

# Actualització de la mineralogia de la mina "La Paloma", Zarza la Mayor, Càceres, Extremadura

Carlos UTRERA MARTÍN

Autor independent  
Màlaga, Espanya  
multrer@gmail.com

Christian REWITZER

Autor independent  
Furth im Wald, Alemanya  
info@apo-furth.de

Miguel CALVO REBOLLAR

Universidad de Zaragoza  
Saragossa, Espanya  
calvoreb@unizar.es

## RESUM

La mina "La Paloma", a Zarza la Mayor (Càceres, Extremadura, Espanya) és ben coneguda per la presència en ella d'una notable paragènesi de fosfats rars. En aquest article s'assenyalen alguns que no havien estat descrits fins al moment en aquesta localitat, entre ells la zincoberaunita i la zinclipscombita. En el cas d'aquests minerals, es tracta de l'única localitat espanyola en la qual s'han trobat fins al moment, sent també la segona mundial per a la zinclipscombita i la tercera per a la zincoberaunita.

## PARAULES CLAU

Mina La Paloma; zinclipscombita; zincoberaunita; leucofosfita.

## ABSTRACT

*La Paloma mine, in Zarza la Mayor (Cáceres, Extremadura, Spain), is well known for the presence of a remarkable paragenesis of rare phosphates. In this article we point out some of them that had not been described so far in this locality, mainly zincoberaunite and zinclipscombite. In the case of these minerals, this is the only Spanish locality where they have been found so far, being also the second in the world for zinclipscombite and the third for zincoberaunite.*

## KEYWORDS

*La Paloma mine; zinclipscombite; zincoberaunite; leucophosphate.*

UTRERA MARTÍN, CARLOS; REWITZER, Christian; CALVO REBOLLAR, Miguel (2024): «Actualització de la mineralogia de la mina "La Paloma", Zarza la Mayor, Càceres, Extremadura». *Mineralogistes de Catalunya*, vol. 15, núm. 4 (2024-2), pp. 41-48.

## INTRODUCCIÓ

La mina "La Paloma" està situada al sud de Zarza la Mayor (Càceres, Extremadura), a uns 4 km per la carretera a Piedras Albas (ctra. EX117) (FIGURA 1).

En aquesta mina es va explotar la fosforita (roca sedimentària formada essencialment per fluorapatita) en dos filons principals, que estan acompanyats d'altres menors, encaixats en la zona de contacte d'un plutó granític. A més de fluorapatita, apareix quars i petites quantitats de sulfurs (esfalerita, galena, piritita i calcopiritita), que es van dipositar posteriorment en zones bretxificades (Palero et al., 1985). Aquests filons van resultar

afectats per un procés hidrotermal tardà de baixa temperatura, que va tenir com a conseqüència la transformació de la major part dels sulfurs en minerals secundaris, alguns poc comuns, que es van dipositar en petites geodes de quars (Viñals i Calvo, 2011).

L'objectiu d'aquest estudi és afegir a la mineralogia descrita en aquest treball citat anteriorment altres espècies presents i especialment discutir la qüestió de la presència de zincoberaunita, que va ser identificada abans de la seva descripció oficial, encara que sense poder considerar-la una nova espècie donada la incompleta definició de la beraunita en aquest moment.

## MINERALOGIA

La mina "La Paloma" és ben coneguda per la seva paragènesi de fosfats. No obstant això, apareixen també, de manera ocasional, òxids, carbonats i sulfats, formats probablement en la majoria dels casos per alteració meteòrica dels sulfurs en una etapa posterior a la formació hidrotermal dels fosfats secundaris. Els minerals assenyalats en aquest treball s'han identificat mitjançant SEM-EDS. En els casos més interessants, s'inclouen els resultats de les anàlisis.

L'ordre de descripció de les espècies és sistemàtic, segons la classificació de Strunz-Nickel.



Figura 1. Ubicació de la mina "La Paloma", al sud de Zarza la Mayor (Càceres, Extremadura). Mapa: modificat del *Mapa continuo a escala 1:200.000* de l'IGN; font: visor Signa, Instituto Geográfico Nacional (IGN) d'Espanya.

## Halogenurs

### Fluorita, CaF<sub>2</sub>

La presència de fluorita a la mina "La Paloma" és molt poc freqüent. Tan sols s'ha trobat com a petits grups de cristalls blanquinosos morfològicament molt mal definits i d'una grandària màxima de 0,2 mm, recobrint geodes de goe-

thita juntament amb alguns dels fosfats que es poden trobar al jaciment.

## Oxids

### Cuprita, Cu<sub>2</sub>O

S'ha trobat cuprita, de forma molt ocasional, associada a altres minerals de coure com calcopiri-

Figura 2. Microcristall de cuprita, amb predomini del dodecaedre, sobre cristalls de quars. C.V.: 1,1 mm.



Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	44,48	78,15
Zinc	33,17	13,08
Manganeso	14,01	6,58
Cobre	3,32	1,35
Fósforo	0,56	0,47
Azufre	0,47	0,38

Figura 3. Anàlisi EDS de smithsonita.

ta, covellita, calcosina, libethenita, pseudomalaquita i antlerita, en geodes en el quars.

Apareix com a microcristalls amb predomini del dodecaedre i sovint una mica de coure, del característic color vermell en la fractura, amb la superfície una mica alterada (FIGURA 2).

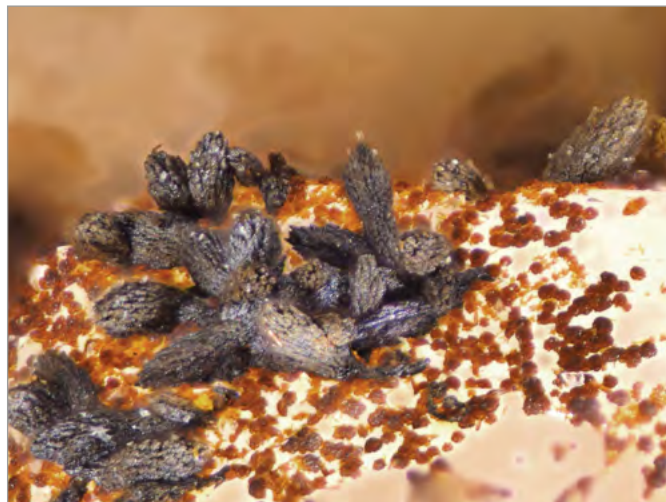
## Carbonats

### Smithsonita manganèsifera, (Zn,Mn<sup>2+</sup>)(CO<sub>3</sub>)

S'ha trobat smithsonita amb un contingut elevat de manganès i una mica de coure (FIGURA 3), associada a esfalerita dins de geodes en el quars.

Apareix com a agrupacions de microcristalls generalment en forma de grans d'arròs, de color marró fosc i d'una grandària del voltant de la dècima de mil·límetre (FIGURA 4), i també com a recobriments botrioides de color crema a marró grisenc.

Figura 4. Agregats de microcristalls de smithsonita manganèsifera. C.V.: 1 mm.



Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	46,90	75,15
Cobre	44,45	17,93
Azufre	8,65	6,92

Figura 5. Anàlisi EDS d'antlerita.

## Sulfats

### Antlerita, $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$

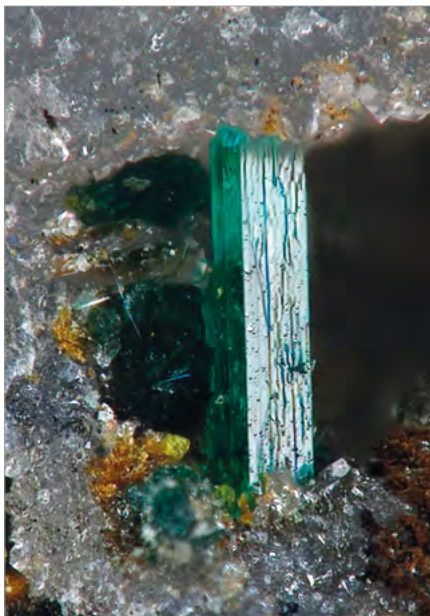
L'antlerita s'ha trobat a la mina "La Paloma" en un únic exemplar de moment (FIGURA 5), en el qual apareix com a cristalls aïllats i com a petits grups de cristalls prismàtics ortoròmbics, de color verd (FIGURA 6) i d'una grandària màxima de 0,3 mm al llarg de l'eix *c*.

Està associada a zinclipscombita i a kintoreïta.

### Natrojarosita, $\text{NaFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

La presència de jarosita a la mina "La Paloma" ja es va descriure en el referit article de Viñals i Calvo (2011). Forma una sèrie amb la natrojarosita. Part dels exemplars analitzats en aquesta ocasió estan indubtablement en el costat de la natrojarosita (amb més Na que K), alguns com a termes pràcticament purs (FIGURA 7), mentre que

Figura 6. Cristall d'antlerita de desenvolupament prismàtic, amb {110} com a única forma cristal·logràfica visible. C.V.: 0,35 mm.



Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	65,45	83,14
Hierro	21,34	7,77
Azufre	10,37	6,57
Sodio	2,85	2,52

Figura 7. Anàlisi EDS de natrojarosita.

uns altres contenen fins a un 15% d'àtoms de potassi substituïnt al sodi. La jarosita i la natrojarosita es formen en els dipòsits de mineral per oxidació de sulfurs de ferro.

La natrojarosita de "La Paloma" s'ha trobat com a petits cristalls del voltant de 0,2 mm, típicament trigonals pseudo-hexagonals, generalment formant grups (FIGURA 8) o recobriments com a crostes terroses o masses pulverulentes, molt rarament com a petits cristalls individuals. El color varia de marró groguenc a groc mel profund, amb una intensa lluentor vítria.

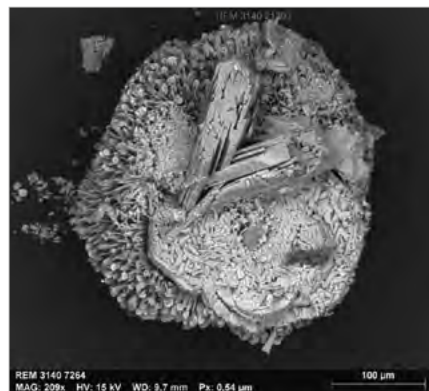
La natrojarosita de "La Paloma" no es troba associada habitualment a cap dels fosfats presents en el jaciment i sí, en canvi, a òxids i hidròxids de Fe, encara que excepcionalment s'han trobat molt pocs exemplars associats a cacoxenita, strengita i natrodufrenita.

## Fosfats i arsenats

### Zinclipscombita, $\text{ZnFe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$

La zinclipscombita va ser descrita com una nova espècie mineral a partir d'exemplars obtinguts a la mina Silver Coin, Muntanyes

Figura 8. Agregat de microcristalls de natrojarosita. Imatge SEM.



Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	45,71	72,19
Hierro	25,70	11,63
Fósforo	11,73	9,57
Zinc	16,68	6,45
Aluminio	0,17	0,16

Figura 9. Anàlisi EDS de zinclipscombita.

Edna, Valmy, comtat de Humboldt, Nevada, als Estats Units (Chukanov et al., 2006). Fins al moment no es coneixia cap altre jaciment per a aquesta espècie que no fos la seva localitat tipus. A la mina "La Paloma" s'ha trobat un mineral la composició del qual, determinada per EDS, concorda molt bé amb la de la zinclipscombita (FIGURA 9), incloent-hi la presència d'una petita quantitat d'Al (0,15% de mitjana), que també es troba en el material estudiat per Chukanov et al. (2006). La seva identitat no ha pogut confirmar-se mitjançant XRD per falta de mostra, ja que de moment s'ha trobat un sol exemplar.

Apareix com a agregats esferoidals de cristalls divergents de color verd fosc i intensa lluentor vítria, similars als de la localitat tipus, la morfologia del qual, excepte el color, recorden a les cristal·litzacions de cacoxenita, també present en aquesta mina (FIGURA 10). És difícil de distingir *de visu* d'altres fosfats de color verd presents en el jaciment. El diàmetre de les esfèruls és de fins a 0,2 mm.

Està associada a antlerita (FIGURA 11) i a kintoreïta, i sembla ser molt poc freqüent perquè com ja s'ha indicat únicament s'ha trobat en un exemplar. Considerant aquests detalls, la mina "La Paloma" seria la segona localitat en l'àmbit mundial i la primera a Espanya per a aquest rar hidroxil fosfat de zinc i ferro.

### Fosfohedifana, $\text{Ca}_2\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

A la mina "La Paloma" s'ha trobat ocasionalment fosfohedifana, determinada mitjançant EDS (FIGURA 12).

Forma agrupacions divergents de microcristalls prismàtics, trans-

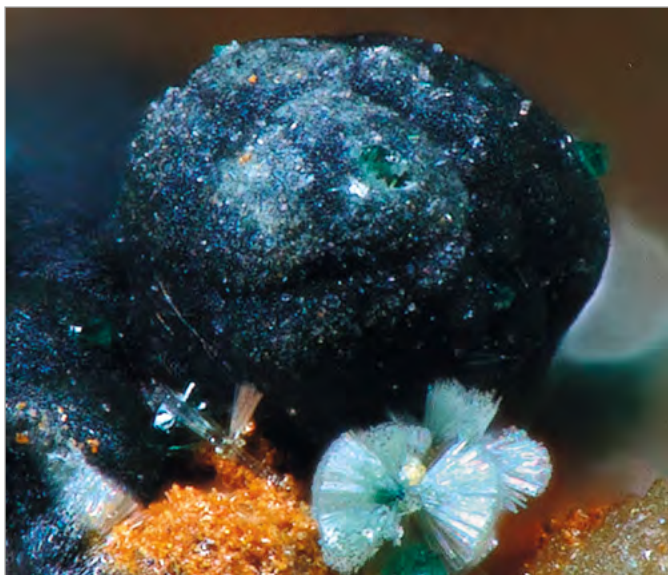


Figura 10. Esfèrula formada per microcristalls de zinclipscombita. C.V.: 0,4 mm.

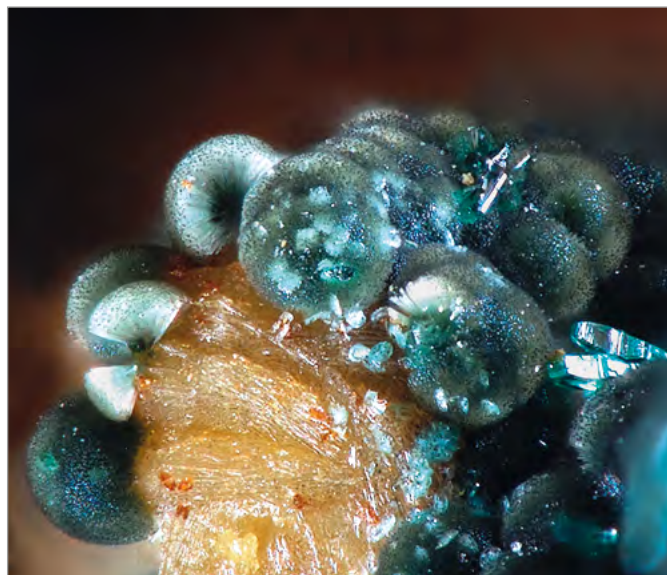


Figura 11. Esfèrules de microcristalls radiats de zinclipscombita, associades a cristalls d'antlerita. C.V.: 1 mm.

Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	27,04	73,18
Plomo	62,11	12,98
Fósforo	5,57	7,79
Calcio	2,87	3,10
Cloro	2,41	2,94

Figura 12. Anàlisi EDS de fosfohedifana.

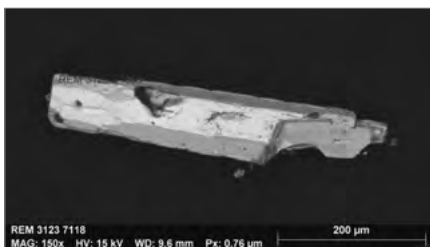


Figura 13. Microcristall prismàtic de fosfohedifana. Imatge SEM.

Figura 14. Agregat de microcristalls divergents de piromorfita. C.V.: 3,3 mm.



parents i incoloros (FIGURA 13), sobre els quals a vegades n'apareixen uns altres extremadament petits de kintoreïta.

#### Piromorfita, $Pb_5(PO_4)_3Cl$

La piromorfita és molt escassa a la mina "La Paloma". Es troba associada amb la galena del jaciment i s'han observat dos hàbits diferents: com a prismes curts amb escàs desenvolupament sobre l'eix *c* en forma de tauletes hexagonals de color blanc i com a gavelles o agrupacions de cristalls lleugerament divergents, de color blanc a groc pàl·lid, amb gran desenvolupament del prisma hexagonal respecte al pinacoide (FIGURA 14). La grandària dels cristalls, en ambdós casos, no supera els 0,2 mm. S'ha identificat mitjançant EDS (FIGURA 15).

#### Escorodita, $Fe^{3+}(AsO_4) \cdot 2H_2O$

S'han trobat molt ocasionalment indicis d'escorodita com a recobriments de cristalls blavosos molt petits, de grandària inferior a 0,2 mm (FIGURA 16), en buits de les petites masses de pirita alterada, probablement deguda a l'alteració d'inclusions d'arsenopirita.

Presenta un contingut significatiu de fòsfor (FIGURA 17), com ocorre ocasionalment en l'escorodita d'altres localitats, com a Fol-

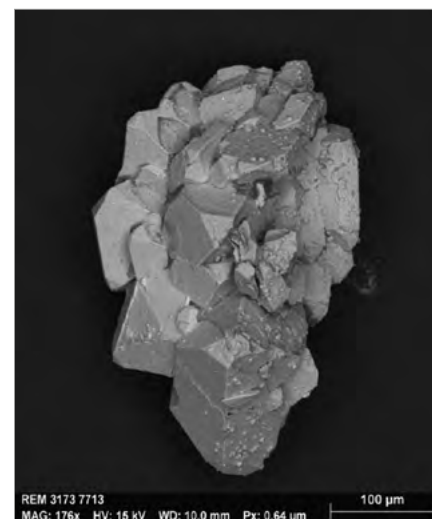
gosinho (Portugal) o al jaciment de Sn-W de Alyaskitovy, Sakha (Rússia).

A la mina "La Paloma" s'ha trobat també strengita arsenical (Viñals i Calvo, 2011), la qual cosa indica la possibilitat que existeixi una sèrie (incompleta) entre l'escorodita i la strengita.

Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	14,44	57,86
Plomo	76,35	23,63
Fósforo	7,06	14,61
Cloro	2,16	3,91

Figura 15. Anàlisi EDS de piromorfita.

Figura 16. Agregat de microcristalls d'escorodita. Imatge SEM.



Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	54,72	80,74
Arsénico	24,78	7,96
Hierro	17,88	7,71
Fósforo	2,61	2,03

Figura 17. Anàlisi EDS d'escorodita.

**Diadoquita**,  $\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

L'existència de la destinezita i de la diadoquita com a dues espècies minerals independents ha estat objecte de discussió des de la seva caracterització inicial en materials obtinguts a Argenteau, Visé, Lieja, Bèlgica (Forir, 1881). Durant molt de temps van ser considerades idèntiques (Palache et al., 1951). Posteriorment, la IMA ha redefinit a la destinezita com una espècie diferent, que cristal·litza en el sistema triclínic, per contraposició a la diadoquita, que es considera que és amorfa (Grice i Ferraris, 2003).

A la mina "La Paloma" s'ha trobat un mineral que es presenta com a grups d'esferoidals a irregulars de color groc i lluentor vítria, amb una grandària de fins a 0,15 mm de diàmetre (FIGURA 18), associada a natrodüfrenita en geodes de quars, sent extremadament poc freqüent, perquè s'ha trobat fins al moment en un únic exemplar.

L'anàlisi de la seva composició mitjançant EDS permet pensar

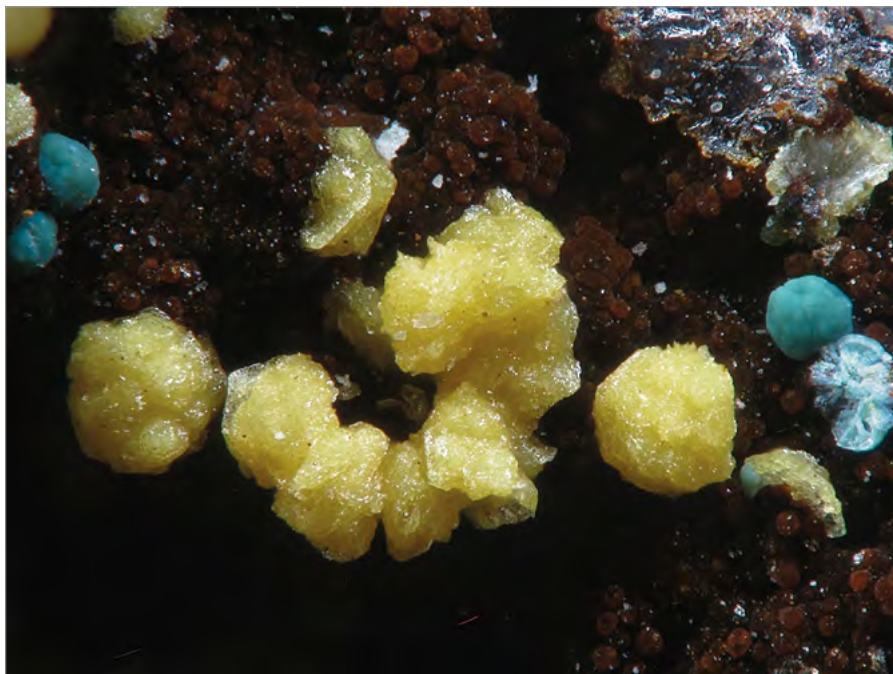


Figura 18. Agregats esfèroidals a irregulars de diadoquita. C.V.: 1,6 mm.

que es tracta de diadoquita, encara que apareixen diversos elements diferents als quals correspondria la composició ideal (FIGURA 19). No s'ha pogut assegurar la falta de cristal·linitat ja que no hem disposat de suficient quantitat de mostra per a dur a terme una anàlisi de difracció de raigs X.

**Zincoberaunita**,  $\text{ZnFe}^{3+}_5(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_5 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

La beraunita és un mineral relativament comú com a producte d'alteració de fosfats de peg-

Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	54,67	76,08
Hierro	21,14	8,43
Azufre	6,74	4,68
Aluminio	5,54	4,57
Fósforo	4,62	3,32
Estroncio	5,29	1,35
Sodio	1,12	1,09
Calcio	0,87	0,48

Figura 19. Anàlisi EDS de diadoquita.

matites, que va ser definit com a *phosphorsaurum Eisenoxyhydrat*

Figura 20. Agregat de microcristalls de zincoberaunita. C.V.: 1,5 mm.

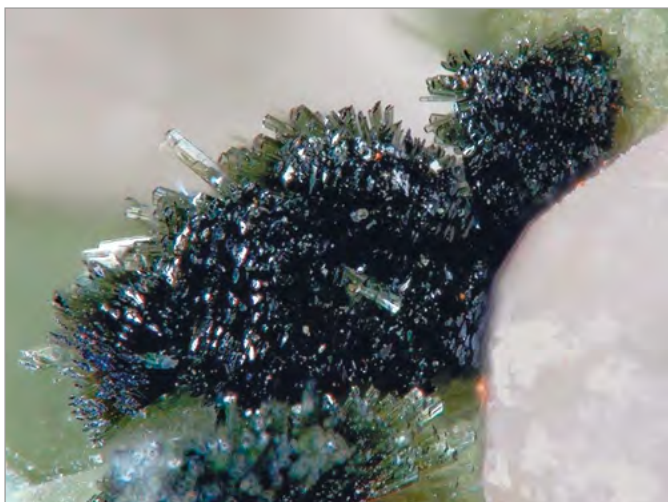


Figura 21. Agregat de microcristalls tabulars ben definits de zincoberaunita. C.V.: 0,5 mm.



Elemento	% atòmics			
Oxígeno	80,91	79,86	73,73	74,08
Hierro	9,44	8,67	11,34	13,58
Fósforo	7,72	8,27	9,95	9,37
Zinc	1,52	2,13	2,59	2,81
Aluminio	0,41	1,06	2,39	0,17

Figura 22. Anàlisi EDS de quatre mostres de diferents exemplars de zincoberaunita.

(Breithaupt, 1840), és a dir, en terminologia moderna hidroxifosfat hidratat de ferro. En estudis posteriors, es va proposar o bé que el ferro podia estar en una petita proporció com a  $\text{Fe}^{2+}$  (Fron del, 1949) o que es trobava exclusivament com a  $\text{Fe}^{3+}$  (Fischer, 1956). En estudiar amb detall l'estructura del mineral, en exemplars de color verdós, Fanfani i Zanazzi (1967) van trobar que aquesta incloïa en teoria cinc àtoms de ferro com a catió  $\text{Fe}^{3+}$  i un com a catió  $\text{Fe}^{2+}$ , encara que en els exemplars habituals, de color ataronjat vermellós fosc, el catió  $\text{Fe}^{2+}$  estava oxidat a  $\text{Fe}^{3+}$ . Chukanov et al. (2017) van establir que es tractava de dues espècies diferents, proposant de mantenir el nom beraunita per al mineral amb un catió  $\text{Fe}^{2+}$ , i eleonorita, un antic sinònim, per al mineral amb cations  $\text{Fe}^{3+}$  exclusivament. Finalment, es va establir que el nom original, beraunita, quedaria per al mineral amb úni-

Figura 23. Agregats esferulítics de microcristalls de vauxita. C.V.: 1 mm.



Figura 24. Agregats radiats de microcristalls de fluorwavellita. C.V.: 3,4 mm.

cament cations  $\text{Fe}^{3+}$ , de fórmula  $\text{Fe}^{3+}_6(\text{PO}_4)_4\text{O}(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , i que l'espècie amb un catió  $\text{Fe}^{2+}$  es denominaria ferroberaunita (Tvrdý et al., 2021), amb la fórmula  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_5(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_5 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

La beraunita (ferroberaunita en la nomenclatura actual) amb un contingut elevat de zinc i d'alumini es va trobar a Krásno (República Txeca) (Sejkora et al., 2006) i a la mina "La Paloma" (Viñals i Calvo, 2011), però no amb un contingut de zinc suficient perquè en aquest moment pogués considerar-se una espècie distinta, donada la indefinició de la mateixa beraunita. La zincoberaunita va ser descrita posteriorment com una nova espècie mineral, anàloga a la ferroberaunita, amb Zn en comptes de  $\text{Fe}^{2+}$  en la posició A de la fórmula anterior, a partir d'exemplars obtinguts en la mina a cel obert Cornelia, pegmatita granítica d'Hagendorf-Süd, Baviera (Alemanya) (Chukanov, et al., 2016). Posteriorment, s'han obtingut exemplars de zincoberaunita rica en Al a la 'corta' Huber, a Krásno, a prop d'Horní Slavkov, República Txeca (Tvrdý, et al., 2020).

A la mina "La Paloma" s'ha trobat zincoberaunita com a micro-

cristalls formant agregats subparal·lels o lleugerament divergents o també gavelles de fins a 0,5 mm, d'un color entre verd oliva (FIGURA 20) i marró (FIGURA 21), a vegades ben definits, o com a agregats aciculars.

Les anàlisis fetes amb EDS d'exemplars d'aquesta mina permeten considerar el zinc com a catió dominant en la posició A, corresponent al catió divalent, mentre que tot el ferro seria present com a catió  $\text{Fe}^{3+}$  (FIGURA 22), per la qual cosa el mineral pertanyeria a l'espècie zincoberaunita. En la seva composició es detecta també una quantitat significativa d'Al (amb un % atòmic mitjà de 0,51).

En aquesta mina, la zincoberaunita és poc freqüent i fins al moment solament s'ha trobat en uns quants exemplars, associada a altres fosfats com plimerita, caco-

Figura 25. Anàlisi EDS de fluorwavellita.

Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	62,47	73,46
Aluminio	17,63	12,30
Fósforo	14,26	8,66
Flúor	5,63	5,58

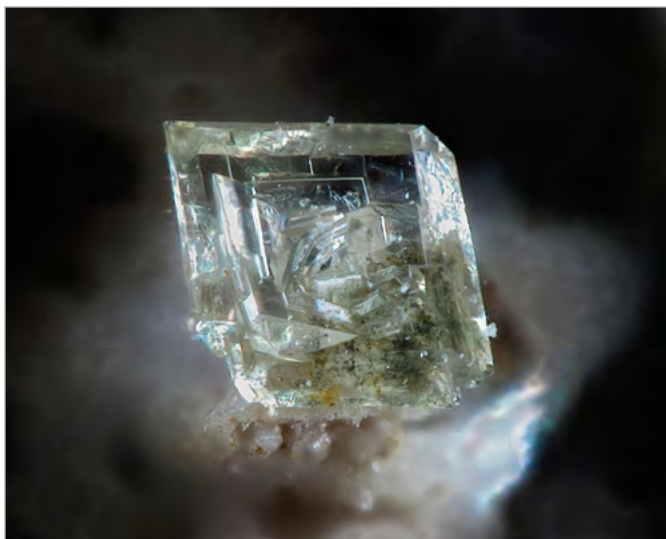


Figura 26. Microcristalls tabulars de leucofosfita. C.V.: 1 mm.



Figura 27. Agregat de microcristalls de leucofosfita. C.V.: 2,5 mm.

xenita, etc., sent difícil de distingir *de visu* d'altres fosfats presents en el jaciment. La mina "La Paloma" seria la tercera localitat mundial i la primera a Espanya en la qual es localitza aquest mineral.

#### Vauxita, $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

A la mina "La Paloma" s'ha trobat en geodes de quars un hidroxilfosfat hidratat de ferro i alumini la morfologia del qual concorda amb la de la vauxita. Es presenta com a agrupacions esferoidals de fins a 0,3 mm de cristalls desordenats la grandària dels quals no supera les 20 micres, sent molt poc freqüent.

El color és verd poma clar i no es troba associat a cap altre fosfat (FIGURA 23). Atès que existeixen altres minerals amb una composició semblant, la identificació és temptativa, encara que la morfologia fa pensar preferentment en la vauxita.

Figura 28. Anàlisi EDS de leucofosfita.

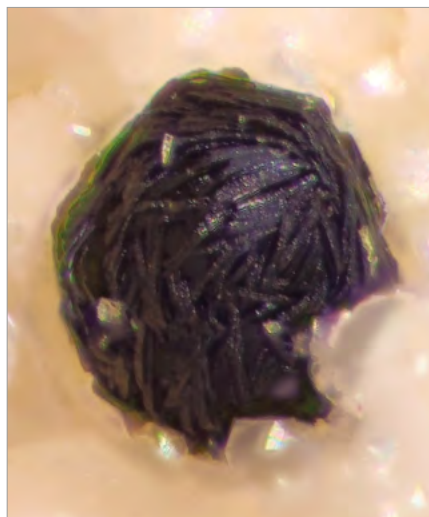
Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	59,50	79,29
Fósforo	11,89	8,18
Hierro	19,99	7,63
Potasio	7,83	4,27
Aluminio	0,77	0,62

#### Fluorwavellita, $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2\text{F} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

A la mina "La Paloma" s'ha trobat fluorwavellita en geodes de quars, associada a la fosforita massiva, en forma d'esfèrules de cristalls divergents de fins a 1,2 mm de diàmetre. Els cristalls són incolors i transparents, i a vegades presenten recobriments d'òxids de ferro (FIGURA 24).

La seva identitat s'ha determinat mitjançant EDS (FIGURA 25). Presenta una proporció de fluor significativa, amb un percentatge de pes superior al de les mostres analitzades per Kampf et al. (2017), de les dues localitats tipus, totes

Figura 29. Agregat esferulític de microcristalls de mitridatita. C.V.: 0,25 mm.



dues estatunidenques: la mina Silver Coin, a Valmy, comt. Humboldt (Nevada) i la mina Wood, a Del Rio, comt. Cocke (Tennessee).

#### Leucofosfita, $\text{KFe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

A la mina "La Paloma", la leucofosfita és un mineral poc freqüent, havent-se trobat solament en uns quants exemplars, associada a altres fosfats com natrodufrenita, calcosiderita i strengita.

Apareix com a cristalls individuals d'una grandària de fins a 0,2 mm i com a agrupacions subparal·leles de diversos cristalls de fins a 0,7 mm. El color varia des d'incolores lleugerament groguenc en els cristalls individuals fins al grisenc en les agrupacions (FIGURES 26 i 27).

L'anàlisi EDS mostra la presència d'una petita quantitat d'alumini (FIGURA 28).

#### Mitridatita, $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

S'ha trobat mitridatita com a petites esfèrules d'una grandària

Figura 30. Anàlisi EDS de mitridatita.

Elemento	% de peso	% atómico
Oxígeno	61,23	80,74
Fósforo	10,27	6,99
Hierro	17,55	6,63
Calcio	10,45	5,50
Arsénico	0,50	0,14

màxima de 0,3 mm, formades per agrupacions de cristalls monoclí-nics pseudo-hexagonals, de color verd fosc, associades a fluorapatita, en geodes de quars (FIGURA 29). La identificació s'ha dut a terme mitjançant EDS (FIGURA 30).

*Totes les fotos de minerals, incloses les imatges SEM, són de Christian Rewitzer.  
Tots els exemplars fotografiats pertanyen a la col·lecció de Carlos Utrera.  
Totes les anàlisis EDS han estat realitzats per Christian Rewitzer.*

## Agraïments

A José Luis Garrido, pels seus comentaris i la seva revisió general de l'original en castellà.

A Frederic Varela, per la traducció al català del text original.

A Joan Manuel Ybarra, per la correcció ortogràfica de la maqueta.

## Referències bibliogràfiques

- BREITHAUPT, A. (1840). «Beraunit, ein neues Glied der Phyllit - Ordnung». *Journal für Praktische Chemie*, vol. 20, pp. 66-67.
- CHUKANOV, N. V., PEKOV, I. V., GREY, I. E., PRICE, J. R., BRITVIN, S. N., KRZHIZHANOVSKAYA, M. G., KAMPF, A. R., DÜNKEL, B., KECK, E., BELAKOVSKIY, D. I. i MACRAE, C. M. (2017). «Zincoberaunite,  $ZnFe_3+5(PO_4)_4(OH)_5 \cdot 6H_2O$ , a new mineral from the Hagendorf South pegmatite, Germany». *Mineralogy and Petrology*, vol. 111, pp. 351-361.
- CHUKANOV, N. V., PEKOV, I. V., MÖCKEL, S., ZADOV, A.E. i DUBINCHUK, V. T. (2006). «Zinclipscumbite  $ZnFe_3+2(PO_4)_2(OH)_2$  - a new mineral». *Proceedings of the Russian Mineralogical Society*, vol. 135, pp. 13-18.
- FANFANI, L. i ZANAZZI, P. F. (1967). «The crystal structure of beraunite». *Acta Crystallographica*, vol. 22, pp. 173-181.
- FORIR, H. (1881). «Sur quelques minéraux et fossiles trouvés dans une excursion à Argenteau». *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 7, pp. 115-123.
- FRONDEL, C. (1949). «The dufrenite problem». *American Mineralogist*, vol. 34, pp. 513-540.
- GRICE, J. D. i FERRARIS, G. (2003). «New minerals approved in 2002 and nomenclature modifications approved in 1998-2002 by the Commission on the New Minerals and Mineral Names, International Mineralogical Association». *The Canadian Mineralogist*, vol. 41, pp. 795-802.
- KAMPF, A. R., ADAMS, P. M., BARWOOD, H. i NASH, B. P. (2017). «Fluorwavellite,  $Al_3(PO_4)_2(OH)_2F \cdot 5H_2O$ , the fluorine analog of wavellita». *American Mineralogist*, vol. 102, pp. 909-915.
- PALACHE, C., BERMAN, H. i FRONDEL, C. (1951b). *The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892, Volume II*. Nova York: John Wiley and Sons Inc.; pp. 1011-1013.
- PEACOR, D. R., ROUSE, R. C., COSKREN, T. D., i ESSENE, E. J. (1999). «Destinezite ('diadochite'),  $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH) \cdot 6H_2O$ : its crystal structure and role as a soil mineral at Alum Cave Bluff, Tennessee». *Clays and Clay Minerals*, vol. 47, pp. 1-11.
- TVRDY, J., PLÁŠIL, J., i ŠKODA, R. (2020). «New crystal-chemical data on zincoberaunite from Krásno near Horní Slavkov (Czech Republic)». *Journal of Geosciences*, vol. 65, pp. 45-57.
- VIÑALS, J. i CALVO, M. (2011). «Fosfats secundaris de la mina "La Paloma", Zarza la Mayor (Càceres)». *Mineralogistes de Catalunya*, vol. 10,, núm. 5, pp. 10-31.

DATA RECEPCIÓ: 20-07-2023. DATA ACCEPTACIÓ: 18-09-2024. DATA INICI EDICIÓ: 20-09-2024.