

## Estudio preliminar de los sistemas fluviales cenozoicos de la Cuenca del Guadiana entre Mérida y Badajoz (España)

M. E. Moya Palomares<sup>(1)</sup>, T. M. Azevêdo<sup>(2)</sup> & M. Rodriguez-Plaza<sup>(3)</sup>

1 - Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid (España).

Email: memoya@ucmos.sim.ucm.es.

2 - Departamento de Geología, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa (Portugal).

3 - School of Geography and Geosciences, University of St-Andrews (Scotland).

### RESUMEN

**Palabras clave:** Cuenca del Guadiana; facies fluviales; evolución.

La sucesión estratigráfica cenozoica de la cuenca del Guadiana entre Mérida y Badajoz se encuentra representada por depósitos de abanicos aluviales y fluviales. En este trabajo se presenta una primera descripción de dos de las unidades de relleno de la cuenca. La primera de las unidades estudiadas, corresponde a los sedimentos de edad miocena que se encajaron en los sedimentos de abanico distal de la unidad que le anteceden, desarrollando un sistema fluvial con una dirección principal E-W. El sistema fluvial desarrollado durante el Mioceno se caracteriza por la presencia de barras y canales de arenas asociados a niveles edáficos, con escaso desarrollo de llanura de inundación. La segunda unidad analizada pertenece al Plioceno y representa la instalación de una nueva red de drenaje que se superpone y erosiona a los antiguos sedimentos miocenos. La dirección fluvial principal continúa a ser E-W para el tramo entre Mérida - Badajoz, y cambia para el sur en Badajoz. Los sedimentos pliocenos se caracterizan por presentar facies fluviales de conglomerados y arenas que corresponden a canales móviles y barras formados como consecuencia de los procesos de migración y encajamiento de la red fluvial. Ambos tipos de sistemas fluviales representan parte de la evolución de relleno de la cuenca del Guadiana desde el Mioceno hasta el Plioceno o tal vez Cuaternario, interpretando las diferencias entre ambos sistemas principalmente en función de cambios tectónicos precuaternarios de la región.

### RESUMO

**Palavras chave:** Bacia ; Guadiana; facies fluviais; preenchimento sedimentar; evolução.

A sequência estratigráfica cenozoica da bacia do Guadiana entre Mérida y Badajoz está representada por depósitos de leque aluvial e fluviais. Neste trabalho apresenta-se uma primeira descrição de duas das unidades de preenchimento da bacia. A primeira corresponde a sedimentos de idade miocénica que se encaixaram nos depósitos de leque aluvial, que os antecederam, desenvolvendo um sistema fluvial com uma direcção principal E-W, caracterizado pela presença de barras e canais arenosos associados a níveis edáficos, com fraco desenvolvimento da planície de inundação. A segunda unidade, de idade pliocénica, representa a instalação de uma nova rede de drenagem que se sobrepõe e erode os sedimentos miocénicos. A direcção principal entre Mérida e Badajoz continua a ser E-W, para inflectir para o S em Badajoz. As facies pliocénicas são essencialmente conglomeráticas e arenosas, correspondendo a canais móveis e barras formadas em consequência de processos de migração e encaixe da rede fluvial. Ambos os sistemas fluviais representam parte da evolução do preenchimento da bacia do Guadiana desde o Miocénico até ao Plio-Quaternário, sendo as principais diferenças entre ambos interpretadas como devidas a modificações tectónicas pre-quaternárias na região.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Guadiana es una de las más importantes cuencas terciarias de la Península Ibérica (fig. 1). Esta cuenca, con una complicada historia geológica, se encuentra representada por cuatro unidades litoestratigráficas principales entre las localidades de Mérida y Badajoz: (a) Unidad Inferior (facies Lobón), (b) Unidad Superior (facies Almendralejo y Badajoz, Caleño), (c) depósitos fluviales pliocuaternarios y (d) depósitos pliocuaternarios (Raña).

En los trabajos publicados por Hernández-Pacheco (1932, 1955) y Pérez-Mateos (1954) se atribuye una edad Oligocena y un origen palustre al primer material de relleno de la cuenca (Unidad Inferior). Publicaciones posteriores (Hernández-Pacheco y Crusafont, 1960) consideran que la Unidad Inferior de la cuenca tiene una edad Vindoboniense inferior (Mioceno) por correlación litológica con la cuenca Terciaria de Plasencia, esta última con restos paleontológicos (*Hispanotherium*, primera parte del Mioceno medio). Las observaciones de campo que hemos realizado, nos llevan a considerar a esta unidad como depósito de abanico aluvial distal, sin que por el momento podamos ser más precisos.

La Unidad Inferior se encuentra separada de la Superior por una discordancia erosiva (Hernández - Pacheco, 1960). Dentro de la unidad superior se distinguen dos facies fluviales relacionadas entre sí por cambio lateral, la facies Almendralejo localizada al Este de la cuenca y la facies Badajoz al Oeste. A techo de la unidad se ha descrito un depósito carbonatado resultado de la colmatación terciaria de la cuenca. Este depósito es conocido localmente con el nombre de "caleño" y ha sido interpretado como un depósito lacustre de región semiárida por Armenteros *et al.* (1986).

Otras interpretaciones se han expuesto en trabajos anteriores en relación con el caleño extremeño así, Elbersen (1982) atribuye a los niveles carbonatados un origen puramente pedogenético muy semejantes a los

observados en Nuevo Méjico y conocidos localmente con el nombre de "Caliche Capro".

Sobre la Unidad litoestratigráfica Superior se localiza un depósito fluvial formado por conglomerados y arenas de edad pliocena o quizás cuaternaria, desde ahora en adelante pliocuaternaria. Este depósito es interpretado por Dosser Van (1974) como perteneciente a la terraza más antigua del Guadiana y así se considera en este trabajo. Con posterioridad Quesada (1987) lo presenta como un depósito de raña similar a los que se extienden por toda la comarca extremeña.

En esta comunicación se realiza la descripción y análisis sedimentológico de los depósitos continentales cenozoicos de origen fluvial con importante desarrollo de niveles pedogenéticos. La metodología seguida consistió en el reconocimiento de campo de una zona extensa desde Mérida (España) hasta Redondo (Portugal), la elaboración de fotomontajes en los afloramientos de Lobón, Guadajira, Badajoz, la carretera de La Albuera - Badajoz, y de Calamonte. Con ello, se elaboró la correlación litoestratigráfica de la zona (fig 2). Los diferentes estilos fluviales que representan la Unidad litoestratigráfica Superior y la unidad pliocuaternaria y su dispersión geográfica se discuten en este trabajo en términos paleogeomorfológicos y de control estructural.

## 2. FACIES FLUVIALES DE UNA ANTIGUA RED MIOCENA.

Los depósitos fluviales, anteriores a la instalación de la red de drenaje pliocena (Hernández- Pacheco, 1932, 1956) aparecen representados por las arenas y conglomerados de edad miocena probable que constituyen la Unidad Superior. La Unidad Superior se apoya mediante una discordancia erosiva sobre la Unidad Inferior y/o sobre el zócalo paleozoico. El contacto Unidad Inferior - Supe-

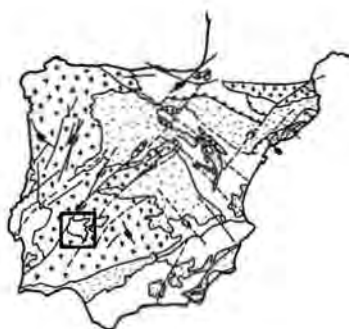


Fig. 1 - (a) Localización de la cuenca del Guadiana extremeño en el marco Peninsular. (b) Mapa Geológico de la cuenca del Guadiana entre Mérida y Badajoz. Adaptado de Quesada *et al.*, 1987.



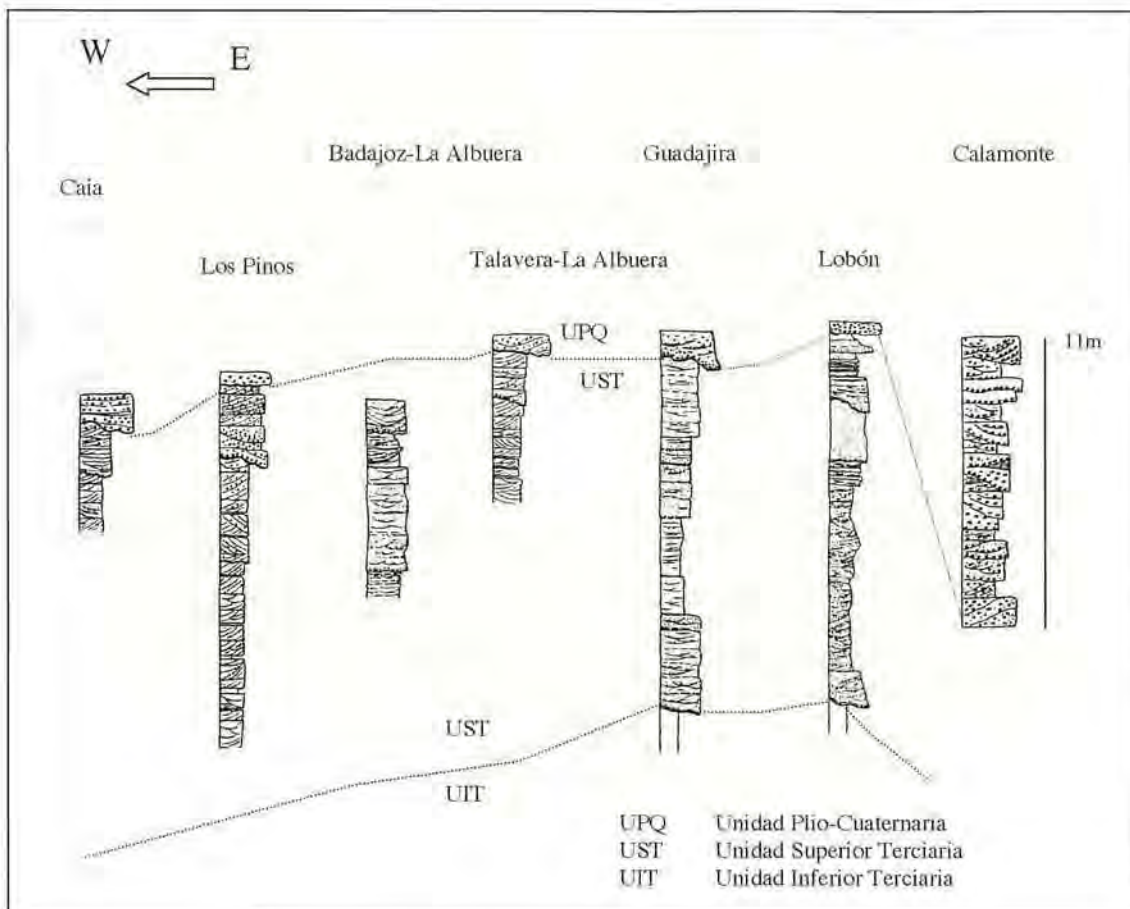


Fig. 2. - Relación litoestratigráfica de las Unidades terciarias y pliocuaternaria que rellenan la cuenca del Guadiana entre Mérida (España) y el río Caia (Portugal).

rior es visible, a lo largo de la carretera nacional V próximos a la localidad de Guadajira, en el pueblo de Lobón, en el arroyo Bonhabal y a lo largo de la carretera comarcal de Nava de Santiago – Montijo. También se han encontrado afloramientos a lo largo del territorio portugués como en las proximidades de Campo Maior (en contacto directo con la falla de Plasencia), Juromenha y Redondo. La Unidad Superior ha sido dividida por Apalategui *et al.* (1988) en tres tramos. El primero de ellos (tramo Basal) es interpretado como un depósito de mantos de arroyada. El segundo de los tramos (tramo intermedio) está formado por los depósitos aluviales que constituyen la facies Almendralejo y Badajoz. Y el tercero de los tramos está constituido por carbonatos laminados (caleño). El espesor medio de la Unidad Superior se sitúa al rededor de los 17 m con una potencia de afloramiento máxima localizada al sur de Badajoz. Las medidas de paleocorrientes efectuadas a lo largo de la unidad apuntan una dirección comprendida entre 230 y los 270 desde los afloramientos de Mérida hasta los de Badajoz.

Las facies en las áreas donde la Unidad Superior aflora son las indicadas en la fig. 3.

### 2.1. Conglomerados masivos

Afloran en pocos lugares de la zona de estudio. Un buen corte se localiza en las inmediaciones del Cortijo

Manzo próximos al arroyo Bonhabal ( Sureste de la zona de estudio) (fig 4). En este punto se observa el contacto de la Unidad Superior con el basamento Precámbrico. Consiste en un conglomerado (Gm; Miall, 1978) matriz sostenido con clastos principalmente de cuarcita de un tamaño no superior a los 6 cm y con una redondez media-baja, inmersos en una matriz lutítica. El depósito se encuentra parcialmente carbonatado en la base, esta carbonatación afecta al sustrato y se hace más intensa a techo del conglomerado, destruyendo completamente su estructura. Se identifican estos depósitos como pertenecientes a abanicos aluviales en su facies proximal (Apalategui *et al.*, 1988).

### 2.2. Conglomerados con geometría tabular

Se distingue este tipo de depósito en la parte más suroriental de la zona de estudio. Se trata de un microconglomerado (Gt, Miall, 1978) de cantos fundamentalmente de cuarzo, cuarcita y rocas metamórficas, de redondez media, inmersos en una matriz arenosa. La carbonatación es intensa en todo el depósito y ha destruido parcialmente la matriz. Un buen punto de afloramiento se presenta a lo largo de la carretera que une Almendralejo con Alanje (fig. 5). Interpretamos el depósito

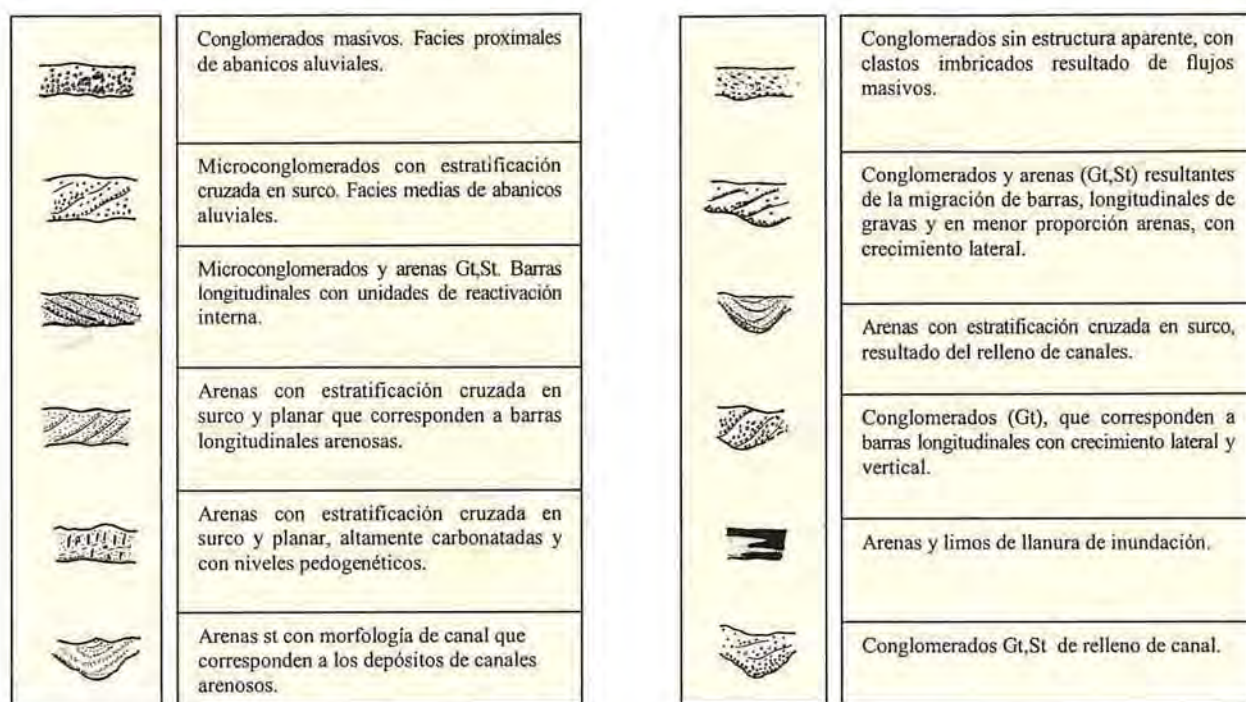


Fig. 3 - Diferentes estructuras deposicionales de las unidades fluviales de la Cuenca del Guadiana entre Mérida y la frontera Portuguesa.

como cuerpos canalizados de alta energía de abanicos aluviales (zona proximal-media).

### 2.3. Cuerpos arenosos con geometría tabular

Se distinguen dos tipos. El primero, se presenta como un depósito residual de difícil observación. Un punto de afloramiento se encuentra en el pueblo de Lobón, en el paraje conocido como "El Trampín" (fig 6.1). Se trata de una arena de grano grueso a muy grueso, con niveles de conglomerados centimétricos. Los conglomerados de cuarzo y cuarcita se encuentran imbricados dentro de las arenas. Los cuerpos arenosos presentan "set" con estratificación cruzada en surco St (Miall, 1978). Se ha interpretado el depósito, por su escaso desarrollo vertical y longitudinal, como el inicio de barras longitudinales de fondo de canal.

El segundo de los tipos corresponde a un depósito de arenas de grano medio a grueso que presenta litofacies St, Sp (Miall, 1978). Los afloramientos con este tipo de estructura se pueden encontrar en las denominadas facies Almendralejo. En estas facies cada paquete arenoso no supera los 60 cm. En determinados puntos de la cuenca, como en los cortes que se observan en Guadajira (fig 6.2,3), los paquetes se repiten sucesivamente a lo largo de la unidad. Normalmente un set de arenas presenta una tendencia grano decreciente, finalizando con la acumulación de niveles de limo y arcilla con intensa bioturbación por raíces. Se interpreta el conjunto como el crecimiento y desarrollo de barras longitudinales y transversales dentro de un sistema de canales móviles. Los

niveles bioturbados de raíces indican una exposición subaérea periódica de las barras.

### 2.4. Cuerpos arenosos canalizados

Con base erosiva y facies St, típicos de relleno de canal. Los cuerpos arenosos tienen unas potencias de afloramiento no superiores a los 9 m y unas longitudes variables llegando a alcanzar 60 m. Los niveles limo-arcillosos con bioturbación vegetal son abundantes intercalados entre las arenas, he indican la exposición subaérea del depósito. Estas características sedimentarias abundan principalmente al este de la zona de estudio, coincidiendo con las denominadas facies Badajoz. Una buena observación de cuerpos canalizados se encuentra a lo largo de la carretera de Badajoz - La Albuera, así como en el paraje conocido cantera "Los Pinos" (al sur de Badajoz ciudad) (fig. 6. 4). La organización de la secuencia permite interpretar una sucesión de canales móviles propia de ríos entrelazados (Villalobos *et al.*, 1988) con abandonos de corta duración.

## 3. FACIES PLIOCUATERNARIAS DEL PRE-GUADIANA

Los depósitos fluviales pliocuaternarios del pre-Guadiana han sido identificados en la margen izquierda del río. Tres cortes se presentan en este trabajo. El primero de ellos se localiza en las proximidades del pueblo de Calamonte, el segundo en las inmediaciones de Lobón y el último de ellos aflora al sur de Badajoz en las

proximidades de la urbanización “El Bote”. Este tipo de depósito se reconoce aguas abajo de la zona de estudio donde el río toma un rumbo N-S así, es posible observarlo en lugares como Monte Sousel, en la carretera de Reguengos - Mourão y Farlobo (Feio, 1946). En los cortes que hemos estudiado, entre Mérida y Badajoz, a una altura que oscila entre los 39 - 60 m (con respecto al nivel del río) se pueden identificar los depósitos de una antigua red fluvial muy similar a la que encontramos en la actualidad. Las medidas de paleocorrientes de los afloramientos (entre Mérida y Badajoz) nos dan una dirección de flujo comprendida entre 225-315 grados. Mediante el levantamiento de columnas y estudio de fotomontajes se ha podido establecer el siguiente grupo de facies para esta unidad (fig. 3).

### 3.1. Cuerpos de Gravas y arenas con morfología tabular

Un buen corte con este tipo de material se localiza en la Graveras de Calamonte cerca del alto de Canta Ranas al sur de Mérida (fig.7). Se trata de cuerpos de conglomerados Gt (Miall,1978) matriz sostenidos, con clastos de subredondeados a angulosos. El material está compuesto fundamentalmente por cantos de cuarcita (60%), cuarzo (35%) y rocas variadas como los esquistos, granitos en una proporción de 5%. Los “coset” que forman los cuerpos de gravas no superan 1, 70 de altura. En todos los casos cada paquete de conglomerados es grano-decreciente. La base de cada cuerpo de gravas comienza por una superficie erosiva “lag” fácilmente identificable. Hacia techo aumenta el contenido en arenas de tamaño

grueso-muy grueso. Se interpreta este depósito como barras longitudinales de gravas y arena con superficies de reactivación interna, donde es posible distinguir las unidades de crecimiento lateral resultado de la modificación de la propia barra, similares a las descritas por (Ramos *et al.*, 1986) para los conglomerados del Buntsandstein del nordeste ibérico.

La presencia de capas de grava de espesor decimétrico se interpreta como material que se mueve como carga de fondo solo con los caudales más altos (similar al modelo de Hein, 1974). Cuando el flujo decrece la proporción de clastos disminuye y la nueva capa que se forma presenta una proporción menor de clastos y abundante de arenas. La separación entre dos barras se produce por una hilera de clastos (“ribs” de gravas) dispuestos transversalmente al flujo. Este tipo de depósito aparece fundamentalmente en sistema de canales “braided” y sobre todo a techo de las barras (Gustavson, 1974; Koster, 1978).

### 3.2. Cuerpos canalizados de arena

La mayor parte de este tipo de depósitos se localizan en los afloramientos pliocenos - cuaternarios de Badajoz (fig. 8). Se caracterizan por estar formados por arenas con estratificación cruzada en surco. De una forma general, el depósito comienza con unos niveles centimétricos de gravas y arenas (“lag erosivo”) que cortan al material anterior. Lateralmente las arenas pasan a formar parte de barras longitudinales. Se interpreta el depósito como el relleno de canales múltiples dentro de un amplio sistema “braided” de gravas y arena.



Fig. 4 - Fotografía típica del conglomerado masivo que corresponde a depósitos de los abanicos en facies proximal.



Fig. 5 - Microconglomerado fuertemente carbonatado (paleosuelo). Facies proximales-medias de abanicos aluviales.

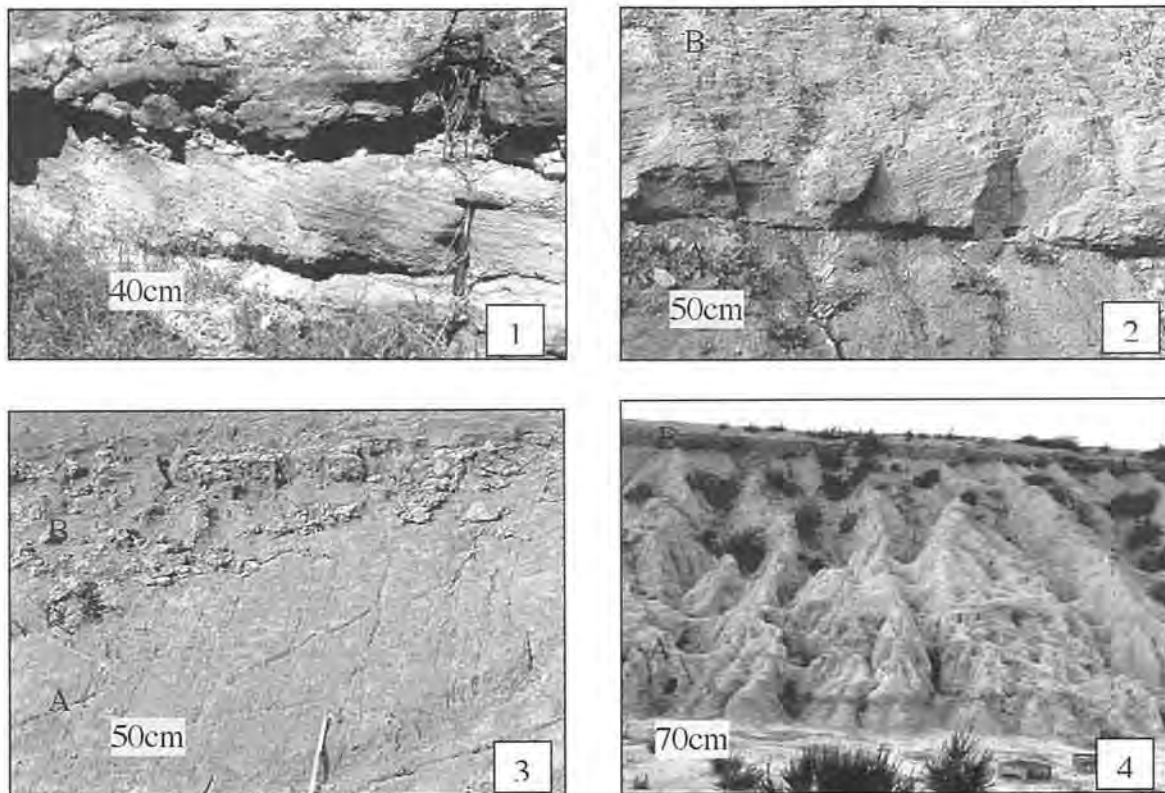


Fig. 6 - 1 - Tramo basal de la Unidad Superior terciaria. 2 - Limite erosivo facies Lobón (A) - facies Almendralejo (B). 3 - Barras arenosas (A), colonización vegetal(B) de la Unidad Superior. 4 - facies miocenas (A) depósitos pliocenos (B) en Badajoz.

### 3.3. Cuerpos canalizados de gravas y arenas

Este conjunto presenta características muy similares a los cuerpos canalizados de arenas. Los canales mixtos (gravas y arenas) se observan en los afloramientos de Calamonte (fig. 9). Los conglomerados y arenas (Gt, St) se separan del material subyacente por superficies erosivas. Lateralmente forman parte de cuerpos canalizados de mayor envergadura. En los laterales de los canales mayores se encuentran las barras de (grava - arena) y en las partes donde la energía de la corriente fue mayor se dio lugar a la formación de los canales mixtos (fig.10).

### 3.4. Cuerpos de arenas y lutitas

Dentro de los materiales pliocenos - cuaternarios más comunes de gravas y arenas de canal, se encuentran niveles de arenas de grano muy fino y limos con abundante materia orgánica (fig. 9) presentes en los tres afloramientos de la zona de estudio. Estos niveles se localizan a techo de las barras, como materiales finales que tapizan los canales. Se interpretan como depósitos de llanura de inundación de pequeña entidad dentro del sistema fluvial.

## 4. UN SISTEMA BRAIDED DE ARENAS MIOCENO Y UN SISTEMA BRAIDED MIXTO PLIOCUATERNARIO, SIMILITUDES Y DIFERENCIAS

Probablemente durante el Mioceno la zona de estudio se caracteriza por la existencia de un extenso sistema flu-

vial "braided" de arena de dirección Este-Oeste. Un sistema ligeramente desplazado hacia el norte con respecto al actual, con numerosos canales y barras que temporalmente eran inactivos. En los bordes de la cuenca, fundamentalmente en el borde sur, una red de abanicos aluviales aportaba sedimentos al sistema fluvial. Los sedimentos aportados por los abanicos eran eventualmente retrabajados por antiguo sistema incorporándolos al río.

El caleño extremeño marca el fin de la sedimentación. Las observaciones de campo nos llevan a interpretar este depósito, como en su día lo hizo Armenteros *et al.* (1986), como un depósito palustre, de colmatación de cuenca, sin más precisión ya que no ha sido objeto de estudio pormenorizado por parte de los autores. Las características del depósito carbonatado son muy similares a las descritas por Barbosa (1995) para el nivel de carbonatos de Almoster con el que culmina la sedimentación en la parte más occidental de la Cuenca Terciaria del Bajo Tajo.

Por otra parte, en el trabajo publicado por Carvalho (1968) son descritos carbonatos miocenos continentales para los depósitos terciarios del Tajo, similares a los presentes en la cuenca del Guadiana, y que nos hacen pensar en una posible correlación entre ambos materiales miocenos.

Pero entre ambas cuencas, son muy escasos por no decir inexistentes los afloramientos miocenos. En otras cuencas próximas (Brum, 1990) se han descrito movimientos de la falla de Plasencia durante el Mioceno superior. Si tenemos en cuenta los contactos entre rocas

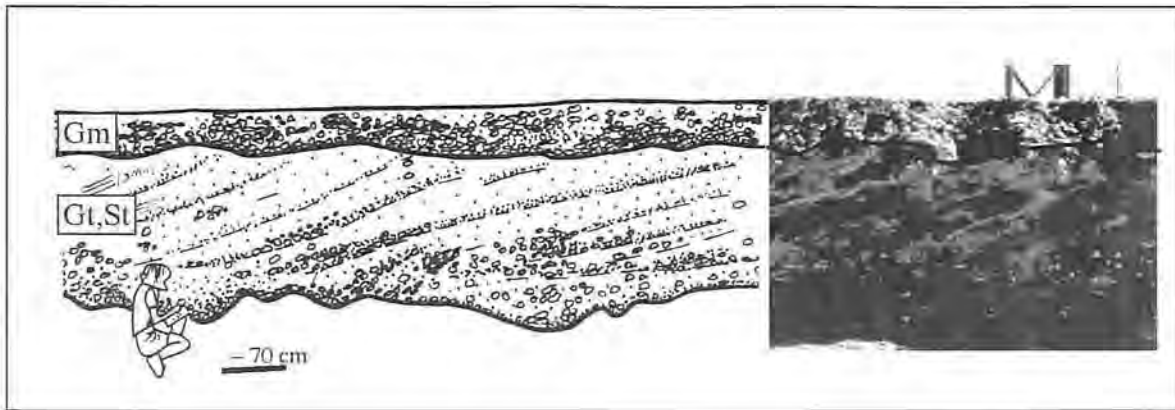


Fig. 7 - Unidades de crecimiento lateral dentro de unas barras de arenas y gravas de la unidad pliocuaternaria, Calamonte (Mérida).

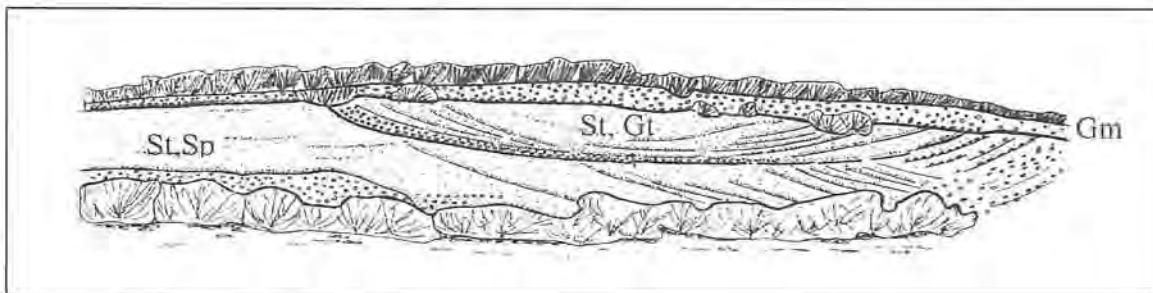


Fig. 8 - Corte representativo de los canales arenosos al sur de Badajoz.

metamórficas- terciarias a través de la falla de Plasencia y asociadas, podría servir como argumento a una posible elevación del bloque oriental del basamento hercínico a finales del Mioceno.

Los afloramientos pliocenos-cuaternarios que se han estudiado permiten clasificar al pre-Guadiana como un río braided con carga de fondo mixta de gravas y arenas. Los cortes analizados presentan grandes superficies de canales rellenas por arenas y gravas. Las medidas de paleocorrientes, en los tres afloramientos estudiados, indican una dirección de corriente muy parecida a la dirección

actual del río y que se sitúa entre los 225-315 grados. Este hecho podría llevarnos a pensar en una dirección fluvial principal semejante a la dirección fluvial miocena. Sin embargo, otros puntos de la cuenca situados al sur de Badajoz, nos permiten diferenciar dos direcciones fluviales diferentes, una E-W ( tramo Mérida-Badajoz) y otra N-S (al sur de Badajoz). El seguimiento de los niveles de terraza desde Mérida hasta aproximadamente Pulo do Lóbo, nos lleva a pensar que la red principal pliocena- cuaternaria inferior presentaba una dirección muy similar a que actualmente presenta.

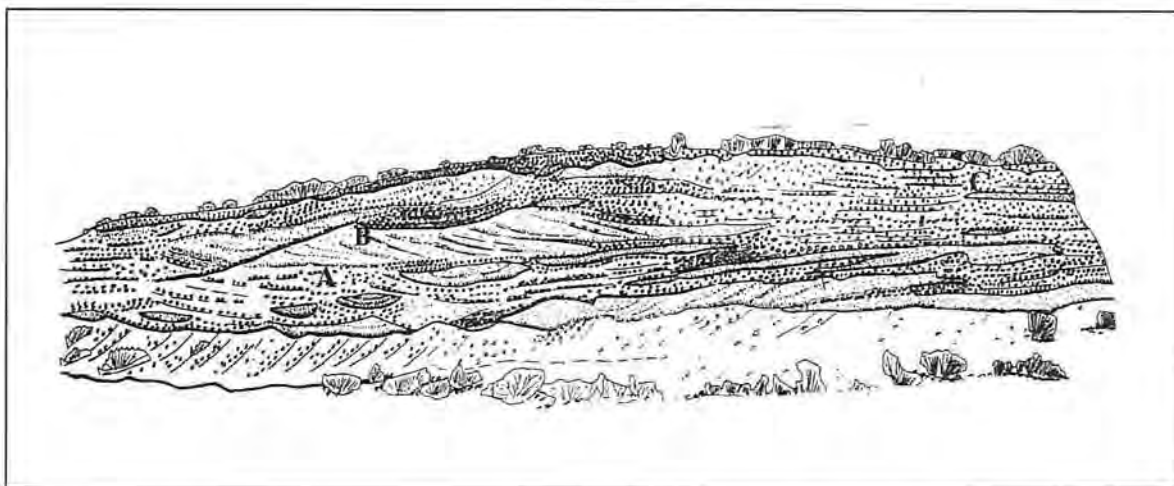


Fig. 9 - Panel del material pliocuaternario de uno de los frentes de las graveras de Calamonte. (A) canales de pequeña envergadura de gravas y arenas. (B) barras mixtas longitudinales. (C) pequeños niveles de inundación.

## CONCLUSIONES

La historia deposicional de la cuenca del Guadiana comienza probablemente en el Paleogeno con la deposición de arcillas que representan un medio de abanicos aluviales distales con exposiciones subaéreas no continuas representadas por la formación de niveles de paleosuelos, sobre el zócalo paleozoico erosionado (fig. 10 A).

Es posible encontrar material terrígeno grosero en algunos sectores de la cuenca y siempre de una manera aislada. Este tipo de material, subyacente al depósito puramente arcilloso, representa los comienzos de relleno de la cuenca mediante abanicos aluviales dispersos con facies más groseras y posiblemente con otra dirección de aportes. Los depósitos correspondientes a la Unidad Inferior se encuentran tanto al Este como al Oeste de la falla de Plasencia. Las diferencias encontradas a ambos lados de la falla radican en las potencias desiguales de la unidad (mayores al Este de la falla).

La sedimentación fluvial comienza en el Mioceno con dos tipos de depósitos simultáneos. Por un lado conglomerados que representan las facies más proximales de abanicos aluviales procedentes tanto del margen sur como norte de la cuenca. El segundo tipo de depósito

mioceno corresponde a las arenas que representa las diferentes facies de un río "braided" con paleocorrientes dirigidas hacia el Este (fig. 10. B).

Esta sedimentación constante se ve interrumpida. El material definido como "caleño" marcaría el final de la sedimentación miocena. La cuenca hasta esos momentos presenta una configuración simétrica con una subsidencia lenta y constante pues las características de la unidad se repiten en la vertical. La Unidad Superior se puede seguir, de una manera intermitente y con gran dificultad, al oeste de la falla de Messejana. El número de afloramientos en este caso es mucho menor que el del depósito que le antecede. A finales de la sedimentación de la Unidad Superior la cuenca abierta hasta entonces se cierra por el oeste de una manera paulatina.

Con posterioridad, se establece un nuevo sistema fluvial. Este nuevo sistema presenta diferencias considerables con la unidad anterior. Una mayor carga tractiva relacionada con las condiciones climáticas y activación del área fuente, como ocurre en otros tantos puntos de la península, condicionan el modelo de río presente (fig. 10. C). Durante ese periodo de activación fluvial la cuenca, se independiza y encuentra una salida tomando un rumbo aproximado SSW con un trazado similar al actual (fig. 10 D).

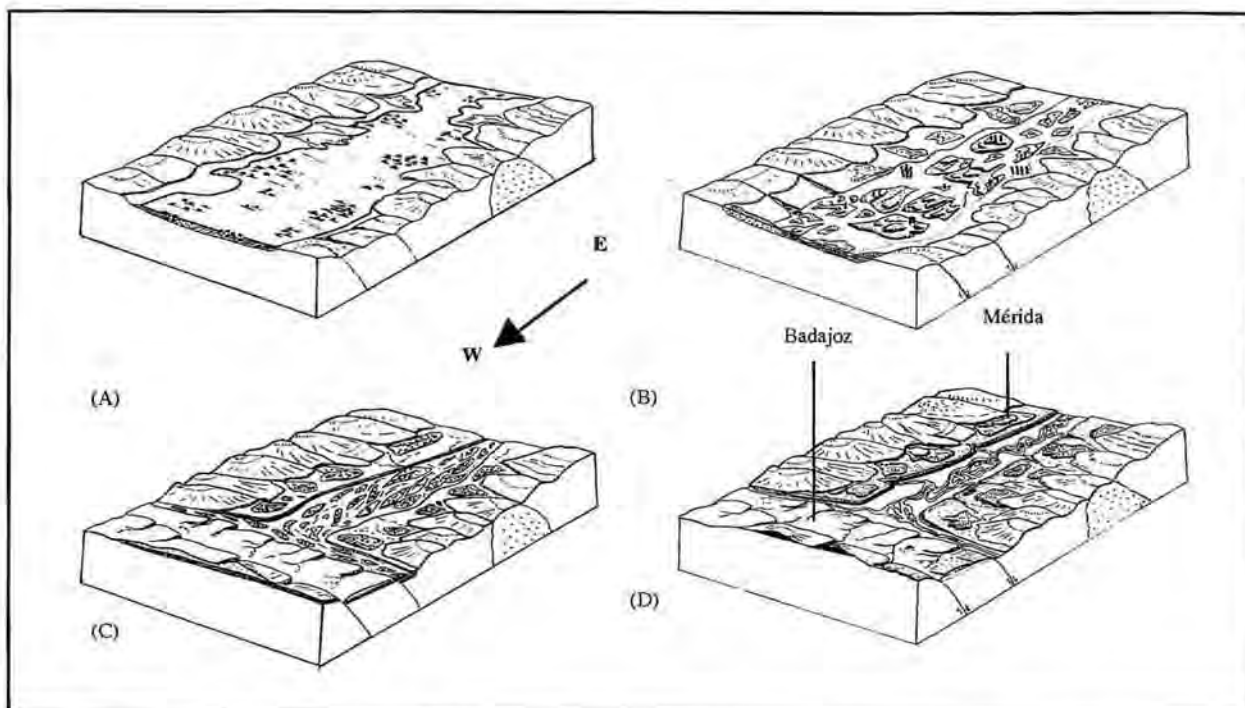


Fig. 10 - Evolución tectonosedimentaria de la Cuenca del Guadiana entre Mérida y Campo Maior. A) Etapa inicial, formación de extensas zonas lagunares con pequeños aportes de abanicos aluviales del borde de la cuenca; calma tectónica. B) Etapa fluvial miocena, formación de un extenso sistema "braided" de arenas de dirección E-W. Aportes laterales de abanicos aluviales que en algunos lugares son posteriormente retrabajados por el sistema aluvial principal. No se evidencia importante actividad tectónica. C) Reactivación y elevación paulatina del bloque occidental de la falla tardihercínica de Plasencia y fracturas asociadas. Cambio de rumbo del sistema fluvial durante el Plioceno. Instalación de un nuevo sistema "braided" con mayor carga tractiva. D) Situación actual, eliminación del material de relleno por erosión de la parte occidental.



**BIBLIOGRAFIA**

- Apategui, O.; Jorquera, A.; Vallalobos, M.; Dabrio, C.; Gaspar, A. & Armenteros, I. (1988) - Hoja núm. 803 (Almendrales), 1:50.000 segunda serie. IGME, España.
- Armenteros, I.; Dabrio, C.; Alonso, G.; Jorquera, A. & Vallalobos, M. (1986) - Laminación y bioturbación en carbonatos lagunares: Interpretación genética (cuenca del Guadiana, Badajoz). *Estudios Geol.* 42: 271-280.
- Azevedo, M.T. (1982) - *O sinclinal de Albufeira - evolução pós-miocénica e reconstituição paleogeográfica*. 321 p. Dissert. Doutor. Dep. Geol. Fac. Ciências. Lisboa.
- Azevedo, M.T. (1991) - Essai de reconstitution paléogéographique du bassin de Lisbonne au Paléogène. Univ. Coimbra, *Men. Not. M.L.M.G.*, 112: 525-564.
- Azevedo, M.T. (1992) - La formación roja de Marco Furado. *Resumen Symp. Sobre la Reun. Quat. Iber.*
- Azevedo, M.T. & Pimentel, N.L. (1995) - Dados para a discussão da génese da bacia do Tejo-Sado no Paleogénico. Univ. Porto., *Actas IV Congr. Nac. Geologia*: 897-901.
- Barbosa, B. (1995) - *Alostratigrafia e litostratigrafia das unidades continentais da bacia terciária do Baixo Tejo, relações com o eutatismo e a tectónica*. Dissert. Doutoramento, Fac. Ciências Lisboa, 253pp.
- Brell (1975) - Aplicación de las correlaciones al estudio del Terciario continental. *Trabajos del congreso y reuniones Enadimsa serie 7*: 123-130.
- Brum, A.P. (1991) - *Neotectónica e sismotectónica da região Vidigueira – Moura*. Dissert. P.A.P.C.C., Dep. Geol. Fac. Lisboa, 314pp.
- Carvalho, A.M. G. (1969) - Contribuição para o conhecimento geológico da Bacia terciária do Tejo. *Mem. Serv. Geol. Portugal*. Lisboa, 15, 210 pp.
- Dosser, H.J. Van (1974) - A geomorphological map of a part of the lower Guadiana basin. The area south of the Guadiana from the river Machel to the Guadajira. *Geogr. Inst. Der. Rijksuniversiteit Utrecht*, ser.b.nr.55: 3-19.
- Elbersen, G.W.W. (1982) - *Mechanical replacement processes in mobile soft calcic horizons, their role in soil and landscape genesis in an area near Mérida, Spain*. Thesis. Agricultural Research reports 919: 1-208.
- Feio, M. (1946) - Os terraços do Guadiana a jusante do Ardila. *Com. Serv. Geol. Portugal*. Lisboa: 3-84.
- Gustavson, T.C. (1974) - Sedimentation on gravel outwash fans, Malaspina Glacier foreland, Alaska. *J. Sediment. Petrol.*, 44: 374-389.
- Hein, F.J. (1974) - *Gravel transport and stratification origins, Kicking Horse river, British Columbia*. M.Sc. thesis, McMaster University, 135 pp.
- Hernández Pacheco, E. (1932) - Síntesis fisiográfica y geológica de España. *Trab., Mus. Nac. Cien. Nat*, Madrid, 38, 584pp.
- Hernández Pacheco, F. (1955) - Fisiografía del solar hispano, Tomo I. *Real Academia de Ciencias Naturales*. Madrid.
- Hernández Pacheco, F. (1960) - El terciario continental de Extremadura. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 58: 241-274.
- Hernández Pacheco, F. & Crusafont, M. (1960) - La primera caracterización paleontológica del Terciario de Extremadura. *Bol. R. Soc. Española, Hist. Nat.*, 58: 275-282.
- Koster, E.H. (1978) - Transverse ribs: their characteristics, origin and paleohydraulic significance, in Miall, A.D. (ed.) - Fluvial sedimentology. *Can. Soc. Petrol. Geol., Mem.*, 5: 161-186.
- Miall, A.D. (1978) - Lithofacies types and vertical profile model in braided river deposits in Miall (de) Fluvial sedimentology. *Can. Soc. Petrol. Geol., Mem* 5.
- Pérez Mateos (1954) - Estudio mineralógico de los materiales sedimentarios del terciario continental de la llanura del Guadiana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, Tomo extraordinario: 525-535.
- Quesada, C. (1987) - Mapa geológico – minero de Extremadura (1:300.000). *Consejería de Indústria y energía. Junta de Extremadura*. España.
- Ramos, A.; Sopeña, A.; Pérez – Arlucea, M. (1986) - Evolution of the Buntsandstein fluvial sedimentation in the northwestern Iberian Ranges (Central Spain). *J. Sediment Petrol.* 56: 862-875.
- Vallalobos, M.; Jorquera, A. & Apategui, I. (1988) - Hoja núm. 802 (La Albuera), 1:50.000 segunda serie. IGME.