

Los minerales tipo de la cantera Francon y del complejo Oka, Quebec, Canadá

Paulí GISPERT BONAMUSA

Grup Mineralògic Català
Barcelona, España
pauligispert@hotmail.com

José Luis GARRIDO RUFASTE

Grup Mineralògic Català
Barcelona, España
tio2jl@gmail.com

RESUMEN

Después del Mont Saint-Hilaire, la cantera Francon es la localidad de Canadá donde se ha localizado el mayor número de especies minerales tipo. La weloganita, descubierta por Ann P. Sabina y descrita en 1968, fue el primer carbonato de zirconio conocido. Están documentadas hasta ochenta especies en esta cantera, encontradas principalmente en filones carbonatados de fonolita rica en dawsonita.

La cantera Francon ha dado diez nuevas especies: doyleíta, dresserita, estronciodresserita, franconita, hidrodresserita, hochelagaíta, montroyalita, sabinaíta, voggita y weloganita. El objetivo de este artículo es el de proporcionar una visión general de la situación geográfica y la geología de la zona, la historia de las investigaciones llevadas a cabo por Ann P. Sabina y la descripción de los minerales tipo identificados en la cantera.

Asimismo se hace una breve referencia al complejo Oka, situado también en el área de las colinas Monteregian, y a sus dos minerales tipo: latrappita y niocalita.

PALABRAS CLAVE

Francon; Oka; Quebec; Canadá; Sabina; dresserita; weloganita.

ABSTRACT

After Mont Saint-Hilaire, the Francon quarry represents the locality in Canada where the largest number of type mineral species have been found. Weloganite, discovered by Ann P. Sabina and described in 1968, was the first known zirconium carbonate. Up to eighty species are documented in this quarry, found mainly in carbonate phonolite sills rich in dawsonite.

The Francon quarry has produced ten new species: doyleite, dresserite, franconite, hochelagaite, hidrodresserite, montroyalite, sabinaite, strontiodresserite, voggite, and weloganite. The purpose of this work is to provide an overview of the geographical situation and geology of the area, the history of the research conducted by Ann P. Sabina, and the description of the type minerals identified in the quarry.

A brief reference is made to the Oka complex, also located at the area of the Monteregian hills, and to its two type minerals: latrappite and niocalite.

KEYWORDS

Francon; Oka; Quebec; Canada; Sabina; dresserite; weloganite.

GISPERT BONAMUSA, Paulí; GARRIDO RUFASTE, José Luis (2022): «Los minerales tipo de la cantera Francon y del complejo Oka, Quebec, Canadá». *Paragénesis*, vol. 3, núm. 4 (2022-2), pp. 51-76.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La isla de Montreal (Île de Montréal) está situada en el extremo suroeste de la provincia de Quebec, entre la Rivière des Prairies y el río San Lorenzo (Saint Laurent), en la confluencia de este con el río Ottawa. Tiene una superficie de 483 km² y es la de mayor extensión del archipiélago de Hochelaga. La ciudad de Montreal ocupa casi toda la extensión de esta isla y forma parte de la región administrativa de Montreal (figura 1), con jurisdicción sobre otras 74 islas, pequeñas o muy pequeñas, del mencionado archipiélago, siendo las más notables las islas Bizard, Dorval, Notre-Dame, Sainte-Hélène y Des Soeurs. En el centro-este de la isla está el Mont-Royal, de 234 m de altitud, que pertenece a las colinas Monteregian.

El archipiélago de Hochelaga está constituido por un total de 538 islas. La segunda en extensión es la isla Jé-

sus, separada de la isla de Montreal por la Rivière des Prairies. La mayor parte de esta isla está ocupada por la ciudad de Laval.

Al este de Montreal y Laval se halla la región administrativa de Montérégie y, al oeste, la de Laurentides. A esta última pertenece el complejo Oka, ubicado al noreste de esta localidad, que se sitúa en la desembocadura del río Ottawa.

LAS CANTERAS DE MONTREAL Y LAVAL

Laval y las canteras de la isla Jesús

La extracción de piedra en Quebec es una actividad que se remonta a la época del Régimen francés. En Nueva Francia, el señorío de la isla Jesús fue concedido a

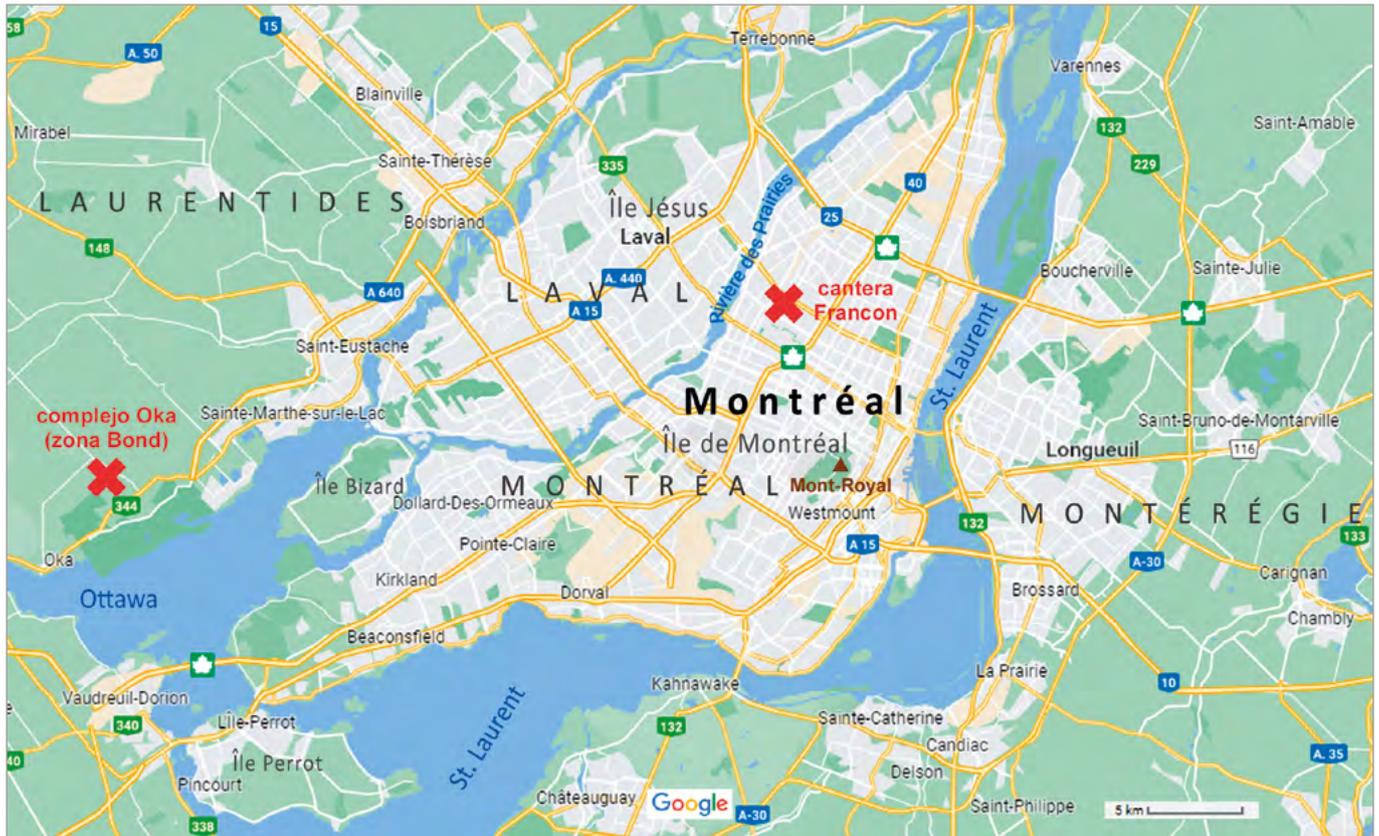


Figura 1. Cartografía de la ciudad de Montreal y sus alrededores. Se señala la ubicación de los dos yacimientos tratados en este artículo: la cantera Francon y el complejo Oka. Mapa: modificado (J. L. Garrido) de Google Maps (Google, 2022).

los jesuitas en 1636 y vendido al seminario de Quebec en 1680. En 1845 se instituyó el municipio de Saint-François-de-Sales y en 1853 se creó el condado de Laval, que comprendía la isla Jésus y una parte de la isla de Montreal. Este nombre proviene de François de Laval, el primer obispo de Quebec.

Las casas, hechas inicialmente de madera, se iban construyendo más a menudo con piedra a causa del riesgo de incendio. Fácil de cortar, la piedra calcárea se encontraba en abundancia en el valle del Saint Laurent, empleándose como piedra de construcción y cal para mortero. Desde 1650 las canteras se explotaban de forma artesanal.

A partir de 1830 muchas actas notariales de Saint-Vincent-de-Paul ya detallaban la construcción de casas en piedra. En estos mismos documentos se hace mención de la presencia de picapedreros que vivían en el pueblo y que a menudo alquilaban parcelas a campesinos para extraer la piedra.

Las canteras de la isla Jésus se encontraban en seis sectores geológicos principales, que cortan el territorio de oeste a este. El sector de Saint-François-de-Sales es uno de los lugares donde la roca calcárea, extraída en grandes bloques, suministró la piedra cortada de mejor calidad. Durante los años ochenta del s. XX en este sector todavía se explotaba la cantera Charbonneau, la última en proveer piedra cortada en la región de Montreal.

En 1965 se creó la actual ciudad de Laval fusionando antiguas municipalidades, como Chomedey, Duvernay,

Fabreville, Laval-des-Rapides, Laval-sur-le-Lac, Pont-Viau, Saint-Vincent-de-Paul, Sainte-Dorothée y Sainte-Rose, entre otras. Laval forma actualmente parte de la región metropolitana de Montreal.

Las canteras de la isla de Montreal

Los capellanes de San Sulpicio se convirtieron en señores de la isla de Montreal en 1663, estableciendo una red de caminos según el sistema denominado de *côtes et montées*. Una *côte* era un camino que discurría a lo largo de un riachuelo en el que se asentaban los colonos. Para desplazarse de una *côte* a otra se construyeron algunos caminos denominados *montées*. En 1669 se abrió la Côte Saint-Michel, que ahora es la calle Jarry, y en 1707 se abrió la Montée Saint-Michel, el actual bulevar Saint-Michel (Tessier, 2018).

El botánico y explorador sueco Pehr Kalm visitó Montreal en 1749, tomando la Montée Saint-Michel para llegar a Sault-au-Récollet. Allí se encontró con un horno de cal, lo cual indica la existencia de una pequeña cantera en funcionamiento.

Las canteras más antiguas de Montreal están próximas a la ciudad vieja. Los lugares de extracción se iban desplazando a lo largo de los años hacia el norte: Plateau, Rosemont, Villeray, entre otros. No fue hasta mediados del s. XIX que las canteras de la Côte Saint-Michel progresaron. En aquella época la ciudad se transformó a causa del éxodo rural y la revolución industrial, con-



Figura 2. La antigua cantera Miron (noviembre 2003).
Foto: László Horváth.



Figura 3. La antigua cantera Francon (septiembre 1982).
Foto: László Horváth.

virtiéndose en uno de los puertos interiores más grandes del mundo (Tessier, 2018).

Las explotaciones de las canteras se multiplicaban debido a la gran demanda de caliza (piedra cortada gris, cal, cemento, etc.), aunque entonces estaban poco mecanizadas. A principios del s. XX la industria empezó a cambiar y las pequeñas explotaciones se iban comprando, fusionando o cerrando. Las canteras atrajeron muchas familias a Saint-Michel, incluyendo los inmigrantes italianos, a causa de la disponibilidad de puestos de trabajo.

Muchos edificios históricos de la ciudad de Montreal y de sus alrededores se construyeron con el material denominado “piedra gris de Montreal”. Esta piedra es de hecho la piedra calcárea procedente de las numerosas canteras de las islas de Montreal y Jésus.

Las grandes canteras Miron y Francon

La nueva era de las canteras empezó en 1947, cuando los hermanos Miron se hicieron con los derechos de explotación de la cantera Limoges, constituyendo la Miron Co. Ltd (Tessier, 2018). Esta enorme cantera mide aproximadamente 2 x 1 km. Estuvo activa durante 43 años, de 1925 a 1968, y llegó a ser una de las produc-

toras de cemento más grandes de Norteamérica. Después se convirtió en un vertedero de residuos municipales. En 1988 la ciudad de Montreal la compró para transformarla gradualmente en un espacio urbano (figura 2), hasta quedar integrada dentro de un complejo medioambiental (Complexe Environnemental Saint-Michel), que incluye el Parc Frédéric-Back.

James Franceschini llegó a Canadá en 1906, a la edad de 15 años, procedente de Italia. En 1929 adquirió la antigua cantera Dupré, de la Dupré Quarries Ltd, que en 1930 pasó a ser la National Quarry Ltd. Franceschini continuó anexionándose otras pequeñas explotaciones hasta convertirla en la gran cantera Francon. La denominación “Francon” proviene de la unión entre las primeras sílabas de Franceschini y de *concrete* (hormigón, en inglés).

En 1981 finalizó la explotación de la cantera Francon (figura 3), que llegó a tener unos 2 km de longitud, con una anchura máxima de 580 m en su mitad sur y de unos 380 m en la mitad norte, y con una profundidad de unos 80 m (Tarassoff *et al.*, 2006).

En 1984 la cantera fue comprada por la ciudad de Montreal y desde 1986 se utiliza como vertedero, almacenando cerca del 40 % de la nieve recogida en las calles de Montreal (figura 4). Viene a ser un millón de metros cúbicos de nieve al año, durante las grandes

Figura 4. La antigua cantera Francon en invierno, como depósito de nieve (2019). Foto: VSMS (fuente: www.estmediamontreal.com).



Figura 5. La antigua cantera Francon en verano (2019).
Foto: VSMS (fuente: ww.estmediamontreal.com).



jornadas de tormenta, la frecuencia de viajes transportando la nieve a este lugar puede llegar a ser de 150 a 200 camiones cada hora. Esta actividad ocupa un 60 % de la superficie de la cantera. Una vez en estado líquido, el agua se filtra y bombea a la red de alcantarillado.

Los laterales de la cantera Francon están hoy bastante recubiertos por la vegetación y el fondo está inundado de manera permanente (figura 5). Hay aves acuáticas, como grullas y patos, así como águilas que anidan en las cavidades de los acantilados (Horváth, 2020). Actualmente se siguen desarrollando proyectos para integrar del todo este espacio en el paisaje urbano de la ciudad.

EL DESCUBRIMIENTO DE LOS NUEVOS MINERALES

En la cantera Francon

Hay que destacar la figura de la geóloga Ann Sabina, que participó en el descubrimiento, entre los años 1968 y 1990, de las diez especies que tienen la cantera Francon por localidad tipo.

Ann P. Sabina

Ann Phyllis Sabina Stenson (1930-2015), nacida en Lemberg, Saskatchewan (Canadá) creció en Winnipeg. En 1952 se graduó en la Manitoba University con la licenciatura en ciencias geológicas. El Geological Service of Canada (GSC) la contrató aquel mismo año para trabajar en el departamento del Dr. S. C. Robinson. La mayor parte del tiempo lo dedicó a compilar una extensa base de datos con difractogramas de los centenares de minerales de la colección del GSC.

Durante varios años y en el periodo estival viajó por la Trans-Canada Highway (TCH), desde Ottawa hacia el oeste, hasta la frontera de Manitoba (North Bay, Sudbury, Sault-Sainte-Marie, Thunder Bay y Lakehead) (Audrey Hill, 1962). En dirección al este visitó Bay of Fundy, en el nordeste de Nueva Escocia, Cap Breton, la

Figura 6. Izquierda: la geóloga Ann P. Sabina (1930-2015) (fuente: dicci-eponimos.blogspot.com). Derecha: una muestra de sabinaita, la especie mineral a ella dedicada, de la cantera Poudrette, Mont Saint-Hilaire, Quebec; C.V. 4,5 mm (colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi).



isla Prince Edward, las regiones de Gaspé y las Eastern Townships (*Edmonton Journal*, 1969).

En la mayoría de estos viajes la acompañaba Judy Carson, también del GSC, licenciada en geología por la Carleton University (Ottawa). Rebuscaban en las escombros de minas y canteras, muchas abandonadas hacía más de cien años, en los pozos de mina, en las fisuras de las rocas, etc. Mientras trabajaba en su oficina del GSC, Sabina también planificaba sus itinerarios examinando informes y mapas geológicos. Sus guías incluyen la descripción de minerales y rocas que había ido encontrando, su ubicación y las referencias de utilidad para los coleccionistas.

En 1977 Ann Sabina recibió la medalla *Queen's Silver Jubilee*, como reconocimiento a sus contribuciones científicas. En 1994 la Mineralogical Association of Canada le otorgó la medalla *Leonard G. Barry*. Sabina fue tesorera de esta sociedad durante más de 25 años, que en su honor creó el galardón *Ann Sabina Award*. En 2009 recibió el premio *Elsa László Horváth*, del Club de Minéralogie de Montréal, y en 2016 el premio del International Centre for Diffraction Data (ICDD).

Jambor *et al.* (1980) denominaron en su honor al nuevo mineral *sabinaita* (sabinaita), especie descubierta en la cantera Francon, a pesar de que los mejores ejemplares son los de la conocida cantera Poudrette, de Mont Saint-Hilaire (figura 6).

Sabina fue la autora de una serie de libros como *Rocks and Minerals for the Collector* (figura 7) y *Rock and Mineral Collecting in Canada*, publicados por el GSC, tanto en inglés como en francés. El Geological Service of Canada también le encargó la redacción de una serie de guías educativas centradas en el estudio de los minerales existentes en Canadá.

Historia del descubrimiento

La caliza de la isla de Montreal no era conocida como fuente de especies minerales y, como otras canteras, había sido ignorada por estudiosos y coleccionistas. Ciertamente Gauthier (1919) y más tarde Clark (1952) ya habían reportado la existencia de filones en capas de rocas ígneas, sin mencionar no obstante su mineralogía (Tarasoff *et al.*, 2006).

Ann Sabina fue por primera vez a la cantera Francon en julio de 1966. Aquella visita tenía por objeto estudiar y reunir información para la publicación de la guía de Ontario en Lac-Saint-Jean, Quebec. En una primera inspección, en un grueso filón de roca ígnea, observó la presencia de varias cavidades que contenían minerales cristalizados. Entre estos destacaba uno con aspecto inusual. Sabina lo comentó así: «era su espléndido color dorado lo que me llamó la atención...» (Tarasoff *et al.*, 2006).

Los análisis efectuados por los Dres. J. L. Jambor y A. G. Plant y por la misma Ann Sabina, en el laboratorio del GSC, confirmaron que se trataba de un nuevo mineral, que denominaron *weloganite* (Sabina *et al.*, 1968) (*weloganita*), en honor a William E. Logan, fundador y pri-

mer director del Geological Survey of Canada, de 1842 a 1869. Poco tiempo después publicaron la determinación de otra nueva especie, la *dresserite* (Jambor *et al.*, 1969) (*dresserita*).

La weloganita y la *dresserite* fueron las primeras de las diez nuevas especies descritas de la cantera Francon entre 1968 y 1990. Ann Sabina participó en la recogida y/o identificación de todas ellas. Después continuó visitando regularmente la cantera, para documentar ocurrencias únicas y preservar ejemplares excepcionales, siendo fundamental la colaboración obtenida siempre por la empresa explotadora, al permitir el acceso.

Eco en la prensa canadiense del hallazgo de la weloganita

El 7 de julio de 1962, Audrey Gill redactó para el *National Post* (Toronto) el artículo “Two Girls on the Rocks Carry Bag and Hammers”, describiendo los viajes de prospección geológica y mineralógica que entonces realizaban Ann Sabina y Judy Carson por itinerarios de la Trans-Canada Highway.

El 7 de agosto de 1968, *Star-Phoenix* (Saskatchewan) publica “Business briefs”, donde dice que tres científi-

cos del Geological Service of Canada han descubierto y denominado un nuevo mineral, la weloganita. El 8 de agosto, el *Calgary Herald* publicó un breve artículo: “Scientists Discover, Name New Mineral”, que es, prácticamente, la misma noticia que la del *Star-Phoenix*.

El 1 de diciembre, *The Canadian Mineralogist* publicó el artículo “Weloganite, a new strontium zirconium carbonate from Montreal Island, Canada”.

El 7 de diciembre, *The Gazette*, de Montreal, se hizo eco de la noticia publicando el artículo “Another Canadian first! (Yes sir, it’s weloganite)” (figura 8). Su autor, Tom Alderman, describe la visita que Ann Sabina hizo a la cantera Francon en 1966 y el proceso de análisis y de confirmación de la nueva especie.

Alderman relata, con cierto tono jocosos, las trabas que el Dr. H. R. Steacy, conservador de la National Mineral Collection, ponía a todos aquellos que le pedían ver los ejemplares de weloganita: «solo si sois simpáticos, muy simpáticos, con vuestras credenciales en orden, entonces el Dr. Steacy abrirá la puerta de su despacho en el GSC y después el archivador cerrado con llave. Finalmente os permitirá examinar los ejemplares de weloganita, ¡vigilando que ni un solo pedazo caiga al suelo!».

Como resultado y en diferentes ámbitos, se hizo patente el orgullo que representaba para la comunidad científica canadiense haber descubierto una nueva especie mineral, que se encontraba únicamente en su

Figura 7. Portada del n.º 32 de *Rocks and Minerals for the Collector*, de Ann P. Sabina, editado en 1983 por el Geological Survey of Canada. Fuente: geoscan.nrcan.gc.ca.

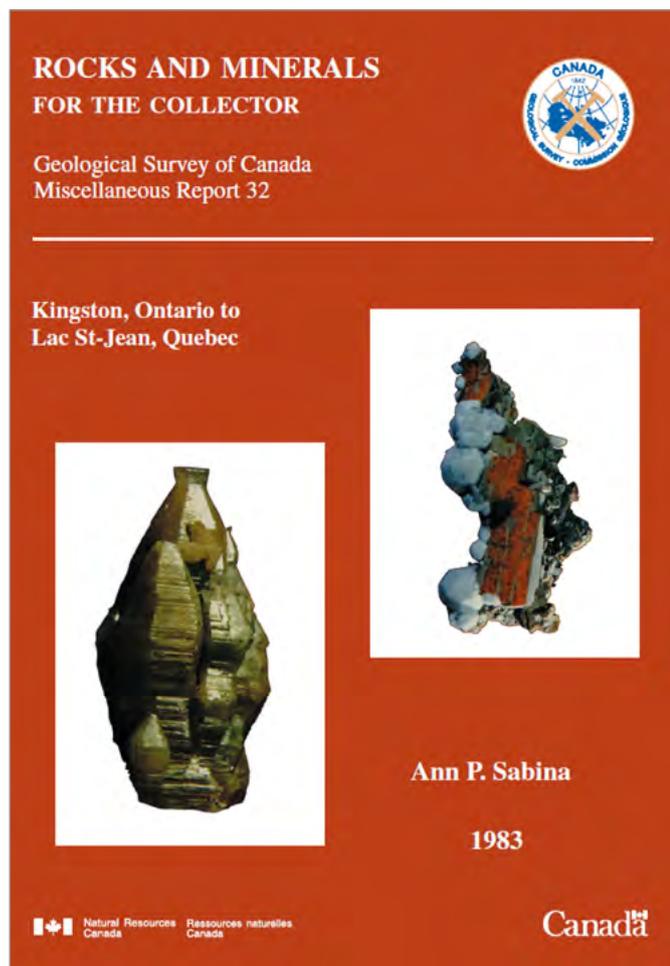
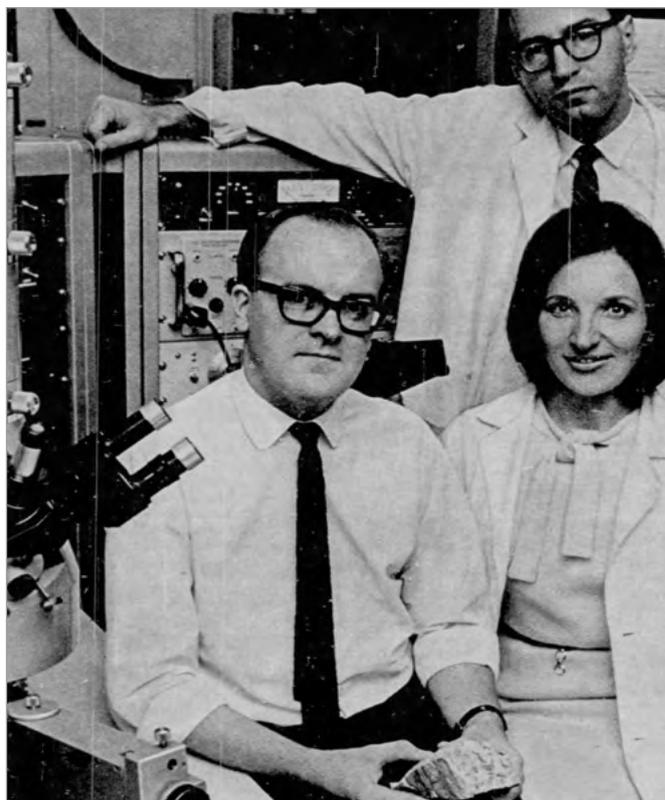


Figura 8. Imagen de la primera página del artículo “Another Canadian first! (Yes sir, it’s weloganite)” de Tom Alderman, publicado en *The Gazette* (Montreal, diciembre 1968), con Ann Sabina, George Plant (izquierda) y John Jambor (detrás). Fuente: www.newspapers.com.



país. Sin embargo, la prensa generalista no hizo mención alguna, debido a su desconocimiento, de las características específicas de este mineral.

Lo que sí mereció la atención era la existencia de zirconio en la composición química de la weloganita. Se llegó a especular con la posibilidad que la cantera poseyera una cantidad de este metal con la proporción suficiente para que fuera rentable su extracción. Asimismo resaltaban que el zirconio se empleaba como revestimiento de las barras de combustible en los reactores nucleares y también que entonces cotizaba en el mercado mundial al mismo valor que el uranio.

Creyendo que aquella posibilidad pudiera llegar a ser una realidad, en reportajes posteriores hacían constar la perplejidad porque todavía no hubiese vigilantes armados en la cantera: artículo “No armed guards yet at the Montreal quarry” (*The Gazette*, 1968). De hecho, la empresa propietaria, Francon (1966) Ltd, permitía el acceso a todo el mundo, siempre que se observaran las medidas de seguridad establecidas.

El mismo 7 de diciembre, Wendy Day publicó en *The Ottawa Citizen* “Rock-hounds dig a path to her door”, donde relata los viajes y hallazgos realizados por Ann Sabina.

El 11 de abril de 1969, el *Times Colonist* (Victoria, British Columbia) publicó el artículo “Canadians Find New Mineral: Weloganite”.

En el complejo Oka

Este complejo destaca por la importante presencia de rocas ricas en niobio, con la existencia principalmente de mineralizaciones ricas en pirocloros.

Las rocas conteniendo niobio fueron descubiertas en la región de Oka en 1953 por Stephen Bond, entonces gerente del equipo de la Quebec Columbian Ltd. Hay diversas localidades individuales dentro del complejo, entre otras la conocida zona Bond.

Desde entonces, numerosas empresas mineras llevaron a cabo tareas de exploración. La Saint Lawrence Co-

lumbium & Metals Corporation empezó la explotación en 1961, con dos minas a cielo abierto, y en 1967 se iniciaron extensos trabajos subterráneos. A pesar de que esta zona es muy rica en minerales de niobio explotables (principalmente pirocloros), las empresas mineras cesaron las actividades extractivas en la década de los 70 (figuras 9 y 10).

Las dos especies que tienen este complejo por localidad tipo, ambas con Nb y de la zona Bond, son la latrapita (Nickel, 1964) y la niocalita (Nickel, 1956).

SÍNTESIS GEOLÓGICA

Las canteras del área de Montreal y alrededores se sitúan en la provincia ígnea alcalina de las colinas Monteregian (Collines Montérégiennes, Monteregian Hills), topónimo que deriva del latín *mons regius*, equivalente al francés Mont-Royal (también está la región de Montérégie, que se extiende al este de la de Montreal). Esta provincia ígnea comprende un cinturón de diez importantes plutones, de dirección este-sudeste, y de numerosos diques, filones y brechas (Currie, 1976) (figura 11). Sus edades están comprendidas entre los 107 y los 140 Ma (Eby, 1987).

Las colinas Monteregian se extienden unos 200 km por toda la llanura de St. Lawrence y una parte de los Apalaches. Estas colinas están constituidas por rocas plutónicas situadas por encima de las rocas sedimentarias que forman la llanura de las Saint Lawrence Lowlands. Dos de las colinas Monteregian tienen un gran interés para los mineralogistas y coleccionistas: el complejo Oka y Mont Saint-Hilaire.

En el extremo occidental de las colinas Monteregian, los diques y filones son especialmente abundantes en el área de Montreal: canteras Francon, Miron, Lafarge, Montréal-Est; los filones Sainte-Dorothée y Éphiphanie, y otros actualmente soterrados, como los de Mason Street y Longueuil.

En la figura 12 se puede ver un mapa geológico de la zona.

Figura 9. Vista parcial de la antigua explotación de la Saint Lawrence Columbian & Metals Corporation, en el complejo Oka (septiembre 1991), con la mina a cielo abierto ya inundada y un castillete (que sería demolido en 1992). Foto: László Horváth.



Figura 10. Vista aérea de las dos antiguas minas a cielo abierto de la Saint Lawrence Columbian & Metals Corporation, en el complejo Oka (septiembre 2018). Foto: Google Earth (Google, 2022).



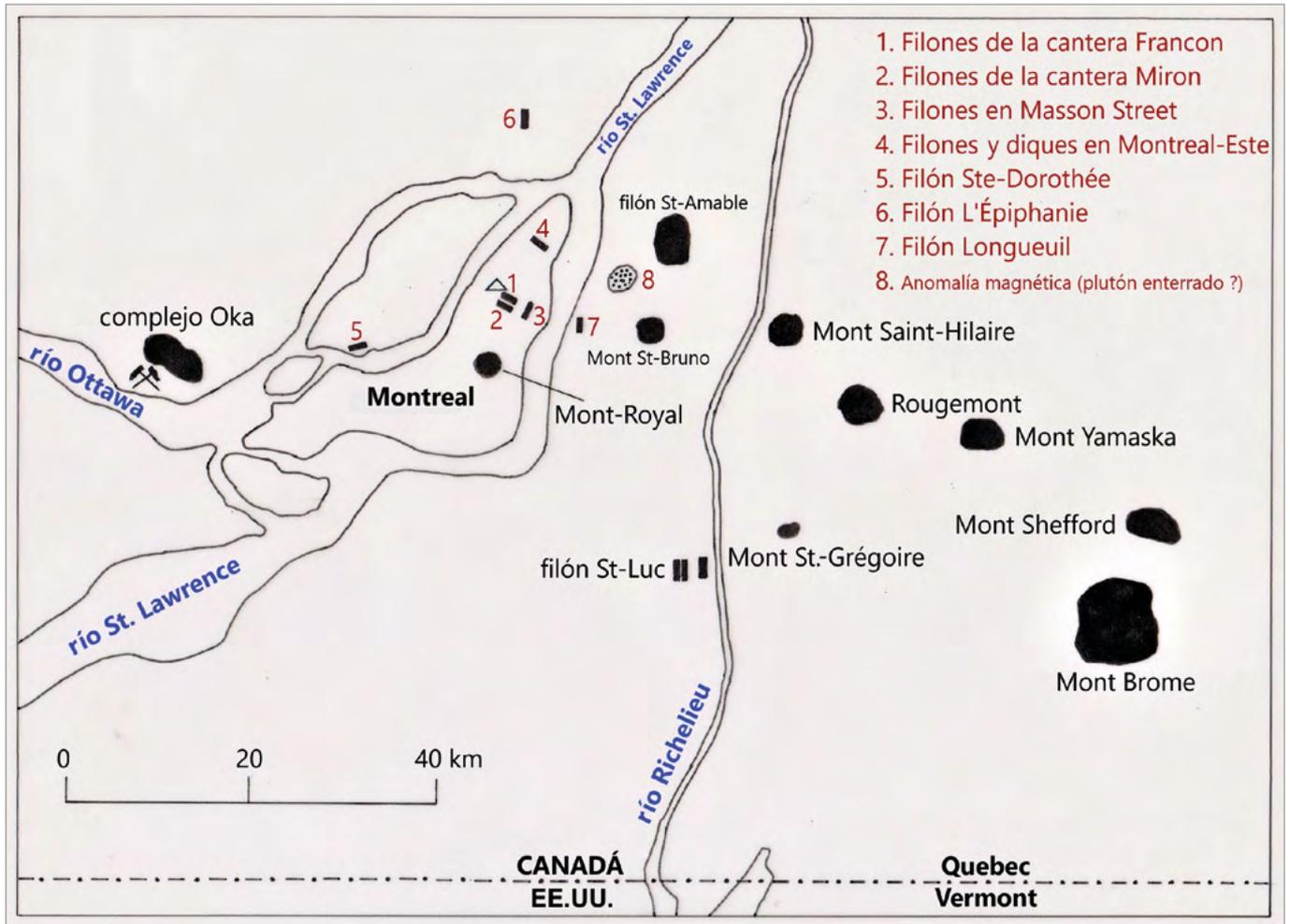
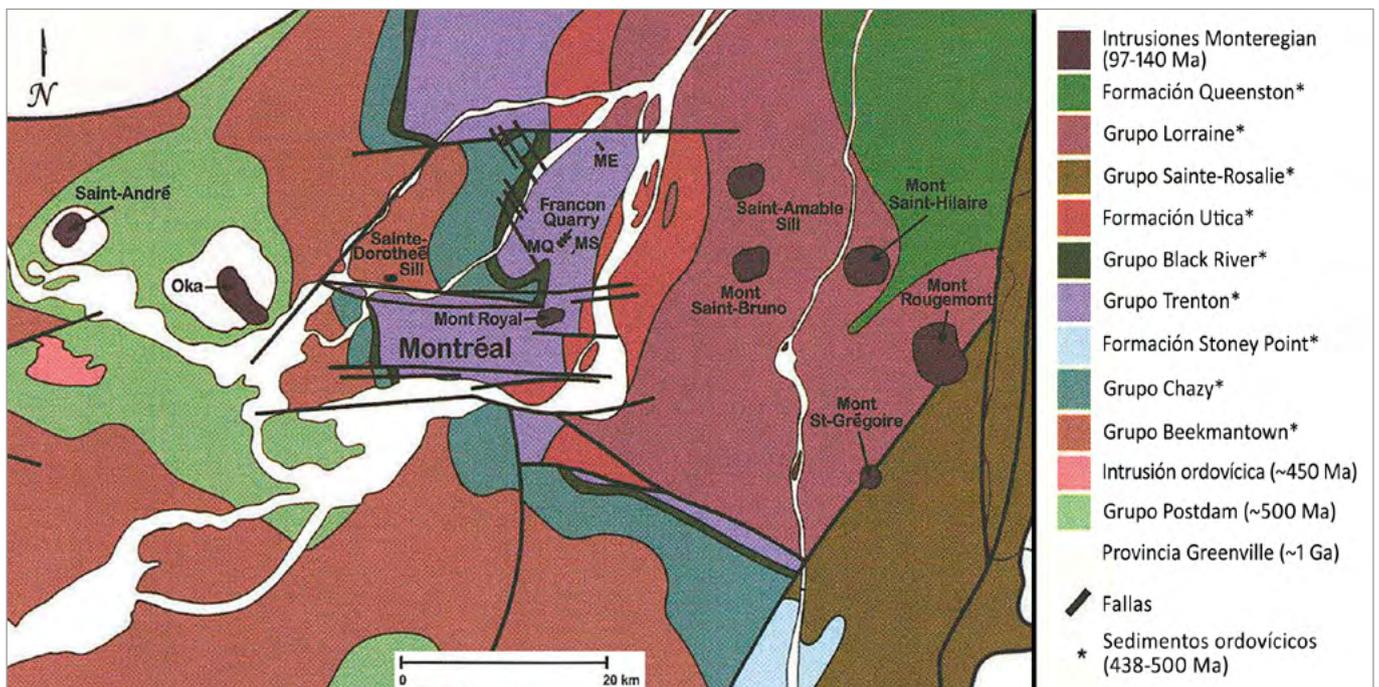


Figura 11. Ubicación de filón de la cantera Francon (núm. 1) y de los otros de las colinas Monteregian. Mapa: modificado (P. Gispert) de Tarassoff *et al.*, 2006.

Figura 12. Geología de Montreal y sus alrededores, en las colinas Monteregian. Mapa: modificado (J. L. Garrido) de Tarassoff *et al.*, 2006.



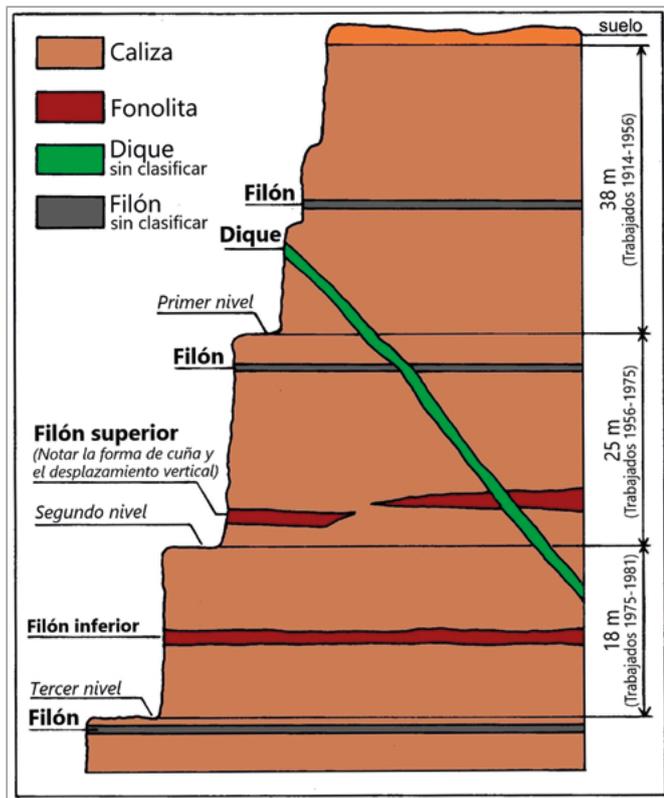


Figura 13. Columna estratigráfica en el área de la cantera Francon. Dibujo: modificado (P. Gispert) de Tarassoff *et al.*, 2006.

Petrología y mineralizaciones de la cantera Francon

La altura máxima del frente de explotación de la cantera Francon fue de unos 80 m (figura 13): durante el periodo de 1914-1956 la cantera logró una profundidad de 38 m y otros 25 m entre los años 1956-1975; el último periodo de extracción, de 1975 a 1981, profundizó 18 m más (Tarassoff *et al.*, 2006).

La potencia del filón superior es de 2,5 m en el sudeste, pero se reduce hasta 1,2 m en el noroeste, con

Figura 14. Dique que atraviesa el filón superior de fonolita y también un pequeño filón sin clasificar (1982). Foto: László Horváth.



un promedio aproximado de 2 m. El filón no es una lámina continua horizontal sino que se esconde en algunos lugares y reaparece en un horizonte estratigráfico diferente. En otros lugares su emplazamiento cambia abruptamente, hasta unos 10 m de un horizonte a otro. Algunas secciones del filón han sufrido desplazamientos, de hasta varios metros, debido a las fallas (figura 14).

La roca del filón es densa, de grano fino, mayoritariamente gris y contiene numerosas vesículas y cavidades de varios centímetros de diámetro, que suelen alargarse paralelamente a los contactos filón-caliza. Los contactos son nítidos, con una zona fina de unos 5 cm, que varía de color de gris verdoso a verde oscuro y pardo. En el contacto, la caliza muestra una decoloración y una recristalización bastante menor. En algunos lugares se aprecian brechas en el contacto (Tarassoff *et al.*, 2006).

El filón inferior tiene una potencia media similar a la del filón superior y es perceptible en el perímetro completo de la cantera. La roca en el filón inferior es predominantemente de un color gris verdoso a pardo verdoso pálido.

La característica más remarcable de ambos filones, superior e inferior, son las numerosas cavidades mirolíticas cubiertas de cristales. Petrologicamente, los filones son únicos, al ser ricos en carbonatos, con dawsonita como carbonato principal, junto con finas capas de ortoclasa y con menor presencia de dolomita y siderita. Otros minerales accesorios identificados son albita, anatasa, calcita, cuarzo, grupo apatito, grupo pirocloro, magnetita, marcasita, perovskita, pirita, weloganita y zircón (Jambor *et al.*, 1976) (figura 15). Según Mindat, la especie de apatito presente es fluorapatito.

Inicialmente la roca del filón se clasificó como silico-carbonatita, basándose en su contenido relativamente elevado en carbonatos, si bien una de las muestras se acercaba en composición a una sienita alcalina. En función de la composición química y de la mineralogía primaria se concluyó que las rocas del filón se tenían que

Figura 15. Muestra de fonolita mineralizada (con dawsonita, weloganita y otras especies) de la cantera Francon. 9,6 x 7,2 cm. Colección y foto: Christopher Emproto.



clasificar más correctamente como fonolitas agpaíticas alteradas (Vard y Willians-Jones, 1993).

Para llevar a cabo el estudio mineralógico del filón superior se recogieron muestras en 41 puntos a lo largo del perímetro de la cantera, situados en su mayor parte en un intervalo medido de unos 30 metros. Los resultados mostraron un contenido promedio del 0,09% de ZrO_2 y del 0,11% de Nb_2O_5 . El zirconio está presente en la weloganita y en el zircón, el niobio en los pirocloros y el estroncio en la weloganita y en la strontianita. Los análisis muestran una distribución bastante uniforme de estos tres elementos en el filón (Steady *et al.*, 1969).

Petrología y mineralizaciones del complejo Oka

Este complejo se sitúa en el extremo más occidental de la provincia alcalina Monteregian y contiene principalmente depósitos de carbonatita calcítica (figura 16) y rocas silicatadas. Ocupa un área de forma oval, de unos 8 km de longitud por 2 a 3 km de anchura.

Los minerales del grupo pirocloro son fases bastante extendidas en la carbonatita calcítica de este complejo. La gran diversidad de pirocloros de Oka y su desarrollo textural muestran que la carbonatita calcítica fue producto de una evolución extremadamente compleja. Estos minerales cristalizaron a partir de al menos dos fuentes de magma carbonatítico enriquecido en Nb, Ti, tierras raras ligeras, U y Th. Los pirocloros aparecen como cristales idiomorfos o subidiomorfos aislados y pocas veces como agregados o grupos de cristales (Zurevinski *et al.*, 2004).

LAS ESPECIES TIPO

Cantera Francon

Ahora mismo son diez las especies que tienen esta cantera como localidad tipo: tres óxidos/hidróxidos (doyleíta, franconita y hochelagaíta), seis carbonatos (dresserita, estronciodresserita, hidrodresserita, mon-

troyalita, sabinaíta y weloganita) y un fosfato (voggita). Además, hay un hidróxido aún no validado por la CNMNC-IMA.

Doyleíta, $Al(OH)_3$

Cristaliza en el sistema triclinico, clase cristalina pinacoidal.

Una muestra proveniente de la cantera Poudrette, de Mont Saint-Hilaire (MSH), fue reconocida como una potencial nueva especie, siendo designada como UK45 (Chao y Baker, 1979). En 1977 fue localizada por primera vez en la cantera Francon y referenciada como APS No. 11 (Sabina, 1979) (APS es el acrónimo de Ann Phyllis Sabina). La doyleíta se aceptó entonces como una nueva especie con dos localidades tipo: la cantera Poudrette, de Mont Saint-Hilaire, y la cantera Francon, de Montreal.

La estructura de la doyleíta se asemeja mucho a la de los otros polimorfos $Al(OH)_3$ (gibbsita, bayerita y nordstrandita), con los cationes Al^{3+} ocupando dos tercios de los intersticios octaédricos dentro de dobles capas de aniones OH^- . Estos cuatro polimorfos difieren en la disposición relativa de las capas dobles y en la unión del hidrógeno entre y dentro de dichas capas. Chao *et al.* (1985) predijeron correctamente las posiciones del Al y del O en la doyleíta, en función de las similitudes en fotografías de rayos-X en dos zonas, en comparación con gibbsita y nordstrandita. Su estructura se pudo determinar definitivamente empleando material de Mont Saint-Hilaire, dado que poseía cristales mejor formados (Clark *et al.*, 1988). En comparación con la de Francon, la doyleíta de MSH contiene mucho menos Si y no contiene Mg.

En la cantera Francon la doyleíta es un mineral de etapa tardía en ambos filones, superior e inferior (Tarassoff *et al.*, 2006). Aparece como agregados granulares irregulares, botrioidales a globulares (figura 17), también compacta y como costras delgadas; raramente cristalizada, como rosetas de cristales de hasta 0,6 mm. Su color es blanco crema o blanco azulado y es traslúcida a opaca.

Figura 16. Muestra de carbonatita calcítica del complejo Oka. 6,1 x 4 cm. Foto: James St. John (fuente: commons.wikimedia.org).



Figura 17. Agregados de doyleíta (no analizada). C.V. 3 cm. Cantera Francon. Colección y foto: Andrew Hodgson.





Figura 18. Agregados de franconita sobre weloganita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



Figura 19. Grupos radiados de cristales tabulares alargados de franconita. C.V. 5,5 mm. Cantera Francon. Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.

Mediante gran ampliación, los agregados se ven formados por cristales prismáticos con una sección transversal cuadrada.

La doyleíta se encuentra con frecuencia encima de cristales de weloganita, strontianita, calcita y criolita. Como minerales asociados podemos mencionar albita, analcima, barita, cuarzo, dawsonita, dresserita, estronciodresserita, fluorita, halloysita, hidrodresserita y montroyalita.

Los especímenes tipo (holotipos) se conservan en el Canadian Museum of Nature, Ottawa, en el Geological Survey of Canada, Ottawa, en el Royal Ontario Museum, Toronto, y en el National Museum of Natural History, Washington.

Su nombre hace referencia al físico canadiense Earl Joseph Doyle (1905-1994). También coleccionista de minerales, fue no obstante su mujer quien realmente encontró este mineral en Mont Saint-Hilaire (L. Horváth, com. pers.).

Franconita, $\text{Na}_2\text{Nb}_4\text{O}_{11}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase cristalina todavía desconocida.

Figura 20. Grupo radiado de cristales tabulares alargados de franconita, sobre aegirina. C.V. 3 mm. Cantera Francon. Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.



En 1975, L. Horváth y P. Tarassoff localizaron este mineral en la cantera Poudrette, de Mont Saint-Hilaire, y al tratarse de una potencial nueva especie la designaron provisionalmente como UK43 (Chao *et al.*, 1979). En la cantera Francon se encontró por primera vez en 1976, refiriéndose previamente como no identificado APS No. 10 (Sabina, 1979). La franconita fue descrita como una nueva especie de la cantera Francon, de donde le viene el nombre, por Jambor *et al.* (1984).

Aparece dentro de las cavidades del filón superior de la cantera y se presenta como agregados globulares blanquecinos, de superficie más o menos lisa y generalmente agrupados, de hasta unos 0,5 mm (figura 18); también como grupos radiados a divergentes formados por cristales tabulares muy alargados, incoloros y con brillo vítreo (figuras 19 y 20). Estos cristales presentan terminaciones mostrando dos caras (Tarassoff *et al.*, 2006). Los glóbulos tienen brillo sedoso en su interior cuando están abiertos.

La franconita suele presentarse aislada sobre cristales de weloganita y, con menos frecuencia, sobre calcita, cuarzo y criolita. Otros minerales asociados son aegirina, dawsonita, dresserita, gibbsita y strontianita.

Tanto la hochelagaíta como la ternovita tienen patrones de difracción de rayos-X y relaciones entre cationes parecidos a los de la franconita, lo cual indica que estos minerales tienen probablemente estructuras similares (Haring *et al.*, 2014).

Se conservan holotipos en el Geological Survey of Canada, Ottawa, y en el Royal Ontario Museum, Toronto.

El nombre deriva, obviamente, de la cantera Francon.

Hochelagaíta, $\text{CaNb}_4\text{O}_{11}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase cristalina todavía desconocida.

Se encontró en la cantera Poudrette, en Mont Saint-Hilaire, en 1979, y fue reconocida como potencial nueva especie, con la designación UK50. En 1980 se localizó por primera vez en la cantera Francon, designándola como APS No. 13. Finalmente, se describió como una

nueva especie (Jambor *et al.*, 1986), con ambas canteras como localidades tipo.

La hochelagaíta de ambas localidades tiene una composición general similar, pero con una variación considerable en el contenido de Na. Esto refleja la presencia de este elemento en solución sólida y, en el caso de la hochelagaíta de la cantera Francon, la de franconita intercrecida (Tarassoff *et al.*, 2006). Es el análogo en Ca de la franconita (con Na dominante) y de la ternovita (con Mg dominante).

En la cantera Francon se considera muy rara y se conoce solo en cavidades del filón superior. Aparece como diminutos agregados radiados a divergentes, formados por cristales hojosos delgados, de hasta 0,03 mm de longitud, comúnmente intercrecidos con finas agujas de franconita (Tarassoff *et al.*, 2006).

En el filón se encuentra típicamente encima de cristales de weloganita, calcita y cuarzo. Asociada asimismo con dawsonita y strontianita. No es posible distinguirla visualmente de la franconita.

Se conserva material tipo en el Geological Survey of Canada, Ottawa, y en el Royal Ontario Museum, Toronto.

El nombre proviene del topónimo Hochelaga, nombre que tenía el asentamiento de los indios algonquinos, ubicado en la actual ciudad de Montreal, cuando llegaron los primeros colonos europeos, y que también es el nombre del archipiélago que incluye las islas de Montreal, Jesús, Bizard, Perrot, etc.

UM1990-28-OHF:Al, Al(OH,F)₃

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase cristalina desconocida.

Uno de los primeros minerales sin identificar encontrados en la cantera Francon (APS No. 3) fue considerado después de su análisis como un hidróxido de aluminio, obteniendo un patrón de DRX similar al de la gibbsita, Al(OH)₃ (Sabina *et al.*, 1968).

Posteriores investigaciones determinaron que muestras de este hidróxido de aluminio contenían aproxima-

damente un 7 % en peso de flúor. Los análisis químicos dieron resultados variables, pero la fórmula se interpretó como Al(OH,F)₃. Se concluyó que el F se incorpora estructuralmente, mientras que el exceso de agua y la presencia persistente de Si, en cantidades que pueden alcanzar pequeños porcentajes en peso, se atribuyen a la absorción y la mezcla con sílice amorfa (Jambor *et al.*, 1990).

Este mineral suele presentarse como masas traslúcidas encima de weloganita y otros minerales, como calcita, barita y cuarzo (figura 21) o como agregados constituidos por glóbulos fibrorradiados de hasta 0,2 mm de diámetro, de color blanquecino a grisáceo o azulado. Una morfología atractiva son los penachos y haces diminutos de cristales aciculares crecidos epitaxialmente encima de la cara de cristales de weloganita (figura 22). Se encuentra generalmente en todas las cavidades de los filones superiores y no se ha localizado en ninguno de las del filón inferior.

La presencia de UM1990-28-OHF:Al está confirmada mediante análisis SEM-EDS realizados durante el año 2019 en el Center for Advanced Microscopy and Imaging de la Miami University, Ohio, EE.UU. (Emproto *et al.*, 2020).

Es un mineral que todavía no ha sido validado por la IMA. Se necesitan más análisis para determinar la influencia del flúor en la estructura. Si solo hay un cambio estructural menor y no cualquier otro tipo de orden o dominio del lugar, no se consideraría como una nueva especie mineral diferenciada de la gibbsita.

Dresserita, BaAl₂[(OH)₄|(CO₃)₂]·H₂O

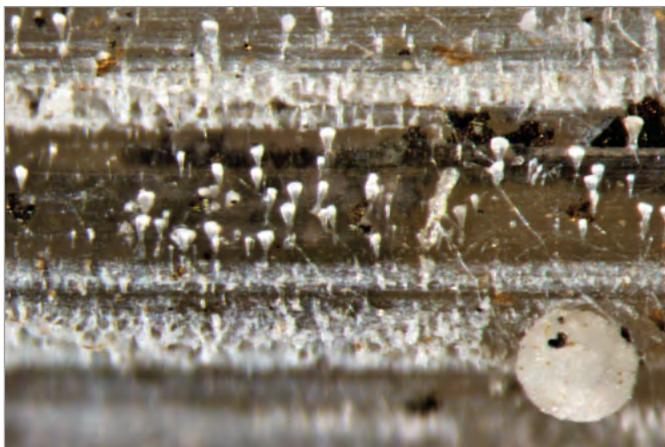
Cristaliza en el sistema rómbico, clase cristalina dipiramidal. Es isoestructural con la estronciodresserita.

La dresserita fue, junto con la weloganita, uno de los primeros minerales de la cantera Francon considerado como una posible nueva especie, designada provisionalmente como APS No. 14. Mencionada por primera vez como un «nuevo análogo en bario de la dundasita»

Figura 21. Pequeños agregados informes de UM1990-28-OHF:Al, sobre barita. C.V. 2 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



Figura 22. Diminutos agregados cuneiformes de UM1990-28-OHF:Al en epitaxia sobre la cara de un cristal de weloganita. En la parte inferior derecha hay una esférula de franconita. C.V. 1,5 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



por Sabina *et al.* (1968), fue descrita posteriormente por Jambor *et al.* (1969). Años después se concluyó que era poco probable que fuera isoestructural con su análogo de Pb, la dundasita (Jambor *et al.*, 1977a).

La dresserita se ha encontrado solo en el filón superior de la cantera, donde es relativamente frecuente. Aparece como agregados esferulíticos incoloros o de color amarillo pálido, de hasta unos 6 mm de diámetro, integrados por cristales aciculares a hojosos alargados y en disposición radiada (figuras 23, 24 y 25). A menudo constituyen agrupamientos botrioidales que raramente alcanzan los 2 cm de extensión. Las esférulas tienen un brillo apagado a subvítreo en su parte externa, mientras que las superficies internas acabadas de romper muestran brillo sedoso (figura 26).

Los cristales de las esférulas pueden ser tanto dresserita como hidrodresserita, o también dresserita pseudomorfa de hidrodresserita. Hay evidencias que sugieren que los cristales con una terminación ortogonal son dresserita primaria y aquellos que tienen inclinación diferente en el pinacoide {102} son o bien hidrodresserita o bien dresserita pseudomorfa de hidrodresserita (Tarassoff *et al.*, 2006).

Los minerales asociados incluyen prácticamente todas las especies encontradas en el filón superior, a pesar de que la especie íntima e invariablemente asociada es la hidrodresserita. Son también muy frecuentes weloganita, dawsonita, calcita y cuarzo.

La cantera Francon es actualmente la única localidad conocida para esta especie. Se conserva material tipo en el Canadian Museum of Nature, Ottawa.

Su nombre es en honor al geólogo canadiense John Alexander Dresser (1866-1954).

Estronciodresserita, $\text{SrAl}_2[(\text{OH})_4 | (\text{CO}_3)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema rómbico, clase cristalina dipiramidal. Es isoestructural con la dresserita.

Reconocida en la investigación original de la cantera Francon como una posible nueva especie, se designó de forma provisional como APS No. 6 (Sabina *et al.*, 1976).

Figura 23. Esférulas de dresserita sobre cristales de cuarzo morión. C.V. 3,8 mm. Cantera Francon. Colección y foto: László Horváth.



Se trata del análogo en estroncio de la dresserita, habiendo sido descrita en 1977 por Jambor *et al.*

La estronciodresserita es bastante más rara que la dresserita y la hidrodresserita. Parece que solo aparece en el filón superior, como agregados esferulíticos radiados de como máximo 1 mm de diámetro, formados por cristales aciculares a hojosos más o menos alargados y en disposición radiada, prácticamente idénticos a los de dresserita, incoloros a blanquecinos y con brillo vítreo a sedoso (figura 27).

También se han encontrado algunas esférulas más grandes, que presentan una superficie externa muy suave y con brillo céreo (figura 28). Las fibras internas cristalinas de estas esférulas permitieron la determinación del grupo espacial (Roberts, 1978).

En algunos de los mejores ejemplares, la estronciodresserita aparece como grupos esferulíticos que están incrustados en masas pulverulentas de montroyalita.

Otros minerales asociados son albita, cuarzo, dawsonita y weloganita.

Se preserva material tipo en el Geological Survey of Canada, Ottawa, y en el Royal Ontario Museum, Toronto.

El nombre es por ser el equivalente a la dresserita con estroncio en lugar de bario.

Hidrodresserita, $\text{BaAl}_2[(\text{OH})_4 | (\text{CO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema triclinico, clase cristalina pinacoidal.

La presencia de este mineral ya se detectó en 1967, cuando se designó provisionalmente como APS No. 2 (Sabina *et al.*, 1976). En 1968, Jambor *et al.* la describieron inicialmente como un carbonato hidratado de bario y aluminio. Su estructura cristalina la resolvió Szymanski (1982). Difiere de la dresserita en el hecho de tener dos moléculas más de agua por fórmula unitaria.

Los análisis de DRX llevados a cabo por Jambor *et al.* (1977b) mostraron que la hidrodresserita es inestable, deshidratándose a dresserita en la mayoría de condiciones atmosféricas, sugiriendo que alguna dresserita es pseudomorfa a partir de hidrodresserita. También hicieron notar que posiblemente su inestabilidad pueda variar según cada ejemplar o dependiendo de la zona del filón.

Es relativamente frecuente en las cavidades del filón superior. Aparece como agregados esferulíticos compactos, de hasta 3 mm de diámetro, constituidos por cristales aciculares a hojosos alargados y en disposición radiada. La superficie externa de estas esférulas tiene un brillo apagado a subvítreo, mientras que en las superficies interiores rotas es sedoso (figuras 29 y 30). También puede presentarse en grupos radiados a divergentes de cristales mejor formados, tabulares alargados, de hasta 2 mm de longitud (figuras 31 y 32). Son incoloros y con brillo vítreo. También se ha encontrado como costras continuas de esférulas parecidas a bolas de algodón.

Los cristales de hidrodresserita son tabulares alargados con predominio del pinacoide lateral {010} y con los pinacoides de segundo orden {102} y de tercer or-



Figura 24. Grupo de esférulas de dresserita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Stephan Wolfsried.

Figura 25. Agregado esferulítico radiado de dresserita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección: Paulí Gispert; foto: Màrius Asensi.





Figura 26. Agregado de dresserita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Jef Weissman.



Figura 27. Agregados de estronciodresserita. C.V. 2,5 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Paulí Gispert.

den $\{2\bar{1}0\}$; pero en la investigación de las formas cristalográficas se notó, observando las imágenes SEM, otro pinacoide destacado, no mencionado anteriormente, el de tercer orden $\{\bar{h}10\}$ (Jambor *et al.*, 1977) (figura 33).

Tiene exfoliación perfecta en (010) (Tarassoff *et al.*, 2006).

La hidrodresserita está invariablemente asociada con la dresserita y, a menudo, con weloganita, strontianita, dawsonita, calcita, cuarzo y marcasita. Debido a que la hidrodresserita y la dresserita coexisten prácticamente en todos los ejemplares, se recomienda que los que no se hayan analizado se etiqueten cómo dresserita/hidrodresserita.

La cantera Francon es actualmente la única localidad conocida para esta especie. Se preserva material tipo en el Geological Survey of Canada, Ottawa, y en el Royal Ontario Museum, Toronto.

El nombre es por tener la misma composición que la dresserita pero con más moléculas de agua.

Montroyalita, $\text{Sr}_4\text{Al}_8[(\text{OH},\text{F})_{26}(\text{CO}_3)_3]\cdot 10\text{-}11\text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema triclinico, clase cristalina todavía desconocida.

Figura 28. Agregados de estronciodresserita sobre albita. C.V. 3,5 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



Figura 29. Agregados de hidrodresserita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



Se encontró por primera vez en 1979 en las cavidades del filón superior, siendo designada inicialmente como APS No. 12. Posteriormente se describió como nueva especie por Roberts *et al.* (1986).

Se presenta como esférulas toscas, mates, translúcidas a opacas, de color blanco a blanco amarillento, de hasta 1 mm (figura 34). También como agregados botrioidales, finamente fibrosos o pulverulentos. Las esférulas tienen un interior céreo y están constituidas por microfibras radiadas que conforman un exterior más o menos rugoso.

Las cavidades en las que originariamente se encontró estaban cubiertas con cristales aplanados de albita y, menos frecuentemente, con pequeños cristales hialinos de cuarzo. La montroyalita cubría parcialmente esta cobertura, estando asociada mayoritariamente con strontianita, dawsonita, calcita, ankerita y fluorita. Estos minerales quedaron recubiertos a su vez por masas sueltas o semicompactas de halloysita entremezcladas con doyleíta (Tarassoff *et al.*, 2006).

En todos los ejemplares examinados, la montroyalita y la estronciodresserita están íntimamente asociadas. Ambos minerales son muy raros y solo se conocen unos cuantos especímenes confirmados. Como



Figura 30. Agregados de cristales tabulares alargados, en disposición radiada, de hidrodresserita. C.V. 4 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Stephan Wolfsried.

minerales asociados se citan albita, ankerita, barita, calcita, cuarzo, dawsonita, doyleíta, fluorita, halloysita, kaolinita, marcasita, piritita, smithita y strontianita.

La cantera Francon es actualmente la única localidad conocida. Los holotipos se preservan en el Geological Survey of Canada, Ottawa.

El nombre deriva del Mont-Royal, la colina ubicada en el centro de Montreal.

Figura 31. Grupo divergente de cristales tabulares alargados de hidrodresserita. C.V. 2 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



Sabinaíta, $\text{Na}_4\text{Zr}_2\text{Ti}[\text{O}_4](\text{CO}_3)_4$

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase cristalina prismática.

Este mineral, encontrado originalmente en la cantera Francon, se designó provisionalmente como APS No. 5 (Sabina, 1976 y 1979), siendo confirmado como una nueva especie y denominado sabinaíta en honor a su descubridora (Jambor *et al.*, 1980).

Figura 32. Imagen SEM de una roseta de microcristales tabulares de hidrodresserita. Cantera Francon. Muestra: László Horváth; foto: Robert Gault y László Horváth.



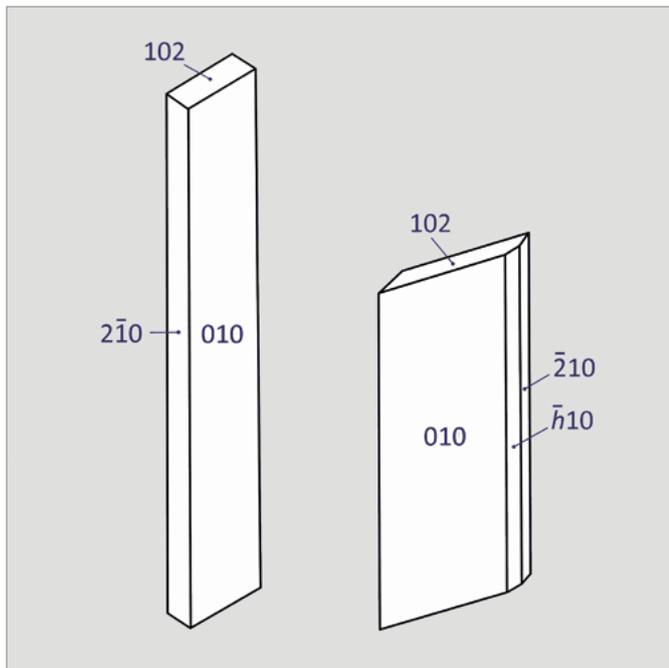


Figura 33. Formas cristalógraficas en un cristal de hidrodresserita de la cantera Francon. Dibujo: José Luis Garrido (fuente: Jambor *et al.*, 1977).

En la cantera Francon es bastante rara y aparece en las cavidades del filón superior como recubrimientos y costras pulverulentas (figura 35), blanquecinas y opacas, así como en agregados compactos, que están constituidos por copos microscópicos y microcristales tabulares de contorno irregular pseudo-hexagonal.

Mont Saint-Hilaire (MSH) es la otra localidad conocida para esta especie, donde se encuentran los cristales más grandes y mejor formados, como en la pasada figura 6. En 1966, McDonald determinó la estructura de la sabinaita con cristales provenientes de MSH, donde aparece en las pegmatitas como cristales tabulares, incoloros a amarillentos, de hasta 8 mm, constituyendo a veces agregados de varios centímetros de diámetro (Horváth *et al.*, 1990 y 2000).

Figura 34. Agregado de montroyalita (centro) junto a otro de estronciodresserita (arriba-izquierda). C.V. 2 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



En la cantera Francon se citan como minerales asociados: ankerita, barita, calcita, criolita, cuarzo, dawsonita, galena, ilmenorrutilo, siderita y weloganita.

Se conserva material tipo en el Geological Survey of Canada, Ottawa, en el Royal Ontario Museum, Toronto, en el National Museum of Natural History, Washington, y en el Mines Paris Tech, París.

Weloganita, $\text{Na}_2\text{Sr}_3\text{Zr}[(\text{CO}_3)_6]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Grice y Perrault (1975) confirmaron que la weloganita es triclínica, clase cristalina pedial, pero marcadamente pseudotrigonal. Es isoestructural con la donnayita-(Y), su análoga en itrio (Chao *et al.*, 1978). También está relacionada estructuralmente con la mckelveyita-(Y) y la ewaldita.

Se ha encontrado asimismo, raramente y en menores cantidades, en otras dos localidades del área de Montreal: en un filón alcalino de la cantera Lafarge (Montreal-Este), situada a unos 8 km al nordeste de la cantera Francon, y en una pegmatita sieniticonefelinica de la cantera Poudrette, en Mont Saint-Hilaire.

En el filón superior de la cantera Francon, los cristales son generalmente más grandes y abundantes, distribuidos de manera bastante uniforme, al menos en las zonas documentadas en el periodo de 1968-1985. En el filón inferior, la concentración de weloganita está más localizada, pero aquí los cristales tienen morfologías más variadas, acostumbran a ser más transparentes y no tienen los recubrimientos e incrustaciones de otros minerales, habituales en el filón superior (Tarassoff *et al.*, 2006).

El hábito más común consiste en cristales que tienen forma de barril o de reloj de arena (figura 36). Se trata de cristales hemimórficos de contorno más o menos hexagonal y alargados según el eje *c*. Están formados por la sucesión de diferentes pirámides pseudotrigonales $\{10\bar{l}\}$ y $\{01\bar{l}\}$ y acabados por los pediones $\{001\}$ (arriba) y $\{00\bar{1}\}$ (debajo). En algunos cristales, la terminación del pedión es la base de lo que parece una pirámide invertida. Raramente están presentes los prismas

Figura 35. Agregado de sabinaita sobre cristales de dawsonita. C.V. 2 mm. Cantera Francon. Colección y foto: Christopher Emproto.



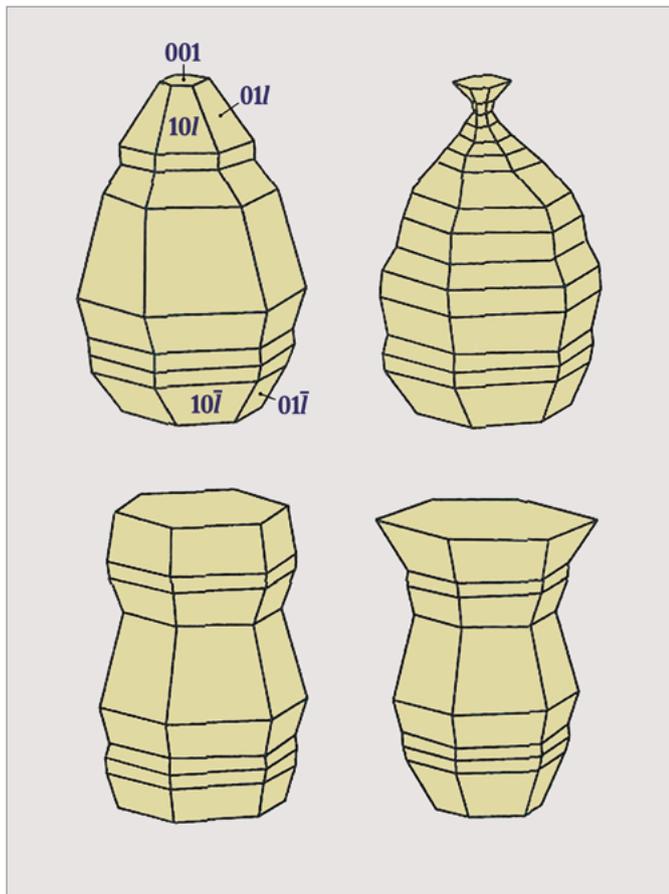


Figura 36. Hábitos de la weloganita de la cantera Francon (filón superior). Dibujo: modificado (J. L. Garrido) de Tarassoff *et al.*, 2006.

{100} y {010}. Son posibles otras formas basadas en las reflexiones más fuertes de DRX de la weloganita (Tarassoff *et al.*, 2006).

Esta es la morfología más corriente y ampliamente difundida en el filón superior (figura 37), donde se encontraron los cristales más grandes, desde 5 mm hasta, excepcionalmente, unos 6,5 cm de longitud, así como magníficos agregados de cristales de hasta 11 cm de longitud (Tarassoff *et al.*, 2006). Estos agregados están formados por cristales individuales ubicados en paralelo encima de uno o varios cristales, resultando grupos más o menos complejos (figura 38). El color es amarillo, blanco amarillento a blanco, generalmente con zonación de diferentes tonalidades. Muchos de los cristales están recubiertos o incrustados por otros minerales, generalmente de color blanco mate: se trata de capas finas de gibbsita y doyleíta, o más raramente de esférulas de franconita o dresserita, además de dawsonita, calcita, cuarzo y strontianita como principales especies asociadas (Tarassoff *et al.*, 2006).

Los cristales más grandes pueden mostrar en sus secciones basales un núcleo triangular amarillento, envuelto exteriormente por una zona incolora seguida de bandas hexagonales delgadas, blancas e incoloras, concéntricas (Tarassoff *et al.*, 2006) (figura 39). Este tipo de zonificación refleja un cambio en el crecimiento del cristal, de una forma piramidal pseudotrigonal dominante a una forma más prismática, debido quizás a una interrupción, como lo demuestra la presencia, en algunos cristales, de pirita de grano muy fino en el límite del núcleo triangular (Chen y Chao, 1975).

Un hábito diferente es el que presentan unos cristales encontrados en el filón inferior, en un lugar de la esquina norte de la cantera. Estos cristales se caracterizan por ser hemimórficos de aspecto cuneiforme, con contorno casi triangular, sin o con el pedión triangular {001} muy pequeño (Tarassoff *et al.*, 2006) (figuras 40 y 41). Estos cristales suelen ser de color amarillo, trans-

Figura 37. Cristales de weloganita, de 13 x 6 mm (izquierda) y 13 x 8,5 mm (derecha), este último con un agregado globular de strontianita. Cantera Francon (filón superior). Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.





Figura 38. Magníficos grupos de cristales de weloganita en crecimiento paralelo, de 26 x 17 mm (izquierda), 45 x 17 mm (centro) y 50 x 22 mm (derecha). Cantera Francon (filón superior). Colección y foto: László Horváth.

parentes a traslúcidos y con brillo vítreo a adamantino, a menudo intenso. Su longitud puede variar desde 2 mm hasta unos 2 cm. Tienen como minerales asociados cuarzo, dawsonita, dolomita y fluorita, entre otros.

En el filón inferior también se han encontrado cristales piramidales pseudotrigonales hemimórficos, con contorno hexagonal a casi triangular, y con el pedión dominante $\{001\}$ (figura 42 izquierda). Son incoloros o de color amarillo pálido a gris verdoso, transparentes a traslúcidos y con brillo vítreo; también blanquecinos, opacos y con brillo céreo a mate. Suelen constituir agre-

gados de muchos cristales entrelazados y con forma más o menos cónica, de entre 2 y 8 mm. Aparecen sobre todo junto con calcita, cuarzo y dawsonita.

Se han encontrado otros hábitos en el filón inferior, pero son bastante o muy raros: cristales tabulares de contorno hexagonal, que destacan por los pediones dominantes $\{001\}$ y $\{00\bar{1}\}$ (figura 42 derecha-arriba), de hasta 8 mm de diámetro, de color grisáceo a blanquecino y traslúcidos a opacos; cristales columnares que parecen prismas hexagonales y están terminados por pediones $\{001\}$ y $\{00\bar{1}\}$, de hasta 6 mm de longitud, que no

Figura 39. Cristales de weloganita con zonación. C.V. 11 mm. Cantera Francon (filón superior). Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.

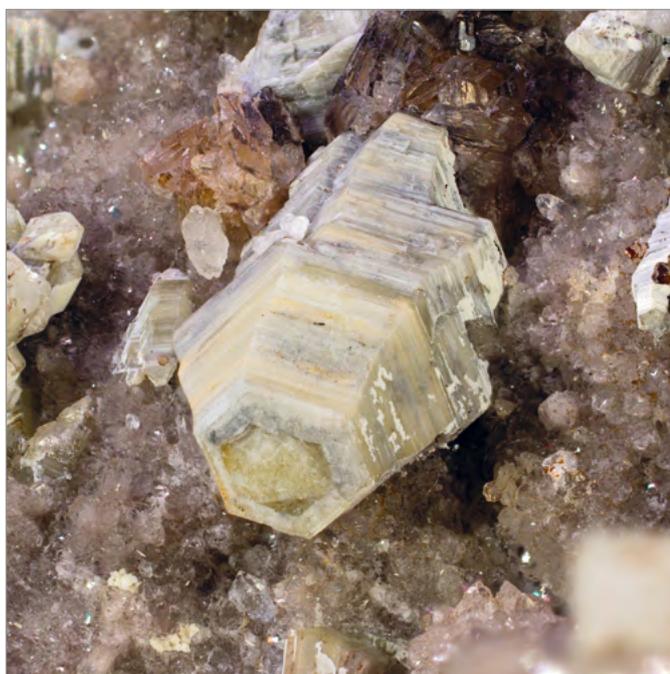


Figura 40. Cristal de weloganita. C.V. 17 mm. Cantera Francon (filón inferior). Colección y foto: László Horváth.



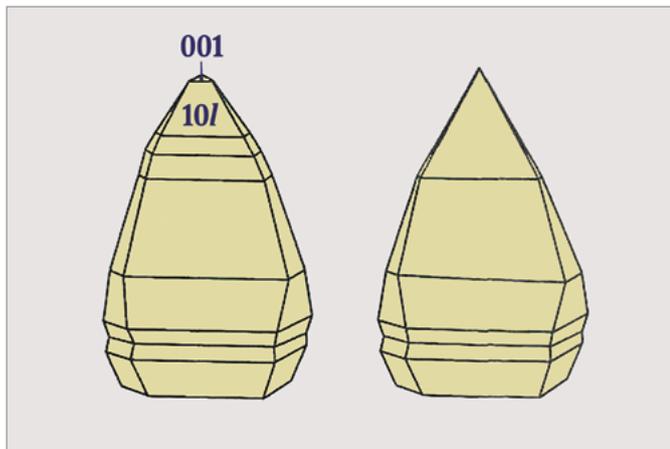


Figura 41. Hábitos de la weloganita de la cantera Francon (filón inferior). Dibujo: modificado (J. L. Garrido) de Tarassoff *et al.*, 2006.

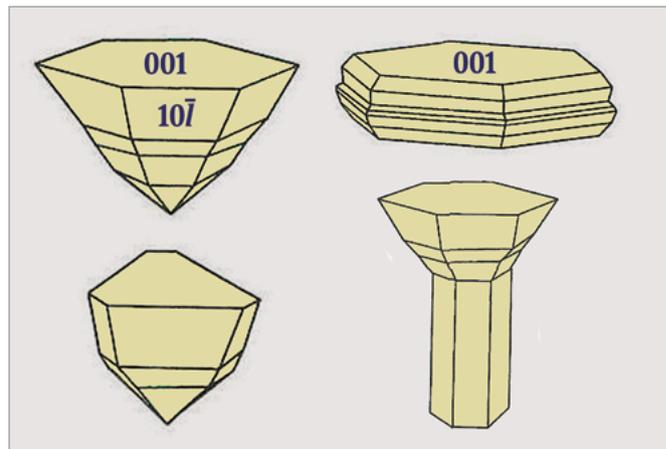


Figura 42. Otros hábitos de la weloganita de la cantera Francon (filón inferior). Dibujo: modificado (J. L. Garrido) de Tarassoff *et al.*, 2006.

están estriados y son de color amarillo pálido a incoloros y transparentes; cristales cortos y con aspecto romboédrico, de hasta unos 2,5 mm, no estriados, blanquecinos, opacos y con brillo apagado; cristales con forma columnar de contorno hexagonal y con un cristal piramidal invertido en la parte superior, teniendo todo el conjunto un aspecto de tornillo (figura 42 derecha-bajo), de hasta unos 10 mm de longitud, son incoloros a amarillentos, transparentes y con brillo vítreo a subadamantino.

Los holotipos se conservan en el Geological Survey of Canada, Ottawa.

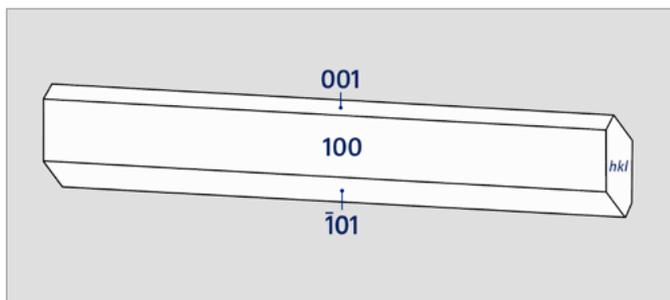
El nombre deriva de William E. Logan (1798-1875), fundador y primer director del Geological Survey of Canada.

Voggita, $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{OH}|\text{CO}_3|\text{PO}_4]$

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase cristalina prismática.

Se trata de la especie más recientemente descubierta y descrita de la cantera Francon. Se ha encontrado en las cavidades amigdaloides del dique basáltico que intersecta el filón superior. A pesar de que las amígdalas están distribuidas a lo largo de todo el dique, las que contienen voggita se localizan a pocos centímetros del contacto entre el dique y el filón de fonolita, lo cual sugiere que el mineral se formó por la reacción entre

Figura 43. Formas cristalográficas en un cristal de voggita de la cantera Francon. Dibujo: José Luis Garrido (fuente: Jambor *et al.*, 1977).



el magma que intruía el dique y el filón (Roberts *et al.*, 1990).

La voggita es extremadamente rara y conocida solo a partir de unos cuantos especímenes recogidos en 1985. El mineral fue reconocido como una potencial nueva especie y designado provisionalmente como APS No. 15. La estructura cristalina fue determinada por Szymanski y Roberts (1990).

Aparece dentro de las cavidades como agregados irregulares o penachos constituidos por cristales finamente aciculares, incoloros a blanquecinos, de brillo vítreo, que raramente superan 1 mm de longitud. Los cristales son pseudo-hexagonales, formados por los pinacoides $\{001\}$, $\{100\}$ y $\{101\}$, con caras terminales de forma desconocida (Roberts *et al.*, 1990) (figura 43).

La voggita está usualmente asociada con dawsonita, calcita y cuarzo.

Las amígdalas del dique basáltico pueden también contener mordenita, dachiardita-Na, analcima, calcita, barita, dolomita y fluorita. Que los cristales de voggita sean rectos puede servir para distinguirlos de los de mordenita fibrosa, que suelen presentarse doblados.

La cantera Francon es actualmente la única localidad conocida. El holotipo se preserva en el Geological Survey of Canada, Ottawa.

El nombre es en honor al coleccionista canadiense Adolf Vogg (1931-1995), que es quien descubrió este mineral.

Otras especies

Ahora mismo, según la lista de Mindat, el total de minerales encontrados en esta cantera es de setenta y nueve. De estos, además de los diez ya descritos como minerales tipo, queremos destacar los que aparecen fotografiados en las figuras 44 y 45.

Complejo OKA

Actualmente son dos las especies que tienen el complejo Oka como localidad tipo: un óxido (latrappita) y un silicato (niocalita).



Figura 44. Otras especies de la cantera Francon: 1) dawsonita, C.V. 4 mm; 2) strontianita, C.V. 5,5 mm.
 Colección: Paulí Gispert; fotos: Màrius Asensi (1) y Agustí Asensi (2).

Figura 45. Otras especies de la cantera Francon: 1) criolita, C.V. 2 mm; 2) sinquisita-(Ce), C.V. 1 mm; 3) wurtzita, C.V. 3 mm;
 4) zircón, C.V. 3 mm. Colección y fotos: Christopher Emproto.

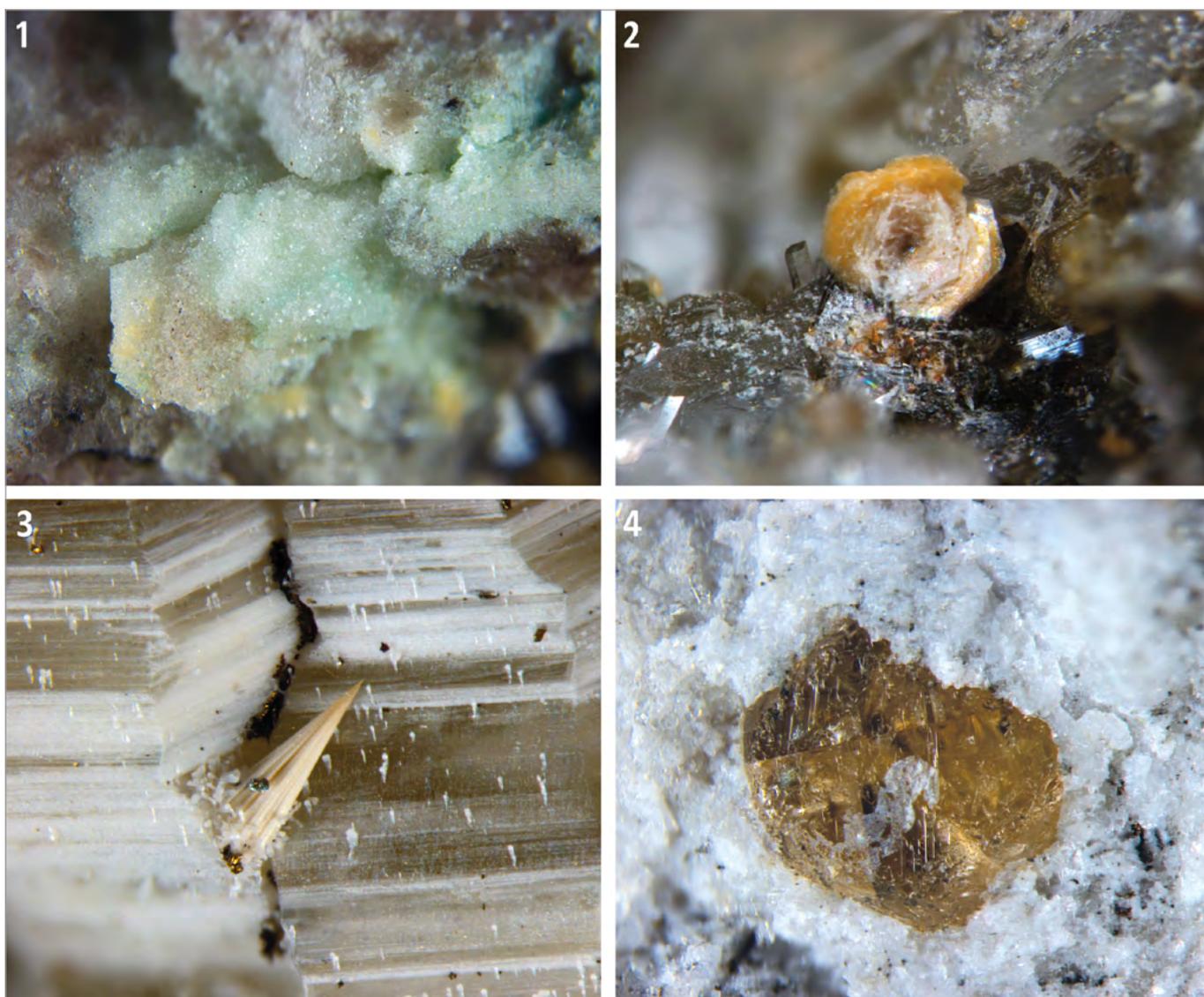




Figura 46. Cristales de hábito cúbico de latrappita (el de la derecha está maclado). C.V. 35 mm. Complejo Oka. Colección: Canadian Museum of Nature, Ottawa; foto: Christina Kum (CMNMC).

Latrappita, $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{NbO}_6$

Cristaliza en el sistema rómbico, clase dipiramidal, pero es pseudocúbica.

Aparece como cristales pseudocúbicos de hasta unos 5 mm (figuras 46 y 47), siendo habituales también las maclas lamelares y de compenetración. Es un mineral de color gris oscuro a negro, opaco, con brillo metálico a submetálico.

A raíz del descubrimiento de yacimientos de niobio en Oka en 1953, se emprendió un estudio de los pirocloros y de la perovskita, comprobando que la composición de esta última puede variar ampliamente. Muchas muestras de perovskita mostraban un contenido de niobio extraordinariamente elevado, concretamente entre el 14,5 y el 44,9 % de Nb_2O_5 (Nickel y McAdam, 1963). Inicialmente se denominaron nioboperovskita, pero la IMA recomendó que esta denominación quedara restringida a la perovskita con $\text{Ti} > \text{Nb}$, mientras que para la perovskita con $\text{Nb} > \text{Ti}$ se propuso el nombre de latrappita (Nickel *et al.*, 1964). Por lo tanto, tenemos perovskita propiamente dicha, con poco o sin Nb, y sus variedades nioboperovskita, con más Nb pero $\text{Ti} > \text{Nb}$, y latrappita, con $\text{Nb} > \text{Ti}$.

El estatus IMA de la latrappita ha sido cuestionado hasta que, después de algunas investigaciones, fue redefinida en 2017 (Mitchell *et al.*): se trata de un miem-

bro del grupo de las perovskitas dobles (del supergrupo perovskita), rómbica piramidal y con la fórmula ideal $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{NbO}_6$. La fórmula empírica real se puede escribir $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Nb},\text{Fe}^{3+},\text{Ti})\text{O}_3$, siguiendo el modelo de la perovskita, CaTiO_3 , y dado que siempre hay Na y Ti, no indicados en la fórmula ideal.

La estructura ideal tipo perovskita se ilustra en la figura 48: *A* corresponde a un catión grande de carga +2 (en la perovskita, Ca), *B* a un catión mediano de carga +4 (en la perovskita, Ti), mientras que *X* es el O, con carga total -6. Tanto en la posición *A* como en la *B* puede haber sustitución parcial de los respectivos cationes, con dos condiciones: 1) que las sustituciones sean por cationes de tamaño similar, grandes en *A* y medianos en *B*; 2) que el total de carga positiva se mantenga igual al total de carga negativa.

En el caso de la latrappita, como hemos visto en la fórmula empírica anterior, tenemos: 1) Na que sustituye parcialmente al Ca en la posición *A*; 2) Nb y Fe^{+3} que sustituyen al Ti en la posición *B*, siempre con $\text{Nb} > \text{Ti}$.

Por lo tanto, es posible que cierta parte de los ejemplares de latrappita en las colecciones sean en realidad nioboperovskita (con $\text{Ti} > \text{Nb}$). Sería recomendable llevar a cabo los análisis correspondientes, para comprobar la proporción de Nb respecto a la de Ti y certificar así que ciertamente se trata de latrappita (con $\text{Nb} > \text{Ti}$).



Figura 47. Cristal de hábito cúbico de latrappita . C.V. 4,5 mm. Complejo Oka. Colección y foto: José Luis Garrido.

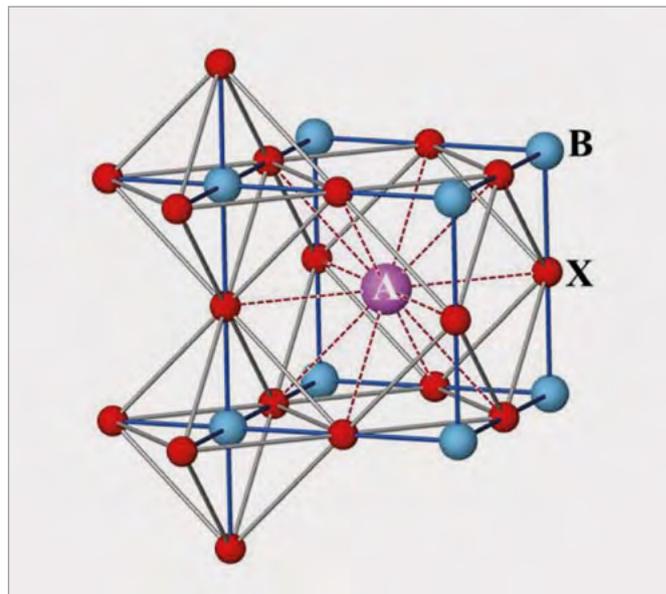


Figura 48. Estructura tipo perovskita, ABX_3 , con coordinaciones icosaédrica (catión A) y octaédrica (cationes B). Fuente: Mitchell et al, 2017.

Hay holotipos en el Canadian Museum of Nature, Ottawa.

El nombre deriva del topónimo La Trappe, localidad situada muy cerca de las explotaciones del complejo Oka.

Niocalita, $Ca_7Nb[F|O_3|(Si_2O_7)_2]$

Cristaliza en el sistema monoclinico, clase domática. Pertenece al grupo wöhlerita.

Los cristales son prismáticos de contorno cuadrado y con caras a menudo un poco curvadas, de hasta 1 cm o algo más (figuras 49 y 50). Las formas predominantes son el pedión $\{100\}$ y el pinacoide $\{010\}$, mientras que en las terminaciones destaca el pedión $\{\bar{1}02\}$ y varios domos $\{hkl\}$ positivos y negativos (figura 51). También aparece como maclas simples o de contacto y como agregados (figura 52). Su color es amarillo

pálido, amarillo melado a parduzco. Son transparentes a traslúcidos y tienen brillo vítreo.

Tanto los cristales como los agregados se encuentran incrustados en calciocarbonatita de grano grueso (sövita) rica en niobio.

La niocalita solo se halla en una capa de roca dentro de la zona Bond, en la parte suroeste del complejo (Robert A. Ramik). Además de niocalita, esta roca también contiene magnetita, fluorapatito y perovskita (var. nioboperovskita).

Dado que la niocalita se asemeja a los apatitos, se recomienda analizar cada ejemplar para garantizar que efectivamente se trata de esta especie. Aun así, es posible identificarla observando las terminaciones de los cristales.

El nombre deriva de la composición del mineral, nio- (de niobio) y cal- (de calcio).

Figura 49. Cristales prismáticos de niocalita. C.V. 40 mm. Complejo Oka. Colección: Canadian Museum of Nature, Ottawa; foto: Christina Kum (CMNMC).



Figura 50. Cristales de niocalita. C.V. 12 mm. Complejo Oka. Colección y foto: Paulí Gispert.



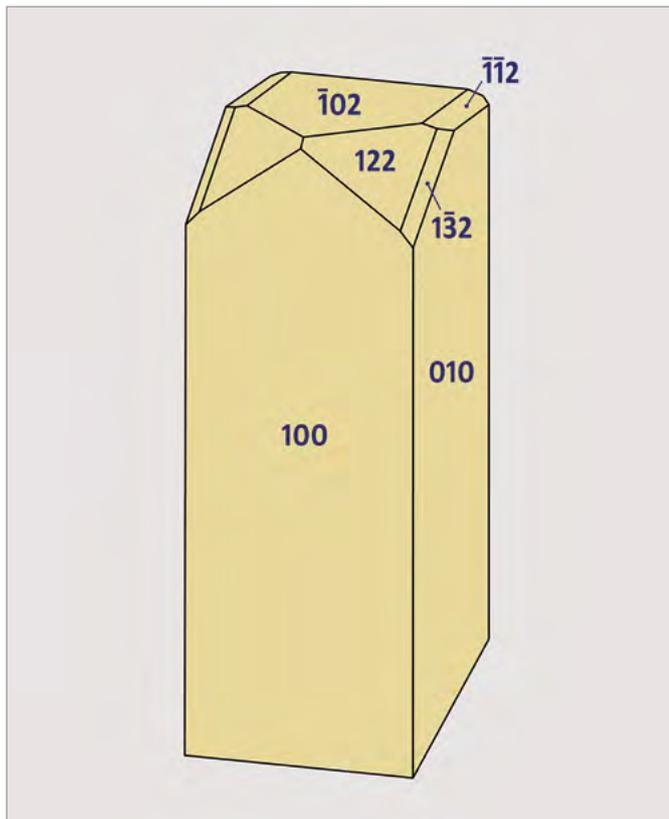


Figura 51. Formas cristalográficas en un cristal de niocalita del complejo Oka. Dibujo: José Luis Garrido (fuente: U. Baumgärtl, mineralienatlas.com).



Figura 52. Agregado de niocalita, junto con un cristal de posible nioboperovskita. C.V. 6,5 mm. Complejo Oka. Colección y foto: José Luis Garrido.

Agradecimientos

- A Agustí Asensi y Màrius Asensi, del Grup Mineralògic Català, por fotografiar algunos de los ejemplares.
- A Christopher Emproto, de la Michigan University, por facilitarnos varios datos y bastantes fotos de minerales.
- A László Horváth, por la información y las fotografías de los yacimientos y de varios minerales.
- A Stephan Wolfried, por facilitarnos tres fotos de minerales.
- A Christina Kum, del Canadian Museum of Nature, por las dos fotografías de minerales de este museo.
- A Roger H. Mitchell, de la Lakehead University, por el permiso de publicación de la estructura tipo perovskita.
- A Alana Pollock-Greenwood, del Geological Survey of Canada, por la información en lo referente a las publicaciones que Ann P. Sabina llevó a cabo por encargo del GSC.
- A *Est Média Montréal*, por el permiso de publicación de dos fotos de la cantera Francon.
- A Marc Campeny, del Grup Mineralògic Català, por la revisión de la síntesis geológica.

Las fotos citadas con autoría de Christina Kum (CMNMC, Canadian Museum of Nature Mineral Collection) aparecen en este artículo por cortesía del Canadian Museum of Nature. *Copyright*: Christina Kum y Canadian Museum of Nature (Ottawa, Ontario, Canadá).

Referencias bibliográficas

- ALDERMAN, T. (1968): "Another Canadian first! (Yes sir, it's weloganite)". *The Gazette*, 7 diciembre 1968, p. 83.
- ALLARD, D. (2019): "Visite de la carrière Francon". Web *David_Allard Martin*, 18 enero 2019.
- CHAO, G.; CHEN T. (1975): "X-ray crystallography of weloganite". *The Canadian Mineralogist*, vol. 13, pp. 22-26.
- CHAO, G.; JIEXIANG G. (1985): "Sabinaite: a new occurrence and new fecha". *The Canadian Mineralogist*, vol. 23, pp. 17-19.
- CHAO, G.; BAKER J., SABINA A., ROBERTS A. (1985): "Doyleite, a new polymorph of Al(OH)₃, and its relationship to bayerite, gibbsite and nordstrandite". *The Canadian Mineralogist*, vol. 23, pp. 21-28.
- CLARK, G. R.; RODGERS, K. A.; HENDERSON, G. S. (1998): "The crystal chemistry of doyleite". *Zeitschrift fur kristallographie - Crys-*

talline Materiales, vol. 213, pp. 96-100.

- DAY, W. (1969): "Rockhounds dig a path to her door". *Ottawa Citizen*, 21 enero 1969, p. 21.
- EMPROTO, C.; BLAKEMORE, D. (2021): "A Montroyalite Mix-Up". *Rocks & Minerals*, vol. 96, pp. 556-558.
- FARRELL, D. (1977): "Infrared investigation of basic double-carbonate hydrate minerals". *The Canadian Mineralogist*, vol. 15, pp. 408-413.
- FINK, J.; EMPROTO, C.; CALEB, J. (2020): "Fibrous zinc sulfide from the Francon Quarry, Montreal, Quebec". Video de *Rochester Mineralogical Symposium* en Youtube.
- GILL, A. (1962): "Two Girls on the Rocks Carry Bag and Hammers". *National Post*, 7 julio 1962, p. 13.
- GRICE, J.; PERRAULT, G. (1975): "The crystal structure of triclinic weloganite". *The Canadian Mineralogist*, vol. 13, pp. 209-216.
- HARING, M. M.; McDONALD, A. M. (2014): "Franconite: structure determination and the role of H bonding, with comments on the crystal chemistry of franconite-related minerals". *Mineralogical Magazine*, vol. 78, pp. 591-607.
- JAMBOR, J. L.; PLANT, A. G., STEACY, H. R. (1976): "A dawsonite-bearing silicocarbonatite sill from Montreal Island, Quebec". *Report of Activities. Geological Survey of Canada*, núm. 76-1B, pp. 357-362.
- JAMBOR, J. L., SABINA, A.; ROBERTS, A.; BONARDI, M.; RAMIK, R.; STURMAN, D. (1984): "Franconite, a new hydrated Na-Nb oxide mineral from Montreal Island, Quebec". *The Canadian Mineralogist*, vol. 22, pp. 239-243.
- JAMBOR, J. L.; SABINA, A.; ROBERTS, A.; BONARDI, M.; OWENS, D.; STURMAN, D. (1986): "Hochelagaite, a new calcium-niobium oxide mineral from Montreal, Quebec". *The Canadian Mineralogist*, vol. 24, pp. 449-453.
- McDONALD, A. M. (1996): "The crystal structure of sabinaitite, $\text{Na}_4\text{Zr}_2\text{TiO}_4(\text{CO}_3)_4$ ". *The Canadian Mineralogist*, vol. 34, pp. 811-815.
- MITCHELL, R. H.; WELCH, M. D.; CHAKHMOURADIAN, A.R. (2017): "Nomenclature of the perovskite supergroup: A hierarchical system of classification based on crystal structure and composition". *Mineralogical Magazine*, vol. 81, pp. 411-461.
- NICKEL, E. H.; ROWLAND, J. F.; MAXWELL, J. A. (1958). "The composition and crystallography of niocalite". *The Canadian Mineralogist*, vol. 6, pp. 264-272.
- PERCIVAL, J. B.; PLANT, A. G. (2015): "Ann Phyllis Sabina Stenson (January 28, 1930-September 29, 2017)". *The Canadian Mineralogist*, vol. 53, pp. 777-781.
- ROBERTS, A.; SABINA, A.; BONARDI, M.; JAMBOR, J.; RAMIK, R.; STURMAN, D.; CARR, M. (1986): "Montroyalite, a new hydrated Sr-Al hydroxycarbonate from the Francon Quarry, Montreal, Quebec". *The Canadian Mineralogist*, vol. 24, pp. 455-459.
- ROBERTS, A.; SABINA, A.; ERCIT, T.; GRICE, J.; SZYMANSKI, J.; RAMIK, R. (1990): "Voggite, a new hydrated Na-Zr hidroxide-phosphate-carbonate from the Francon Quarry, Montreal, Quebec". *The Canadian Mineralogist*, vol. 28, pp. 155-159.
- SABINA, A. P.; JAMBOR, J. L.; PLANT, A. G. (1968): "Weloganite, a new strontium zirconium carbonate from Montreal Island, Canada". *The Canadian Mineralogist*, vol. 9, pp. 468-477.
- SABINA, A. P. (1976): "The Francon Quarry, a mineral locality". *Report of Activities. Geological Survey of Canada*, núm. 76-1B, pp. 15-19.
- SABINA, A. P. (1983): *Rocks and Minerals for the collector. Kingston, Ontario to Lac St-Jean, Quebec*. Serie Miscelaneous Report, núm. 32. Ottawa (Canadá): Geological Survey of Canada.
- STEACY, H. R.; JAMBOR, J. L. (1969): "Nature, distribution and content of zirconium and niobium in a silico-carbonatite sill at St-Michel Montreal Island, Quebec". *Report of Activities. Geological Survey of Canada*, núm. 69-20, pp. 1-7.
- STEVENSON, J.; STEVENSON, L. (1965): "The petrology of dawsonite at the type locality, Montreal". *The Canadian Mineralogist*, vol. 8, pp. 249-252.
- STEVENSON, J.; STEVENSON, L. (1977): "Dawsonite-fluorite relationships at Montreal-area localities". *The Canadian Mineralogist*, vol. 15, pp. 117-120.
- STEVENSON, J.; STEVENSON, L. (1978): "Contrasting dawsonite occurrences from Mont St-Bruno, Quebec". *The Canadian Mineralogist*, vol. 16, pp. 471-474.
- TARASSOFF, P.; HORVÁTH, L.; PFENNINGER-HORVÁTH, E. (2006): "Famous mineral localities: The Francon Quarry, Montreal. Quebec, Canada". *The Mineralogical Record*, vol. 37, pp. 5-60.
- TARASSOFF, P.; HORVÁTH, L.; PFENNINGER-HORVÁTH, E. (2006): "Francon Revisited". *The Mineralogical Record*, vol. 37, pp. 257-263.
- TARASSOFF, P. (2013): "Dawsonite, a Montreal mineral". *The Mineralogical Record*, vol. 44, pp. 57-76.

- TESSIER, S. (2019): "Les carrières au coeur de l'histoire de Saint-Michel". Web *Este Media Montréal*.
- ZUREVINSKI, S. E.; MITCHELL, R. H. (2004): "Extreme compositional variation of pyrochlore-group minerals at the Oka carbonatite complex, Quebec: evidence of magma mixing?". *The Canadian Mineralogist*, vol. 42, pp. 1159-1168.

Webs consultadas

- Web de la base de datos de Mindat [consulta: junio 2020, junio y septiembre 2021 y enero 2022]. En <www.mindat.org>.
- Web de la base de datos de Mineralienatlas [junio y septiembre 2021 y enero 2022]. En <www.mineralienatlas.de>.
- Web de Ville en Vert [consulta: octubre 2020]. En <www.villeenvert.ca>.
- Web del Canadian Museum of Nature [consulta: febrero 2022]. En <www.nature.ca>.
- Web del Geological Survey of Canada [consulta: octubre 2020]. En <www.geoscan.nrcn.gc.ca>.
- Web del RRUFF Project [junio y septiembre 2021 y enero 2022]. En <www.rruff.info>.

FECHA RECEPCIÓN: 04-05-2022. FECHA ACEPTACIÓN: 11-05-2022. FECHA INICIO EDICIÓN: 01-09-2022.

Weloganita con goethita y dawsonita. Cantera Francon. C.V. 5,5 mm. Colección y foto: Stephan Wolfsried.





Weloganita. Cantera Francon. C.V. 7,5 mm.
Colección y foto: José Luis Garrido.



Dresserita. Cantera Francon. C.V. 10 mm.
Colección y foto: Christopher Emproto.



Weloganita. Cantera Francon. C.V. 45 mm.
Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.



Estronciodresserita. Cantera Francon. C.V. 3 mm.
Colección y foto: Christopher Emproto.

Weloganita. Cantera Francon. 11 x 6 mm.
Colección: Paulí Gispert; foto: Agustí Asensi.



UM1998-028. Cantera Francon. C.V. 10 mm.
Colección y foto: Christopher Emproto.

