

RECONSTRUCCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE RESTAURACIONES MINERAS. EL MODELO 'CUENCAS EN LADERA' DE LA CANTERA DE LA HIGUERA (SEGOVIA)

Martín Duque, José Francisco¹, Feria, María¹, Martín Moreno, Cristina¹, Nicolau, José Manuel², Sanz Santos, Miguel Ángel¹

RESUMEN

Se explica un modelo de restauración minera basado en principios geomorfológicos, denominado 'cuencas en ladera'. El modelo establece un manejo experto de la escorrentía a partir de un diseño que compartimenta el relieve en pequeñas cuencas hidrográficas. Adicionalmente incluye criterios sobre el manejo de formaciones superficiales y suelos. Una restauración minera llevada a cabo según este modelo fue ejecutada durante el otoño de 2008 en una cantera de arcillas situada en La Higuera (Segovia). El seguimiento de la superficie restaurada pone de manifiesto un éxito de la restauración en términos de respuesta erosiva.

Palabras clave: reconstrucción geomorfológica, restauraciones mineras, integración ambiental, erosión del suelo.

ABSTRACT

A mining reclamation model based on geomorphic principles, called 'catchments on slopes', is described. The model establishes an expert handling of open-cast mining runoff by means of a desing which splits off the slope

¹ Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense, Madrid, España, josefco@geo.ucm.es. ² Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza, Huesca, España

landforms in small catchments. Additionally, criteria for the handling of superficial deposits and soils are integrated. A clay slope quarry reclamation following this model was executed during the Autumn of 2008 at La Higuera (Segovia). The monitoring of the reclaimed surface shows a success of the reclamation in erosion terms.

Key words: geomorphic reconstruction, mining reclamation, environmental integration, soil erosion.

INTRODUCCIÓN

La minería, actividad imprescindible para nuestro bienestar, genera importantes afecciones sobre el medio ambiente. Aunque la percepción del impacto de la minería de superficie se centra demasiadas veces en sus efectos visuales, uno de sus principales problemas, con consecuencias ecológicas y económicas profundas, se debe a prácticas de explotación y restauración que favorecen una erosión hídrica intensa. Esta erosión tiene efectos in situ, al limitar el desarrollo del suelo y la vegetación; y ex situ, al producir emisiones de sedimentos que degradan los cauces situados aguas abajo de las minas hasta distancias lejanas.

Desde hace unos años se está poniendo de manifiesto cómo el origen de la erosión hídrica severa que sufren muchas zonas mineras se encuentra, en muchos casos, en los propios modelos de restauración, caracterizados por topografías geométricas y drenajes rígidos (Nicolau, 2003; Bugosh, 2006; Martín Duque et al., 2009).

Este trabajo describe un modelo de restauración minera basado en principios geomorfológicos, denominado 'cuencas en ladera'. El modelo supone un cambio de paradigma con respecto a los métodos tradicionales, puesto que se basa en la construcción de una red de drenaje que 'replica' a las naturales, en lugar de construir bancales perpendiculares a la máxima pendiente. El modelo pretende mejorar la integración ambiental de la minería y la eficiencia ecológica y económica (al reducir el mantenimiento) de sus restauraciones. Los resultados procedentes del seguimiento de la superficie restaurada confirman esta hipótesis.

ÁREA DE ESTUDIO Y SITUACIÓN DE PARTIDA

El modelo de restauración geomorfológica que se describe se ejecutó durante el otoño de 2008 en una cantera situada en las proximidades de La Higuera (municipio de Espirido, Segovia). La cantera se situó en un frente de cuesta sobre materiales arenosos y arcillosos del Cretácico Superior. Con

anterioridad a su explotación, estos materiales estaban cubiertos por un coluvión carbonático, sobre el que se desarrollaron regosoles coluvionares y encinares calcícolas. La actividad minera dejó una topografía caracterizada por un gran bancal o 'escalón', construido con estériles arcillosos (Fig. 1). La concentración de la escorrentía sobre este escalón y la vulnerabilidad a la erosión hídrica de los materiales arcillosos, originó una intensa erosión. La concentración de la escorrentía en dos sectores del bancal ocasionó el desarrollo de cárcavas, que producían, de manera recurrente, emisiones de sedimentos en el entorno de la cantera. Estas emisiones afectaban a cultivos, a masas forestales, a una carretera comarcal y a un curso fluvial (arroyo Polendos).

DISEÑO GEOMORFOLÓGICO, CONSTRUCCIÓN Y SEGUIMIENTO

El diseño de 'cuencas en ladera' consistió en la compartimentación del relieve en pequeñas cuencas hidrográficas, con el objetivo de dividir y organizar la escorrentía. La densidad de drenaje construida se obtuvo de la interpretación de la red hidrográfica existente con anterioridad a la explotación minera, y la morfología de las lomas divisorias entre canales se inspiró en el análisis de perfiles de laderas naturales análogas y estables. Los canales construidos sobre la superficie restaurada enlazaron con los tramos de canales existentes en la base de la ladera 'natural', no modificados por la actividad minera, cuyas posiciones actuaron como 'niveles de base local'. Finalmente se construyeron unas pequeñas balsas de decantación, dimensionadas según Fifield (2004). Estas balsas recogen la escorrentía y sedimentos del conjunto y su rebose de aguas limpias está conectado a la red hidrográfica local.

La reconstrucción geomorfológica superó una mera construcción topográfica, puesto que se llevó a cabo el restablecimiento de formaciones superficiales y suelos a partir del conocimiento de la arquitectura del sustrato original de la ladera, y de la identificación y utilización de estos materiales en el entorno de la explotación. De este modo, el relieve y el sustrato construidos actúan como únicos elementos de control de la erosión hídrica. La figura 1 muestra el resultado de la restauración.

La cuantificación de los sedimentos acumulados en las balsas, está permitiendo evaluar el éxito de la restauración en términos de respuesta erosiva. Para el periodo que va del 1 de diciembre de 2008 al 1 de mayo de 2010 (17 meses), se ha medido una emisión de sedimentos de 2,37 toneladas para una superficie restaurada de 1,03 ha. En este mismo periodo, las balsas no han desbordado agua a la red hidrográfica circundante.



Figura 1. (Superior) inicio del proceso de restauración (octubre de 2008); la flecha indica el inicio de construcción de una de las vaguadas. (Inferior) situación posterior a la restauración (diciembre de 2008). Fotos Paisajes Españoles SA

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El seguimiento de la superficie restaurada pone de manifiesto que la adopción de este enfoque geomorfológico ha conseguido, de manera simultánea: (1) reducir al mínimo la erosión hídrica (hasta niveles inferiores a los de los terrenos naturales circundantes), evitando por completo la emisión de sedimentos desde la mina hacia su entorno (los pocos sedimentos emitidos se acumulan en las balsas); (2) aumentar significativamente la infiltración sobre la superficie restaurada, lo que favorece el desarrollo espontáneo de suelos y vegetación; (3) crear un paisaje de gran diversidad visual y ecológica. Este modelo y otros trabajos complementarios (Martín Duque et al., 2010) demuestran que la incorporación de criterios geomorfológicos mejora considerablemente la integración ambiental de la minería,

la eficiencia ecológica y económica de sus procesos de restauración, y la recuperación de servicios ambientales en los espacios afectados por actividades extractivas.

Agradecimientos: la restauración fue financiada por la Consejería de Economía y Empleo de la Junta de Castilla y León y por el Ayuntamiento de Espirido (Segovia) y se integra en los proyectos CGL2006-07207 y CGL2009-14508.

BIBLIOGRAFÍA

Bugosh N. (2006): Regional variations in stable landforms. En: Barnhisel R.I. (ed.): Billings Land Reclamation Symposium. BLRS and ASMR, Lexington, KY, 156-158.

Fifield, J.S. (2004): Designing for Effective Sediment and Erosion Control on Construction Sites. Forester Press, Santa Barbara, California; 336 p.

Martín Duque, J.F., Martín, C., Nicolau, J.M., Sanz, M.A., Lucía, A. (2009): Impacto hidrogeomorfológico de las minas y escombreras de Peñalén (Guadalajara) sobre el Parque Natural del Alto Tajo. Cuaternario y Geomorfología, 23(3-4), 11-24.

Martín Duque J.F., Sanz M.A., Bodoque J.M., Lucía, A., Martín, C. (2010): Restoring earth surface processes through landform design. Earth Surf. Proc. Landf., 35, 531-548.

Nicolau J.M. (2003): Trends in relief design and construction in opencast mining reclamation. Land Degradation and Development 14(2), 215-226.