

Indicios geomorfológicos indicativos de tectónica activa en el sector Lorca-Totana de la falla de Alhama de Murcia.

J. J. Martínez Díaz⁽¹⁾

(1) Dpto. de Geodinámica, Fac. de CC. Geológicas, Universidad Complutense. Ciudad Universitaria s/n. 28040-MADRID.
jmdiaz@eucmax.sim.ucm.es

RESUMEN

En este trabajo se estudian algunos caracteres geomorfológicos indicativos de actividad tectónica cuaternaria en el sector Lorca-Totana y su influencia en el entorno de la misma. Concretamente, se han analizado: el control durante el cuaternario de la geometría de la red fluvial por parte de la tectónica regional y la cinemática de la falla de Alhama de Murcia (FAM). El perfil longitudinal de equilibrio del río Guadalentín y sus anomalías a su paso sobre la FAM, y las implicaciones morfotectónicas que se desprenden del análisis del modelo digital del terreno. A partir de estos marcadores geomorfológicos se identifica una actividad holocena en la Falla de Alhama de Murcia que controla de forma clara la evolución holocena de la red fluvial. Se observa, que la elevación continuada durante el Plioceno y el Cuaternario de la Sierra de la Tercia bloquea una antigua red fluvial pliocena procedente del NO. A escala más local, la actividad reciente de las dos ramas principales que forman la zona de falla: falla Norte de Lorca y Falla Sur de Lorca genera anomalías en los canales fluviales que las cruzan (desvíos anómalos, capturas, valles decapitados y valles colgados) que indican cinemáticas con componentes de movimiento oblicuo (desgarre sinestroso e inverso).

Palabras clave: Falla de Alhama de Murcia, Falla de Lorca, Morfotectónica, Tectónica activa, Neotectónica fluvial.

Geomorphological markers of active tectonics in the Alhama de Murcia Fault (Lorca-Totana area), Spain.

ABSTRACT

Geomorphic markers of active tectonics in the Lorca-Totana area of Alhama de Murcia Fault (FAM) are studied. We analysed the influence of FAM activity and regional tectonics on the fluvial network geometry, the longitudinal profile of the Guadalentín river and the morphotectonic features deduced from the digital elevation model. From this data we identify Holocene activity (reverse) on the FAM which drives the dynamics of the fluvial network. The continuous Quaternary uplifting of the La Tercia range intercepts and modifies an old Pliocene NW-SE oriented fluvial network. This uplifting is due to reverse movement on FAM. At a local scale recent activity on the two main branches of the FAM produces fluvial anomalies on several channels: stream offsets, captures, hanging valleys, and disconnected valleys, indicating strike-slip (sinistral) and oblique-slip (reverse-sinistral) activity.

Key words: Alhama de Murcia fault, Lorca fault, Morphotectonics, Active tectonics, Fluvial neotectonics.

INTRODUCCIÓN Y MARCO GEOLÓGICO

La Falla de Alhama de Murcia es una de las zonas de falla de mayor longitud de las que atraviesan el sureste de la Cordillera Bética (Fig. 1). Presenta una dirección que oscila entre N 45°E y N 65°E. A lo largo de su recorrido flanquea varias cuencas sedimentarias neógenas que han ido evolucionando a lo largo del Mioceno superior y Plioceno

de ambiente marino a ambiente litoral y continental (Montenat, 1973; Montenat, 1977). Su traza superficial presenta una longitud superior a 90 Km desde el límite norte de la depresión de Huerca-Overa al SO, hasta las proximidades de Murcia al NE, y parece clara su continuación por debajo de depósitos pliocuaternarios del valle del Segura hasta las proximidades de la falla de Crevillente (Gauyau, 1977).

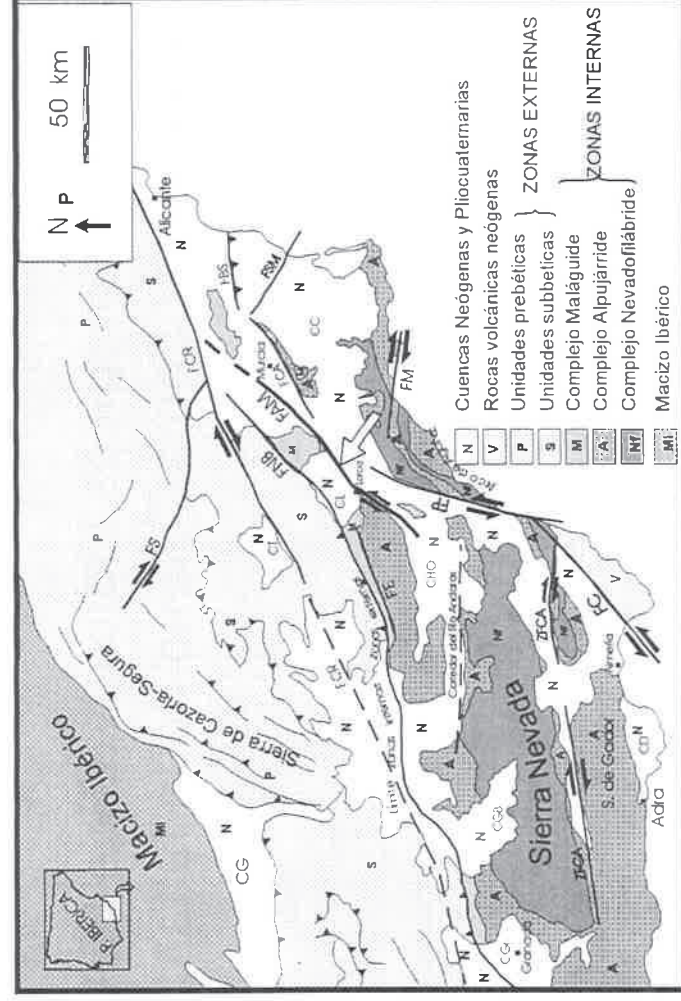


Fig. 1. Esquema geológico-estructural del sureste de la cordillera Bética en el que se señalan la zona de falla de Alhama de Murcia. FS: falla de Socovos; FCR: falla de Crevillente; FE: falla de Las Estancias; FNB: falla Norbética; FAM: falla de Alhama de Murcia; FCA: falla de Carrascos; FBS: falla del Bajo segura; FSM: falla de San Miguel; FM: falla de las Moreras; FP: falla de Palomares; ZFCA: zona de falla del corredor de las Alpujarras; FC: falla de Carboneras.

En los distintos estudios realizados sobre la Falla de Alhama de Murcia (FAM), se ha puesto de manifiesto una cinemática de desgarramiento sinistral con componente inversa, activa durante el Mioceno superior, el Plioceno y el Cuaternario (Bousquet y Montenat, 1974; Montenat et al., 1987 a y b). En los últimos años, se han venido realizando estudios de la FAM que hacen un especial hincapié en el análisis de la tectónica activa asociada al corredor, las posibles estructuras cosísmicas asociadas a la misma y sus implicaciones en la peligrosidad sísmica de la zona (Oliveros, 1987; Martínez Díaz, 1991; Martínez Díaz y Hernández Enrile, 1996, 1999; Baena et al., 1993; Rodríguez Estrella, 1986; Rodríguez Estrella et al., 1992, entre otros. En todos ellos se considera un régimen compresivo más o menos continuado durante el Mioceno superior y Pliocuatnario, con una dirección de máximo acortamiento que varía de unos trabajos a otros entre N 160° y N 20°, o bien se alternan entre sí varias direcciones de acortamiento.

Silva (1994), analizó en profundidad la dinámica

cuaternaria del valle del Río Guadalentín aguas debajo de la localidad de Lorca, deduciendo un claro control estructural por parte de la Falla de Alhama de Murcia, aunque sin llegar a relacionar directamente la cinemática de su movimiento con efectos concretos sobre la red fluvial. La posible actividad de edad holocena de la FAM y concretamente su cinemática debe inducir unos efectos de carácter local y regional sobre la red fluvial y por extensión sobre el relieve de la zona, que pueden ser identificados a partir de observaciones morfológicas y morfotectónicas de distinto rango tanto espacial como temporal. La búsqueda de estos indicadores ha constituido el principal objetivo del estudio que aquí se presenta.

GEOMETRÍA Y ESTRUCTURA DE LA FAM EN EL SECTOR LORCA-TOTANA

El tramo Lorca-Totana de la FAM, está constituido por un corredor tectónico formado por una zona de cizalla de dirección N 55°-65°. Esta zona de

cizalla está configurada por dos ramas principales (Fig. 2) la falla Norte de Lorca y la falla Sur de Lorca. La primera flanquea por su borde sureste el bloque de basamento y la cobertera neógena que forman la antifirma de la sierra de la Tercia. Presenta una traza irregular con dirección variable entre N 45° y N 55°. La falla Sur de Lorca presenta una traza bastante más lineal y una dirección N 65°. Desaparece hacia el este a la altura de La Hoya, cambiando antes de dirección situándose casi E-O. La falla Norte de Lorca se conecta a través de una zona compleja de interacción entre fallas de distinta dirección, con la zona de desplazamiento principal que se continúa hacia el noreste a partir de Totana. En su borde sur-

oeste, esta falla se ramifica en dos zonas de desplazamiento principal que flanquean el afloramiento de basamento del cerro de Matalauva (Fig. 2). Una de estas ramas se continúa hacia el SO de Lorca como zona de desplazamiento principal. La Falla Sur de Lorca desaparece al llegar a Lorca.

Ambas fallas presentan buzamientos opuestos. La falla Norte buza hacia el NO introduciéndose bajo la antifirma de la sierra de la Tercia y controlando su crecimiento desde el Mioceno Superior y la falla Sur presenta buzamiento hacia el SE. Entre ellos se conserva una depresión alargada rellena de materiales cuaternarios cuya

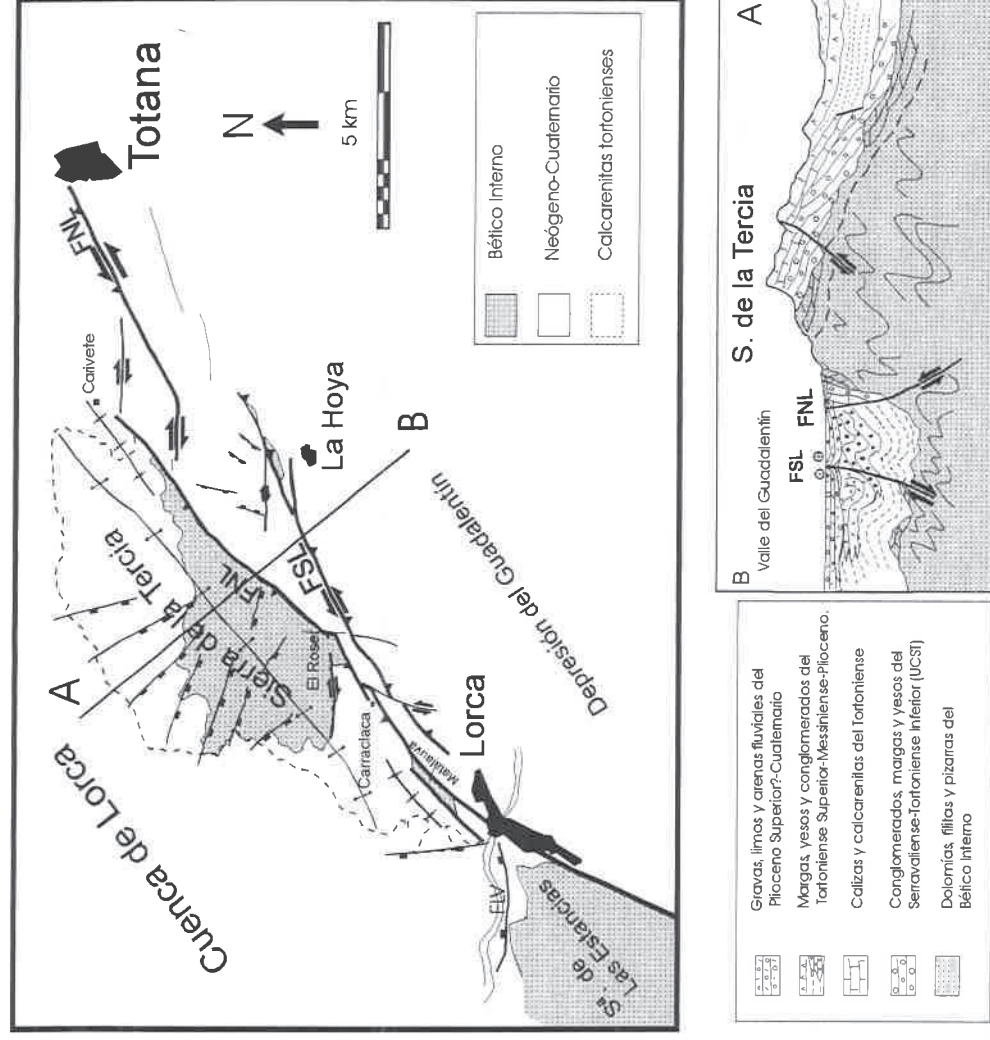


Fig. 2. En la parte superior, esquema estructural del sector Lorca-Totana de la Falla de Alhama de Murcia. En la parte inferior corte geológico A-B transversal a la falla de Alhama en el que se señalan las principales unidades tectosedimentarias. FNL: Falla Norte de Lorca; FSL: Falla Sur de Lorca.

potencia está controlada por la interacción de las dos fallas principales con fallas secundarias de orientación N 20° y cinemática normal o normal-direccional.

La estructura del sector Lorca-Totana es, por tanto, coherente con una zona de falla de carácter oblicuo inverso-direccional activa bajo una dirección de máximo acortamiento horizontal aproximadamente N 150°.

CONTROL TECTÓNICO DE LA RED FLUVIAL

En la Fig. 3 se representa un esquema de la red fluvial actual en el tramo del corredor Lorca-Totana situado unos 3 km al noreste de Lorca. Este es el sector de la FAM en el que mejor se conservan los depósitos fluviales cuaternarios y donde existe un menor control de la disposición espacial de la red por parte de anisotropías litológicas. En dicha figura se han marcado con línea de puntos aquellos tramos de ramblas que presentan un encajamiento relativo mayor. La orientación del drenaje en la zona del llano de la Rba. del Buitre muestra una distribución centrifuga. Las fallas de Carraciaca y del Roser redirigen la red que se dispone paralela a las mismas. Asimismo, se han observado procesos de captura por erosión remontante de canales paralelos a las fallas, desviaciones anómalas de canales de drenaje, ramblas decapitadas y valles colgados. Las dos primeras estructuras morfológicas son típicas de zonas con tectónica activa de desgarre (Wallace, 1968; Sieh, 1981; Sieh y Jahns, 1984), mientras que las dos últimas son muy frecuentes en zonas hundidas y levantadas por movimientos de componente vertical (Goy et al., 1988). En el entorno de los baños de Carraciaca pueden observarse con mayor detalle dichas anomalías geomorfológicas (Fig. 3B).

De la disposición de la red en esta zona y la estructuración que presenta pueden inferirse varios hechos interesantes: 1. La falla Norte de Lorca no provoca desviaciones de canales de drenaje y, sin embargo, si provoca la aparición de valles colgados y ramblas decapitadas, todo ello evidencia de una actividad reciente de componente vertical predominante. 2. La falla Sur de Lorca induce varios desvíos sinestrosos de ramblas así como fenómenos de captura por encaja-

miento de canales paralelos a la zona de falla principal. También presenta varios ejemplos de pequeños valles sin cabecera asociados al movimiento vertical reciente del bloque situado al sur de la falla Sur en el tramo que corta al abanico del Saltador. 3. Curiosamente, los mayores encajamientos de las ramblas se observan en el interior del bloque hundido entre las dos fallas principales. Este encajamiento está producido por la presencia de flexiones abiertas de radio importante y con ejes oblicuos a las fallas principales. Estas flexiones, que se observan claramente en el análisis fotogeológico de la zona, son propias de movimientos de desgarre y hacen que los canales de drenaje se dispongan centrifugamente respecto al núcleo de la misma (ver zona de la Rbla. del Buitre en Fig. 3A).

En dicha figura se muestra una interpretación cinemática del movimiento de las fallas Norte y Sur de Lorca en función de sus efectos sobre la red fluvial. No hay indicios morfológicos de un componente de desgarre significativa en la primera. Su movimiento más reciente parece fundamentalmente inverso; no en vano esta falla constituye el verdadero límite de la sierra de la Tercia y controla su elevación cuaternaria. La falla Sur de Lorca, sin embargo, muestra indicios de movimiento reciente oblicuo inverso-sinestral. Esta diferencia en la cinemática puede deberse a la actuación de dos direcciones de acortamiento a escala local, tal y como apoyan la geometría de las estructuras micro y mesotectónicas de la zona (Martínez-Díaz, 1998), o bien a modificaciones locales de la dirección de acortamiento regional (N 150°) debido a la actividad de las fallas secundarias N 20° (ver Fig. 3A).

PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO GUADALENTÍN

Con el fin de determinar el grado de influencia que el posible movimiento actual de la falla de Alhama de Murcia pueda tener sobre la dinámica actual del río Guadalentín se ha realizado un perfil longitudinal de detalle del tramo del río que atraviesa la FAM (Fig. 4). Para su realización se han tomado los datos de cota topográfica a partir de mapas topográficos de escala 1:5.000. En el perfil se identifica una clara anomalía coincidiendo con el paso del río sobre la traza de la FAM. Esta anomalía separa dos segmentos del

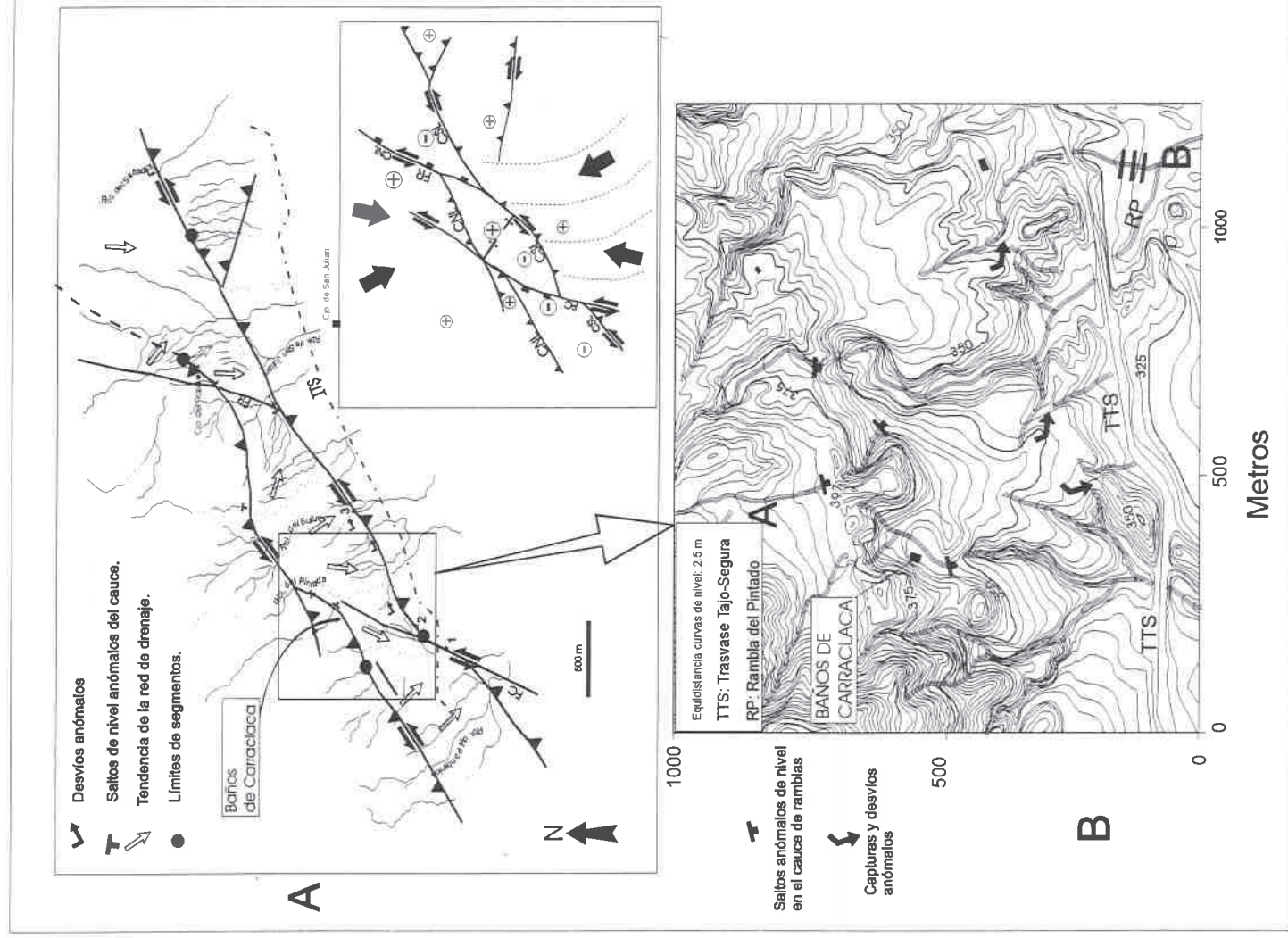


Fig. 3. -A: Cartografía esquemática de la red fluvial en el entorno de los baños de Carraciaca en el que se representan las anomalías, posiblemente relacionadas con la actividad de las fallas norte de Lorca (FNL) y sur de Lorca (FSL). Las flechas en blanco indican la tendencia del drenaje. Junto a ella, se muestra un modelo cinemático que explica los distintos movimientos observados en las fallas, a su vez coherentes con las anomalías de la red. Las líneas intermitentes muestran posibles perturbaciones locales de la dirección del máximo acortamiento horizontal regional. Se señalan (con signos + y -) los hundimientos y levantamientos relativos identificados. -B: Ampliación de la zona de los baños de Carraciaca en el que se añade la topografía así como los puntos donde se observan capturas y saltos anómalos en los cauces de las ramblas. TTS: travase Tajo-Segura; RP: Rambla del Pintado.

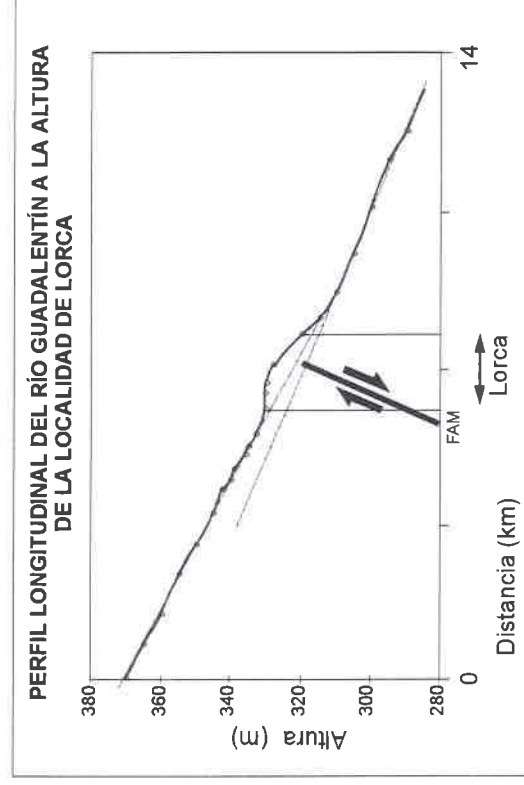


Fig. 4. Perfil longitudinal del tramo del río Guadalentín a su paso sobre la FAM y la localidad de Lorca, realizado a partir de una cartografía E. 1:5.000. Sobre el perfil se marcan las distintas pendientes observadas a un lado y otro de la FAM. La anomalía observada en el perfil coincide con la posición de la traza en superficie de la FAM.

perfil con diferente pendiente. Al NO de la falla es ligeramente superior que al SE. La anomalía coincide con la zona de paso sobre el corredor de la falla de Alhama de Murcia.

ANÁLISIS MORFOTECTÓNICO DEL MODELO DIGITAL

El análisis de la topografía observada en el modelo digital del terreno (Fig. 5) aporta datos sobre la evolución holocena de la red fluvial y el control tectónico de la misma. A partir del punto de intersección con la FAM el cauce del Guadalentín pasa de tener una morfología tipo braided al NO, a una morfología propia de circulación más meandriforme hacia el SE. Este cambio de tipo de circulación se ha observado en muchas zonas de fallas activas y se produce como respuesta a un cambio de pendiente en el cauce de un canal fluvial (Schumm y Khan, 1972) (ver Fig. 6). El cambio de pendiente observado antes en el perfil longitudinal del río Guadalentín (disminuyendo hacia el SE) es coherente con esta anomalía.

Por otra parte, se observa que a partir de su intersección con la FAM la banda de meandros del río se dispone paralela a la dirección del CSL. Si consideramos que existen restos de antiguas terra-

zas del río de edad Plioceno superior-Pleistoceno inferior adosadas al borde sur de la sierra de la Tercia y a la falla Sur de Lorca (Silva 1994) podemos inferir una migración hacia el SE del río durante el Cuaternario. Esta migración estaría producida por un basculamiento asociado a la componente inversa del movimiento de dicha falla. Asimismo, la morfología de algunos de los meandros del río está controlada por fallas N 10°-20° activas y fosilizadas por el aluvial del río.

A una escala de observación más regional en el interior de la cuenca de Lorca podemos identificar varias anomalías en la red fluvial. Casi todas las ramblas y canales de drenaje menores atraen el corredor de la falla Norbética (límite NO de la cuenca), con una dirección NO-SE. Pero al aproximarse a la S.^a de La Tercia cambian de dirección hacia una orientación SO hasta desembocar en el valle del río Guadalentín, y algunos hacia el este bordeando la sierra por su extremo oriental. Se observan varios procesos de captura por erosión remontante de canales paralelos al borde NO de la Sierra.

Asimismo, en la zona situada entre el borde SO de Sierra Espuña y el borde N de la sierra de la Tercia las ramblas que bajan cortando los glacis y abanicos que conectan la cuenca de Lorca y sierra de Espuña, lo hacen con una dirección NO-SE,

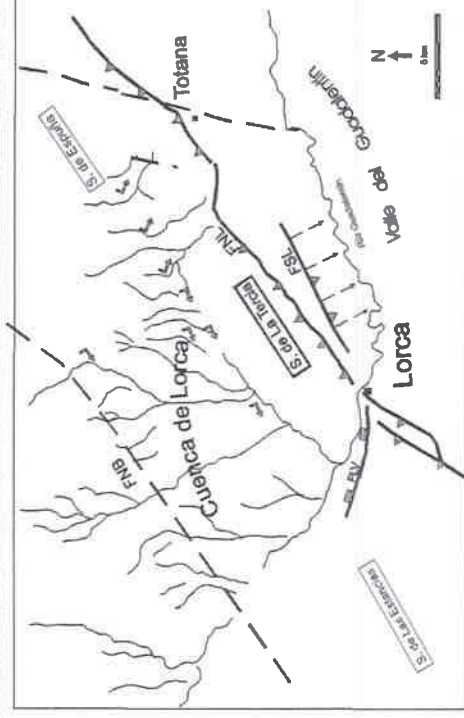
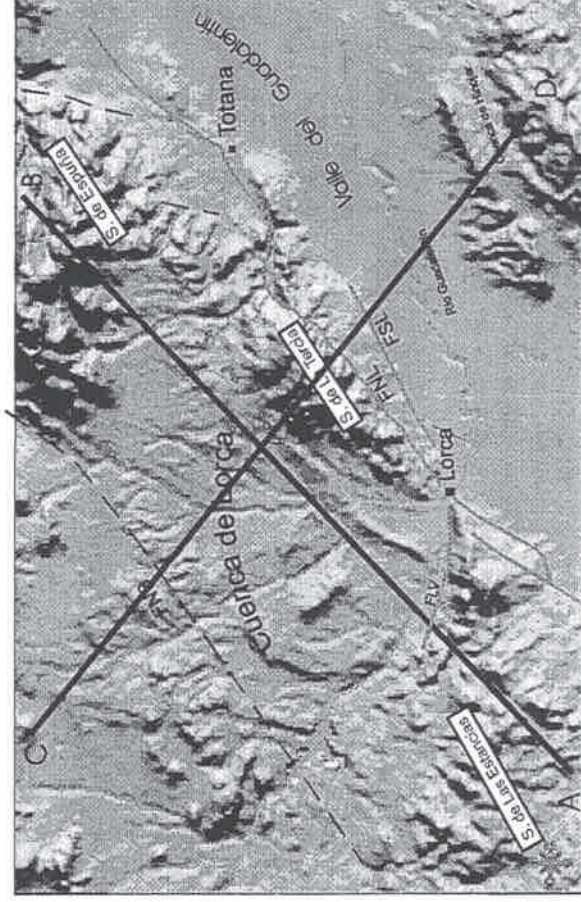


Fig. 5. En la parte superior se muestra el modelo digital del terreno del sector Lorca-Totana y su entorno, sobre el que se señalan las principales fallas y unidades morfotectónicas. Se señala asimismo la posición de los perfiles topográficos de la figura 7. En la parte inferior se extrae la red fluvial de la zona. Las flechas señalan los puntos donde la red fluvial sufre giros bruscos de dirección debido a la interposición tectónica del relieve de la Sierra de La Tercia. Ver interpretación en el texto. FSL: Falla sur de Lorca; FNL: Falla norte de Lorca.

cuando la topografía actual favorecería una dirección de drenaje lógica NE-SO o E-O bajando desde la sierra hasta la cuenca (Fig. 5). Esto nos está indicando la presencia de una antigua red fluvial pliocena que cruzaba de NO a SE la cuenca de Lorca y llegaba directamente hasta el valle del Guadalentín, salvando los (en aquel entonces) poco importantes relieves de la Sierra de La Tercia. Esta red depositó los conglomerados continentales con cantos de procedencia subbética intercalados con margas rosadas que forman la unidad conglomerático-yesífera Tortoniense

superior-Messiniense-Plioceno que puede observarse ahora implicada en la zona de falla Lorca-Totana (Martínez-Díaz 1998). El progresivo levantamiento de la sierra fue bloqueando esta red y desviándola hacia el tramo medio actual del valle del río Guadalentín, situado actualmente en el borde SO de la cuenca de Lorca.

En la Fig. 7 se muestran los perfiles topográficos NO-SE (C-D) y NE-SO (A-B) realizados atravesando la cuenca de Lorca y la FAM. En el perfil A-B se aprecia una inclinación de la superficie de

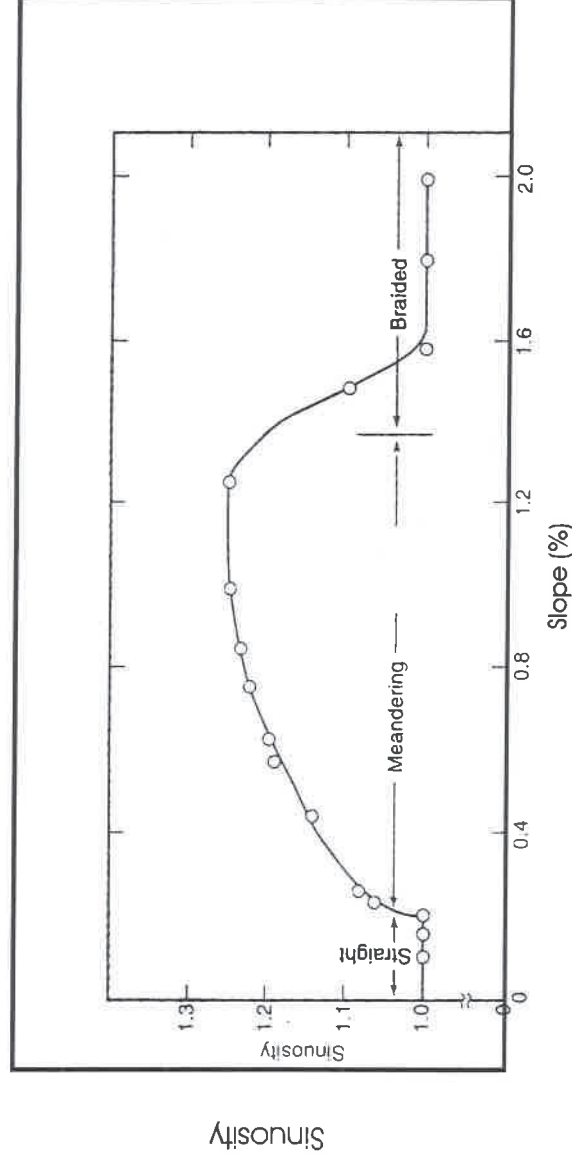


Fig. 6. Representación gráfica de los distintos tipos de régimen de circulación fluvial en función de la pendiente y el grado de sinuosidad del cauce. La disminución de la pendiente induce un aumento de la sinuosidad. Según Schumm and Kahn (1972).

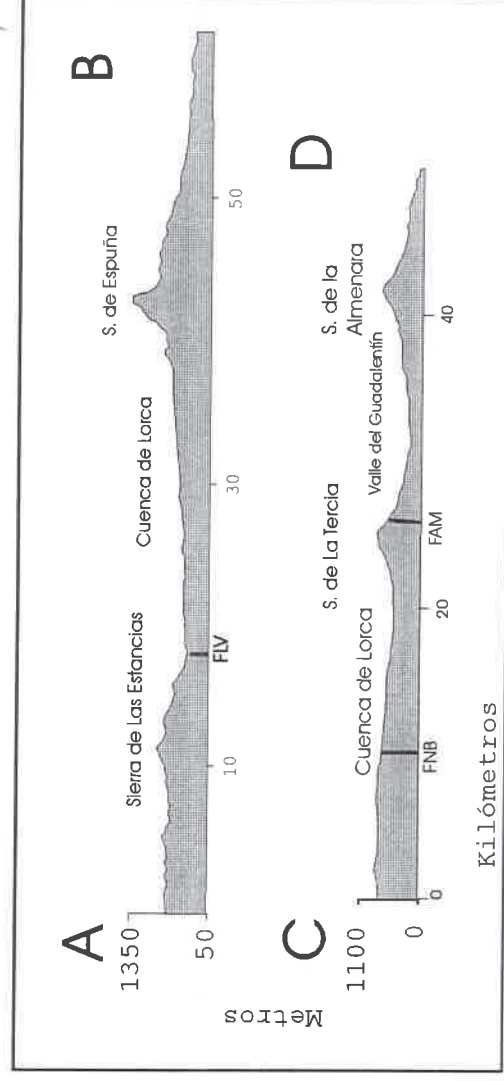


Fig. 7. Perfiles topográficos, uno paralelo (A-B) y otro perpendicular (C-D) a la FAM en el sector Lorca-Totana. Ver localización en fig. 6. En el perfil A-B se observa claramente la inclinación hacia el SO que presenta la superficie de colmatación pliocena de la cuenca de Lorca.

colmatación de la cuenca hacia el SO que favoreció la deflexión de la red fluvial pliocena descrita. Este mecanismo está asociado a un proceso de levantamiento asimétrico de la S.^a de La Tercia y al control tectónico ejercido por las fallas normales de dirección NO-SE y E-O (entre ellas la

falla de las Viñas) que forman el límite suroeste de la cuenca. En el perfil C-D se aprecia que el relieve de la Sierra de la Tercia emerge cortando una superficie regional inclinada hacia el sureste que condicionaba la orientación de la red fluvial pliocena.

CONCLUSIONES

Del análisis de las características y evidencias geomorfológicas de la zona puede desprenderse la existencia de anomalías en la red fluvial que son indicadoras de actividad holocena sobre la falla de Alhama de Murcia. En trabajos anteriores se han descrito estructuras de deformación de carácter neotectónico, algunas de ellas de edad claramente cuaternaria, sin embargo, los indicios de carácter fluvial, y morfológico en general, que se deducen en este estudio no sólo confirman tal actividad durante el cuaternario, sino que apoyan su vigencia durante el Holoceno y probablemente en la actualidad. La actividad actual de la Falla de Alhama de Murcia no sólo afecta de modo local a la red fluvial del entorno de la falla, sino que induce y ha inducido a lo largo del Cuaternario deformaciones de carácter regional. Como principales indicadores de esta actividad podemos resumir los siguientes:

La componente inversa del movimiento de la Falla de Alhama de Murcia a la altura de la localidad de Lorca provoca un aumento en la pendiente del perfil longitudinal del río Guadalentín al NO de la falla y un cambio en el tipo de circulación de braided a meandriforme. Este cambio brusco en el tipo de circulación es un típico indicio de actividad tectónica en zonas caracterizadas por movimientos verticales asociados a fallas activas. La disminución en la pendiente del río provoca una disminución de velocidad y energía en el agua que da lugar al cambio hacia régimen meandriforme. El levantamiento del bloque NO a causa del movimiento inverso de la FAM y la adaptación al mismo del río Guadalentín pueden explicar este mecanismo.

La actividad reciente de las fallas norte y sur de Lorca genera anomalías en los canales fluviales que los cruzan (desvíos anómalos, capturas, valles decapitados y valles colgados) que indican cinemáticas con componente de desgarre importante en la falla sur y movimiento fundamentalmente vertical en la falla norte.

La actividad de la falla sur de Lorca hace migrar la banda de meandros del río Guadalentín en su tramo Lorca-Totana hacia el centro del valle durante el Pleistoceno medio-Holoceno.

La elevación continuada durante el Plioceno y el Cuaternario de la sierra de la Tercia bloquea una antigua red fluvial pliocena procedente del NO. Este bloqueo está acompañado de un basculamiento de la superficie de la cuenca de Lorca hacia el SO que favorece el desvío de la mayor parte de los canales de drenaje hacia en SO.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto AMB97-0523 titulado: "Análisis de la tectónica activa y su aplicación a la determinación de la peligrosidad sísmica en la Región de Murcia" financiado por la C.I.C.Y.T. Agradezco asimismo al investigador principal de este proyecto: José L. Hernández Enrile, por sus valiosas discusiones y aportaciones.

REFERENCIAS

- Baena, J., Barranco L. M, Zazo, C., Goy, J. L., Silva, P. G., Somoza, L., Bardaji, T., Estevez, A., Sanz de Gal-Deano, C. y Rodríguez, T. (1993). *Mapa neotectónico, sismotectónico y de actividad de fallas de la Región de Murcia 1:200.000 y 1:100.000*. ITGE-CARM.
- Bousquet, J. C. y Montenat, C. (1974). *Presence de décrochements NE-SW plio-quatérnaires dans les Cordillères Bétiques Orientales (Espagne). Extension et signification générale*. C. R. Acad. Sci. Paris 278: 2617-2620.
- Gauyau, F.; Bayer, R.; Bousquet, J. C.; Lachaud, J. C.; Lesquer, A. y Montenat, C.(1977). *Le prolongement de l'accident d'Alhama de Murcia entre Murcie et Alicante (Espagne meridionale)*. Bull. Soc. Géol. France. 19: 623-629.
- Goy, J. L. Simón, J. L. y Zazo, C. (1988). *Criterios geomorfológicos aplicados a la neotectónica*. En: *Perspectivas en geomorfología* (M. Gutiérrez y J.L. Peña, eds.) pp. 4-27. S.E.G.
- Martínez Díaz, J. J. (1991). *Tectónica y cinemática de la zona de falla de Alhama de Murcia (sector Lorca-Totana). Sus implicaciones en el origen y evolución de las depresiones pliocuaternarias de Lorca y Guadalentín (Murcia)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid. 90 pp.
- Martínez Díaz, J. J. y Hernández Enrile, J. L. (1996). Origen y evolución neotectónica de la Sierra de la Tercia. Contribución a la segmentación tectónica de la Falla de Alhama de Murcia. VI Conferencia Internacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Granada, Vol II: 479-496.
- Martínez Díaz, J. J. (1998). *Neotectónica y Tectónica Activa del sector centrooccidental de Murcia y Sur de Almería, Cordillera Bética (España)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid pp. 466.

- Martínez Díaz, J. J. y Hernández Enrile, J. L. (1999). *Segmentación tectónica de la Falla de Alhama de Murcia y actividad paleosísmica asociada. Contribución a la determinación de la peligrosidad sísmica en la región de Murcia*. 1º Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. Mem, Tomo 1º: 75-87.
- Montenat, C. (1973). *Les formations néogènes du levant espagnole*. Thèse Sciences, Orsay, 1170 p.
- Montenat, C. (1977). *Les bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcie (Cordillères Bétiques Orientales. Espagne). Stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique*. Doc. Lab. Geol. Fac. Sc. Lyon, 69. 345 p.
- Montenat, C., Ott D'Estevou, P. y Masse, P. (1987A). *Tectonic-sedimentary characters of the Betic Neogene Basins evolving in a crustal transcurrent shear zone (SE Spain)*. Bull. Centres. Rech. Explo. Prod. Elf Aquitaine. 11, 1: 1-22
- Montenat, C., Ott D'Estevou, P., Larouzière, F. D. y Bedu, P. (1987B). *Originalité géodynamique des bassins néogènes du domaine Bétique oriental (Espagne)*. Notes et Mem. CFP, Paris, 21: 11-50.
- Oliveros, M. A. (1987). *Estudio tectónico-cinemático de la fracturación reciente en el borde oriental y suoriental de la Sierra de Las Estancias (Murcia y Almería)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid. 270 pp
- Rodríguez Estrella, T. (1986). *La neotectónica de la Región de Murcia y su incidencia en la ordenación del territorio*. I Jorn. de Est. del Fenóm. Sísmico y su incidencia en la Orden. del Territorio. Instituto Geográfico Nacional. Murcia.
- Rodríguez Estrella, T., Mancheño, M. A., Guillén, F., López Aguayo, F., Arana, R. y Serrano, F. (1992). *Tectónica y sedimentación neógena en la cuenca de Lorca (Murcia)*. III Congreso Geológico de España y VII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca, Simposios Tomo I: 201-207.
- Schumm, S. A. y Khan, H. R. (1972). *Experimental study of channel patterns*. Geol. Soc. Am. Bull. 83: 1755-1770.
- Sieh, K. E. (1981). *A review of geological evidence for recurrence times for large earthquakes*. En: Earthquake Prediction, An International Review (D.H. Simpson y P.G. Richards, Eds.), Maurice Ewing Ser., Vol. 4, pp. 181-207. Am. Geophys. Union, Washington, D.C.
- Sieh, K. E. (1984). *Lateral offset and revised dates of large earthquakes along the San Andreas Fault system at Pallet Creek, Southern California*, J. Geophys. Res. 89: 7641-7670.
- Silva, P. (1994). *Evolución geodinámica de la Depresión del Guadalentín desde el Mioceno Superior hasta la actualidad: Neotectónica y Geomorfología*. Tesis doctoral. Universidad Complutense. 642 p
- Wallace, R.E. (1968). *Notes on stream channels offset by the San Andreas fault, southern Coast ranges, California*. En: *Geological Problems of the San Andreas Fault System* (W.R. Dickinson and A. Grantz, Eds.), Stanford Univ. Publ. Geol. Sci. 11: 6-21.

Original recibido: Enero de 2000.
Original aceptado: Febrero de 2000.