

Estudio del Deterioro de Piezas Mineras de Hierro del Yacimiento Arqueológico del Centenillo (Baños de la Encina, Jaén)

/ ESTHER ONTIVEROS ORTEGA (1, *), MARÍA ISABEL CARRETERO LEÓN (2), CARMEN ROMÁN SÁNCHEZ (1)

(1) Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Junta de Andalucía. Avda de los Descubrimientos S/N. 41092, Sevilla (España)

(2) Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla. C/. Prof. García González nº 1. 41012, Sevilla (España)

INTRODUCCIÓN.

En los yacimientos arqueológicos relacionados con la minería suelen aparecer piezas de hierro que fueron empleadas en las labores de extracción. En la superficie de estas piezas de hierro, por efecto de la corrosión, se generan compuestos de alteración inestables cuya formación depende del pH, concentración de oxígeno, humedad y contaminación ambiental. Además la técnica de elaboración empleada hace que las incrustaciones se estratifiquen a causa de la compresión que sufren las piezas durante la forja; constituyendo superficies o planos de debilidad que facilitan el proceso de deformación en forma de abombamientos y descamaciones, muy frecuentes en este tipo de artefactos arqueológicos (Johnson, 1990).

En este trabajo se estudian las costras de alteración de unas piezas mineras de hierro de época romana encontradas en el yacimiento del Centenillo (Baños de la Encina, Jaén), fechadas entre el siglo I y III d.C. (Gutiérrez Soler et al, 2000). Las piezas han permanecido enterradas bajo escorias del campo filoniano de "El Centenillo" (subdistrito de Plomo de La Carolina, Jaén, España), zona muy rica en galenas argentíferas, piritita y algo de blenda (Jacquin y Pineda Velasco, 1980).

Las costras proceden de tres piezas: un azadón, un pico y un martillo de hierro, de aspecto gastado por el uso y empleadas para la extracción del mineral. Con motivo de su restauración, las piezas se estudiaron en el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (Junta de Andalucía). Los resultados obtenidos se exponen a continuación.

MATERIALES Y MÉTODOLÓGÍA.

Se han analizado cuatro muestras cuya descripción se indica en la tabla 1.

Para su estudio se han empleado difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido equipado con microanálisis EDX.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La composición mineralógica de las costras (Tabla 2) es muy semejante en las distintas piezas: magnetita, hematites y en menor proporción goethita, lepidocrocita y siderita. Los contenidos en filosilicatos y cuarzo se relacionan con la tierra adherida a las piezas durante el periodo en el que permanecieron enterradas.

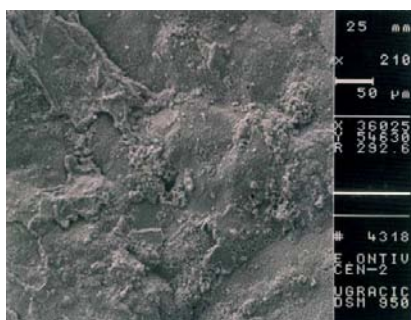


fig 1. Descamación en películas de la pieza de hierro por el crecimiento de cloruros.

El examen de las distintas muestras a través del SEM ha permitido detectar gran cantidad de cloruros en el interior de las costras de alteración. Concretamente en el azadón, la presencia de estas sales está provocando el desprendimiento en películas del material (Fig. 1).

El proceso de corrosión de las piezas de hierro en presencia de cloruros tiene lugar cuando el cloruro entra en contacto con el metal formándose cloruros de hierro. Estos compuestos en

Muestras	Descripción
Cent-1	Costra rojiza (martillo).
Cent-2	Costra negra-amarillenta (Azadón).
Cent-3	Costra negra-amarillenta terrosa (Azadón).
Cent-4	Costra rojiza (pico).

Tabla 1. Descripción de las muestras.

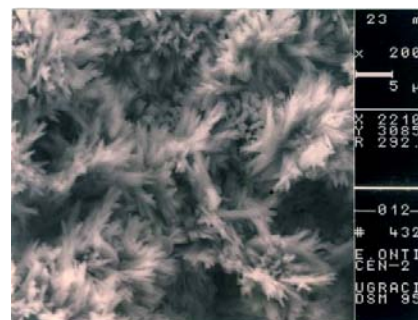


fig 2. Cristales de cloruros de Fe creciendo en forma de agujas.



fig 3. Corrosión por picadura sobre el metal generada por los cloruros.

presencia de oxígeno y agua, hace que el hierro precipite en forma de óxido dando lugar además a ácido clorhídrico, que continúa atacando el mineral. Este proceso si no se detiene puede continuar hasta provocar la destrucción total de la pieza (Echevarria et al., 2000).

En las muestras estudiadas los cloruros de hierro crecen en forma acicular formando rosetas (Fig. 2) o en forma

Muestras	Magnetita	Hematites	Otros	Filos.	Cuarzo
cent-1	45%	22%	sider, lepid, Goeth.	Indicios	12%
cent-2	50%	20%	sider.lepid, goeth.	Indicios	10%
cent-3	59%	20%	Side, lepid, Goeth.	Indicios	10%
cent-4	52%	25%	Side, lepid, Goeth.	Indicios	13%

Tabla 2. Composición mineralógica de las costras. Sider: siderita; Lepid: lepidocrocita; Goeth: goethita; Filos: filosilicatos.

masiva. Asociado a la presencia de estos cloruros se ha observado corrosión por picaduras del metal (Fig 3), cuyas dimensiones varían entre 18µm -32µm.

En otros casos, concretamente en el pico, la presencia de estos cloruros esta generando abombamientos de la masa mineral (Fig 4), que está causando el microagrietamiento y destrucción de la pieza.

En menor proporción se han observado también al SEM en las piezas estudiadas, sulfatos de hierro (Fig. 5).

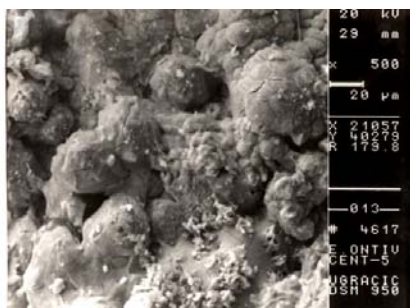


fig 4. Abombamientos y microfisuras desarrolladas sobre la pieza de metal.

La presencia de cloruros y sulfatos en las muestras se asocia a las aguas subterráneas procedentes de los pozos mineros. De hecho, Hidalgo Estévez et al., (2006) detectaron cloruros en las aguas subterráneas del sector minero de La Carolina -El Centenillo- en concentraciones que podían alcanzar 145 mg/l. La acidez de estas aguas en el sector mencionado, con pH de hasta 3,4, justificaría su reactividad.

CONCLUSIONES.

Los agentes de deterioro más preocupantes en las piezas de hierro estudiadas son los cloruros, aunque se han detectado también sulfatos en

menor proporción. Estos compuestos atacan el hierro generando tensiones superficiales y provocando microfisuras. Estas alteraciones han sido observadas en las piezas estudiadas.

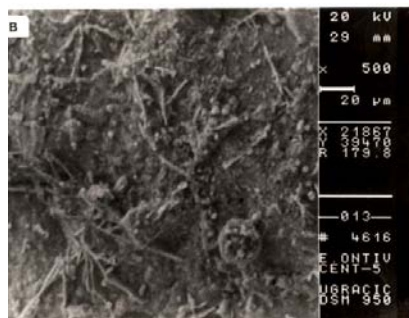


fig 5. Desarrollo de sulfatos y cloruros sobre la superficie en forma de agujas.

Para la conservación de estas piezas es fundamental la eliminación de estas sales y el control de las condiciones medioambientales a fin de detener el proceso de degradación de las mismas.

REFERENCIAS.

- Echeverría, C., Cortijo, O., Sarraf M. (2000): *Influencia de la corrosión atmosférica en la industria azucarera cubana. Revista Centro Azúcar (CU)*, 3, 83-86. ISSN 0253 - 5777.
- Gutiérrez Soler, L.M., Bellón Ruiz, J.P., Torres Escobar, C., Arias de Haro, F. (2000): *El centenillo. Proyecto de musealización de un paisaje minero en la provincia de Jaén. AAC.*, 11, 73-90.
- Hidalgo Estévez, M.C., Benavente Herrera, J., El Mabrouki, K., Rey Arrans, J. (2006): *Estudio hidroquímico comparativo en dos sectores con minas abandonadas de sulfuros metálicos: distrito de Linares-La Carolina (Jaén). Geogaceta*, 39, 123-126.
- Jacquín, J.P., Pineda Velasco, A. (1980): *Sobre La Metalogenia del Subdistrito de la Carolina (Sierra Morena Oriental, España) Una Nueva Interpretación Posible. Reflexiones Sobre Su Investigación. Stvdia Geológica Salmanticensia*, XVI, 59-70.
- Johnson, W.C (1990): *Corrosion Failure from*

water soluble contaminants on abrasives. Journal of protective coatings & linings, 54-59.