

ZONA ARQUEOLÓGICA

Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre

Volumen I

Geología

NÚMERO 4
ALCALÁ DE HENARES. 2004



MUSEO ARQUEOLÓGICO REGIONAL

Resumen

Los datos sobre la cartografía de las arenas eólicas existentes en la Cuenca del Duero señalan que ocupan una gran amplitud a diferentes cotas desde el norte de la Cordillera Central hasta el río Duero. Su extensión se acerca a la casi 2.000 km² con un espesor muy variable que llega a alcanzar al menos los 30 m en algunas localidades.

Se han datado como formadas desde tiempos finales del Pleistoceno superior hasta el Holoceno. En este trabajo se señala un lugar (San Miguel del Arroyo) donde una capa de 1 m cubre a restos atribuibles a la época visigoda.

Palabras Clave: Arenas eólicas, Holoceno, Cuenca del Duero, Meseta Ibérica.

Abstract

The data on the cartography of the existing eolic sands in the Duero Basin indicate that occupy a great extent from different levels from the north of the Cordillera Central until the Duero River. Their extension is about to the almost 2.000 km² with a very variable thickness that arrives at least 30 m in some localities.

They have been dated as formed from final times of the Upper Pleistocene until the Holocene. In this work is indicated a place (San Miguel del Arroyo) where 1 m of eolic sands covers to visigothic remains.

Key words: *Eolic sands, Holocene, Duero Basin, Iberian Plateau.*

Distribución de las arenas eólicas de la Cuenca del Duero (Meseta Ibérica)

Carlos Martín Escorza*

Introducción

En la Cuenca del Duero existe un amplio depósito de arenas blancas, sueltas, que han atraído la atención desde los inicios de las investigaciones geológicas en España. Es probable que la primera vez que donde se citan sea en el artículo de Prado (1854) donde se describen como arenas finas, móviles y de mucho espesor, añadiendo además la gran extensión que ocupan en la provincia de Segovia y asignándoles un origen fluvial o en relación con las aguas del "diluvium". Por su parte Cortázar (1877) en la provincia de Valladolid las define casi de igual modo pero haciendo notar que su espesor variaba desde el valor más general de 3 m a los 50 m que podrían alcanzar localmente; las incluye entre las "rocas contemporáneas" sin referirse a su origen, y en su mapa geológico señala la gran superficie en la que se extienden desde Olmedo, al Sur, hasta la línea del río Duero que parecía ser su límite septentrional (Fig. 1.a).

También en la provincia de Segovia observa Cortázar (1891) la amplitud que ocupan estas arenas que las califica como blancas, movedizas e incoherentes, sobre las que se sustentan extensos pinares. Con una potencia de hasta 20 m, las considera provenientes de las arenas del Cretácico del borde septentrional de la Cordillera Central desde donde habrían sido transportadas hacia el Norte por el agua y los vientos reinantes hasta su posición actual. Por lo que puede ser que en este estudio Cortázar se al primer autor en mencionar su origen eólico.

Para Mallada (1911) constituirían en esta zona el nivel superior del entonces denominado Sistema Diluvial, compuesto por arenas blancas, finas y movedizas con un espesor que como promedio sería de 3 m. Mallada hace destacar la amplia extensión que ocupan en las provincias de Valladolid y Segovia mencionando que su potencia puede llegar a ser localmente de 50 m. Acerca de su origen dicho autor las considera como originadas por el lavado general ocurrido durante los últimos tiempos "diluviales" que las transportaron hacia el N, separándolas de la Cordillera Central y diseminándolas por estas áreas.

Hernández-Pacheco (1923) les asigna un origen netamente eólico denominándolas como "arenas voladoras" y el mismo pudo observar entonces su arrastre por el viento en el área de Navalilla-San Miguel de Bernuy. Según él, la dirección del aporte habría sido de NO a SE y su área de aporte habrían sido las arenas de la formación cretácica Albense presente en estas zonas y los materiales miocenos y en definitiva todos ellos derivados, a través de los diferentes tiempos, de los materiales graníticos y metamórficos de la Cordillera Central, quedando finalmente estas arenas cuarzo-feldespáticas. A Hernández-Pacheco debemos asimismo el segundo mapa en el que se señala la superficie ocupada por estas arenas en la provincia de Segovia (Fig. 1.b) aunque hay que hacer notar que en su cartografía no se indica directamente donde se hayan arenas sino algunas especies de pinares los cuales, como señala, «casi sin excepción, puede decirse que allí donde las arenas se encuentran, existen zonas de pinar» (*op. cit.*: 216).

Pasadas unas decenas de años es Bravard (1965) quien retoma el tema señalando que estas arenas eólicas dan paisajes

* Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

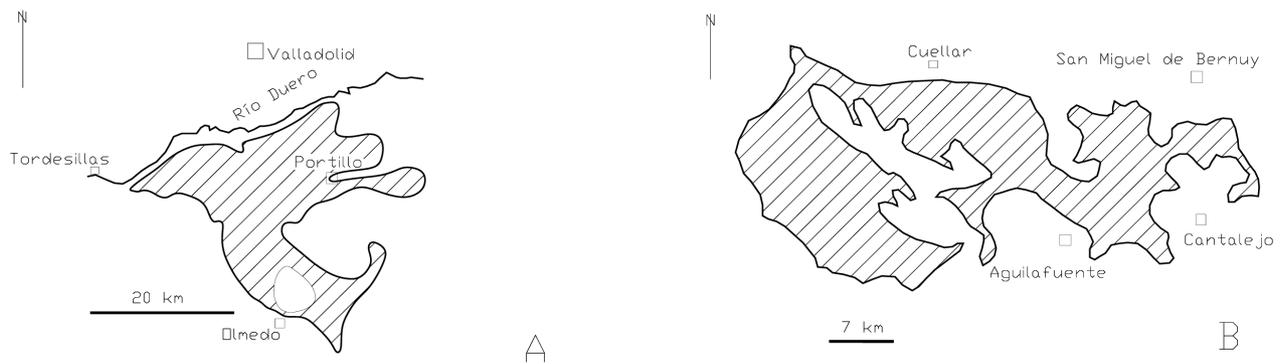


Fig. 1. Esquema de la cartografía más antigua en la que se señala la presencia de arenas eólicas en la Cuenca del Duero. (a).- Según Cortázar (1877) de cuyo mapa sólo se ha recogido el área con estos depósitos. (b).- Según Hernández-Pacheco (1923) en donde en realidad el autor cartografía la presencia de especies de pinos, pero que se puede hacer corresponder a la de las arenas pues como señala dicho autor "casi sin excepción" donde existen los unos se encuentran los otros.

dunares y se implantan en las depresiones con dirección O- E y se encuentran limitadas al Sur por el zócalo de la Cordillera Central y al Norte por los páramos definidos por las capas calcáreas que le dan nombre.

En años próximos se da a conocer la síntesis cartográfica de la Cuenca del Duero que ya incluía a esta formación arenosa individualizada (Aero Service, 1967). En dicha cartografía se aprecia la gran extensión que ocupan y que Aleixandre *et alii* (1971) suponen es de 200.000 Ha.

Los estudios mineralógicos y granulométricos ya iniciados por Bravard (1965) y Aleixandre *et alii* (1971) se continúan por Casas *et alii* (1972) y Alcalá del Olmo (1972), dejando durante esos siete años un volumen de datos sobre las características de las arenas que hasta entonces no se disponía.

A partir de Pérez-González (1982) se enmarca este tema de las arenas eólicas como un proceso que forma parte del Cuaternario, desde el Pleistoceno medio, señalándose para ellas una complejidad en su génesis a través de varios ciclos y orígenes, aunque siempre procedentes del SO. Las ideas y sugerencias aportadas por Pérez-González servirán de base fundamental para la realización de las Memorias del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, Serie Magna, que a través de diferentes autores realizará el Instituto Geológico y Minero de España (IGME); aunque con matices en función de las zonas y los autores.

En general en dichas cartografías y memorias "Magna" se señalan la existencia de dos niveles de formaciones eólicas, separadas por un nivel edáfico con arcilla (Portero *et alii*, 1982; Portero & Gutiérrez Elorza, 1982) que ya Aleixandre *et alii* (1971) habrían generalizado y que ya advertido por Bravard (1965) éste había señalado la posibilidad de un origen discontinuo y diacrónico y por tanto no correlativo. La antigua nomenclatura, ya mencionada, fue abandonada y los autores del "Magna" han optado por la de "arenas eólica" o bien la de "manto eólico" que es

como se señala en las leyendas y memorias editadas por el IGME. Aquí, siguiendo el de la mayoría de estas ediciones actuales, se ha optado por la denominación de "arenas eólicas", por ser un término definitorio muy claro para identificar a esta formación, siempre de tonos blancos, en el terreno.

La existencia de estos citados trabajos y de otros más recientes que se citarán en el momento adecuado, junto con la posibilidad de aplicar sobre su estudio las técnicas de procedimientos informáticos, hacen que hallamos considerado de interés la actualización de este tema, apuntando una visión general a través de su distribución espacial en la Cuenca del Duero, lo cual define así el objetivo de este trabajo.

Metodología

Para la elaboración del mapa general que recoge la distribución superficial de las arenas eólicas se han utilizado dos fuentes diferentes:

El que se basa en los datos existentes sobre los 12 mapas "magnas" ya publicados por el IGME a escala 1:50.000.

En las áreas en que todavía no se han publicado dichos mapas, que abarca 8 MTN a dicha escala, la cartografía se ha realizado visitando el terreno.

La precisión que se ha conseguido en el primer caso hay que suponer que es mayor que el segundo, dada la diferencia de medios, etc. entre ambos, Pero no tanta como podría obtenerse con otro tipo de formaciones geológicas ya que esta de las arenas eólicas es muy identificable en el terreno y, con disposición horizontal, ocupa grandes extensiones. La densa red de carreteras y ríos de la zona favorecen la identificación y control de estos datos cartográficos, por lo que damos como el resultado aquí ofrecido como de una homogeneidad aceptable.

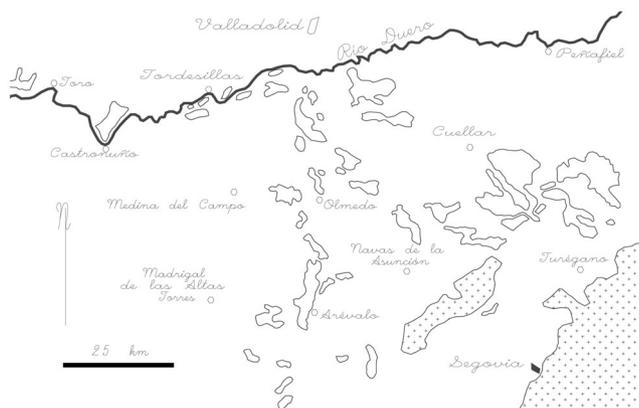


Fig. 2. Del Mapa Geológico que abarca toda la Cuenca del Duero realizado a escala 1:250.000 por Aero Service (1968) se ha extraído el área donde se especifican formaciones de 'dunas' añadiéndole las masas de rocas metamórficas y graníticas existentes en la zona.

Una vez obtenida la cartografía, los bordes que definen los límites de las arenas eólicas se han pasado a un sistema de coordenadas UTM, poligonizando dichos límites según vértices de los cuales se ha registrado sus coordenadas (x_v, y_v). Para ello se ha seguido el criterio de hacer tramos rectos no mayores a dos kilómetros, con lo cual el error mayor posible en esta fase del trabajo debemos suponer es del orden del kilómetro, valor que dada la amplitud y características ya señaladas de esta formación damos asimismo como aceptable.

Una vez conocidas las coordenadas de dichos vértices, su dibujo a través de AutoCad ha permitido el cálculo de la superficie ocupada, haciendo uso de los comandos internos de dicho soporte informático.

Resultados

Se van a referir a dos aspectos de la distribución de esta formación: la que ocupan en superficie, y la de su edad.

Distribución espacial

En diferentes mapas de síntesis anteriores (Hernández-Pacheco, 1923; Aero Service, 1967; Díez Herrero & Bateman, 1998) se ha puesto de manifiesto la amplitud que en extensión ocupan las arenas eólicas en la Cuenca del Duero. La utilización de las más recientes y detalladas cartografías de las mismas publicadas a través del programa Magna del IGME, completadas con observaciones adicionales en las áreas donde esta información todavía no está editada, ha permitido confeccionar el mapa que se muestra en la Fig. 3.

Es un mapa que refleja una actualización necesaria con el objeto de encontrar un significado a este depósito tan peculiar. Pero, conviene rápidamente puntualizar, que no es un resultado cerrado; una de las consecuencias que el autor ha extraído

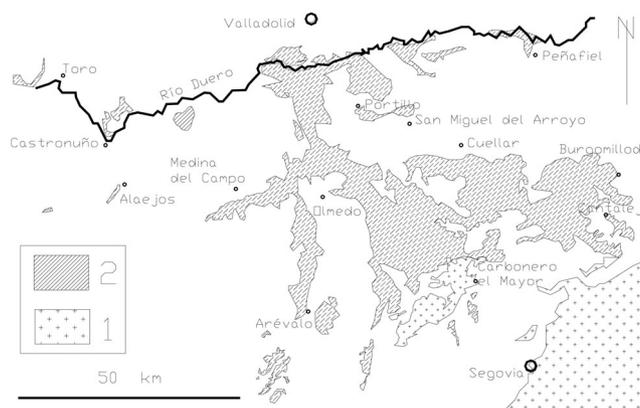


Fig. 3. Mapa en el que han recogido los datos, digitalizándolos en coordenadas UTM, de la cartografía publicada por el IGME en 11 mapas a escala 1:50.000 de su Serie cartográfica MAGNA, y cuyos autores se citan en las Referencias. Puesto que no todos los mapas de dicha Serie están publicados, se ha completado la cartografía con revisiones de campo por parte del autor en la superficie correspondiente a 8 de dichos mapas. En la leyenda: 1 = rocas graníticas & metamórficas. 2 = arenas eólicas.

durante su elaboración es la necesidad de seguir buscando e identificando a esta formación en esta mismo región y fuera del área que aquí enmarca la presencia de arenas eólicas, pues la posible nueva información aunque no sea más que nuevas manchas pequeñas, ayudarán eficazmente a la determinación de las características del proceso o procesos que intervinieron en su génesis.

La observación de la Fig. 3 permite apreciar las características de la distribución superficial de las arenas eólicas en la Cuenca del Duero. Nos parecen significativas las siguientes:

Su ubicación a uno y otro margen del río Duero, en zonas ya ocupadas por terrazas. Aunque se presentan en afloramientos discontinuos es posible observarlas desde Peñafiel, al E., hasta algo más al O. de Toro. Lo cual amplía, quizá no tanto en volumen pero sí en dimensión, hacia el NO su presencia en la Cuenca.

Por el Sur parecen estar en buena medida señalando su límite por una línea NE-SO superpuesta y en prolongación de la que con esa orientación está definida por los afloramientos graníticos-metamórficos del macizo de Santa María la Real de Nieva-Carbonero el Mayor. Pero hacia el NE y sobrepasado ésta última villa hay una destacada presencia de arenas eólicas hacia el E.

No se ha reconocido la formación más al E. de Burgomillodo, o del río Duratón.

Hay una masa principal, las más extensa y prácticamente continua, de arenas eólicas desde Burgomillodo a Medina del Campo, Arévalo, Carbonero el Mayor, Valladolid.

En el SO se encuentran afloramientos de extensión reducida que también son los más meridionales.

La elaboración de este mapa se ha realizado por AutoCad, un software que permite una vez confeccionados los polígonos de

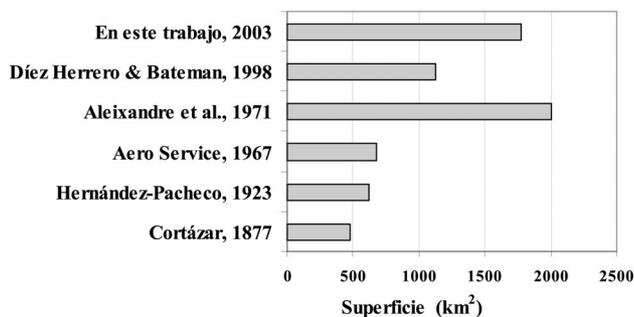


Fig. 4. Redibujando en AutoCad los mapas de los autores que se citan para calcular por medio de este software las áreas ocupadas por los polígonos, y considerando las cifras que citan en los textos, se ha elaborado esta gráfica donde se indica, en km², la superficie que se supone está ocupada por las arenas eólicas en la Cuenca del Duero.

los bordes en los afloramientos, calcular su área. Aplicada esta técnica a las manchas de arenas eólicas de la Figura 3 podemos decir que la superficie ocupada es de 1.779,65 km². Aplicando este mismo procedimiento para los mapas de las Figuras 1 y 2, se han obtenido los resultados expuestos en la Figura 4, donde se incluyen también las cifras estimadas por Aleixandre *et alii* (1971) y las calculadas sobre el mapa de Díez Herrero & Bateman (1998) en este último caso corregidas del error de su escala gráfica.

La Figura 4 indica la variación de la superficie ocupada por las arenas eólicas de la zona que a lo largo del tiempo han establecido los diferentes estudios dedicados a la realización de una síntesis cartográfica o estimación cuantitativa de esa cifras. Como allí se observa el valor de esa cifra ha crecido con el tiempo y tiende a acercarse al estimado de las 200.000 Ha establecido por Aleixandre *et alii* (1971) que puede ser su límite en la Cuenca del Duero.

Distribución temporal

La presencia de estas arenas eólicas sobre terrazas y superficies de erosión cuaternarias las hace obviamente pertenecer a esta época. Sin embargo, y a pesar de su extensión y estudios realizados en ellas, su edad es un rasgo que todavía resulta de precisar aunque, como veremos, cada vez se están aportando más datos que van delimitando el intervalo posible.

Las primeras asignaciones según las tablas cronológicas actuales corresponden a Aleixandre *et alii* (1971) que las supusieron eolizadas durante el Cuaternario medio, al menos la parte superior de la formación, lo cual cabe interpretar que este sería el límite más alto para su edad. Una cronología semejante establece Pérez González (1982), pero esta vez considerando ese límite como el inferior, indicando además que el proceso podría haberse producido varias veces durante el Cuaternario.

A partir de aquí y también a través de los estudios de la elaboración de la cartografía Magna, se expondrán en las correspondientes Memorias asignaciones que ponen de límite base al Pleistoceno superior haciéndolos llegar hasta el Holoceno (ver p. ej.: Carreras y Molina, 1982; Carreras *et alii*, 1982; Portero y Molina, 1982) destacando la existencia de dos épocas separadas por una cicatriz visible localmente porque está

acompañada de un nivel edáfico con arcilla (Portero y Molina, 1982). Esta separación de todos modos puede que no tenga extensión regional, e incluso corresponder a distintos episodios diacrónicos dentro de la secuencia deposicional eólica, como ya hizo observar Bravard (1965).

Las dataciones por C¹⁴ para muestras en el área de Cantalejo indican unas edades de 2.210 BP ± 60 años, 1.490 BP ± 130 años, 10.240 BP ± 80 años y 10.200 BP ± 60 años (Teñiño *et alii*, 1997) en distintos niveles de la sucesión. Es decir, como los citados autores concluyen: hay sedimentación eólica durante el Holoceno.

Las dataciones efectuadas por termoluminiscencia en la serie de Burgomillodo, una de las de mayor espesor de la zona (Figura 5), dan edades también diferentes según su posición estratigráfica, variando desde el Pleistoceno superior final, tardiglacial wurniense y óptimo climático postglacial holoceno (Díez Herrero & Bateman, 1998).

Dada la proximidad hacia los tiempos actuales que estas dataciones proporcionan es interesante buscar en los datos arqueológicos alguna ligazón que permita concretar y comprobar estas edades, como por ejemplo se hace en la referencia dada en Díez Herrero & Bateman (1998) sobre la existencia de un enterramiento de la edad del Bronce (~3.500 BP) en las cercanías de Sanchoño (Segovia).

Por nuestra parte, se pueden añadir dos nuevas aportaciones en esta cuestión:

1. Los petroglifos de Domingo García (Segovia) representan un conjunto de arte rupestre al aire libre en los que es posible diferenciar dos conjuntos correspondientes al Solutrense y al Magdaleniense (L.E.P., 1999). Las representaciones están realizadas sobre las pizarras allí existentes, pero no sobre la superficie de pizarrosidad sino en planos de fracturas con orientación preferente que muestran un pulimento milimétrico originado por la acción abrasiva de fuertes vientos transportando granos de arena (Martín Escorza, 1999). Así pues, la existencia de estos fenómenos eólicos en la zona se habrían producido ya con anterioridad el Solutrense – Magdaleniense.
2. En una pequeña explotación de arenas en las proximidades de San Miguel del Arroyo (Valladolid) se ha reconocido



Fig. 5. Foto de la cantera de arenas eólicas en Burgomillodo (Segovia). Las dimensiones de los camiones de la explotación dan la escala del afloramiento.

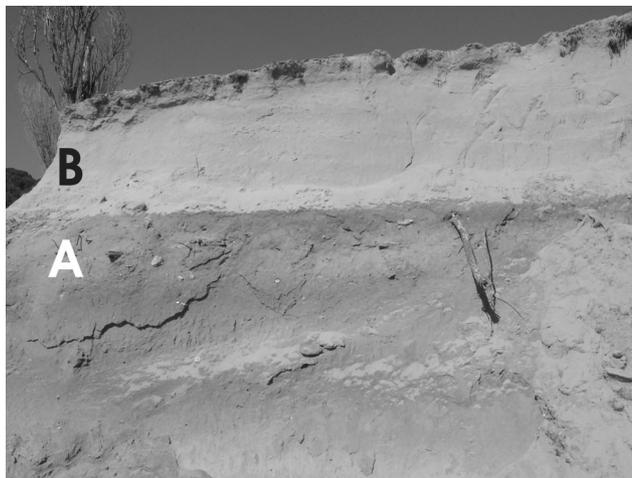


Fig. 6. Corte de San Miguel del Arroyo (Valladolid). A.- arenas eólicas inferiores. B.- arenas eólicas sobre el tramo A. Entre ambos hay un nivel oscuro (que tiene por las aguas de lluvia el tramo inferior) con fragmentos de raíces, piedras calcáreas, fragmentos de cerámica gris azulada algunos con dibujos de trazos y puñales metálicos, posiblemente visigodos.

una secuencia de al menos dos etapas. La inferior sobre la que se desarrolla un suelo con restos orgánicos y de tonos oscuros y en la se excavó un hoyo con piedras (¿enterramiento?) del que han sido recobrados un resto de puñal metálico y fragmentos de cerámica gris-azulada, alguno de ellos con incisiones atribuibles a tiempos "visigodos". Este conjunto inferior se haya cubierto por un nuevo depósito de arenas eólicas de ~ 1 m de espesor. (Fig. 6).

Todo lo cual indica que en tiempos visigodos o posteriores hubo actividad eólica importante en esta zona, siendo éste, por ahora, el dato arqueológico más próximo existente en relación con estos fenómenos, y que concuerda bien con alguna de las dataciones realizadas por C^{14} en el área de Cantalejo (Temido *et alii*, 1998).

Discusión

El esquema de la distribución de las arenas eólicas obtenido aquí (ver Figura 3) recoge la idea general expuesta por Bravard (1965) de que son dominantes en las depresiones con dirección O-E, pero se aprecian modificaciones notables a ese modelo tanto en la forma de sus afloramientos como en la variabilidad de las cotas en que se hallan en la zona; aunque sigue manteniéndose a grandes rasgos su postulado de que están limitadas al Sur por el zócalo de la Cordillera Central y al Norte por las capas terciarias calcáreas de los páramos sin mostrar relación directa con la red hidrográfica actual que las atraviesa con "total indiferencia".

El hecho de encontrarse siquiera localmente en San Miguel del Arroyo sobre las capas calcáreas neógenas (Alcalá del Olmo, 1972) significa: o bien que habían llegado a alcanzar mu-

cho mayor espesor del visible actualmente; o bien que la energía eólica las pudieron llegar a depositar, ascendiéndolas por las cuestas, hasta lo alto de dichos cerros que se encuentran en las áreas más alejadas de donde hasta ahora se ha supuesto su procedencia. Aunque esta contrastada variabilidad local de cotas no debe sorprender si se tiene en cuenta que en casi toda el área de Cantalejo se encuentran a cotas de 900 a 1.000 m (Temiño *et alii*, 1997), o en Burgomillodo donde además se presentan quizá con su máxima potencia.

Respecto al área de origen nos encontramos con distintos argumentos:

Según Mallada (1911) vendrían del Sur, de la Cordillera Central de la que se habrían distanciado por el arrastre de las aguas y los vientos.

Basado en sus análisis sedimentológicos, Alcalá del Olmo (1972) propone un origen múltiple, pero siempre con procedencia desde el Sur. La Cordillera Central y la formación cretácica arenosa del Albense serían sus fuentes principales, pero atendiendo a su asociación mineralógica dominante (cuarzo-feldespato y turmalina-granate-andalucita), las andalucitas y granates provendrían del Macizo de Santa María Real de Nieva que sería otra de sus áreas fuentes. Y, en efecto, en dicho macizo se ha indicado la existencia de niveles milimétricos de granates y estaurólitas en algunas de sus formaciones metamórficas (Casquet *et alii*, 1991); pero la superficie que aflora de él no parece por sí sólo ser capaz de abastecer de todo el aporte necesario. Y en todo caso sólo se referiría al caso de los granates.

En base a sus observaciones realizadas en la parte NO de la zona Pérez-González (1982) propone un aporte del SO de donde provendrían los vientos que las arrastraron siendo sus áreas fuentes las terrazas, los depósitos neógenos u otros,

pero siempre situados en lugares cercanos a los depósitos de las arenas eólicas. Este modelo de procedencia es aceptado por los autores que realizan los estudios correspondientes a las Hojas Geológicas del Plan Magna del IGME en sus apartados sobre el Cuaternario y formaciones superficiales y de Geomorfología (Carreras & Molina, 1982; Carreras *et alii*, 1982; Portero & Molina, 1982; Portero & Gutiérrez Elorza, 1982; Portero *et alii*, 1982, 1982, a, b; Cabra, 1997) aunque localmente podrían provenir del Sur (Carreras *et alii*, 1982).

Comparando estas propuestas con el mapa de la distribución de las arenas que se presenta en la Fig. 3, parece en efecto, que vientos del SO y/o del Sur podrían recoger las partículas con tamaños entre 0,5-2 mm de las formaciones neógenas y cuaternarias existentes en el SO y transportarlas hacia el N y NE, en un abanico que desde Toro hasta Segovia formaría un ángulo de arrastre y depósito de unos 90°.

La configuración de la distribución de la masa principal de estas arenas desde Olmedo hasta Burgomillado apoyaría esta procedencia SO quizá sugiriendo una componente más O-SO. Lo cual supondría que el viento fue acumulando su mayor depósito de arenas rellenando las depresiones fluviales ya existentes en las áreas orientales de la Cuenca del Duero, dejando progresivamente más libres de ellas a las áreas occidentales y suroccidentales de esta zona.

Conclusiones

Los nuevos datos cartográficos sobre la distribución de las arenas eólicas en la Cuenca del Duero permiten dar cifras más concretas de su amplitud y suponemos que más cercanas a la extensión real que ocupan. Conforme se vayan conociendo los datos todavía no publicados de la cartografía del Proyecto Magna del IGME se sumarán algunas otras pequeñas áreas que ahora quizás no han sido consideradas. Pero en base a los resultados expuestos en las Fig. 3 y Fig. 4, las cifras de ocupación superficial de esta formación estimamos que tiene como límite superior la de las 200.000 Ha ya establecida, desconocemos con que criterio, por Aleixandre *et alii* en 1971.

Acerca de su volumen, todavía no es momento de poder establecer cifras seguras, aunque si se puede llegar a dar una estimación mínima, ya que para un espesor medio de 2 m obtendríamos un volumen de 3,5 km³ como valor del límite inferior de su volumen.

Las edades hasta ahora determinadas indican que el depósito de estas arenas eólicas ha tenido lugar al menos desde tiempos cercanos al final del Pleistoceno superior-Holoceno. En este trabajo se señala un nuevo corte en las cercanías de San Miguel del Arroyo (Valladolid) que indica que tal actividad se prolonga al menos hasta tiempos visigodos, sin que pueda ofrecerse mayor precisión.

La distribución superficial de esta formación y la de su presencia a cotas diversas, indica una correspondencia con las ideas hasta ahora expuestas por Pérez-González desde 1982,

de que sus orígenes se sitúan el O o SO. No hay que excluir todavía que las explicaciones que se hagan de alguna observación local, junto con otros datos pueden ayudar a afianzar o a matizar estas propuestas. La explotación industrial que se está desarrollando sobre estas arenas, las grandes obras que se están llevando a cabo en esta zona (ferrocarril de alta velocidad, etc.) pueden permitir sacar a luz hechos nuevos que ayuden a interpretar con más detalle el origen de estas peculiares arenas eólicas existentes en el centro de la Meseta Ibérica.

Bibliografía

- AERO SERVICE LTD. (1967): *Mapa geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000*. Inst. Nacional Colonización – I.G.M.E. Madrid.
- ALCALÁ DEL OLMO, B. (1972): "Estudio sedimentológico de los arenales de Cuellar (Segovia)". *Estudios Geológicos*, 28: 345-358.
- ALEIXANDRE, T.; BENAYAS, J. Y GUERRA, A. (1971): "Procesos de movilización del hierro en algunos suelos de la región central española". *Anales Edafología y Agrobiología*, 30: 1095-1111.
- BRAVARD, L. (1965): "Notes morphologiques sur la Tierra de Pinares (province de Ségovie, Espagne)". *Revue Géographique Alpine*, 53: 245-264.
- CABRA, P. (1997): "Cuaternario y Geomorfología". En: *Hoja nº 374. Peñafiel. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. ITGE.
- CARRERAS, F.; PORTERO, J.M. Y GUTIÉRREZ LEORZA, M. (1982): "Geomorfología". En: *Hoja nº 481. Nava de Arévalo. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME.
- CARRERAS, F. Y MOLINA, E. (1982): "Cuaternario y formaciones superficiales". En: *Hoja nº 481. Arévalo. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME.
- CASAS SÁINZ DE ADAJA, J.; LEGUEY JIMÉNEZ, S. Y RODRIGUEZ MARTÍNEZ, J. (1972): "Mineralogía y Sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia)". *Estudios Geológicos*, 28: 287-296.
- CASQUET, C.; ESCUDER, J.; FÚSTER, J. M.; HUERTAS, M. J.; IBARROLA, E. Y PEINADO MORENO, M. (1991): "Petrología". En: *Hoja nº 456. Nava de la Asunción. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME.
- CORTÁZAR, D. DE (1877): "Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid". *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 5: 9-211 + 3 Lám. + 1 Map. Geol.
- (1891): "Descripción física y geológica de la provincia de Segovia". *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 17 (1890): 1-234 + 1 Map. Geol.
- DIEZ HERRERO, A. Y BATEMAN, M. D. (1998): "Interpretación paleoambiental y datación mediante luminiscencia del manto arenoso de la Tierra de Pinares oriental (Segovia)". *Geogaceta*, 24: 107-110.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1923): "Las arenas voladoras de la provincia de Segovia". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 22: 211-216.
- L.E.P. (1999): "Conclusiones y síntesis iconográfica". En S. RIPOLL LÓPEZ Y J. MUNICIO GONZÁLEZ (Dir.): *Domingo García. Arte rupestre Paleolítico al aire libre en la meseta castellana*: 197-236. Junta de Castilla y León. UNED.
- MALLADA, L. (1911): "Explicación al Mapa Geológico de España. Sistemas Plioceno, Diluvial y Aluvial". *Memorias del Instituto Geológico de España*, VII, 543 págs.
- MARTÍN ESCORZA, C. (1999): "Factores geológicos en los grabados rupestres de Domingo García". En S. RIPOLL LÓPEZ Y J. MUNICIO GONZÁLEZ (Dir.): *Domingo García. Arte rupestre Paleolítico al aire libre en la meseta castellana*: 31-40. Junta de Castilla y León. UNED.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1982): "El cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos". *Temas Geológicos y Mineros*, 6 (2): 717-740.

- PORTERO, J.M.; CARRERAS, F.; OLIVE, A. Y GUTIÉRREZ LEORZA, M. (1982): "Geomorfología". En: *Hoja nº 428. Olmedo. Mapa Geológico e España. Escala 1:50.000*. IGME.
- ; — ; — Y MOLINA, E. (1982): "Cuaternario y formaciones superficiales". En: *Hoja nº 428. Olmedo. Mapa Geológico e España. Escala 1:50.000*. IGME.
- Y GUTIÉRREZ LEORZA, M. (1982): "Geomorfología". En: *Hoja nº 400. Portillo. Mapa Geológico e España. Escala 1:50.000*. IGME.
- Y MOLINA, E. (1982): "Cuaternario y formaciones superficiales". En: *Hoja nº 400. Portillo. Mapa Geológico e España. Escala 1:50.000*. IGME.
- PRADO, C. DE (1854): "Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie (Espagne)". *Bulletin Société Géologique de France*, 11: 330-338.
- SOLE SABARIS, L. (1952): "El relieve de la península Ibérica y sus elementos estructurales". En M. DE TERÁN (Dir.): *Geografía de España y Portugal*. T.I. *España. Geografía Física*. 17-483. Montaner y Simón SA. Barcelona.
- TEMIÑO, J.; GARCIA-HIDALGO, J.F. Y SEGURA, M. (1997): "Caracterización y evolución geológica del sistema dunas-humedales de Cantalejo (Segovia)". *Estudios Geológicos*, 53: 135-143.