

Consecuencias geomorfológicas derivadas de un proceso de captura fluvial

Geomorphic features developed after a fluvial piracy process

M. L. Calvache (*) y C. Viseras (**)

(*) Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada, 18071 Granada.

(**) Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada, 18071 Granada.

ABSTRACT

The recent capture of the drainage of the ancient endohreic Guadix-Baza basin is favoured by a process of uplift implying northwestward tilting and shift of the ancient axial master drainage system. Since the capture onwards a dendritic drainage pattern (western sector) and a centripetal one (eastern sector) are developed implying associated phenomena of fluvial superimposition. Flow inversion in some reaches of the trunk stream carries on the appearance of a barbed drainage pattern showing boat hook bends. The new equilibrium profile created after the piracy is responsible for the instability of the infilling of the ancient basin. So, rapid erosion started giving way to a badlands landscape in which the development of badlands and piping has a control in the stratigraphic architecture of the alluvial sediments being eroded away.

Key words: stream piracy, Guadix-Baza basin, fluvial superimposition, barbed drainage pattern, boathook bends, badlands, equilibrium profile.

Geogaceta, 18 (1995), 93-96

ISSN: 0213683X

Introducción y antecedentes

El área situada al N de la provincia de Granada constituye en la actualidad una región sometida a intensa erosión, con valores medios de pérdida de suelos de 25 Tn/km²/año y de sólidos disueltos de 173.5 Tn/km²/año en algunos puntos (Romero, 1989). Desencadenante de esta situación es un proceso de captura reciente del río Guadiana Menor por parte del río Guadalquivir, situado al N, que marca el momento de inversión en una cuenca sometida a subsidencia durante unos 6.5 Ma (la parte más alta del Mioceno, el Plioceno y el Pleistoceno).

En este trabajo presentamos el análisis de ese proceso de captura y las consecuencias geomorfológicas que se derivan, haciéndolo con una perspectiva geológica. Así, la comparación de los rasgos morfológicos ligados a la red de drenaje actual con la paleogeografía de la antigua cuenca sedimentaria y con las características específicas de los distintos ambientes sedimentarios que ocuparon la región, ofrece una perspectiva muy interesante acerca de los mecanismos que controlan la evolución del paisaje en este sector.

El citado proceso de captura ha sido

referido en trabajos previos (Vera, 1970, Estevez *et al.*, 1976, Viseras y Fernández, 1992) y algunos de los rasgos geomorfológicos de la zona o de parte de ella han sido analizados por Wise *et al.*, (1982) y Romero (1989). Existen además varios trabajos sobre las consecuencias geomorfológicas derivadas de procesos de inversión de cuenca en otros sectores del SE peninsular (Harvey, 1987, Harvey y Wells, 1987, Mather, 1993).

Marco geológico

El área cuyas características geomorfológicas se analizan en este trabajo ocupa aproximadamente la misma posición que ocupó la antigua cuenca de Guadix-Baza, una depresión continental intramontañosa que abarcó unos 3500 km² en el sector central de la Cordillera Bética, sobre el contacto entre las Zonas Externas (paleomargen Sudibérico deformado) y las Zonas Internas (dominio cortical de Alborán) (Fig. 1).

El análisis paleogeográfico muestra una cuenca endorréica en la que se pueden diferenciar dos sectores (Vera, 1970). El sector oriental estuvo ocupado por un gran lago flanqueado por abanicos aluviales, mientras que en el sec-

tor occidental se han diferenciado un sistema de drenaje axial y dos sistemas transversales a éste (Viseras y Fernández, 1989, Vera *et al.*, 1994) con áreas fuente en los relieves de Zonas Internas (Sistema Transversal Interno) y Zonas Externas (Sistema Transversal Externo) (fig. 1). El Sistema Axial, que constituía el drenaje principal hacia el gran lago oriental, corresponde en la mayor parte de su trazado a un ambiente fluvial meandriforme, con excelentes ejemplos de *point bars* de tamaño de grano grueso (Viseras, 1991). El Sistema Transversal Interno estaba integrado por una serie de abanicos coalescentes de 10-11 km de radio y surcados por canales de baja sinuosidad sometidos a una intensa tasa de desplazamiento lateral como consecuencia de la acumulación de barras laterales margenadas (Viseras y Fernández, 1994). Por contra, el Sistema Transversal Externo prototípico correspondía a abanicos de dimensiones más reducidas (máximo 3-4 km de radio) construidos a partir de canales rectilíneos con alta pendiente del lecho, como lo prueba el desarrollo de estructuras tales como *transverse clast dams* (Bluck, 1987), *pebble clusters* (Billi, 1988) o *boulder steps* (Grant *et al.*, 1990).

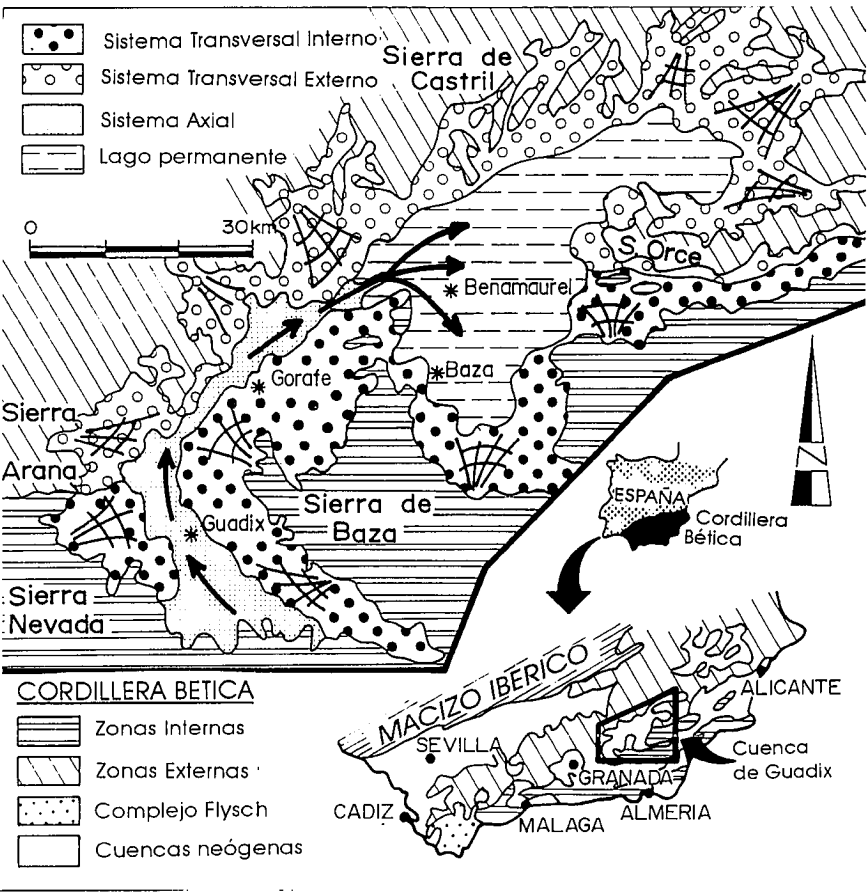


Fig. 1.- Localización del área de estudio en el contexto de la Cordillera Bética y esquema paleogeográfico de la cuenca de Guadix-Baza para la etapa pre-inversión (las flechas indican la dirección de flujo en el antiguo Sistema Axial).

Fig. 1.- Location of the study area into the Betic Cordillera and palaeogeographic sketch for the pre-inversion stage of the Guadix-Baza basin ~arrows indicate the flow direction of the ancient Axial System)

Discusión: procesos implicados en la captura y rasgos geomorfológicos derivados

Hacia final del Pleistoceno se produce un levantamiento del núcleo de la Cordillera que implica también el levantamiento de la cuenca de Guadix-Baza, así como un ligero basculamiento hacia el NNW. Esto implica una transformación en el perfil de equilibrio de las corrientes del Sistema Transversal Interno, de tal modo que tienden a erosionar los sedimentos anteriormente depositados en las proximidades de los relieves situados al S y a depositar en zonas distales, donde quedan por debajo del nuevo perfil de equilibrio (Fig. 2). De este modo, el sistema de drenaje principal o axial (que ocupaba el valle existente entre los dos sistemas transversos) quedó desplazado hacia cotas superiores y hacia el N, aproximándose a la divisoria entre la hasta entonces cuenca endorreica de Guadix-Baza y la cuenca del Guadalquivir (Fig. 2). Con este desplazamiento se vio facilitada la captura del drenaje de la cuenca endorreica por un afluente del Guadalquivir, como resultado del efecto combinado de fenómenos de interciación y erosión remontante.

Así, a partir del momento en que se produce la captura, el nuevo nivel de base pasa a ocupar una posición aproximadamente 500 m más baja que en la antigua situación endorreica (Fig. 3) De este modo, el perfil de equilibrio posterior a la inversión de cuenca deja en una

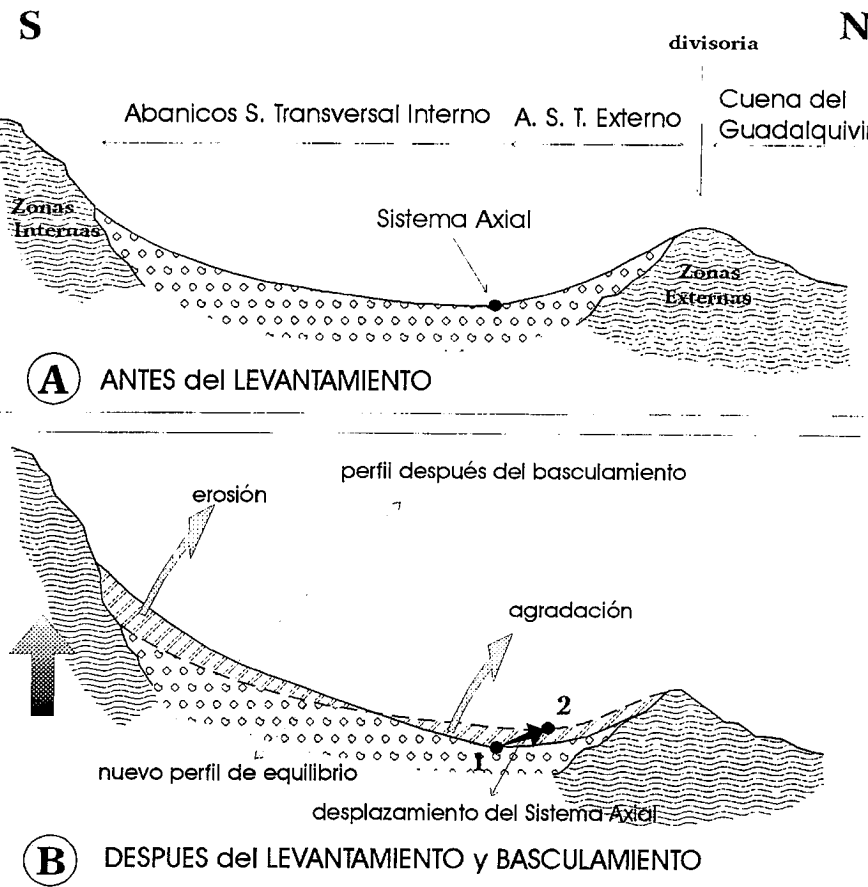


Fig. 2.- Desplazamiento del Sistema Axial como consecuencia de la transformación en los perfiles de equilibrio de los sistemas transversos debida al levantamiento y basculamiento recientes.

Fig. 2.- Axial System shift as a consequence of the transformations of the equilibrium profiles of the transverse systems due to recent uplift and tilting.

situación inestable a la totalidad de los sedimentos acumulados en la antigua cuenca durante su etapa subsidente.

Esto desencadena el encajamiento rápido de la misma red fluvial que construyó el relleno de la cuenca. Como consecuencia de ello, sobre el sector oriental del área, hasta el Pleistoceno ocupado por un lago, se instaura una red de drenaje centrípeta integrada por los ríos Guadalentín, Castril, Guardal, Cúllar y Baza que confluyen para dar origen al Guadiana Menor (Fig. 4). En el sector occidental, por contra, se desarrolla una red dendrítica con una corriente troncal en el río Fardes (que hace las veces de Sistema Axial) y en el que confluyen corrientes transversales procedentes de los relieves del WNW (básicamente Zonas Externas), tales como los ríos Frontina y Huélagu, por ejemplo, que forman parte del actual Sistema Transversal Externo y de los relieves del ESE (Zonas Internas, ríos Grao, Ovel y Gor) integrando el actual Sistema Transversal Interno.

Además, los estilos fluviales de los distintos sistemas diferenciados en la antigua cuenca, se mantienen en sus equivalentes actuales. Así, el hecho más espectacular lo constituye el que las corrientes instaladas aproximadamente sobre el antiguo Sistema Axial (básicamente los ríos Fardes y el Guadiana Menor en su tramo Benamaurel-Barchés, Fig. 4) preservan el estilo meandriforme, no solo cuando excavan los poco litificados sedimentos continentales, sino incluso el encajarse en las rocas duras del substrato, dando lugar así a un fenómeno de sobreimposición fluvial. Del mismo modo, las corrientes del actual Sistema Transversal Interno desarrollan un estilo trenzado, con importantes tasas de desplazamiento lateral y erosión de sus terrazas, mientras que las corrientes del Sistema Transversal Externo actual son más rectilíneas, desarrollan barras longitudinales y *transverse clast dams* y tienen una tasa de desplazamiento lateral muy baja, lo que se traduce en una mejor preservación de sus terrazas.

Las principales diferencias entre los drenajes actual y antiguo aparecen en la zona más central del área, por donde se produce la captura. Así, en esta zona el río Fardes aparece desplazado al NNW en relación al antiguo Sistema Axial (Fig. 4), circunstancia que explicamos en base a que su encajamiento se inició con posterioridad a las transformaciones en los perfiles de equilibrio de los sistemas transversos como consecuen-

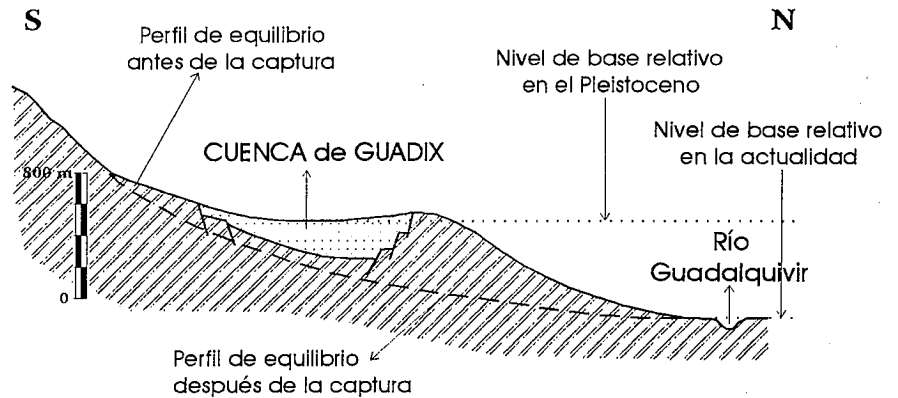


Fig. 3.- Inestabilidad del relleno de la antigua cuenca como consecuencia del nuevo perfil de equilibrio creado a partir de la captura.

Fig. 3.- Instability of the ancient basin infilling due to the new equilibrium profile established after the capture.

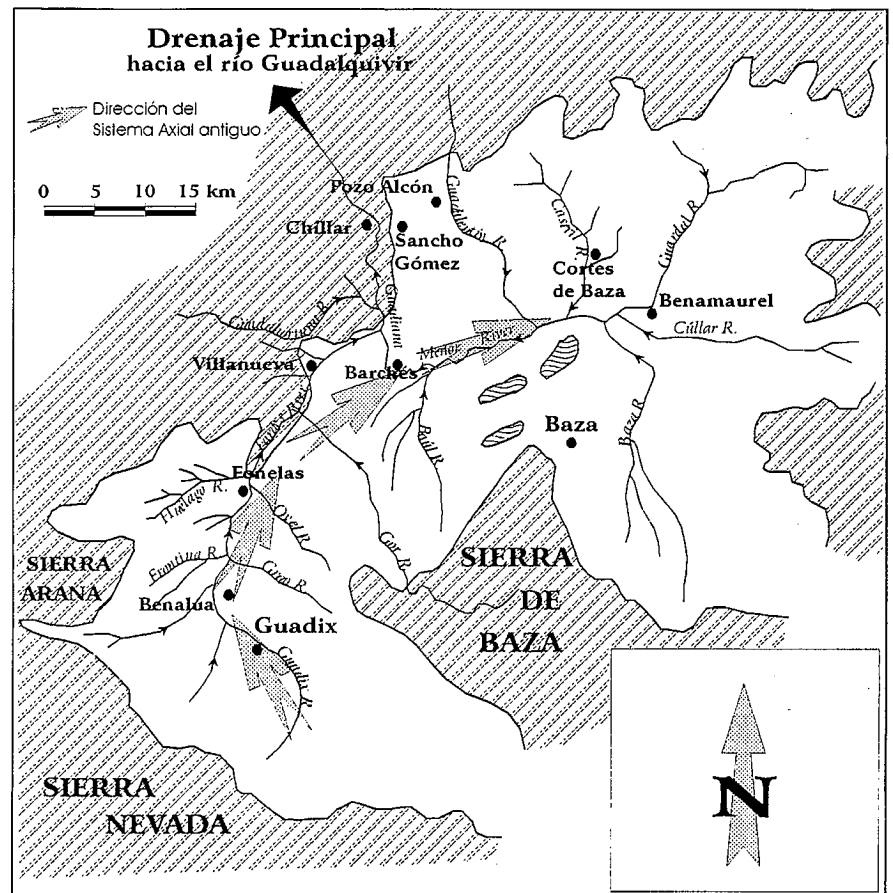


Fig. 4.- Red de drenaje actual que muestra el patrón centrípeta en el sector oriental y el dendrítico en el occidental, así como el patrón barbado en algunos tramos donde se ha dado inversión de flujo y el desplazamiento del río Fardes hacia el NNW respecto al antiguo Sistema Axial (a partir de imagen satélite).

Fig. 4.- Recent drainage network showing a centripetal pattern in the western sector and a dendritic in the eastern one. The barbed pattern in reaches affected by flow inversion and the NNW shift of the Fardes river in relation to the ancient Axial System are also visible (sketched after satellite image).

cia del proceso de levantamiento y basculamiento descrito más arriba (Fig. 2). Del mismo modo, resulta espectacular que el río Guadiana Menor en el tramo Benamaurel-Barchés se instale aproximadamente sobre la misma posición que el antiguo sistema axial, aunque fluye en sentido contrario (Fig. 4). Interpretamos que se trata de una inversión del flujo ligada también al basculamiento. Esto desencadena la aparición de una red de drenaje barbada mostrando curvas en punta de arpón en algunos puntos (por ejemplo en los ríos que vierten al Guadiana Menor al S de Barchés o en la desembocadura del río Guadahortuna, Fig. 4).

Por último, la inestabilidad creada por la captura sobre los sedimentos de la antigua cuenca, sumada a las condiciones climáticas semiáridas y a la escasa cobertura vegetal, facilitan una erosión acelerada con desarrollo de *badlands* y *pipings*. Sin embargo, estos procesos son más acusados sobre los sedimentos correspondientes a las zonas distales de los antiguos sistemas transversos. La erosión lineal está favorecida en estas zonas por una arquitectura a base de cuerpos de grava acintados, es decir, con una muy baja relación anchura/altura y embebidos en finos de llanura de inundación. La aparición de estos cuerpos acintados de

grava responde a los procesos de avulsión actuantes en las zonas distales de los abanicos, mientras que en zonas más proximales, donde el barrido de los canales es continuo, aparecen cuerpos de grava tabulares.

Agradecimientos

El soporte económico para esta investigación corre a cargo del contribuyente público, con cuya aportación se financian los proyectos AMB 92-0211 CICYT y PB 91-0080 C02-01 DIGI-CYT-CSIC, así como los Grupos de Trabajo 4074 (Recursos Hídricos y Geología Ambiental) y 4085 (Análisis y Dinámica de Cuencas; aspectos Sedi-mentológicos y Neotectónicos) de la Junta de Andalucía, a los cuales pertenecen los autores.

Referencias

- Billi, P. (1988): *Giorn. Geol.*, Ser. 3, 50 (1-2), 15-26.
- Bluck, B.J. (1987): En Richard, K. (Ed.), *River Channels: Environment and Process*, Blackwell, 159-178.
- Estévez, A., López-Garrido, A.C. y Sanz de Galdeano, C. (1976): *Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y el Mar de Alborán*, Secr. Publ. Univ. Granada, 165-192.
- Grant, G., Swanson, F. J. y Wolman, M. G. (1990): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 102, 340-352.
- Harvey, A. M. (1987): En Frostick, L. y Reid, I. (Eds), *Desert Sediments: Ancient and Modern, Spec. Publ.*, 35, 87-103.
- Harvey, A.M. y Wells, S.G. (1987): *Geology*, 15, 689-696.
- Mather, A. (1993): *Sedimentology*, 40, 1069-1089.
- Romero, M. A. (1989): *Tesis Doctoral*, Univ. Murcia.
- Vera, J. A. (1970): *Bol. Geol. Min.*, 81, 429-462.
- Vera, J. A., Rodríguez, J., Guerra, A. y Viseras, C. (1994): *Doc. et Trav. IGAL*, 14, 1-17.
- Viseras, C. (1991): *Tesis Doctoral*, Univ. Granada.
- Viseras, C. y Fernández, J. (1989): *XII Congr. Esp. Sediment.*, 63-66.
- Viseras, C. y Fernández, J. (1992): *Jour. Geol. Soc. (London)*, 149, 1021-1029.
- Viseras, C. y Fernández, J. (1994): *Sedim. Geol.*, 88, 201-217.
- Wise, S. M., Thornes, J. B. y Gilman, A. (1982): En Bryan, R. B. y Yair A. (Eds), *Badland Geomorphology and Piping*, Geo Books, Norwich, 259-277.

Preguntas

Pregunta (J. Fernández Gianotti): ¿Sobre que bases se establece la edad de la captura hacia finales del Pleistoceno?

Respuesta: La datación mas moderna en el relleno de la cuenca basada en paleontología de vertebrados (Solana del Zamborino, Martín Penela 1987) corresponde al final del Pleistoceno medio-principio del superior. Sobre este yace un conjunto de 7-8m de gravas interpretadas como depósito de braidplain ligada a una reactivación repentina de las corrientes que integraban el Sistema Transversal Interno. Cabe la posibilidad de que esta reactivación esté ligada al incremento de aportes relacionada con la fusión de las nieves del Würm, con lo que el inicio del encajamiento de la red fluvial se produciría al final del Pleistoceno. No existen dataciones publicadas que permitan asegurar esto, pero tampoco han ninguna información que lo contradiga. Las velocidades estimadas de encajamiento de la red fluvial (Viseras 1991) son congruentes con estas hipótesis.