



SIGNIFICADO DE LAS SUPERFICIES DE APLANAMIENTO EN LAS VEGAS DEL GUADIANA (ESPAÑA)

The Meaning of the surfaces in the Vegas Bajas of the Guadiana river (Spain)

Superficies de aplanación en las Vegas Bajas del Guadiana

Moya-Palomares, M. E.¹ y Centeno, J. D.²

(1) Departamento de Geología. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá. Carretera Madrid-
Barcelona 33.600. E 28871 Alcalá de Henares (Madrid)

(2) Departamento de Geodinámica. Facultad de Geología. Universidad Complutense. 28002 Madrid

Resumen: En el sector de las Vegas Bajas del Guadiana se han distinguido ocho unidades geomorfológicas. Del conjunto de ellas destacan las superficies de aplanamiento S3 y S4. S3 es un sediplano retocado que marca el final de la sedimentación pliocena en la cuenca y aparece retazos dispersos por el sur de las Vegas Bajas, pudiendo ser considerada como un relieve relictico. S4 es una superficie erosiva que corta a todos los materiales anteriores a la formación de la unidad sedimentaria cuaternaria ULD4, a esta misma y a la superficie S3. Se trata de una superficie que se desarrolla con anterioridad al encajamiento de la red fluvial cuaternaria. Además, en la zona septentrional de la cuenca, S4 se extiende hasta enrasar con el techo de la unidad ULD2 y retocarlo, de forma que S4 exhuma una discontinuidad pre-existente y constituye así una superficie mixta erosivo-sedimentaria.

De todos ellos resalta la disposición de la superficie sobre la unidad sedimentaria miocena ULD2, dando lugar a una superficie conjugada S4-S2.

Palabras clave: Superficies de aplanamiento, evolución geomorfológica, Vegas Bajas del Guadiana, Badajoz, España.

Abstract: We define eight geomorphic units in the region of Vegas Bajas del Guadiana. Two of this geomorphic units are specially interesting to understand the evolution of landforms: the planation surfaces S3 and S4. S3 is an sediplain related to the last sedimentation processes in the Tertiary. It is a relictic form, very poorly preserved in some parts of the area. The erosion surfaces S4 cuts S3 and is cut by the Quaternary drainage network. In addition S4 cuts several sedimentary units leading to the exhumation of surface S2 (the sedimentary discontinuity between units ULD2 and ULD3).

Keywords: planation surfaces, geomorphogical evolution, Vegas Bajas of the Guadiana, Badajoz, Spain.



M. E. Moya-Palomares & J. D. Centeno (2008). Significado de las superficies de aplanamiento en las vegas del Guadiana (España). *Rev. C & G.*, 22 (1-2), 33-39.

1. Introducción

La cuenca del Guadiana es una pequeña depresión terciaria situada en el SW de la Península Ibérica, sobre cuyo relleno se produjo una leve incisión fluvial cuaternaria hasta definir un valle de dirección E-W.

La interpretación geomorfológica se apoya en el estudio sedimentológico previo, incluyendo cartografía, sedimentología y un ensayo de correlación. A falta de dataciones, que nadie ha presentado, nuestra propuesta en trabajos anteriores se basó en correlación mediante minerales de la arcilla con cuencas próximas y datadas paleontológicamente (Moya-Palomares 2003).

El relleno terciario de la cuenca está representado por cuatro unidades litoestratigráficas limitadas por discontinuidades (ULD). Estas unidades se denominadas ULD1, ULD2, ULD3 y ULD4 y se ubican temporalmente dentro del Eoceno, Mioceno, Plioceno y Pliocuaternario respectivamente (Moya-Palomares 2003). Llama la atención una laguna de sedimento oligocenos que no podemos ni pretendemos explicar.

La unidad ULD1 representa el inicio del relleno terciario de la cuenca y está formada por depósitos arcillosos rojizos con algunas intercalaciones arenosas de abanicos distales. La unidad ULD2 presenta notables diferencias con la unidad infrayacente. ULD2 está formada fundamentalmente por depósitos detríticos arenosos de color ocre de facies fluviales y de abanicos aluviales. En puntos concretos de la cuenca se distingue un nivel carbonatado con el que finaliza la sedimentación de la unidad. La unidad ULD3 está formada por depósitos detríticos groseros, cuerpos conglomeráticos y arenosos, de colores rojizos que representan una activación fluvial en la cuenca y son interpretados como pertenecientes a una red fluvial *braided* de carga mixta. La unidad ULD4 está formada por un depósito grosero de conglomerados angulosos con pátina ferruginosa inmersos en una matriz arcillosa que se extienden al pie de la sierra de San Serván. Y son interpretados desde un punto de vista sedimentario como las facies proximales de abanicos aluviales dentro de un clima árido.

Aunque en las Vegas del Guadiana han sido numerosos los autores que han definido y delimitado unidades geomorfológicas, en particular super-

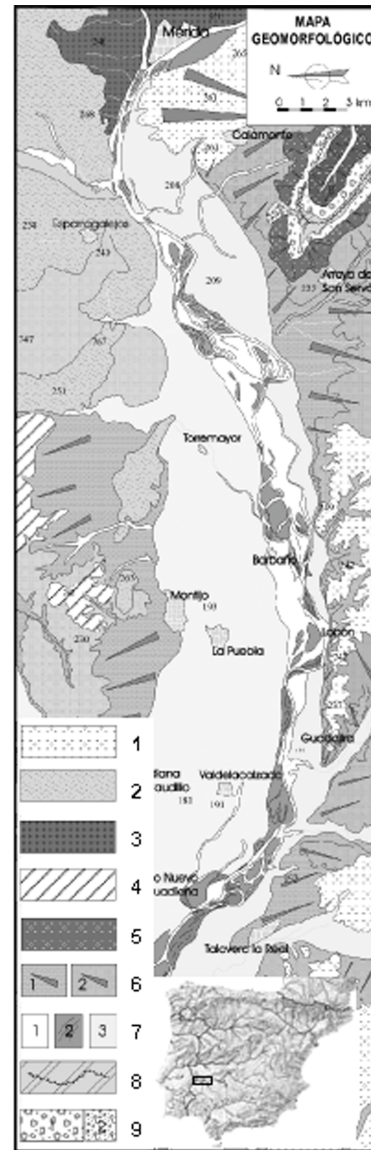


Figura 1. Mapa geomorfológico de la Vegas Bajas del Guadiana. 1. Superficie S3. 2. Superficie S4 sobre rocas metamórficas. 3. Superficie S4 sobre rocas plutónicas. 4. Superficie S4 sobre ULD2. 5. Pedimento de la Sierra de San Serván. 6. Vertientes glaciares sobre (1) ULD1 y (2) ULD2. 7.1. Cauce. 7.2. Sistema de barras. 7.3. Llanura aluvial. 8. Relieve residual de San Serván. 9.1. Talud de derrubios de San Serván. 9.2. Cono residual.

Figure 1. Geomorphological map in the Vegas Bajas area (Guadiana basin). 1. Surface S3. 2. Surface S4 on metamorphic rocks. 3. Surface S4 on plutonic rocks. 4. Surface S4 on ULD2. 5. Pediment of San Servan range. 6. Glacis on (1) ULD1 and (2) ULD2. 7.1. Fluvial Chanel. 7.2. Fluvial bars. 7.3. Alluvial plain. 8. Residual hills of San Servan. 9.1. San Servan debris. 9.2. Residual cone.

ficies de erosión (Hernández-Pacheco, 1947; Sos Baynat, 1964; Rodríguez Vidal *et al.*; 1988), nosotros hemos optado por una cierta ortodoxia respecto al concepto de unidad geomorfológica, considerando sólo aquellas claramente cartografiables y con significado genético. Así, hemos distinguido ocho unidades geomorfológicas entre las que destacan las superficies de aplanamiento S3 y S4 (Fig. 1).

Si la superficie S0 o “superficie inicial” de Rodríguez Vidal *et al.*, (1988) constituye el punto de partida de la formación de la cuenca, la superficie S3 representa el último sediplano del relleno de la cuenca en el Terciario y la superficie S4, correlacionable con la formación de la raña, el último episodio de arrasamiento de piedemonte antes del encajamiento de la red fluvial actual.

2. Superficie Culinante (S3) y Poligénica (S4) en las Vegas Bajas del Guadiana

Las unidades geomorfológicas más extensas e importantes de las Vegas Bajas son las superficies de aplanamiento, constituyendo, como en otras tantas regiones peninsulares, la base de casi todas las interpretaciones evolutivas del relieve.

Dentro las Vegas Bajas se han diferenciado dos superficies de aplanamiento denominadas Superficie Culinante (S3) y Superficie Poligénica (S4), que pueden correlacionarse respectivamente con las discontinuidades S3 (entre ULD3 y ULD4) y

S4 (a techo de ULD4), al igual que se identifican otras discontinuidades estratigráficas S1 y S2 en los sedimentos de la cuenca.

La Superficie Culinante (S3) constituye el aplanamiento morfológico más característico de las Vegas Bajas y su entorno. Representa un aplanamiento perfectamente definido e individualizado de los cauces actuales; ya F. Hernández Pacheco (1947) lo identificó y se refirió a él como “segunda penillanura”. Se extiende desde los 400 m de altitud hasta los 240 m, descendiendo suavemente desde el Este hacia el Oeste de las Vegas Bajas, y a nuestro juicio no hay razones para hablar de penillanura s.s. sino de un extenso sediplano retocado por la erosión hasta su disección por S4, que deja a S3 colgada en la divisorias secundarias (Fig. 2).

La superficie S3 se encuentra siempre a techo de los materiales de la unidad litoestratigráfica ULD3, aunque el techo la unidad está truncado por el arrasamiento. Por eso, podría tratarse de una superficie mixta erosivo-acumulativa, de edad finipliocena, que representa el final del ciclo sedimentario de relleno de la cuenca por la unidad ULD3, de ahí que se emplee el nombre de Superficie Culinante Terciaria.

Los fragmentos conservados de la superficie S3 aparecen limitados por tres tipos de transiciones a otras unidades:

- escarpes erosivos causados por el encajamiento de la red fluvial.
- escarpes erosivos que limitan la superficie S4 encajada en S3.

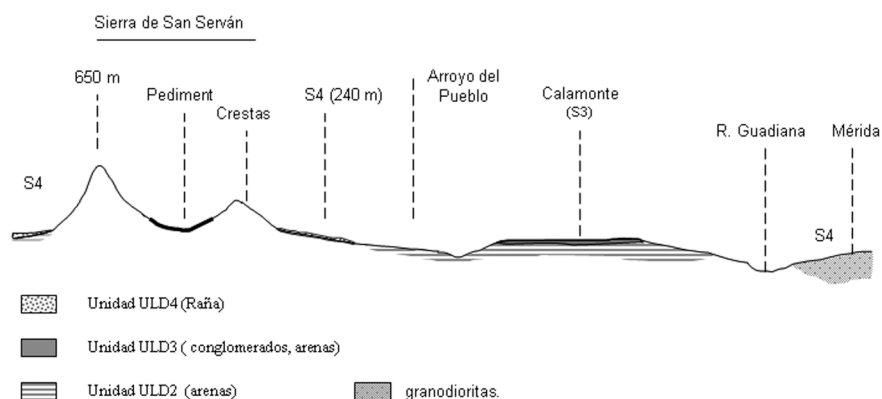


Figura 2. Relación de las superficies identificadas con el material sedimentario en las Vegas Bajas, desde la Sierra de San Serván al río Guadiana, Esc:1:10.000.

Figure 2. Relation between sedimentary material and surfaces in the Vegas Bajas (near to San Serván area), Esc: 1:10.000.

-zonas de enrasamiento de S3 y S4 que se distinguen sólo por el cambio de materiales o criterios cartográficos.

Como se ha señalado con anterioridad, la Superficie Culminante representa la superficie con la que finalizan los depósitos terciarios de la cuenca. A partir de ese momento, la red fluvial actual se empieza a definir y encajar. El momento en el que esa superficie queda inactiva y colgada, al comenzar a encajarse la red fluvial cuaternaria, puede ser un acontecimiento diacrónico en la cuenca. Una vez se produce la instalación de la red fluvial cuaternaria, después de la formación de la Superficie Culminante y con la divagación de la red por una amplia llanura entre los bordes N y S del valle, se desmantela buena parte de la superficie S3 en gran parte de las Vegas Bajas, quedando retazos visibles con claridad sólo en la margen izquierda del río Guadiana, de ahí la dificultad de su estudio.

En las Vegas Bajas se puede detectar una superficie de aplanamiento más joven que la superficie de erosivo-sedimentaria S3. Es la denominada Superficie Poligénica S4 porque, en una génesis compleja, dicha superficie corta a depósitos de diferentes edades y exhuma a una superficie anterior que corresponde con la discontinuidad S2 (Moya-Palomares *et al.*; 2000).

La superficie S4 es un replano erosivo en la mayor parte de la cuenca pero en el piedemonte de la sierra de San Serván (al SE de las Vegas Bajas), S4 enrasa con el sediplano formado a techo de ULD4 (Fig. 2). Desde allí, se extiende arrasando varios tipos de materiales, desde los afloramientos de materiales metamórficos y plutónicos del NE de la zona hasta los replanos desarrollados sobre los afloramientos de ULD2 (en el sector NW de las Vegas Bajas).

En consecuencia, se trata de una superficie de aplanamiento compleja; sobre todo porque su pendiente responde inevitablemente al gradiente regional que, como consecuencia de la formación del valle del Guadiana y de sus tributarios, ha ido cambiando en todo el Cuaternario.

S4 se presenta en el área en varias posiciones que utilizaremos como marco para su descripción:

En replanos asociados al techo de los depósitos de la unidad ULD4.

En replanos asociados al techo de los depósitos de ULD2.

En replanos que cortan a materiales metamórficos y plutónicos.

S4 se sitúa sobre los depósitos de la unidad ULD4 en las sierras de los bordes Norte y Sur de las Vegas Bajas (San Pedro, San Serván, etc.). F. Hernández-Pacheco (1947) y Gómez Amelia (1985) entienden que se trata de la raña, mientras que Dorsser (1974), al pie de la sierra de San Serván, desmiente esta interpretación. En nuestra opinión, todas las características sedimentológicas (minerales, granulometría, pátina, etc.) y su posición al pie de las elevaciones cuarcíticas hacen sospechar que se trata de la raña tal y como la entienden en Extremadura autores como Hernández Pacheco (1950) o Quesada *et al.* (1987).

La morfología actual de la unidad S4 muestra por un lado la coalescencia de abanicos aluviales, y por otro lado, la disección sufrida por la incisión de los arroyos actuales. Estos dos condicionantes hacen, que la superficie presente bordes normalmente lobulados y numerosas digitaciones que dan a S4, en esta área, un carácter especial. Los perfiles longitudinales y transversos reflejan una superficie plana o ligeramente convexa, acentuándose este último carácter en la zona de borde.

En el Norte de las Vegas Bajas, S4 se extiende, en general, desde los 400 m hasta los 300-250 m. Zuidan Cancelado (1989) se refiere a esta superficie como un glacis acumulativo de carácter poligénico desarrollado al pie de estructuras paleozoicas, reactivadas tectónicamente, en las proximidades del río Aljucen (Norte de Mérida). Este mismo autor, para el Cerro Centinela (al norte de las Vegas) describe un glacis degradado o de segunda generación que continúa la pendiente del glacis de acumulación de raña. En este caso, el material que facilita la formación de este glacis degradado, es considerado como rañizo.

Al pie de la sierra de San Serván, la Superficie Poligénica S4 define un suave aplanamiento asociado a un canturreo de bloques de cuarzo, cuarcita y areniscas de carácter anguloso a semianguloso, rubefactados, inmersos en una matriz areno-arcillosa. La superficie arranca por el borde N-NE de la sierra a los 320 m hasta los 250 m en menos de 1 Km de longitud. Por el borde S-SW, la superficie se sitúa entre los 300-260 m en menos de 500 m de longitud. La superficie, tanto por el N-NE como por el S-SW de la sierra, aparece ligeramente encajada en la superficie S3.

Hacia el norte de las Vegas Bajas se extiende S4 cortando materiales diversos. En algunos puntos de la cuenca, podemos observar como se extiende tallada sobre materiales pertenecientes a la unidad litoestratigráfica ULD2, del Mioceno Superior (Moya-Palomares *et al.*, 2004).

Pero en buena parte de la vertiente septentrional del Guadiana la superficie coincide con el techo (mejor o peor conservado) de la unidad ULD2. De este modo, el aplanamiento o arrasamiento S4 exhuma la discontinuidad entre ULD2 y ULD3, es decir, la superficie S2. Como S4 retira sedimentos que cubrían a S2, la resultante es una superficie exhumada, y por tanto “multiedad”, con dos fases de formación: una como sediplano y otra como superficie de erosión que la retoca. Es por ello que usamos la denominación S4-S2. Además, como S4 enrasa con superficies expuestas (superficies grabadas) en los granitos del norte de Mérida, éste es un caso extremo de la idea de superficies de aplanamiento “multiedad”, discutido por autores clásicos como Büdell (1957) o más modernos como Twidale & Bourne (1975) sobre todo en superficies grabadas, que aquí se relaciona con fenómenos de exhumación y no de exposición.

S4 también se ha encontrado sobre rocas metamórficas y plutónicas. La identificación y delimitación de dicha superficie es una tarea difícil debido

a la variable competencia de los materiales sobre los que se desarrolla (esta dificultad ya es señalada por Alfaro y Barranco en 1990). En general, se manifiesta como una superficie grabada, lo que le confiere una geometría menos plana y de mayor “rugosidad” donde alternan afloramientos de roca fresca con rellanos desarrollados sobre masas de regolito. Esta morfología fue descrita en materiales similares, en el Sistema Central, y para un periodo de formación similar por uno de nosotros (Centeno, 1988) y por algunos autores posteriores (Sanz Santos, 2001), de modo que parece apropiado aceptarla como evidencia de fenómenos de meteorización intensa y posterior exposición del frente de alteración, en varios momentos del Cuaternario.

3. Correlación de superficies

Si se efectúa una comparación entre las superficies consideradas para la cuenca del Guadiana y las establecidas para otras regiones del centro de la península Ibérica por Schwenzner (1936), Pedraza (1978), Centeno (1988) y por Gutiérrez Elorza y Gracia (1997) podemos apreciar la consonancia de los resultados en tan diferentes áreas (Fig. 3).

Como se mencionó en párrafos anteriores, pese a detectarse dos superficies morfológicas visibles

En este trabajo	Schwenzner (1936)	Pedraza (1978) Centeno (1988)	Gutiérrez Elorza y Gracia (1997)
S1. Aquí sólo detectada como una discontinuidad sedimentaria.	M3 o Superficie de cumbres	Penillanura Poligénica y Superficie de paramera	S1
A finales del Paleógeno inicios del Mioceno y se relaciona con el final de una fase tectónica compresiva y el inicio de una etapa distensiva.			
S2	M2	Pediment	S2
Relacionada con una fase distensiva a escala peninsular.			
S3	M1	Superficie encajada en el pediment	S3
A finales del Plioceno coincidiendo con un episodio tectónico distensivo periodo que continuaría durante el Cuaternario			
S4		Alteración y encajamiento	S4
Raña y Encajamiento Plio-cuaternario			

Figura 3. Superficies de aplanamiento según diferentes autores.
Figure 3. Planation surfaces according several authors.

en la cuenca (S3, S4), indicios estratigráficos indican la existencia de dos superficies más convertidas en discontinuidades estratigráficas (S1 y S2).

Detallando un poco más, y considerando las unidades litoestratigráficas y superficies que Gutiérrez Elorza y Gracia (1997) señalan para la cordillera Ibérica, observamos una relación entre las unidades sedimentarias y las superficies de arrasamiento que se refleja en la figura 4. En las Vegas Bajas, identificamos una fase compresiva durante la formación de ULD1 y una distensiva durante la formación ULD2 (Moya-Palomares, 2003), coincidiendo con ellos; pero también interpretamos, a partir del estudio sedimentológico, un tercer episodio compresivo que situaríamos a finales del Mioceno.

La interpretación de la superficie S3 en la cuenca del Guadiana guarda también consonancia con las principales cuencas del Oeste peninsular, como la Cuenca del bajo Tajo y Sado. En este sentido y para la cuenca del Bajo Tajo, autores como Zbyszewsky (1947) consideran que la superficie que marca el final del relleno plioceno de la cuenca (Superficie Culminante) es una superficie de acumulación. Por el contrario, Carvalho (1968) considera que la superficie que se detecta a techo de los materiales terciarios no representa el final de la acumulación pliocena. A juicio de este último autor, el espesor de los sedimentos pliocenos tuvo que ser mayor que en lo que en la actualidad se

conoce por lo tanto se trataría de una superficie de carácter erosivo. De lo que no hay duda por los datos estratigráficos y geomorfológicos es que esa superficie presenta para una edad pliocena en la cuenca del Bajo Tajo.

En un trabajo más reciente, Pereira (1999) señala que la superficie terminal de aluvionamiento plioceno representa una unidad morfoestructural o superficie Culminante de la sedimentación, que desaparece en las partes más distales de la cuenca por erosión post-pliocena.

En el interior de la cuenca del Sado, Pimentel (1997) define una Superficie Culminante del Sado o superficie de la cuenca del Sado que constituye, en términos geomorfológicos, una referencia regional y puede continuarse al Norte de la cuenca del Bajo Tajo. Este hecho lleva al citado autor a suponer que entre la superficie Culminante del Tajo y el Sado existe una génesis común y contemporánea que puede correlacionarse con S3 en la cuenca del Guadiana.

Continuando con la etapa distensiva apuntada por Gutiérrez Elorza y Gracia (1997) y coincidiendo con formación de la unidad ULD4 se desarrolla la superficie erosiva-acumulativa S4 de carácter diacrónico. Unidad y superficie puede corresponderse, sin más datos al respecto, con los depósitos y superficies identificados con anterioridad al encajamiento cuaternario a escala peninsular y conocidos globalmente con el término general de raña.

Época	Cordillera Ibérica (Gutiérrez Elorza y Gracia, 1997)			En las Vegas Bajas (Moya, 2003)	
	Episodios tectónicos	Superficies	Unidades sedimentarias	Superficies	Unidades sedimentarias
Cuaternario	Distensión	S4		S4	ULD4
	Distensión	S3	Pliocuaternario depósitos Unidad superior roja	S3	
Plioceno		S2	Unidad superior páramo Unidad intermedia roja	S2	ULD3
	Distensión			S4/S2	
Mioceno	Compresión/ distensión	S1	Unidad Bajo Páramo unidad inferior roja	S1	ULD2
Paleógeno			Unidad basal y materiales pre-neógenos		ULD1

Figura 4. Relación entre las unidades y superficies de las Vegas Bajas del Guadiana según nuestros datos y las establecidas por Gutiérrez Elorza y Gracia (1997) para la Cordillera Ibérica.

Figure 4. Units and surfaces relationships according our data (in Vegas Bajas) and the established by Gutiérrez Elorza and Gracia (1997) for the Iberian Range.

4. Conclusión

El relleno de las Vegas Bajas es correlativo con la formación de superficies de aplanamiento en los márgenes de la cuenca a partir de una superficie S0 o “superficie inicial” desnivelada pero, entre los últimos episodios de relleno y la formación del valle del Guadiana y sus terrazas, hemos detectado la formación de varios replanos de carácter mixto, erosivo-sedimentario: un replano S3 formado por el último semiplano de relleno de la cuenca ligeramente retocado por la erosión, el replano S4 asociado a un depósito de pequeña potencia que puede considerarse contemporáneos de la raña y, finalmente, un replano que hemos denominado S4-S2 por formarse como extensión de S4 cuando ese episodio de arrasamiento exhuma la discontinuidad sedimentaria entre las unidades sedimentarias ULD2 y ULD3. Todo lo que hasta ahora se ha descrito evidencia una parcial independencia del relieve actual respecto a la configuración actual de la red. Decimos parcial, porque se ha de tener en consideración la existencia de una red fluvial, más o menos desarrollada, con anterioridad a la formación de las superficies.

Referencias bibliográficas

- Alfaro, J. A. & Barranco, L. M. (1990). Evolución del relieve durante el Cenozoico en las inmediaciones de la cuenca del Guadiana. *I Reunión Nacional de Geomorfología*, 11, Teruel (España), 743-752.
- Büdel, J. (1957). Die Doppelten Eunebnungsflächen in den Peuchten Tropen, *Zeit. Geomorph.N.F.* Band 1, Heft 2, 223-225.
- Centeno, J.D. (1988). *Morfología granítica de un sector del Guadarrama occidental (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España), 321 pp.
- Dorsser, H.J. Van (1974). A geomorphological map of a part of the lower Guadiana basin, The area south of the river Guadiana from the river Matachel to the Guadajira. *Geogr. Inst. Der Rijksuniversiteit Utrecht*, ser. b, nr. 55, 3-19.
- Gómez-Amelia, D. (1985). *La penillanura Extremeña. Estudio geomorfológico*. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, (España), 383 pp.
- Gutiérrez Elorza, M. & Gracia, F.J. (1997). Environmental interpretation and evolution of the tertiary erosion surfaces in the Iberian Range (Spain). En: *Paleosurfaces: Recognition, reconstruction and Palaeoenvironmental interpretation*. (M. Widdowso, ed.) Geological Society. Special Publication, Londres (Gran Bretaña), 120, 147-158.
- Hernández Pacheco, F. (1947). Ensayo de la morfogénesis de la Extremadura Central. *Notas y Com. I.G.M.E.*, Madrid (España) (17), 3-17.
- Hernández Pacheco, F. (1950). Las rañas de las Sierras Centrales de Extremadura. *XVI Cong. Inter. Geogra. de Lisboa*, (Portugal), 87-100.
- Moya-Palomares, M.E., Centeno, J.D. & Azevêdo, M.T. (2000). La sierra de San Serván rasgos de un relieve particular. *Actas de la VI Reunión de Geomorfología de España*. En: *Geomorfología para el Tercer milenio y Sociedad*, Madrid (España) 181pp.
- Moya-Palomares, M.E. (2003). *Evolución sedimentológica y geomorfológica de las Vegas Bajas del Guadiana entre Mérida y Badajoz (España)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid (España). 297 pp.
- Moya-Palomares, M.E., Centeno Carrillo, J.D. & Azevêdo, T.M. (2004). Sedimentology and chronostratigraphic in a part of the Guadiana Basin (Spain). *Geophysical Research Abstracts Vol. 6 (CD-Rom)*, European Geosciences Unión, Nice (Francia).
- Pedraza, J. (1978). *Estudio geomorfológico de la zona de enlace de entre la sierra de Gredos y Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. (España), 459 pp.
- Pereira, M.F. (1999). *Caracterização da estrutura dos domínios setentrionais da zona de Ossa-Morena e seu limite com a zona Centro Ibérica, no Nordeste Alentejano*. Tesis Doctoral, Universidad de Évora (Portugal), 114 pp.
- Pimentel, N.L. (1997). *O terciário da bacia do Sado, sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Tesis Doctoral, Universidad de Lisboa (Portugal), 382 pp.
- Quesada, C., Florido, F., Gumiel, P. & Osborne, T. (1987). Mapa geológico -minero de Extremadura escala: 1:300.000 Junta de Extremadura. Consejería de Industria y Energía, Extremadura.
- Rodríguez Vidal, J., Villalobos, M., Jorquera, A. & Díaz del Olmo, F. (1988). Geomorfología del sector meridional de la cuenca del Guadiana. *Rev. Soc. Geol. España*, 1(1-2), 157-163.
- Sanz Santos, M.A. (2001). *Desarrollo y validación de un procedimiento digital para los análisis morfográficos*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España), 280 pp.
- Schwenzner, J.E. (1936). Zur Morphologie de Zentral Spanischen Holchlandes, *Geographische Abhandlung*. Trad. Por C. Vidal Box (1943). *Bol. R. Soc. Española. Hist. Nat*; 41,121-147. España.
- Sos Baynat, V. (1964). Geología de las inmediaciones de Mérida (Badajoz). *Bol. Geol. Min.* (España). 75, 213-311.
- Twidale C.R. & Bourne, J.A. (1975). Episodic exposure of inselbergs, *Geol. Soc. Amer. Bull.* 86, 1473-1481
- Zbyszewski, G. (1947). Étude géologique de la région d'Almeirim. *Com.Ser.Geol.Portugal*, Lisboa, 28, 217-263.
- Zuidam-Cancelado, F.I. Van. (1989). *Desarrollo geomorfológico de la cuenca del río Aljucén y sus alrededores inmediatos, Extremadura, España*. I.T.C. (Holanda), 243 pp.