

La cuenca carbonífera de Valdeinfierno (dominio de Sierra Albarrana, zona de Ossa Morena). Un ejemplo de sedimentación relacionada con accidentes de desgarre

F.J. ROLDÁN-GARCÍA⁽¹⁾ y J. RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ⁽²⁾

(1) Ingemisa. Virgen de las Angustias, 16. 14006 Córdoba.

(2) Instituto Andaluz de Geología Mediterránea. Facultad de Ciencias. Fuentenueva, s/n. 18002 Granada.

RESUMEN

Analizado el registro sedimentario de la cuenca de Valdeinfierno, el estilo estructural de la deformación que presenta y su entorno regional, se propone que su génesis y evolución estuvo controlada por fracturas de salto en dirección (*Strike-Slip faults*).

Palabras clave: Abanicos aluviales. Fallas de salto en dirección. Cuenca de Valdeinfierno. Carbonífero inferior. Ossa Morena.

ABSTRACT

The Valdeinfierno basin contains continental materials (alluvial fan deposits) of early carboniferous age, controlled by syndimentary tectonic activity.

This alluvial fans reflect in their vertical changes of facies sudden tectonic movements.

The present limits of this basin are evident strike-slip faults.

The analysis of distinctive tectonics and sedimentary characteristics lead to propose that the Valdeinfierno basin is a strike-slip basin. Other neighbouring basins of similar characteristics may have the same origin.

Key words: Alluvial fans. Strike-slip faults. Valdeinfierno basin. Early Carboniferous. Ossa Morena. Southern Spain.

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GEOLÓGICO

La cuenca de Valdeinfierno se encuadra geológicamente en el Dominio de Sierra Albarrana, perteneciente a la Zona de Ossa Morena (Lotze, 1945, ver figura 1).

Dicha cuenca es, a grandes rasgos, de forma rómbica, de manera que el eje mayor tiene una longitud aproximada de 4 km y el menor de 3 km, lo que supone una extensión de unos 12 km². Los materiales que la rellenan

tienen una potencia superior a 900 m; se trata pues de un verdadero prisma de sedimentos que representan el único registro de sedimentación continental en el Dominio de Sierra Albarrana (Chacón *et al.*, 1974). Dichos materiales han sido datados como Tournaisiense (Wagner, 1978). Otras cuencas de edad similar, situadas más al Norte, son fundamentalmente marinas, como es el caso de la cuenca del Guadiato, cuyos productos piroclásticos, procedentes del volcanismo que en ella se desarrolló, llegaron a la cuenca de Valdeinfierno y están representados en los primeros estadios del relleno de la misma en forma de niveles tobáceos.

El borde norte de esta cuenca lo constituye un accidente sinuoso con funcionamiento de desgarre sinistoso; el borde oriental está jalonado por un complicado accidente de dirección NNE-SSO. Mucho más claro resulta el borde sur que es una fractura de dirección aproximada E-O, que hacia el Oeste gira hasta adquirir una dirección NO-SE, que es subparalela a los grandes accidentes de Azuaga y Malcocinado, que delimitan a su vez los dominios de Sierra Albarrana (Chacón *et al.*, 1974) y Cerro Muriano-Azuaga (Delgado Quesada *et al.*, 1977).

Por último el borde occidental se manifiesta en superficie como una discordancia de los materiales carboníferos sobre el sustrato Paleozoico.

MATERIALES Y FACIES PRESENTES

Los materiales que rellenan la cuenca de Valdeinfierno son discordantes sobre el sustrato Precámbrico cons-

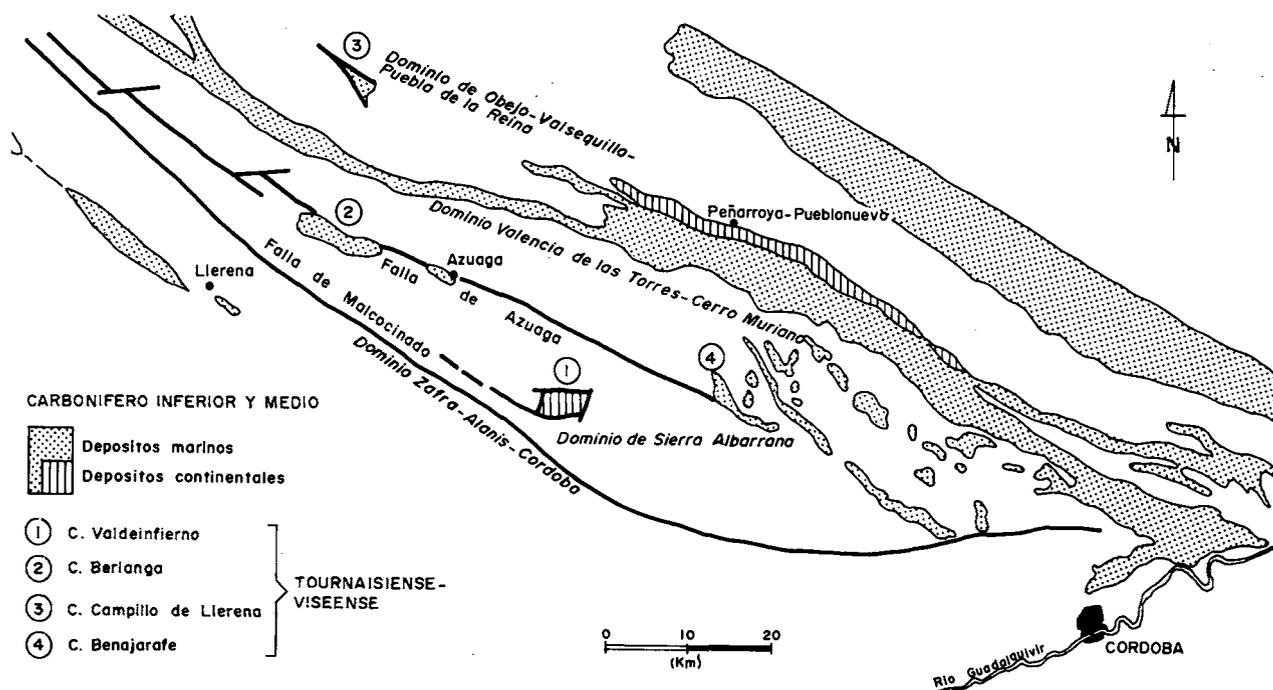


Figura 1. — Mapa regional de localización de la cuenca de Valdeinfierno.

Figure 1. — Regional map showing the Valdeinfierno basin location.

titudado por la Formación Azuaga (Delgado Quesada, 1971), representada en las áreas adyacentes por pizarras y cuarcitas de bajo grado de metamorfismo. Esta formación es fundamentalmente la que suministró los materiales que rellenan la cuenca, sólo en el borde oriental se aprecia la influencia de elementos procedentes del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana (gneises y micaesquistos).

Los materiales son en su totalidad detríticos y han sido descritos anteriormente por otros autores (Gabaldón *et al.*, 1983 y Roldán, 1983); se trata de brechas, areniscas y lutitas alternantes con algunos niveles de carbón intercalados en las partes bajas de la serie. En general tanto en sondeos como en series observadas en el campo, se pueden obtener columnas fragmentarias del orden de los trescientos metros de espesor (Fig. 2). Si bien la potencia total de los materiales puede estimarse próximo a los mil metros.

Los sedimentos que forman estas series pueden ser agrupados en tres tipos fundamentales de facies: *Facies de brechas y conglomerados*; *facies de areniscas y limolitas* y *facies de limolitas y lutitas laminadas* que a continuación se describen:

Facies de brechas y conglomerados

Son las más abundantes de los tres tipos mencionados especialmente en la parte alta de la columna estratigráfica, se caracterizan por presentar cantos con tamaños entre pocos centímetros y varios metros cúbicos, en general bastante angulosos. Frecuentemente los cantos están autosoportados y la matriz arenosa y de grava, procedente de la fragmentación de los tamaños mayores, es poco abundante. Se trata pues de una facies del tipo Gm. de las descritas por Miall (1978).

La estratificación a menudo es difusa y de poca continuidad lateral, con bancos de espesor entre uno y cinco metros y superficies irregulares, generalmente erosivas. Son frecuentes los bancos masivos, sin aparente ordenación interna, si bien en ocasiones se aprecian gradaciones positivas y negativas; en este último caso son frecuentes los grandes bloques que jalonan las groseras superficies de estratificación. Ocasionalmente pueden encontrarse cantos con sus ejes mayores en posición subvertical.

El mecanismo de depósito inferido para estas facies sería de emplazamiento en masa bajo la acción de la gravedad y más concretamente del tipo de flujos de derrubios (*debris flow*). La ausencia en estas facies de niveles canalizados con materiales más finos y la ausencia de clara ordenación interna de los bancos, hace que se descarte para estas facies la intervención de mecanismos de flujos de corrientes (*Streak flow*).

Algunas variaciones de esta tendencia general la representan bancos de brechas de potencia inferior al metro, con mayor continuidad lateral y una gradación positiva que hacia la parte alta pueden tener una grosera laminación horizontal; las anteriores características uni-

das a su mayor continuidad lateral y el tamaño más homogéneo de sus cantos, hace que se puedan interpretar como depósitos de *sheet flow*. Estos estratos pueden presentar algunas huellas de carga en su base.

Por último mucho más escasos pueden aparecer en el interior de estas facies de brechas, niveles intercalados de areniscas finas y limolitas con estructuras de deformación (*Slump*).

Estas facies de brechas se interpretan como depósitos ocurridos en las partes proximales de abanicos aluviales, cuyos ápices se situarían en los relieves circundantes, en un marco de clara actividad tectónica.

Facies de areniscas y limolitas

Se encuentran mejor representadas en la parte media y baja de la columna estratigráfica, componen estas facies areniscas con tamaño de grano medio-fino y niveles de limolitas; pueden presentar bancos masivos o con laminación horizontal (facies del tipo Sh. de las descritas por Miall, *op. cit.*). Son menos abundantes los niveles de gravas.

La estratificación suele ser bien marcada y con buena continuidad lateral, son frecuentes los lechos de morfología canalizada que erosionan los infrayacentes, generalmente de tamaño de grano más fino.

En cuanto a las estructuras de ordenamiento interno, se presentan lechos masivos o con gradación positiva y laminación distorsionada, en los niveles de limolitas laminadas.

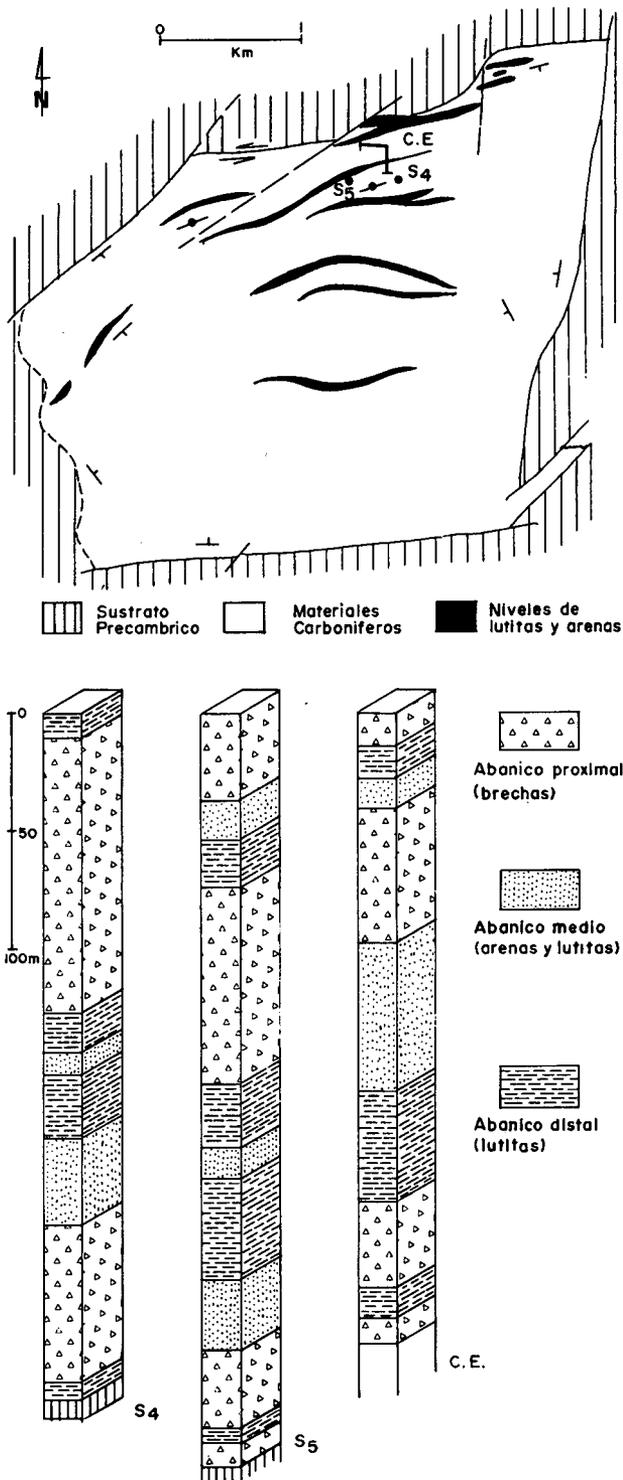
Es frecuente en estas facies encontrar lechos con la siguiente secuencia elemental de base a techo: arena masiva o gradada positivamente, limolitas con laminación horizontal, a veces distorsionada, y a techo lutita con abundantes restos vegetales o bien delgadas capas de carbón, que generalmente resultan cortadas por el siguiente nivel de arenas. Secuencias de este tipo, en las que el carbón adquiere mayor desarrollo, fueron objeto de explotación en décadas pasadas.

Resulta difícil apreciar una tendencia general dentro de estas facies que por lo general son interrumpidas bruscamente por alguno de los otros dos tipos de facies.

Estas facies descritas pueden ser interpretadas como depositadas a partir de flujos de corriente, y su sedimentación acontecería en las partes medias de los ya mencionados abanicos aluviales; en un sistema de pequeños canales anastomosados de poca extensión lateral y funcionamiento efímero.

Facies de limolitas y lutitas laminadas

Más abundantes en la parte baja de la columna, están formadas por limolitas grises y lutitas oscuras con una laminación horizontal fina y bastante continua. Ocasionalmente presentan intercalados delgados niveles de areniscas finas de no más de cinco centímetros de espesor. Las estructuras de ordenamiento interno más frecuentes son laminación horizontal o convolucionada para los niveles lutíticos y gradación normal, escasos *ripples* de corriente y algunas huellas de carga en el interior y la base de los niveles de areniscas. Las lutitas negras contienen algunas acumulaciones de restos vegetales flotados.



C.E.- Columna Estratigráfica
S4, S5.- Sondeos

Figura 2. — Esquema geológico simplificado y columnas estratigráficas de la cuenca de Valdeinfierno.

Figure 2. — Simplified geological sketch and stratigraphic sections of the Valdeinfierno basin.

Se interpretan estas facies como depósitos de las partes más distales de los abanicos aluviales, donde llegaban esporádicamente aportes detríticos finos y donde la decantación sería el proceso dominante.

RELACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE FACIES E INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

Dadas las reducidas dimensiones de la cuenca y la escasez de afloramientos continuos, resulta difícil conocer las relaciones horizontales que guardan los distintos tipos de facies descritos. El intenso grado de deformación tectónica es otro factor que contribuye a esta dificultad.

Más fácil resulta conocer la relación vertical entre las mismas, tanto en los afloramientos como en los sondeos y calicatas efectuadas para la investigación minera (fig. 2).

Las facies de brechas, presentes a distintas alturas en las columnas estratigráficas, son generalmente más abundantes en las partes altas de las mismas y pueden aparecer sobre y bajo las facies de areniscas y limolitas; también pueden aparecer sobre y bajo las facies de lutitas laminadas.

Las facies de areniscas y limolitas también se presentan sobre y bajo las facies de lutitas laminadas, e idéntica relación pueden guardar con las facies de brechas.

Otro tanto ocurre con las de lutitas laminadas que aparecen sobre y bajo las de areniscas y limolitas, y sobre y bajo las de brechas.

En resumen se dan todas las posibles relaciones entre los tres tipos de facies descritos y resulta muy difícil encontrar una tendencia secuencial a estas relaciones, si bien se puede llegar a afirmar que la megasecuencia general es estrato y granocreciente. Como se señaló anteriormente resulta imposible conocer las relaciones laterales, lo que impide conocer el número y las zonas de coalescencia de estos abanicos y las zonas exactas donde los mismos se implantaron.

Dado que los bordes Norte y Sur de la cuenca presentan una mayor abundancia de facies de brechas, parece lógico pensar que fueron estos bordes actuales de la misma los más próximos a las zonas de implantación de los mencionados abanicos.

De las facies e interrelaciones mutuas ya descritas se pueden inferir los siguientes tipos de relaciones horizontales: el depósito debió acontecer en abanicos aluviales, de elevada pendiente, con sus ápices sobre los bordes de la cuenca tectónicamente muy activos.

Los mencionados sistemas deposicionales presentarían épocas de gran actividad con expansión de las facies pro-

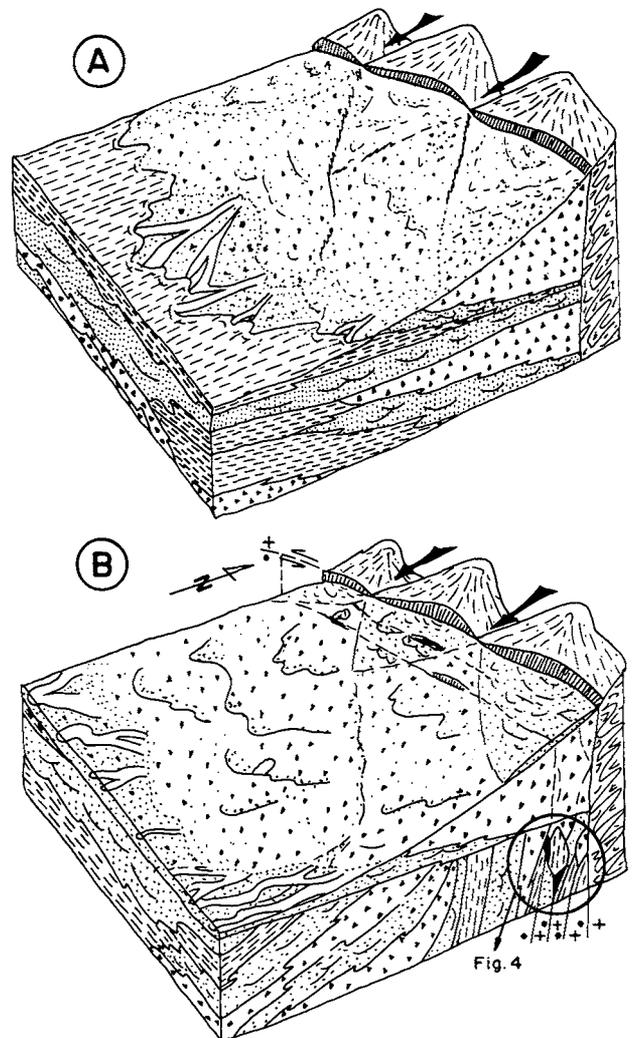


Fig. 4

-  A. Distal (Dixtal. fan.)
-  A. Medio (Middle. fan.)
-  A. Proximal (Upper. fan.)

Figura 3. — Reconstrucciones hipotéticas de las relaciones entre los diferentes tipos de facies y las fracturas del borde norte. A) Periodos retractivos. B) Periodos expansivos.

Figure 3. — Hypothetical reconstructions of the relationships between different facies and the northern-border faults. A) Retractive period. B) Expansive period.

ximales (brechas) y de las partes medias (areniscas y limolitas), y un discreto desarrollo de las partes distales (lutitas laminadas). Esta situación se esquematiza en la figura 3B y correspondería a los períodos de impulsos tectónicos de importancia. Por el contrario en otras épocas en las que la menor actividad tectónica permitiría una retracción de los abanicos, habría menor desarrollo de las zonas proximales, discreto desarrollo de las zonas medias, que incluso podrían estar ausentes, y mayor desarrollo de las partes distales con implantación de áreas inundadas como consecuencia del difícil drenaje de la cuenca, dadas sus reducidas dimensiones (fig. 3A).

En estas situaciones las lutitas laminadas podrían llegar a superponerse a las facies de brechas directamente, sin que las partes medias del abanico se desarrollaran; esta situación se vería favorecida por la elevada pendiente supuesta para estos abanicos aluviales.

RELACIÓN DEL CONTEXTO TECTÓNICO CON EL SEDIMENTARIO

El conjunto de observaciones de escala meso y microestructural que a continuación se detallan, así como una breve reseña sobre la tectónica regional, se pueden armonizar de modo congruente con las evidencias de tectónica sinsedimentaria que muestran los sedimentos. El conjunto de todas estas características tanto tectónicas como sedimentarias, constituyen la base para una propuesta sobre la génesis y funcionamiento de la cuenca de Valdeinfierno.

Datos estructurales

Normalmente los materiales carboníferos muestran buzamientos hacia el centro de la cuenca; en el borde norte el contacto con el sustrato lo constituye una fractura compleja de trazado sinuoso. En las inmediaciones de esta fractura se observa una zona de brecha en la que resulta difícil, diferenciar las brechas de falla de las facies de brechas que rellenan la cuenca. También en esta zona, próxima a la falla, pueden observarse entre las brechas algunos bloques de sustrato de gran tamaño con abundantes estrías horizontales que permiten reconstruir un movimiento de salto en dirección sinistrorso.

Más hacia el Sur y próximo a la zona de falla, puede observarse la estratificación ligeramente invertida o vertical que en espacio de pocos metros pasa a estar buzante entre 60° y 40° hacia el Sur. En la zona de estratificación vertical puede apreciarse una intensa red de fracturas anastomosadas, que se relevan unas a otras y que delimitan bloques de distinta naturaleza (brechas, facies de areniscas y limolitas, bloques de sustrato, etc.). Cuando estas fracturas han afectado a niveles de carbón, éste se ha comportado plásticamente y se ha inyectado por ellas haciéndolas más patentes (fig. 4).

En los mismos estratos verticales de facies lutíticas finas pueden apreciarse además, pliegues de arrastre de escala centimétrica a decimétrica con sus ejes en posición subvertical o buzando al Oeste y con una esquistosidad de plano axial bastante penetrativa de dirección

N-55E. Estas estructuras son congruentes con la presencia en sus inmediaciones del accidente del borde norte y con la red de fracturas anastomosadas antes descritas.

En el borde sur de la cuenca pueden apreciarse, además de astillas de escala decamétrica de sustrato encastradas en el relleno carbonífero, algunos cantos de tamaño decimétrico que, envueltos en una matriz fina, han sido rotados; dicha rotación es congruente con un movimiento de salto en dirección destrorso; este movimiento que sería oblicuo a la falla principal, permite pensar en la posibilidad de que la dirección del esfuerzo principal que ha afectado a la cuenca, ha podido cambiar a lo largo del tiempo.

Como rasgo general cuando se siguen las fracturas de los bordes norte y sur se advierte que los planos se alabean y pasan de ser subverticales a estar buzantes hacia el Norte o el Sur.

Todos estos rasgos descritos traducen estrechas bandas de intensa deformación alineadas, situadas en los bordes de la cuenca.

La existencia de importantes accidentes de desgarre de dirección NO-SE, de la Península Ibérica, ha sido puesto de manifiesto por anteriores autores (Vegas, 1975); el importante papel de estos accidentes en el área de Ossa-Morena también está documentado, así las fallas de Azuaga y Malcocinado coinciden a grandes rasgos con los límites estructurales del dominio de Sierra Albarrana. Estas fallas parecen haberse reactivado en época más reciente (Delgado Quesada *et al.*, 1983). En este sentido la alineación magmática Villaviciosa-La Coronada puede considerarse la terminación suroriental de la gran falla de Azuaga; dicha alineación magmática comenzó a funcionar en el Tournaisiense (Garrote y Sánchez Carretero, 1983), momento en el que se inicia la sedimentación en la cuenca de Valdeinfierno.

La salida del material magmático del eje Villaviciosa-La Coronada, posiblemente estuvo ligada a una reactivación de los mencionados accidentes de desgarre, con un proceso simultáneo de adelgazamiento cortical y un proceso de *rifting*, posteriormente abortado (Delga-

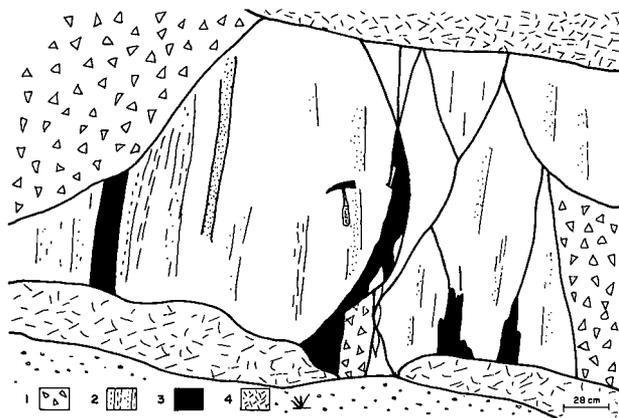


Figura 4. — Sección vertical de fallas trenzadas, conectando diferentes tipos de facies. 1) Breccias. 2) Areniscas y lutitas. 3) Carbón. 4) Debris.

Figure 4. — Vertical section of braided faults connecting different types of facies. 1) Breccias. 2) Sandstones and shales. 3) Coal. 4) Debris.

do Quesada *et al.*, *op. cit.*). Es en este marco tectónico, donde se inició la apertura y el comienzo de la sedimentación en la cuenca de Valdeinfierno.

Relación tectónica-sedimentación

El relleno de la cuenca de Valdeinfierno pone de manifiesto la existencia de bordes tectónicamente activos que la rodeaban. Sobre éstos se desarrollarían sistemas de abanicos aluviales que experimentarían extensiones y retracciones, como consecuencia de pulsaciones tectónicas bruscas de los mismos y que controlarían la implantación y desarrollo de éstos. El clima posiblemente cálido y húmedo condicionaría y coadyuvaría de modo importante a este esquema de funcionamiento.

Dicho esquema de funcionamiento se traduce en importantes y bruscos cambios verticales de facies, así como las horizontales deducidas, acompañados de una fuerte subsidencia.

Esta tectónica sinsedimentaria queda corroborada además por la presencia de las propias facies de brechas y los mecanismos de depósito inferidos para éstas; por la presencia de niveles de areniscas y lutitas con *slumping*, por grandes bloques de materiales de la propia cuenca resedimentados, lo que denuncia procesos de autofagia, e incluso por la existencia de algunas fuertes discordancias angulares claramente sinsedimentarias y esquematizadas en la figura 3, que pueden observarse en la carretera comarcal de Fuente Ovejuna a Alanís.

DISCUSIÓN

De los datos expuestos hasta ahora sobre la cuenca de Valdeinfierno se pueden extraer nueve puntos de observación, cinco de ellos sedimentarios y cuatro de tipo tectónico, que reflejan en nuestra opinión las principales características de esta cuenca:

1) Presencia de facies de brechas, que atestiguan la creación en su día de fuertes relieves tectónicamente activos.

2) Presencia de estructuras de deformación del sedimento penecontemporáneas de la sedimentación (*slumps*).

3) Bruscos cambios verticales de facies reflejo de impulsos tectónicos, con episodios de fuerte subsidencia.

4) Bruscas discordancias angulares, claramente sinsedimentarias.

5) Frecuentes evidencias de materiales resedimentados de la propia cuenca, reflejo de un proceso de autofagia.

6) Geometría rómbica de la cuenca actual.

7) Carácter sinuoso de algunas de las fallas que constituyen sus límites.

8) Relación entre superficie (tres por cuatro kilómetros) y espesor de sedimentos (fácilmente superior al kilómetro).

9) Evidencia de funcionamiento con régimen de salto en dirección (*strike-slip*), en las fallas que constituyen los límites actuales de la cuenca.

Todos estos criterios distintivos, tanto de la propia cuenca como de su registro estratigráfico, coinciden exactamente con los postulados por numerosos autores para las cuencas que se han generado y evolucionado posteriormente a favor de fallas de salto en dirección (*strike-slip basin*); véanse entre otros muchos: Crowell, 1974; Reading, 1980; McLaughlin y Nilsen, 1982; Blick y Biddle, 1985; Faugère *et al.*, 1986, etc.

En resumen se propone que la cuenca de Valdeinfierno constituye una cuenca generada y posteriormente rellena a favor de fallas de salto en dirección que condicionaron las características que muestra en la actualidad.

Otros modelos de génesis y evolución resultan difíciles para explicar la creación y relleno de una cuenca aislada, de doce kilómetros cuadrados de superficie, espesor de sedimentos como mínimo del orden del kilómetro, y con un cortejo de peculiaridades como las expuestas, en un contexto regional como el esbozado con anterioridad.

CONCLUSIONES

La cuenca de Valdeinfierno presenta un potente relleno de materiales depositados en un medio continental de abanicos aluviales, condicionados por una activa tectónica sinsedimentaria que se manifestó en forma de contracciones y retracciones de los mismos.

Todo un conjunto de datos avalan esta tectónica sinsedimentaria (discordancias, *slumps*, bruscos cambios de facies, etc.).

Es posible reconocer que sus límites actuales los constituyen fracturas con un funcionamiento de salto en dirección (*strike-slip*).

La cuenca muestra una serie de caracteres distintivos tanto en su estilo estructural como en su registro sedimentario que coinciden con las propuestas por numerosos autores para cuencas que se han formado y evolucionado a favor de fallas con movimientos transcurrentes (*strike-slip basins*); modalidad de génesis y evolución que se propone para la de Valdeinfierno. El marco regional en el que ésta se encuentra es congruente con esta propuesta.

Por último otras cuencas de la región de similares características podrían tener idéntica génesis que la de Valdeinfierno.

BIBLIOGRAFÍA

- BLICK, N.CH. and BIDDLE, K.T., 1985: Deformation and basin formation along strike-slip faults. In Biddle, K.T. y N.CH., Blick, eds. *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. S.E.P.M. Sp. Publ., 37: 1-34.
- CHACÓN, J., DELGADO QUESADA, M. y GARROTE, A., 1974: Sobre la existencia de dos diferentes dominios de metamorfismo regional en la banda Elvas-Badajoz-Córdoba (Macizo Hespérico Meridional). *Bol. Geol. Min.*, 85-VI: 713-717.
- CROWELL, J.C., 1974: Origin of late Cenozoic basins in southern California. In *Wrench Fault Tectonics A.A.P.G. Reprint Series*, 28: 195-209, 1984.
- DELGADO QUESADA, M., 1971: Esquema geológico de la hoja número 878 de Azuaga (Badajoz). *Bol. Geol. Min.*, 82 (3-4): 277-286.
- DELGADO QUESADA, M., LIÑAN, E., PASCUAL, E. y PÉREZ LORENTE, F., 1977: Criterios para la diferenciación de dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geologica*, 12: 75-90.
- DELGADO QUESADA, M., GARROTE, A., SÁNCHEZ CARRETERO, R., 1983: El magmatismo de la alineación La Coronada-Villaviciosa de Córdoba en su mitad oriental (Zona Ossa Morena). 5.^ª Reunión Grupo Ossa Morena. *Tem. Geol. y Mineros*: 41-64. Madrid. Ministerio de Industria y Energía.
- FAUGÈRE, E., BRUN, J.P. y DRIESSCHE, J., 1986: Asymmetric Basins in pure Extension and in wrenching: Experimental Models. *Elf-Aquitaine Bulletin*, 10.1: 13-21.
- GABALDÓN, V., GARROTE, A., QUESADA, C., 1983: Las Cuenecas de Valdeinfierno y Benjarafe (Tournaisiense-Viseense). Caracterización sedimentológica e implicaciones regionales. Dominio de Sierra Albarrana (Zona de Ossa Morena)». *Com. Serv. Geol. Portugal*, 69 (2): 209-218.
- GARROTE, A., SÁNCHEZ CARRETERO, R., 1983: Materiales volcanoclásticos en el Carbonífero Inferior, al S-SO de Villaviciosa de Córdoba (Zona de Ossa Morena). *Com. Serv. Geol. Portugal*, 69 (2): 249-257.
- LOTZE, F., 1945: Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6: 78-92.
- MCLAUGHLING, R.J. y NILSEN, T.H., 1982: Neogene non-marine sedimentation and tectonics in small pull apart basins of the san Andreas fault system, Sonoma-County, California. *Sedimentology*, 29 (6): 865-876.
- MIALL, A.D., 1978: Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits. In Miall, ed. *Fluvial Sedimentology*. *Geol. Survey of Canada, Memoir*, 5: 597-604.
- READING, H.G., 1980: Characteristics and recognition of strike-slip fault systems. In Ballance y Reading, eds. *Sedimentation in Oblique-slip Mobile Zones*. I.A.S. Sp. Publ., 4: 7-26.
- ROLDÁN, F.J., 1983: La cuenca Tournaisiense de Valdeinfierno, interpretación tectónica y paleoambiental (Córdoba, España). In M.L. Lemos de Sousa, ed. *Cont. Carb. Geol., Pal., ef. I.P.*, 41-50. Porto.
- VEGAS, R., 1975: Wrench (transcurrent) fault System of the southwestern Iberian Peninsula, paleogeographic and morphostructural implications. *Geol. Rundschau*, 64: 266-278.
- WAGNER, R.H., 1978: The Valdeinfierno sequence (prov. Córdoba): Its tectonic, sedimentary and floral significance. *Ann. Soc. Geol. Nord.*, 98: 59-66.