

Evolución Química de la Superficie del Lago de Meirama tras Dos Años de Inundación Controlada

/ JORDI DELGADO MARTÍN (1,*), RICARDO JUNCOSA RIVERA (1), ANA MARÍA VÁZQUEZ GONZÁLEZ (1), ALVARO FERNÁNDEZ GARCÍA (2), ROBERTO GONZÁLEZ PHILIPPON (2)

(1) E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Campus de Elviña s/n. Universidad de la Coruña. 15192, A Coruña (España)

(2) Lignitos de Meirama S.A. C/Juana de Vega 2. 15003, A Coruña (España)

INTRODUCCIÓN.

La minería del carbón en Galicia ha constituido una importante actividad que, por distintos motivos, concluyó en 2008 con el cierre de sus dos grandes explotaciones: As Pontes de García Rodríguez, (ENDESA Generación) y Meirama (Lignitos de Meirama S.A., LIMEISA). En ambas minas, el eje principal de la restauración es la inundación controlada de sus cielo-abiertos. Con ello, se encuentran en proceso de formación dos grandes lagos mineros (~550 hm³ y 8 km² en el caso de As Pontes y ~155 hm³ y 2 km² en el de Meirama) únicos en Galicia y singulares en el contexto de la minería nacional e internacional.

INUNDACIÓN Y SEGUIMIENTO

La inundación de la mina de Meirama comenzó el 20/3/2008, fecha en la que empezaron a acceder a la corta aguas subterráneas ácidas (pH ≈ 3.2; acidez ≈ 250 mg CaCO₃/L) y conductividad específica moderada (2 a 4 mS/cm). En esos 5 meses, el lago creció hasta alcanzar un volumen de ~2 hm³. A partir del 3/10/2008, una parte de las aguas superficiales de la cuenca alta del río Barcés fue dirigida hacia el interior de la corta. Desde entonces, los aportes superficiales han constituido la principal fuente para la inundación. A finales de marzo de 2010, tras dos años de llenado, el volumen de agua almacenado en el lago era de ~44 hm³, es decir, ~28 % de su capacidad total.

La escasa alcalinidad de las aguas superficiales comparada con la acidez acumulada en el lago a lo largo de los primeros meses (100-200 mg CaCO₃/L) llevó a los gestores de la mina a construir un tratamiento activo con cal con el fin de mejorar sus características.

Desde el inicio de la inundación se ha

desarrollado una intensa campaña de seguimiento en varios puntos de control con pautas de muestreo semanal (aguas superficiales de lago y aportes al mismo) y mensual (perfiles en profundidad, precipitación, aguas superficiales y subterráneas próximas). Entre los parámetros físico-químicos analizados se incluyen los siguientes: T, pH, E_H, conductividad específica (C.E.), alcalinidad, acidez, turbidez así como las concentraciones de O₂, constituyentes mayoritarios (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, NH₄, F, Cl, Br, SO₄, NO₃, NO₂, C inorgánico, PO₄, SiO₂), trazas (Ag, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn), isótopos estables (δ¹⁸O y δ²H) y distintos compuestos orgánicos. A ellos se suma información climática (8 parámetros) obtenida a través de una estación meteorológica instalada sobre una plataforma flotante anclada al fondo del lago. Esa misma plataforma permite también la realización múltiples estudios: un perfil sub-continuo de temperatura (40 sensores espaciados 1.5 m y lecturas cada 4 horas), trampas de sedimento, medidas de la transmisión de la radiación PAR, estimación de la productividad primaria a través basada en ciclos diel de O₂, velocidad con un perfilador doppler, etc.

HIDROQUÍMICA SUPERFICIAL DEL LAGO

El agua subterránea surgente a través de las paredes de la corta (principal aporte al lago hasta octubre de 2008) es ácida y está moderadamente mineralizada. Por otro lado, el agua superficial derivada hacia el hueco minero a partir de ese mismo momento es neutra, poco mineralizada y de baja alcalinidad (pH 6-7; C.E. 100-400 μS/cm; alcalinidad ≤30 mg CaCO₃/L). Este contraste de características hidroquímicas determina que, en superficie, se produzca una evolución (Fig. 1) marcada por la brusca transición

del dominio del llenado por agua subterránea a superficial. Ello se visualiza a través del cambio en la C.E. o en las concentraciones de muchos de los constituyentes químicos mayoritarios (Fig. 1: pH, Ca, Mg, Na y K; Fig. 2: F, Cl,

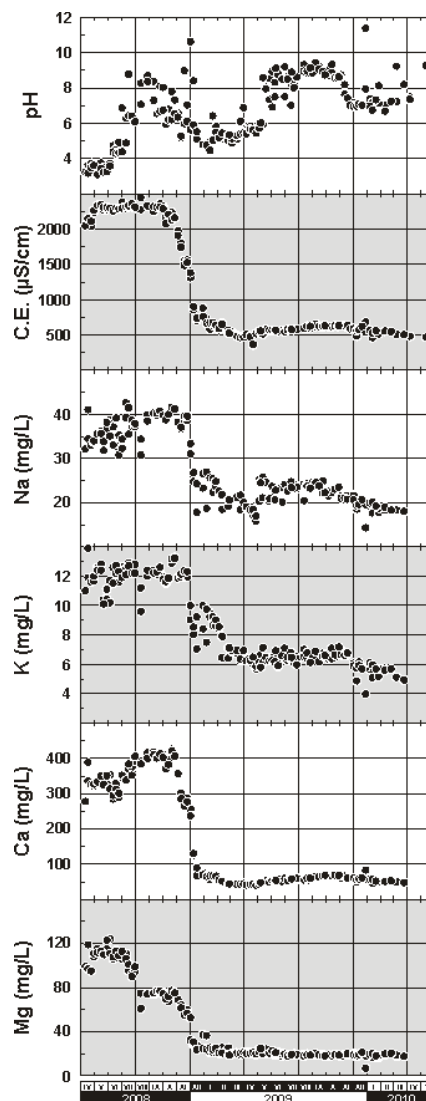


fig. 1. Evolución de la C.E. y de los cationes mayoritarios en el agua superficial del lago.

palabras clave: Lago Minero, Inundación, Evolución Hidroquímica.

key words: Pit Lake, Flooding, Hydrochemical Evolution.

SO₄, NO₃, NH₄). Es reseñable el comportamiento de algunos componentes como, por ejemplo, el Cl (cuya concentración era constante y baja en el agua que afluyó en primer lugar al lago para pasar a ser variable y alta con la entrada de agua superficial), el NO₃ (con mayor concentración en el agua superficial que en la subterránea) o el NH₄ (con mayor concentración en el agua subterránea al existir amonio en el complejo de cambio de las arcillas que configuran el relleno de la cuenca lignitifera terciaria). Otra serie de constituyentes (pH, alcalinidad, C_{inorg}) muestran una pauta de evolución más compleja ya que en ellos se aprecian efectos relacionados con las reacciones químicas tendentes a neutralizar la acidez de algunos de los aportes subterráneos. Esas mismas reacciones químicas juegan también un importante papel en el control de la concentración de otros elementos, como el Mn y el Fe, o el de muchos otros elementos traza. En este último caso, las grandes oscilaciones de pH experimentadas por la superficie de lago (cambios en la

fuente principal de aportación o por el tratamiento con cal de algunos de ellos) han propiciado caídas más o menos acusadas en sus concentraciones. Es destacable la rápida respuesta a los cambios de pH de elementos como los ilustrados en la Figura 3 en los que, de modo general, el aumento de pH lleva aparejado un descenso de concentración. Ciertos elementos traza (p. Ej. As, Mo, V) presentan un comportamiento distinto, aumentando ligeramente su concentración con el pH. Estos elementos tienen tendencia a formar aniones bajo condiciones oxidantes y alcalinas, lo cual favorecería su estabilidad como solutos.

Además de los parámetros anteriores, cuyas pautas de evolución obedecen a las circunstancias de la inundación o por condicionantes de tipo químico (p. Ej. tratamiento con cal), otros muestran la inequívoca influencia de los ciclos estacionales (Fig. 4). Tal es el caso de la temperatura, la concentración de O₂ (influenciada por el balance fotosíntesis /respiración de la creciente comunidad

fitoplanctónica) o los isótopos estables.

HIDROQUÍMICA PROFUNDA DEL LAGO

Las condiciones químicas de la superficie del lago no son extrapolables a toda su masa de agua, ya que esta está decisivamente influenciada por los aportes de los arroyos de la cabecera del río Barcés así como por el tratamiento alcalino de sus aguas. Sin embargo, en la zona profunda del lago opera un conjunto de procesos físico-químicos y biológicos que determinan su desacople de la hidroquímica superficial. Entre ellos destacamos fenómenos tales como la homogeneización anual de una parte de su volumen, la compartimentación en estratos de características químicas muy diferenciadas, el desarrollo de procesos químico-biológicos (p. Ej. respiración con eliminación gradual del O₂ de la columna de agua y tendencia hacia la anoxia) o la precipitación de fases minerales.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se ha financiado a través del proyecto CGL2008-05940/BTE y con fondos de la Xunta de Galicia, FEDER 2007/2013 y LIMEISA.

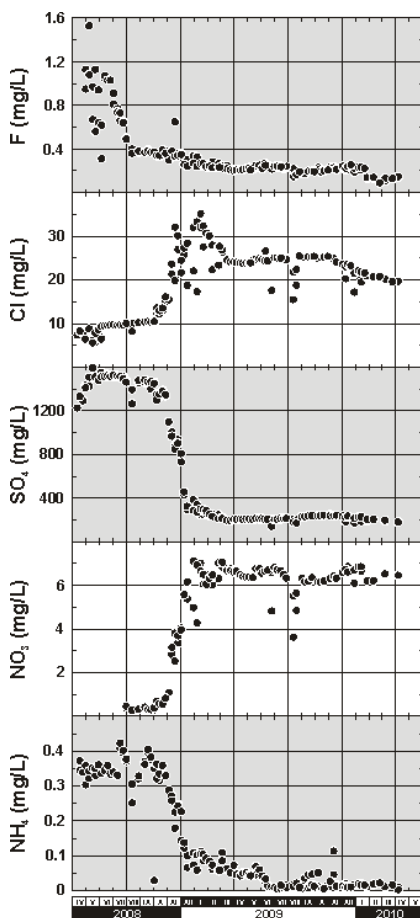


Fig. 2. Evolución de los aniones mayoritarios y amonio del agua superficial del lago.

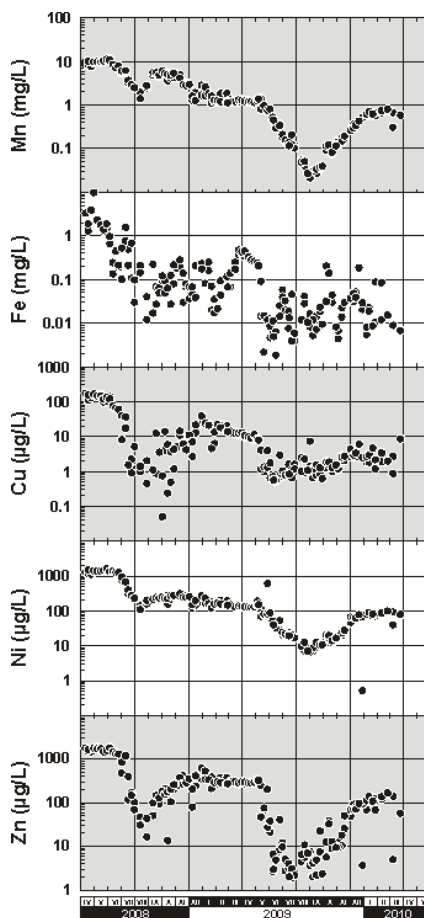


Fig. 3. Evolución de la concentración del Mn, Fe y ciertos elementos traza.

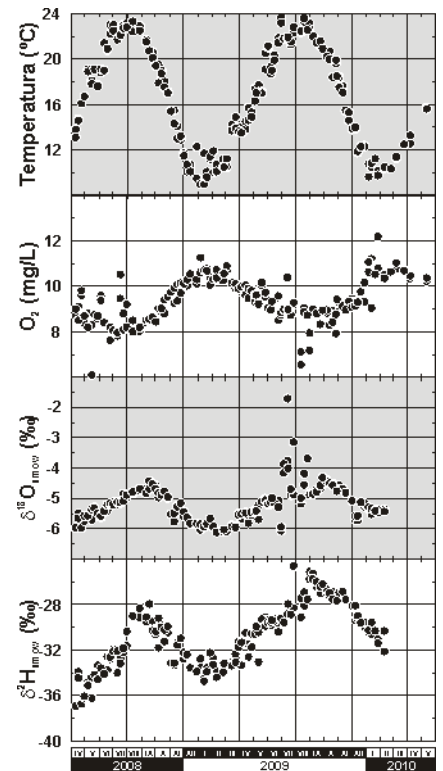


Fig. 4. Parámetros físico-químicos de las aguas superficiales del lago sometidos a una pauta de evolución estacional.