

Facetas triangulares de ladera como indicadores paleoclimáticos en ambientes semiáridos (Depresión del Ebro)

Talus flatirons as palaeoclimatic indicators in semiarid environments (Ebro Basin)

T. Arauzo, M. Gutiérrez-Elorza & C. Sancho

Dpto. Ciencias de la Tierra, Fac. Ciencias, Univ. de Zaragoza, Plz. San Francisco, 50009 Zaragoza

ABSTRACT

Talus flatirons are relic slope accumulations preserved at the foot of structural platforms and mesas. The generation of talus flatiron sequences involves alternating accumulation and incision periods indicating clear changes in the activity of the geomorphological processes. A good example exists to the South of Zaragoza within the Ebro Basin, where five stages of slope evolution have been identified in the talus flatiron sequences (S_1 to S_5 , youngest to oldest). The deposits of these slope accumulations contain pottery remains, charcoal and ashes which permit to carry out relative and absolute datings of the slope accumulations. Based on the pottery content, the most recent accumulation stage (S_1) is post-19th century. The pottery remains of the previous one (S_2) indicates a post-Middle-Late Bronze and the ^{14}C datings obtained for this accumulation are 2.529 ± 52 BP and 2.930 ± 60 BP. The talus flatirons S_3 has provided an age of 27.862 ± 444 years BP by ^{14}C and for the S_4 the age is 35.570 ± 490 BP. The oldest accumulation has not been dated. The datings allow to correlate the accumulation stages with cold climatic periods of the Upper Pleistocene and Holocene. These cold periods alternate with warm climatic periods during which the dominant water erosion isolates the talus flatirons.

Key words: talus flatirons, slope accumulation, climate change, semiarid environment, Ebro basin.

Geogaceta, 20 (5) (1996), 1093-1095
ISSN:0213683X

Introducción

Las facetas triangulares de ladera fueron por primera vez descritas por Koons (1955), quien las denominó *talus flatirons*. Estas morfologías corresponden a laderas relictas que aparecen en torno a relieves estructurales, con una geometría en planta triangular o trapezoidal cuyo ápice aparece desconectado y enfrentado al escarpe. Estas laderas poseen una cubierta detrítica que en sus partes distales puede conectar con acumulaciones de glaciares o terrazas.

Las facetas triangulares de ladera son características de zonas áridas con relieves estructurales constituidos por un nivel resistente a techo de una serie de material uniforme y fácilmente erosionable, ambos con una estratificación horizontal o subhorizontal (Koons, 1955; Everard, 1963; Blume & Barth, 1972; Gerson, 1982; Gerson & Grossman, 1987; Schmidt, 1989, 1994). Tras un período de acumulación y regularización de una ladera, ésta puede verse afectada por la erosión y destrucción de la misma. Cuando la incisión afecta a las partes medias de una ladera, donde tiene lugar la confluencia

de regueros tributarios, puede individualizarse una faceta. Una vez aislada, la faceta se comporta como un relieve relicto independiente de la partes altas de la ladera (Büdel, 1970, 1982).

La aparición de una secuencia espacial de facetas triangulares de ladera implica una secuencia temporal de etapas de acumulación e incisión en las laderas. Esta alternancia de los procesos morfogenéticos ha sido interpretada como consecuencia de cambios climáticos (Everard, 1963; Gerson, 1982; Gerson & Grossman, 1987; Sancho *et al.*, 1988; Schmidt, 1989, 1994), aunque también ha sido propuesto un origen no climático (Koons, 1955).

El área de estudio

Se han estudiado secuencias de facetas triangulares de ladera generadas en torno al Cerro de San Pablo y Cerro de Las Coronas, relieves muy próximos entre sí y situados al sur de Zaragoza dentro de la Depresión del Ebro (Figs. 1 y 2). El relleno sedimentario de la cuenca terciaria en esta zona corresponde al Mioceno y está constituido por arcillas, margas y calizas

en disposición horizontal. Ambos relieves estructurales están coronados por calizas sobre las que se dispone en disconformidad mediante un contacto erosivo un conglomerado Pliocuaternario (Fig. 3). Las facetas aparecen al pie y en torno a ambos cerros (Figs. 4 y 5).

El área se encuentra entre 500 y 600 m por encima del nivel del mar. Las características climáticas corresponden a un medio semiárido con una precipitación media anual en torno a 350 mm y una temperatura media anual de 15 °C. Las precipitaciones se distribuyen en dos máximos pluviométricos de carácter tormentoso en primavera y otoño.

Resultados

En el área de estudio han sido diferenciadas cinco etapas de acumulación en las laderas, denominadas S_1 a S_5 de la más reciente a la más antigua (Figs. 1, 2 y 3). La más reciente (S_1) aparece en facetas incipientes únicamente al pie del cantil generado en algunas zonas de los cerros. La S_2 es la única acumulación que presenta un perfil continuo y regular que puede alcanzar las zonas altas de los cerros, apa-

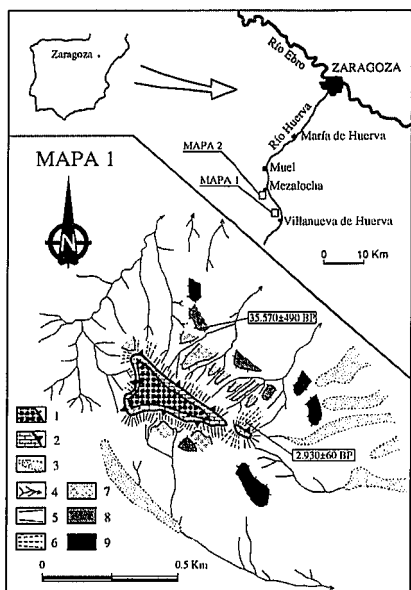


Fig. 1.- Localización del área de estudio y mapa geomorfológico del Cerro de San Pablo. 1: Conglomerados pliocuaternarios. 2: Calizas miocenas. 3: Valles de fondo plano. 4: Incisiones lineales. 5: Acumulación de ladera S₁. 6: S₂. 7: S₃. 8: S₄. 9: S₅.

Fig. 1.- Location of the study area and geomorphological map of Cerro de San Pablo. 1: Upper Pliocene-Lower Pleistocene conglomerate. 2: Miocene limestone. 3: Infilled creeks. 4: Gullies. 5: Slope accumulation S₁. 6: S₂. 7: S₃. 8: S₄. 9: S₅.

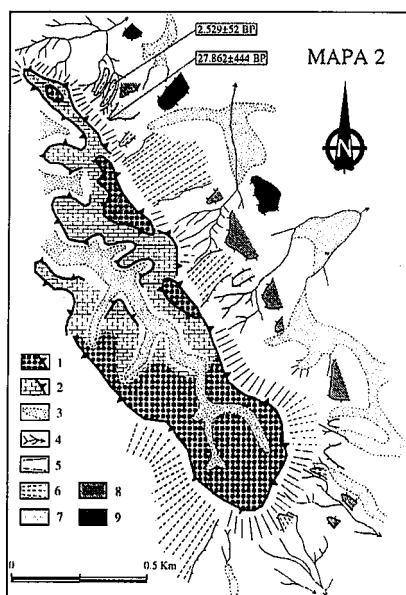


Fig. 2.- Mapa geomorfológico del Cerro de Las Coronas. 1: Conglomerados pliocuaternarios. 2: Calizas miocenas. 3: Valles de fondo plano. 4: Incisiones lineales. 5: Acumulación de ladera S₁. 6: S₂. 7: S₃. 8: S₄. 9: S₅.

Fig. 2.- Geomorphological map of Cerro de Las Coronas. 1: Upper Pliocene-Lower Pleistocene conglomerate. 2: Miocene limestone. 3: Infilled creeks. 4: Gullies. 5: Slope accumulation S₁. 6: S₂. 7: S₃. 8: S₄. 9: S₅.

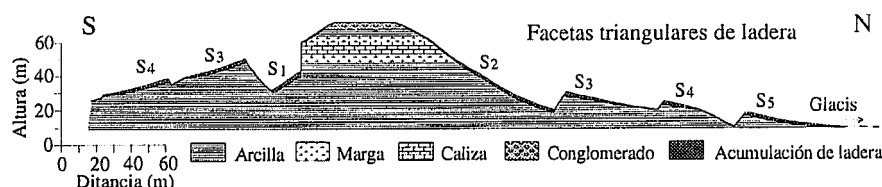


Fig. 3.- Corte esquemático del Cerro de San Pablo.

Fig. 3.- Schematic cross-section of Cerro de San Pablo.

reciendo localmente en facetas triangulares. S₃, S₄ y S₅ aparecen siempre como facetas triangulares de ladera, correspondiendo las acumulaciones más antiguas con las más alejadas de los cerros.

La acumulación detrítica de las laderas está compuesta por clastos heterométricos de caliza y cuarcita con una matriz arcillosa. Los clastos calizos y cuarcíticos son suministrados por la caliza miocena y el conglomerado pliocuaternario respectivamente. Estos depósitos presentan una potencia media de 1 m y aparecen ligeramente cementados por carbonatos. La cementación se incrementa progresivamente con la edad de las acumulaciones, favoreciendo por tanto su preservación.

El contenido arqueológico inmerso en las dos acumulaciones más recientes del

Cerro de San Pablo permite obtener una datación relativa *postquem* para ambas acumulaciones. Las cerámicas encontradas en el interior de la acumulación S₂ indican una edad final de generación posterior al Bronce Medio-Final (3.500-3.100 BP). Las laderas S₁ contienen cerámicas de la misma edad que la anterior y cerámicas de los siglos XVIII y XIX, por lo cual su edad final de generación es posterior al siglo XIX.

La aparición de carbón vegetal y cenizas dentro de las acumulaciones permite realizar dataciones absolutas por Carbono-14. Los resultados para la acumulación S₂ han sido de 2.930±60 BP en el Cerro de San Pablo y 2.529±52 BP en el Cerro de Las Coronas. Para la acumulación S₃ se ha obtenido una datación de

27.862±444 BP en el Cerro de Las Coronas. Para S₄ la datación ha sido de 35.570±490 BP en el Cerro de San Pablo. Finalmente de la S₅ no se ha podido obtener ningún tipo de datación.

Discusión

En general se considera que la alternancia de periodos de acumulación e incisión en las laderas, como consecuencia de la variación de los procesos morfogenéticos, se encuentra ligada a cambios ambientales de carácter climático. No obstante, la acción antrópica debe de ser significativa para tiempos recientes, especialmente debido a modificaciones en la cobertura vegetal (Everard, 1963; Sancho *et al.*, 1988; Gutiérrez & Peña, 1989).

A nivel regional, concretamente para el NE de la Península Ibérica, Gutiérrez & Peña (1989) y Gutiérrez *et al.* (1992) correlacionan distintos estadios de acumulación e incisión en las laderas con periodos climáticos del Holoceno superior. Según estos autores, los dos periodos más recientes de acumulación en laderas corresponden respectivamente con los periodos fríos de la Pequeña Edad del Hielo (1.450-1.850 AD) y la Época Fría de la Edad del Hierro (2.900-2.300 BP). Estas acumulaciones se han visto posteriormente afectadas por sendos periodos de incisión, concretamente durante las etapas cálidas del Subatlántico (2.300 BP-1.450 AD) y la incisión que perdura en la actualidad con predominio de las causas antrópicas.

En la área estudiada en este trabajo, las cuatro etapas más recientes de acumulación en laderas pueden correlacionarse con periodos climáticos fríos según las dataciones relativas y absolutas obtenidas. En este sentido S₁ correspondería a la Pequeña Edad del Hielo y S₂ a la Época Fría de la Edad del Hierro. S₃ y S₄ pensamos se correlacionarían respectivamente con los sucesos Heinrich H₃ (27 ky BP) y H₄ (35 ky BP) (Heinrich, 1988; Bond *et al.*, 1993). Los sucesos Heinrich coinciden con una gran profusión de icebergs en el Atlántico Norte durante la última glaciación, quedando registrados en los sedimentos del fondo marino tanto por el material detrítico transportado por los icebergs, como por un acusado descenso de las conchas de foraminíferos. Estos eventos tienen lugar al final de periodos de extremo enfriamiento atmosférico en el Hemisferio Norte y son seguidos por bruscos y cortos interestadiales. En nuestro caso estos interestadiales corresponderían a los periodos cálidos 4 y 8 de las oscilaciones cálido-frías de la última gla-

ciación (Dansgaard *et al.*, 1993).

En ambientes áridos la generación de facetas triangulares de ladera responde a cambios climáticos con una frecuencia de 100 ky (Gerson, 1982; Gerson & Grossman, 1987; Schmidt, 1989, 1994). Sin embargo, en ambientes semiáridos la aparición de facetas triangulares de ladera responde a cambios climáticos de menor magnitud y frecuencia, perfilándose estas morfologías como marcadoras de cambios climáticos recientes.

Referencias

Blume, H. & Barth, H. K. (1972): *Erkunde*, 26: 108-116.
 Bond, G. *et al.* (1993): *Nature*, 365: 143-147.
 Büdel, J. (1970): *Z. Geomorph. N. F.*, 14: 1-57.
 Büdel, J. (1982): *Climatic geomorphology*. Princenton University Press, 443 p.
 Dansgaard, W. *et al.* (1993): *Nature*, 364: 218-220.
 Everard, C. E. (1963): *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 32: 31-47.
 Gerson, R., (1982): *Israel Jour. Earth Sci.*, 31: 123-132.
 Gerson, R. & Grossman, S. (1987): *Climate, history, periodicity, predictability* (R. Rampino, J. E. Sanders, W. S. Newman & L. K. Königsson, Eds.). Van Nostrand Reinhold, 300-322.
 Gutiérrez, M. & Peña, J. L. (1989): *European Conference on Landscape Ecological Impact of Climatic Change*, Lunteren, 21 pp.
 Gutiérrez, M.; Peña, J. L. & Sancho, C. (1992): *Abstracts of the International Symposium on Evolution of Deserts*, Ahmedabad, India, 77-80.
 Heinrich, H. (1988): *Quat. Res.*, 29: 142-152.
 Koons, D. (1955): *Amer. Jour. Sci.*, 253: 44-52.
 Sancho, C., Gutiérrez, M., Peña, J. L. & Burillo, F. (1988): *Catena Suppl.*, 13: 139-146.
 Schmidt, K.-H. (1989): *Catena Suppl.*, 14: 107-118.
 Schmidt, K.-H. (1994): *Geomorphology of deserts environments* (A. D. Abrahams & A. J. Parsons, Eds.). Chapman & Hall, 553-570.

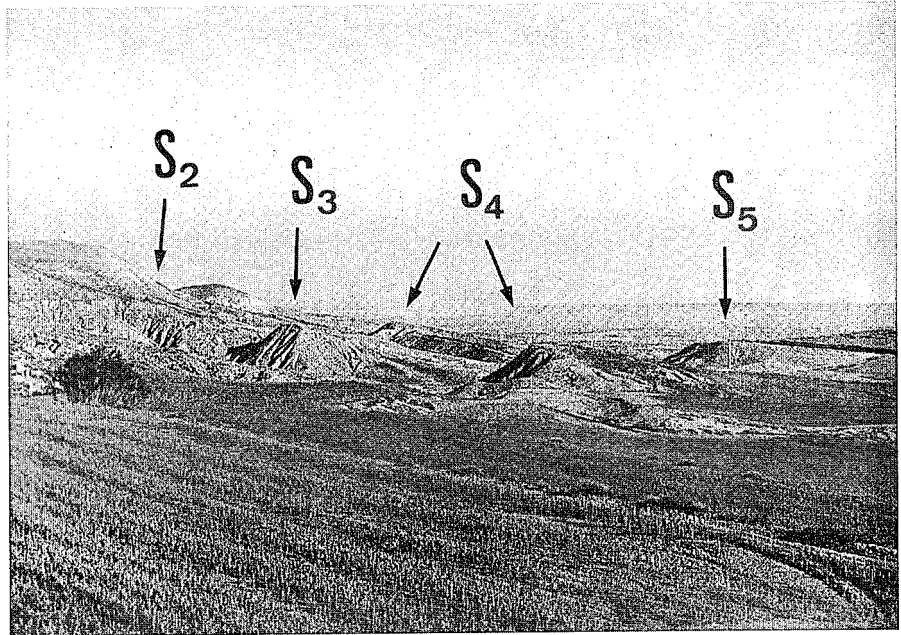


Fig. 4.- Secuencia de facetas triangulares de ladera (S3, S4 y S5) en torno al Cerro de las Coronas.

Fig.4.- Talus flatirons sequence (S3, S4 y S5) around Cerro de las Coronas.

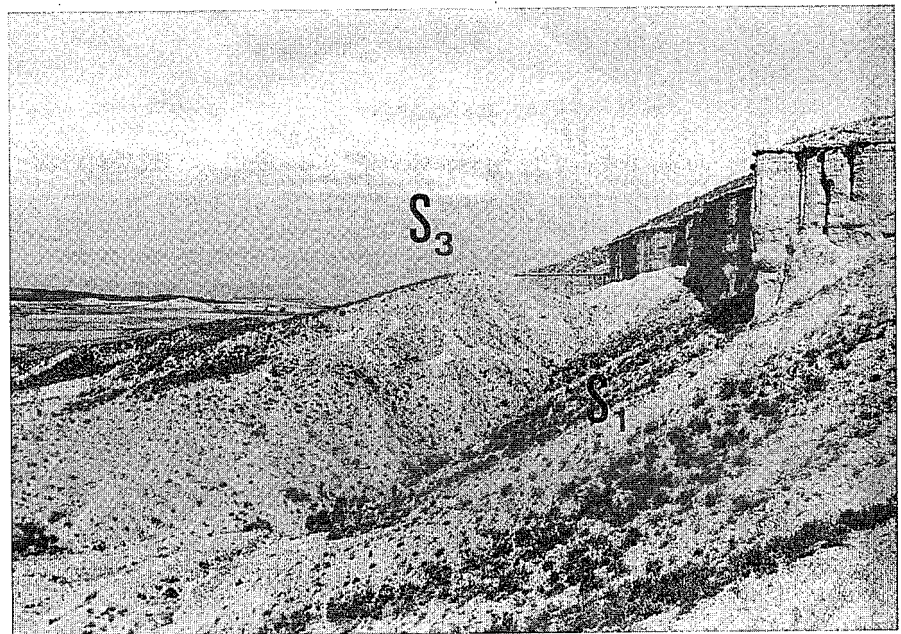


Fig. 5.- Faceta triangular (S₃) y ladera más reciente (S₁) al pie del Cerro de San Pablo.

Fig. 5.- Talus flatiron (S₃) and youngest slope accumulation (S₁) at the foot of Cerro de San Pablo.