

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1973

05.73.11

Congreso geológico argentino. 5., Villa Carlos Paz, Córdoba, 1972. Actas. Buenos Aires, Asociación Geológica Argentina, 1973, v. 1, p. 261-269.

TURMALINAS DE COLOR EN LA REPUBLICA ARGENTINA

Por ROBERTO O. TOUBES*, CARLOS A. RINALDI** y ANIBAL J. FIGINI*

RESUMEN

Se estudiaron las turmalinas de colores azul, rosa, verde e incolora que, junto a la variedad negra, aparecen en la pegmatita de la mina "San Elías" (lepidolita y berilo) en la provincia de San Luis. El trabajo comprende determinaciones ópticas, cristalográficas y químicas, a más de su distribución zonal en la roca.

ABSTRACT

The blue, pink, green and colorless tourmalines, that appear with the black variety in the pegmatites of the "San Elías" mine (lepidolite and beryl), in the province of San Luis, were studied. The paper contains optic, crystallographic and chemical determinations, and also the zonal distributions in the rock.

I. INTRODUCCION

La turmalina es un mineral de amplia difusión. En la República Argentina ha sido mencionado innumerables veces en informes y trabajos petrográficos o sobre geología económica, en las formas y asociaciones más variadas. Así, Ahlfeld y Angelelli (1948) citan numerosas localidades expresando que, en todos los casos, se trata de la variedad negra denominada chorlo.

Las primeras referencias concretas sobre turmalinas de color aparecerían en los trabajos, casi simultáneos, de Herrera (1963) y el de Angelelli y Rinaldi (1963), donde incluyen el estudio sobre la pegmatita de la mina "San Elías", de la provincia de San Luis. El primero indica la presencia de cristales de color verde azulado a azul oscuro, no muy abundantes y con tendencia a agruparse alrededor de los cristales de ambligonita. Los segundos solamente mencionan la existencia de individuos de turmalina "de color negro y verde oscuro hasta verde claro y transparente, en cristales delgados". En ambos casos no se le otorga a la mención, una mayor importancia.

* Facultad de Cs. Naturales y Museo, U.N.L.P.

** Facultad de Cs. Ex. y Naturales, U.B.A.

Posteriormente, uno de los autores (Toubes), realizó una visita a dicha mina en compañía de su dueño, Sr. Leonardo Fainhand (a quien se agradece por las facilidades acordadas), confirmando la presencia de turmalinas de color en hermosos cristales que coleccionó para su estudio.

Aun cuando es costumbre hablar sobre la turmalina (en singular), debe considerarse que, en realidad, el término corresponde a un grupo de minerales isomorfos, de composición química compleja y con amplias variaciones tanto que su fórmula aun no está perfectamente definida. Las variedades principales son: *dravita*: con Mg; *chorlo*: con Fe, y *elbaita*: con Li y Na, como cationes más importantes en los tres casos.

Staatz et al. (1955) hacen hincapié en el hecho de que el color y composición química de las turmalinas están, en cierta forma, relacionados con el tipo de roca huésped, de manera que la variedad *chorlo* es encontrada preferentemente en granitos, pegmatitas graníticas y esquistos; la *dravita* es característica de dolomitas y calizas y aquellas ricas en litio están restringidas a las pegmatitas.

Los especímenes encontrados en la mina "San Elías" corresponden a *chorlo* y *elbaita*, perteneciendo a esta última, algunas sub-variedades (por el color) que reciben un nombre especial, a saber:

- chorlo*: verde o azul muy oscuros a negro
- elbaitas*:
- indicolita*: azul Francia
- verdelita*: verde
- rubellita*: rosada
- acroíta*: incolora

Considerando que su estudio es una contribución al conocimiento de los minerales de nuestro país y que, en este caso, puede existir un valor potencial de índole comercial (gemas) si aparecen cristales de tamaño algo mayor, se encaró esta investigación sobre las turmalinas de color en la República Argentina.

II. FORMA DE PRESENTARSE

La mina "San Elías", de lepidolita y berilo, se encuentra en la sierra de la Estanzuela, a unos 30 km al ENE de la localidad de Naschel o también a 10 km, con igual dirección, del casco de la estancia "La Celestina", en el partido Estanzuela, departamento Chacabuco, provincia de San Luis (fig. 1).

Corresponde a un cuerpo pegmatítico concordante con esquistos cuarzo-micáceos orientados, preponderantemente, hacia el N y NNE. Su descripción general fue dada, con suficiente amplitud, por Angelelli y Rinaldi (1963). La excepción está dada por la presencia de la turmalina que, si bien fue ob-

servada en el momento de efectuar ese estudio, al avanzar posteriormente los trabajos mineros apareció en forma mucho más conspicua.

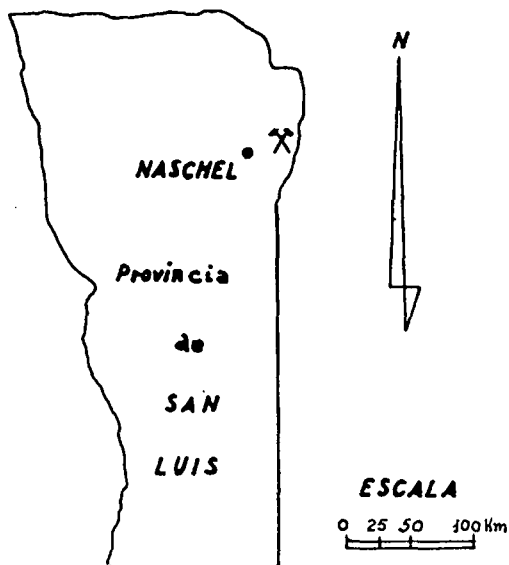


Fig. 1. — Ubicación de la mina « San Elías »

Aun cuando el mineral se encuentra diseminado en toda la pegmatita con excepción de la zona central, en los sectores medio y norte (labores 4, 5 y 6) surgió, al profundizar, una área cuyas características no se observaron en superficie. Consiste en una masa de plagioclasa sacaroide (Ab_{100}), típica de un cuerpo de reemplazo, donde se insertan los cristales de las turmalinas de colores. Además, entre las labores 3 y 4 existe una aparente falla en cuyo relleno (plagioclasas y cuarzo molidos con cemento carbonático) es posible observar la presencia de abundantes cristales de turmalinas, fracturados en su mayor parte.

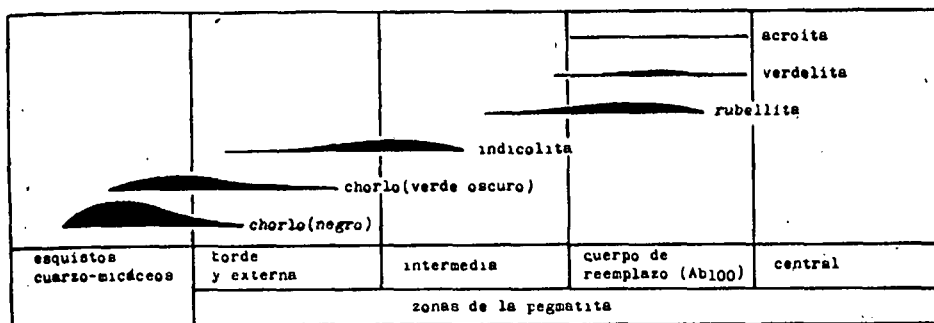


Fig. 2. — Abundancia relativa y ubicación zonal de las turmalinas

Por último, se puede indicar que, en la distribución de las turmalinas e relación a la zonación transversal, las variedades negras aparecen en losquistos micáceos y aquellas de color lo hacen escalonadas en la forma indicada en la Fig. 2. Esto guarda un completo acuerdo con lo demostrado por Staat *et al.* (*Op. cit.*) en la parte medular de su obra.

III. DESCRIPCION DEL MINERAL

1. Hábito y propiedades físicas

Las turmalinas aparecen aquí con su forma típica en cristales de hábito prismático alargado con estrías verticales, terminados en pirámide trigonal o ditrigonal. Generalmente, la sección transversal es ligeramente redondeada por preeminencia del prisma $\{1010\}$ sobre el $\{1120\}$. Los cristales más pequeños presentan sus caras totalmente lisas o con muy pocas estrías.

El tamaño de los cristales es muy variable. Los más grandes corresponden a la variedad chorlo, que puede alcanzar hasta 3-4 cm de largo por 1 cm de ancho, igual que la indicolita aunque esta última presenta sus cristales con terminaciones muy irregulares por intercrecimiento con las plagioclasas de la roca. Los cristales verdes y rosados tienen como máximo unos 2 cm de largo por 0,6 cm de ancho y los totalmente incoloros son casi aciculares con 1 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho los más grandes.

Es muy común encontrar individuos que presentan coloración zonal paralela a las caras prismáticas, con el centro de color rosado que pasa a verde con distintos tonos en la capa externa y la cual es conocida, por comparación, como turmalina-sandía. También ocurre que la variación de color se dispone en bandas transversales, de manera que un cristal es verde en un extremo y rosado o incoloro en el otro. La variedad chorlo presenta variaciones de color entre negro, castaño pardo muy oscuro y verde oscuro a muy oscuro, los cuales se distribuyen en forma irregular o en forma concéntrica paralela al eje cristalográfico *c*, con el centro del color más oscuro.

En general, las caras de los cristales presentan un brillo vítreo que es más vívido en las fracturas frescas, de tipo concoidal.

El peso específico fue medido, en picnómetro, para las variedades chorlo, verdelita e indicolita, encontrándose dentro de los valores normales. Su resultado aparece en el Cuadro III.

La dureza fue medida por comparación, dando un valor ligeramente superior a 7 (chorlo e indicolita), ya que el cuarzo no las raya en forma alguna y el topacio lo hace de manera bastante fácil. El mineral molido da un polvo de color blanco para las elbaítas y blanco grisáceo a ligeramente verdoso para chorlo.

2. Cristalografía

Este ciclosilicato cristaliza en el sistema trigonal, clase 3m (piramidal ditrigonal). Deer, Howie y Zussman (1964) dan, para la celda elemental, los datos que siguen:

$$a_0 = 15,84-16,03 \text{ \AA}; c_0 = 7,10-7,25 \text{ \AA}; Z = 3 \text{ Grupo espacial R3m.}$$

Los valores más altos de los parámetros corresponden a la variedad chorlo y los más bajos a las sub-variedades de elbaita.

Se obtuvieron los espaciados de rayos-X de las cinco variedades y sub-variedades estudiadas, los cuales coinciden perfectamente entre sí y, en igual forma, con aquellos dados por el A.S.T.M., fichas 14-76 y 14-76a. Por tal motivo se considera que sería superfluo incluirlos en este trabajo.

3. Óptica

Se midieron los índices de refracción de las cinco variedades y sub-variedades estudiadas: chorlo, indicolita, verdelita, rubellita y acroita. Para la primera se tomaron los valores sobre cristales de color verde muy oscuro y sobre aquellos de color negro. En estos últimos, que son los predominantes, se puede observar al microscopio y en forma ocasional, un pasaje a color azul muy oscuro.

Los datos correspondientes a las propiedades ópticas figuran en el Cuadro I, donde se observa que a un incremento de los índices de refracción y del valor de la birrefringencia, acompaña un aumento del contenido de hierro total.

CUADRO I
Propiedades ópticas de las turmalinas
Mineral uniaxial negativo

	Acroita	Rubellita	Verdelita	Indicolita	Chorlo	
					verde muy oscuro	azul muy oscuro a negro
Pleocroísmo ω	—	rosa muy pálido	verde muy pálido	azul	verde azulado	castaño verdoso a azul muy oscuro
ϵ	—	incoloro	incoloro	incoloro	verde pálido	azul verdoso pálido a incoloro.
Índices de refracción $\pm 0,003$. . ω	1,634	1,636	1,640	1,639	1,643	1,650
ϵ	1,617	1,618	1,622	1,622	1,624	1,628
Birrefringencia δ . .	0,017	0,018	0,018	0,017	0,019	0,022

4. Química

Según Deer, Howie y Zussman (*Op. cit.*), existe una serie completa entre los extremos dravita y chorlo por un lado y entre chorlo y elbaita por otro pero parece no haberlo entre dravita y elbaita. Con ello, la fórmula general varía mucho según distintos autores, siendo la más aceptada en la actualidad la dada por Donnay y Buerger (1950) y, en cierto modo, reafirmada más tarde por Ito y Sadanaga (1951): $\text{Na R}_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH})_4$ donde el Na puede ser reemplazado parcialmente por K o Ca (compensando valencias) y R = Mg, Fe, Mn, Li, Al; además, el (OH) puede estar parcialmente reemplazado por F. El titanio, que muchas veces está presente en cantidades bajas, estaría reemplazando, posiblemente, al Fe^{3+} o al Al^{3+} .

Las turmalinas aquí estudiadas fueron analizadas espectrográficamente en forma semi-cuantitativa, figurando los resultados en el Cuadro II. Además, se analizaron químicamente cuatro variedades, descartando la acroita por su escasa cantidad y uniendo la verde muy oscuro con la negra en la variedad chorlo. Los resultados están dados en el Cuadro III.

Staatz *et al.* (*Op. cit.*), demostraron que, para una misma pegmatita, las turmalinas en la zona externa contienen más hierro que aquellos de la zona interna y éstas más que las del núcleo, existiendo una relación inversa entre el hierro y el litio. El gráfico de la Fig. 2 confirma lo primero, pero los contenidos de hierro y litio no son claros en cuanto a su relación.

Respecto al color de las turmalinas, evidentemente el hierro es responsable del negro de chorlo. Para las elbaitas, son numerosos los estudios realizados para determinar las probables causas de un determinado tinte, pudiendo encontrarse una buena reseña en Deer, Howie y Zussman (*Op. cit.*, págs. 313-314). Sus conclusiones más notorias son: 1) el rosado se debe a la presencia de manganeso divalente en cantidad apreciable frente a un bajo contenido de hierro total; 2) el verde ocurre por una proporción considerable de hierro ferroso; 3) no hay suficientes evidencias por el color azul.

Para este trabajo, los análisis químicos están de acuerdo con lo anteriormente expuesto, solamente en cuanto al bajo contenido de hierro de la rubellita. En el caso 3) se puede mencionar que, para la indicolita en relación con los otros análisis, hay un aumento en los porcentajes de sílice y potasio con una disminución de calcio, litio y sodio, especialmente los dos últimos.

Finalmente, cabe agregar que el análisis espectrográfico acusa, como datos sobresalientes, un contenido apreciable de fósforo en la rubellita, de zinc en verdellita, indicolita y especialmente chorlo (0,3 a 1 %) y de estaño en acroita y rubellita.

CUADRO II
Análisis espectrográficos¹

Elementos ²	acroita	rubellita	verdelita	indicolita	chorlo
P.....	~3000	<u>1000-3000</u>	<3000 Pr	<3000 Pr	<3000 Pr
Be.....	< 10 Pr	< 10 Pr	< 10 »	n. d.	< 10 »
Ti.....	~ 30	~ 30	~ 100	~ 100	~ 300
V.....	n. d.	n. d.	n. d.	30-100	n. d.
Cr.....	»	»	»	n. d.	»
Co.....	n. d.	»	»	»	»
Ni.....	< 300 Pr	< 300 Pr	< 300 Pr	»	< 300 Pr
Cu.....	< 10 »	< 10 »	< 10 »	< 10 Pr	< 10 »
Zn.....	<1000 »	<1000 »	<u>1000-3000</u>	~3000	3000-10000
Zr.....	< 100 »	< 100 »	< 100 Pr	n. d.	< 100 Pr
Mo.....	n. d.	n. d.	n. d.	»	n. d.
Ag.....	< 10 Pr	< 10 Pr	< 10 Pr	< 10 Pr	< 10 Pr
Cd.....	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Sn.....	<u>300-1000</u>	<u>300-1000</u>	»	< 300 Pr	»
Sb.....	n. d.	n. d.	»	—	»
Hg.....	»	»	»	—	»
Pb.....	<u>300-1000</u>	<u>300-1000</u>	<u>300-1000</u>	~ 300	»
Bi.....	n. d.	< 30 Pr	< 30 Pr	—	»

Résultados en ppm.

n. d. = no detectado ; Pr = indica presente

La cifra subrayada significa el valor mas cercano en ese intervalo

¹ Ejecutados en un espectrógrafo Jarrell-Ash, Mark IV, con red de difracción de 15000 líneas por pulgada. Las muestras fueron excitadas con arco de corriente continua (10 amperios). Las determinaciones se hicieron en forma semicuantitativa por comparación contra placa con patrones « Spex ». La realización de estos análisis estuvo a cargo de los Doctores F. Azcoaga y D. Batistoni, de la Gerencia de Materias Primas, Comisión Nacional de Energía Atómica, a quienes se agradece la colaboración.

² No se consignau los elementos que figuran en el análisis químico del Cuadro III.

CUADRO III

Análisis químicos¹

	Rubellita	Verdelita	Indicolita	Chorlo
SiO ₂	35,40	35,40	40,10	36,00
B ₂ O ₃	10,80	11,00	10,50	10,90
Al ₂ O ₃	43,80	40,70	37,20	32,70
Fe ₂ O ₃	0,80	2,10	2,82	10,70
FeO.....	0,10	0,30	0,35	1,90
MnO.....	0,30	1,00	0,75	0,40*
MgO.....	0,20	0,20	0,34	0,20
CaO.....	0,80	1,00	0,23	0,50
Na ₂ O.....	2,20	2,70	1,00	3,00
K ₂ O.....	0,20	0,16	0,40	0,15
Li ₂ O.....	1,70	1,70	0,50	1,10
H ₂ O.....	4,00	3,90	3,70	3,20
Total.....	100,30	100,16	97,89	100,75

Número de iones sobre la base de 31 oxígenos

Si.....	5,64	} 14,60	5,70	} 14,75	6,49	} 15,42	5,99	} 15,13
B.....	2,96		3,05		2,83		3,14	
Al.....	6,00		6,00		6,00		6,00	
Al.....	2,23	} 4,35	1,75	} 4,37	1,11	} 2,33	0,42	} 3,96
Fe (+++).....	0,10		0,28		0,34		1,34	
Fe (++).....	0,01		0,04		0,05		0,26	
Mn.....	0,04		0,14		0,11		0,06	
Mg.....	0,05		0,05		0,01		0,05	
Ca.....	0,13		0,17		—		0,09	
Na.....	0,68		0,84		0,31		0,96	
K.....	0,04		0,03		0,08		0,04	
Li.....	1,07	1,07	0,32	0,74				
OH.....	4,25		4,18		3,99		3,56	
F.....	no determ.		no determ.		no determ.		no determ.	
Peso específico.	—		3,08		3,12		3,15	

¹ Analista: Anibal J. Figini.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AHLFELD, F. y ANGELELLI, V. 1948. *Las especies minerales de la República Argentina*. Publicación Nº 458, Inst. Geol. Minería, Univ. Nac. Tucumán, Jujuy.
- ANGELELLI, V. y RINALDI, C. A. 1963. *Yacimientos de minerales de litio de las provincias de San Luis y Córdoba*. Informe 91, Com. Nac. Energía Atómica, Buenos Aires.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. y ZUSSMAN, J. 1964. *Rock-forming minerals. I. Ortho and ring silicates*, 300-319.
- DONNAY, G. y BUERGER, M. J. 1950. *The determination of the crystal structure of tourmaline*. Acta Crystallographica, III, 379-383.
- HERRERA, A. O. 1963. *Las pegmatitas de la Sierra de San Luis. Estructura interna, mineralogía y génesis*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XVIII, 43-71.
- ITO, T. y SADANAGA, R. 1951. *A Fourier analysis of the structure of tourmaline*. IV, 385-390.
- STAATZ, M. H.; MURATA, K. J. y GLASS, J. J. 1955. *Variation of composition and physical properties of tourmaline with its position in the pegmatite*. Am. Mineralogist, 789-304.