

La tectónica alpina de la Falla de Alentejo-Plasencia (Macizo Hespérico)

Alpine tectonics of Alentejo-Plasencia fault (Hesperian Massif)

R.Capote, P.Villamor y M.Tsige

Departamento de Geodinámica. Facultad de Geología. Universidad Complutense. 28040-MADRID

ABSTRACT

Alentejo-Plasencia fault was active during the alpine compressional phases with a sinistral strike-slip movement in two main stages. The fault geometry was straight and no important bendings formed during Paleogene, when the maximum shortening direction was close to N-S or NNE-SSW. During Miocene (Middle Aragonian) and related to the Neocastellana tectonic phase, the Alentejo-Plasencia fault still moved as a sinistral strike-slip due to a NW-SE compression, but the Extremadura sector of the fault curved and bends formed along the fault at certain points where important lithologic changes were present. Several restraining and releasing bends formed; these latter creating pull-apart basins, some of them filled with continental clastic sediments. Most of the fault displacement (about 3 Km.) seems to be related to the alpine tectonics. The small displacement compared with the fault length is coherent with its location on a collisional area foreland.

Key words: Strike-slip fault, pull-apart basin, restraining bend, alpine, collision, Alentejo-Plasencia, Hesperian Massif

Geogaceta, 20 (4) (1996), 921-924
ISSN: 0213683X

Introducción

El sistema Dique-falla de Alentejo-Plasencia, formado por el dique diabásico de Alentejo-Plasencia y un desgarre sinistral con una longitud aflorante de unos 500 Km, es una gran estructura del Macizo Hespérico cuyo papel en la tectónica alpina no ha sido totalmente aclarado. La indudable relación genética entre el dique y la falla fué clásicamente resuelta suponiendo que el dique se emplazó a lo largo de la falla de desgarre, previamente formada durante la etapa de fracturación tardihercínica ARTHAUD y MATTE, (1975) y que lo sustancial del desplazamiento observado en la falla es anterior al dique. Para los tiempos alpinos el papel jugado por esta falla ha sido considerado desde totalmente pasivo, actuando como mero marcador de la deformación a escala continental (VEGAS *et al*, 1990), hasta un elemento activo durante las compresiones cenozoicas (DE VICENTE *et al*, 1994). También ha sido considerada como una falla activa en tiempos más recientes (CARRASCO *et al*, 1991). Nuestro objetivo es determinar la geometría y cinemática de la Falla de Alentejo-Plasencia (FAP) durante las compresiones alpinas,

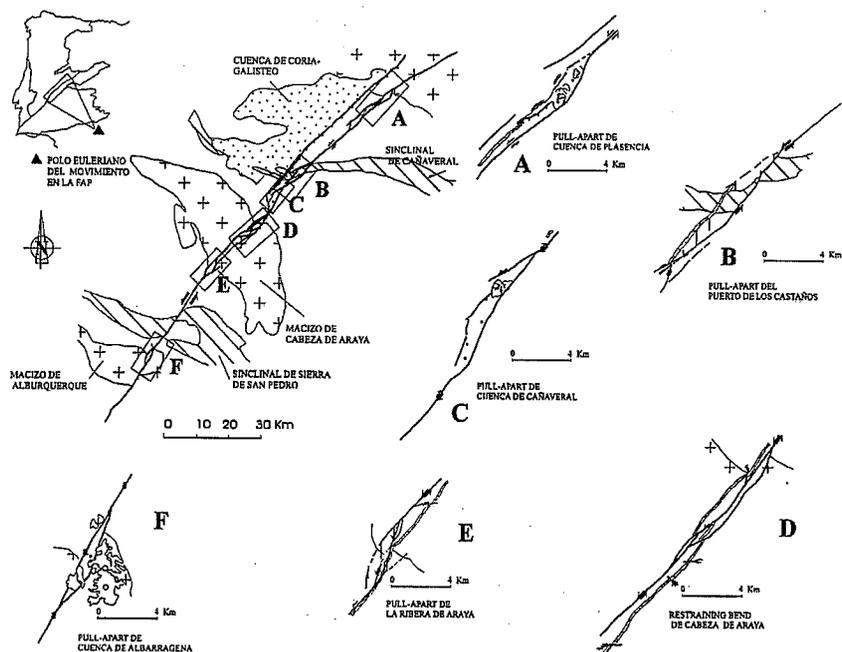


Fig. 1.- Situación en el macizo Hespérico, geometría general y estructuras asociadas a inflexiones de la traza de la Falla de Alentejo-Plasencia. A, pull-apart de Plasencia. B, pull-apart del Puerto de los Castaños. C, Pull-apart de Cañaverál. D, Restraining bend de Cabeza de Araya. E, Pull-apart de Ribera de Araya. F, Pull-apart de Albarragena.

Fig 1.- Location map, general geometry and structures associated to the Alentejo-Plasencia fault. A, Plasencia pull-apart. B, Puerto de los Castaños pull-apart. C, Cañaverál pull-apart. D, Cabeza de Araya restraining bend. E, Ribera de Araya pull-apart. F, Albarragena pull-apart.

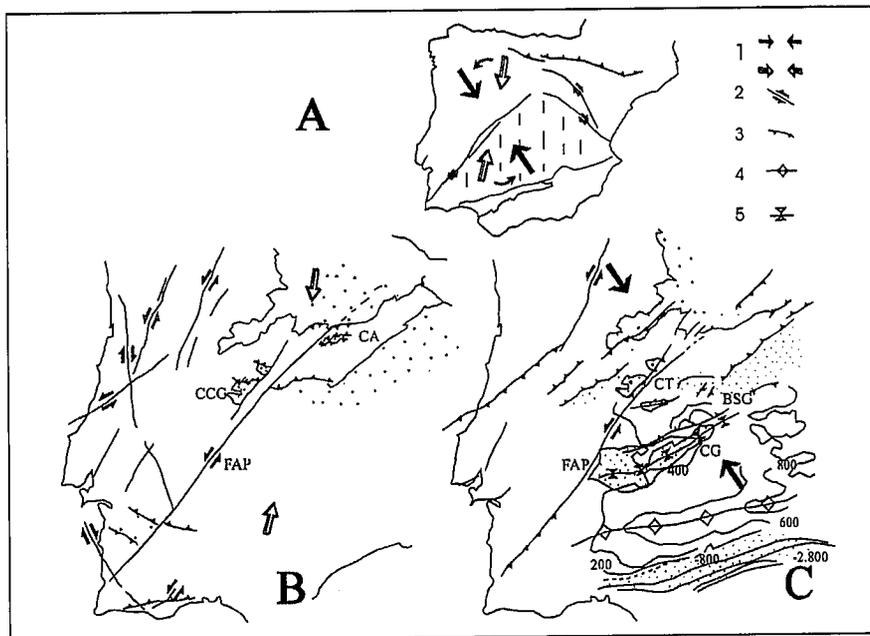


Fig. 2.- Evolución de la Falla de Alentejo-Plasencia durante las dos etapas principales de compresión alpina. A, Situación general, con el bloque central de la Meseta limitado por desgarres laterales, uno de ellos la FAP. B, Fallas inversas y desgarres activos durante la compresión paleógena. La FAP muestra traza rectilínea. C, Fallas activas durante la compresión miocena (Aragoniense medio). La FAP se incurva y se forman las cuencas pull-apart. Se levanta también el bloque de la Sierra de Guadalupe (BSG). C.C.G., cuenca de Coria-Galisteo. C.A., Cuenca del Amblés. C.T., Cuenca de Talaván. B.S.G., Bloque de la Sierra de Guadalupe. 1, direcciones de compresión. 2, desgarré. 3, falla inversa. 4, elevación tectónica. 5, depresión.

Fig 2. - Evolution of Plasencia fault during two main alpine compressional stages. A, General situation with the main Meseta block bounded by lateral strike-slip zones, one of them the FAP. B, Reverse and strike-slip active faults during Paleogene compression. The FAP shows a straight trace. C, Active faults during Miocene compression (Middle Aragonian). The FAP curves and pull-apart basins are formed. The Sierra de Guadalupe block (BSG) is uplifted. CCG, Coria-Galisteo Basin. CA, Amblés Basin. CT, Talaván Basin. BSG, Sierra de Guadalupe Block. 1, Shortening directions. 2, strike-slip fault. 3, reverse fault. 4, tectonic uplift. 5, depression.

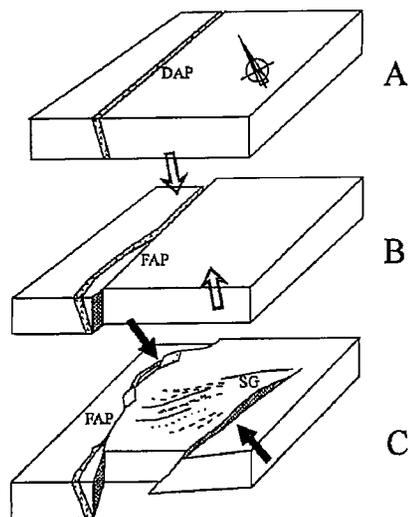


Fig. 3.- Modelo de evolución de la falla Alentejo-Plasencia en Extremadura, antes del Terciario (A), durante el Paleógeno (B) y durante el Aragoniense medio (C). Flechas, dirección de compresión. FAP, Falla de Alentejo Plasencia. DAP, dique de Alentejo Plasencia. SG, bloque de la Sierra de Guadalupe.

Fig 3. - Evolutional model of Alentejo-Plasencia Fault at Extremadura, before Tertiary (A); during Paleogene (B) and during Middle Aragonian (C). Arrows, shortening directions. FAP, Alentejo Plasencia fault. DAP, Alentejo Plasencia dyke. SG, Sierra de Guadalupe block.

centrándonos en la región comprendida entre la Cuenca del Guadiana y Avila.

Geometría de la falla

La traza cartográfica de la FAP muestra una serie de elementos característicos de los desgarres en corteza continental. A grandes rasgos entre la cuenca del Guadiana y la región de Avila se reconocen en la traza de la falla dos sectores bien diferenciados (Figura 1). El primer sector se sitúa dentro del Sistema Central, es decir entre Avila y Plasencia. La traza de la falla es aquí relativamente rectilínea, sin inflexiones apreciables y con una dirección general de N50° a N55°. Por el contrario en el segundo sector, entre Plasencia y la cuenca del Guadiana, la traza de la falla describe un arco que varía en dirección entre N50°, en el extremo nororiental, y N30° en el extremo suroccidental. En este segundo sector se detectan una serie de inflexiones que determinan *steps* o escalones, cuya orientación respecto del sentido de movimiento a lo largo de la falla, determina que funcionen como *releasing bends* en la mayor parte de los casos y como *restraining bend* en un único caso.

Actúan como *releasing bends* aquellas inflexiones que son de tipo *left stepping* y como *restraining bends* aquellos que son de tipo *right stepping*. En los primeros la distensión local asociada da lugar a depresiones tipo *pull-apart* (Figura 1), que en algunos casos están rellenas con sedimentos clásticos contemporáneos del movimiento, pero en otros aparecen sin rellenos sedimentarios (*starved pull-apart*).

Entre los *pull-aparts* con relleno sedimentario están las cuencas de Plasencia, Cañaverál y Albarragena. Todas ellas son de dimensiones parecidas y con una geometría tipo *Lazy-S*, propias de cuencas recién nucleadas o fallas de desgarre con poco desplazamiento. MANN *et al*, (1983). *Pull-aparts* sin sedimentos se localizan en la zona del Puerto de los Castaños, sobre el sinclinal hercínico de Cañaverál y en el borde sur del macizo granitoide de Cabeza de Araya. En la Tabla 1 se da un resumen del valor de algunos parámetros de estas cuencas.

Como *restraining bend* se observa la inflexión de tipo *right stepping* de Cabeza de Araya, cerca del borde NE del macizo granítico de ese nombre. La deformación compresiva en este *restraining bend* produce deformación importante del dique diabásico y una elevación topográfica muy característica.

La localización de las inflexiones de la traza de la FAP están controladas por dos factores. Por un lado, las inflexiones aparecen en el sector de Plasencia a Alburquerque, probablemente porque en este sector el radio de curvatura es menor y el polo euleriano del movimiento está más próximo a la falla lo que, según MANN *et al* (1983) favorece la formación de *pull-aparts*. El sector del Sistema Central, con el polo euleriano más lejano, es de traza más rectilínea sin inflexiones apreciables. Por otra parte, el control de la posición concreta de las desviaciones de la traza lo ejercen los contactos de los terrenos esquisto-grauváquicos preordovícicos, tanto con los macizos granitoides como con los sinclinales paleozoicos.

Cinématica de la FAP

El tipo de deslizamiento y su cuantía ha sido estimado siempre a partir de referencias cartográficas que, en general, proporcionan mejor la componente horizontal del desplazamiento que la vertical. Estas referencias son muy importantes pues los indicadores cinemáticos en el plano de falla son muy escasos, debido a pobreza de afloramiento y a la falta de cortes a lo largo de la traza. De hecho los criterios cinemáticos de campo analizados hasta

ahora por nosotros reflejan más bien regímenes tectónicos locales, de tipo distensivo o transtensivo, restringidos a las cuencas *pull-apart*.

Los mejores indicadores cartográficos de la componente horizontal del deslizamiento son transversales a la falla y anteriores al dique diabásico. Son esencialmente contactos de macizos granitoides con su encajante, trazas de sinclinales, contactos litológicos en las formaciones paleozoicas y algún dique como los de sienitas de la región de Avila. Los desplazamientos así medidos oscilan entre 1 y 3 Km. Por otra parte el dique diabásico, cuya edad jurásica es adecuada para discriminar el movimiento alpino de otros posibles movimientos anteriores, está dispuesto de manera desfavorable, paralelamente a la falla. Localmente, sin embargo, alguna inflexión de la traza de la falla cruza el dique y pone de manifiesto que éste ha sido afectado por desplazamientos horizontales que alcanzan los 2,2 Km en el sector entre Plasencia y la cuenca del Guadiana.

Cronología de los desplazamientos

Para establecer la cronología del deslizamiento es de destacar, además del desplazamiento del dique diabásico por la falla en más de 2 Km, que cuando se observan con claridad los bordes del dique y sus facies de enfriamiento no se ven materiales de falla anteriores al dique ni desplazamientos laterales de contactos y que cuando se observan fallas en los contactos del dique siempre son posteriores a éste.

Por otra parte cuando hay rellenos en los *pull-apart* estos son de edad terciaria. En la cuenca de Plasencia se encuentran dos unidades deposicionales, una inferior arcillosa con escasos conglomerados y otra superior de sedimentos conglomeráticos de abanicos aluviales proximales y procedencia local de los bordes pizarrosos de la cuenca. La unidad arcillosa contiene la única fauna de vertebrados descrita en el terciario extremeño (Hernandez Pacheco y Crusafont, 1960), del Aragoniense medio. Esto indica que la cuenca se formó durante una etapa tectónica en el Aragoniense medio (Moreno, 1990). Esta etapa tectónica corresponde a la fase Neocastellana de Aguirre *et al* (1976) y la etapa Guadarrama de Capote *et al* (1990). En la cuenca de Cañaveral por debajo de sedimentos conglomeráticos rojizos de abanicos aluviales proximales, equivalentes a los de Plasencia, se encuentran sedimen-

Cuenca	Longitud (Km)	Anchura (Km)	Profundidad (m)	Desviación	Escalón (Km)
Plasencia	3	1	93-110	22°	2,6
P.Castaños	10	1,2	170	21°	2,3
Cañaveral	9	1,5	140-260	15°	1,3
R.Araya	7	1,8	90	28°	1,8
Albarragena	8	0,8	?	15°	0,8

Tabla 1.- Datos geométricos de las cuencas asociadas a la FAP

Table 1.- Geometrical parameters of basins related to the FAP

tos del Ciclo Arcósico, posiblemente del Eoceno-Oligoceno, según las dataciones en el Sistema Central (Garzon Heydt y Lopez Martinez, 1978), Esto quiere decir que la creación del *pull-apart* es posterior al Ciclo Arcósico.

La geometría de los *pull-apart* permite hacer alguna aproximación al deslizamiento producido durante la formación de las cuencas a partir de los resultados experimentales de Hempton y Neher, (1986). Aunque es difícil la aplicación de la relación empírica entre deslizamiento y espesor de sedimentos que obtienen estos autores a las cuencas de la FAP, dado que son cuencas asociadas a muy poco desplazamiento, como primera aproximación estimamos entre 0,65 y 1,2 Km el deslizamiento de la Falla de Alentejo-Plasencia durante la etapa de formación de las cuencas, es decir, entre un 21% y un 40% del desplazamiento total.

Interpretación y conclusiones

El desplazamiento horizontal medible en puntos concretos muestra una gran coherencia en el conjunto de la falla, con un máximo en granitos y pliegues, de 3 Km. Hay seguridad de que al menos 2,2 Km de salto horizontal es posterior al dique, tal como se observa en la Ribera de Araya y es probable que, reconstruyendo bien ese sector se pueda llegar a la conclusión de que todo el salto es postdique. Pensamos en consecuencia que el desgarre no impone el emplazamiento del dique si no que es el dique el que genera luego el desgarre, con sus anómalas dimensiones, sin equivalente entre las fallas consideradas tardihercínicas. Para realizar esta afirmación nos apoyamos en las características de zonas en las que el dique corre paralelo a la falla. En estos casos se aprecia un claro buzamiento del dique, con unos 70-80°, hacia la falla. Dique y falla deben entrar en contacto en profundidad y el dique condiciona la formación de la falla

pero ésta corta según un plano vertical, que es más eficiente para acomodar el desgarre que el plano inclinado del propio dique. Por esto, en superficie, el plano de falla aparece en amplios sectores separado del dique entre 1 y 1,5 Km.

La falla debió jugar durante la colisión en el Terciario un papel importante, permitiendo a escala de la Península el desplazamiento de un bloque triangular central respecto del bloque más occidental del macizo Hespérico (De Vicente *et al*, 1994) de forma equivalente a como otras fallas de la Cadena Ibérica permiten el escape del bloque del Ebro (Salas y Casas, 1993). Esto ocurrió durante el Paleógeno, correlativamente con la sedimentación del Ciclo Arcósico, el levantamiento de la parte occidental del Sistema Central y la formación de las cuencas de Coria-Galisteo y Zarza. Se trata de la Etapa Ibérica (Capote *et al*, 1990), con dirección de máximo acortamiento horizontal según NNE-SSW y cuyo origen está en la colisión en el borde pirenaico. Este es el episodio tectónico en que se forman las cuencas de Galicia (Santana-ch, 1994). Durante esta etapa la FAP pudo actuar como desgarre sinistro (Figura 2) pero no desarrolla cuencas *pull-apart* debido al carácter rectilíneo de la traza. Una evaluación del salto en esta etapa nos la proporciona el deslizamiento de diques de sienita en el sector de Avila, del orden de 1 Km.

Como consecuencia de la etapa tectónica Guardarrama (Capote *et al*, 1990; De Vicente *et al*, 1994), desarrollada durante el Aragoniense medio, se incurva la traza de la falla y se inicia la formación de cuencas *pull-apart*. La causa de esta inflexión de la traza puede estar en el levantamiento del bloque de la Sierra de Gaudalupe a favor de fallas de dirección ENE-WSW, una más de las estructuras que se forman en la mitad meridional del macizo Hespérico. Otras deformaciones son el *forebulge* de Sierra Morena, asociado a la

flexión meridional de la Meseta, y la Depresión del Guadiana. Detrás del bloque de la Sierra de Guadalupe (SG), levantado mediante falla inversa, se sitúa la cuenca de Talaván, cuenca de *hinterland* que sigue un modelo similar al que propone Santanach (1994) para ciertas cuencas gallegas, como son las de Sarria, Villalba, Páramo, Monforte, Maceda y Xinzo de Limia. Más atrás, hacia el NW, se incurva una parte de la traza de la FAP en la que, al disminuir el radio de curvatura y acercarse el polo euleriano, se facilita la formación de inflexiones, nucleadas en los contactos litológicos mayores.

El deslizamiento en esta etapa es en forma de desgarre a pesar de su orientación, transversal respecto de la dirección de compresión horizontal máxima. Esto diferencia esta falla de otras que, como la de Ponsul (Dias y Cabral, 1989; De Vicente *et al*, 1994), actúan como fallas inversas. Esta aparente paradoja se explica por el buzamiento vertical del desgarre, que impide su actuación como falla inversa y obliga a que continúe su movimiento de desgarre, facilitando el mencio-

nado escape del bloque occidental hacia el Oeste.

Las rañas recubren alguna de las cuencas, como la de Albarragena, indicando que esta etapa tectónica de creación de cuencas terminó antes del Villafranchiense inferior, tal como propone Moreno (1990).

Agradecimientos

Agradecemos a Allan Hull, del IGNS de Nueva Zelanda su ayuda sobre el terreno y la discusión y aportaciones acerca de todos los aspectos geológicos de la falla de Plasencia.

Referencias

Aguirre, E.; Diaz Molina, M. Y Perez Gonzalez, A. (1976). *Trabaj. Neóg. Cuatern.*, 5: 7-29
 Aathaud, F y Matte, Ph. (1975). *Tectonophysics*. 25: 139-171
 Capote, R.; De Vicente, G. y Gonzalez Casado, J.M. (1990). *Geogaceta*, 70: 20-22.

Carrasco, R. ; De Pedraza, J. Y Rubio, J. C. (1991). *Cuaternario y geomorfología*, 5: 15-25
 De Vicente, G.; Gonzalez Casado, J.M.; Calvo, J.P.; Muñoz Martin, A.; Giner, J. y Rodriguez Pascua, M. (1994). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 10: 175-190
 Hemptom, M. R. Y Neher, K. (1986). *Jour. Struct. Geol.*, 8: 597-605
 Hernandez Pacheco, F. y Crusafont, M. (1960). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 58: 275-282
 Garzon Heydt, M. G. Y Lopez Martinez, N. (1978). *Estudios Geol.*, 34: 571-575
 Mann, P.; Hemptom, M. R.; Bradley, D. C. Y Burke, K. (1983). *Jour. Geol.*, 91: 529-554.
 Moreno, F. (1990). *I Reun. Nac. Geomorf.*: 39-49
 Salas, R. y Casas, A. (1993). *Tectonophysics*, 228: 33-56
 Santanach, P. (1994). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 19: 57-71
 Vegas, R.; Vazquez, J.T.; Suriñach, E. y Marcos, A. (1990). *Tectonophysics*, 184: 367-378.