

LURGAC

ISSN 0372-462x

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA  
(NUEVA SERIE)

TOMO XI

Geología N° 105

---

## GOWERITA Y NOBLEITA DEL DISTRITO DE SIJES, SALTA, ARGENTINA

LORENZO F. ARISTARAIN

---

Extracto de la REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA (NUEVA SERIE)  
Sección Geología, Tomo XI, páginas 81-88

---

**REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA**  
**(NUEVA SERIE)**

*Publicación aperiódica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

**Editorial:** Junta Editora de la Revista del Museo de La Plata.

**Responsables:** J. E. Giménez, A. Leguizamón y J. Maggi.

**Ventas:** Sección Publicaciones del Museo de La Plata.

**Dirección:** Facultad de Ciencias Naturales y Museo,  
Paseo del Bosque s/n,  
1900 La Plata, Buenos Aires,  
Argentina.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA  
(NUEVA SERIE)

TOMO XI

1992

Geología N° 105

---

## GOWERITA Y NOBLEITA DEL DISTRITO DE SIJES, SALTA, ARGENTINA

LORENZO F. ARISTARAIN <sup>(1)</sup>

---

### RESUMEN

Gowerita y nobleita, dos raros boratos hidratados de calcio, fueron encontrados en el distrito de Sijes, Salta, Argentina.

Gowerita aparece en cristales incoloros, transparentes, idiomorfos, aciculares, elongados según *c* que miden 1,5 mm de largo por 0,5 mm de ancho y 0,2 mm de espesor.

Nobleita también se presenta en cristales incoloros, transparentes, idiomorfos, con hábito rómbico que miden 1 mm por 0,5 mm y 0,1 mm de espesor o formando costras blanquecinas de 1 mm de grosor.

Se dan datos de la celda unitaria, del diagrama de polvo con rayos X, de las propiedades ópticas y físicas y del espectro de absorción infrarroja de ambos minerales.

**Palabras clave:** Mineralogía - Boratos - Gowerita - Nobleita - Sijes.

### ABSTRACT

GOWERITE AND NOBLEITE FROM SIJES DISTRICT, SALTA, ARGENTINA. Gowerite and nobleite, two rare hydrated calcium borates, were found at Sijes district, Salta, Argentina.

Gowerite appears forming colorless, transparent, idiomorphic crystals with acicular habit, elongated along *c*, measuring 1.5 mm in length, 0.5 mm across and 0.2 mm thick.

Nobleite occurs also as colorless, transparent, idiomorphic crystals, with diamond habit, measuring 1 mm by 0.5 mm and 0.1 mm thick, or forming a whitish crust with a thickness of 0.5 mm.

Unit cells values, X ray powder diffraction data, optical and physical properties and infrared absorption spectra for both minerals are given.

**Key words:** Mineralogy - Borates - Gowerite - Nobleite - Sijes.

---

(1) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

## INTRODUCCION

La investigación sistemática de los depósitos de hidroboracita, colemanita e inyoita que componen el importante distrito boratífero de Sijes, ubicado en la provincia de Salta, Argentina, condujo al descubrimiento de los dos raros boratos de calcio hidratados, denominados gowerita y nobleita. Estos minerales habían sido citados por Aristarain (1989) pero nunca habían sido descriptos.

El distrito de Sijes se encuentra en la región del Salar de Pastos Grandes, ubicado a unos 50 km de la Estación Salar Pocitos del Ferrocarril G. M. Belgrano hacia el este por un camino secundario para automotores.

Los yacimientos indicados se hallan interestratificados en la Formación Sijes que corresponde al Mioceno superior. Para la descripción de la geología de la región el lector debe referirse a Turner (1964) y para la descripción de los yacimientos a Rusansky (1985) y Alonso (1986).

Los minerales citados para el distrito, además de gowerita y nobleita, son: inyoita (Aristarain y Erd 1971), ulexita (Aristarain, Rusansky y Schoo Lastra 1977), meyerhofferita (Aristarain 1989), colemanita (Aristarain 1991), hidroboracita (Aristarain 1992a), inderborita (Aristarain 1992b), inderita (Galliski 1989), yeso y calcita.

## GOWERITA

El mineral gowerita fue descripto por Erd, McAllister y Almond en 1959 a partir de especímenes del depósito de boratos de Furnace Creek, en la región de Death Valley, California, USA. Con posterioridad, fue citado, pero no descripto, en el Estudio Geológico del Salar de Surire, Arica, Chile, por Olivares (1975).

En el distrito de Sijes, Salta, el mineral aparece por tercera vez en el mundo.

La gowerita es monoclinica, clase Prismática,  $2/m$ , grupo espacial  $P2_1/a$ ,  $a = 12,87 \text{ \AA}$ ,  $b = 16,35 \text{ \AA}$ ,  $c = 6,57 \text{ \AA} \pm 0,01 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 121^\circ 48'$ ,  $a : b : c = 0,7872 : 1 : 0,4018$ , volumen de la celda  $1174,9 \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 4$ .

El mineral se presenta en cristales incoloros, transparentes, idiomorfos, aciculares, elongados según el eje  $c$ , la zona  $[001]$  está integrada por las formas  $\{010\}$ ,  $\{100\}$  y  $\{110\}$ , y en el extremo por el prisma de cuarto orden  $\{111\}$ ; las agujas están aplanadas paralelamente a  $\{010\}$ . Los cristales miden 1,5 mm de largo por 0,5 mm de ancho y 0,2 mm de espesor o forman costras blanquecinas de 0,5 mm de espesor.

Las líneas más intensas en el diagrama de polvo con rayos X, en  $\text{Å}$ , son: 8,21 (100), 4,10 (52), 3,184 (44), 2,6445 (25), 3,89 (22), 3,141 (22) y 9,18 (16). En la Tabla I se dan los espaciados  $d$  hasta 1,725  $\text{Å}$  y las intensidades respectivas junto con los publicados por Erd, McAllister y Almond (1959) y Christ y Clark (1960) para comparación.

Gowerita tiene brillo vítreo, la dureza es 3 y la densidad medida es  $2,01 \text{ gr cm}^{-3}$ ; el clivaje paralelo a  $\{010\}$  es bueno, en la literatura se cita otro paralelo a  $\{111\}$  regular.

El mineral es ópticamente biáxico positivo,  $\alpha = 1,483$ ,  $\beta = 1,501$ ,  $\gamma = 1,551 \pm 0,001$  luz de Na,  $2V = 60^\circ$ ,  $\gamma - \alpha = 0,068$ , la orientación óptica es  $Y = b$ ,  $X \wedge c = 26^\circ$ ,  $r > v$  muy débil; no es fluorescente. Es fácilmente soluble en ácidos diluidos fríos y difícilmente soluble en agua fría.

Se ha efectuado el espectro de absorción infrarroja cuyos resultados se presentan en la Tabla 2, que en general son similares a los publicados por Lehman *et al.* (1956) y Weir (1966). Los valores obtenidos por este último autor también se agregan a dicha tabla para comparación.

La estructura fue estudiada por Konnert, Clark y Christ (1972).

**NOBLEITA**

El mineral nobleita fue descubierto por Erd, McAllister y Vlisidis (1961) en especímenes del yacimiento de boratos denominado Furnace Creek, ubicado en Death Valley, California, USA.

Este autor no conoce otra localidad en que se haya encontrado nobleita por lo cual Sijes, Salta, es la segunda localidad mundial para el mismo.

El mineral es monoclinico, clase Prismática,  $2/m$ , grupo espacial  $P2_1/a$ ,  $a = 14,54 \text{ \AA}$ ,  $b = 8,03 \text{ \AA}$ ,  $c = 9,85 \text{ \AA} \pm 0,01 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 111^\circ 35'$ ,  $a : b : c = 1,811 : 1 : 1,227$ , volumen de la celda  $1069,4 \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 4$ .

El mineral se presenta asociado a inyoita y yeso, en cristales incoloros, transparentes, idiomorfos, planares con aspecto de rombos; cuando aparece en agregados tiene color blanquecino.

La forma con mayor desarrollo es  $\{100\}$ , la que está limitada por los prismas de primer orden  $\{011\}$  y de cuarto orden  $\{111\}$ ; lateralmente se observa el prisma de tercer orden  $\{110\}$  y en los extremos superior e inferior el pinacoide basal  $\{001\}$ , es decir con formas similares a las descritas por los autores citados en el párrafo inicial de esta sección. El tamaño de los cristales es  $1 \text{ mm} \times 0,5 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}$  de espesor.

Las líneas más destacadas en el diagrama de polvo con rayos X, en  $\text{Å}$ , son: 6,78 (100) (200 -  $\bar{2}01$ ), 3,385 (25) (400 -  $\bar{4}02$ ), 5,17 (21) (210 -  $\bar{2}11$ ), 2,565 (19) (510 -  $\bar{0}31$  -  $\bar{1}31$ ), 3,44 (18) (220 -  $\bar{2}21$ ), 3,115 (15) (410 -  $\bar{1}22$  -  $\bar{4}12$ ), 2,846 (12) (401 -  $\bar{0}13$  -  $\bar{4}03$  -  $\bar{3}22$ ), 2,098 (12), 3,003 (11) y 2,309 (11). En la Tabla 3 se dan los espaciados  $d$  hasta  $1,692 \text{ \AA}$  y las intensidades respectivas junto con los obtenidos por Erd, McAllister y Vlisidis (1961) para comparación.

El mineral es séctil, la dureza es 3 y la densidad medida es  $2,085 \text{ gr cm}^{-3}$ , tiene un clivaje perfecto paralelo a  $\{100\}$  y otro regular paralelo a  $\{001\}$ , la raya es blanca, el brillo es vítreo.

Nobleita es biáxica positiva,  $\alpha = 1,501$ ,  $\beta = 1,519$ ,  $\gamma = 1,555 \pm 0,001$  luz de Na,  $2V = 73^\circ$ ,  $\gamma - \alpha = 0,054$ , orientación  $X \wedge a = 27^\circ$ ,  $Y = b$ ,  $Z \wedge c = -9^\circ$ ,  $r > v$  débil, no es fluorescente.

El mineral se disuelve en ácidos diluidos fríos y es algo soluble en agua caliente.

Se ha efectuado el espectro de absorción infrarroja cuyos resultados se agregan en la Tabla 4, que son similares a los producidos por Lehmann *et al.* (1966) y Weir (1966), los obtenidos por este último autor también se presentan en esa tabla para comparación.

TABLA 1 - Datos de diagramas de polvo con rayos X de gowerita.

Erd, McAllister y Almond (1959)		Christ y Clark (1960)		Este trabajo	
1		2		3	
d observado	I/Io	d observ.	I/Io	d observ.	I/Io
Å		Å		Å	
9,18	2	9,20	25	9,18	16
8,23	10	8,23	100	8,21	100
6,61	< 1	6,57	5	6,60	10
		6,07	2		
5,64	< 1	5,64	2	5,63	3
5,52	< 1				
5,40	1	5,37	5	5,36	3
5,15	1	5,13	5	5,13	3
4,91	1	4,89	5	4,91	11
4,11	5	4,094	20	4,10	52
4,07	2				
3,95	< 1				
3,92	1	3,945 - 3,836	10b	3,89	22b
3,88	1				
3,85	2				
3,74	< 1	3,724	2	3,72	3
3,36	1	3,345	10		
3,32	< 1			3,33	12
3,23	1	3,228	2	3,229	7
3,19	6	3,186	45	3,184	44
3,15	2	3,139	2	3,141	22
3,06	1	3,049	5	3,043	6
3,01	< 1			3,00	3
2,97	1				
2,96	< 1	2,960	10	2,960	8
2,93	1			2,865	2
2,82	1	2,816	10	2,819	14
2,77	1	2,768	10	2,765	12
2,73	1	2,728	25	2,726	49
2,65	2	2,648	10	2,645	25
2,54	1	2,531	5	2,540	2
2,50	< 1			2,505	4
2,46	< 1	2,458	2	2,455	2
		2,334	2	2,335	2
2,29	1	2,294	10	2,291	11
2,17	1	2,165	5	2,163	11
2,13	1	2,128	5	2,127	8
2,11	< 1	2,109	5	2,107	4
2,8	< 1	2,079	2	2,077	5
2,06	1	2,060	5	2,058	9
2,05	< 1			2,047	8
2,00	< 1	2,015	5	2,009	5
1,995	< 1	1,998	5	1,999	5
		1,966	2	1,967	3
1,946	< 1	1,942	2	1,945	8
1,924	< 1			1,924	5
1,896	< 1	1,895	5b	1,897	3
1,868	< 1				
1,865	< 1	1,861	2b		
1,797	1	1,795	5b	1,793	7
1,755	< 1	1,756	2	1,753	2
1,730	1	1,726	5b	1,725	7
más líneas adicionales con I/Io < 1		más líneas adicionales con I/Io ≤ 2		más líneas adicionales con I/Io < 2	

J. Radiación Fe, con carta de difracción, Hard Scramble, Death Valley, California, USA. Las intensidades en Erd (1976) varían con las dadas aquí.

2. Radiación Cu, filtro Ni con cámara 114,59 mm; material cedido por R. C. Erd, b = ancho.

3. Radiación Cu, filtro Ni, con carta de difracción, Sijes, Salta, Argentina, b = ancho.

**TABLA 2 - Espectros de absorción infrarroja de gowerita.**

Weir (1966)			Este estudio		
Número de onda $\text{cm}^{-1}$			Número de onda $\text{cm}^{-1}$		
1			2		
			330		pa
			395		p
410	w		412		p
			435		p
			442		p
452	w		458		p
475	w		480		p
495	w		498		p
			535		p
			555		p
567	w		568		m
602	w		602		m
630	w		632		p
656	m		660		m
675	w		675		p
700	w		705		m
			730		p
759	m		760		f
			780		p
830	m		835		p
860	mb		855		f
905	mb		908		f
951	s		945		p
967	msh		965		ma
1010	s		1025		fa
1048	ssh		1050		p
1112	s		1115		ff
			1190		p
1250	s		1260		ff
1330	msh		1332		p
1350	s		1355		m
1405	s		1415		fa
1480	msh		1480		p
1635	wb		1630		fa
			2310		p
			2420		p
			2520		p
			3400		fa

p = pequeño, m = mediano, f = fuerte, ff = muy fuerte, a = ancho, w = débil, s = fuerte, sh = hombro, b = ancho.

1. Hard Scramble Claim, Death Valley Nat. Monument, California, USA.

2. Sijes, Salta, Argentina.

TABLA 3. Datos de diagramas de polvo con rayos X de nobleita.

Erd, McAllister y Vlisidis (1961)			Este estudio	
1			2	
<i>d</i> observado Å	I/I <sub>0</sub>	<i>hkl</i>	<i>d</i> observado Å	I/I <sub>0</sub>
6,79	100	$\bar{2}01-200$	6,78	100
6,06	3	$\bar{1}11-011$	6,05	3
5,18	9	$\bar{2}11-210$	5,17	21
4,68	5	$\bar{2}02-201$	4,67	10
4,58	2	002	4,57	4
4,05	3	$\bar{2}12-211$	4,04	6
3,94	5	310	3,93	10
3,65	2	021- $\bar{4}01$	3,65	3
3,51	1	112	3,51	1
3,45	5	220- $\bar{2}21$	3,44	18
3,39	31	402-400	3,385	25
3,27	2	$\bar{2}03-202$	3,271	4
3,12	7	$\bar{4}12-410 - \bar{1}22$	3,114	15
3,8	4	$\bar{3}21$	3,082	7
3,05	3	003- $\bar{2}22-221$	3,054	9
3,006	5	022- $\bar{3}13-320$	3,003	11
2,849	5	$\bar{4}03-401- \bar{3}22-013$	2,846	12
2,805	2	122	2,800	5
2,734	1	$\bar{5}11$	2,732	1
2,685	1	$\bar{4}21-413-411$	2,682	3
2,614	1	130-113		
2,566	9	$\bar{1}31-031-510$	2,565	19
2,489	1		2,488	1
2,464	1			
2,410	5		2,408	9
2,309	7		2,309	11
2,256	4		2,254	3
2,171	4		2,170	8
2,119	2		2,117	3
2,098	5		2,098	12
2,067	2		2,064	4
2,022	2		2,020	3
1,986	3		1,985	7
1,963	5		1,962	7
1,905	1		1,903	3
1,881	1		1,879	5
1,831	0,5		1,829	1
1,805	1		1,804	2
1,788	0,5		1,787	1
1,744	2		1,744	2
1,721	1		1,722	2
1,692	4		1,692	2

Siguen líneas adicionales  
con I/I<sub>0</sub> ≤ 2

Siguen líneas adicionales  
con I/I<sub>c</sub> < 2

1. Radiación Fe, con carta de difracción; al Norte de la mina De Bely, Death Valley Nat. Monument, California, USA; los valores *d* y las intensidades de picos principales son distintos en Erd (1976).

2. Radiación Cu, filtro Ni, con carta de difracción, Sijes, Salta, Argentina.

TABLA 4 - Espectros de absorción infrarroja de nobleita.

Weir (1966)		Este estudio	
Número de onda $\text{cm}^{-1}$		Número de onda $\text{cm}^{-1}$	
1		2	
425	w	430	pa
460	wb	470	pa
		540	pa
570	w	570	pa
602	m	602	m
670	mb	670	m
705	m	710	ma
737	m	740	m
805	sb	810	f
827	m	830	m
880	sb	895	f
930	msh	930	m
965	sb	980	fa
1033	msh	1035	ma
1107	m	1115	p
1125	mb	1140	p
1160	mb	1170	p
1180	mb		
1300	msh	1300	p
1322	sb	1333	p
1385	sbsh	1385	p
1675	m vb	1640	ma
2400	svb		
		2930	p
3200	svb		
3380	svb	3400	m
		3460	ma
3540	mb	3540	m

p = pequeño, m = mediano, f = fuerte, a = ancho

w = débil, s = fuerte, v = muy, b = ancho, sh = hombro.

1. N. of De Bely mine, Death Valley Nat. Monument, California, USA.

2. Sijes, Salta, Argentina.

## REFERENCIAS

- ALONSO, R. N., 1986. *Ocurrencia, posición estratigráfica y génesis de los depósitos de boratos de la Puna Argentina*, Tesis Doctoral, Univ. Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, 196 p., inédita.
- ARISTARAIN, L. F. y ERD, R. C., 1971. Inyoita,  $2 \text{CaO} \cdot 3 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$ , de la Puna Argentina, *Anales Soc. Cient. Argentina*, CXCI, 192-211.
- ARISTARAIN, L. F., RUSANSKY, J. E. y DE SCHOOLA STRA, M. F. W., 1977. Ulexita de Sijes, provincia de Salta, Argentina y características generales de la especie, *Obra del Centenario del Museo de La Plata*, Tomo IV, 23-47.
- ARISTARAIN, L. F., 1989. Meyerhofferita,  $2 \text{CaO} \cdot 3 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ , del distrito de Sijes, Salta, Argentina, *Revista del Museo Argentino de Cs. Ns. B. Rivadavia*, Geología, Tomo 9 (1), 1-19.
- ARISTARAIN, L. F., 1991. Colemanita,  $2 \text{CaO} \cdot 3 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , del distrito de Sijes, Salta, Argentina, *Revista del Museo de La Plata*, Univ. Nacional La Plata, Geol. 98, T° X, 319-333.
- ARISTARAIN, L. F., 1992a. Hidroboracita,  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 3 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , del distrito de Sijes, Salta, Argentina,

*Revista del Museo Argentino de Cs. Ns. B. Rivadavia*, Buenos Aires, Geología, Tomo X, 1, 1-24.

ARISTARAIN, L. F., 1992b. Inderborita,  $CaO MgO 3 B_2O_3 11 H_2O$ , del distrito de Sijes, Salta, Argentina, *Revista del Museo de La Plata*, Univ. Nac. La Plata, Geología Nº 101, Tomo XI, 33-44.

CHRIST, C. L. y CLARK, J. R., 1960. X ray crystallography and crystal chemistry of gowerite,  $CaO 3 B_2O_3 5 H_2O$ , *Amer. Mineral.*, 45, 230-234.

ERD, R. C., McALLISTER, J. F. y ALMOND, H., 1959. Gowerite, a new hydrous calcium borate, from the Death Valley region, California, *Amer. Mineral.*, 44, 911-919.

ERD, R. C., McALLISTER, J. F. y VLISIDIS, A. C., 1961. Nobleite, another new hydrous calcium borate from the Death Valley region, California, *Amer. Mineral.*, 46, 560-571.

ERD, R. C., 1976. *Supplement to Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry, Volume V, Boron*, Part A, Longman, London y New York, 71 p.

GALLISKI, M. A., 1989. Comunicación personal.

KONNERT, J. A., CLARK, J. R. y CHRIST, C. L., 1972. Gowerite,  $Ca B_5O_8 (OH) B (OH)_3 3 H_2O$ , crystal structure and comparison with related borates, *Amer. Mineral.*, 57, 381-396.

LEHMANN, H. A., SCHAARSCHMIDT, K. y GÜNTHER, I., 1966. Über Bildungen und Existenzbedingungen von Gowerit,  $Ca B_4O_{10} 5 H_2O$ , und Nobleit,  $Ca B_4O_{10} 4 H_2O$ , sowie ihre Umwandlung in  $Ca_3B_2O_3 12 H_2O$ , *Zeitscher. anorg. und allgem. Chemie*, 346, 12-20.

OLIVARES, R. S., 1975. *Estudio geológico del Salar de Surire, provincia de Arica, Chile*, Instituto de Investigaciones Geológicas, Arica, p. 56, inédito.

RUSANSKY, J. E., 1985. *Estudio geológico económico de la mina de boratos Monte Rosa (I y II), departamento Los Andes, provincia de Salta, Argentina*, Tesis Doctoral, Univ. Nacional La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, 318 p., inédita.

TURNER, J. C., 1964. Descripción geológica de la Hoja 7c, Nevado de Cachi, provincia de Salta, *Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Boletín 99*, 78 p. + perfiles y mapas.

WEIR, C. E., 1966. Infrared spectra of the hydrated borates, *Journal of Research*, National Bureau of Standards, USA, 70 A, 153-164.

Manuscrito recibido el 6 de noviembre de 1992