EL EFECTO DEL ABANDONO DE BANCALES EN LA RED DE DRENAJE

THE EFFECT OF TERRACES ABANDONMENT ON THE DRAINAGE NETWORK

L. Ortigosa[1], I. Galilea[1], N. Lana-Renault[1], J. A. Llorente[1], P. Ruiz-Flaño[2], N. Pascual[1] y J. Arnáez[1]

1 Área de Geografía Física (DCH), Universidad de La Rioja, 26004, Logroño.
2 Departamento Geografía., Universidad de Valladolid, 46071, Valladolid

Abstract: The abandonment of farmland usually involves a progressive, widespread decline in the production of water and sediment. However, different erosion processes linked to surface runoff and small landslides have been detected in terraced slopes during the last decades. To a great extent, geomorphological dynamics of terraced hillsides and their incidence as sediment source areas (failure of terrace walls as well as sheet wash erosion on slopes), remain unknown. The aims of this paper are (i) to analyze the distribution of landslides in relation to topographic and hydrological factors in a small terraced catchment (190 ha) in Cameros Range (Iberian System in La Rioja, Spain) and (ii) to establish a relationship between the terraces functioning and the restoration of the drainage network. Finally, we focus on the difficulty in modelling these erosion processes including the hydrological impacts on terraced hillside areas.

Palabras clave: bancal, desprendimiento, erosión, hidrogeomorfología, Sistema Ibérico

Key words: terrace, landslide, erosion, hydro-geomorphology, Iberian System

El sistema agrícola tradicional de la montaña mediterránea utilizó con frecuencia los bancales o terrazas de cultivo, especialmente en la montaña media (Rodríguez Aizpeolea y Lasanta, 1992; García-Ruiz y Lana-Renault, 2011). Estas estructuras quedaron en desuso a lo largo del pasado siglo, habiéndose abandonado la casi totalidad de ellas en los Cameros (Sistema Ibérico) antes de los años setenta del pasado siglo.

Los bancales y sus muros de contención quedaron en desuso y sin las tareas de mantenimiento por parte del agricultor, sometidos exclusivamente a la dinámica natural, que tiende a regularizar las vertientes y destruir las infraestructuras agrícolas (García-Ruiz et al., 1988).

La erosión del suelo se observa en el sector llano de las fajas de cultivo con la aparición de diversos procesos ligados a la escorrentía superficial, pero destacan sobre todo las roturas de las paredes externas de los bancales y las acumulaciones de sedimentos al pie de los muretes.

El desencadenamiento de estos fenómenos debe relacionarse con la mayor potencia de suelo del relleno de tierra de las terrazas, que favorece la infiltración y acumulación de agua, lo que ejerciendo una presión sobre los muros de piedra (Gallart *et al*, 2002). En un trabajo previo (Lasanta *et al*., 2001) se comprobó que los bancales localizados en áreas cóncavas y pies de vertiente eran los que registraban más desprendimientos.

El objetivo de este trabajo es aportar información sobre los factores topográficos e hidrológicos que desencadenan los desprendimientos en bancales. Se presentan, además, los resultados visuales de un modelo hidrológico que permite observar las relaciones entre la red de drenaje actual y la presencia de fenómenos erosivos.

1. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca monitorizada para nuestro estudio se localiza en el municipio de Munilla, valle del río Cidacos (Cameros Viejo, Sistema Ibérico occidental. La Rioja, España). Se trata de una pequeña cuenca (190 ha) que, en el pasado se cultivó con cereales en parcelas abancaladas.

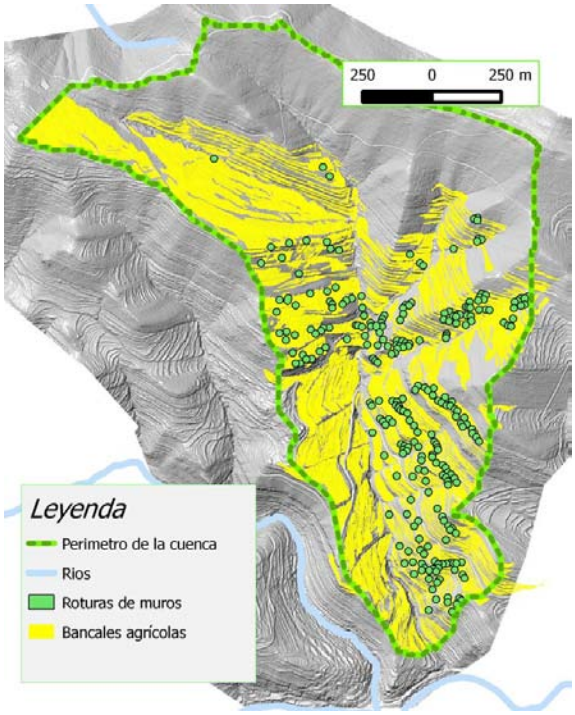

Fig 1. La cuenca de estudio en el municipio de Munilla
Fig 1. The study catchment in Munilla

El paisaje corresponde al habitual de la montaña media submediterránea, con relieves de modestas altitudes (675-1125 m) y formas topográficas regulares, laderas suaves y divisorias alomadas. Puntualmente, aparece algún sector con laderas más empinadas, coincidiendo con la alternancia de estratos de areniscas margosas de diferente resistencia. Dominan los matorrales (*Genista scorpius* y *Cistus laurifolius*, *Rosa sp.* principalmente). Las formaciones arbóreas solo aparecen siguiendo el cauce principal, formando pequeños bosquetes alargados de ribera. La franja más elevada de la cuenca presenta repoblaciones forestales recientes, de escaso crecimiento (Fig.1).

Las laderas abancaladas representan el 42% de la superficie total de la cuenca, lo que demuestra la fuerte expansión de la agricultura en el pasado. En la actualidad la totalidad de los bancales se han abandonado y son aprovechados por vacuno en régimen extensivo. La fotografía aérea del año 1956 permite deducir que la mitad de los bancales podrían ser funcionales todavía en aquellas fechas (Rubio Sesma, 2013).

Tabla 1. Ocupación del suelo de las laderas
Tabla 1. Land covers on the catchment

Superficie Ha	%	Ocupación
191.07	*100.00*	*Cuenca*
5.86	3.07	Muros
80.63	42.20	Bancales
0.03	0.01	Roturas
104.56	54.72	Otras laderas

2. MÉTODOS

La información utilizada se origina a partir de las siguientes fuentes:

- Cartografía topográfica detallada de origen LIDAR, empleadas como ficheros matriciales (*raster*) de 1 m de resolución de píxel (MDT). Posteriormente, se han obtenido las cuantificaciones sobre pendiente y orientaciones.
- Digitalización de las superficies abancaladas y sus respectivos muros de piedras que las limitan, tomando como base la ortofotografia del Gobierno de La Rioja (IDERIOJA)
- Exploración de campo con el objetivo de localizar y posicionar cartográficamente los desprendimientos más voluminosos observados en la cuenca.

Toda esta información se ha integrado en un SIG (quantumSIG 2.0), el cual nos permite también procesar la información de modo selectivo para obtener las variables estadísticas finalmente utilizadas. El módulo hidrológico Terraflows y otros (r.fill, r.flow, r.trraflow de GRASS), integrados en el programa, se han utilizado para producir los modelos hidrológicos. Para los análisis estadísticos, descriptivos y multivariables, se ha utilizado el programa STATISTICA9.

3. RESULTADOS

En la cuenca de Munilla la longitud de los muros de los bancales agrícolas suma 58.57 km, para una superficie total de espacios abancalados de 80.63 ha, lo que significa una densidad aproximada de 1.38 km/ha de paredes de piedra construidas para sujetar las fajas llanas. El espacio agrícola útil fue sin duda algo inferior a estas cifras, puesto que en algunos de estos bancales se desaprovechaba el glacis rocoso al pie de los muros. El número exacto de bancales es más difícil de determinar, pues muchos de los bancales se interconectan para adaptarse a la topografía de las laderas (tabla 1).

Tabla 2. Descriptivos de áreas abancaladas
Tabla 2. Main characteristics of the terraced areas

Bancales con rotura	**Media**	**Mínimo**	**Máximo**
ORIENTACION	197.7	62.5	309.3
PENDIENTE	23.0	12.6	38.7
ALTITUD	944.5	815.4	1070.1
Índ.Próx.Dspts.	130.6	96.0	364.0
Índ.Converg.Hidrg.	2.8	1.4	4.9
Flujo Acumulado	1106.1	9.3	56354.5
Bancales sin rotura	**Media**	**Mínimo**	**Máximo**
ORIENTACION	171.8	30.9	321.3
PENDIENTE	22.0	0.9	56.1
ALTITUD	964.2	779.2	1169.1
Índ.Frec. Dspts	13.5	0.0	1166.0
Índice.Converg.Hidr.	2.8	-1.0	6.9
Flujo Acumulado	1015.9	1.2	148910

Las roturas producidas durante las últimas décadas en los muros de bancales de la cuenca no son muy numerosas y tienen una distribución irregular. Este es un hecho que sabíamos de antemano (Ruiz-Flaño *et al*, 2013).

En la figura 1 se incluye la disposición de los 261 puntos con roturas y desprendimientos (en muchos casos corresponden a movimientos en masa de los muros). Se observa que las pautas de su distribución son complejas, y que localizan en las partes altas y bajas de las laderas, pero también son frecuentes en las posiciones medias. Su presencia/ausencia no sigue una pauta reconocible en función de la pendiente. En los análisis hemos incorporado un índice de convergencia hídrica (*topographic convergence index (tci)* del módulo *terraflow* de GRASS), acumulaciones de flujo (*pixels*) y una medida relativa de la proximidad a otros desprendimientos (considerando un área de influencia circular de 12.5 m que puede conectar proporcionalmente con otros). En la tabla 2 aportamos los estadísticos descriptivos de bancales con y sin roturas.

Tabla 3. Resultados generales del Análisis Discriminante
Tabla 3. Main results of the discriminant analysis

AD 2 grupos	**Wilks'**	**F-sacar**	**Val.p**
Índice.Convrg.Hidrg.	0.61	1.34	0.25
Flujos Acumlulados	0.61	0.29	0.59
Orientación *	*0.61*	*4.79*	*0.03*
Proximidad *	*0.97*	*898.2*	*0.00*
Pendiente	0.61	2.32	0.13
Altitud	0.61	2.05	0.15

** Variables significativas +95%*

El análisis discriminante multivariable aplicado a diferenciar los conjuntos de áreas con ó sin desprendimientos (154 y 1327 respectivamente) solo consigue explicar el 43% de los movimientos en masa (clasificación correcta). El resultado del discriminante, aunque reducido, señala que los movimientos en masa no tienen una distribución aleatoria (la proximidad no es casual) y tiene cierta influencia estadística la orientación de las laderas. El papel de las variables topográficas e hidrológicas no es muy relevante estadísticamente (Tabla 3).

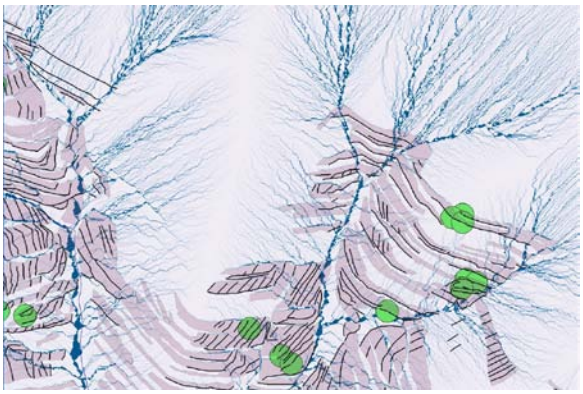

Fig 2. Acumulaciones de flujos en las laderas
Fig 2. Flow accumulation over the hillslopes

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los ensayos realizados para explicar la evolución geomorfológica de bancales, basados en parámetros topográficos de las laderas (pendiente, orientación, altitud,…), ofrecen escasa explicación predictiva, aún considerando la utilización de cartografías muy precisas. Incluso incorporando otras variables como curvatura u otros indicadores topográficos (Ruiz-Flaño et al, 2013), los resultados son poco significativos.

Es preciso, por lo tanto, implementar variables o modelos hidrológicos más globales, que incluyan el efecto conjunto de la ladera, las acumulaciones de flujo o el índice de convergencia topográfica, para explicar en términos de probabilidades la erosión de los campos aterrazados. En la figura 3 se incluye el trazado de direcciones de flujo modelizadas mediante el módulo *terraflow* (GRASS), que parte de datos altitudinales para generar mapas de segmentación y multidirecciones de flujo. La ortoimagen (no tridimensional) permite adivinar los planos abancalados, que están exentos de flujos, en contraposición a las

laderas no abancaladas y con incisiones de drenaje bien marcadas.

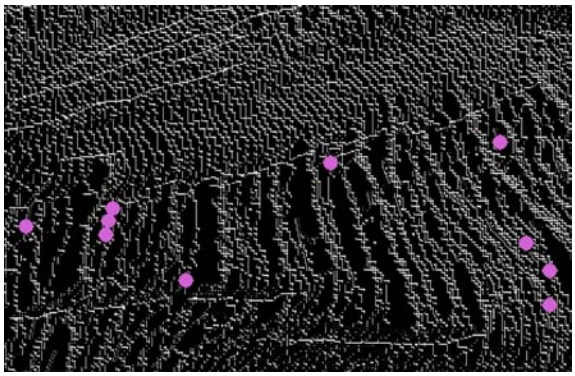

Fig. 3. Mapa de un modelo hidrologico
Fig. 3. Hydrological model map

En la figura 4 ofrecemos también un modelo de la segmentación hídrica en las laderas. Es evidente que la escorrentía es en gran parte lateral cuando observamos los espacios aterrazados y cónica en las laderas sin bancales en las divisorias de la cuenca.

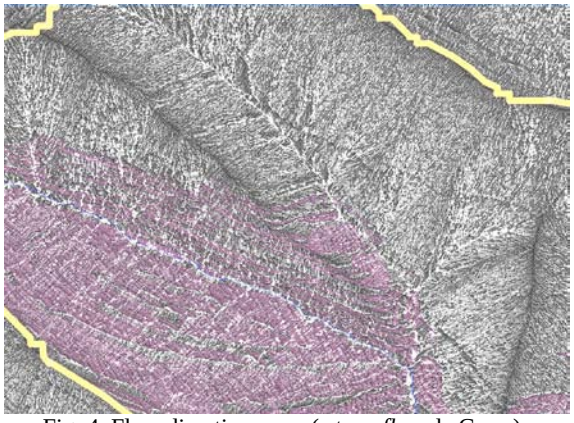

Fig. 4. Flow direction map (*r.terraflow* de Grass).
*Fig. 4. Flow direction map (*r.terraflow *de Grass)*

Por otra parte, suponemos que será necesario hacer intervenir otras variables ajenas a la hidrogeomorfología. En estos trabajos partimos de la hipótesis de que todos los bancales tienen una factura similar –aparte de su tamaño- y que su susceptibilidad a la erosión es parecida. No hemos considerado el estado de conservación de dichas estructuras en el momento de su abandono ni del impacto que puede tener el ganado vacuno en el deterioro de los bancales. Y es más difícil aún incorporar el factor tiempo en la evolución hidrológica. Algunas investigaciones han relacionado la producción de sedimentos en parcelas experimentales con estos factores.

En cualquier caso, el interés por el comportamiento de bancales abandonados alcanza no solo a las investigaciones hidrogeomorfológicas, también a la evolución de paisaje y del patrimonio rural. Si se considera a estos espacios agrarios de gran y merecedores de conservación, la oportunidad de mantenimiento tiene un plazo limitado en el tiempo. De otro modo, la actuación de los procesos geomorfológicos destruirá estas estructuras

Agradecimientos
Proyecto INDICA (CGL2011-27753_C02-01 y 02) financiado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación.

REFERENCIAS

Gallart, F., Llorens, P., Latron, J. y Regüés, D. (2002): Hydrological processes and their seasonal controls in a small Mediterranean mountain catchment in the Pyrenees. *Hydrological and Earth System Science*, 6(3): 527-537.

García-Ruiz, J.M. y Lana-Renault, N. (2011): Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region- A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140: 317-338.

García-Ruiz, J.M., Lasanta, T. y Sobrón, I. (1988): Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados: el valle del Jubera (Sistema Ibérico), *Zubía*, 6: 99-114.

Lasanta, T., Arnáez, J., Oserín, M. y Ortigosa, L.M. (2001): Marginal lands and erosion in terraced fields in the Mediterranean mountains. A case study in the Camero Viejo (Nothwestern Iberian System, Spain). *Mountain Research and Development*, 21(1): 69-76.

Rodríguez Aizpeolea, J. y Lasanta, T. (1992): Los bancales en la agricultura de la montaña mediterránea: una revisión bibliográfica. *Pirineos*, 139: 105-123.

Rubio Sesma, J., 2013 (inédito). Procesos de revegetación en bancales abandonados (Cameros, Sistema Ibérico, La Rioja). *Trabajo de Máster (TFM)*. Universidad de La Rioja.

Ruiz-Flaño, P., Lana-Renault, N. Ortigosa, L., Galilea, I., Llorente, J.A. y Arnaez, J. 2013. The effect of terrace abandonment on the restitution of the drainage network and soil erosion. IAG, Paris.