

GANGAS DE LA CLASE ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS

Los óxidos e hidróxidos son, en general, relativamente abundantes y de gran interés económico, hasta el punto de que el Fe y los metales férricos representan el sector de mayor inversión minera. Por esta razón, se han descrito casi todos (cst, ht, rt, ana, mt, prl, gth, etc.) como menas y son escasos los que se describen exclusivamente como ganga. Esto no significa que no aparezcan muchos de ellos como ganga, cuando se presentan en pequeñas cantidades o cuando no son objeto de beneficio en un yacimiento. Así, por ejemplo, los óxidos comunes de Fe y de Mn, como *goethita*, *hematites*, *pirrolusita*, *romanechita*, etc. suelen encontrarse en cualquier yacimiento sulfurado que haya sufrido meteorización, aunque sea únicamente como débiles incrustaciones infiltrativas y de naturaleza imprecisa (limonita, psilomelana, ocre...), pero en esas condiciones están lejos de ser un recurso viable para la extracción de los metales Fe o Mn.

La distinción es económica, más que mineralógica, aunque en general se suele aplicar también un criterio mineralógico: las menas comprenden esencialmente minerales opacos o absorbentes y las gangas, transparentes o poco absorbentes. Aun así, la *espinela* se ha tratado también con las menas, por su afinidad con cromita, magnetita, etc., menas típicas, pertenecientes a su grupo y muy relacionadas desde el punto de vista mineralógico.

Evidentemente, en estos casos la identificación del mineral remite a la correspondiente descripción de la mena. Se hará una excepción, únicamente, en el caso de ciertos óxidos / hidróxidos de hierro, que se mencionan como ganga en el grupo de los ocre, aunque podrían considerarse como una forma peculiar de limonita, ya caracterizada, y por tanto no requieren una nueva descripción, a diferencia de otros óxidos (ocres de Bi o de Sb...) que, como tales, no han sido descritos entre las menas.

En resumen, la mayor parte de los minerales de interés de la *Clase Óxidos e Hidróxidos* han sido ya tratados como menas, aunque en muchos yacimientos en los que se encuentran como accesorios no tienen el menor interés económico. En estos casos, ya que no se benefician ni son deseados por interferir potencialmente en el proceso de planta, han de considerarse en la práctica como ganga, pero no son descritos en este apartado. En consecuencia, son pocos los minerales de esta clase seleccionados como ganga *común* y descritos a continuación: ocre de Fe, Bi, Sb (ocres o pigmentos limoníticos, bismita, bismutita¹, cervantita, senarmontita, valentinita), leucoxeno. Con la salvedad de que éste no es una especie reconocida.

Ocres (Fe, Sb, Bi)

Numerosas menas metálicas (sulfuros, sulfosales, Bi o Sb nativos, minerales de U, etc.), sometidas a meteorización en condiciones superficiales, se transforman paulatinamente en unas masas terrosas que se conocen en general como **ocres**, por su frecuente color *ocre* (amarillento a pardo-rojizo, aunque el color del mineral es en realidad variable, dependiendo de la composición y del grado de hidratación). El proceso comienza como corteza o pátina superficial y progresa, formando incrustaciones, rellenando poros, etc. hasta la transformación de la mena en una masa deleznable o en un fino agregado de óxidos / hidróxidos criptocristalinos. Entre éstos son muy abundantes los *ocres de hierro* y frecuentes, en sus

¹ La bismutita es un carbonato, pero se describe en este apartado por afinidad con los ocre de Bi, cuya composición mineralógica puede ser compleja y variada.

yacimientos respectivos, los de *antimonio o de bismuto*, entre otros. Aunque en muchos casos son mezclas subcristalinas o amorfas, a veces pueden identificarse especies minerales definidas entre sus componentes.

Los **ocres de hierro** pueden considerarse como una variedad de *limonita*, ya descrita (*cf lim*) entre las menas, que encuentra, por su color intenso y estable, uso industrial como pigmento.

Entre los **ocres de bismuto**, se cuentan las especies minerales bismutita (*bis*) y bismita (*bim*), junto con otros posibles productos secundarios, que en conjunto se presentan en incrustaciones o masas amarillas.

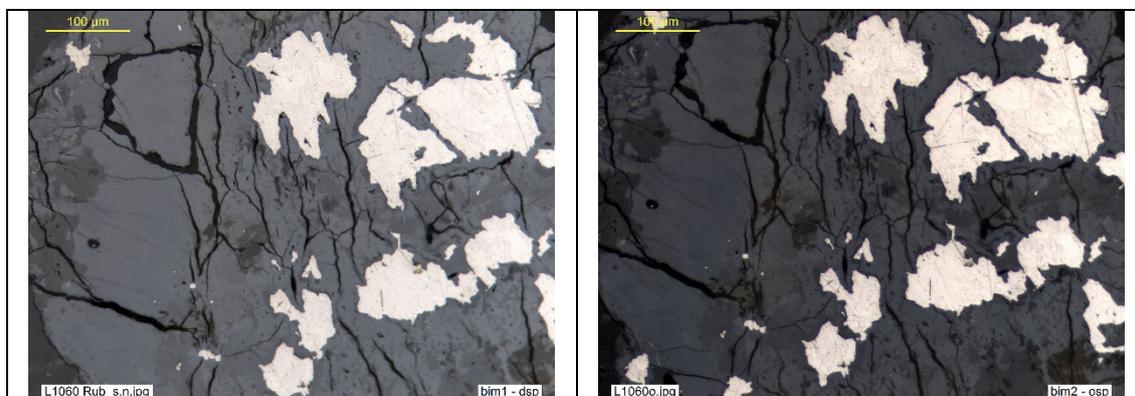
La **bismutita**, *bis*: $\text{Bi}_2\text{O}_2(\text{CO}_3)$, ortorrómbico², puede describirse como un carbonato, grupo cuyas propiedades han sido ya descritas en general, pero cabe destacar de *bis*:

1. su elevada refringencia ($n \approx 2.1 - 2.3$), que permite estimar, para un valor intermedio de $n \approx 2.2$, la reflectancia teórica $R \approx 10\%$;
2. su fuerte birrefringencia propia del grupo Carb y apreciable en LR como birreflectancia, aunque se trata de un mineral transparente.

En cuanto a la **bismita**, *bim*: Bi_2O_3 , mineral monoclínico no descrito en las fuentes de referencia habituales de microscopía de menas y con datos contradictorios en otras, tiene al microscopio de reflexión el siguiente aspecto (**F bim 1-4**):

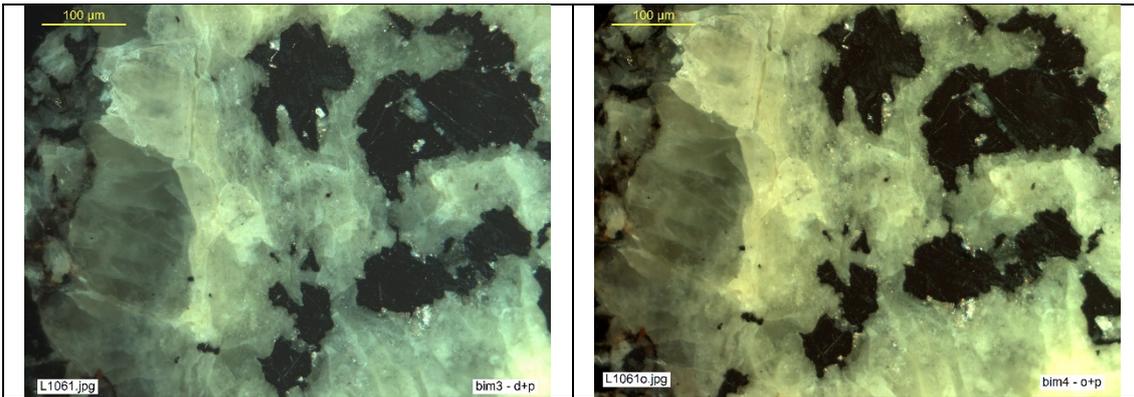
- color gris, notablemente más claro que la ganga habitual, *vbgr. q*, pero oscuro al lado de *Bi*, que al avanzar la alteración suele quedar reducido a relictos en la masa secundaria de *bim*;
- Reflectancia, *R*, relativamente elevada: puede estimarse, para un valor $n \approx 2.42^3$, como $R \approx 17.2\%$, pero tal vez en realidad es algo mayor, si se tiene en cuenta el coeficiente de absorción *k*, como corresponde a un mineral semi-transparente, es decir, moderadamente absorbente (citado como transparente u opaco según las fuentes); la percepción subjetiva (brillo) es comparable a las de *sp* o *gth*;
- RI abundantes y luminosas, incoloras o ligeramente coloreadas en tonos amarillentos o verdosos, que ocultan el posible anisotropismo.

Estas propiedades, avaladas por la paragénesis y los probables relictos que pueden aparecer de *Bi*, *bm* u otras especies portadoras de bismuto, facilitan el reconocimiento de *bim*, aunque para estar seguro no está de más la comprobación por microsonda electrónica.



² Más información en: <https://www.mindat.org/min-687.html> (visit. 20210426)

³ Más información en: <https://www.mindat.org/min-682.html> (visit. 20210427).



F bim1 y F bim2 (Misma escena: **dsp** y **osp**, *resp*). Masa de bismita **bim** (gris) con relictos de **Bi** (blanco, brillante) e inclusiones menores de oxicalciomicrolita, **ocm** (gris más oscuro que **bim**: p. ej. margen izq de masa **bim**). Las composiciones de **bim** y **ocm** han sido confirmadas por microsonda electrónica. Rub-s.n, Sowiesky Pty Ltd, Springbock Area, Namaqualand (Rep Surafricana).

F bim3 y F bim4 (Misma escena que **F bim1**: **d+p** y **o+p**, *resp*). Masa de **bim** marcada por abundantes y luminosas reflexiones internas. Éstas son tan intensas que obligan a reducir el tiempo de exposición, por lo que el anisotropismo de **Bi** resulta poco visible en las imágenes (+p).

Los **ocres de antimonio**⁴, frecuente resultado de la meteorización de Sb o de sbt, comprenden, entre otras, las especies minerales:

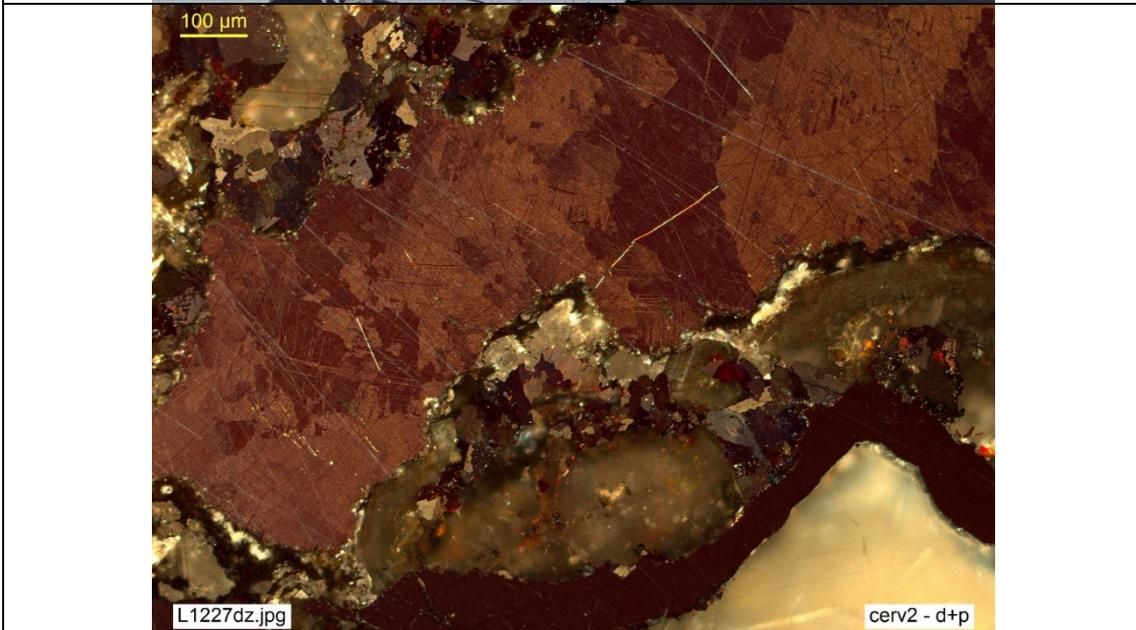
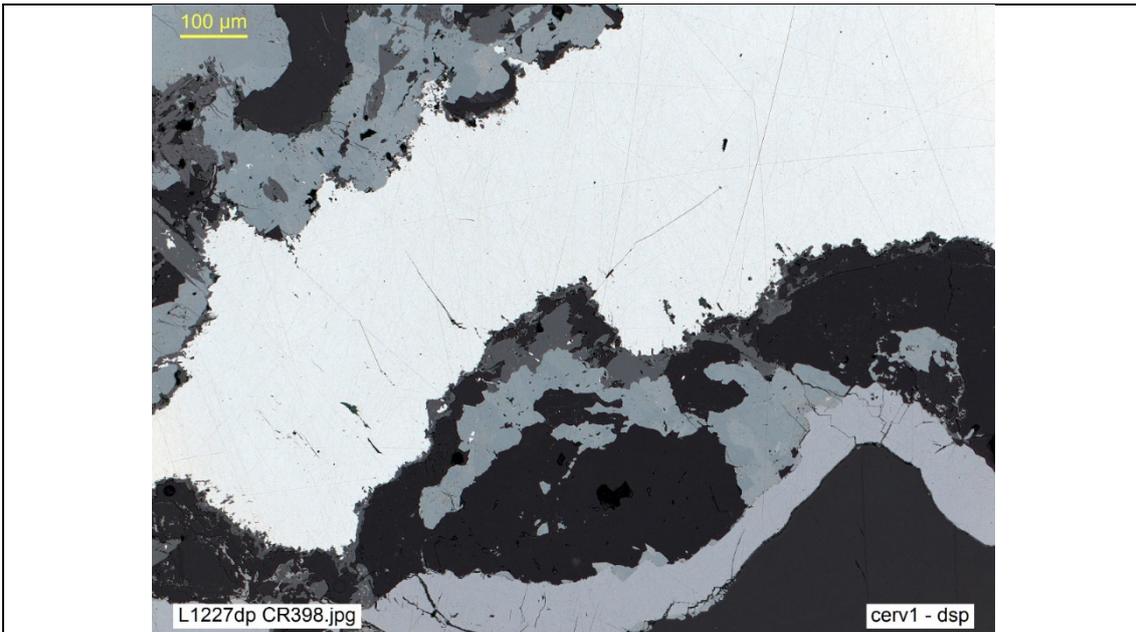
- ❖ **cervantita**, *cerv*: $Sb^{3+}Sb^{5+}O_4$ (ortorrómbico, con refringencia notable $n \approx 2-2.1$, fuerte birrefringencia ≈ 0.1 y $R \approx 11-12\%$); se presenta en masas y en agregados fibrosos o aciculares, que pueden conservar relictos de la mena primaria, sbt o Sb;
- ❖ **senarmontita**, *sen*: Sb_2O_3 (cúbico, $n \approx 2.01$, birrefringencia anómala) y
- ❖ su *dimorfo* **valentinita**, *val* (ortorrómbico, $n \approx 2.1-2.3$).

Aunque en muestra de mano son incoloros o amarillentos, con LR estos óxidos se ven de color gris, relativamente claro al lado de la ganga habitual⁵, pero muy oscuros al lado de Sb o dy (**F cerv1-2**), como corresponde a sus reflectancias, estimadas entre un mínimo $R \approx 11\%$ para *sen* y un máximo $R \approx 15\%$ para *val*. Las RI, abundantes y luminosas, enmascaran los efectos de anisotropismo, aunque son incoloras o poco coloreadas, sobre todo si se comparan con los vivos colores de *ker* (**F ker1-4**).

Teniendo presentes estos datos y siempre con el aval de la paragénesis, no es difícil identificar los ocres de antimonio como grupo, pero sí puede serlo el distinguir con seguridad las especies del grupo entre sí, por métodos ópticos exclusivamente.

⁴ Más información en: <https://www.mindat.org/min-209.html> (visit. 20210427).

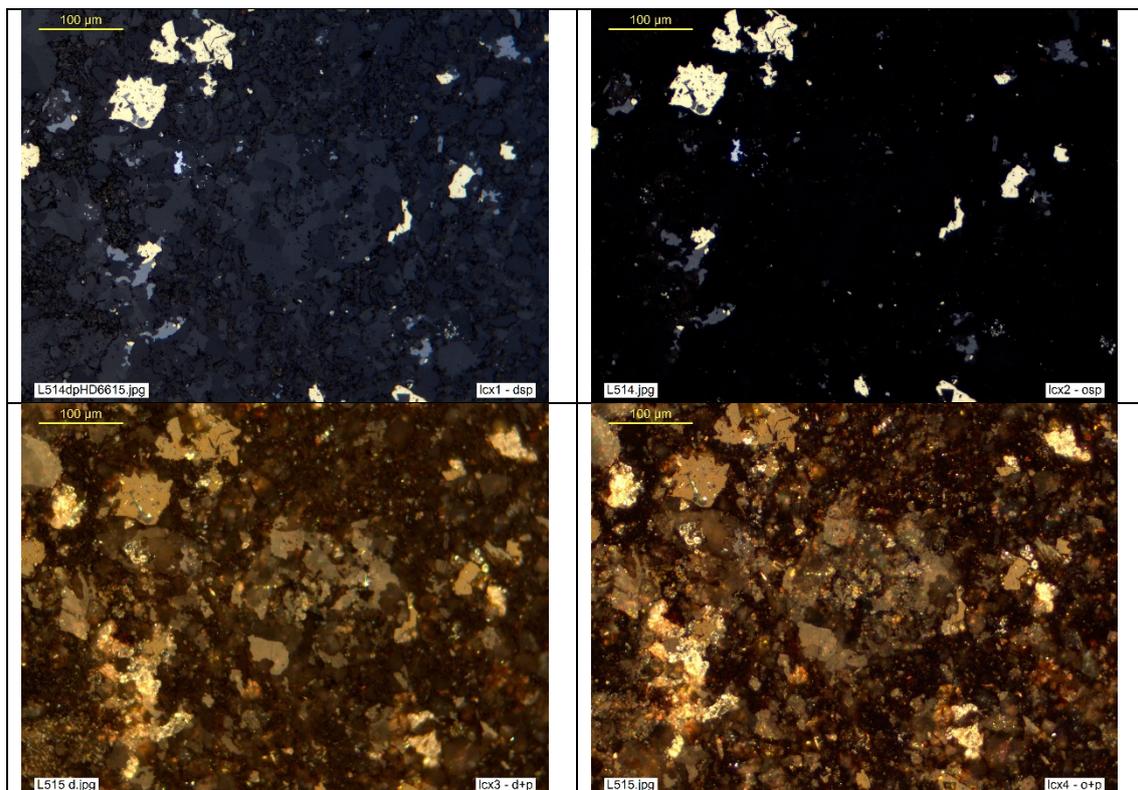
⁵ En la imagen **F cerv1**, la gg cuarzo-carbonatada se ve muy oscura, prácticamente negra como en inmersión, a pesar de que las fotos se han hecho en aire; esto se debe a que la alta reflectancia del Sb obliga a reducir la exposición para que no aparezca sobre-expuesto en la imagen, pero las abundantes RI incoloras de ambos y las maclas de Carb (**F cerv2**, *d+p*) los ponen en evidencia.



F cerv1 y **F cerv2** (Misma escena: **dsp** y **d+p**, resp). Mena argentífera antimonial: masa de **Sb** (centro: blanco muy brillante, anisótropo), parcialmente alterado a cervantita **cerv** (zonas marginales: gris oscuro, fibroso, abundantes **RI** incoloras), con orla de pirargirita **prg** (gris azulado, **RI** rojas, anisótropo) y corona externa de galena **gn** (banda inf dch: blanco grisáceo, isotropa). La gg de **q** y **Carb**, gris muy oscuro, se caracteriza (**d+p**) por las abundantes **RI** incoloras de ambos y por las maclas de **Carb**. CR398, Hiendelaencina, Guadalajara.

Óxidos de Ti (leucoxeno)

El **leucoxeno**, *lcx*, es un óxido muy peculiar o, más bien, una mezcla de óxidos (anatasa, rutilo), frecuentemente criptocristalinos o sub-microscópicos, por lo que su apariencia al microscopio suele ser la de una masa amorfa y su composición mineralógica ha de determinarse con DRX. Se le considera un producto secundario, fruto, en general, de la alteración de minerales titaníferos, como ilmenita, pseudoilmenita, titanita, Ti-mt, perovskita. Pero también resulta, muchas veces, de la segregación de óxidos de Ti a partir de silicatos como bio o Anf, cuando contienen Ti en su red cristalina y sufren procesos de alteración hidrotermal, deutéricos, de metamorfismo retrógrado, etc. que los transforman en minerales de más baja temperatura, *vbgr.* chl, cuya red no admite Ti.



F lcx1 y **F lcx2** (Misma escena: **dsp** y **d+p**, *resp.*). Impregnación de calcopirita **ccp** (amarilla, brillante), leucoxeno **lcx** (gris claro) y trazas de galena (blanca) y esfalerita (gris), en lutita margosa, rica en carbonato y en **OM** (materia orgánica). Nótese el aumento del contraste entre **lcx** (diseminado) y esfalerita (incluida en **ccp**) al pasar a inmersión (*osp*): si bien en seco (*dsp*) el brillo de esfalerita y el de **lcx** podrían confundirse, esfalerita resulta claramente más oscura en inmersión (**F lcx2**). El carbonato (**cal** o **dol**) muestra su típica birreflectancia en seco, pero desaparece en inmersión. **OM** impregna la matriz de la roca y muestra muy baja reflectancia (*dsp*) o desaparece (*osp*). HD 6615-Kupferschiefer, Richelsdorf, Alemania.

F lcx3 y **F lcx4** (Misma escena de **F lcx1**: **osp** y **o+p**, *resp.*). Se reconoce fácilmente calcopirita **ccp** por su anisotropismo, **lcx** por sus abundantes e intensas **RI** incoloras (que ocultan su anisotropismo) y **Carb** por sus **RI**, maclas y anisotropismo.

El *lcx* no se considera una especie mineral -y como tal ha sido desacreditado por IMA-, ya que no tiene una estructura cristalina y una composición definidas. No obstante, su reconocimiento interesa al prospector, ya que está presente, aunque sea en trazas, en la mayor parte de los procesos asociados a la generación de yacimientos metálicos (también en

diversas rocas ígneas y metamórficas, así como en los depósitos detríticos derivados). Como producto típico de alteración hidrotermal, puede presentarse en la mena o aparecer diseminado en la roca de caja.

Su aspecto al microscopio es generalmente poco llamativo, pero una observación atenta lo descubre fácilmente. Se caracteriza por su color gris claro (F lcx1-2), con una reflectancia relativamente alta, que contrasta con el tono oscuro de la ganga que lo rodea y que podría confundirse con la de esfalerita (pero en inmersión esfalerita es más oscura, cf F lcx1-2). Y, con analizador (d+p), por sus reflexiones internas abundantes y luminosas, incoloras -a veces ligeramente coloreadas, verdosas a pardo-amarillentas-, que ocultan el anisotropismo, dando la apariencia de un mineral isótropo o criptocristalino (F lcx3-4). Esta sorprendente duplicidad de propiedades, simultaneando los aspectos de gg (impresión de color, gris; RI que ocultan el anisotropismo) y de mena (R alta, brillo>>gg), junto con la habitual relación con procesos hidrotermales o de alteración, permiten su rápido reconocimiento.