

LUCAS MALLADA, 24 (2022)

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LA VAL DE SAN MARCOS: ESTUDIO PRELIMINAR DE UN VALLE DE FONDO PLANO EN LA CUENCA DEL EBRO

José Antonio Cuchí¹ | María Asunción Soriano²

RESUMEN La cuenca central del Ebro se rellenó por depósitos evaporíticos (yesos y carbonatos) de edad miocena. Durante el Cuaternario se generaron diferentes tipos de modelados. Los valles de fondo plano son uno de los más frecuentes en esta región. En un valle de fondo plano cercano a Zaragoza se han identificado cuatro episodios acumulativos separados por sendos episodios erosivos. En la actualidad, la erosión por barrancos y la sufosión son los procesos principales que se producen en el área. Del estudio de las características sedimentológicas y de los perfiles que se han levantado, se deduce que el origen de estos rellenos son corrientes efímeras y también hay una cierta importancia de los procesos de vertiente. Dentro del relleno principal hay varios niveles de carbón vegetal. A partir de ellos la datación absoluta obtenida es de 2000 ± 80 y 2140 ± 220 años BP. No hay datos acerca de la edad de los otros rellenos. La alternancia entre episodios de sedimentación y de incisión pudo ser debido a la interacción entre el clima y la actividad humana.

PALABRAS CLAVE Rellenos del Holoceno. Val de San Marcos. Valle del Ebro.

¹ Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 Huesca. cuchi@unizar.es

² Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Grupo Geotransfer. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. asuncion@unizar.es

ABSTRACT The central Ebro Basin was filled by evaporite deposits (gypsum and carbonates) of Miocene age. During the Quaternary, different types of landforms were generated. Flat bottomed valleys are one of the common geographical systems in this region. In one of those, located near Zaragoza, four periods of sedimentation separated by erosive episodes have been identified. At present, erosion by gullies and suffusion are the main processes acting in the area. The study of the sedimentological characteristics and the profiles that were made suggest that the origin of these fills are ephemeral streams with some component of slope processes. Within the main landfill there are several levels of charcoal. From them, the absolute dating obtained is 2000 ± 80 and 2140 ± 220 years BP. There is no data about the age of the others. The alternation between sedimentation and incision episodes could be due to the interaction between climate and human activity.

KEYWORDS Holocene infill. Val de San Marcos. Ebro Valley (Spain).

INTRODUCCIÓN

La zona estudiada se localiza en la cuenca central del Ebro, al sureste de la ciudad de Zaragoza y muy próxima a la localidad de Torrecilla de Valmadrid (fig. 1). El clima de la región es semiárido, con una precipitación media anual de 300 milímetros. La mayor parte de las rocas aflorantes en la cuenca del Ebro tienen una edad Oligoceno – Mioceno e incluyen facies clásticas, carbonatadas y evaporíticas de origen fluvial y lacustre. Se depositaron durante el periodo endorreico de evolución de la cuenca (Quirantes, 1978; Pardo y cols., 2004). La disposición de estos materiales es prácticamente horizontal, si bien pueden presentar suaves deformaciones (Arlegui y Simón, 2001). Al final del Mioceno comenzó la etapa exorreica de la cuenca (García Castellanos y cols., 2003). Durante el Cuaternario la incisión de la red de drenaje provocó el aislamiento de las plataformas estructurales, cuyo techo está formado por calizas neógenas. Al mismo tiempo, se generaron varios niveles encajados de terrazas fluviales y glaciales que recubren parcialmente los yesos y las margas neógenas. La densa red de cursos de flujo temporal diseccionó los modelados estructurales y las acumulaciones cuaternarias antiguas de la región. En el Holoceno, como consecuencia de diversos periodos alternantes de erosión y sedimentación, se desarrollaron varios rellenos en los valles de fondo plano (localmente denominados *vales*). En la actualidad estos depósitos están siendo erosionados por procesos fluviales y de sufosión.

Varios autores como Torras y Riba (1968), Zuidam (1975), Burillo y cols. (1985), Soriano y Calvo (1987), Cuchí (1989) y Soriano (1989), que han trabajado en la cuenca del Ebro, se han referido a las características sedimentológicas, la edad, el número de niveles y la génesis de los valles de fondo plano. En este artículo se ofrece un estudio de un valle de fondo plano determinando el número y las características de los rellenos, así como su datación absoluta.

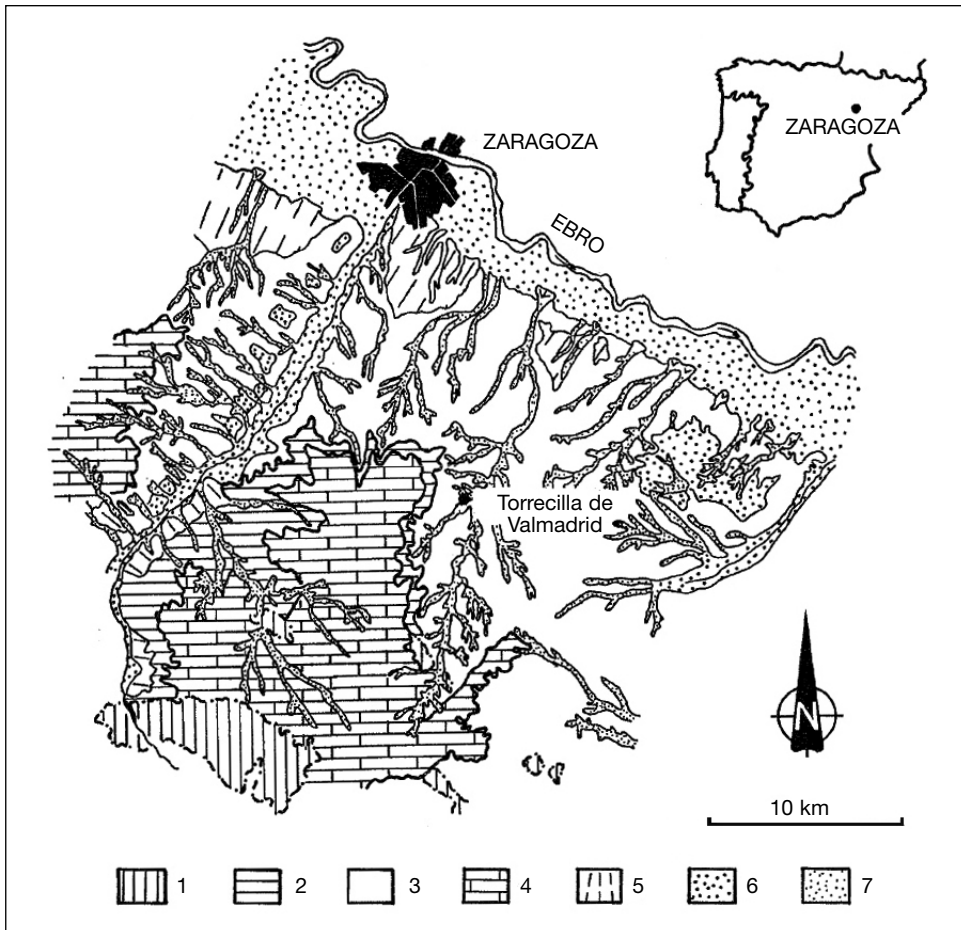


Fig. 1. Situación geológica y geomorfológica de la zona estudiada.

1. Calizas mesozoicas. 2. Areniscas miocenas (formación Longares).
3. Yeso mioceno (formación Zaragoza). 4. Calizas miocenas (formación Alcubierre).
5. Depósitos de glacia. 6. Depósitos de terraza. 7. Depósitos de valle de fondo plano.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las vales, valles parcialmente rellenos, son una de las geoformas más características del centro del valle del Ebro. Se desarrollan principalmente sobre materiales yesíferos y llegan a cortar las plataformas estructurales calizas de la zona. Generalmente tienen una forma meandriforme, con dimensiones longitudinales variables, desde los 100 metros hasta los 30 kilómetros

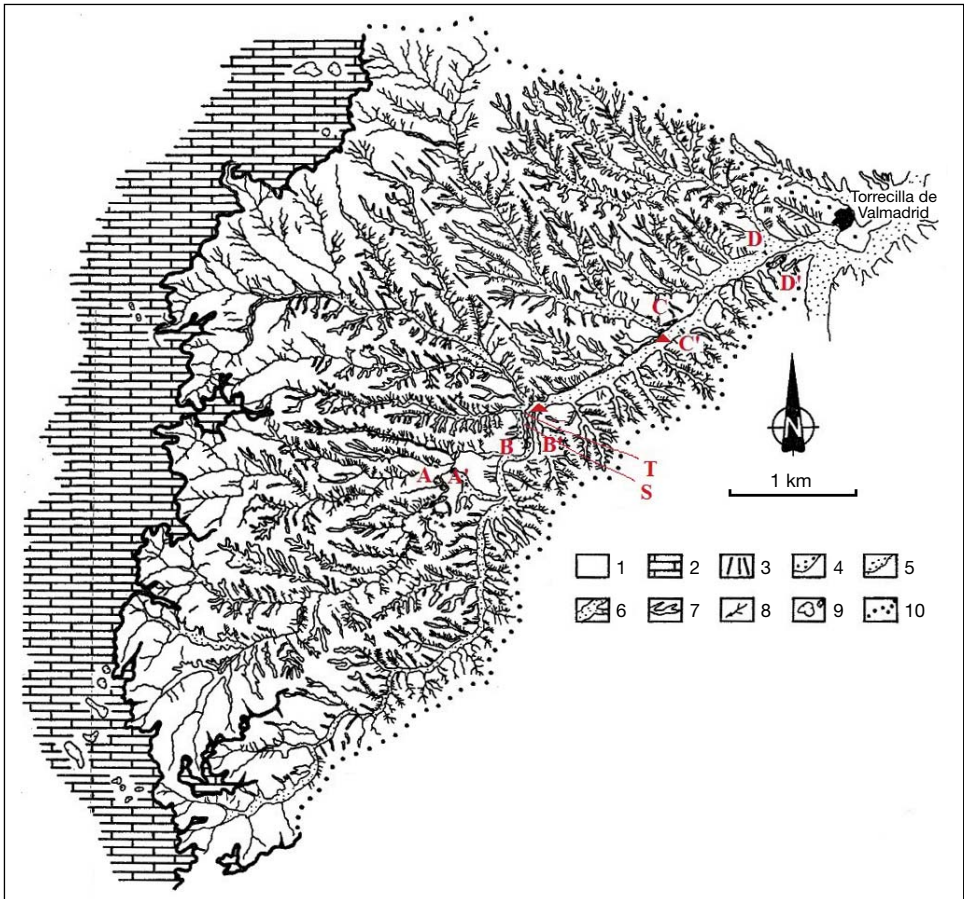
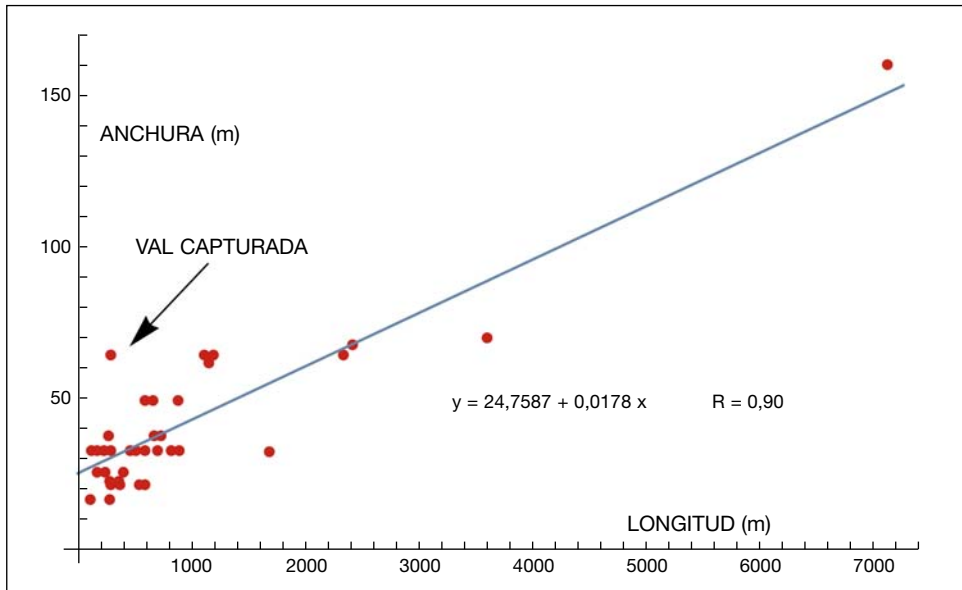


Fig. 2. Mapa geomorfológico de la val de San Marcos. 1. Interfluvio en yeso. 2. Plataforma estructural en calizas. 3. Nivel de glacis. 4. Nivel de relleno de 24 metros. 5. Nivel de relleno de 15 metros. 6. Nivel de relleno de 6 metros. 7. Valles de fondo plano secundarios. 8. Barranco. 9. Dolinas. 10. Divisoria de aguas. Con triángulos rojos se señala el relleno situado a 2 metros; con A-A', B-B', C-C' y D-D', la localización de los cortes de la figura 4; S y T indican la ubicación de los perfiles.

de longitud. Sus laderas presentan una elevada pendiente transversal frente a la longitudinal y, en algunas ocasiones, están cubiertas por una capa delgada de limos yesíferos. Las vales son erosionadas por cárcavas y procesos de sufosión que producen vuelcos del material de relleno más consolidado por la pérdida de soporte. La intensa erosión permite observar las características del depósito. En esta área varios autores han encontrado dos o tres niveles de relleno en esos valles (Zuidam, 1975; Burillo y cols., 1985; Soriano y Calvo, 1987; Soriano, 1989).

El artículo se centra en el estudio de un valle de fondo plano denominado val de San Marcos que se localiza muy próximo a la localidad de Torrecilla de Valmadrid (fig. 2). Su cabecera se sitúa en la plataforma estructural de la Plana de Zaragoza y se dirige hacia la val de Valmadrid, que es el valle de fondo plano principal de la zona. La val de San Marcos está encajada en un nivel de glacis con una altura de 46 metros sobre la incisión actual. Tiene 7,2 kilómetros de longitud, una anchura de 160 metros y una cuenca de drenaje de 19,8 kilómetros cuadrados. Hacia él se dirigen gran cantidad de valles tributarios de pequeñas dimensiones (fig. 2). El relleno de la val de San Marcos está erosionado por un barranco en un tercio de su



extensión, lo que permite observar las características del depósito. Hemos determinado la longitud y la anchura de los distintos valles de la cuenca de drenaje y se ha encontrado una relación lineal entre ambas magnitudes, como se representa en la figura 3.

A partir del estudio de las fotografías aéreas y del trabajo de campo, se han identificado cuatro niveles de relleno en el valle de fondo plano. Las alturas relativas de estos niveles sobre el actual barranco de incisión lineal son de 24, 15-16, 6-7 y 1-2 metros respectivamente (figs. 2 y 4). Solo en un lugar hay un depósito dudoso con una altura de 32 metros.

Los valles de fondo plano secundarios están a veces erosionados por barrancos que presentan pequeños escarpes perpendiculares a la dirección de la val. La parte superior de estos depósitos es más compacta por la precipitación de yeso secundario. La zona más baja tiene una morfología cóncava en esta parte, y es muy común la presencia de costras salinas. El relleno de los valles secundarios no parece estar bien relacionado con el del valle principal. Al final de alguno de estos valles secundarios hay pequeños conos sobre el relleno de 6 metros.

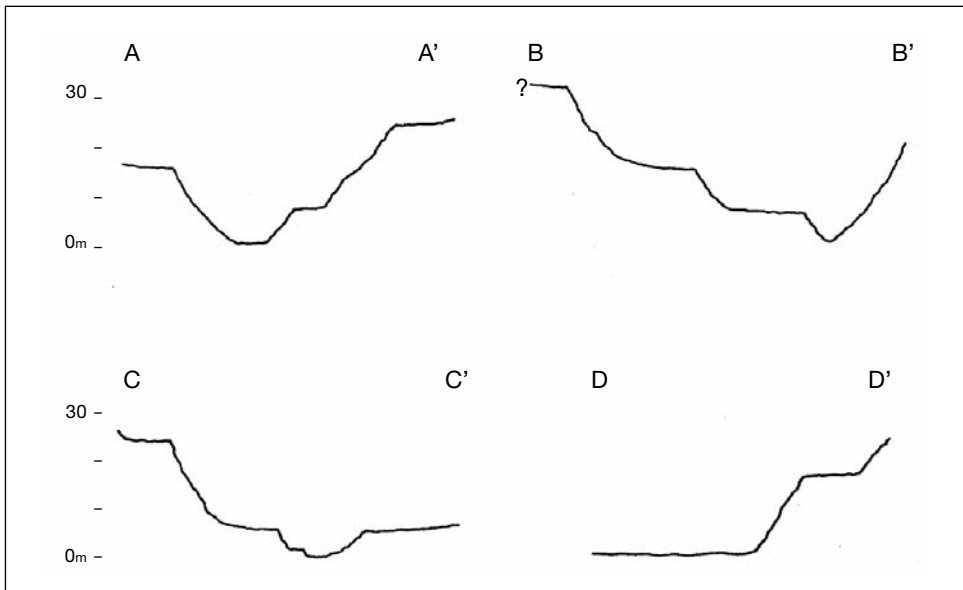


Fig. 4. Cortes topográficos a lo largo de la val de San Marcos.
La situación de cada perfil está indicada en la figura 2.

DESCRIPCIÓN DE LOS RELLENOS

Como consecuencia de su mayor desarrollo en la val de San Marcos, los afloramientos más abundantes corresponden al nivel de 6 metros. No obstante, el inmediatamente más antiguo (15 metros) aflora en varios lugares y los cortes existentes han permitido estudiar sus características. Se han descrito y muestreado los perfiles de rellenos a 15 metros (perfil S) y a 6 metros (perfil T) de techo a base. Asimismo, se ha trabajado otro perfil ubicado en una pequeña val secundaria cercana (perfil V). Los perfiles S y T se presentan en la figura 2. Los restos iberos se encuentran cerca de S.

Perfil S

- S-1 0-100 cm. Marrón. Limos y gravas con cantos de calizas y de yeso alterados. Ligeramente compactados. Transición brusca.
- S-2 100-200 cm. Marrón. Limos. Sin gravas. Estructura masiva. Ligeramente compactado. No se ha podido observar la base del relleno.

Perfil T

- T-1 0-130 cm. Marrón. Limos. Sin compactar. La parte superior carece de estructura, evoluciona a grumoso al aumentar la profundidad. Algunos niveles de gravas. El centil es de 2 cm.
- T-2 130-160 cm. Marrón. Limoso. Sin estructura. Débilmente compactado. Transición horizontal y brusca.
- T-3 160-220 cm. Gris. Limoso. Con gravas. Débilmente compactado. Grumoso. Transición gradual.
- T-4 220-260 cm. Marrón. Limoso. Con gravas. Centil de 11 cm. Sin estructura. Transición horizontal y brusca.
- T-5 260-330 cm. Oscuro. Limoso. Compactado. Sin cantos. Estructura grumosa débil. Algunas concreciones blancas. Carbón vegetal. Transición horizontal y brusca.
- T-6 330-380 cm. Gris. Limoso. Compacto. Grumoso. Algunas concreciones blancas. Transición horizontal y brusca.
- T-7 380-460 cm. Gris. Alternancia de niveles de limos y gravas. El centil es de 20 cm. Compacto. Estructura masiva. Transición horizontal y brusca.
- T-8 460-500 cm. Gris. Limoso. Concreciones blancas. Compactado. Carbón vegetal. Muestras TORR A8 (A) y TORR A8 (B).
- T-9 500-510 cm. Gris. Limoso. Gravas. Concreciones. Transición brusca y ligeramente ondulada.

- T-10 510-570 cm. Gris. Limoso. Algunas gravas. Un nivel de carbón vegetal. Débilmente compactado. Concreciones blancas. Transición horizontal y brusca.
- T-11 570-630 cm. Gris. Gravas. Localmente hay granoselección. Centil de 20 cm. Transición horizontal y brusca.

Perfil V

- V-1 0-40 cm. Marrón. Limoso-arcilloso. La estructura de la parte superior es grumosa pasando a masiva en profundidad. Blando. Suelto en la parte superior, se endurece con la profundidad. Transición gradual.
- V-2 40-140 cm. Gris. Limoso-arcilloso. Algunos cantos de yeso en la parte superior. Estructura masiva. Compactado (petroyesífero). Transición brusca.
- V-3 140-170 cm. Gris. Limoso. Cerca de la parte superior hay un nivel con pequeños fragmentos de carbón vegetal y dos niveles detríticos. El centil es de 1 cm. Compacto. Estructura masiva. Transición brusca.
- V-4 170-195 cm. En la parte superior es gris oscuro. Gris en la base. Limoso. Estratificado. Estructura masiva. Sin cantos. Débilmente compactado. Carbón vegetal. Transición brusca.
- V-5 195-280 cm. Gris. Limoso. Estructura masiva. En la parte superior hay un nivel de cantos de yeso. La base del relleno no es accesible.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Para llevar a cabo esta metodología se prepararon, en primer lugar, dos fracciones utilizando una malla de 8 milímetros de luz. Los cantos mayores se clasificaron y se pesaron. Para proceder a la realización de los análisis químicos las muestras se separaron con una malla de 2 milímetros de luz. El color se determinó mediante una carta de color del suelo Munsell. El pH se estableció en una relación suelo / agua de 1 a 2,5. Las sales solubles se determinaron como conductividad eléctrica (EC) en una relación suelo / agua desionizada de 1 a 5; el contenido en materia orgánica, por oxidación con dicromato potásico y valoración con sulfato ferroso, y el yeso, por un método semicuantitativo descrito en Alberto y Machín (1985). Mediante el calcímetro de Bertrand se cuantificó el contenido en carbonato cálcico.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas I y II.

Tabla I. Tamaño de los sedimentos y naturaleza de los cantos cuyo tamaño es mayor de 8 milímetros.

<i>Unidad</i>	<i>Tamaño</i>		<i>Naturaleza</i>		
	<i>< 8 mm (%)</i>	<i>> 8 mm (%)</i>	<i>Caliza (%)</i>	<i>Yeso (%)</i>	<i>Sílex (%)</i>
S-1	66	44	56	44	0
S-2	1	99	11	89	0
T-1	4	97	67	33	0
T-2	2	98	100	0	0
T-3	14	86	91	9	0
T-4	40	60	92	8	0
T-5	1	99	—	—	—
T-6	0	100			
T-7	32	68	93	7	
T-8	0,2	99,8	93	7	
T-9	60	40	91	9	
T-10	1	99	80	20	
T-11	57	43	83	15	
V-1	2	98	0	100	
V-2	0	100			
V-3	0	100			
V-4	0	100			
V-5	0	100			

Tabla II. Datos analíticos de los perfiles estudiados.

	<i>Conductividad eléctrica (dS/cm a 25 °C)</i>	<i>Color (seco)</i>	<i>Color (mojado)</i>	<i>CaCO₃ (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Yeso (%)</i>	<i>Materia orgánica (%)</i>
S-1	2,2	10YR 7,5/2	10YR 5/3	20	8	70	1,35
S-2	2,7	10YR 6,5/3	10YR 5/3	23	7,6	59	0,44
T-1	2,31	10YR 7/2	10YR 5/2	20	7,7	42	1,57
T-2	2,65	10YR 5,5/1	10YR 4/1	35	7,7	32	2,69
T-3	2,34	10YR 7/2	10YR 4,5/2	46	7,8	28	1,49
T-4	2,06	10YR 7/2	10YR 5/2	44	7,8	45	0,78
T-5	4,09	10YR 6,5/2	10YR 4,5/2	41	7,7	26	1,59
T-6	6,76	10YR 6,5/2	10YR 5/2	46	7,9	27	1,24
T-7	2,28	10YR 6,5/2	10YR 5/2	48	8	30	0,80
T-8	3,52	10YR 7/2	10YR 5/1,2	42	8	27	1,10
T-9	2,66	10YR 6,5/2	10YR 4,5/2	30	8,1	39	0,69
T-10	3,28	10YR 7/2	10YR 5/2	42	8,2	36	0,60
T-11	2,89	10YR 7,5/2	10YR 5,5/2	49	8	40	0,55
V-1	2,3	10YR 6/1	10YR 4/2	23	8	66	4,80
V-2	2,3	10YR 8/1	10YR 6/2	12	8,7	86	0,76
V-3	3,22	10YR 7,5/1	10YR 6,5/2	14	9	84	0,57
V-4	3,62	10YR 6/1	10YR 4/2	19	8,7	73	1,25
V %	3,77	10YR 8/1	10YR 5,5/2	13	8,9	86	0,84

DISCUSIÓN

El número de rellenos en la región de Zaragoza, y en general en toda el área mediterránea, se ha estudiado ampliamente pero en ocasiones presenta controversias. Los trabajos de investigación en España, Italia y Grecia, principalmente, indican la presencia de uno, dos o tres niveles de relleno diferentes con, en general, unas edades clásica, posmedieval y muy reciente (Vita-Finzi, 1969; Zuidam, 1975; Dufaure, 1976; Butzer, 1980; Neboit, 1984; Bruckner, 1986; Soriano y Calvo, 1987; Soriano, 1989). La presencia de cuatro rellenos (fig. 4) es una consecuencia de periodos alternantes de erosión y sedimentación. El relleno principal se generó por procesos fluviales y con menor importancia también por procesos de vertiente (según Soriano y Calvo, 1987). Los barrancos los han erosionado.

En la actualidad podemos observar depósitos con una altura de 2 metros sobre el barranco actual que se ha generado por la acción de corrientes efímeras.

El estudio de los perfiles (tablas I y II) revela que en los rellenos del valle principal (perfiles S y T) el origen de los sedimentos es su cabecera, como demuestra el alto contenido en cantos de caliza en esos niveles y que solo afloran en ella. Este hecho, junto con las características sedimentológicas indicadas por Soriano y Calvo (1987), indican que su origen son corrientes efímeras. El material del relleno de los valles secundarios (perfil V) es local y homogéneo y su composición está dominada por limos yesíferos.

Estos perfiles muestran la presencia de materia orgánica de distintos orígenes. Es frecuente la presencia de carbón vegetal cuyos restos son de pequeño tamaño (por ejemplo, T-8). Los niveles limosos que contienen carbón vegetal son generalmente finos y tienen una longitud de varios metros. La mezcla de materiales indica transporte desde lugares de mayor cota e, incluso, depósitos eólicos. Se observa también otro tipo de acumulaciones de materia orgánica, como paleosuelos enterrados (por ejemplo, T-2), que se identifica por la estructura grumosa, el color marrón y la presencia relativa de materia orgánica. El origen de algunos niveles con un color más oscuro y valores elevados de materia orgánica (por ejemplo, V-4) parece corresponder a acumulaciones de algas en pequeñas charcas con agua no permanente. En la actualidad estos procesos pueden verse en el área. El enterramiento de *Salsola kali*, que suele ser transportada por el viento, y de *Lygeum spartum*, por el agua, puede ser otro proceso que contribuye a la acumulación de materia orgánica. La información botánica de esta zona se recoge en Braun-Blanquet y De Bolòs (1984).

La presencia de carbón vegetal es muy útil para datar los rellenos. Sin embargo, solo en un caso —el T-8— fue posible tomar suficiente cantidad de muestra para ello. En este nivel de gravas se encuentran otros dos con carbón (muestras TORR A8 [A] y TORR A8 [B]). La edad obtenida mediante C^{14} es de 2000 ± 80 BP para la muestra superior y 2140 ± 220 BP para la inferior.

Además, se encontraron fragmentos de cerámica de edad ibérica y romana en la superficie de este depósito. Asimismo, se han hallado algunos restos de lascas de sílex (posiblemente musterienses) en la superficie del

depósito situado a 32 metros de altura. Su escasez impide poder realizar una buena datación de estos depósitos.

El origen complejo de los rellenos se puede apreciar en el situado a 6 metros. Hay un elevado número de episodios de sedimentación. La tasa de acumulación parece ser muy elevada. La datación de los restos de carbón vegetal y de cerámicas encontrados indica que se acumularon 4 metros de material en un tiempo máximo de quinientos años. Desde ese momento hasta ahora el barranco ha sufrido una incisión hasta una profundidad de 6 metros.

Generalmente hay una buena relación lineal entre la anchura y la longitud de los valles. Sin embargo, en un valle lateral donde la relación no es buena la observación de campo muestra la presencia de un depósito localizado 24 metros por encima del barranco actual. Parece que este valle de fondo plano fue capturado (fig. 3).

Como ya se sabe, las causas propuestas por los autores que han trabajado en este tema son variadas: clima, actividades antrópicas, factores tectónicos o una combinación de ellos (Soriano, 1989; Leopold, 1994; Gutiérrez-Elorza y Peña-Monné, 1998; Maas y Macklin, 2002; Picarreta y cols., 2012). A partir de nuestros datos es difícil determinar cuál es el origen de estos estadios alternantes de erosión – acumulación. Tan solo los factores tectónicos no parecen tener importancia en el desarrollo de todos estos rellenos. Probablemente la interacción que existe entre el clima y las actividades humanas podría ser la razón principal para estos cambios. Incendios de origen desconocido parecen frecuentes en estos valles y en los adyacentes. Desde el año 300 a. C. hasta el 100 d. C. fueron frecuentes los conflictos armados entre los romanos y los antiguos pobladores de la región. Por ejemplo, Julio César luchó en la cuenca media del Ebro en el 49 a. C. Sin embargo, tal como señala Bruckner (1986), estas actividades humanas no habrían sido tan perjudiciales si el clima hubiera sido diferente en esta área. Tras la estación seca hay lluvias fuertes e irregulares que producen que la actividad erosiva se incremente.

CONCLUSIONES

Los valles de fondo plano son uno de los modelados más frecuentes desarrollados en la cuenca central del Ebro. En un valle de fondo plano (val

de San Marcos) se han reconocido al menos cuatro niveles diferentes de relleno separados por erosión de barrancos y hay, además, un quinto de origen incierto. Los depósitos están formados principalmente por niveles de gravas y limos. Estos rellenos (al menos los más recientes) se generaron por la acción de corrientes efímeras con una cierta influencia de los procesos de vertiente. El nivel general (localizado 6 metros por encima del barranco actual) se desarrolló dos mil años antes de la actualidad. Los periodos alternantes de acumulación y erosión pueden ser debidos a la interacción entre variaciones climáticas y actividades humanas en el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, F., y J. Machín (1985). Estudio sedimentológico de los materiales del abrigo de Botiquería de Moros (Mazaleón). *Bajo Aragón Prehistoria*, vi: 51-65.
- Arlegui, L. E., y J. L. Simón (2001). Geometry and distribution of regional joint sets in a non-homogeneous stress field: case study in the Ebro Basin (Spain). *Journal of Structural Geology*, 23: 297-313.
- Braun-Blanquet, J., y O. de Bolòs (1984). *Las comunidades vegetales de la depresión del Ebro y su dinamismo*. Ayuntamiento de Zaragoza. Zaragoza. 278 pp.
- Bruckner, H. (1986). Man's impact on the evolution of the physical environment in the mediterranean regions in historical times. *GeoJournal*, 13: 7-17.
- Burillo, F., M. Gutiérrez y J. L. Peña (1985). Las acumulaciones holocenas y su datación arqueológica en Mediana de Aragón (Zaragoza). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, xi: 193-207.
- Butzer, K. (1980). Holocene alluvial sequences: problems of dating and correlation. En R. A. Cullingford, D. A. Davidson y J. Lewin (eds.), *Timescale in Geomorphology*: 1131-1142. John Wiley.
- Cuchí, J. A. (1989). *Aportaciones al conocimiento de los suelos salinos en Aragón*. INIA (Tesis INIA, 79). Madrid. 396 pp.
- Dufaure, J.-J. (1976). La terrasse holocène d'Olympie et ses équivalents méditerranéens. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 433: 85-94.
- García-Castellanos, D. J., J. Vergés, J. Gaspar-Escribano y S. Cloetingh (2003). Interplay between tectonics, climate and fluvial transport during the Cenozoic evolution of the Ebro Basin (NE Iberia). *Journal of Geophysical Research*, 108 (B7): 2347.
- Gutiérrez-Elorza, M., y J. L. Peña-Monné (1998). Geomorphology and late Holocene climatic change in Northeastern Spain. *Geomorphology*, 23: 205-217.
- Leopold, L. B. (1994). *A View of the River*. Harvard UP. Cambridge. 298 pp.

- Maas, G. S., y M. G. Macklin (2002). The impact of recent climate change on flooding and sediment supply within a Mediterranean mountain catchment, southwestern Crete, Greece. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27: 1087-1105.
- Neboit, R. (1984). Érosion des sols et colonisation grecque en Sicile et en Grande Grèce. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 499: 5-13.
- Pardo, G., C. Arenas, Á. González, A. Luzón, A. Muñoz, A. Pérez, F. J. Pérez-Rivarés, M. Vázquez-Úrbez y J. Villena (2004). La cuenca del Ebro. En J. A. Vera (ed.), *Geología de España*: 533-543. Sociedad Geológica de España / Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Piccarreta, M., D. Capolongo y M. N. Miccoli (2012). Deep gullies entrenchment in valley fills during the Late Holocene in the Basento basin, Basilicata (southern Italy). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 18 (2): 239-248.
- Quirantes, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros*. IFC. Zaragoza. 200 pp.
- Soriano, M.^a A. (1989). Infilled valleys in the central Ebro Basin (Spain). *Catena*, 16: 357-367.
- Soriano, M.^a A., y J. M. Calvo (1987). Características, datación y evolución de los valles de fondo plano de las inmediaciones de Zaragoza. *Cuaternario y Geomorfología*, 1: 283-293.
- Torras, A., y O. Riba (1968). Contribución al estudio de los limos yesíferos del centro de la depresión del Ebro. *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos. Suplemento de Ciencias*, 14: 125-137.
- Vita-Finzi, C. (1969). *The Mediterranean valleys: Geological changes in historical times*. Cambridge UP. Cambridge. 140 pp.
- Zuidam, R. Van (1975). Geomorphology and Archaeology: evidences of interrelation at historical sites in the Zaragoza region. *Z. Geomorph. N. F.*, 19: 319-338.