



Microinclusiones en casiteritas de distintos tipos de yacimientos del centro-oeste de España

Microinclusions in cassiterite of different deposits in western Spain

MURCIEGO, A.; GARCIA SANCHEZ, A.; MARTIN POZAS, J. M.

Se incluyen en este estudio casiteritas procedentes de distintos yacimientos de Salamanca y Extremadura que se han seleccionado en función de sus diferentes caracteres: hábito, color, zonación, tipología genética y composición química.

Se presenta la descripción microscópica así como la composición química obtenida mediante microsonda de las casiteritas y sus microinclusiones. Cabe destacar una clara relación entre la razón Nb/Ta y el tipo genético. Por otro lado, la razón Fe/Mn es característica propia del ambiente geoquímico de cada yacimiento. Las casiteritas ricas en Nb y Ta contienen microinclusiones de columbo-tantalita, las casiteritas ricas en Ti y Nb, ilmeneo-rutilo y columbo-tantalita y las esencialmente, titaníferas, rutilos.

Palabras clave: casiterita, microinclusión, Centro-Oeste de España.

Cassiterites of different deposits in western Spain were selected for this study by different characteristics: colour, crystal habit, zonation, genetic type and chemical composition.

Microscopic description and Microprobe analysis of cassiterites and microinclusions are presented. There is correlation between columbite-tantalite composition (Nb/Ta) and the genetic type; on the other hand, Fe/Mn depends of geochemical environment in ore deposits formation. The Nb-Ta cassiterites contain microinclusions of columbite-tantalite, the Ti-Nb cassiterites microinclusions of ilmeneo-rutile and columbite-Tantalite and the Ti-cassiterites, rutiles.

Key words: cassiterites, microinclusion, western Spain.

MURCIEGO, A.

(C.S.I.C., Apto. 257. Salamanca)

(Dpto. de Geología. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced. Salamanca)

GARCIA SANCHEZ, A.

(C.S.I.C., Apto. 257. Salamanca)

MARTIN POZAS, J. M.

(Dpto. de Geología. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced. Salamanca)

INTRODUCCION

La microscopía de luz transmitida y reflejada, así como la microsonda electrónica, entre otras técnicas, han permitido evidenciar la inhomogeneidad que presentan los cristales de casiterita. Diferentes fases minerales han sido observadas en su interior; a ellas se les ha dedicado una atención especial debido a que pueden ser las responsables de las variaciones existentes en las propiedades del mineral (composición química, color, magnetismo, etc...).

NOLL (1949), GRIGOR'EV y DOLOMANOVA (1951), DOLOMANOVA *et al.* (1966); entre otros manifiestan que los elementos que aparecen como impurezas en la casiterita no sustituyen al Sn(IV), sino que forman parte de fases independientes (columbotantalita, tapiolita, wolframita, rutilo, hematites, etc...) que actúan como pigmentos alochromáticos y aparecen en las zonas más oscuras. GRUBB y HANNAFORD (1966) consideran las inclusiones de ferrohidroxiestannatos y estannatos de Fe como los responsables del contenido en Fe de la casiterita. VORONINA *et al.* (1978) citan las micro y macroinclusiones de columbotantalita, tapiolita, wolframita, magnetita, hematites e hidróxidos de Fe como las diferentes formas de aparición del Fe en casiteritas, considerando que sólo una pequeña parte del Fe(III) estaría incorporado en la estructura de éstas.

Los elevados contenidos de Niobio y Tántalo en la casiterita han sido frecuentemente relacionados con la presencia de inclusiones de columbotantalita y tapiolita (ZUBKOV y GALETSKIY, 1966; STEVENSON y TAYLOR, 1973; VORONINA *et al.*, 1978; CERNY y ERCIT, 1985).

MAXIMYUK y LEBEDEVVA (1968) consideraron que el límite de incorporación del Nb y Ta en la estructura del mineral es del 0,1 % como $(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_3$; cualquier exceso estará concentrado en microinclusiones de columbotantalita y tapiolita.

Algunas de las microinclusiones encon-

tradas han sido citadas como la causa del paramagnetismo que, a veces, exhibe la casiterita; entre ellas, la magnetita (PILLAI, 1971; GREAVES *et al.*, 1971; DOBROVOLSKAYA, 1972; VORONINA *et al.*, 1978; MOORE y HOWIE, 1979), columbotantalita y tapiolita (RAMDOHR, 1961).

Otro aspecto de interés es la relación entre la presencia de determinadas inclusiones y la procedencia genética de la casiterita. Frecuentemente, se han observado microinclusiones de columbotantalita en casiteritas de yacimientos de diseminación en granitos, pegmatitas y metasomatitas feldespáticas (ZUBKOV y GALETSKIY, 1966; VORONINA *et al.*, 1978; CERNY y ERCIT, 1985). En casiteritas de paragénesis hidrotermales de alta temperatura destaca la presencia de importantes cantidades de hidroestannatos de Fe (GRUBB y HANNAFORD, 1966). Microinclusiones de magnetita, hematites y varios hidróxidos de Fe son típicas de las casiteritas de skarn, asociaciones casiterita + silicatos + sulfuros, cuarzo + casiterita e inclusiones de sulfuros de Fe de asociaciones de baja temperatura de depósitos caracterizados por la presencia de sulfuros (VORONINA *et al.*, 1978).

Nuestro estudio se encuadra dentro del propósito de constatar la inhomogeneidad citada por diferentes autores dentro de la casiterita, determinar su composición química y la de las fases que alberga, estableciendo si existe o no relación entre ellas. El tamaño, forma y modo de distribución de las microinclusiones en el interior de la casiterita, unido a otros criterios pueden permitir una aproximación al conocimiento de la relación genética entre ambas.

Cabe señalar que hasta la fecha no existe ningún estudio sistemático para distinguir inclusiones primarias de los productos de exsolución y segregación en un estadio tardío.

En este trabajo se incluyen casiteritas de cinco yacimientos del Centro-Oeste de España, cuya localización se indica en la Fig. 1 (1: Lumbrales, 2: Golpejas, 3: El Cubito, 4

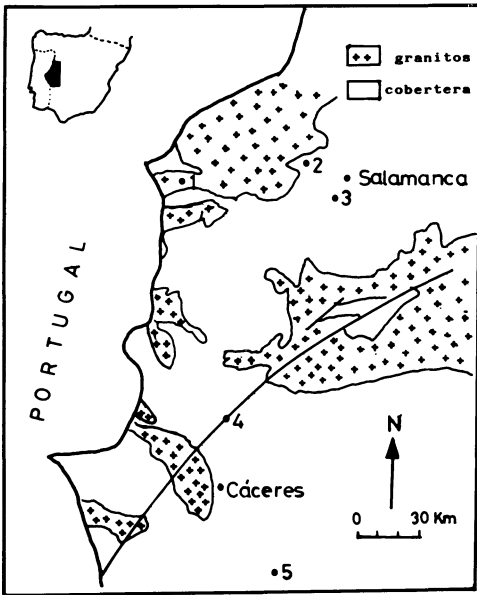


Fig. 1

Las Navas, 5: La Parrilla). Más información sobre las mismas puede consultarse en MURCIEGO *et al.* (1985).

MÉTODOS ANALÍTICOS

El análisis puntual de casiteritas y microinclusiones se ha realizado con la microsonda CAMEBAX del Servicio Común de Microanálisis de la Universidad de Nancy I (Francia).

Las condiciones analíticas han sido las siguientes:

Corriente sobre la muestra: 10 A
 Tensión de aceleración: 20.00 Kv
 Tiempo de contaje: 20 segundos
 Tamaño del haz: 1 a 3 micras
 Elementos analizados:
 $L\alpha$ (W, Ta, Sn, Nb) y $K\alpha$ (Ti, Fe, Mn)
 Programa de corrección: ZAF

RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla I se presenta la descripción microscópica (en luz reflejada y transmitida) de las casiteritas y sus inclusiones minerales de los cinco yacimientos citados.

Los análisis químicos puntuales tanto de casiteritas como de microinclusiones, realizados por Microsonda Electrónica, y algunas relaciones interelementales de interés se presentan en las Tablas II, III, IV, V, VI y VII. Los datos químicos se expresan en % catiónico.

A partir de los datos analíticos se ponen de manifiesto una serie de evidencias:

— Las casiteritas y sus microinclusiones muestran un amplio rango composicional (Tablas II-VII).

— En las zonas claras de las casiteritas el contenido en impurezas (elementos menores o en traza) es mucho más bajo que en las oscuras. Determinados elementos se incrementan significativamente al pasar de las zonas claras a las oscuras. Así, en las casiteritas del yacimiento pegmatítico de El Cubito son el Fe, Ti y Nb los elementos que ofrecen el mayor contraste entre unas y otras zonas. Contrariamente los contenidos más elevados de Ta corresponden a las zonas más claras y los más bajos a las más oscuras. Las microinclusiones encontradas en estas casiteritas son columbo-tantalitas ($Nb/Ta > 1$), esencialmente, ferríferas. Bajo microscopía de luz transmitida se ha observado que en aquellas partes de la casiterita en la que se desarrolla una ligera zonación las microinclusiones visibles al microscopio están ausentes, mientras que, por el contrario, en aquellas partes en las que éstas abundan, la casiterita sufre un proceso de «decoloración» y se observan restos de la coloración (a veces, ligera zonación) original (Fotos 1 y 2).

Las zonas más oscuras de las casiteritas de Las Navas se caracterizan por tener mayores contenidos en Nb, Ta y Mn que en las claras. En ambas zonas, el Titanio está por debajo del límite de detección (0.01 %).

TABLA I.

MICROINCLUSIONES MINERALES EN CASITERITA				CASITERITA		
YACIMIENTO	TIPO	TAMAÑO	FORMA	DISTRIBUCION	LUZ TRANSMITIDA	LUZ REFLEJADA
EL CUBITO Pegmatita	CB-TA	<10 - 100 μ	Irregular	Borde y centro del cristal. Bandas.	Muy pleocroica (marrón claro a marrón rojizo). Zonación.	Ligero pleocroismo (tonos grises); Secciones \diamond Macias.
LAS NAVAS Pegmatita	CB-TA	<10 - 380 μ	Irregular Redondeada Alargada	Borde del cristal. Bandas En fracturas.	Pleocroica: Marrón verdoso claro a oscuro.	Gris No pleocroica Secciones \diamond \curvearrowright
GOLPEJAS Filones Q+PK+Amblig.	CB-TA	10 - 50 μ	Irregular	En borde y centro del cristal	Marrón claro a marrón rojizo intenso.	Gris Pleocroismo muy débil. Secciones \diamond
EL CUBITO Filones Q	Ilrut. CB-TA	<10 abundan 10 - 100 μ	Irregular Alargada	Borde del cristal. En bandas. En grupos	Incolora a marrón oscura. Muy pleocroica Zonación	Pleocroismo visible Formas prismáticas apuntadas en pirámides Macias .
LUMBRALES Filones Q+Sulfuros	Ilrut. CB-TA	<10 - 100 μ	Irregular Alargada	En grupos A lo largo de planos de macla	Incolora a marrón rojiza. Muy pleocroica Zonación	Gris Muy pleocroica Formas prismáticas apuntadas en pirámides Macias .
LA PARRILLA Filones Q+Scnelita +Sulfuros	Rutilo	<10 - 110 μ	Irregular Redondeada Alargada	En bandas En grupos A lo largo de planos de macla y crecimiento.	Incolora a marrón oscura. Muy pleocroica	Gris Pleocroismo visible Formas prismáticas apuntadas en pirámides Macias

CB-TA == Columbotantalita

Ilrut. == Ilmenorutilo

TABLA II. Yacimiento de Las Navas.

	W	Ta	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	$\frac{Fe+Mn}{Nb+Ta}$	Nb/Ta	Fe/Mn
Casiterita oscura	<0.01	1.10	<0.01	95.52	0.07	2.71	0.40	0.12	2.46	0.17
	<0.07	0.77	<0.01	96.79	0.05	1.83	0.47	0.20	2.37	0.11
	<0.01	0.05	<0.01	96.83	<0.01	2.06	0.34	0.16	41.2	0.03
	<0.01	2.60	<0.01	93.78	<0.01	2.57	0.92	0.18	0.98	0.01
Casiterita clara	<0.01	<0.01	<0.01	99.53	0.05	0.40	<0.01	0.12	40	5
	<0.01	0.04	<0.01	99.57	<0.01	0.13	0.02	0.11	3.25	0.5
	<0.01	0.63	<0.01	97.70	<0.01	1.44	0.21	0.10	2.28	0.05
	<0.01	0.29	<0.01	99.09	<0.01	0.37	0.23	0.35	1.27	0.04
Microincl. Columbotant.	<0.01	16.05	<0.01	<0.01	1.72	51.61	30.4	0.47	3.21	0.05
	0.28	22.07	1.54	0.46	1.64	42.86	31.0	0.50	1.94	0.05
	0.29	23.46	0.91	0.42	1.90	42.00	31.0	0.50	1.79	0.06
	<0.01	17.18	<0.01	0.24	1.87	50.94	29.33	0.46	2.96	0.06
	<0.01	17.94	<0.01	1.32	2.04	49.58	28.46	0.47	2.70	0.07
	<0.01	22.93	<0.01	0.20	0.87	43.75	31.00	0.47	1.90	0.03
	<0.01	19.84	<0.01	0.16	0.83	47.89	30.65	0.46	2.40	0.03
	0.02	19.36	<0.01	0.25	0.83	47.91	31.01	0.47	2.47	0.03
	<0.01	24.01	<0.01	0.33	0.67	43.32	31.20	0.47	1.80	0.02
	<0.01	17.15	<0.01	0.37	0.71	50.34	30.27	0.46	2.93	0.02
	0.51	23.19	1.46	0.28	0.99	41.69	31.72	0.50	1.80	0.03
	0.41	20.74	0.61	0.39	0.93	46.04	30.85	0.47	2.22	0.03
	<0.01	19.42	0.05	<0.01	0.61	47.87	31.30	0.47	2.46	0.02
	0.05	21.09	<0.01	0.19	1.68	46.52	30.45	0.47	2.30	0.05
	<0.01	22.44	<0.01	0.48	1.32	44.25	31.27	0.48	1.97	0.04

TABLA III. Yacimiento de Golpejas.

	W	Ta	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	Fe+Mn		Fe/Mn
								Nb+Ta	Nb/Ta	
Casiterita oscura	<0.01	1.52	<0.01	93.06	1.31	3.70	0.40	0.32	24.7	3.3
	<0.01	1.62	<0.01	92.82	1.45	3.41	0.38	0.36	5.0	3.8
	<0.01	1.22	<0.01	94.71	1.33	1.69	0.32	0.56	1.4	4.2
	<0.01	1.73	<0.01	91.99	1.68	3.70	0.53	0.40	2.1	3.2
Casiterita clara	<0.01	0.65	<0.01	98.63	0.41	0.27	<0.01	0.44	0.4	41
	<0.01	0.56	<0.01	98.72	0.37	0.14	0.02	0.56	0.2	18.5
	<0.01	0.44	<0.01	98.86	0.36	0.33	<0.01	0.46	0.8	36
	<0.01	0.77	<0.01	97.52	0.52	0.76	0.13	0.42	1.0	4.1
Microinclusión columbo-tantal.	<0.01	24.12	0.54	0.29	23.71	42.20	9.12	0.49	1.7	2.6
	<0.01	18.76	0.27	0.14	23.70	48.10	9.00	0.49	2.6	2.6
	<0.01	23.61	0.22	0.36	23.36	43.18	9.25	0.48	1.8	2.5
	<0.01	22.76	0.27	3.54	23.08	42.11	8.23	0.48	1.8	2.8
	<0.01	23.07	0.40	0.36	23.19	44.13	8.85	0.47	1.9	2.6
	<0.01	21.75	0.50	0.38	23.50	45.08	8.77	0.48	2.1	2.7

TABLA IV. Yacimiento de El Cubito (Pegmatita).

	W	Ta	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	$\frac{Fe+Mn}{Nb+Ta}$	Nb/Ta	Fe/Mn
Casiterita Clara	<0.01	0.53	0.45	98.31	0.32	0.23	0.15	0.62	0.42	2.2
	<0.01	0.14	1.11	98.51	<0.01	0.08	0.06	0.30	0.58	0.16
	<0.01	0.21	0.94	98.25	0.21	0.18	<0.01	0.53	0.85	21
Casiterita oscura	<0.01	0.17	<0.01	99.53	0.19	0.03	<0.01	0.92	0.20	19
	<0.01	0.02	<0.01	98.48	0.47	0.96	<0.01	0.48	48	47
	<0.01	0.20	0.06	97.15	0.86	1.61	<0.01	0.47	7.8	86
	<0.01	0.11	<0.01	97.05	0.93	1.77	<0.01	0.49	16.4	93
Microinclusión columbotantalita	<0.01	0.16	0.04	97.47	0.88	1.43	0.02	0.56	8.8	44
	<0.01	19.36	1.38	0.25	30.03	46.32	2.65	0.49	2.40	11.3
	<0.01	17.03	1.38	0.24	23.72	48.89	8.73	0.49	2.87	2.7
	<0.01	19.3	1.77	0.49	26.3	46.03	6.08	0.49	2.38	4.3
	<0.01	16.55	1.22	0.40	30.00	49.86	1.94	0.48	3.01	15.5
	<0.01	15.16	1.58	0.47	31.8	49.5	1.39	0.51	3.26	22.9
	<0.01	15.16	1.42	0.49	29.78	50.06	3.07	0.50	3.30	9.7
	<0.01	12.14	1.46	0.39	28.3	53.13	4.56	0.51	4.37	6.2
<0.01	13.25	1.30	0.33	25.74	51.80	7.55	0.51	3.91	3.4	

TABLA V. Yacimiento de El Cubito (Filones).

	W	Ta	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	Fe+Mn		Fe/Mn
								Nb+Ta	Nb/Ta	
Casiterita	0.05	0.26	0.24	98.98	0.11	0.27	0.06	0.32	1.04	1.8
	<0.01	0.17	0.26	99.27	0.28	<0.01	<0.01	1.61	0.06	28.0
	0.08	0.09	0.34	99.30	0.07	<0.01	0.08	1.61	0.11	0.9
	0.09	0.21	0.30	99.44	<0.01	<0.01	0.02	0.14	0.05	0.5
	0.19	0.11	0.34	99.03	0.20	0.09	0.02	1.10	0.81	10.0
	0.18	0.25	0.30	99.17	0.09	<0.01	<0.01	0.38	0.04	9.0
Microinclus. Ilmenorutilo	<0.01	8.77	62.89	3.34	11.05	13.95	<0.01	0.48	1.6	*
	<0.01	12.14	70.40	0.88	9.73	6.83	<0.01	0.51	0.56	
	0.08	14.84	61.12	1.45	12.52	9.98	<0.01	0.50	0.67	
	0.39	11.61	63.32	1.33	11.49	11.83	<0.01	0.49	1.02	
	<0.01	8.81	72.70	1.07	8.35	9.05	<0.01	0.46	1.03	
	0.32	10.10	67.13	2.12	9.35	10.97	<0.01	0.44	1.08	
	0.24	6.27	78.09	1.41	6.74	7.21	0.02	0.50	1.15	
	0.33	13.40	63.88	1.58	11.27	9.52	<0.01	0.50	0.71	
	0.44	9.77	71.64	1.04	9.26	7.84	<0.01	0.52	0.80	
0.48	8.62	70.56	1.29	9.48	9.55	<0.01	0.52	1.10		
Microinclus. Columbotant.	0.18	14.74	7.84	1.16	26.94	48.83	0.29	0.43	3.31	92.9
	0.24	12.05	12.00	1.96	26.32	47.08	0.31	0.45	3.90	84.9
	0.92	18.17	11.02	1.81	26.70	40.90	0.47	0.46	2.25	56.8
	1.14	15.90	8.32	1.36	19.53	45.22	8.51	0.46	2.84	2.3
	1.02	18.13	13.45	2.96	25.84	38.09	0.48	0.47	2.1	53.8

TABLA VI. Yacimiento de Lumbrales.

	W	Ta	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	$\frac{Fe+Mn}{Nb+Ta}$	Nb/Ta	Fe/Mn
Casiterita oscura	<0.01	<0.01	1.22	97.12	0.60	1.04	0.02	0.59	104	30
	<0.01	<0.01	1.31	97.13	0.45	1.07	0.02	0.43	107	22.5
	<0.01	<0.01	2.56	96.87	0.28	0.28	<0.01	1.00	28	28
	<0.01	<0.01	1.63	97.80	0.34	0.18	<0.01	1.88	18	34
	<0.01	<0.01	2.74	96.29	0.43	0.44	<0.01	0.8	44	43
Casiterita clara	<0.01	<0.01	0.41	99.52	0.01	0.01	0.06	3.5	1	0.16
	<0.01	<0.01	0.64	98.90	0.39	0.04	<0.01	8.60	4	39
	<0.01	<0.01	0.13	99.80	0.01	0.03	<0.01	0.5	3	1
	<0.01	<0.01	0.79	99.18	0.02	<0.01	<0.01	1.5	1	2
Microinclusión ilmenorutilo	<0.01	1.67	78.50	1.29	7.21	11.25	0.04	0.56	6.7	*
	<0.01	1.92	77.26	1.05	7.67	11.90	<0.01	0.56	6.2	
	0.03	1.06	84.08	0.80	5.15	8.73	<0.01	0.52	8.2	
	<0.01	1.07	78.80	1.15	7.29	11.60	<0.01	0.57	10.8	
	<0.01	0.72	83.80	1.51	4.95	8.97	<0.01	0.51	12.5	
	0.03	3.31	74.95	1.23	8.71	11.74	<0.01	0.58	3.5	
	<0.01	2.89	73.28	1.39	9.02	13.39	<0.01	0.55	4.6	
	0.02	0.46	79.8	1.03	6.71	11.85	0.03	0.55	25.7	
	0.05	0.08	78.5	1.09	7.32	12.96	<0.01	0.56	161.2	
	<0.01	0.27	88.2	1.08	3.92	6.45	<0.01	0.58	23.8	
<0.01	0.53	88.9	0.65	4.84	5.05	<0.01	0.86	9.5		
Microinclusión columbita	0.87	1.48	8.93	1.28	30.3	56.70	0.45	0.52	38.3	67.2
	0.78	1.28	12.78	3.93	27.8	53.12	0.22	0.52	41.5	126.0
	0.89	0.39	7.17	1.18	30.9	59.15	0.27	0.52	151.6	114.4
	0.79	1.56	7.20	0.96	31.4	57.67	0.35	0.53	36.9	80.8
	0.85	2.51	8.88	2.80	29.5	54.73	0.24	0.52	21.8	122.0
	1.34	2.82	10.26	1.16	23.9	53.85	6.60	0.54	19.1	3.6
	1.34	3.03	8.01	0.88	23.8	55.76	7.17	0.53	18.4	3.3
	0.96	3.03	9.48	1.10	30.1	55.07	0.26	0.52	18.2	115.7
1.50	1.26	10.6	1.68	4.35	80.35	0.20	0.05	63.8	21.7	

* Fe/Mn > 300

TABLA VII. Yacimiento de La Parrilla.

	W	Ti	Sn	Fe	Nb	Mn	Fe+Mn	
							Nb+Ta	Nb/Ta
Casiterita	0.21	4.17	94.96	0.28	0.28	0.06	1.22	28
	0.12	3.37	95.91	0.20	0.25	<0.01	0.8	25
Oscura	0.15	2.89	96.37	0.15	0.31	<0.01	0.48	31
	0.27	3.48	95.85	0.11	0.18	<0.01	0.6	18
Casiterita Clara	<0.01	0.54	99.39	<0.01	0.04	<0.01	0.4	1
	<0.01	0.06	99.88	<0.01	<0.01	<0.01	1	1
	<0.01	0.23	99.69	0.07	<0.01	<0.01	4	7
	<0.01	0.21	99.76	<0.01	<0.01	<0.01	1	1
Microinclusión Rutilo	0.12	97.56	1.88	0.05	0.38	<0.01	0.13	*
	0.14	97.55	2.04	0.03	0.22	<0.01	0.13	
	0.65	95.98	0.38	1.61	1.37	<0.01	1.17	
	1.28	95.12	0.92	1.33	1.33	<0.01	1.00	
	0.64	96.43	1.78	0.38	0.72	0.04	0.57	
	1.12	95.45	0.94	1.09	1.33	<0.01	0.82	
	0.91	93.10	0.93	2.24	2.73	<0.01	0.82	
	1.11	94.20	0.87	1.86	1.95	<0.01	0.95	
	0.63	96.28	1.57	0.66	0.84	<0.01	0.78	
	0.96	93.94	0.80	1.80	2.43	<0.01	0.74	
0.62	93.44	0.71	2.18	3.08	<0.01	0.71		

Ta < 0.01

* Nb/Ta > 20

Las microinclusiones de estas casiteritas son, al igual que en las anteriores, columbo-tantalitas ($Nb/Ta > 1$) ricas en Manganeso ($Fe/Mn < 1$); el contenido en Ti rara vez es superior al límite de detección. En la Foto 3 se observa uno de los modos de disposición de estas microinclusiones a las que también va asociada una leve decoloración de la casiterita que las bordea.

En las casiteritas del yacimiento de Golpejas las microinclusiones son, exclusivamente, columbo-tantalitas ($Nb/Ta > 1$) con relaciones $Fe/Mn > 2$. Las zonas oscuras de la casiterita presentan los contenidos más elevados de Fe, Nb, Ta y Mn. La relación Nb/Ta es mayor que 1 en las zonas oscuras y menor que 1 en las claras y la relación Fe/Mn es mayor en las claras que en las oscuras.

La naturaleza de las microinclusiones en la casiterita de los filones de cuarzo en el yacimiento de El Cubito es bifásica (Foto 4); se trata de inclusiones de columbotantila e ilmenorutilo que, o bien aparecen aisladas o íntimamente asociadas, con límites netos entre ellas o incluida una en la otra. Los contenidos de Nb y Ta en el ilmenorutilo alcanzan valores del 14 %; concentraciones similares de Titanio se encuentran en las columbotantilas. La casiterita ha revelado un alto grado de pureza (99 % de Sn); entre los elementos más significativos como impurezas destacan el Ti y el Ta, en menor grado el Fe y el Nb.

La casiterita del yacimiento filoniano de Lumbrera se caracteriza por poseer contenidos en Ta inferiores al límite de detección. Los elementos destacables son el Ti, el Fe y el Nb, cuya concentración es más elevada en las zonas oscuras. Las microinclusiones, al igual que en El Cubito-Filonas, son bifásicas: columbita e ilmenorutilo; éstas aparecen, o bien aisladas o ligadas entre ellas con frecuente disposición al azar o siguiendo determinados planos de crecimiento o de macla. En la Foto 5 aparecen un conjunto de inclusiones bifásicas orientadas con su dirección más larga paralela al plano de macla y

otras, aisladas, dispuestas al azar; son ilmenorutilos (en blanco) y columbitas (gris claro, ligeramente más reflectivo que la casiterita). Los contenidos de Nb en el ilmenorutilo llegan a ser hasta del 13.4 % y los de Ti en las columbitas hasta del 13 %.

Finalmente, en el yacimiento de La Parrilla las casiteritas son muy ricas en Titanio (hasta el 4 %), mientras que los contenidos en Fe y Nb son inferiores al 0.3 %. Un elemento característico en estas casiteritas es el Wolframio, cuya concentración, al igual que los elementos anteriores, se incrementa en las zonas oscuras. Las microinclusiones encontradas son rutilos ligeramente contaminados en W, Fe, Nb y Sn, concretamente, el contenido en Nb llega a ser del 3 %.

CONCLUSIONES

Destaca la presencia generalizada de columbo-tantalita (tapiolita-mossita) en todos los yacimientos estudiados exceptuando uno, en contraste con la opinión tan extendida de la relativa rareza de este mineral en los yacimientos de estaño.

Existe una correlación entre la composición química de la casiterita y la de las microinclusiones:

Las casiteritas ricas en Nb y Ta presentan exclusivamente inclusiones de columbo-tantalita y, además, los contenidos de titanio son muy bajos o inferiores a 0.01 %, tanto en unas como en otras. Una excepción constituyen las casiteritas pegmatíticas del Cubito y sus microinclusiones en las que el titanio tiene cierta significación.

Las casiteritas ricas en Nb y Ti albergan microinclusiones bifásicas (columbotantilas, términos de la serie próximos a columbita, e ilmenorutilos). Los contenidos de titanio en las columbitas son importantes y, de igual modo, los de Nb en el ilmenorutilo.

Las casiteritas con altos contenidos en Ti presentan, mayoritariamente, inclusiones de rutilo (ilmenorutilo).

La naturaleza mineralógica de las inclusiones está relacionada con el tipo genético de yacimiento: Columbotantila en casiteritas pegmatíticas y de filones de Q + Ambligonita + FK; columbotantalita (tapiolita-mossita) e ilmenorutilo en casiteritas de filones de Q y Q + sulfuros; y rutilo en casiteritas de filones de Q + sulfuros.

La relación genética entre la casiterita y sus microinclusiones podría comprenderse a partir de los datos analíticos y de algunas observaciones microscópicas:

Por una parte, los tamaños frecuentemente seriados de las microinclusiones, la variedad de formas y los diferentes modos de disposición (al azar, en bandas, en los

bordes de los cristales, a lo largo de los planos de crecimiento y de macla, en grupos...).

Y, por otra, el aspecto «sucio» de la casiterita en aquellas partes del cristal donde abundan las microinclusiones y fenómeno de «decoloración» de la misma en las proximidades de aquéllas.

Proponer una relación de las microinclusiones con el crecimiento de la casiterita parece tener consistencia: o bien podría pensarse que casiterita y microinclusiones cristalizan de forma contemporánea, o lo que sería más probable, las microinclusiones fueran ligeramente posteriores o a todo el crecimiento del cristal o a una determinada etapa de éste; en este último caso se trataría de productos de exsolución que, al formarse, han modificado ligeramente el aspecto y composición de la casiterita que las circunda.

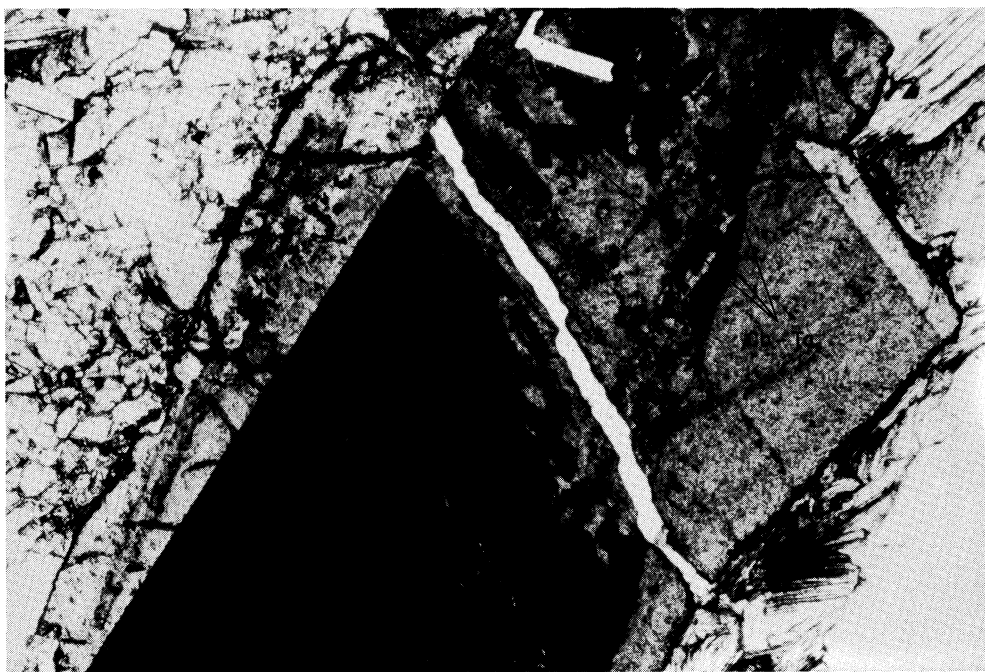


Foto 1. Cristal de casiterita del yacimiento de El Cubito (pegmatita). Luz transmitida: X4. Se aprecia un fenómeno de decoloración de la casiterita que está próxima a las microinclusiones (manchas negras).

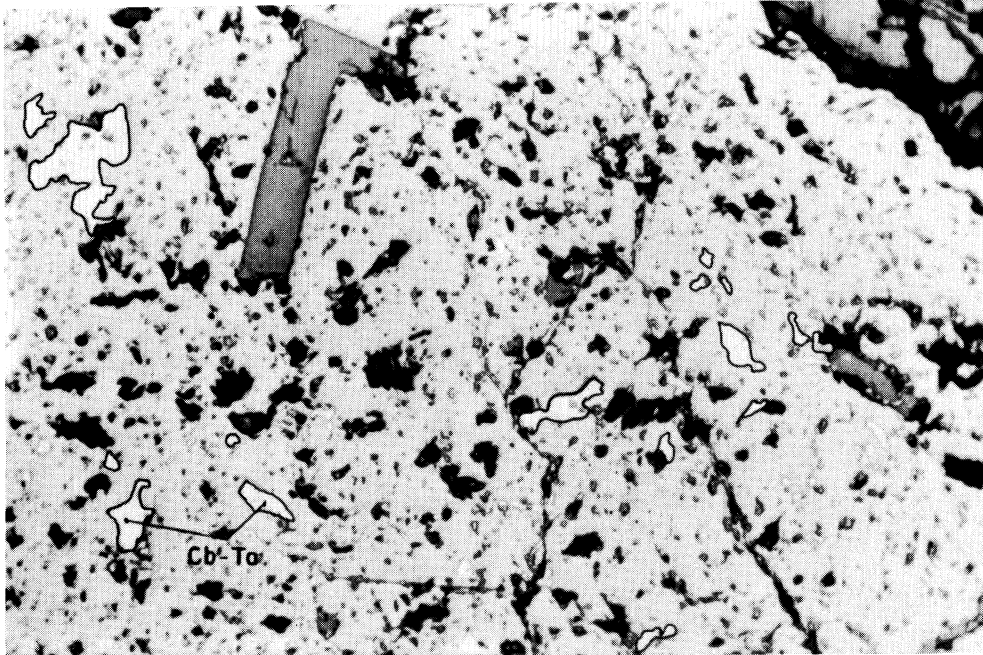


Foto 2. Detalle de las microinclusiones de la fotografía anterior, bajo luz reflejada: X10. Se trata de columbotantalitas con formas y tamaños variados.

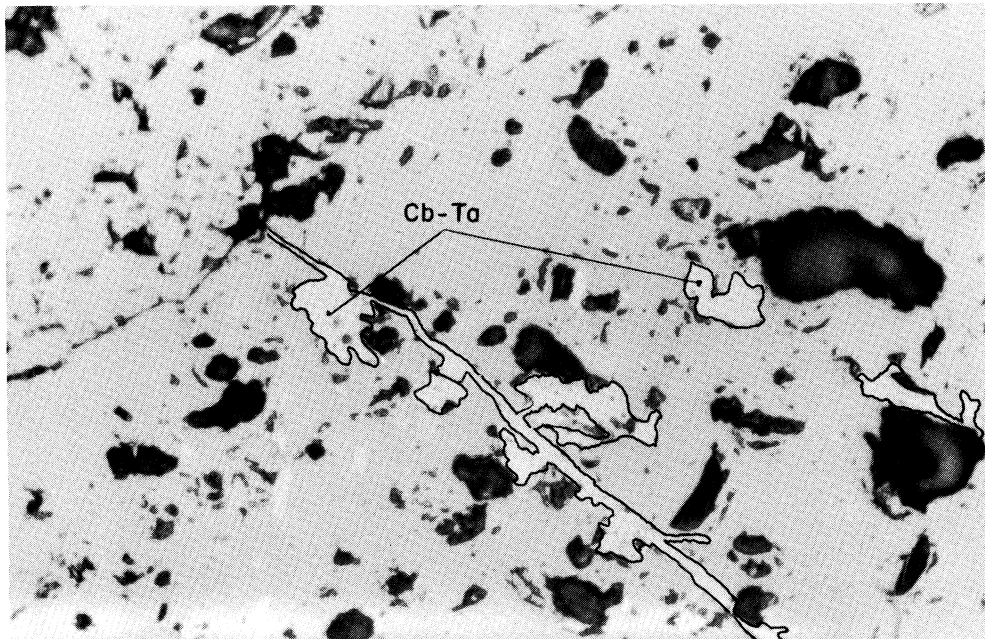


Foto 3. Microinclusiones de columbotantalita en la casiterita del yacimiento pegmatítico de Las Navas. Luz reflejada: X20.

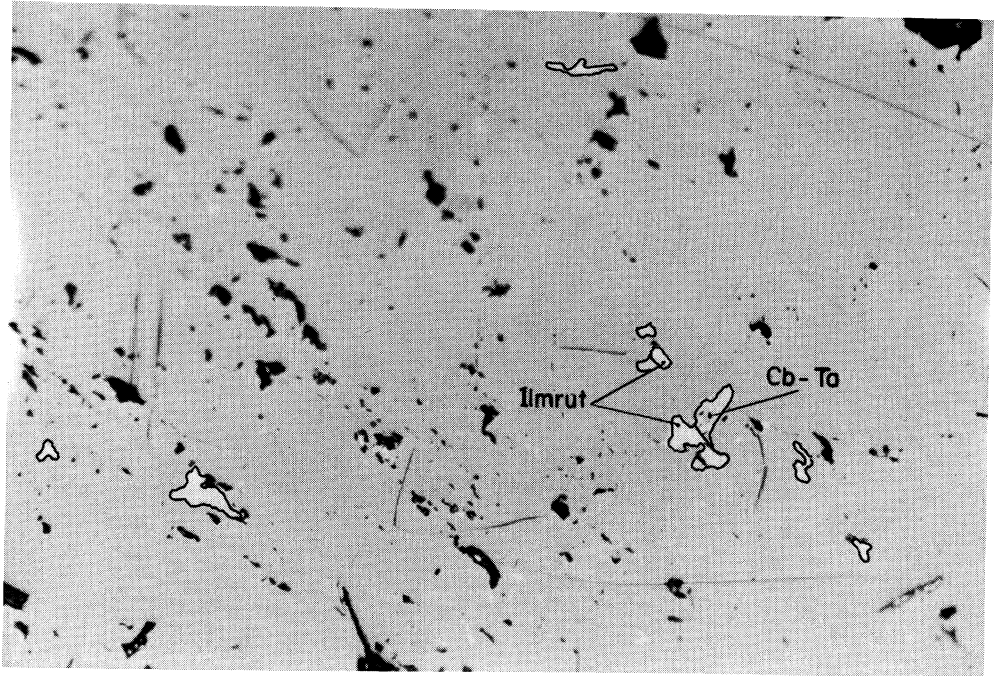


Foto 4. Microinclusiones bifásicas en la casiterita de los filones de cuarzo de El Cubito. Luz reflejada: X10.

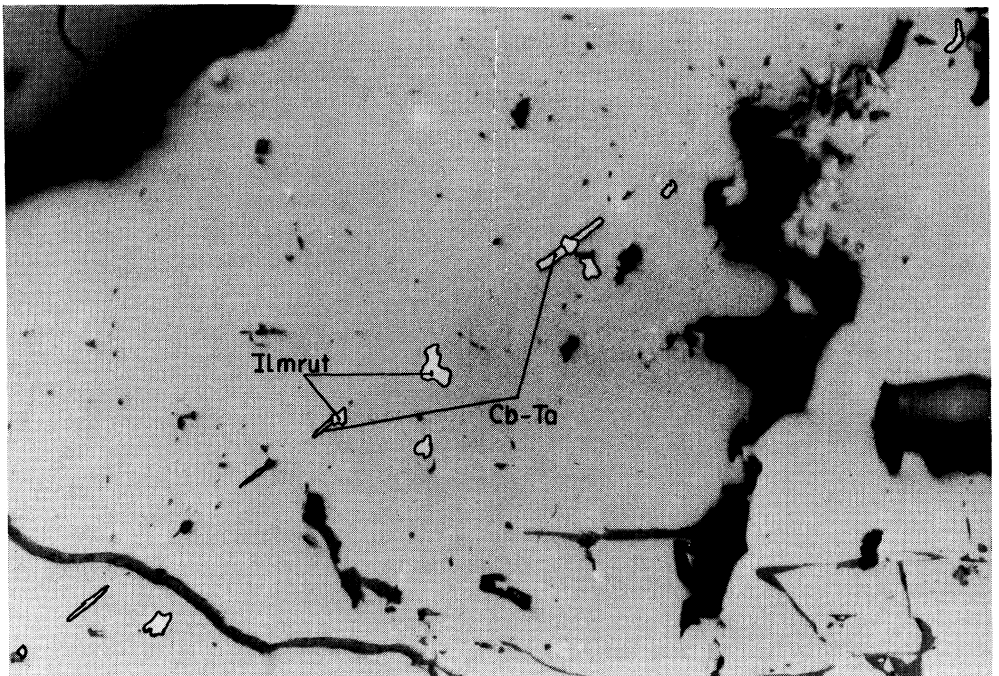


Foto 5. Disposición al azar y a lo largo de un plano de macla de las microinclusiones bifásicas de las casiteritas del yacimiento de Lumbrales. Luz reflejada: X10.

BIBLIOGRAFIA

- CERNY, P. and ERCIT, T. S. (1985). Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare element granitic pegmatites. *Bull. Minéralogie*, 108, 499-532.
- DOBROVOL'SKAYA, N. V. (1972). Use of the magnetic characteristics of weakly magnetic minerals to solve certain mineralogical problems. *VIMS*, Moscow.
- DOLOMANOVA, E., I., LIDER, V. K. y ROZHANSKII, V. N. (1966). Composition of trace mineral inclusions in cassiterite according to point x-ray spectral analysis. *Zap. Uses, Mineralog. Obschestva*, 95(2), 214-221.
- GREAVES, G., STEVENSON, B. G. y TAYLOR, R. G. (1971). Magnetic cassiterite from Herberton, North Queensland, Australia. *Economic Geology*, 66, n.º 3, 480-487.
- GRIGOR'EV, Iv. F. y DOLOMANOVA, Ye. I. (1951): New data on the crystal chemistry and typomorphic characteristics of cassiterite of different origins. *Tr. Mineralog. Muzeya AN SSSR*, 3.
- GRUBB, P. L. C. y HANNAFORD, P. (1966). Ferromagnetism and colour zoning in some malayan cassiterite. *Nature*, vol. 209, 677-678.
- GRUBB, P. L. C. y HANNAFORD, P. (1966). Magnetism in cassiterites. *Mineralium Deposita*, 2, 148-172.
- MAXIMYUK, I. E. y LEBEDEVA, S. I. (1968). A study of physical properties of cassiterite aimed at classification of the mode of tantalum and niobium incorporation. In Physical properties of rare-element minerals and methods of their examination. S. I. Lebedeva, ed., *Nauka* Moscow, 31-43.
- MOORE, F. y HOWIE, R. A. (1979). Geochemistry of some cornubian cassiterites. *Mineralium Deposita*, 14, 103-107.
- MURCIEGO, A., GARCIA SANCHEZ, A., MARTIN POZAS, J. M. y GRACIA, A. S. (1985). Distribución de elementos menores y en traza en casiteritas de distintos tipos de yacimientos españoles. *Cuad. del Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, n.º 9, 161-175.
- NOLL, W. (1949). Zur Kristallchemie des Zinnsteins (Kassiterit). *Heidelberger Beitr. Miner. Petr.*, 1, 593-625.
- PHILLAI, S. P. (1971). Mineralogical study of some magnetic cassiterite from Perak, Malaysia. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section B*, 80, B18-B26.
- RAMDOHR, P. (1961). Magnetische cassiterite. *Comptes Rendues Soc. Geol. Finl*, vol. 33, 473-480.
- STEVENSON, B. G. y TAYLOR, R. G. (1973). Trace element content of some cassiterites from Eastern Australia. *Proc. R. Soc. Qd.*, 84(3), 43-54.
- VORONINA, L. B., GAYDUKOVA, V. S., DOBROVOL'SKAYA, N. V. y KOROVUSHKIN, V. V. (1978). Forms of occurrence of iron in cassiterite. *Geochemistry International*, vol. 15, n.º 5, 128-143.
- ZUBKOV, L. B. y GALETSKIY, L. S. (19667). Niobium and tantalum-bearing cassiterite from bedrock in the northwestern ukrainian shield. *Doklady Akad. Nauk. SSSR*. vol. 169, 135-138.