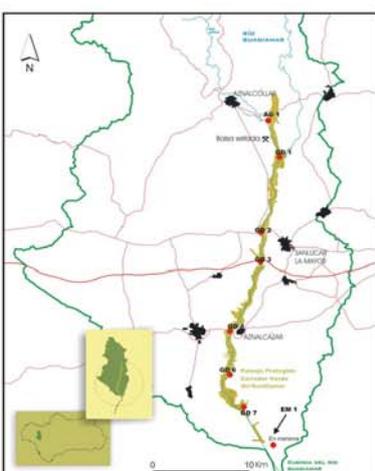


# ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RÍO GUADIAMAR, UNA DÉCADA DESPUÉS DEL VERTIDO MINERO

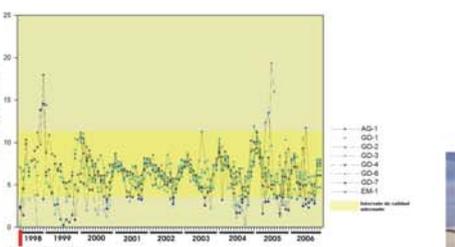
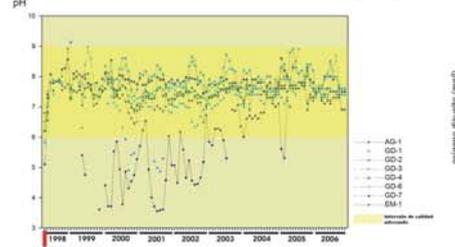
Francisco Carrascal Moreno. TRAGSATEC, Área de Medio Natural

La calidad ambiental del río Guadamar, principal afluente del Guadalquivir por su margen derecha y tributario fundamental de las marismas de Doñana, se vio gravemente afectada por el vertido minero de abril de 1998. Este episodio destruyó cualquier vestigio de vida acuática en su cauce y buena parte de su flora de inundación. Fue fundamental llevar a cabo actuaciones encaminadas a minimizar y controlar el deterioro ambiental causado, de forma que los efectos sobre el medio natural fueran remediados a la mayor brevedad posible. Dichas actuaciones incluyeron medidas directas sobre los recursos hídricos y otras que, aplicadas sobre otros medios (por ejemplo los suelos o la vegetación), influyeron indirectamente sobre las aguas; de entre ellas destacó con claridad la rápida y eficaz retirada de los lodos tóxicos en unos pocos meses. Estas medidas fueron el principio de un paulatino proceso de recuperación de los principales indicadores de calidad ambiental en el entorno, recuperación que también se ha reflejado en el restablecimiento de buena parte de la biodiversidad esperable en un área de estas características.

Los estudios sobre suelos, vegetación, aguas y microorganismos del cauce, así como los procesos de recolonización de la fauna desde áreas naturales próximas al Corredor Verde del Guadamar permiten afirmar que a partir del año 2000 se produce un importante punto de inflexión. El problema de la contaminación minera ha quedado restringida, desde esta fecha, a los primeros kilómetros de la zona siniestrada, correspondiente al tramo del río Agrio entre la balsa y su unión con el río Guadamar. Esta zona ha estado directamente influida por las tradicionales actividades mineras y por un sustrato geológico rico en metales pesados y otros elementos traza como el arsénico. En el resto del área la incidencia ambiental está por lo general superada o sólo existen a un nivel no preocupante. Siguen pendientes de solucionar otras fuentes de contaminación ocasionales pero de incuestionable importancia ambiental, especialmente desde la industria de aderezo de aceitunas o desde los vertidos urbanos de algunas poblaciones cercanas. Las actividades agrícolas en el tramo del río más cercano a Doñana afectan al tramo bajo del Guadamar, marcando valores que definen signos de menor calidad ambiental. Este es el caso de la presencia de Cu con origen en los productos fitosanitarios empleados en la agricultura del arroz.

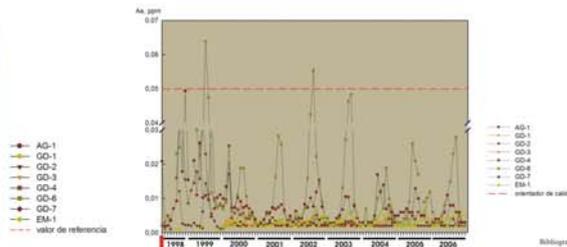
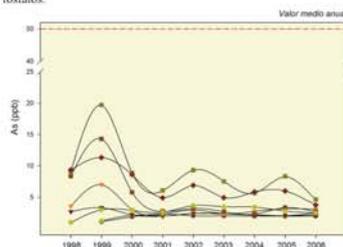


Como muestra de la merma de calidad de las aguas del río Guadamar tras el accidente minero es preciso indicar que se alcanzaron en los primeros días después del vertido valores de hasta 450 mg/l de Zn, de 230 mg/l de Fe o de 100 mg/l de Mn. El oxígeno disuelto desapareció casi por completo, siendo inferior a 1 mg/l el día 25 de abril de 1998, a lo largo de prácticamente todo el cauce afectado. Los valores de pH más ácidos se registraron en el tramo norte, en torno a 4. Como era de esperar, los sólidos en suspensión presentaron valores muy altos durante los primeros días en los puntos más altos del cauce, registrándose concentraciones cercanas a los 30.000 mg/l. En el tramo alto y medio, los niveles de oxígeno disuelto se restablecieron a partir del día siguiente al vertido, así como los de pH, aunque de manera más lenta.



Puede observarse con claridad en la figura 2 cómo a partir del año 2002 las tendencias de pH convergen en todas las estaciones de seguimiento, ajustándose a un rango de variabilidad próximo a la normalidad para el desarrollo de la vida acuática, de 6 a 9.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, sobre todo a partir del año 2000, se corresponden con aguas adecuadamente oxigenadas (por encima de los 4 mg/l) para ríos en sus tramos medios y bajos. El comportamiento de las medidas de oxígeno disuelto para las ocho estaciones (figura 3) comienzan a converger a partir del otoño de ese año, de forma que a partir de esta fecha los patrones de descensos en momentos de estío y aumentos en momentos invernales, tras lluvias, se repiten para todas las estaciones con algunas excepciones (próximas a la marisma y en la estación GD-6, Vado del Quemá). Esta última localización sufre recurrentes episodios de contaminación orgánica como consecuencia de vertidos procedentes de la industria de la aceituna, así como por vertidos no controlados con origen en entornos urbanos. Por los motivos reseñados, se alcanzan mínimos de oxígeno disuelto en todo el periodo analizado, especialmente en los otoños del 2003 y del año 2004. Ya en 2005 y 2006 los mínimos alcanzados son menos pronunciados. No hay que descartar el efecto beneficioso de las depuradoras instaladas en la zona, lo que también se refleja en concentraciones relativamente bajas detectadas de amonio y, sobre todo, fosfatos.



Con respecto a la evolución seguida por los elementos traza como el arsénico, sirve de ilustrativo ejemplo el caso de éste último (figuras 4 y 5), elemento químico de referencia en seguimientos de calidad ambiental de zonas mineras. Durante el mes de abril de 1998 (justo después del vertido) se alcanzaron concentraciones de arsénico en agua de más de 0,06 mg/l en algunas localizaciones; sin embargo, unos años después (2002) sólo se superó el orientador de calidad de 0,05 mg/l (Real Decreto 995/2000, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril) de manera puntual y tan sólo en aquellas localizaciones cercanas a la mina y la balsa sellada. Aparte de estos sucesos puntuales, las concentraciones encontradas en las aguas del río han sido muy bajas. Al considerar la evolución seguida de los valores medios anuales (VMA) de As se denota con claridad las tendencias positivas de descenso desde 1998 hasta 2006.



Bibliografía

Alonso, JM, Carrascal F. Situación medioambiental del Corredor Verde del Guadamar II: diez después del vertido de Almadén. Estaciones. Bases científica y técnica de ecología y medio ambiente. Año XXI Nº 3 2004, septiembre-diciembre. I.B.R.N.: 1897-2073.

CMA. 2006. Situación de la calidad ambiental en el Corredor Verde del Guadamar a partir del seguimiento del medio físico y los usos ríos. Oficina del Corredor Verde del Guadamar.

Carrascal, F, Alonso, F and Valdés, I. Análisis del Medio acuático durante accidente emergiendo ambiental altera a Almadén, the ecological corridor of the Guadamar river (Sevilla, south of Spain), 2006, en Biogeochemical dynamics from soil to groundwater. Valdés, I and Bullock, R (Eds). ISBN: 84-890-1902-0. Deposito legal: MA-45-2007. pp 189-205.

Castro, M, Ferrández, M, Ferrández, M, Ferrández, M, Ferrández, M, Ferrández, M. 1983. "Contaminación orgánica del río Guadamar y su efecto de influencia en el Parque de Doñana". V Congreso Nacional de Química Orgánica de Invertebrados.

Ortiz, R, Coll, E, Esc, J, Gómez, J. 1994. "History metal pollution in water, sediment and fish from the 'Tigre River' in Turkey". Chemosphere, vol 29, nº 1: 111-116.

Martín, F, Mora, A, Sánchez, F, Salas, JM, Carrero JC, Arriaga, JM, Álvarez, F. Corredor Verde del Guadamar: del destino ecológico a la declaración de un nuevo espacio natural protegido. Consejo de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 2003. 80pp.

Oliva, M, Castro, E, Moral F, Arriaga, JM and Carrascal, F. Variación de la calidad del agua a lo largo del río Guadamar, 2005 en J.A. López-Gutiérrez, J.C. Rabal y M. Martín-Moreno (Eds.) V Congreso de Agua en Andalucía. I.B.R.N. Pp 1219-1222. ISBN Edn II: 84-7840-578-X.

Duazo, J, Morillo, J, García, L, Lodi, A, Ojeda, C, Fralito, J y Ferrández, P. Contaminación orgánica y toxicidad en los sedimentos de los ríos Tago y Odiel. Junta de Andalucía. Consejo de Medio Ambiente. 2006. ISBN: 84-89630-91-8.

## Interacciones entre los sedimentos fluviales y el agua adyacente a los sedimentos

Son conocidas las interacciones entre los sedimentos fluviales y el agua adyacente a éstos, en este sentido está ampliamente recogido aspectos como que en periodos de desoxigenación de las capas profundas del sedimento (en los momentos de estiaje) se produce la reducción química de los óxidos asociados a la fase sólida como pueden ser los compuestos de manganeso o hierro, lo que a su vez puede desencadenar la solubilización de metales pesados como el Zn, absorbidos en el propio sedimento.

Así, para desvelar las relaciones entre los distintos indicadores ambientales, parece conveniente emplear el cálculo de regresiones lineales con los que obtener la fórmula de una recta que se ajuste de manera idónea a la nube de puntos que surge de enfrentar una variable independiente con otra dependiente. En el caso concreto de que una de las variables sea el pH y la otra la concentración de un determinado elemento traza (As, por ejemplo) una tendencia ascendente de la recta permitirá deducir que ante un incremento de éste (basificación del medio), será mayor la concentración esperable del As disuelto en el agua. El valor de pH de 7.5 parece corresponder con el punto de inflexión del proceso (figura 6).

La figura 7 muestra el comportamiento inverso que se registra cuando se enfrenta la concentración de As en el sedimento fluvial con el pH del agua, se observa como a un pH más alcalino la presencia de As en el sedimento se reduce de forma manifiesta.

La lectura conjunta de ambas gráficas parece desvelar una cesión neta de As desde la matriz sedimentaria al agua adyacente a dicho sedimento, con el factor pH como modulador del proceso. Expresado de otra forma: pH alcalinos en el agua adyacente a la fracción superficial de los sedimentos fluviales parecen conducir a efectos de movilización del As desde el sedimento al agua. La relación positiva entre As en agua y sólidos en suspensión pone de manifiesto (figura 8) como mayores presencias de material particulado en el agua se corresponden con mayores concentraciones de As en agua, sugiriendo que éstos sean un más que posible vector de transferencia del metaloido al medio natural.

