

# FORMACIONES EOLICAS CUATERNARIAS EN EL VALLE DEL RIO TAJO

por

González, J.A.<sup>(+)</sup>, López de Azcona, C.<sup>(++)</sup> y Asensio, I.<sup>(++)</sup>



## Resumen

Se analizan en este trabajo una serie de acumulaciones finas que con un origen eólico se asientan en distintos parajes del valle del Tajo. Se estudian sus características granulométricas, su composición mineralógica y sus aspectos geomorfológicos.

Como resultado se puede considerar que estos conjuntos de tipo pulverulento corresponden a acumulaciones eólicas, poco evolucionadas y formadas a expensas de antiguas deflaciones efectuadas tanto sobre unidades fluviales (terrazas, llanuras de inundación, etc.), como sobre glaciais de erosión y mixtos labrados sobre estratos detríticos y de yeso del Mioceno.

## Resumé

Dans cette communication on analyse quelques dépôts limoneux et sableux qui se trouvent dans la vallée du Tajo. Leur origine semble être eolienne et leur matériaux fins ont été étudiés sous le point de vue sédimentologique, mineralogique et géomorphologique.

Les résultats de ces techniques et les travaux sur le terrain suggèrent que ces ensembles poudreux ont été mises en place sur l'action des mécanismes eoliennes, très peu évolués. Ces accumulations sont une conséquence de déflations anciennes autant sur des unités fluviales (terrazas, plaines d'inondation) que sur les glaciais d'érosion ou mixtes qui s'entaillent sur les bancs évaporitiques et detríticos du Miocène.

-----

(+): Departamento de Geografía Física y de España. Universidad Autónoma de Madrid.

(++): Instituto de Geología Económica. C.S.I.C. Madrid

## Introducción

Formaciones eólicas han sido señaladas en el interior de la Península Ibérica desde hace ya bastante tiempo. Así, tras los pioneros trabajos consagrados a unas acumulaciones, denominadas no muy correctamente "loess" y estudiadas en la década de los años 40-50 (GARCIA SAINZ, 1944 y 1957), se han analizado en distintas regiones numerosos depósitos con un origen eólico más o menos acentuado. Este es el caso de las frecuentes coberteras de material fino puestas en relación sobre los dispositivos de acumulación fluvial de la zona cercana a Madrid (RIBA, 1957), Barcelona (SOLE, VIRGILI, RIPOLL, 1957), inmediaciones de Toledo (BENAYAS y RIBA, 1961) y más recientemente en el área del SE. y de Andalucía (BRUNNACKER, 1969 y 1969; BRUNNACKER und LOZEK, 1969; CUENCA PAYA y WALTER, 1974; DUMAS, 1979) y en zonas de la región manchega (PINILLA et Al., 1977).

Igualmente, desde posiciones genéticas, el origen de estas acumulaciones presenta algunos problemas. Así, en el SE. español se han señalado distintas facies loessicas, que en función de su contenido en carbonato cálcico han sido relacionadas con ambientes climáticos secos y menos secos; alguna de estas facies parece estar ocasionada por intensas acciones de deflacción acontecidas durante etapas de clima periglacial; estos procesos se habrían ejercido por encima de 800-1000 m. y habrían actuado sobre zonas atacadas por abundantes fenómenos de gelifracción; así, podrían explicarse los frecuentes cambios laterales que se advierten entre las formaciones loessicas y los depósitos de ladera, en aquella zona peninsular; idéntico hecho sugiere la presencia de restos faunísticos sites en el yacimiento loessico de Velez Rubio, (800 m. de altura), muy similares y comparables con los fósiles integrados a las zonas

periglaciares centro-europeas, durante los tiempos würmienses (BRUNNACKER, 1969; BRUNNACKER und LOZEK, 1969).

Junto a estas facies que se relacionan genéticamente con la actividad de numerosos procesos crioclásticos, tenemos en aquel área, otro tipo de facies cuyo origen parece coincidir con situaciones climáticas caracterizadas por una notable aridez y sin el concurso de los anteriores procesos fríos que han sido señalados (BRUNNACKER, 1969; CUENCA PAYA y WALTER, 1974; DUMAS, 1979). Incluso, algún análisis granulométrico ha puesto de manifiesto que estos materiales, a pesar de su naturaleza limosa, no corresponden a un loess europeo típico, ya que el material se encuentra insuficientemente bien clasificado (DUMAS, 1979); por ello, se sugiere la posibilidad de que el origen de estos limos pudiera haber sido eólico, pero posteriormente la retoma de este tipo de acumulaciones por parte de otros procesos, como aguas de arrollada, etc., han modificado las características originales del sedimento fino.

#### Las formaciones limoso-arenosas del valle del Tajo

Sobre el dispositivo topográfico del Valle del Tajo y zonas inmediatas se advierten distintos tipos de acumulaciones integradas por material de muy pequeña granulometría.

- a) Por un lado, limos asociados a un claro origen fluvial y que pertenecen a antiguas llanuras de inundación, hoy más o menos visibles en el valle. Por lo general, este tipo de conjuntos se asienta sobre terrazas fluviales inferiores a +40 m. Su disposición estratificada en lechos planos, dispuestos encima de potentes niveles de gravas y cantos, denuncian su posición final dentro de una prolongada etapa de construcción sedimentaria de una terraza, por parte de las aguas del río.
- b) Por otro lado, una serie de formaciones finas se superponen y fosilizan depósitos y unidades morfológicas muy variadas

(terrazas fluviales de distintas edades cuaternarias, glaciares de erosión y mixtos, valles pequeños abiertos por la red de colectores del Tajo, etc.). El origen de esta segunda variedad es diverso; en unos casos, las cubiertas de limos que se aprecian en algunos lugares están en relación con el retroque que las aguas de arrollada han efectuado, bien sobre el substrato geológico o sobre antiguas formaciones edáficas. Esto es fácilmente constatable por la presencia de delgados lechos, con material de distintas características granulométricas motivadas por la variable y contrastada competencia que en el tiempo alcanzaron las distintas acciones de arrollada, que configuraron aquellos depósitos finos. No obstante, existen otras formaciones de tipo limoso-arenoso, con un origen más complejo, y en él que han intervenido, sin duda, accionamientos de carácter eólico.

Sobre estos conjuntos hemos realizado una descripción y estudio desde una perspectiva geomorfológica, al igual que se han analizado sus distintas características granulométricas, su composición mineralógica mediante técnicas de difracción de Rayos X, su color y tonalidad, etc., con el fin de identificar lo más concretamente posible estos conjuntos, compuestos por materiales finos y situarlos dentro del contexto evolutivo y geomorfológico de la cuenca del Tajo, durante el Cuaternario.

Para ello, se han localizado sobre el terreno de la zona los siguientes depósitos (CUADRO I y FIGURA 1ª) y se han analizado en el laboratorio los principales rasgos sedimentológicos de los materiales que componían estas acumulaciones detríticas :

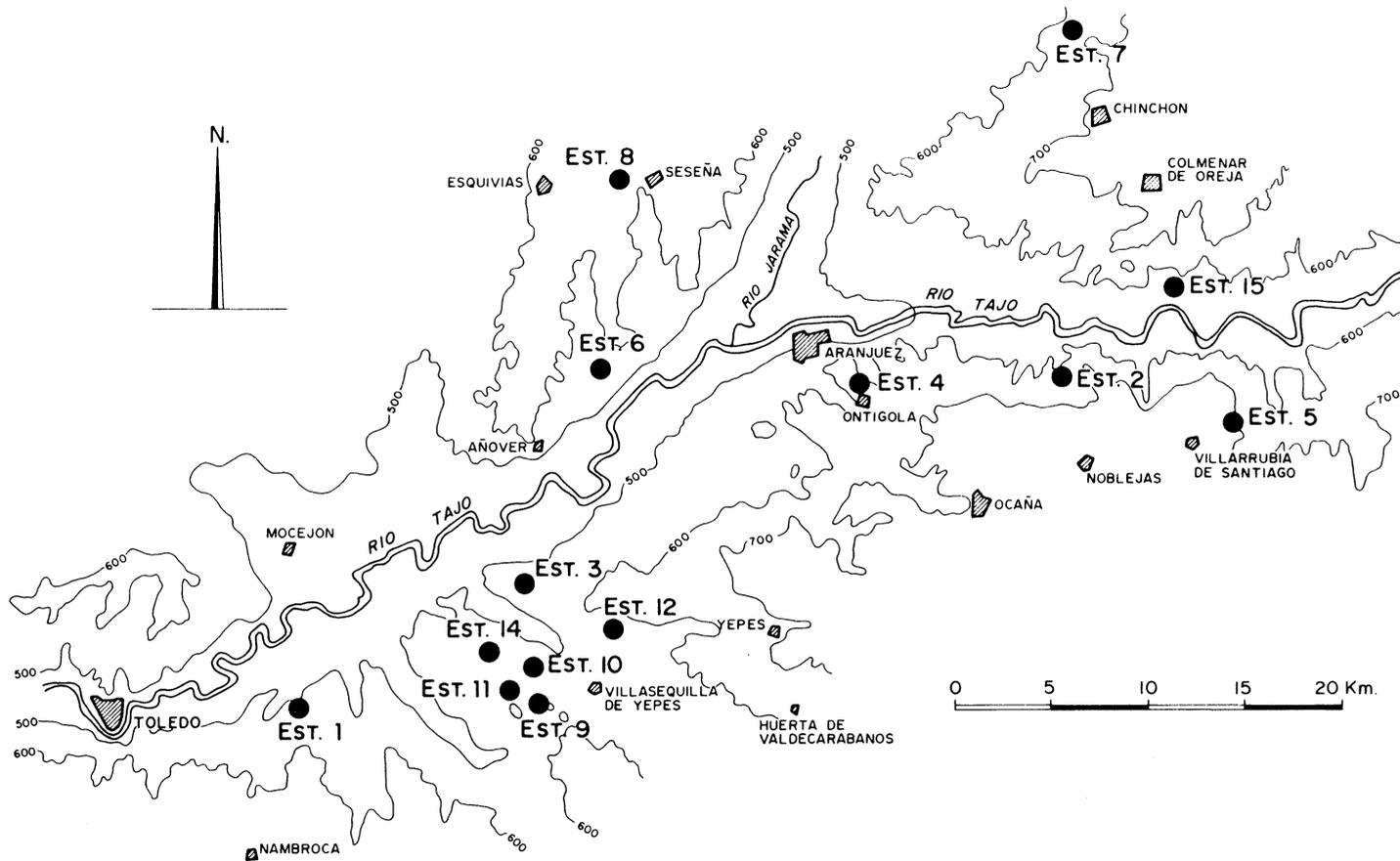


FIG. 1-SITUACION DE LOS DEPOSITOS ESTUDIADOS

**CUADRO I : Situación y posición morfológica de las acumulaciones estudiadas**

Dep.	Hoja <u>Topogr.</u>	Altitud <u>m.</u>	Color	Situación	Posición morfológica
1	629	500	7,5YR5/8	Margen izq. Tajo : borde meridional depresión Arroyo Villaescusa.	-sobre terraza Tajo +40-45 m.
2	606	620	10YR8/4	Margen izq. Tajo; camino Noblejas a Central Electrica Tajo.	-sobre glacis erosión en materiales yesíferos
3	630	500	7,5YR8/4	Margen Izq. Tajo; camino acceso vertice "Bravo" (565 m.)	-interior vallecito labrado por el Arroyo de los Huesos
4	605	620	10YR8/4	Margen Izq. Tajo; cantera sita al NE. de Ontigola	-modelado de disección labrado sobre glacis erosión en yesos
5	631	740	5YR7/4	Carretera Ocaña-Tarancón, cortes km. 13, Villarrubia de Santiago.	-sobre superficie culminante Mesa de Ocaña-Tarancón
6	605	560	7,5YR8/4	Margen dcha. Tajo; accesos vertice "Canto" (616 m.)	-sobre terraza Tajo +85-90 m.
7	583	640	7,5YR8/2	Margen Izq. Tajuña; área próxima km. 8, Cta. Chinchón-P. Arganda.	-sobre glacis erosión en yesos miocenos.
8	605	620	7,5YR7/4	Proximidades de Seseña	- sobre glacis erosión en yesos
9	630	600	5YR5/4	Margen Izq. Tajo; zona "El Arenal" W. Villasequilla de Yepes.	-degradado interfluvio Tajo-Algodor.
10	630	580	5YR7/2	"El Arenal"	- sobre terraza Tajo +85-90 m.
11	630	600	7,5YR6/2	"El Arenal"	-sobre Terciario detrítico
12	630	530	7,5YR8/4	Margen Izq. Tajo; camino acceso vertice Bravo (565 m.).	-interior vallecito labrado por el Arroyo de los Huesos
13	630	600	5YR8/3	"El Arenal"	-sobre Terciario detrítico
14	630	580	5YR5/4	"El Arenal"	-sobre terraza Tajo +85-90 m.
15	606	600	5YR7/4	Margen dcha. Tajo; cortes Cta. Colmenar de Oreja - Villarrubia de Santiago.	-interior vallecito encajado sobre la superficie de un glacis de erosión en yesos.

## Características sedimentológicas

### a) Microgranulometría : fracción inferior a 60 micras

Las cantidades de arenas y limos son variables de unas muestras a otras; no obstante, la mezcla de estos materiales permite considerar el conjunto de tipo arenoso y areno-limoso; hace excepción a estas categorías la muestra número 7 que es un limo-arenoso (Figura 2ª).

Las curvas acumulativas son de dos tipos : parabólicas (Figura 3 A) con una concavidad más o menos acusada, propias de acumulaciones provocadas por decrecimiento brusco de la actividad de transporte; y mixtas (Figura 3 B) con una o varias estrangulaciones que indican mezclas de materiales de distintas procedencias o bien sedimentadas en condiciones diferentes; estas últimas son curvas complejas y constituidas por segmentos con desarrollo logarítmico, sigmoidal, parabólico y en ocasiones hiperbólico, demostrativo de una morfogénesis poligénica. Los valores de medianas de la curva acumulativa corresponden a la fase arenosa muy fina y en muy pocos casos se aproximan al límite de 20 micras de los limos. Dado el carácter de mezcla heterogénea los parámetros e índices granulométricos son muy variables.

Las inflexiones que ofrecen las curvas de la Figura 3 B corresponden a facies granulométricas diferentes (RIVIERE, 1953); se trata de sedimentos poco evolucionados mezclados con otros que han sufrido un transporte más o menos completo; así, por ejemplo en la muestra nº 7, se presenta un segmento de facies logarítmica que se continua hacia los mayores tamaños por otro de tendencia lineal; por el contrario, la muestra nº 13 comienza por una facies lineal, sigue con un desarrollo parabólico y termina con aspecto de facies logarítmica.

En la Figura 4ª se representa el triángulo de limos de

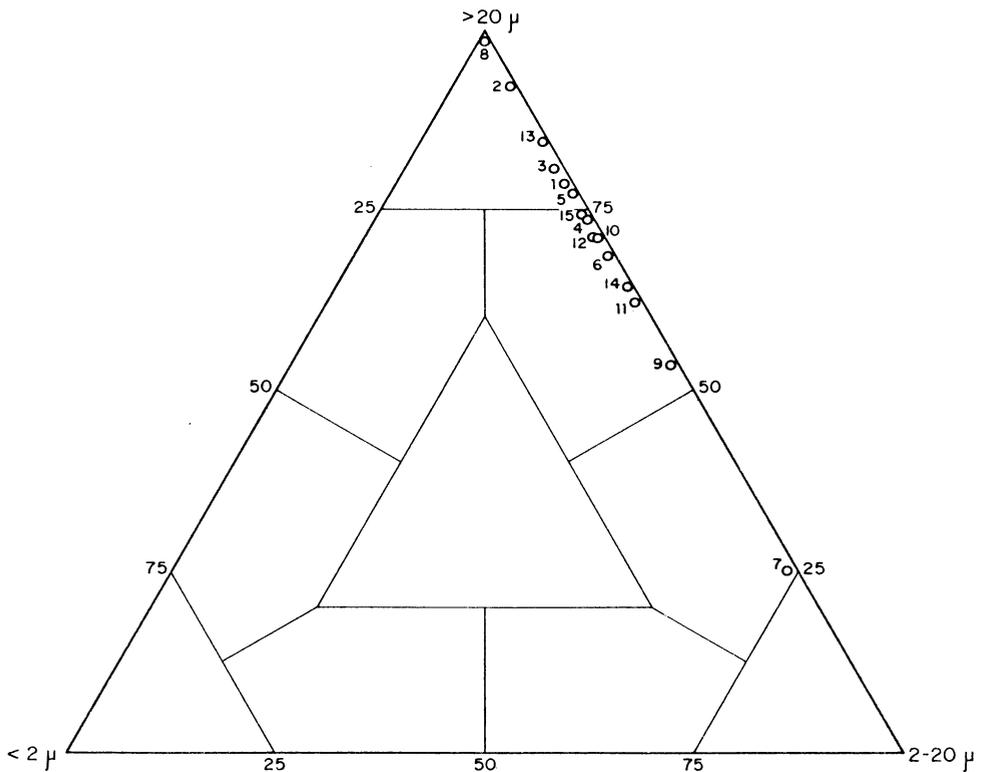


Figura 2: Distribución granulométrica del material arenoso y areno-limoso

Doormal (DOORMAL, 1945) con los puntos donde se sitúan cada una de las muestras estudiadas; todos ellos se encuentran localizados en el área de arenas y limos depositados por el viento.

b) Granulometría de la fracción superior a 60 micras

La fase arenosa muy fina es la más abundante (58% - 90%); como consecuencia, la mediana granulométrica acusa en la mayoría de los casos valores muy bajos, incluidos en la mencionada fase (Md. = 0,06 - 0,14); sólo las muestras 9, 10, 11 y 14, con elevados porcentajes de arenas gruesas y medias, ofrecen media-

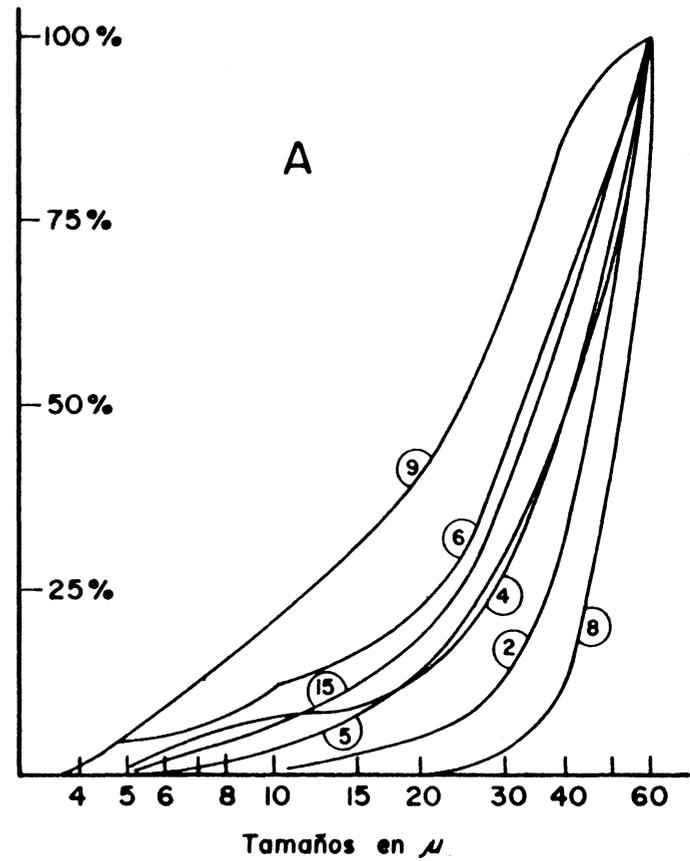
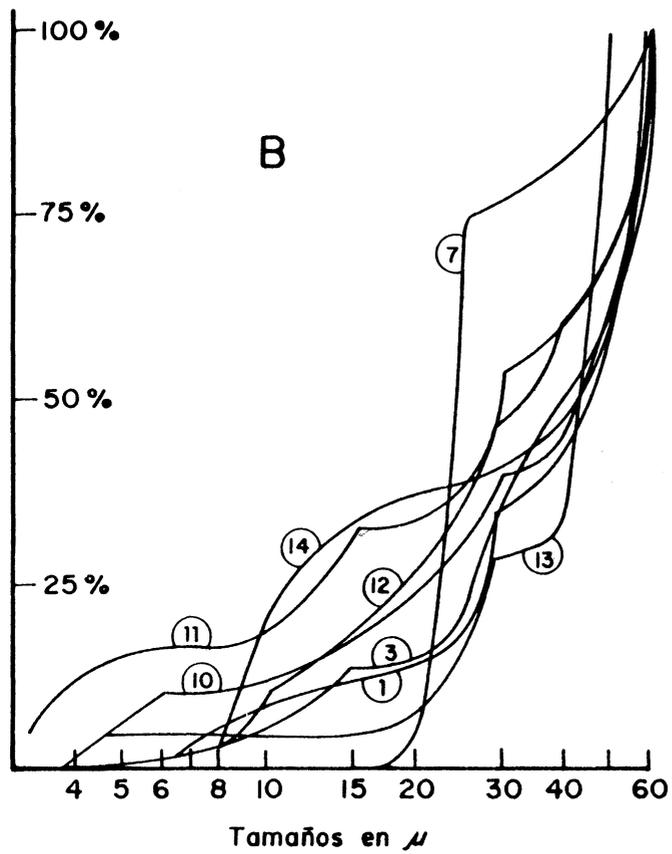


FIGURA 3 : Curvas acumulativas de la fracción inferior a 60 micras

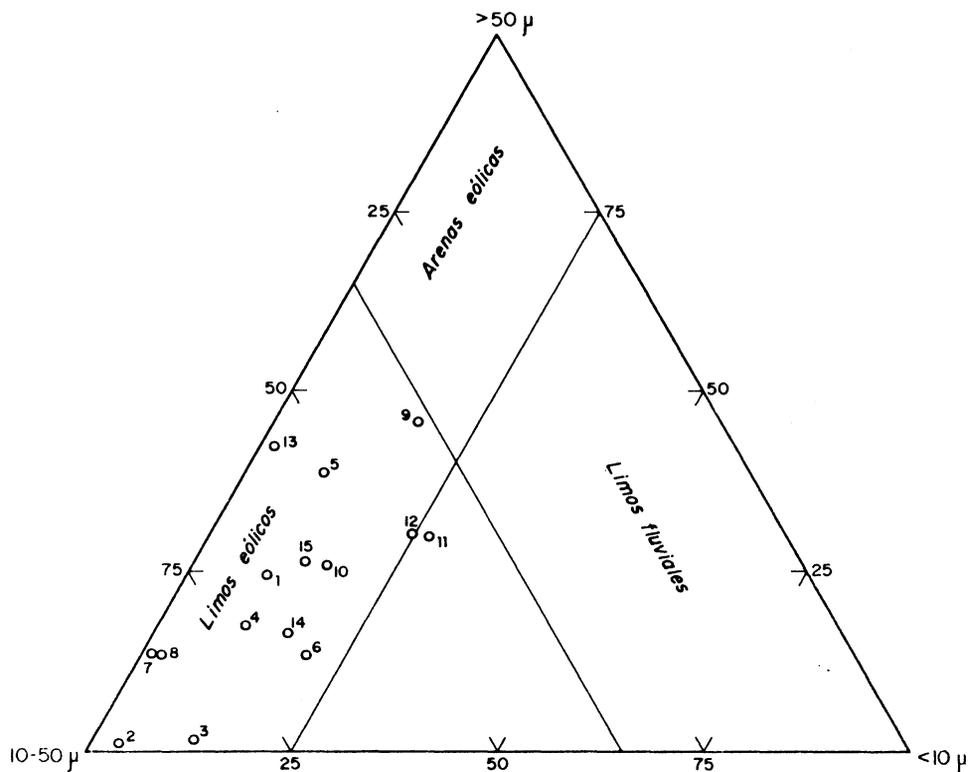


Figura 4 : Situación de las muestras en el triangulo de Doormal.

-----

nas más altas (Md. = 0,34 - 0,64). La fracción menor de 60 micras manifiesta una presencia significativa de partículas muy finas, cuyos valores oscilan entre 5,5% y 29,7%.

Estos dos conjuntos de materiales arenosos se destacan totalmente diferenciados en las curvas acumulativas de la Figura 5<sup>a</sup>; el haz de curvas A, con irregularidades más o menos marcadas, incluye materiales muy finos, con sensible cantidad de fracción menor de 60 micras y valores muy bajos de desviación

intercuartilar ( $D_c = 0,02 - 0,15$ ). Son curvas de tipo sigmooidal disimétrico, sin inflexión basal o muy poco pronunciada, que ascienden rápidamente a través de un desarrollo rectilíneo y forman inflexión terminal con una convexidad de variable amplitud; se trata de acumulaciones libres relativamente homogéneas, cuya alta presencia de fase arenosa muy fina establece ciertos puntos de analogía con las arenas éolicas de los cordones de dunas litorales; esta semejanza permite considerar a las muestras estudiadas como arenas accionadas y depositadas por el viento.

En cuanto al conjunto de muestras B, son curvas de tipo parabólico y sigmooidal con desarrollo en "S" tendida; las curvas comienzan sus desarrollos con insignificantes cantidades de fracción menor de 60 micras, forman una concavidad basal amplia, ascenso rectilíneo y suave inclinación en el ascenso y finalmente, la inflexión terminal poco acusada; se trata de materiales con elevados porcentajes de arenas finas (21% - 55%) y relativamente bajos de arenas muy finas (5% - 15%);

-----

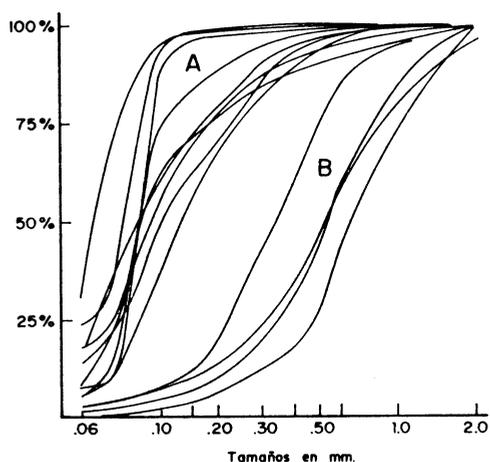


Figura 5 : Curvas acumulativas del material arenoso

amplia desviación intercuartilar ( $D_c = 0,28 - 0,64$ ). A nuestro modo de ver se trata de depósitos détriticos de transición, intermedios entre las acumulaciones libres y las forzadas, o bien procedentes de modificaciones sufridas por los materiales con posterioridad a la formación de los depósitos.

Referente al proceso evolutivo de sedimentos (RIVIERE, 1953), algunas curvas granulométricas del conjunto A presentan segmentos rectilíneos con ascenso casi vertical; este desarrollo corresponde a sedimentos muy evolucionados a través de un transporte completo. Otro grupo de curvas del mismo conjunto tiene carácter bimodal; comienzan por una facies logarítmica y terminan con tendencia a adquirir facies lineal o de escasa evolución. Respecto a las curvas del conjunto B son también de facies plurimodal, tipo lineal-parabólico o bien parabólico - hiperbólico, irregularidades que indican diferentes condiciones de transporte y sedimentación o bien, sucesivas modificaciones acontecidas en los depósitos. La presencia de máximos principales y secundarios en la composición granulométrica de arenas contribuye a confirmar los mencionados cambios de las acumulaciones detríticas; para el conjunto A el máximo principal se sitúa en la dimensión de 0,08 mm. (excepto la muestra 4 que se localiza en 0,06 mm.) y el secundario en 0,20 mm.; en algunos casos los máximos secundarios corresponden a la fracción menor de 60 micras y en otros hay varios, aunque su presencia es muy poco destacada.

#### Estudio de los ejemplares por difracción de Rayos X

Con objeto de identificar la composición mineralógica de las distintas muestras, se ha hecho a todas ellas, un estudio de la muestra total por Difracción de Rayos X; en todos los ejemplares se ha trabajado con el polvo total, a excepción del número 10, en que hemos preferido actuar sobre el agregado o-

rientado, por tratarse de una muestra muy específica pulverulenta y donde el componente arcilloso pensamos sería el más interésante.

En el Cuadro II hemos representado la composición mineralógica de cada estación; con esta valoración semicuantitativa, se ha podido tener una visión de conjunto de los minerales predominantes en cada zona, y que por lo general son función tanto de la naturaleza litológica del substrato geológico en que se encuentran estas acumulaciones, como de la ubicación cercana de otras formaciones sedimentarias del Cuaternario.

Se va a realizar el comentario sobre cada mineral en el mismo orden en que se encuentran en el citado Cuadro II, es decir, primero los carbonatos, después el cuarzo, el yeso, las arcillas y la polyhalita.

La Calcita, aparece en todos los ejemplares, a excepción del depósito 10, debido a que en este ejemplar el análisis se ha realizado sólo en la fracción fina. Podemos decir que es junto con el cuarzo, el mineral que aparece constante en todos los análisis. Las variaciones del mayor o menor porcentaje únicamente pueden atribuirse a la situación geográfica y por lo tanto mayor o menor proximidad a los afloramientos calizos o posibles aportes de los mismos.

La Dolomita, se encuentra en menores cantidades y sólo en determinadas muestras; como regla general se puede decir que en la parte central las zonas extremas (estaciones 8, 9 y 11), no aparece dicho mineral, y sólo se encuentra con una cierta importancia en el extremo W. del área estudiada (acumulaciones 1 y 3).

El Cuarzo es constante en todas las muestras, además su porcentaje alto se debe en unos ejemplares a la proximidad relativa del zocalo cristalino de Toledo, como es el caso de los conjuntos 1, 9, 12 y 14; y en otras a ser parte compo-

CUADRO II : Composición mineralógica por difracción de Rayos X

<u>Dep. n°</u>	<u>Cal-cita</u>	<u>Dolo-mita</u>	<u>Cuar- zo</u>	<u>Yeso</u>	<u>Illi- ta</u>	<u>Montmori- llonita</u>	<u>Polyha- lita</u>
1	XX	XX	XX	--	XX	X	X
2	X	--	X	XXX	X	--	--
3	XXX	XX	XX	--	X	--	--
4	X	X	X	--	X	--	X
5	XX	X	XX	--	--	--	--
6	XX	X	XX	--	X	--	--
7	XX	X	XX	--	X	--	X
8	XX	--	X	X	X	--	--
9	XX	--	XX	--	XXX	X	--
10	--	--	X	--	XX	--	X
11	X	--	X	--	XX	X	XX
12	XX	X	XX	--	X	--	X
13	X	--	XXX	--	X	--	X
14	XX	X	XXX	--	--	--	--
15	XX	X	XX	--	X	--	X

Nota : con los simbolos X, XX, XXX se intenta dar una idea aproximada de la cantidad con que aparecen cada uno de los minerales identificados en las distintas acumulaciones, pudiendose definir como poco (X), regular (XX) y bastante (XXX).

-----

cional de la facies en que se encuentra, como los ejemplares 3, 6 y 7.

El Yeso se ha identificado únicamente en dos ejemplares, de uno de ellos (depósito 2) es casi el único componente; en el número 8 también se ha identificado pero en cantidad más pequeña.

La Illita, aunque presente en la mayoría de las muestras tiene una clara dominancia en el SW. de la zona (ejemplares 1, 9, 10 y 11); siendo en el resto muy constante su presencia, pe

ro siempre en cantidades pequeñas, llegando a desaparecer totalmente en el ejemplar 5, extremo E.

La Montmorillonita, detectada sólo en tres muestras y en cantidades muy pequeñas, también la tenemos concentrada en el que podemos llamar extremo SW., próximo al zócalo; son concretamente, las tres acumulaciones más próximas a la zona granítica -metamórfica, es decir, los depósitos 1, 9 y 11.

La Polyhalita, que es un sulfato de potasio, calcio y magnesio, hemos preferido separarla del yeso por creer que tiene una gran importancia, ya que no es un mineral muy detectado en esta zona, contrariamente a lo que ocurre con todos los anteriores. Se debe hacer notar, que precisamente los ejemplares en los que el yeso constituía la casi totalidad de su composición como el depósito 2, o parte de ella, como el 9, carecen de Polyhalita. La presencia de Polyhalita es escasa, pero significativa, ya que ha sido encontrada a todo lo largo de la zona analizada, en la parte E., ya se detecta en las muestras 7 y 15, continua apareciendo en la 4 y sigue en la 12, 14 y también en la número 1, que corresponde al extremo W.

A modo de resumen de los componentes mineralógicos, podemos decir que en la fracción fina estudiada, es decir la menor de 0,062 micras, se han identificado los siguientes minerales : Calcita y Cuarzo como dominantes, Dolomita sólo en determinadas zonas, Illita, fundamentalmente en el extremo SW., al igual que la Montmorillonita, pero esta última mucho más escasa, y en cuanto a los sulfatos, tenemos el yeso en dos ejemplares y la Polyhalita a lo largo de toda la cuenca del Tajo, menos en las muestras que presentan yeso. Por nuestra parte consideramos que el estudio de la fracción fina es de gran interés, puesto que en las fracciones gruesas es fácil identificar con el estereomicroscopio los constituyentes, pero en estos tamaños tan reducidos, es donde se puede detectar la presencia de determinados componentes

tes que nos pueden indicar procesos de alteración de los macizos cercanos, direcciones de aporte fluvial o simplemente recargas mineralógicas en las zonas deprimidas.

### Características geomorfológicas

a) La potencia que presentan estos conjuntos de naturaleza más o menos eólica es por lo general poco acusada. Los cortes revelan espesores de 1-2 m. y solamente en algunas áreas, como en la zona meridional de la Mesa de Seseña, cercanías de Ontigola, etc., hemos podido apreciar potencias superiores a 4-5 m. La tonalidad del material détritico que compone estas acumulaciones pulverulentas es variable, siendo los colores más frecuentes los marrones pálidos (10YR8/4), los rosáceos más o menos intensos (7,5YR7/4, 7,5YR8/4, 5YR7/4, etc.) y los rojo-marrones. Igualmente, es de destacar el hecho de que numerosas concreciones carbonáticas son visibles en la masa de limos.

b) Otra característica típica es la ausencia de estratificaciones en estas acumulaciones finas. Efectivamente, al igual que otras formaciones eólicas de centro-europa, como es el caso de los "loess", donde por lo general no se advierte la existencia de este tipo de estructuras, los conjuntos finos analizados en nuestro área no suelen ofrecer disposición ordenada alguna. Solamente, en algunas acumulaciones es posible ver algún lecho arenoso, de limos, e incluso compuesto por gravillas, intercalado en el interior de la masa desordenada de material fino; se trata a nuestro parecer de formaciones en las que se han combinado distintos procesos y mecanismos : por un lado, procesos de deflacción que han sedimentado la masa pulverulenta y por otro, procesos de arrollada difusa sobre las vertientes, con láminas de agua incapaz de incidir en los materiales depositados por el viento; éstos habrían dado lugar a la aparición de lechos rectos, muy delgados y más o menos inclinados en función de la pen

diente de las antiguas vertientes. Un claro ejemplo a estos hechos es apreciable en el depósito 3, sito en la margen derecha del arroyo de los Huesos, donde un conjunto de material fino, apoyado sobre la vertiente, de aspecto desordenado y de una granulometría muy homogénea se encuentra intercalado por ciertos lechos, algunos con notable inclinación, de gravillas y arenas, producto de sendos procesos de arrollada difusa, concomitantes con el momento de deflacción eólica.

c) Desde un punto de vista morfoscóptico, el examen de los granos de cuarzo, de distintas dimensiones, ha revelado el carácter inmaduro que tienen estas formaciones en lo que concierne a su posible génesis vinculada al viento. Efectivamente, los porcentajes de granos redondeados mate, que suelen denunciar acciones eólicas importantes y continuas, son muy escasos, lo que obliga a pensar en transportes eólicos de corto recorrido y con escasas y moderadas retomas, una vez acumulados.

d) Morfológica y cronológicamente pudieramos quizás distinguir al menos dos etapas con generaciones distintas.

- Por un lado, una serie de formaciones dispuestas sobre unidades geomorfológicas del Cuaternario antiguo y que recubren un pretérito modelado de disección, coetáneo de momentos próximos a la construcción de la terraza +80 m. del Tajo, en la zona de Aranjuez. Efectivamente, sobre las plataformas labradas sobre los estratos yesíferos de la Mesa de Seseña, zona de Ontigola, etc. se advierten potentes acumulaciones eólicas, hoy muy degradadas por la erosión y que disminuyen rápidamente su espesor hacia el interior del valle del Tajo y que recubren distintas unidades morfológicas del área. Así, fosilizan la terraza +85-90 m. de la margen derecha del Tajo (depósito 6) y sendas regularizaciones de vertiente labradas sobre materiales del substrato yesífero (depósito 8). En la otra margen, sector de Ontigola, las formaciones finas se superponen a retazos correspondientes

de la terraza +110-120 m. y fosilizan un modelado de disección importante, ya que acumulaciones pulverulentas pueden observarse hoy, de una manera más o menos continua a distintas alturas topográficas, con una diferencia de hasta 30 m., entre las más altas y las más bajas (depósito 4).

Todos estos conjuntos se encuentran actualmente en una disposición totalmente ajena a la configuración que presenta el suave relieve de la zona. A su vez, se encuentran más o menos incididos por la erosión lineal planteada por los arroyos y colectores intermitentes del Tajo.

El carácter eólico de estas acumulaciones es indudable, ya que, en algunos cortes, como es el caso del ubicado en las inmediaciones de Ontigola (depósito 4) se ha advertido una gran homogeneidad granulométrica en toda su estratigrafía, lo que parece rechazar cualquier posible origen relacionado con la actividad y transporte de aguas de arrollada sobre las vertientes; además, su posición morfológica escalonada a distintas alturas y la no existencia de yeso en la composición mineralógica de estas formaciones, que se apoyan directamente sobre el Terciario yesífero de la zona, sugiere un claro carácter de "aloctonía" para estos materiales finos, con respecto al substrato geológico de los alrededores del sector; esta "aloctonía" estaría íntimamente relacionada con antiguos procesos de deflación eólica. No obstante, existen otras acumulaciones finas que sí presentan yeso en su composición (depósito 8); esta circunstancia, y la inmediata proximidad de la Mesa de Seseña, integrada por estratos de aquella litología, nos conduce a pensar que los antiguos procesos eólicos se han desarrollado notablemente sobre las extensas planicies de la zona.

Idéntico comentario al realizado en Ontigola, merecen las coberteras de material fino dispuestas sobre glaciais de erosión y mixtos labrados sobre yesos, en la margen izquierda del va-

lle del Tajuña (depósito 7). Su composición predominante, calcita y cuarzo, y la no presencia de minerales de yeso en estas formaciones vuelven a ser un claro testimonio de un origen no vinculado a la acción de aguas de arrollada : su génesis sería, pues, de naturaleza eólica.

- Por otro lado, junto a estas acumulaciones, bastante antiguas y dispuestas en posiciones topográficas no consonantes con la orientación de los elementos morfológicos actuales, existen otras formaciones pulverulentas, de edad más reciente, alojadas en distintas posiciones altimétricas, pero cuya posición sí se inserta y se vincula estrechamente a ciertos dispositivos topográficos, hoy funcionales.

Efectivamente, en la margen izquierda del Tajo destacan toda una serie de pequeños valles, orientados de N-S y labrados por la red de tributarios intermitentes del Tajo; sobre estos se advierte, con relativa frecuencia, siluetas topográficas claramente disimétricas entre sus vertientes; de tal manera que los bordes orientales de estos vallecitos siempre presentan formas abruptas y de acusada pendiente, mientras que los occidentales ofrecen una suave topografía. El carácter tendido de estos bordes de los distintos valles se debe a que coinciden con afloramientos limosos, de indudables características también eólicas (depósitos 1, 2, 3, 12 y 15). Este fenómeno se advierte con gran nitidez en el denominado arroyo de los Huesos y otras zonas inmediatas.

Al parecer, acciones eólicas (no muy recientes, ya que su posición cronológica relativa, sería en la zona del arroyo de los Huesos, posterior a la construcción de la terraza +35 m. y anterior a la de +22-25 m.), han sido ejercidas, predominantemente, por vientos del W. y del SW.; esto ha motivado el acumulo de importantes materiales pulverulentos en las áreas de sotavento de los valles, a cubierto de la mencionada dirección

del viento; de aquí que, las vertientes occidentales de estos dispositivos topográficos deprimidos hayan dispuesto en su pie abundante material fino, mientras que en las orientales, barridas directamente por el viento, no presentan ningún rastro de este tipo de material.

Coetáneamente se desarrolló una peculiar dinámica como la que se ha propuesto en el valle del Ebro (IBAÑEZ MARCELLAN y MENSUA, 1975), para explicar ciertas asimetrías en algunos valles. Aunque lo que nos parece más seguro en esta zona es que con posterioridad a la acumulación del material eólico, un funcionamiento muy moderado de los cauces de los arroyos (incapaces de desalojar la totalidad de los materiales finos), y la acción diferencial de procesos en las vertientes occidentales y orientales, como consecuencia de actuar sobre facies geomorfológicas distintas, han motivado la disimetría que se advierte en el perfil transversal de estos pequeños valles. En ellos es siempre constante la presencia de pendientes suaves en las márgenes occidentales, en las que sólo aflora material fino de naturalidad eólica, y vertientes con fuerte inclinación, e incluso abruptas, en las márgenes orientales; éstas se componen de segmentos basales, ciertamente inclinados, que se labran sobre la roca terciaria "in situ" y por segmentos superiores esarpados, que coinciden con los materiales bastante consolidados de los distintos niveles de terrazas del Tajo.

Como consecuencia de lo anterior, es relativamente frecuente distinguir, en la estratigrafía accesible de los materiales que componen el fondo de estos vallecitos, la presencia en la base, de limos eólicos y sobre ellos, con una ligera discordancia erosiva, materiales finos, algo más heterométricos, incluso con algunas gravillas; este horizonte ha sido producto de la acción convergente entre una dinámica de tipo longitudinal

y otra lateral (arrollada difusa, soliflujión azonal, etc.) que han retomado parte del material de naturaleza primitivamente eólica.

- Así pues, hemos destacado la existencia de dos posibles generaciones eólicas, unas de edad antigua y otras de una edad no excesivamente reciente. Además de estas existen otros complejos finos cuyos rasgos morfológicos y sedimentológicos vuelven a denunciar unas características eólicas, más o menos transformadas, sin que podamos ubicarlos dentro de un contexto cronológico relativo. Este es el caso de las formaciones finas, que conservan sus peculiaridades ligadas a la acción del viento, y que recubren discontinuamente algunas áreas sitas en la zona septentrional de la pliocena superficie de la Mesa de Ocaña-Tarancón (depósito 5), incluso fosilizando sus espesas costras calizas. También en este apartado deberíamos incluir otros conjuntos cuya identidad final no puede ser catalogada como eólica, aunque se trata de material en parte retomado de anteriores acumulaciones de este tipo; aquí se integrarían las formaciones sitas en la denominada zona del "Arenal", sector muy degradado situado a + 140 m. sobre el cauce del río Tajo (proximidades de Villasequilla de Yepes). La presencia de polyhalita en la composición mineralógica de estas formaciones que se apoyan sobre un terciario detrítico, parece denunciar el relativo origen lejano de parte del material, hoy involucrado en otras cubiertas detríticas de variado origen genético.

#### Consideraciones finales

Se han estudiado y descrito una serie de formaciones compuestas por materiales finos que se aprecian en numerosos cortes de la zona central del valle del Tajo.

Los análisis efectuados en el laboratorio y el recorrido sistemático hecho sobre el terreno nos han conducido a pensar

que existen distintos complejos de origen eólico y pertenecientes a diferentes fases del Cuaternario. En su mayor parte, los materiales arenosos y limosos de estas formaciones han sido luego removilizados y retomados por otras acciones y procesos, que han transformado sus primitivas características sedimentológicas. La variedad e intensidad de los mismos ha sido dirigida por los distintos momentos morfoclimáticos que se han sucedido en esta región de la submeseta sur.

Desde un punto de vista granulométrico aparecen varios tipos de facies, en función de las posibles retomas que han sufrido los sedimentos eólicos. No obstante, la clasificación del material, incluso para aquellas formaciones donde la entidad eólica permanece sin demasiadas modificaciones, es inferior a la de los loess de centro-europa; igual comentario merecen los umbrales granulométricos; para los loess típicos han sido propuestos los de 0,05-0,03 mm. (ASTRE, 1971) o los de 0,05-0,01 mm. (POPOV, 1972) que son sensiblemente más pequeños que los que muestran las formaciones finas de la cuenca del Tajo.

Mineralógicamente, estos conjuntos están siempre compuestos por elementos de cuarzo, a los que acompañan calcita, illita y dolomita, con una frecuencia bastante acusada. La no correspondencia mineralógica entre el substrato geológico y las formaciones detríticas finas que directamente se superponían a la roca "in situ", ha constituido un importante papel para poder detectar el posible origen eólico de algunas acumulaciones; este es el caso de las numerosas formaciones que asentándose sobre estratos de naturaleza yesífera, no contienen, sin embargo, ningún rastro de aquel componente mineralógico; también la polihalita juega un papel interesante : su presencia en zonas con substrato compuesto por materiales arenosos de las facies terciarias próximas al zócalo de Toledo, pudiera ser el elemento que denunciara la acción de posibles mecanismos eólicos en el

pasado.

Como resultado de toda la metodología aplicada se puede considerar que estos complejos finos corresponden, en su mayor proporción, a acumulaciones eólicas, poco evolucionadas, como lo demuestra su moderada granulometría y la escasísima representación de granos redondeados mate en las arenas cuarzosas; estos conjuntos se habrían formado a expensas de antiguas deflaciones sobre unidades fluviales (terrazas, limos de inundación), incluso sobre glaciares de erosión y mixtos labrados sobre el zócalo y el terciario de este sector.

Como ya se ha señalado (POPOV, 1972) la génesis de los depósitos loessicos y otros de naturaleza semejante plantea un problema complejo desde el punto de vista de la geología y de la geomorfología. No obstante, estos conjuntos eólicos, sitios en la cuenca del Tajo, han sido generados en momentos de escasa o nula fitoestabilización; el motivo frío o árido (o árido-frío) causantes de la situación de este degradado estado de la cobertura vegetal en el pasado, no parece muy claro; por ello, y aunque ya hemos puesto de manifiesto la existencia de mecanismos fríos y periglaciares en esta región (ASENSIO y GONZALEZ, 1975) y en otras colindantes (GONZALEZ y ASENSIO, 1977), asociados a distintos momentos del Cuaternario, tenemos algunas dudas sobre la posible correspondencia genética y cronológica de estas acumulaciones eólicas con las etapas frías del Cuaternario; quizás, el origen de estas formaciones esté en relación con momentos, simplemente áridos, como también se han puesto en evidencia en este sector (ASENSIO y GONZALEZ, 1982), sin que hayan intervenido para nada mecanismos crioclasticos.

Por último, si comparamos estas acumulaciones eólicas de la Submeseta sur, con los loess estudiados en la Alsacia y otras regiones europeas resulta que, ni desde el punto de vista morfométrico, granulométrico (a pesar de la gran ambigüedad

que a este respecto rodea al término loess), ni tampoco desde posiciones genéticas (donde el papel de transformación de las rocas en polvo bajo la acción del ciclo hielo-deshielo, parece ser uno de los criterios más decisivos para la determinación loessica de las formaciones finas) tenemos argumentos suficientes para la catalogación loessica de estas acumulaciones del centro de la Península Ibérica.

## Bibliografía

- ASENSIO AMOR, I. et GONZALEZ MARTIN, J.A. (1975) : Modelé periglaciaire dans les vallées du paramo calcaire au SE. de Madrid. Actes Symp. Versants en Pays Méditerranéens Aix-en-Provence, pp. 39-41.
- ASENSIO AMOR, I. y GONZALEZ MARTIN, J.A. (1982) : Nota sobre el comportamiento de yesos en depósitos aluviales. Miscelanea Conmemorativa Univ. Autónoma Madrid, pp. 173-178.
- ASTRE, G. (1972) : Le loess de Bellevue et la formation de ses "poupés". Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp. 115-124.
- BENAYAS, J. y RIBA, O. (1961) : Caracterización de un depósito cuaternario de tipo loess en Toledo. IIª Reunión Sedimentología Sevilla, pp. 135-153.
- BRUNNACKER, K. (1969) : Affleurements de loess dans les régions nord-méditerranéennes. Revue Geogr. Phys. et Geol. Dyn., pp. 325-334.
- BRUNNACKER, K. (1969) : Observations en Espagne et en Grèce. Bull. Assoc. Franç. Etude Quatern., pp. 67-69.
- BRUNNACKER, K. und LOZEK, V. (1969) : Lös-vorkommen in Südspanien. Zur Geomorphologie pp. 297-316.
- CUENCA PAYA, A. y WALKER, M. J. : Comentarios sobre el Cuaternario continental en el centro y sur de la provincia de Alicante (España). Actas Iª Reunión Nac. Grup. Esp. Trab. del Cuatern. 1974, pp. 15-38.
- DOORMAAL, J. C. A. van (1945) : Onderzoekingen betreffende de Löss-gronden van Zuid-Limbourg. These Wageningen.
- DUMAS, B. (1979) : Variations climatiques quaternaires et morphogénèse dans le Sud du Levant espagnol. Méditerranée, pp. 27-35.
- GARCIA SAINZ, L. (1944) : Las formaciones rojas loessico-fluviales del norte de España. Est. Geogr., pp. 247-340
- GARCIA SAINZ, L. (1957) : Origen y paleoclimatología de los loess rojos cuaternarios ibérico-mediterráneos. Actas Vº Congr. Intern. I.N.Q.U.A. Madrid-Barcelona, pp. 237-241.

- GONZALEZ MARTIN, J.A. y ASENSIO AMOR, I. (1977) : Contribución al estudio de acciones periglaciares en el borde S.W. del Sistema Ibérico (Cifuentes-Maranchón : Guadalajara). Colloque sur le periglaciaire d'altitude du domaine méditerranéen et abords. Strasbourg, pp. 177-185.
- IBAÑEZ MARCELLAN, M.J. y MENSUA, S. (1975) : Los valles asimétricos de la orilla derecha del Ebro. Actas IIª Reun. Nac. G.E.T.C., Jaca, pp. 113-122.
- PINILLA, A. et Al. (1977): Características mineralógicas de las dunas continentales de la llanura manchega. Actas IIIª Reun. Nac. G.E.T.C., Zaragoza, pp. 281-289.
- POPOV, A. I. (1972) : Les loess et dépôts loessoïdes produit des processus cryolithogènes. Biult. Perygl. n° 21, pp. 193-200.
- RIBA, O. (1957) : Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid. Vº Congr. Intern. I.N.Q.U.A., Livret Guide de l'excursion C-2, 53 pág.
- RIVIERE, A. (1952) : Expression analytique generale de la granulometrie des sediments meubles. Bull. Soc. Geol. Fr., n° 6, pp. 155-167.