials juvenils (de composició basàltica, gredes i algunes bombes volcàniques) com per fragments de roques del subsol (fragments ignis i metamòrfics). L'origen freatomagmàtic de la Crosa el diferencia de la resta de volcans de la zona, en els quals predominen les erupcions de tipus estrombolià. Cal dir però que dins aquest volcà freatomagmàtic trobem un con més petit de tipus estrombolià.

El període eruptiu de la Crosa es troba entre els 7,9 i 1,7 milions d'anys (Ma), característic dels processos volcànics de la depressió de la Selva. Els de la zona de l'Empordà, més antics, daten de 12 a 8 Ma i els més recents, els de la Garrotxa, d'entre 500.000 i 10.000 anys.



Figura 1. Vista del volcà de la Crosa de Sant Dalmai, des del mirador de Can Guilloterres.

Aquest volcà ha estat molt ben estudiat (Bolós *et al.*, 2012; Pedrazzi *et al.*, 2014). Els autors indiquen un procés en sis fases:

- I. **Estadi inicial.** La depressió de la Selva presenta diverses falles alineades NO-SE, amb diversos aqüífers.

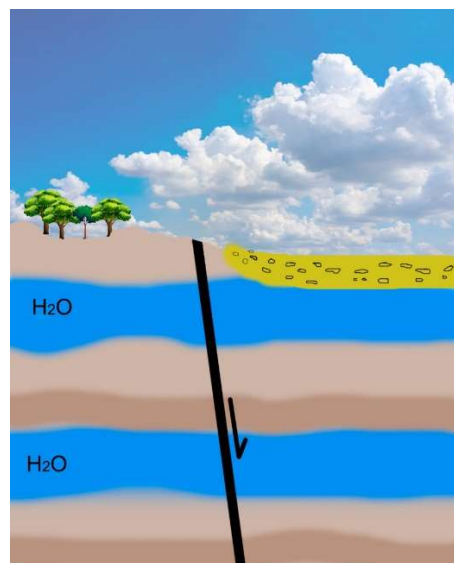


Figura 2. Estadi inicial.

- II. **Fase freatomagmàtica-1.** El magma ascendent aprofita les falles per a ascendir i contacta amb les aigües d'un nivell freàtic superficial. L'escalfament sobtat i la vaporització de l'aigua genera violentes explosions, que obren un cràter de tipus *maar* freatomagmàtic. Roques del subsol, gredes, bombes volcàniques i onades piroclàstiques de cendres molt calentes arrasen la zona.

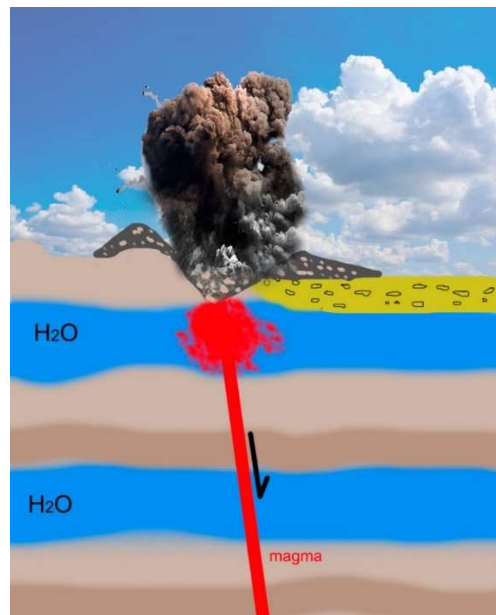


Figura 3. Fase freatomagmàtica-1.

- III. **Fase estromboliana-1.** Quan l'aigua superficial ha estat vaporitzada totalment es dona un període de vulcanisme magmàtic, menys violent, amb cons de gredes de tipus estrombolià.

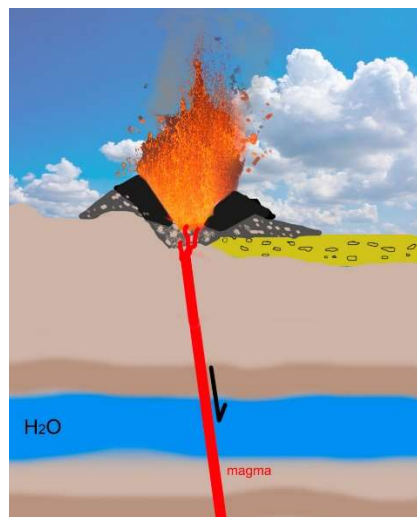


Figura 4. Fase estromboliana-1.

- IV. **Fase freatomagmàtica-2.** La baixada de pressió del magma permet que l'aigua d'aqüífers profunds penetri i es doni un conjunt de violentes explosions freatomagmàtiques que destrueixen el con de gredes estrombolià.

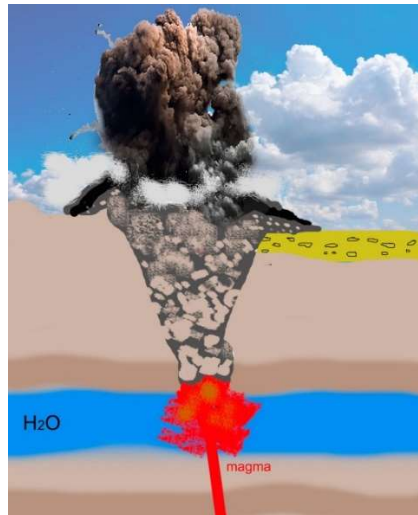


Figura 5. Fase freatomagmàtica-2.

- V. **Fase estromboliana-2.** Altra cop, en desaparèixer l'aigua del medi, el vulcanisme torna a ser magmàtic i edifica el con d'escòries estrombolià que actualment podem veure dins de l'anell del *maar* actual.

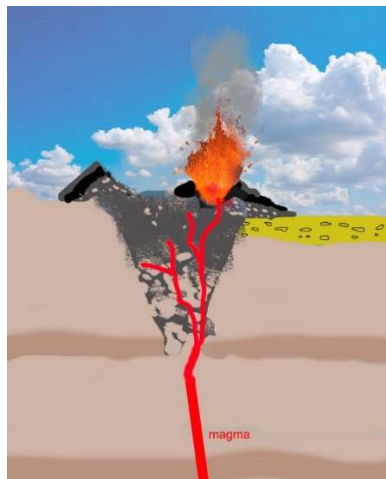


Figura 6. Fase estromboliana-2.

- VI. **Fase efusiva final.** La caldera s'omple amb colades de lava i omple l'interior de l'anell del *maar*, trencant part del cràter estrombolià petit.

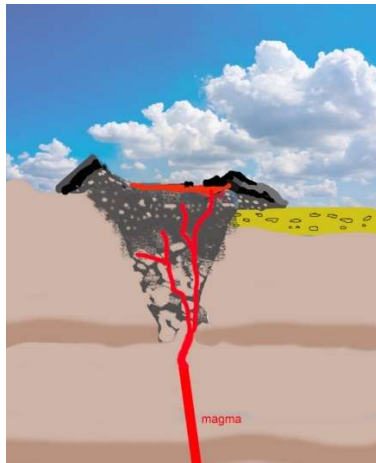


Figura 7. Fase efusiva final.

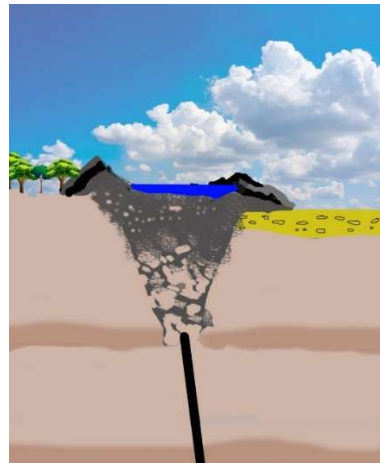


Figura 8. El volcà fa uns pocs segles.

Ja passada l'etapa eruptiva, el volcà es va anar omplint d'aigua i es va crear un gran llac i aiguamolls. A finals del s. XVIII i principis del s. XIX es va construir una galeria d'uns 800 m per al drenatge de les aigües interiors (avui dia encara visitable) i poder aprofitar les riques terres volcàniques per al conreu.

Actualment s'hi conreen cereals, farratge i avellaners. L'anell del *maar* es troba poblat per frondosos boscos d'alzinars i roures, amb replantacions de pinedes i eucaliptus.

També s'hi han realitzat extraccions mineres relacionades amb la greda, com la de Can Guilloterres (on actualment hi ha un aparcament, mirador i panells explicatius) o la de Can Costa.



Figura 9. Antigues grederes de Can Guilloterres.



Figura 10. Nivells de materials piroclàstics de Can Guilloterres.



Figura 11. Gredera de Can Costa.



Figura 12. Nivells de piroclasts i cendres a Can Costa.



Figura 13. Fragment d'escòria volcànica.

Prop d'un camp de conreu al costat de Can Costa, vam recollir uns fragments de materials escoriacis amb nombrosos vacúols. Aquests materials negres porosos porten inclosos fragments lítics com: albita, quars, granits, gneis, olivina i vidres volcànics.



Figura 14. Escòria volcànica amb un fragment inclòs de tipus gneis.



Figura 15. Escòria volcànica amb olivina i fragments de quars, gneis i feldespats.

En algun d'ells vam observar, dins els vacúols, la presència de petits agregats globulars de cristalls incoloros a blanquinosos, transparents a opalins i molt brillants.



Figura 16. Vacúol amb zeolites.

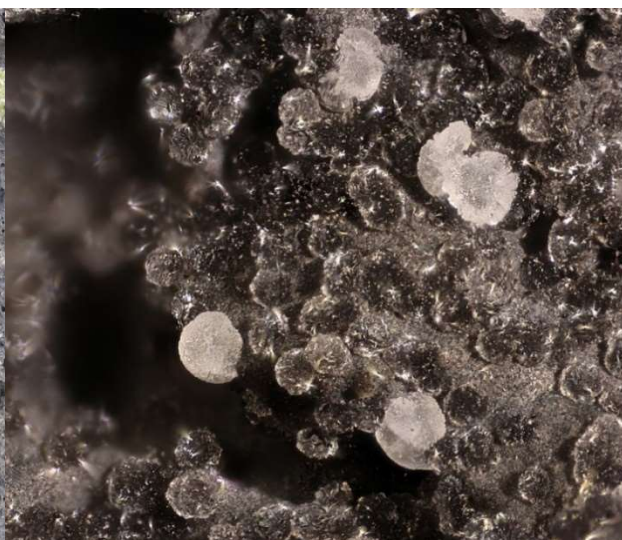
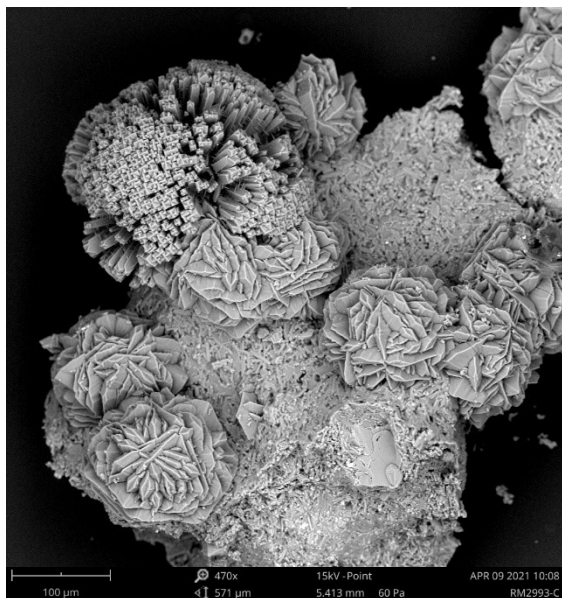


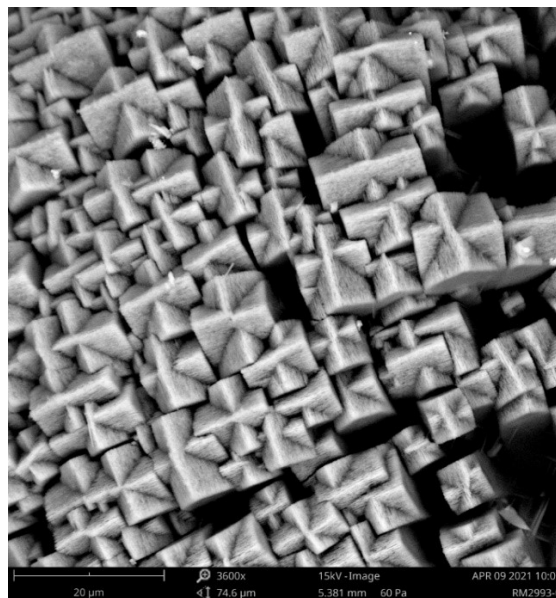
Figura 17. Agregats opalins de cristalls prismàtics i agregats transparents de cristalls lenticulars. C.V.: 1,5 mm.

Les imatges del microscopi electrònic de rastreig van mostrar dos tipus d'agregats cristal·lins en els cristalls brillants: uns formats per prismes allargats maclats en "creu" i uns altres formats per cristalls d'aspecte lenticular, també maclats.

També vam observar agregats esfèrics de color blanc i amb estructura interna radial.



aFigura 18. Imatge SEM on observem dos tipologies de zeolites: prismàtica i lenticular.



bFigura 19. Aquesta macla en "creu" es coneix com a macla de Bowling. Es tracta d'un tipus de macla poc habitual de la phillipsita i l'harmotoma. Mostra RM3154.

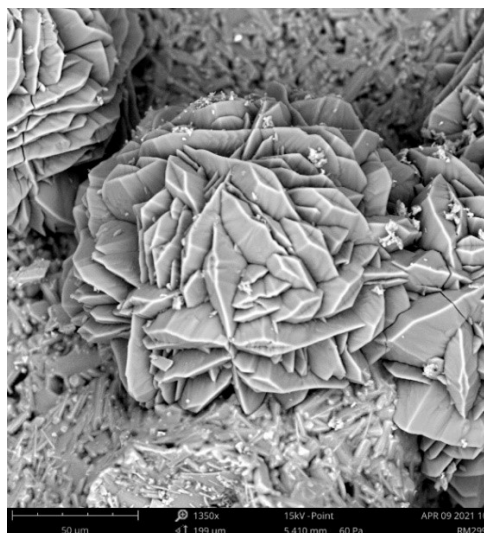


Figura 20. Cristalls d'aspecte lenticular (RM3153).



Figura 21. Agregats esfèrics de cristalls radials (RM3131). C.V.: 1.5 mm.

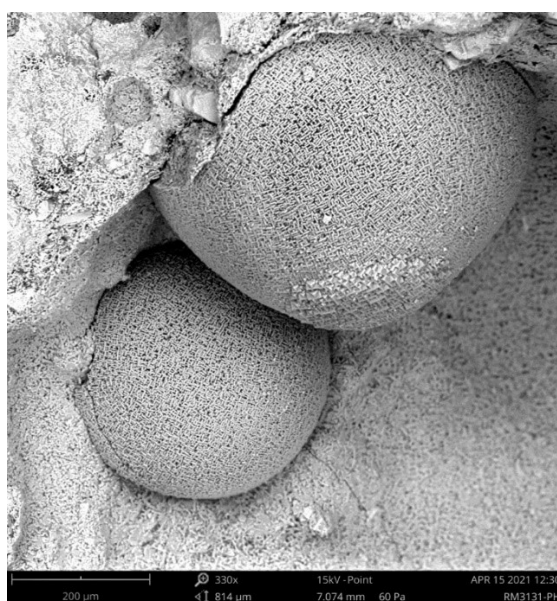


Figura 22. Agregats globulars esfèrics (RM3131).

Els primers estudis de caracterització es van portar a terme per espectroscòpia SEM-EDS.

L'anàlisi elemental de les tres tipologies d'agregats ens mostrà que tenien una composició molt similar. En tots ells predomina lleugerament el potassi sobre el calci.

Element	% atòmic		
	RM3154	RM3131	RM3153
	Bowling	Globular	Lenticular
O	72.56	68.75	69.31
Si	15.57	18.49	16.19
Al	7.92	7.28	8.23
K	1.81	2.42	3.78
Ca	1.25	1.92	1.99
Na	0.43	0.58	0.23
Mg	0.23	0.50	0.27
Fe	0.23	-	-

Taula 1. Comparativa composicional.

Aquestes composicions són molt comunes en les zeolites. Amb aquests resultats, ja vam poder confirmar, pel seu hàbit cristal·lí, la phillipsita-K en el cas dels cristalls prismàtics maclats en “creu” (RM3154). Tanmateix, ho vam confirmar mitjançant l'espectre Raman.

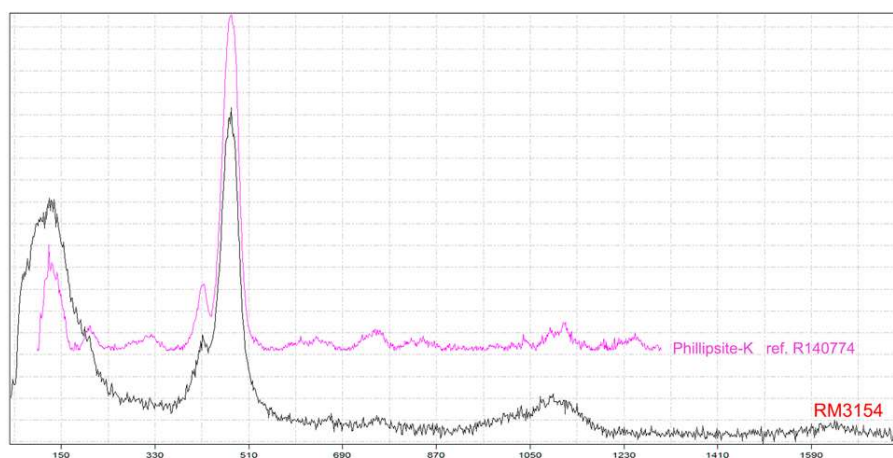
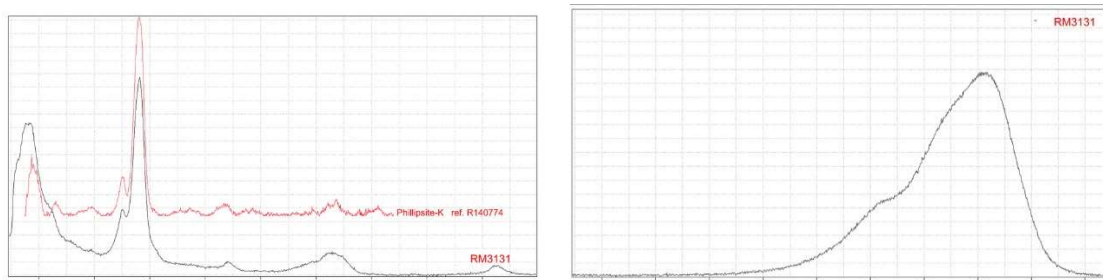


Figura 23. Espectre Raman dels prismes maclats en “creu” (RM3154).

En el cas dels agregats globulars (RM3131) vam obtenir un espectre coherent amb la phillipsita. Es va enregistrar tant la zona de baixa freqüència com la d'alta, on trobem els modes vibracionals de les molècules d'aigua.



Figures 24-25. Espectres Raman de baixa i alta freqüència dels agregats globulars (RM3131).

Pel que fa als cristalls lenticulars (RM3153), l'espectre Raman obtingut és molt semblant al de la phillipsita però amb la desaparició d'una banda a 420 cm^{-1} i el desdoblament múltiple de la banda de la phillipsita que es troba a 475 cm^{-1} , en bandes a 460 i 477 cm^{-1} i l'aparició d'una ampla banda a 332 cm^{-1} . Aquests resultats són coherents amb la cabazita, en aquest cas, cabazita-K.

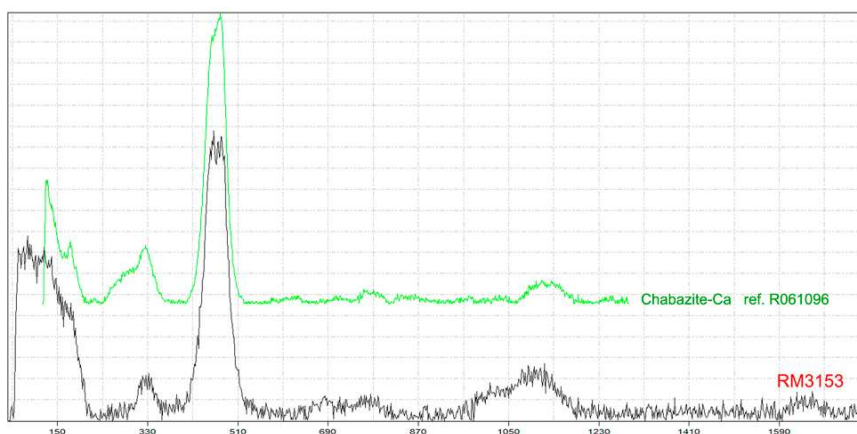


Figura 26. Espectre Raman de la cabazita-K (RM3153).

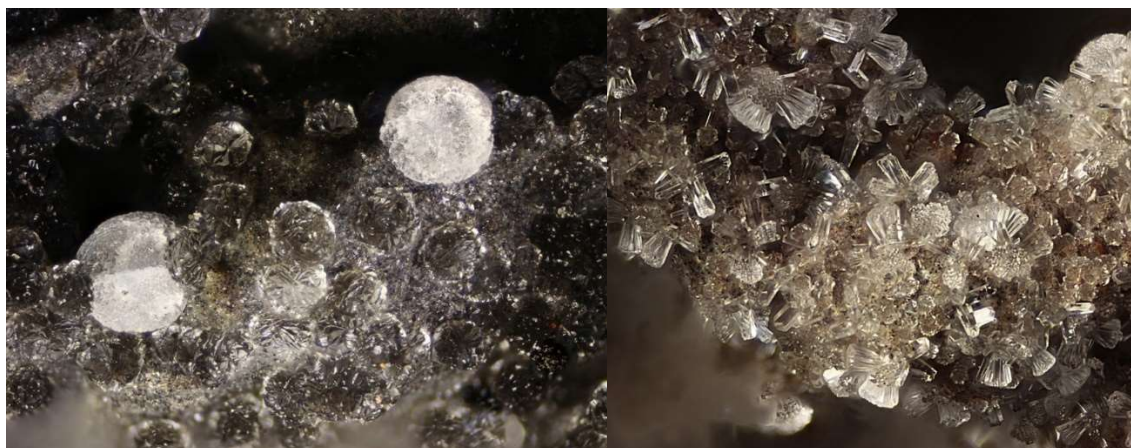


Figura 27. Agregats incolors de cabazit-K, amb glòbuls de phillipsita-K opalins.

Figura 28. Agregats divergents de phillipsita-K. C.V.: 1,3 mm.

En altres vacúols hem identificat també phillipsita-K en feixos divergents.

Algunes mostres encara es troben en procés d'estudi i pot ser que es trobin d'altres zeolites o minerals característics d'aquestes escòries volcàniques.

AGRAÏMENTS

A Joan Martínez Bofill, gerent de GEOMAR Enginyeria del Terreny, a Joana Lluch i Enrique Rossell, tècnics de l'equip, per la seva amable acollida i facilitar-nos l'estudi de diferents exemplars mitjançant SEM-EDS. Al Dr. Tariq Jawhari, del servei d'espectroscòpia Raman, dels Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB). Al Dr. Joan Carles Melgarejo, pel seu suport continuat en la determinació de minerals del nostre país.

Versió en castellà: <https://bit.ly/3xCfIX5>

NOTES BIBLIOGRÀFIQUES

Pedrazzi, D., Bolós, X., Martí, J. (2014): "Phreatomagmatic volcanism in complex hydrogeological environments: La Crosa de Sant Dalmai maar (Catalan Volcanic Zone, NE Spain)". *Geosphere*, vol. 10, núm. 1, pp. 170-184. <https://www.researchgate.net/publication/259821063> [online, abril 2021].

Bolós, X., Barde-Cabusson, S., Pedrazzi, D., Martí, J., Casas, A., Himi, M., Lovera, R. (2012): "Investigation of the inner structure of La Crosa de Sant Dalmai maar (Catalan Volcanic Zone, Spain)". *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 247-248, pp. 37-48.

Ferrer, M.C., Riesco, M.: "Geòtop 356. La Crosa de Sant Dalmai". Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge Direcció General del Medi Natural. <https://mineratlas.com/img/4/7/3/473.pdf> [online, abril 2021].

Les sulfosals de la mina Van Silver, Colúmbia Britànica, Canadà

Paulí Gispert

La febre de l'or del riu Fraser i la del Cariboo

La mina Van Silver, denominada també The Silver Tunnel, està situada a 105 km al nord de Vancouver, a la vora d'un rierol anomenat Brandywine Creek, afluent del riu Cheakamus. La regió és pintoresca, amb glaceres, llacs i prats alpins. Uns 20 km vers al nord hi ha excel·lents estacions d'esquí a les muntanyes Whistler i Blackcomb.

A.E. Snow va prospectar la zona per primera vegada el 1923, delimitant i estacant el domini com el Blue Jack Group. Durant la dècada següent la Blue Jack Mines Inc. va efectuar petites trameses de mineral, però la ubicació remota i les precàries vies de comunicació van impedir el seu desenvolupament. De fet el sender squamish, construït de 1873 a 1877, passava a menys de 10 km del dipòsit Van Silver. El terme squamish es refereix a un poble indígena de la costa nord-oest del Pacífic.

El 1858 milers de buscadors d'or van invair les ribes del riu Fraser des de Hope fins al nord de Lillooet. Un membre de la nació indígena Shuswap va descobrir or al riu Thompson, afluent del Fraser. La troballa es va mantenir en secret fins el 1857, quan es va enviar una mostra de 800 unces (uns 23,5 kg) a San Francisco. Els diaris de Washington i d'Oregon van publicar informes sobre descobriments d'or al riu Fraser. La notícia va provocar una sobtada migració massiva per terra i mar amb destinació al riu Fraser.

La febre de l'or del Fraser (Fraser Gold Rush) va ser una extensió de la societat minera de Califòrnia. Degut a l'esgotament dels jaciments tradicionals (placers), molts miners van anar a l'atur marginats per la mineria hidràulica que requeria fortes inversions de capital. La majoria eren nord-americans (principalment d'origen europeu), encara que molts eren afroamericans, hawaïans, xilens, xinesos i d'altres ètnies. Viatjaven per mar fins al riu Fraser i un cop passat Fort Langley arribaven als trams inferiors del canó del Fraser. Precisament les troballes més riques es van produir entre Hope i Yale, al canó del Fraser. Al nord de Yale els vaixells de vapor de rodes de paletes (paddlewheelers steamboats) no podien remuntar el riu degut als estrets congostos del canó. Des de Yale vers al nord, els mitjans de transport eren els tirs de mules i cavalls.



Tir de cavalls de mercaderies a la carretera Cariboo al llarg del riu Thompson, 1867. Font: Wikipedia (Ruta Cariboo).

El riu Fraser té 1.375 km de longitud, neix a les Muntanyes Rocalloses canadenques i desemboca en l'estret de Geòrgia. L'actual regió metropolitana de Vancouver està situada en l'àrea del delta del riu. Hope és un municipi situat a 154 km al nord-est de Vancouver, en la confluència del riu Fraser i Coquihalla, a l'extrem sud del canó del Fraser. El 23 de març de 1858 un grup de miners va fer un recés per a menjar en una barra sorrenca del Fraser, a uns 16 km al nord de Hope. Un buscador, de cognom Hill, va percebre als seus peus unes partícules d'or entre la molsa; immediatament van procedir a dividir aquella àrea en porcions d'uns 2,3 m². Van començar la recerca mitjançant safates i àbacs, amb tanta sort que abans de finalitzar la temporada havien obtingut or per un valor de 2 milions de dòlars. Aquell banc o barra d'arena s'anomena amb molta propietat Hill's Bar.

Amb l'objecte d'evitar les condicions il·legals que eren corrents en els jaciments aurífers californians i australians, el llavors governador James Douglas va establir un sistema de llicències mineres, iniciant també la millora de l'estat dels senders. El període de prosperitat no va durar gaire i a mitjans de la dècada de 1860 la febre de l'or del Fraser es va esfondrar, creant una forta recessió a la Colúmbia Britànica.



Segell de Canadà. Edició de 1958. Febre de l'or (Gold Rush). Colúmbia Britànica



Segell dels Estats Units. Edició de 1989. Febre de l'or a Califòrnia.

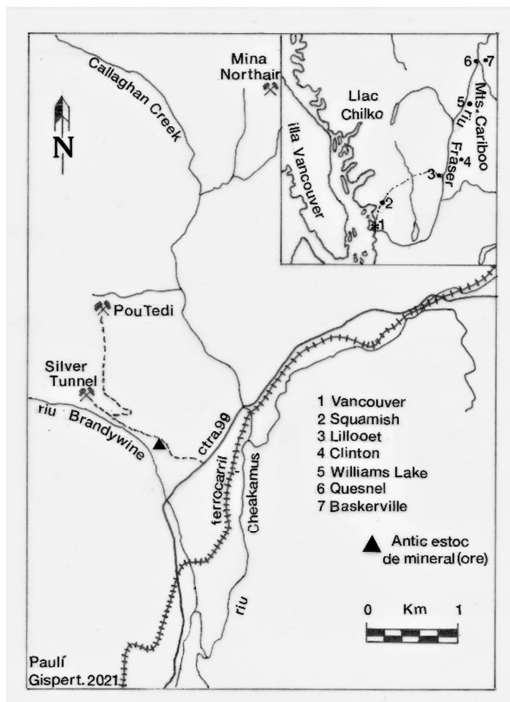
Cariboo, Monashee, Purcell i Selkirk són quatre serralades que formen part de les muntanyes Colúmbia. Cadascuna d'elles té una alçària de més de 3.000 metres. La serralada de Cariboo constitueix la part més septentrional del sistema i està separada de les altres pel riu North Thompson. El seu nom fa referència als caribús, que en altres temps eren abundants a la regió. Les praderies del Cariboo acullen el teixó americà (*Taxidea taxus Jeffersonii*), en perill regional.

La carretera del Cariboo i el ferrocarril Pacific Great Eastern

La febre de l'or en aquella remota i aïllada regió de les muntanyes del Cariboo va tenir lloc entre 1861 i 1867 aproximadament. Va començar quan els prospectors vinguts del Fraser van descobrir or al riu Horsefly. Una vegada difosa la notícia, un gran nombre de buscadors d'or, majoritàriament canadencs, van ser atrets pels antics territoris del comerç de pells de Chilcotin i Carrier.

Per a facilitar el transport als camps d'or de Cariboo, James Douglas va encomanar als Royal Engineers la construcció de la carretera del Cariboo, de 650 km de longitud, de Yale fins a Baskerville, evitant així els antics i dificultosos camins a través del canó del Fraser i la Ruta dels Llacs. Una vegada oberta aquella carretera, els trens mulars es van substituir per cavalls i bous.

Al llarg de la carretera van anar creixent ciutats com Clinton, 100 Mile House i Williams Lake, tot i que la majoria ja havien tingut els seus inicis abans de la febre de l'or. La de major importància estava situada al final de la carretera a Baskerville, que va créixer al voltant dels nombrosos campaments miners de Cariboo. Els rics jaciments de Baskerville es van treballar des de 1864 fins a la dècada de 1930.



Plànol de situació de la mina Van Silver.



El canó del Fraser riu amunt vist des de l'àrea de Mountain.

El 20 de juliol de 1871 la Colúmbia Britànica va passar a ser una província del Canadà. A mesura que els prospectors anaven trobant noves ocurrences minerals, juntament amb el reconeixement del gran potencial de la regió pel subministrament de fusta, van començar a pensar en el ferrocarril.

John A. MacDonald, primer ministre del Canadà (1867-1873 i 1878-1891), va ordenar als Royal Engineers la construcció d'una línia fèrria des de Vancouver, al nord, fins a la connexió amb el Grand Trunk Pacific Railway a Prince George. La ruta del ferrocarril Canadian Pacific es va construir a través de les Muntanyes Rocalloses, sobre l'altiplà interior al llarg dels rius Fraser i Thompson i finalment fins a Vancouver i la costa.

A partir de 1949 va començar a expandir-se la línia del Pacific Great Eastern (Pacific Gran Oriental) i el 1958 el PGE ja havia arribat al nord des de Prince George fins a Fort St. John i també fins a Dawson Creek, on es trobava amb els ferrocarrils del nord de la província d'Alberta. En la dècada següent es va dur a terme la prolongació de la línia principal des de Fort St. John 400 km al nord fins a Fort Nelson, a menys de 160 km del Yukon.

Acabada la construcció de la línia del ferrocarril, juntament amb la finalització de l'autopista 9, va ser aleshores factible obrir l'àrea per al seu desenvolupament i la recreació. Van Silver Explorations Ltd. va adquirir la propietat de la mina el 1967. Consta, no obstant, que el 1977 va ser l'únic any de funcionament. La propietat va passar posteriorment a la Rock Mines Ltd., amb seu a Vancouver.

Actualment la mina està tancada, amb el seu interior probablement enfonsat. Ja en el 2008 l'accés a la mina va quedar bloquejat arran d'un desviament de l'autopista. A finals de l'any 2009, en ocasió de les Olimpíades d'Hivern de l'any següent, van aprofitar material de les piles de l'escombrera, situant-lo sota d'una fina capa de grava, per a la construcció d'un gran aparcament proper. Sembla doncs gairebé impossible la recuperació de minerals per a la col·lecció i estudi.

Mineralogia

Els minerals de la mina Van Silver provenen d'un sistema de vetes de plom-zinc-plata d'origen hidrotermal, les quals contenen una quantitat significativa d'antimoni.

Aquestes vetes tenen una mitjana d'uns pocs mil·límetres d'amplada i diversos centímetres de longitud. Les petites cavitats contenen diminuts cristalls de quars, galena, esfalerita i pirita, a més d'una sèrie de sulfosals de plata, antimoni i plom. La diaforita i la fizelyita d'aquesta mina es van localitzar al Canadà per primer cop, mentre que la pirostilpnita, miargirita i semseyita representen la segona ocurrència d'aquestes espècies en aquest país.

Els cristalls mesuren des de dècimes de mil·límetre fins a diversos mil·límetres. La cerca a les piles del terregall va facilitar la recuperació de nombroses mostres, entre elles espectaculars micromounts.

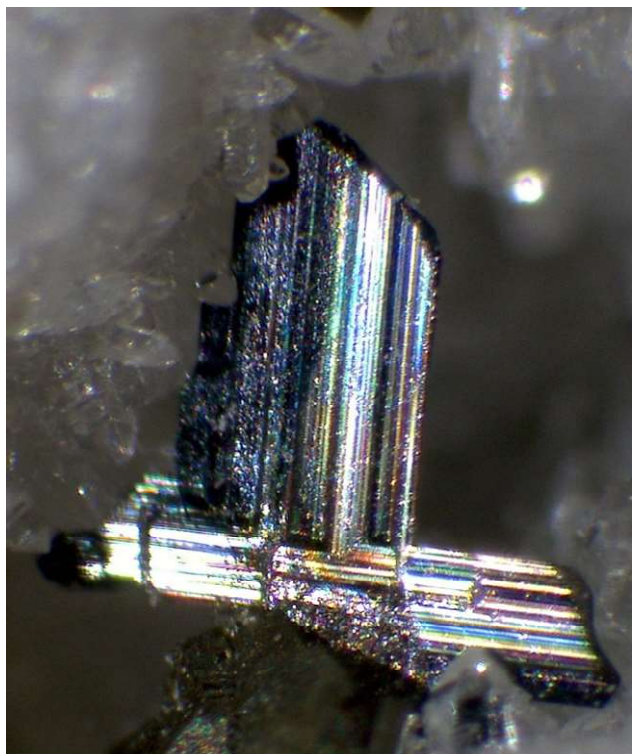
Boulangerita. $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$. Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

Apareix en forma de flocs o matolls solts, mats i llustrosos, de fins 1 cm de llargada. També en forma d'anells i rinxols. De vegades està alterada amb una tonalitat marró violàcia. Frequentment es troba associada amb minerals d'argent i ocasionalment és l'únic sulfur en cavitats folrades de quars. Tots els plomalls minerals analitzats de Van Silver han estat determinats com a boulangerita.

Bournonita. CuPbSbS_3 . Cristal·litza en el sistema ròmbic.

Es presenta en forma de cristalls tabulars de color gris acerat, poc lluent a força brillants, mesurant com a molt 1 mm de llargada. També apareixen macles en forma de roda dentada, de fins a 3 mm. Els cristalls de Van Silver no mostren exfoliació. Es troba generalment damunt quars, pirita, esfalerita i galena.

Mostres analitzades de bournonita provinents d'aquesta localitat han donat un contingut en arsènic menor de l'1% en pes (Woodside R.W.M. et al, 2000).



Cristalls de diaforita. C.V.: 1,5 mm.



Cristall de diaforita. C.V.: 1,1 mm.

Diaforita. $\text{Ag}_3\text{Pb}_2\text{Sb}_3\text{S}_8$. Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

És una espècie propera en composició a la freieslebenita i es confon de vegades amb aquesta última. De fet, els cristalls d'ambdues espècies tenen un aspecte similar, doncs es tracta d'individus curts, prismàtics, una mica toscs.

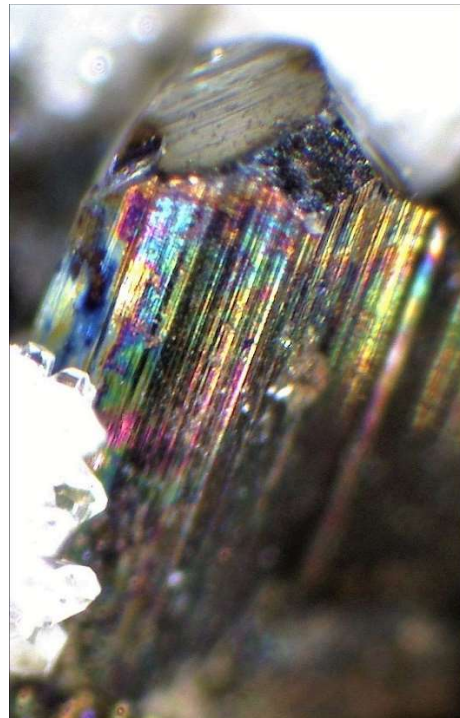
La diaforita es presenta en forma de cristalls prismàtics de color negre, mats, amb lluentor metàl·lica. També biterminats i alguns maclats en V. El tintat blau i la freqüent opacitat pot ser el resultat de la meteorització en els terregalls. Mesuren d'1 a 2 mm de llargada i uns 0,5 mm d'amplada. Rarament els cristalls assoleixen els 5 mm al llarg respecte l'eix c.

El seu hàbit és sovint molt complex. Solen haver les formes de prisma vertical (100), (010), (hk0). Les fines estriacions es deuen probablement al creixement alternatiu d'aquestes cares. Les terminacions dels cristalls poden tenir tres formes, sent dues d'elles al menys clinoprismes (0kl): (011), (012), (081); ortoprismes (h0l): (101), (201), i també prismes oblics (hkl). Les cares terminals solen ser llises i molt lluent. A Van Silver es troba associada amb quars, esfalerita, pirita, pirargirita, miargirita.

La presència de dos diferents conjunts d'angles obtusos simplifica la identificació de la diaforita (Woodside R.W.M. et al, 2000).



Cristalls de diaforita. C.V.: 0,9 mm.



Cristall de diaforita. C.V.: 1,1 mm.



cCristall biterminat de diaforita. C.V.: 1,7 mm.

Fizelyita. $\text{Ag}_4(\text{Pb},\text{Ag},\text{Fe})_{3.5-4}\text{Pb}_{12}\text{Sb}_{21}\text{S}_{48}$. Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

L'hàbit de la fizelyita és força variable: prismàtic, sovint de forma tornejada i fibrós. Els cristalls estan fortament estriats paral·lelament a l'eix c del prisma, mostrant amb freqüència una certa curvatura. Rarament tenen bones terminacions. Els grups radials són els més corrents, encara que també es coneixen cristalls senzills individuals.

La llargada mitjana dels cristalls és normalment submil·limètrica, però s'han trobat de fins a 6 mm. El seu color és gris de plom, gris d'acer, negre. Es troben cristalls de fizelyita crescuts damunt de cristalls de miargirita, diaforita, pirita i semseyita. També s'han recuperat cristalls de fizelyita recoberts per filaments prims de boulangerita i d'altres recoberts amb cristalls de freieslebenita. Apareixen com a minerals associats, quars, pirita, pirargirita i esfalerita.

Aquesta espècie descoberta el 1926 per l'enginyer hongarès de mines Sándor Fizély (1856-1918), va ser estudiada pels mineralogistes Krenner i Loczka.



Cristalls de fizelyita i quars. C.V.: 2,6 mm.



Cristalls de fizelyita damunt de pirita. C.V.: 5 mm.

Freieslebenita. AgPbSbS_3 . Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

Es troba en prismes en forma de falca, negres i llunts, de fins a 2 mm de llargada i prop de 0,25 mm de gruix. Totes les cares del prisma estan estriades paral·leles a l'eix c. Les estriacions es produeixen probablement arrel del creixement alternatiu de les formes (100) i (110) o (hk0). Les cares terminals del cristall són únicament de la forma (0kl), ocasionalment estriades paral·lelament a l'eix més curt, és a dir, l'eix a.

A Van Silver s'han trobat cristalls biterminats, inclús grups de tres individus interpenetrats. Associada amb quars, esfalerita, boulangerita. En absència de cristalls de bona qualitat, no és possible distingir entre freieslebenita i diaforita, excepte quan s'analitzen mitjançant microsonda electrònica.

Aquesta rara sulfosal argentífera es va observar per primera vegada a la dècada de 1770-1780, a la mina Himmelfürst, Freiberg, Alemanya. W.K. Haidinger (1795-1871) la va anomenar així en honor de J.K. Freiesleben (1774-1846), comisari de les mines de Saxònia en les primers dècades del segle XIX.



Cristalls de freieslebenita i quars. C.V.: 1,4 mm.

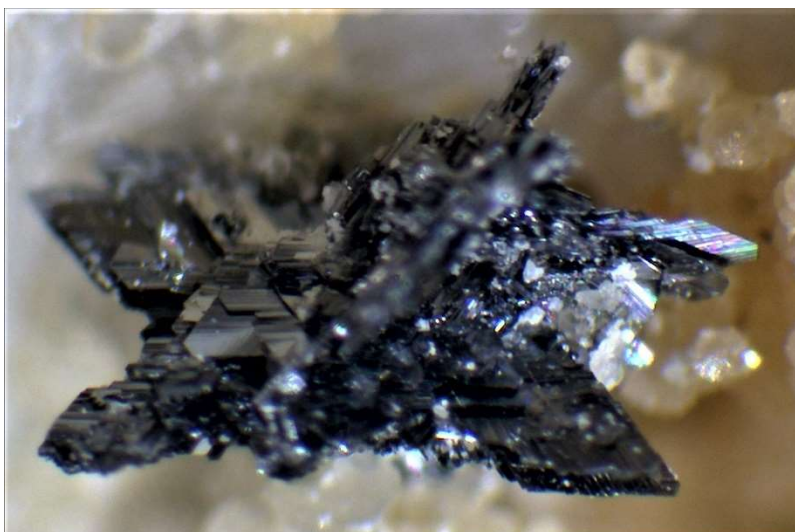


*Cristalls biterminats i interpenetrats de freieslebenita.
C.V.: 1,6 mm.*

Geocronita. $\text{Pb}_{14}\text{Sb}_6\text{S}_{23}$. Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica. Forma sèrie amb la jordanita ($\text{Pb}_{14}\text{As}_6\text{S}_{23}$).

Es presenta en apilaments paral·lels i rosetes de plaques pseudo hexagonals de fins a 1,2 mm de diàmetre, de color negre i generalment lluent. Forma sovint agrupaments de cristalls aïllats damunt de quars, ankerita esfalerita i barita. Maclat comú en (001). Les plaquetes tabulars pseudo hexagonals mostren estriacions a 60° i 120° , la qual cosa distingeix el mineral.

La geocronita de la mina Van Silver conté prop del 3% d'arsènic en pes (Woodside R.W.M. et al, 2000).



dGrup de cristalls pseudo hexagonals de geocronita. C.V.: 1,7 mm.

Miargirita. AgSbS_2 . Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

Es presenta com a cristalls intercrellats complexos, compactes, amb reflexos interns de color vermell fosc. A Van Silver els cristalls de miargirita mesuren usualment d'1 a 3 mm, assolint com a màxim 5 mm. El seu color és negre, amb lluentor quasi metàl·lica. Generalment associada amb galena. Es troba sovint damunt de diaforita i d'altres espècies tardanes. La miargirita d'aquesta localitat conté prop del 0,3% d'arsènic en pes.



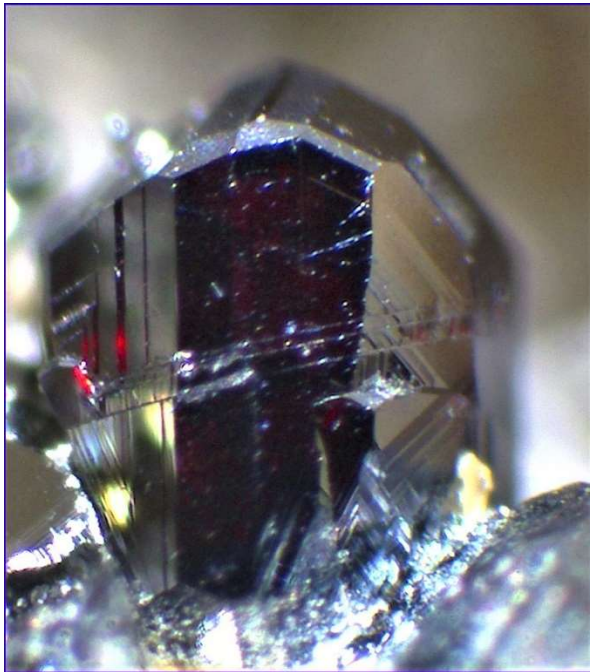
Cristall de miargirita. C.V.: 1,1 mm.

Pirargirita. Ag_3SbS_3 . Cristal·litza en el sistema trigonal, classe 3m ditrigonal piramidal.

Apareix en forma de cristalls prismàtics mesurant fins a 5 mm de llargada. Cares de prisma hexagonal (0kl), (hk0), allargassats segons l'eix c, també rabassuts. Les terminacions són cares (hkl) de piràmide trigonal i de piràmide ditrigonal.

Tenen un color vermell gemma. S'han observat sobre la majoria dels darrers minerals en cristal·litzar. S'ha trobat principalment associada amb galena, pirita, esfalerita i miargirita.

Els reflexos interns i la ratlla vermella de la pirargirita són més pàl·lids que els de la miargirita. La pirargirita del dipòsit Van Silver conté menys de l'1% d'arsènic en pes (Woodside R.W.M. et al, 2000).



Cristall de pirargirita. C.V.: 0,9 mm.



Cristall de pirargirita. C.V.: 0,9 mm.

Pirostilpnita. Ag_3SbS_3 . Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica. És dimorfa de la pirargirita.

A Van Silver els cristalls observats són prismàtics (101), amb elongació paral·lela a (001) i cares terminals de prisma oblic. Solen presentar estriacions i també s'han trobat alguns cristalls torsionats. Poden estar interpenetrats i també maclats en V. La llargada mitjana dels cristalls és submil·limètrica, si bé poden assolir fins a 2 mm.

El seu color sol ser ataronjat o d'un viu vermell jacint. La lluentor accentuada i la qualitat gemma faciliten la seva identificació. La pirostilpnita sol aparèixer damunt pirargirita, fizelyita, miargirita i quars.

Com en la pirargirita, la pirostilpnita conté menys de l'1% en pes d'arsènic. Majoritàriament el seu origen està lligat a la dissolució a baixa temperatura de la pirargirita i a la redeposició de la mateixa substància sota forma diversa.

La pirostilpnita també s'ha trobat a la mina Silvana, situada al sud de la ciutat de Sandoz, a la Colúmbia Britànica. Aquesta mina va acabar sent una fusió de moltes mines al cor del camp miner Slocan. La seva explotació va finalitzar l'any 1991.

La mina Silvana ha produït una espectacular sèrie de miniatures i microminerals: pirargirita, estefanita, pirrotita, cubanita, etc. En aquesta localitat la pirostilpnita es presenta en forma de cristalls prims, fullosos, de color vermell ataronjat. Els cristalls més grans mesuren com a molt 1 mm de llargada. Alguns exemplars apareixen en forma de filament prim, allargassat i corbat.



Cristalls de pirostilpnita. C.V.: 0,8 mm.



Cristalls de pirostilpnita. C.V.: 0,6 mm



Cristalls de pirostilpnita i quars. C.V.: 0,8 mm.

Semseyita. $\text{Pb}_9\text{Sb}_8\text{S}_{21}$. Cristal·litza en el sistema monoclínic, classe 2/m prismàtica.

A la mina Van Silver la semseyita es presenta en cristalls tabulars grisos mesurant fins a 3 mm, sovint en creixements paral·lels. L'hàbit típic és en cresta de gall, amb apilaments paral·lels de cristalls tabulars (001) de color gris. La semseyita s'ha observat en co-deposició amb fizelyita i damunt de calcita. Apareix freqüentment associada amb quars, pirita, esfalerita i boulangerita. La semseyita és l'únic mineral gris aplanat i exfoliable present en aquesta localitat, fàcilment reconeixible pel seu hàbit cristal·lí.

Tetraedrita. $\text{Cu}_{10}\text{Fe}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}\text{-Cu}_6(\text{Cu},\text{Ag})_4(\text{Fe},\text{Zn})_2(\text{Sb},\text{As})_4\text{S}_{13}$. Cristal·litza en el sistema isomètric (cúbic).

La tetraedrita de Van Silver conté un 20% d'argent, un 5% de zinc, una mica més d'un 1% en ferro i menys d'un 1% d'arsènic. Un únic exemplar amb un tetraedre posat damunt d'un cristall de miargirita és la sola evidència convincent de la seva deposició en les vetes de quars-carbonat-barita-esfalerita-galena-sulfosals (Woodside R.W.M et al, 2000).

Apareix en forma de tetraedres negres, nítids i brillants, mesurant com a molt 1 mm, de vegades amb modificacions trapezoèdriques observant-se generalment associada amb quars, pirita i esfalerita. Els reflexos vermells i la manca d'exfoliació distingeixen la tetraedrita de l'esfalerita.



Cristalls maclats de diaforita damunt de quars. C.V.: 3 mm.

Referències bibliogràfiques i webs consultades.

- Gramaccioli C.M. (1985). I solfosali. Istituto Geografico De Agostini, S.p.A. Novara.
- Klein C, Hurlbut C.S. (2001). Manual de Mineralogía. Editorial Reverté. Cuarta edición, pp. 69-116.
- Mauthner M.H.F, Groat L.A, Raudsepp M, Attridge R. (1996). Minerals of the Silvana Mine, Sandon, British Columbia. The Mineralogical Record. Vol. 27. Nº6, pp. 433-438.
- Woodside R.W.M, Soregaroli A.E, Ansell H.G, Twaites B.L, Balacko T.W. (2000). Rare sulfosalts from the Van Silver Mine, British Columbia. The Mineralogical Record. Vol. 31. Nº3, pp. 219-229.
- www.mindat.org.
- www.mineralienatlas.de.

Spangolita de la mina “El Feliz”, Cuevas de Almanzora, Almería: Una identificación inusual

José F. Castro, Adolf Cortel, Mario López, Josep A. Soldevilla

No hace mucho que en *Mineralogistes de Catalunya* y *Paragénesis* describimos un grupo de sulfatos de hierro y otros minerales de la mina “El Feliz” [1]. Se trata de una pequeña mina de unos 15 m de recorrido en la Sierra Almagrera (pedanía de Villaricos, Cuevas del Almanzora, Almería), junto al mar. Se accede a ella a través de la cala Mal Paso, por un sendero de 1 km aproximadamente que conduce a la entrada de la mina.

Además de los sulfatos de hierro, en esta mina se han encontrado diferentes sulfatos de cobre, entre ellos calcantita, brochantita, linarita y cianotriquita. El objetivo de esta breve nota es la descripción del hallazgo y el análisis de otro sulfato de cobre y aluminio, la spangolita, $\text{Cu}_6\text{Al}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{12}\text{Cl} \cdot 3(\text{H}_2\text{O})$, mucho más raro que los anteriores.

En este yacimiento la spangolita se encuentra como pequeños prismas hexagonales, de 0,2 mm o menores, de color azul turquesa, a veces aislados y otras formando grupos; en algunos casos estos cristales han crecido sobre clinoatacamita y a menudo están asociados a agujas de brochantita.

Una motivación para escribir esta nota ha sido poder describir cómo la identificación se ha realizado en buena parte con una técnica que, generalmente, no está lo suficientemente valorada entre los aficionados: la observación de las propiedades ópticas de pequeños cristales en el microscopio petrográfico. Posteriormente, se confirmó con LIBS la composición (presencia de Al y Cu) y, finalmente, se comprobó que el espectro Raman coincidía con el de la spangolita que se describe en la base de datos RRUFF.



Fig 1. Agregados de prismas hexagonales azules de spangolita con brochantita y clinoatacamita. C.V.: 2 mm. Fuente: Josep A. Soldevilla, colección: José F. Castro.

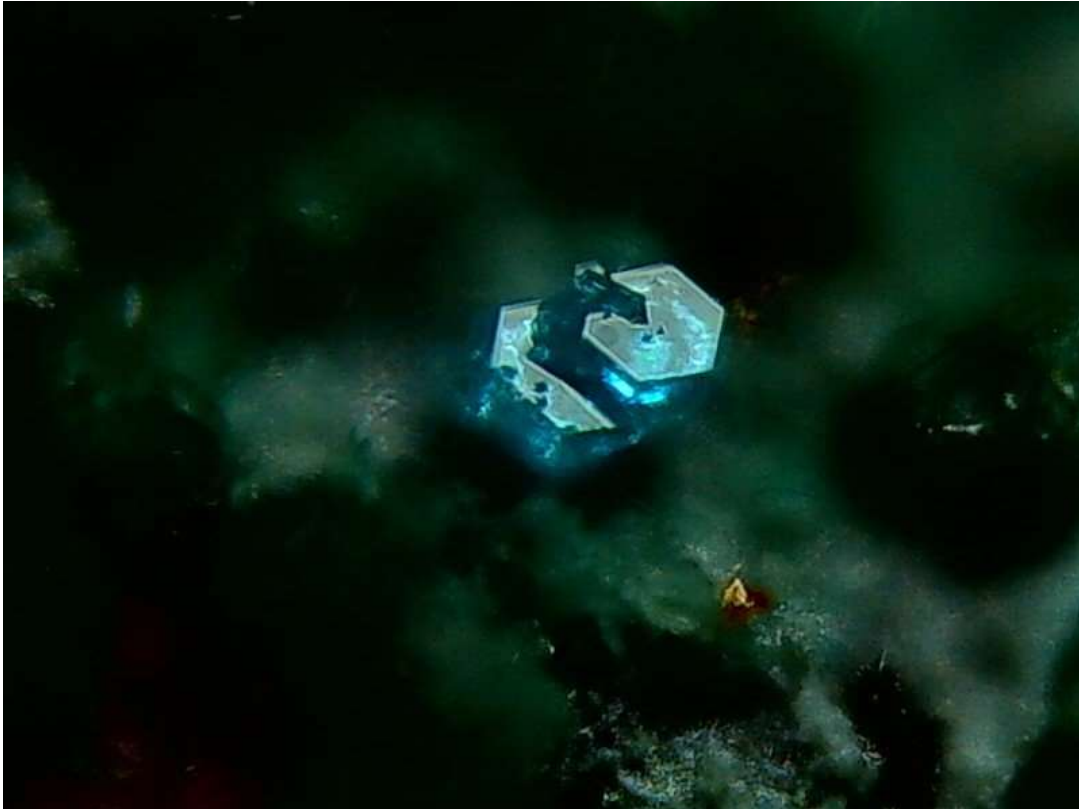


Fig 2. Prismas hexagonales de spangolita sobre clinoatacamita. Tamaño aproximado de los cristales: 0,2 mm. Fuente: Adolf Cortel, colección: J.F.Castro. La clinoatacamita que rodea a los cristales de spangolita y que forma agregados y costras de cristales verdes muy pequeños se identificó a partir de su espectro Raman. En el microscopio petrográfico se observó que la birrefringencia del mineral es muy baja, con índices de refracción que no pudieron determinarse pero que son superiores a 1,74; el tamaño tan pequeño de los cristales no permitió observar ninguna figura de interferencia.

La observación de pequeños fragmentos de los cristales azules, rotos con un alfiler, mostró en casi todos los fragmentos figuras de interferencia uniáxicas bien centradas de signo óptico negativo. El contorno hexagonal de los fragmentos y la figura de interferencia uniáxica indicaron que el mineral pertenecía al sistema hexagonal. Los cristales con esta orientación se comportaban como isótropos en la rotación de la platina, con el mismo índice de refracción ω en cualquier dirección. Empleando aceites de índice de refracción conocidos, bien medidos con un refractómetro de Abbe, se comprobó que el índice de refracción de los fragmentos en esta dirección, perpendicular al eje óptico, era muy próximo a 1,69.

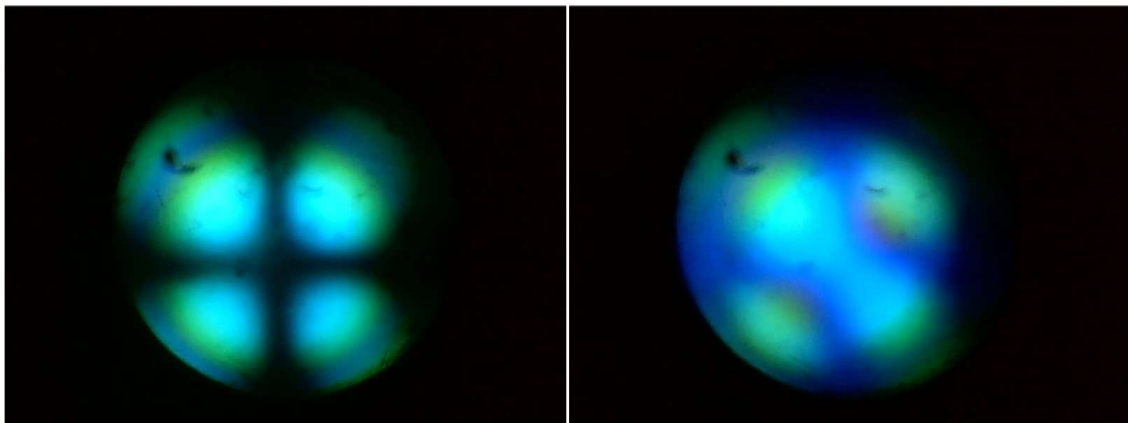


Fig 3. Figura de interferencia uniáxica de un fragmento de spangolita. Los colores de interferencia se ven alterados por el intenso color azul del mineral. A la derecha, la introducción de la lámina de cuarzo pone de manifiesto que el signo óptico es neg

La búsqueda en las tablas [2] de minerales uniáxicos de signo negativo con índice de refracción ω comprendido entre 1,68 y 1,70 mostró un número reducido de candidatos de los que, considerando el color y otras propiedades, prácticamente el único aceptable era la spangolita. Para confirmar la identificación, se realizó el espectro LIBS de la muestra, que mostró muy claramente que los metales presentes eran Cu y Al. En el espectro Raman de la muestra se observó que la señal más intensa correspondía a la vibración simétrica del grupo sulfato, con señales mal definidas correspondientes a vibraciones de grupos OH. La búsqueda en la base de datos RRUFF mostró la coincidencia aceptable del espectro de la muestra con el de la spangolita.

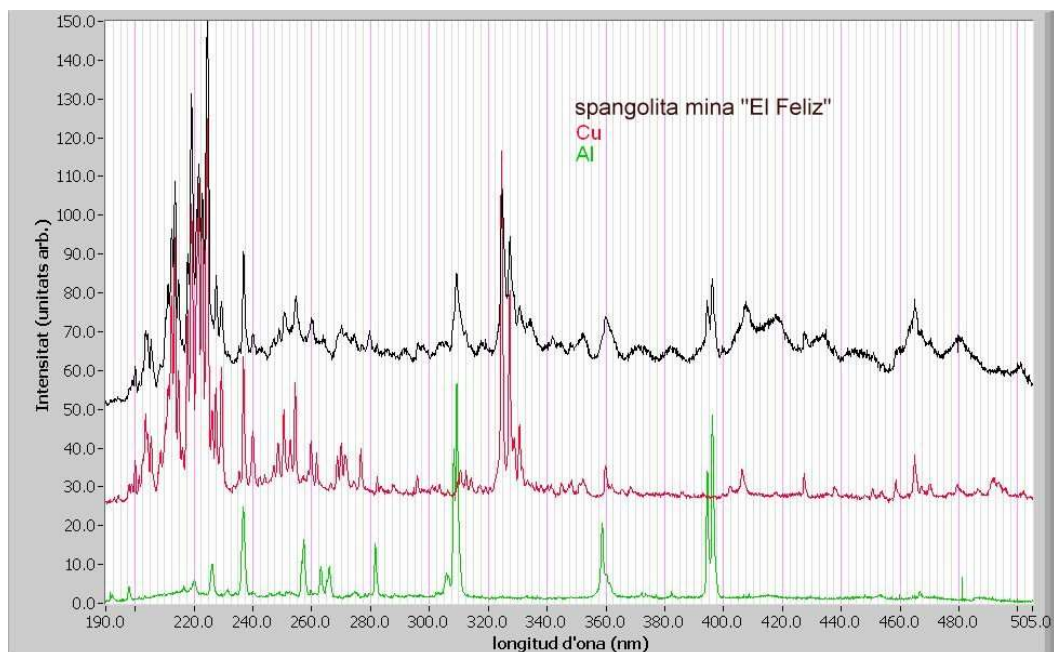


Fig. 4. Espectro LIBS (laser-induced breakdown spectroscopy) de la spangolita de la mina "El Feliz". Se observan las señales del cobre y del aluminio. El azufre no se detecta en presencia de aire ya que sus líneas aparecen más allá de 200 nm y estas long itudes de onda tan bajas son absorbidas por el oxígeno del aire. Fuente: Adolf Cortel.

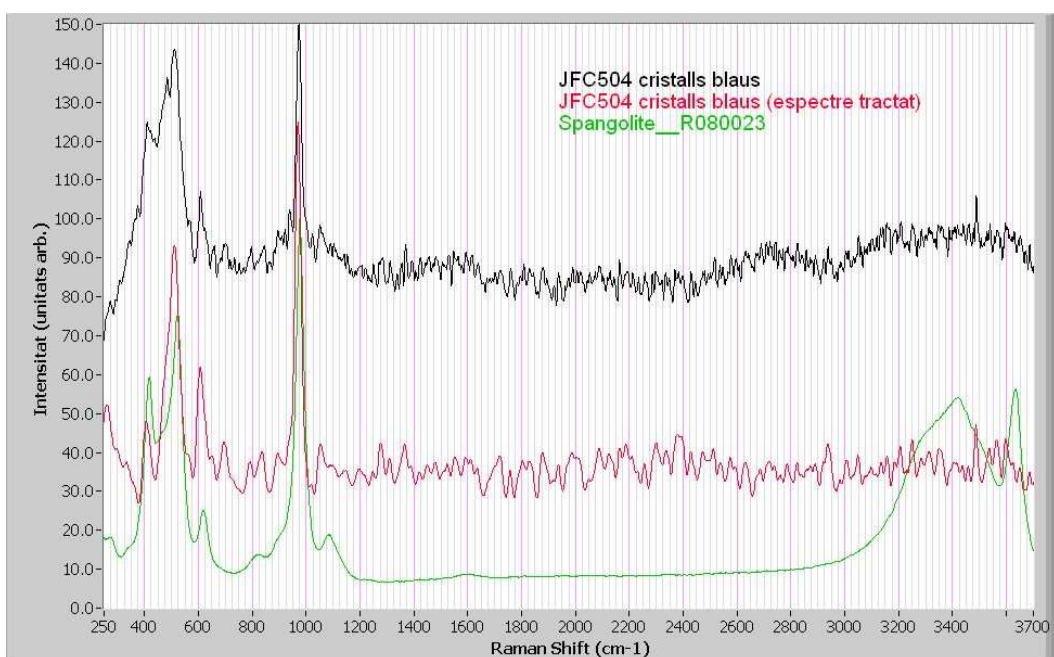


Fig 5. Espectro Raman de la spangolita de la mina "El Feliz". El espectro coincide con el de la base de datos RRUFF. Fuente: Adolf Cortel.

Ya que la spangolita es un sulfato de cobre y aluminio poco frecuente, es una satisfacción para los miembros del grupo APGA (Amigos del Patrimonio Geominero Almeriense), poder confirmar su identificación en otro yacimiento.

Agradecimientos

A Francisco Mulero por su ayuda en la localización de la mina y a Jesús Franquesa por sus comentarios.

Referencias

- [1] Castro J.F., Cortel A., López M., Soldevilla J.A. (2020). Mineralogistes de Catalunya, vol. 13, núm. 3, pp. 43-47.
- [2] Fleischer M., Wilcox R.E., Matzko. (1984) Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals. U.S.Geological Survey Bulletin 1627.

Frases fetes catalanes amb regust mineralògic

Jordi Escuer

El fet de pertànyer al Grup Mineralògic Català, i encara que només en soc soci des de l'any 2012, m'ha empès, any rere any, a trobar "vincles" entre la mineralogia i la llengua catalana.

Després de temps i temps de repensar-ho, m'he decidit a fer una petita temptativa. Aquesta és la raó d'aquest article, que no pretén res més que passar una estona entretinguda i de record de la nostra llengua des d'un punt de vista una mica mineralògic.

Per sort, cap a l'any 1985, un familiar va tenir la gentilesa de regalar-me un llibre el qual, a aquells que ens agrada progressar i enriquir l'ús de la nostra llengua, ens és d'una remarcable utilitat. Es tracta del *Diccionari de Locucions i Frases Fetes*, obra de l'escriptora i lexicòloga Joana Raspall i Juanola (traspassada el desembre del 2013) i del catedràtic emèrit de Filologia Catalana de la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona), entre d'altres importants títols i càrrecs, Joan Martí i Castell, al qual he d'agrair molt sincerament el fet que m'hagi permès la utilització de la seva obra per a materialitzar aquest escrit.

Davant de l'immens recull d'expressions de la nostra llengua que conté el Diccionari, he intentat resumir i sintetitzar en les més usuals, aquelles que ens donen una correlació amb algun terme mineralògic.

De manera generalitzada, a tots els que gaudim d'aquesta afició ens han dit més d'una vegada que som els que busquem **rocs** i **pedres**. ¿Us imagineu quantes locucions i frases fetes existeixen amb aquestes dues paraules, en la nostra llengua?

Quan volem deixar constància que algú és ferm, incommovible, rígid i immutable acostumen a dir que és **dur com una roca**. O bé quan volem expressar que alguna persona és insensible i impertorbable li diem que té el **cor de pedra**.

Si ens referim a la part essencial d'una qüestió, al seu fonament o a la seva base, n'acostumem a dir la **pedra angular**. Si el que volem és referir-nos al·l'origen o motiu d'un escàndol en diem la **pedra d'escàndol**. A un punt de contrast, de referencia o de verificació n'hi diem **pedra de toc**.

L'expressió **fer més mal que pedra seca** la utilitzem per a referir-nos a alguna situació de dany o de desastre. Dir que una escena **fa plorar les pedres** és el mateix que dir que es tracte d'una situació llastimosa o dramàtica.

Quan volem expressar que alguna cosa ha costat cara, podem dir **se n'ha fet set pedres**, molt similar a aquella altra locució "fer-se'n un ull de la cara".

Sinònim de la paraula enderrocar podria ser l'expressió **no deixar pedra sobre pedra**.

Si volem deixar clar que alguna cosa va malament i que no hi ha manera d'arreglar res ho podem manifestar dient que **no hi ha ni rei ni roc**.

I si el que volem expressar és la obligatorietat de fer qualsevol cosa, ho podem fer dient que ens faran **passar per la pedra**.

El fet d'actuar d'amagat o de fingir, o bé de no donar la cara, el podem expressar amb el de **tirar la pedra i amagar la mà**. El fet d'inculpar, d'acusar públicament o de delatar el podem expressar amb el de **tirar la primera pedra**. I si volem explicar que algú actua en perjudici propi ho podem fer dient que **tira pedres al propi terrat**.

Abandonant ja les generalitats i fixant-nos en paraules més estretament relacionades amb la mineralogia, què millor que començar pel primer grup tant de la classificació de Dana com la de Nickel-Strunz: els elements nadius. Aquí podem trobar expressions i locucions on apareix l'**or**, la **plata** (o **argent**), el **ferro** i el **plom**.

Com un fil d'or és aquella manera d'expressar el delicat color rossenc dels cabells d'una persona. Si algú parla com un llibre, és eloqüent en les seves explicacions i dona bo d'escoltar-lo, direm que **és una boca d'or**.

Quan algú s'enriqueix és habitual utilitzar la frase **s'ha fet la barba d'or**. Però també acostumem a utilitzar l'expressió **fer-se un ronyó d'or**.

Si hem de pagar molt car qualsevol producte per la causa que sigui en direm que l'hem de **pagar a pes d'or**. I si ens referim a alguna persona d'alta vàlua, o de la qual no en podem prescindir, en direm que **val més or que no pesa**.

Quan algú no parla clar o ho fa de manera inconcreta, confusa i vagament, direm que s'expressa **mig en plata mig en quartos**.

Si una persona és molt espavilada, ens hi referirem com si **fos un argent viu**.

El fet d'intentar solucionar alguna situació complicada oferint diners, sense que això signifiqui necessàriament cap sentit de suborn, direm que això és **parlar amb llengua de plata**.

Quan una persona té habilitats extraordinàries per a un treball manual direm que **té les mans de plata**. I quan una persona és tenaç, forta, resistent i aconsegueix tot el que es proposa, direm que té una **voluntat de ferro**.

Davant d'una persona pesada, feixuga, insuportable i que ens costa d'aguantar, direm que ens trobem amb algú **pesat com un plom**.

El fet de trobar-nos despistats, desorientats, insegurs o bé d'anar desencaminats, el podem resumir en l'expressió **d'estar fora de plom**.

Si alguna cosa cau verticalment, de dalt a baix, direm que cau **a plom**.

Avançant en les diverses classes minerals podem també fer una passada ràpida pels carbonats, considerant que el **marbre** (roca metamòrfica) està constituïda per més d'un 90% de carbonat càlcic. Quan ens referim a la sensació de fred elevat en el nostre cos, en diem estar **fred com un marbre**.

També podem trobar alguna expressió relativa a algun sulfat: el **guix**. L'expressió **conill de guix** l'apliquem a les persones que, davant d'una espectacular aparença, en realitat no són més que un titella. I a aquelles persones que són dormilegues els hi diem que **dormen més que el guix**.

Generalment la nostra afició ens porta a aconseguir **cristalls** i, quan més grans, generalment més valuosos. **Com un cristall** és una frase feta que fem servir per expressar la transparència i claredat amb que s'ha explicat alguna cosa.

I, on trobem aquests cristalls? En ocasions els trobem en el que anomenem **vetes**. Quan volem complaure a algú acostumem a dir que li **seguim la veta**. I si gastem a dojo, sense mirament en les despeses, podem dir que **tirem de veta**.

Amb el desig d'haver-vos fet passar una estona divertida, tot i reflexionant sobre algunes formes expressives que donen caràcter a la nostra llengua, us animo a ser constants i tenaços en el seu manteniment.

Bibliografia: Diccionari de Locucions i de frases fetes. *Joana Raspall i Juanola / Joan Martí i Castell*. (Edicions 62; 2ª Edició, 1985).

