

Determinación de la surita de Sant Fost de Campsentelles, Vallès Oriental, Barcelona, Cataluña

Joan ROSELL RIBA
Grup Mineralògic Català
El Prat de Llobregat, Barcelona, España
joan.rosell@minercat.com

Jordi IBÁÑEZ INSA
Geociències Barcelona (GEO3BCN-CSIC)
Barcelona, España
jibanez@geo3bcn.csic.es

Josep Antoni IGNACIO HERRERA
Grup Mineralògic Català
Montornès del Vallès, Barcelona, España

Xavier RODRÍGUEZ POBLADOR
Grup Mineralògic Català
Terrassa, Barcelona, España

Emilio TÉLLEZ GARCÍA
Grup Mineralògic Català
Vilanova del Vallès, Barcelona, España

RESUMEN

Los estudios realizados en algunos ejemplares procedentes del filón 'rojo' de la cantera de Can Rovira, en Sant Fost de Campsentelles, mostraron la presencia de agregados de aspecto foliáceo, blanquecinos y brillantes. En función de los resultados de los diferentes análisis llevados a cabo, estos agregados fueron determinados como surita, un raro filosilicato con una estructura que combina capas de esmectita con capas de carbonatos básicos de Pb i Ca. La fórmula empírica simplificada, obtenida con la microsonda electrónica, es $(\text{Pb,Ca})_{2,16}(\text{Al,Fe}^{3+},\text{Mg})_{1,95}(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{CO}_3)_{2,04}(\text{OH,F})_{1,42}$. En este artículo detallamos los diferentes pasos seguidos para hacer la determinación. La especie solo había sido citada hasta el momento en una localidad europea y en tres más del resto del mundo.

PALABRAS CLAVE

Surita; esmectita; filosilicato; Can Rovira; Sant Fost de Campsentelles; Cataluña.

ABSTRACT

Studies carried out on some minerals from the 'red' vein of the Can Rovira quarry, in Sant Fost de Campsentelles, showed the presence of white and brilliant foliaceous crystal aggregates. Based on the results of several analyses, they were determined as surite, a rare phyllosilicate with a structure combining smectite layers with others formed by basic Pb and Ca carbonates. The simplified empirical formula, obtained with the electron microprobe, is $(\text{Pb,Ca})_{2,16}(\text{Al,Fe}^{3+},\text{Mg})_{1,95}(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{CO}_3)_{2,04}(\text{OH,F})_{1,42}$. In this article we detail the different steps followed to identify this mineral. So far, this species has been only reported in one European locality as well as in three other localities from the rest of the world.

KEYWORDS

Surite; smectite; phyllosilicate; Can Rovira; Sant Fost de Campsentelles; Catalonia.

ROSELL RIBA, Joan; IBÁÑEZ INSA, Jordi; IGNACIO HERRERA, Josep Antoni; RODRÍGUEZ POBLADOR, Xavier; TÉLLEZ GARCÍA, Emilio (2022): "Determinación de la surita de Sant Fost de Campsentelles, Vallès Oriental, Barcelona, Cataluña". *Paragénesis*; vol. 3, núm. 3 (2022-1), pp. 25-34.

INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios sobre la surita datan de finales de los años 70. Hayase *et al.* (1978) la describen como un filosilicato miembro del grupo de las arcillas con capas intercaladas de otros minerales. Fue determinada por primera vez en muestras procedentes de la mina Cruz del Sur, departamento Veinticinco de Mayo, en la provincia de Río Negro, a unos 42 km al sur de Los Menucos (Argentina). El nombre surita proviene del de esta mina. También se ha determinado en tres localidades más: en Tsumeb (Namibia), en la mina Mammoth-Saint Anthony, Arizona (EE.UU.) y en Su Elzu, Sassari, Cerdeña (Italia), según mindat.org.

Paragénesis y descripción de la surita

En la mina Cruz del Sur, la surita se presenta en la zona de oxidación de filones de plomo-zinc-cobre, encajados entre rocas que han sufrido una intensa sericitización, cloritización y carbonatación (Hayase *et al.*, 1978) (figura 1). En esta mina, la mineralización forma vetas que rellenan fisuras de 1 a 5 m de ancho, casi verticales, entre rocas volcánicas de composición andesítica y riolítica. Los filones se han explotado solo hasta unos 60 m de largo por unos 15 m de ancho en la zona de oxidación y presentan muchos minerales como: anglesita, atacamita, azurita, calcita, calcosina, cerusita, digenita, galena, yeso, hematites, goethita (limonita), malaquita,



Figura 1. Imagen SEM de una surita de la mina Cruz del Sur, Veinticinco de Mayo, Río Negro, Argentina. Fuente: Hayase *et al.*, 1978.

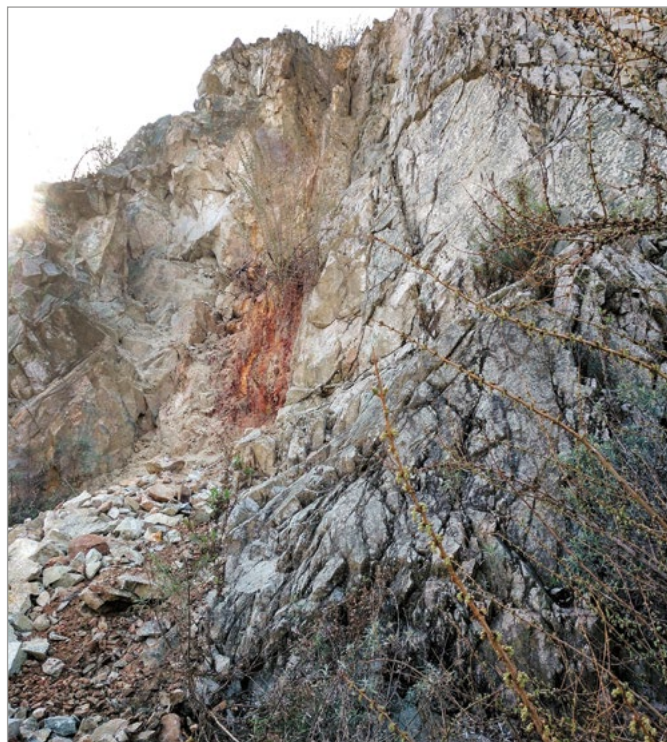


Figura 2. Imagen del filón 'rojo' (mayo 2021). Foto: Valentín Bártulos.

mottramita, ópalo, paratacamita, vanadinita y wulfenita. Casi todas las partes de esta zona de oxidación están pigmentadas de color marrón rojizo por óxidos e hidróxidos de hierro.

En el filón que denominados 'rojo' de Can Rovira (figura 2), donde se recogieron los ejemplares de surita estudiados en este trabajo, se repiten todos los procesos de alteración observados en la mina Cruz del Sur (sericitización, cloritización y carbonatación). Este filón está formado por salbandas de diversas tonalidades, de rojizas a blanquecinas. Hemos podido identificar: baritina, caolinita, cerusita, fluorita, galena, mimetita y cuarzo. En los espacios donde la galena se encuentra casi total-

mente alterada es donde encontramos la surita. Esta se presenta en forma de agregados de aspecto foliáceo formados por cristales hexagonales, con brillo nacarado y tonos entre blancos y ligeramente verdosos (figuras 3, 4 y 5).

Estructura de la surita

La resolución de la estructura cristalina de la surita no fue una tarea fácil, como lo demuestran las correcciones sobre las propuestas iniciales hechas por diferentes autores. Hayase *et al.* (1978) indicaban que la surita tenía una estructura basada en capas tipo

Figura 3. Agregados de cristales de surita con fluorita y cerusita. C.V.: 3 mm. Foto y colección: Joan Rosell.



Figura 4. Agregados de surita asociados a fluorita y cerusita. C.V.: 2,5 mm. Foto y colección: Joan Rosell.



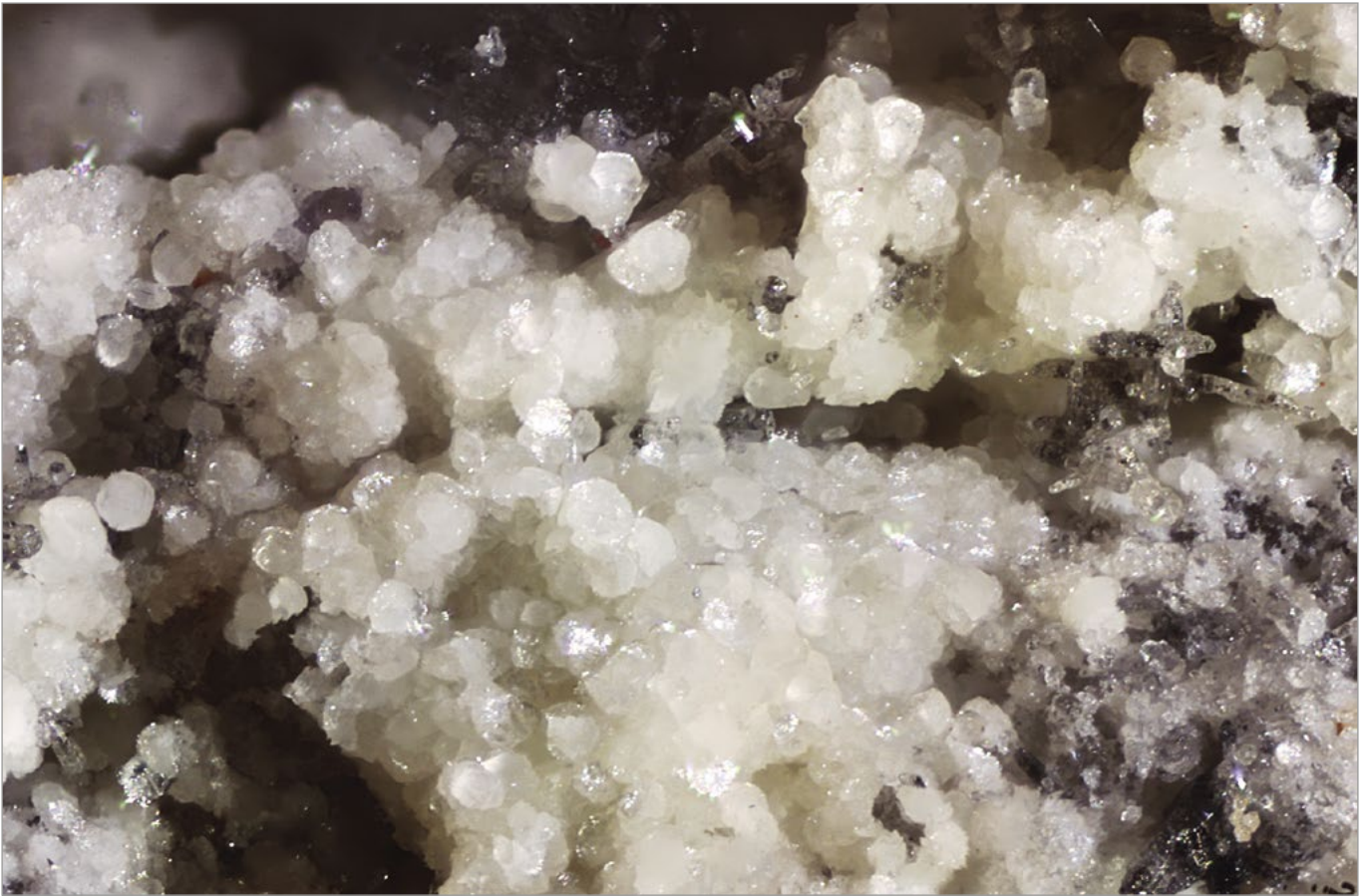
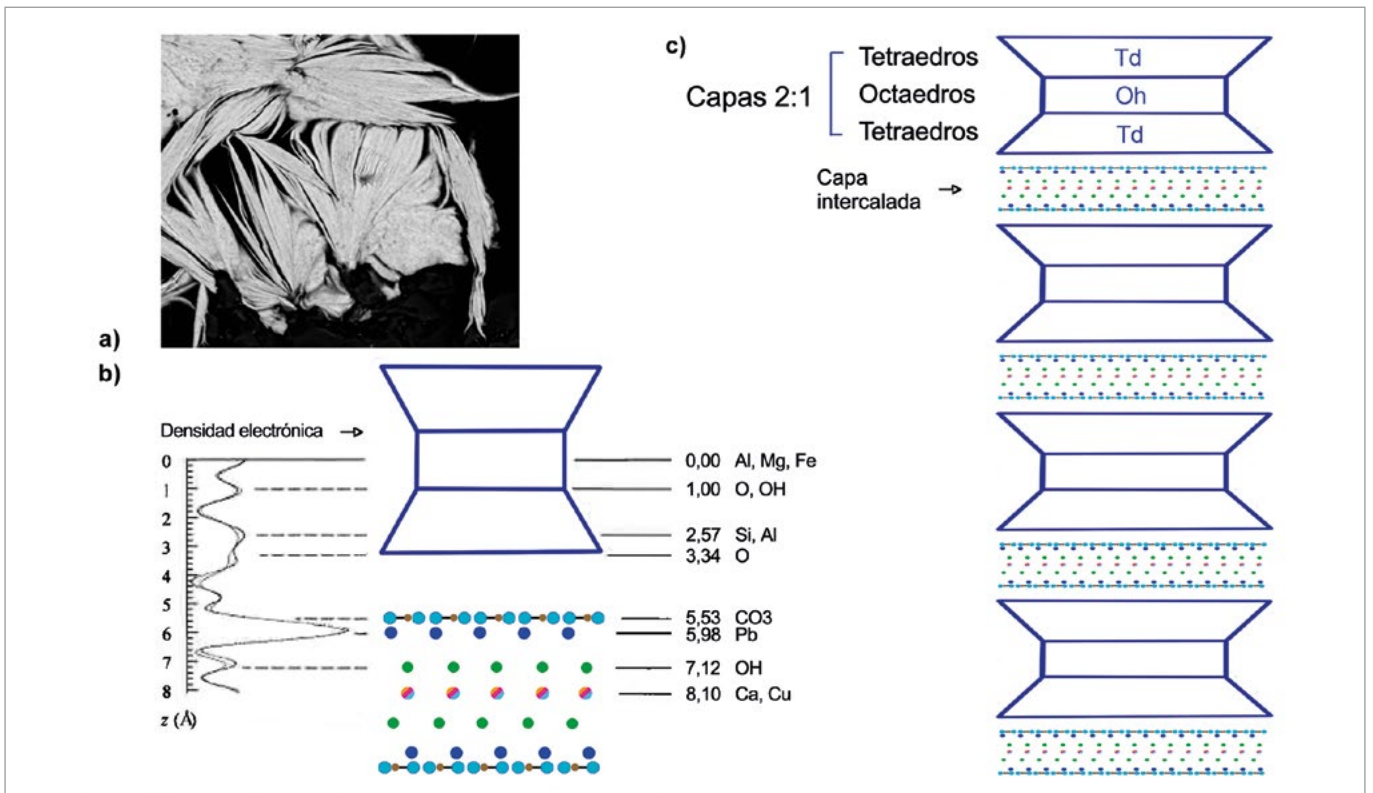


Figura 5. Agregados foliáceos de cristales de surita. C.V.: 1,5 mm. Foto y colección: Joan Rosell.

Figura 6. a) Imagen SEM de la surita de Sant Fost (foto: Joan Rosell). b) Curvas de densidad electrónica como función de los valores de z extraídas de las intensidades de difracción 00l de la surita (fuente: modelo estructural modificado de Uehara *et al.*, 1997). c) Estructura en capas de un mineral tipo esmectita (fuente: Uehara *et al.*, 1997).



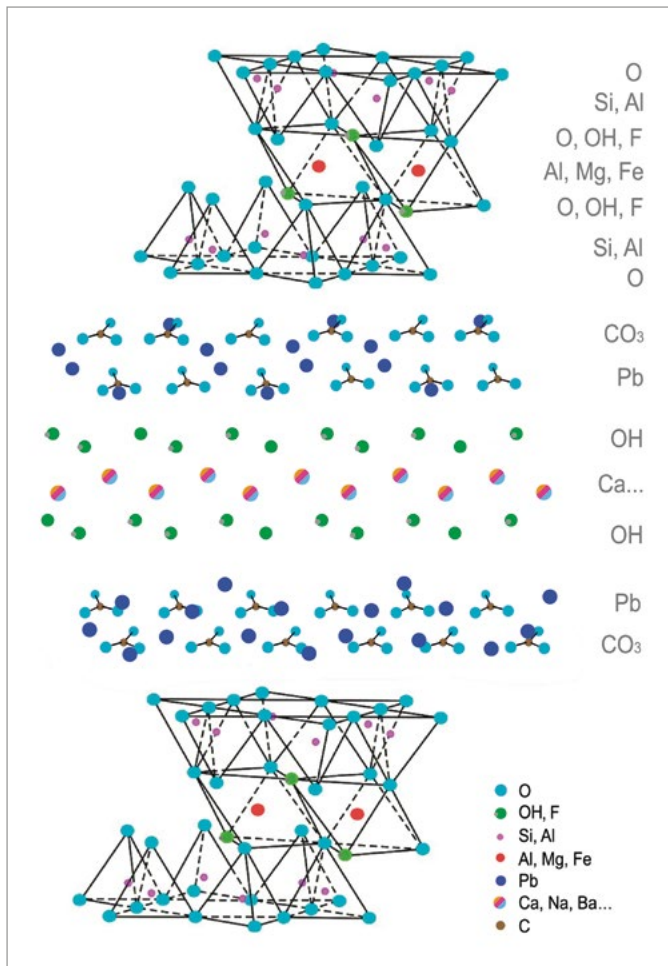


Figura 7. Modelo estructural tridimensional de la surita.
Fuente: modificado de Uehara *et al.*, 1997.

Figura 9. Imagen SEM (con BSE, *backscattered electrons* = electrones retrodispersados) de una de las probetas empleadas. Podemos observar los agregados foliáceos de surita (Sur) con otros minerales como mimetita (Mim), cuarzo (Qz) y fluorita (Flr). Foto: Joan Rosell.

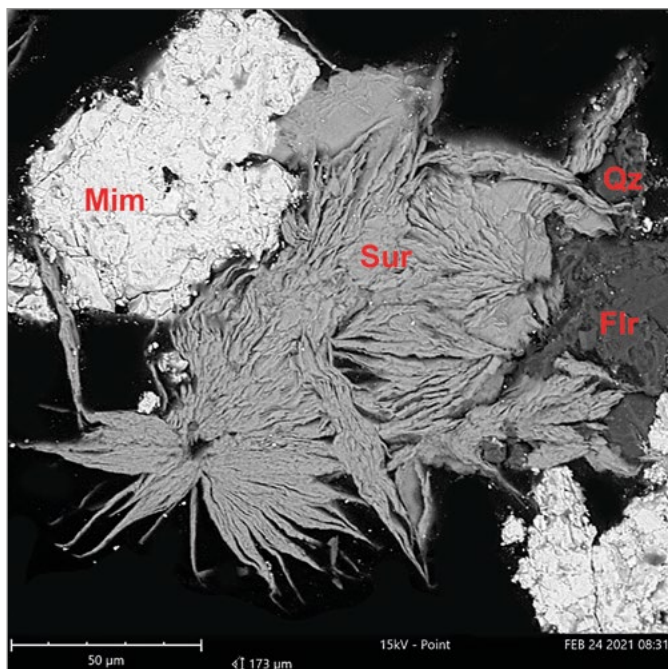


Figura 8. Ferrisurita, de las minas Shirley Ann, Big Dodd Spring, distr. minero Ubehebe, Cottonwood Mountains, Inyo Co., California, EE.UU. C.V.: 3,7 mm. Foto: Douglas Merson.

cerusita, $Pb(CO_3)$, intercaladas con capas del tipo esmectita dioctaédrica. En estudios posteriores (Uehara *et al.*, 1997) se volvió a analizar mediante técnicas de densidad electrónica, indicando que la estructura de la surita está compuesta por capas de esmectita dioctaédrica, como decían Hayase *et al.*, pero en lugar de capas de tipo cerusita intercaladas como las anteriores, se concluyó que en realidad el mineral contiene capas de carbonatos básicos de calcio y plomo, según $Ca_{0.5}OH \cdot 2PbCO_3$. Se trataría, entonces, de algo así como un *sandwich* en el que el compañaje serían las capas de hidróxido de calcio y carbonato de plomo, que estarían envueltas entre capas de esmectita dioctaédrica (figuras 6 y 7). Esto hizo también que determinar su composición química no fuese nada trivial.

Debemos comentar que se ha reportado el mineral ferrisurita (Kampf *et al.*, 1992), la especie análoga a la surita, donde el Fe^{3+} sustituye al Al^{3+} (figura 8). La localidad tipo para esta especie es el grupo de minas Shir-

Figura 10. Imagen SEM (con BSE) de un agregado de surita, con mimetita. Foto: Joan Rosell.



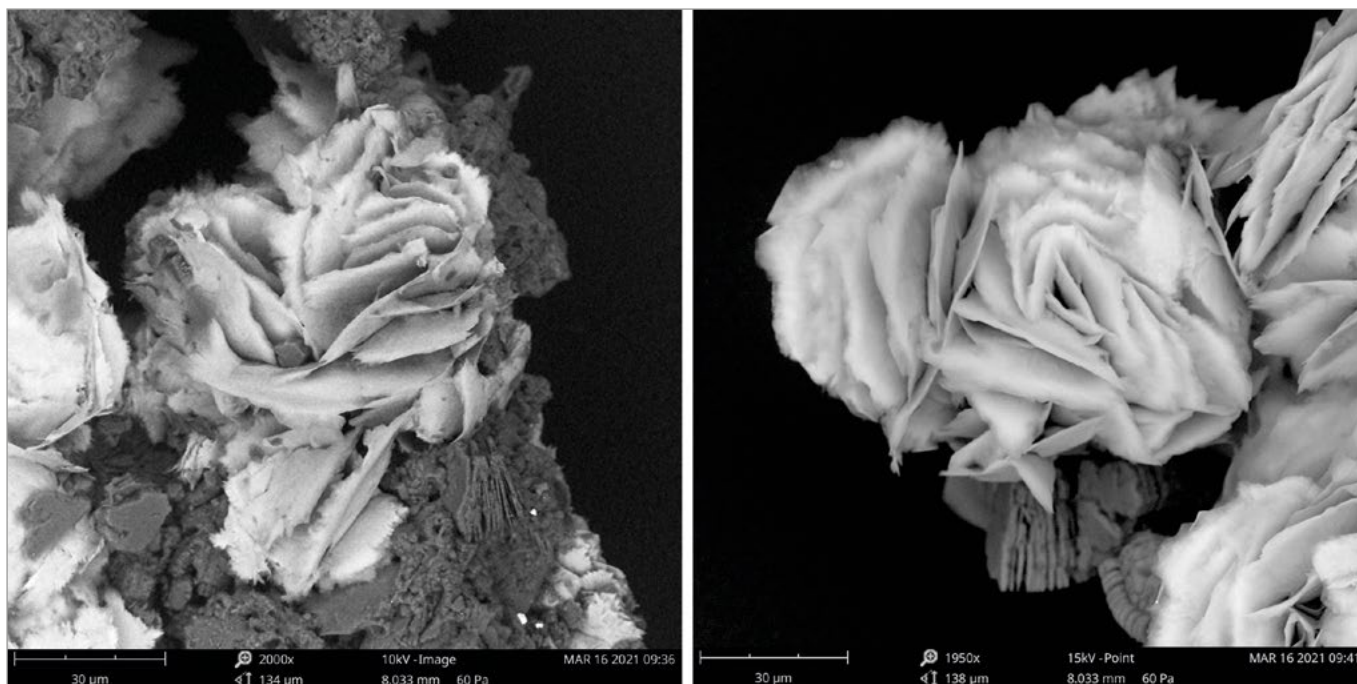


Figura 11. Imágenes SEM (con BSE) de dos rosetas de surita. Fotos: Joan Rosell.

ley Ann, un pequeño depósito metamórfico de contacto con minerales secundarios de plomo y cobre, en el oeste del Death Valley, en Inyo Co., California (EE.UU.). Se presenta como agregados radiales compactos a fibrosos y de color verde oscuro, en matriz de cuarzo, acompañados de cerusita, y como cristales de color amarillo-verde grisáceo en cavidades de la matriz.

DETERMINACIÓN DE LA SURITA DE SANT FOST

Primeras mediciones SEM-EDS y Raman

Para el estudio mineralógico sobre la cantera de Can Rovira, en Sant Fost de Campsentelles (Ignacio *et al.*, 2021), de entre todas las muestras que se estudiaron, se seleccionaron algunas para ser analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS). Las mediciones se hicieron introduciendo las muestras en probetas pulidas. El objetivo era discernir si la mimetita identificada en la cantera de Can Rovira tenía suficiente calcio para ser determinada como hedifana. Con el microscopio electrónico se observó la presencia de unos curiosos agregados de aspecto foliáceo. Las imágenes SEM mostraron rosetas de finas láminas, a menudo curvadas, que se acompañaban de mimetita, cerusita, cuarzo, fluorita y baritina, entre otros (figuras 9, 10 y 11).

Los primeros resultados analíticos nos indicaron que se trataba de un silicato con Pb, Al, Ca y un cierto contenido de Fe, F, Mg y K. Estas mediciones semicuantitativas se realizaron en muestras sin recubrimiento con carbono (SEM-EDS modelo Phenom G5 XL, de Geomar Ingeniería del Terreny). Con la composición química obtenida y la morfología observada, la cantidad de es-

pecies que podían corresponder al mineral estudiado se redujo a menos de media docena.

También se procedió a hacer un análisis previo de la muestra por espectroscopía Raman (figura 12). La comparación del espectro obtenido de un cristal laminar del mineral y el listado de especies candidatas que se habían propuesto, en función de su composición química, indicaron una buena correlación con la surita, un filosilicato de fórmula química $(\text{Pb,Ca})_3(\text{Al, Fe}^{3+}, \text{Mg})_2[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}](\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$.

El patrón Raman con el que se comparó nuestro espectro era el de un ejemplar de la mina Mammoth, Tiger, Arizona, EE.UU. (RRUFF R060794). En la descripción de este se indica que la identificación de la muestra norteamericana aún no ha sido confirmada.

Microsonda electrónica

Aunque ya disponíamos de una cierta certeza de que se podía tratar de esta rara especie, surita, aprovechamos que se iban a realizar las mediciones de dos probetas (RMP248 y RMP249) con la posible hedifana en la microsonda electrónica de los Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB) (SEM modelo JEOL JXA-8230, con cinco espectrómetros WDS y un EDS) (figura 13). Eso nos permitió analizar más detalladamente la composición química de estos cristales laminares. Los resultados de la microsonda electrónica los podemos ver en las tablas de las figuras 14 y 15.

A pesar de que estudios precedentes (Hayase *et al.*, 1978; Uehara *et al.*, 1997) indican que en la surita se detecta la presencia de Cu en su composición y que en algunas de las muestras de Can Rovira se ha detec-

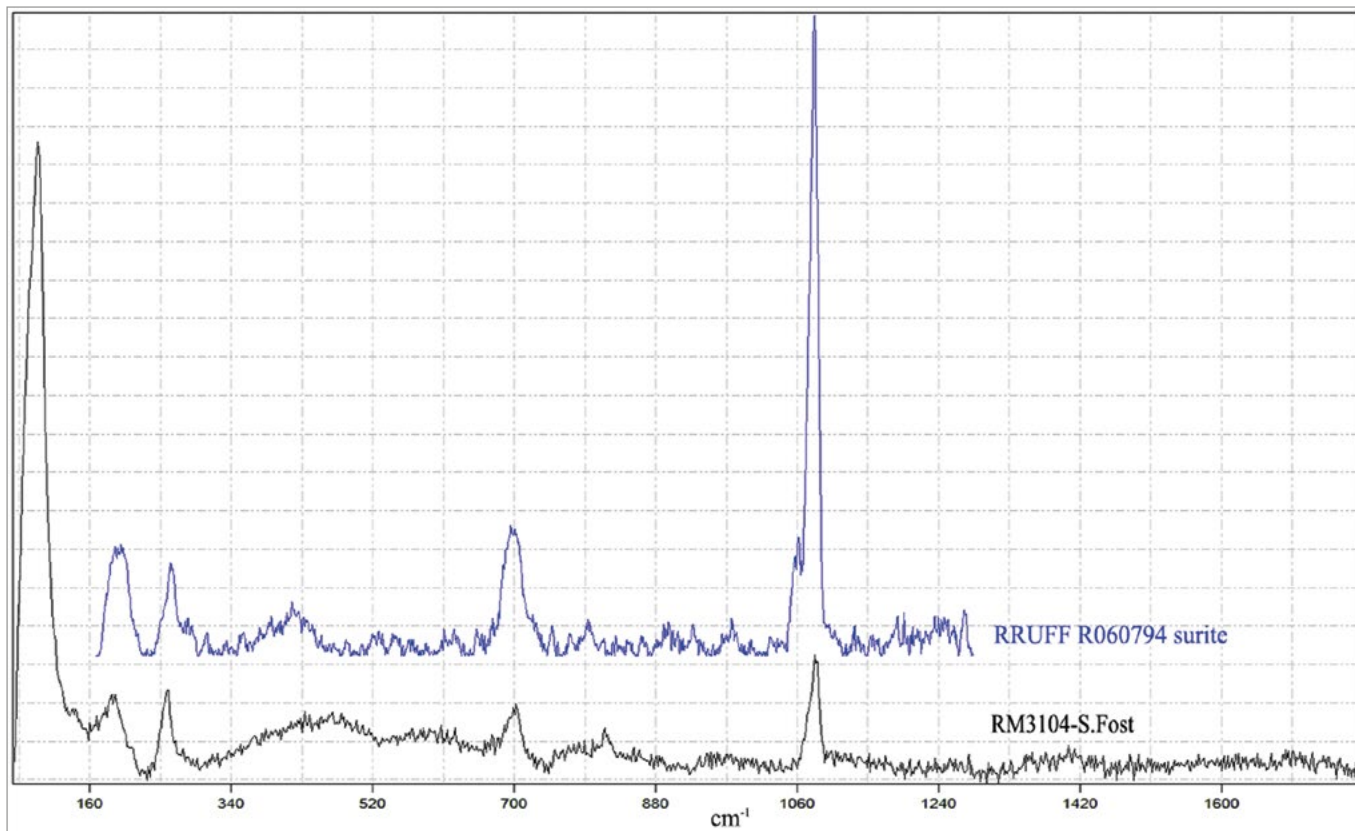
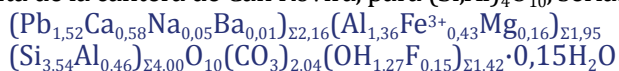


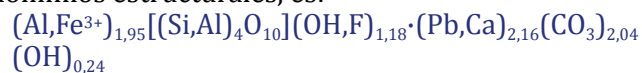
Figura 12. Espectro Raman previo de la surita de Sant Fost comparado con el de una surita de la mina Mammoth, Tiger, Arizona, EE.UU. Fuente: Joan Rosell y proyecto RRUFF.

tado, concluimos que el Cu se encuentra por debajo de su límite de detección (el error experimental es superior al ínfimo contenido medido, según se ve en la tabla de la figura 15). Por tanto, lo descartamos en el cálculo de la composición de la surita de Sant Fost.

En definitiva, la fórmula química propuesta para la surita de la cantera de Can Rovira, para $(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}$, sería:



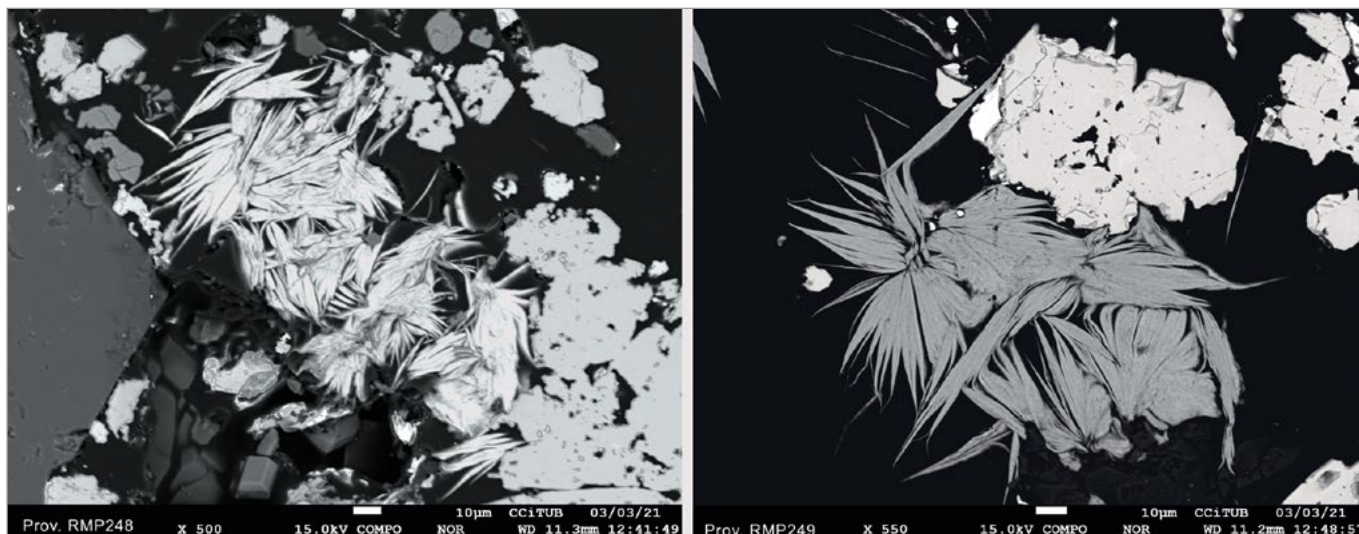
Esta fórmula, simplificada y diferenciando los dos dominios estructurales, es:



Espectroscopía Raman en detalle

Visto que el espectro de la base de datos del proyecto RRUFF no era demasiado definido, procedimos a regis-

Figuras 13. Imágenes SEM (con BSE), obtenidas con la microsonda electrónica, de las dos probetas analizadas. Fotos: Xavier Llovet.



No.	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	Na2O	F	BaO	Fe2O3	CuO	PbO	Total %	
1	23,29	10,01	4,02	0,7105	0,1545	0,4191	0,1971	3,56	0,0011	42,97	85,3324	248-surite-1
2	26,43	11,43	3,67	0,834	0,1853	0,3003	0,0736	4,26	0,0577	37,55	84,7909	248-surite-2
3	24,84	10,62	3,77	0,7913	0,2126	0,3398	0,0775	3,44	0	40,78	84,8713	248-surite-3
4	28,68	12,45	3,5	0,8515	0,1944	0,1867	0	4,17	0	32,1	82,1327	248-surite-4
5	25,39	11,15	3,73	0,6927	0,2161	0,2781	0,0804	3,69	0	39,6	84,8273	248-surite-5
6	23,91	10,41	3,89	0,7674	0,1572	0,2662	0,1173	3,48	0	41,69	84,6881	248-surite-6
7	27,8	12,03	3,62	0,8854	0,2111	0,2021	0,0495	3,81	0	36,82	85,4282	248-surite-7
8	23,96	10,78	4,03	0,7315	0,2115	0,3763	0,0822	3,54	0,0304	38,88	82,6219	248-surite-8
9	23,8	10,46	3,53	0,7015	0,2113	0,3146	0,0515	3,93	0,0228	38,17	81,1917	248-surite-9
10	22,99	10,19	3,91	0,6377	0,1491	0,32	0,0809	3,45	0	41,69	83,4177	249-surite-1
11	25,07	11	3,81	0,7455	0,154	0,3404	0,1752	3,19	0	40,73	85,2152	249-surite-2
12	22,77	10,01	3,91	0,8044	0,1893	0,4668	0,0075	3,55	0,03	41,77	83,508	249-surite-3
13	24,31	10,71	3,86	0,7183	0,1394	0,3954	0,1605	3,52	0,0387	42,48	86,3324	249-surite-4
14	25,22	10,92	3,76	0,7294	0,1392	0,3769	0,2163	3,38	0	42,15	86,8919	249-surite-5
15	24,43	10,63	3,92	0,8145	0,1941	0,4158	0,1643	3,28	0,0324	41,54	85,4212	249-surite-6

Figura 14. Resultados de las 15 medidas de la microsonda electrónica en las probetas RMP248 y RMP249 (en % de peso). Fuente: Xavier Llovet.

trar espectros de mejor calidad con el instrumento de microRaman de los CCITUB (modelos Jobin-Yvon Lab-Ram HR800, con láser verde, 532 nm).

A continuación proponemos una asignación a los diferentes modos vibracionales observados (figura 16). Si tenemos en cuenta la composición química de la surita es de esperar encontrar en el Raman bandas asociadas a los aniones carbonato y silicato y a grupos hidroxilo.

Región 2750-4000 cm⁻¹

Por lo que respecta a la zona de alta frecuencia (figura 17), observamos un intenso pico en 3671 cm⁻¹, que corresponde a la vibración $\nu(\text{OH})$, lo que confirma la presencia de grupos hidroxilo en el mineral. No obstante, no ha sido posible detectar bandas que correspondan al agua estructural, que habitualmente son muy débiles y anchas.

Figura 15. Media (%wt = % de peso) y desviación de los resultados (sigma) de la figura 14. Fuente: Xavier Llovet.

	%wt	sigma
SiO ₂	24,8593	1,6863
Al ₂ O ₃	10,8533	0,693
CaO	3,7953	0,1628
MgO	0,761	0,0679
Na ₂ O	0,1813	0,0292
F	0,3332	0,0791
BaO	0,1023	0,0667
Fe ₂ O ₃	3,6167	0,3062
CuO	0,0142	0,0193
PbO	39,928	2,8681
Total %	84,4446	

Región 900-1700 cm⁻¹

Centrada en 1405 cm⁻¹ (y posiblemente la que se encuentra en 1280 cm⁻¹) observamos una banda que se puede relacionar con estiramientos asimétricos del grupo CO₃ (figura 18). Destaca el intenso pico en 1083 cm⁻¹ que corresponde al estiramiento asimétrico del grupo CO₃ (ν_1), similar al de la calcita (1085 cm⁻¹) (Gunasekaran *et al.*, 2006), pero, curiosamente, no al de la cerusita, que aparece en 1053 cm⁻¹, con la que la surita comparte partes estructurales (Martens *et al.*, 2004). La banda centrada en 975 cm⁻¹ se podría relacionar con modos de estiramiento del grupo silicato.

Región 400-850 cm⁻¹

La banda observada en 703 cm⁻¹ (figura 18) se podría relacionar con la deformación simétrica (ν_4) del mismo grupo CO₃, pero desplazada a menor frecuen-

Figura 16. Propuesta de asignación de los modos vibracionales Raman para la surita de Sant Fost. Fuente: Joan Rosell y Wang *et al.*, 2015.

Frecuencia cm ⁻¹	Asignación
3671	$\nu(\text{OH})$
3300-3650	$\nu(\text{OH})$
2900-3300	$\nu(\text{H}_2\text{O}\cdots\text{OH})?$
1200-1450	$\nu_{\text{as}}(\text{CO}_3)$
1083	$\nu_1(\text{CO}_3)$
975	$\nu(\text{Si-O})$,
815	$\nu(\text{Al-O})$, $\nu_5(\text{Al-O-Al})$
703	$\delta(\text{O-Al-O})$, $\delta(\text{Si-O-Si})$, $\nu(\text{CO}_3)$
390-640	$\delta(\text{Si-O-Si})$, $\delta(\text{Si-O-Al})$, $\delta(\text{Al-O-Al})$, $\delta(\text{O-Al-O})$, L(Al-O-H)
278	$\delta(\text{O-Si-O})$, vibraciones de red
258	$\delta(\text{O-Si-O})$, vibraciones de red
192	L(Al-OH)
141	vibraciones de red (T)
94	vibraciones de red (T)

ν : modos de tensión (stretching), δ : modos de flexión (bending) s: simétrico as: asimétrico T: modos traslacionales de red, L: libración

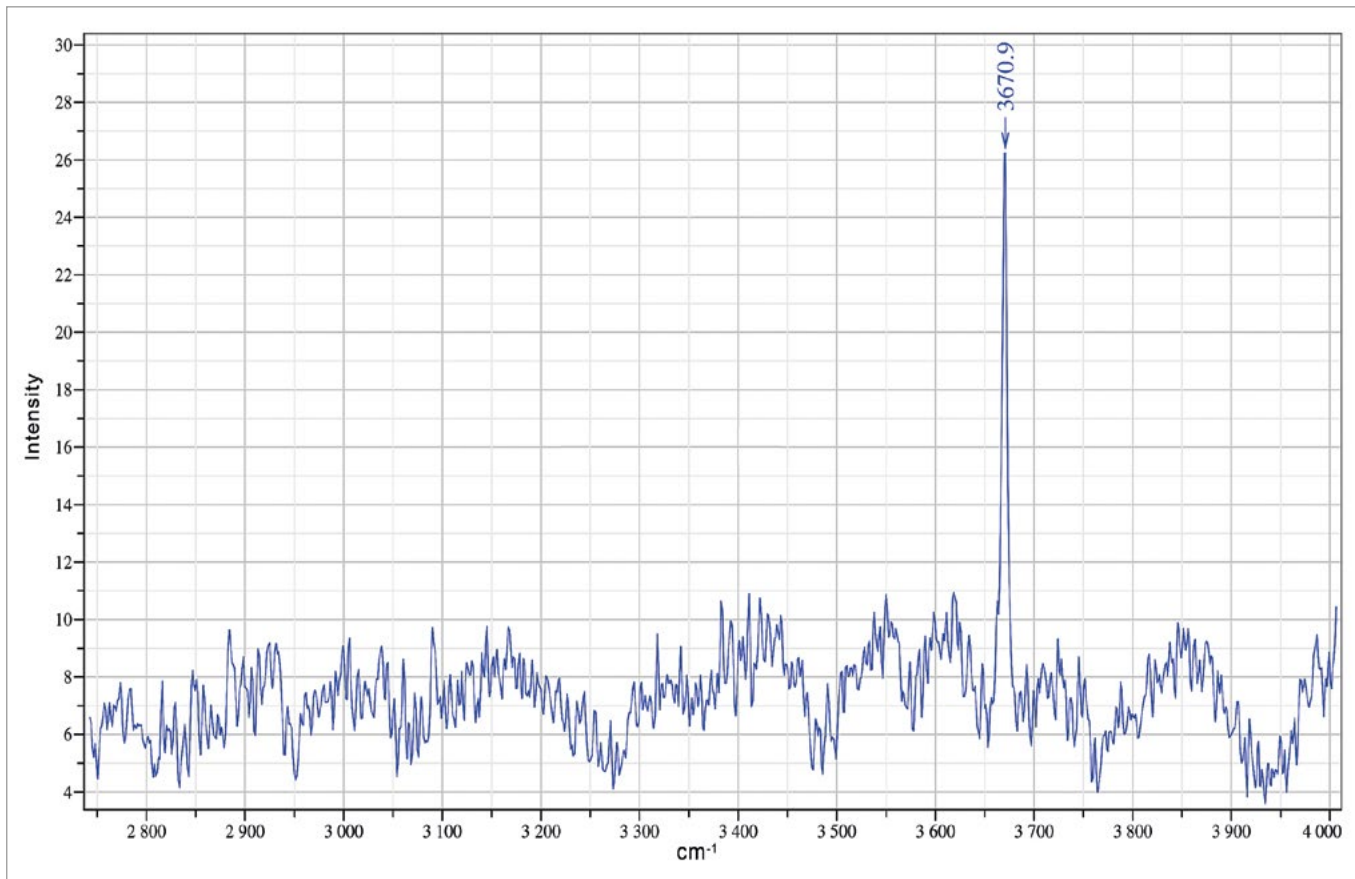
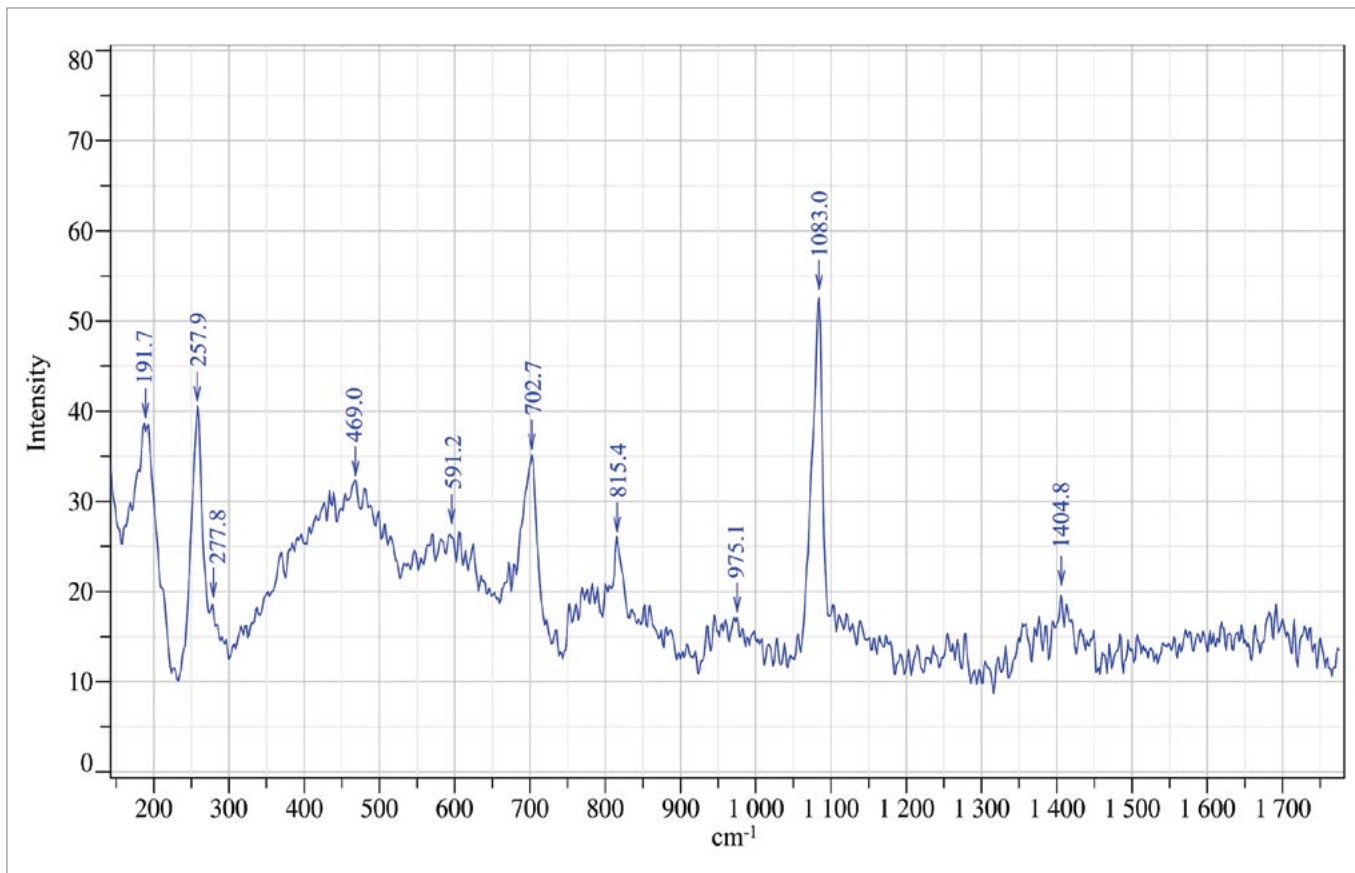


Figura 17. Espectro Raman de altas frecuencias de la surita de Sant Fost, intervalo 2750-4000 cm^{-1} . Fuente: Joan Rosell y Tariq Jawhari.

Figura 18. Espectro Raman de bajas frecuencias de la surita de Sant Fost, intervalo 150-1750 cm^{-1} . Fuente: Joan Rosell y Tariq Jawhari.



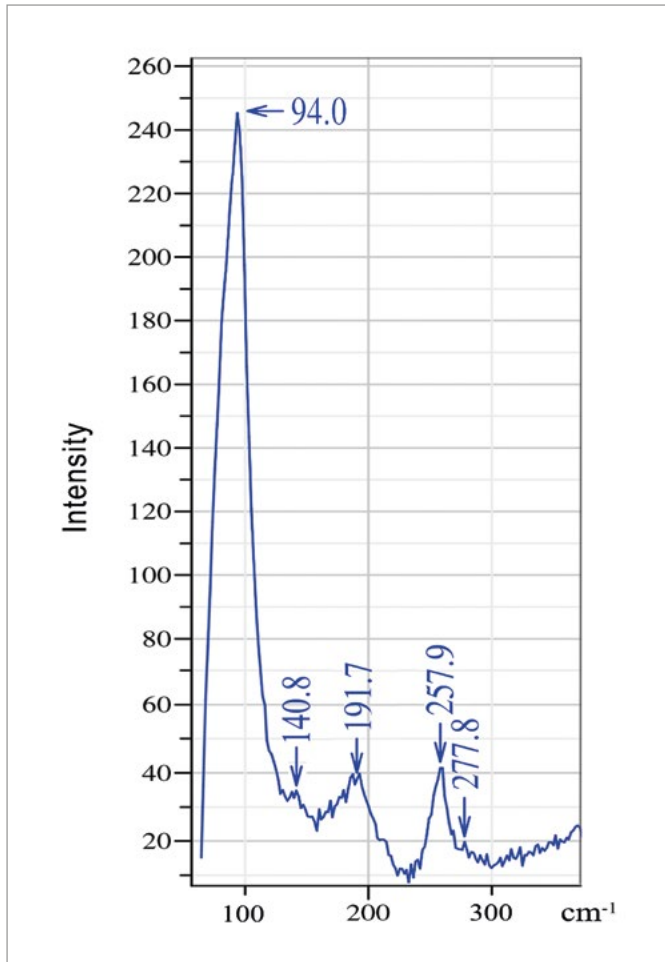


Figura 19. Espectro Raman de muy baja frecuencia de la surita de Sant Fost, intervalo 50-350 cm^{-1} . Fuente: Joan Rosell y Tariq Jawhari.

cia que en la calcita ($711\text{-}716\text{ cm}^{-1}$). No obstante, es posible que esta banda esté relacionada con la superposición de modos de flexión del tipo $\delta(\text{O-Al-O})$ y $\delta(\text{Si-O-Si})$. Los modos de vibración $\nu(\text{Al-O})$ y $\nu_s(\text{Al-O-Al})$ podrían explicar la banda en 815 cm^{-1} . Las anchas bandas entre 410 y 620 cm^{-1} indicarían un envoltorio de la superposición de modos $\delta(\text{Si-O-Si})$, $\delta(\text{Si-O-Al})$ y la libración de los grupos (OH).

Región 400-90 cm^{-1}

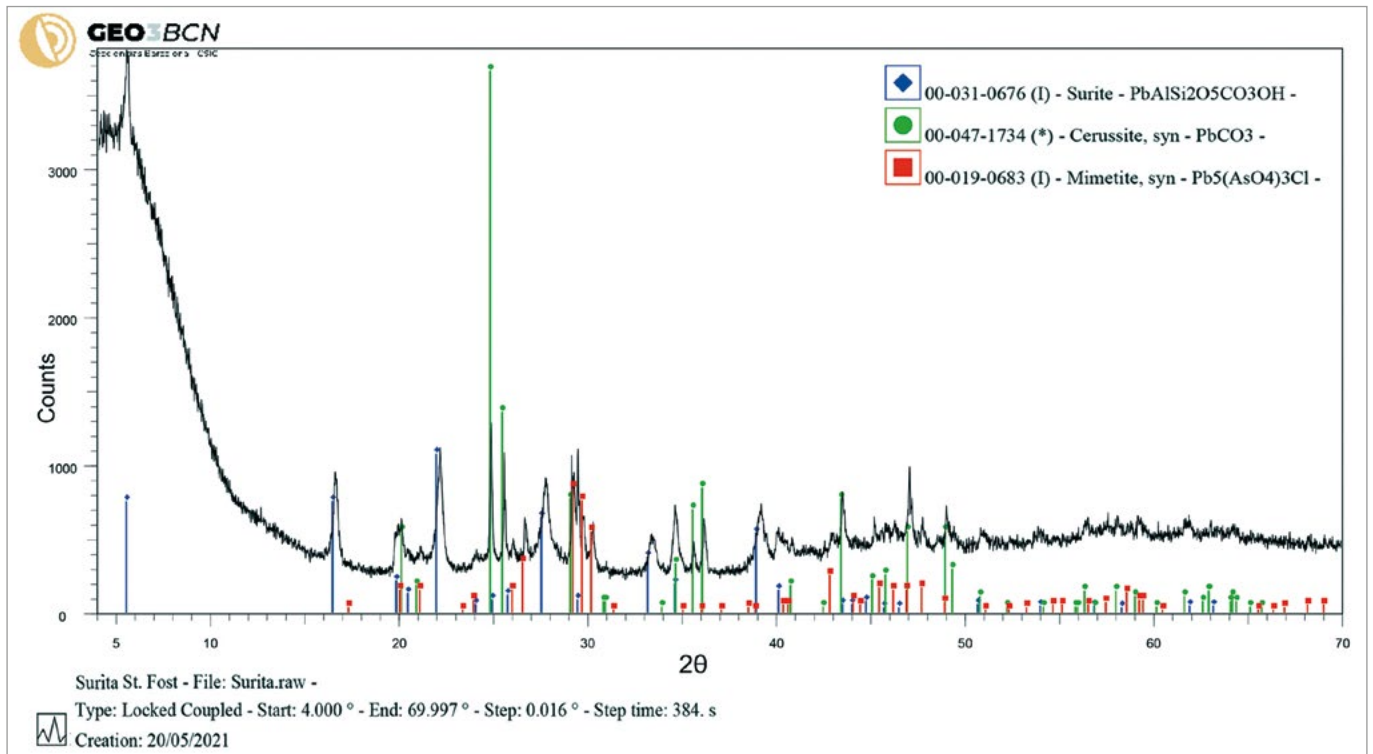
A muy baja frecuencia (figura 19) aparece una banda en 258 cm^{-1} , que se explicaría por las vibraciones del tipo $\delta(\text{O-Si-O})$ y por vibraciones de la red cristalina (los denominados *lattice modes* en inglés). La banda de 192 cm^{-1} por libración (Al-OH). La intensa banda en 94 cm^{-1} podría asignarse a modos translacionales de la red cristalina (Singh *et al.*, 2016; Tlili *et al.*, 1989).

Difracción de rayos X (DRX)

Para realizar la difracción de rayos X a partir de polvo de una muestra de surita se empleó el difractómetro Bruker D8-A25 (Cu $\text{K}\alpha$, detector PSD) de las instalaciones del servicio de Difracción de RX del instituto Geociencias Barcelona (GEO3BCN-CSIC).

El hecho que la surita esté íntimamente asociada a otros minerales hizo casi imposible obtener muestras puras. Por esta razón observamos en el difractograma picos de cerusita y mimetita. No obstante, se detectan claramente los picos principales de la surita, lo que permite confirmar de manera definitiva la identificación del mineral (figura 20).

Figura 20. Difractograma de polvo de la surita de Sant Fost. Fuente: GEO3BCN-CSIC.



CONCLUSIONES

El descubrimiento de surita en el filón 'rojo' de la cantera de Can Rovira, en Sant Fost de Campsentelles, ha sido una interesante noticia para la mineralogía catalana y europea, ya que se trata de una especie rara que solo se había determinado hasta ahora en una única localidad de Europa: Su Elzu, Ozieri, Sassari, Cerdeña (Italia).

Los estudios realizados han mostrado una fórmula compleja. De ella se han obtenido datos que servirán para complementar la información existente sobre el mineral e identificarlo en nuevos yacimientos. Creemos que se puede tratar de una especie más común de lo que se desprende de la literatura científica, pero que por su aspecto suele pasar desapercibida o se identifica erróneamente.

Agradecimientos

Al Dr. Antoni Roca y al Dr. Joan Carles Melgarejo, por su continuo apoyo en la determinación de minerales de nuestro país. Al Dr. Joan Martínez Bofill, gerente de Geomar Enginyeria del Terreny, y a Joana Lluch y Enrique Rossell, técnicos del equipo, por su amable acogida y por facilitarnos el trabajo con el SEM. Al Dr. Tariq Jawhari, del servicio de espectroscopía Raman de los Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB), por sus comentarios. A Soledad Álvarez, del servicio de Difracción de RX del Geociencias Barcelona (GEO3BCN-CSIC), por su apoyo en las mediciones de DRX. A Douglas Merson, por cedernos la imagen de la ferrisurita. A la empresa Promotora Mediterránea-2 SA (PROMSA), por permitirnos amablemente acceder a la cantera de Can Rovira con la finalidad de estudiar su geología y mineralogía. A la Hípica Can Rovira y a su administrador, Pere Saragossa, por facilitarnos el acceso a la cantera desde su propiedad y por su excelente trato hacia nosotros.

Bibliografía

- GUNASEKARAN, S., ANBALAGAN, G., PANDI, S. (2006): "Raman and infrared spectra of carbonates of calcite structure". *Journal of Raman Spectroscopy*, vol. 37, pp. 892-899.
- HAYASE, Kitaro, DRISTAS, Jorge A., TSUTSUMI, Sadao, OTSUKA, Ryohei, TANABE, Sachio, SUDO, Toshio, NISHIYAMA, Tsutomu (1978): "Surite, a new Pb-rich layer silicate mineral". *American Mineralogist*, vol. 63, pp. 1175-1181. A <https://rruff.info/rruff_1.0/uploads/AM63_1175.pdf>.
- IGNACIO HERRERA, Josep A., RODRÍGUEZ POBLADOR, Xavier, TÉLLEZ GARCÍA, Emilio, ROSELL RIBA, Joan, IBÁÑEZ INSA, Jordi, Cortel Ortuño, Adolf (2021): "Willemita y otros minerales de las canteras de Sant Fost de Campsentelles, Vallès Oriental, Barcelona, Cataluña". *Paragénesis*, vol. 3, núm. 1 (2021-1), pp. 3-46. A <<https://www.minercat.com/es/publicaciones/paragenesis/en-linea/2021-1>>.
- KAMPF, Anthony R., JACKSON, Larry L., SIDDER, Gary B., FOORD, Eugene E., ADAMS, Paul M. (1992): "Ferrisurite, the Fe³⁺ analogue of surite, from Inyo County, California". *American Mineralogist*, vol. 77, pp. 1107-1111. A <https://rruff.info/rruff_1.0/uploads/AM77_1107.pdf>.
- MARTENS, Wayde N., RINTOUL, Llew, KLOPROGGE, Theo, FROST, Ray L. (2004): "Single crystal raman spectroscopy of cerussite". *American Mineralogist*, vol. 89, pp. 352-358. A <<https://www.researchgate.net/publication/27478798>>.
- SINGH, Mohan, SINGH, Lakhwant (2016): "Vibrational spectroscopic study of muscovite and biotite layered phyllosilicates". *Indian Journal of Pure and Applied Physics*, vol. 54, pp. 116-122. A <<https://www.researchgate.net/publication/301228631>>.
- TLILI, Ali, SMITH, David C., BENY, Moja, BOYER, H. (1989): "A Raman microprobe study of natural micas". *Mineralogical Magazine*, vol. 53, pp. 165-179. A <<https://www.researchgate.net/publication/274374869>>.
- UEHARA, Motoki, YAMAZAKI, Atsushi, TSUSUMI, Sadao (1997): "Surite: Its Structures and Properties". *American Mineralogist*, vol. 82, pp. 416-422. A <https://rruff.info/doclib/am/vol82/AM82_416.pdf>.

Webs consultadas

- Web de la base de datos Mindat. Surite [consulta: septiembre 2021]. A <<https://www.mindat.org/min-3831.html>>.
- Web del proyecto RRUFF. Surite R060794 [consulta: marzo 2021]. A <<https://rruff.info/surite/names/asc/R060794>>.
- Web del proyecto RRUFF. Surite R110145 [consulta: marzo 2021]. A <<https://rruff.info/surite/names/asc/R110145>>.

FECHA RECEPCIÓN: 30-11-21. FECHA ACEPTACIÓN: 29-03-22. FECHA INICIO EDICIÓN: 18-04-22.