

Cuadernos I. Geográfica	16	1-2	31-54	Logroño	1990
-------------------------	----	-----	-------	---------	------

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS DE LOS DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Francisco LOPEZ BERMUDEZ (*)
Carmelo CONESA GARCIA (*)

RESUMEN.-Las sucesivas condiciones ambientales semiáridas que el territorio del Campo de Cartagena, SE peninsular, registró a lo largo del Cuaternario hasta la actualidad, generaron dinámicas fluvio-torrenciales que se explicitaron en el paisaje a través de amplias formaciones aluviales. El análisis granulométrico de estas acumulaciones contribuye a diferenciar los procesos morfogenéticos de su depósito y caracterizar distintas facies sedimentarias. En este sentido, se han calculado diversos índices clásicos como los de heterometría, acuidad, disimetría ..., y parámetros de clasificación dinámica: índices de energía (N) y de "grosor" de los sedimentos (X), de Riviére (1977). La interpretación de las facies que presentan las curvas de frecuencias acumulativas y la descripción de las estructuras sedimentarias, en las que se localizan las muestras analizadas, completan esta aproximación al estudio sedimentológico de las formas aluviales en este territorio semiárido mediterráneo.

SUMMARY.-Granulometric characteristic of the alluvial formations in the Cartagena field (Spain). The succession semi-arid environmental conditions which have affected the area of Cartagena, in the southeast of Spain, from the Quaternary up to now, gave rise to torrential rainfalls which can be appreciated in the landscape's alluvial formations. The granulometric analysis of these accumulations helps to tell apart the different morphogenetic processes affecting their deposit, as well as to characterize their sedimental facies. In this respect, the common indices of heterometry, acuity, asymetry, and those of dynamic classification, energy rate (N) and thickness index (X) of Riviére (1977) have been calculated. The interpretation of those facies with bends of accumulative frequency, and the description of the sedimentary structures, where the analyzed samples are located, round off this study on the alluvial formations of a semiarid Mediterranean area.

* Departamento de Geografía Física. Universidad de Murcia. 30001, Murcia.

Palabras clave: Granulometría, barras sedimentarias, cauces, abanicos aluviales, medio semiárido.

Key words: Gravelometric, sediment bars, channels, alluvial fans, semi-arid environmental.

Rasgos destacados del paisaje del Campo de Cartagena vienen ligados a la geomorfología de sus sistemas de drenaje. Abanicos aluviales, barrancos, ramblas y barrancos constituyen un buen ejemplo del funcionamiento torrencial de estos sistemas y son consecuencia directa de la particular disposición topográfica y del régimen climático mediterráneo semiárido. La finalidad que se persigue con el presente trabajo es el estudio comparativo de los datos granulométricos para establecer posibles diferencias entre las facies detríticas que presentan distinta sedimentogénesis fluvial en este territorio del Sureste de la Península Ibérica.

En un sistema fluvial pueden formarse series de diferente facies y escala según la naturaleza y magnitud de los procesos actuantes. En las formaciones aluviales del Campo de Cartagena se constatan, en este sentido, cinco tipos de estructuras sedimentarias bastante frecuentes:

1. Laminación paralela, por lo general, se encuentra mejor representada en los frentes distales de los abanicos de la Sierra de Carascoy y en los lechos de inundación episódica de algunas ramblas de la vertiente septentrional de la Sierra Cartagena;

2. Estratificación cruzada de pequeña escala (planar y en surco), de la que existen buenos ejemplos en las secciones intermedias de los abanicos de la Cueva del Marqués y del Herrador;

3. Estratificación cruzada de gran escala tipo planar, constatable en los depósitos de afluencia de los tramos altos medios de las ramblas meridionales y en los tramos proximales de los conos;

4. Estratificación oblicua de gran escala tipo cuña, especialmente en cauces de gran sinuosidad y tramos con rupturas de pendiente;

5. Barras (paralelas y complejas), que presentan una gran variedad de tipos en el lecho actual de las ramblas costeras (Rambla del Valdelentisco, Bocaoria, Portús ...).

El análisis granulométrico de las muestras se traduce, con bastante frecuencia en curvas de facies parabólica cuyo grado de evolución varía en función del tipo de depósito y estructura sedimentaria. La distribución de tamaños de las partículas, la comparación de índices granulométricos de clasificación, simetría, acuidad, etc. y la aplicación del índice de evolución (N) y la media X, considerados por RIVIERE (1977) como parámetros de energía y de grosor respectivamente, han permitido caracterizar los diferentes depósitos fluviales desde un punto de vista descriptivo y dinámico. La relación que existe entre estos índices, en los casos estudiados, apenas puede interpretarse si no es admitiendo que, la mayoría de los depósitos han experimentado una acción de clasificación ligada a un medio de transporte fluviotorrencial y que de alguna

manera se han producido por exceso de carga o decantación al disminuir las energías de los flujos hídricos de carácter estacional y episódico.

Los resultados de estos análisis, unido a la consideración previa de las series estratigráficas, ponen de manifiesto la importancia geomorfológica y paleoambiental de dichos depósitos. Por un lado, abundan las secuencias de pequeña escala debidas a procesos que actúan en diversos subambientes, por ejemplo, los originados por variaciones del flujo en las ramblas, por rellenos de paleocauces (Rambla de los Monreales, Rambla de los Barbastres) o por desbordamientos, particularmente frecuentes en todo el área; otras son de mayor magnitud y resultan de la repetición de procesos o la superposición de varios subambientes sedimentarios, como es el caso de los observados en tramos de cauces que han experimentado cierta movilidad a lo largo del tiempo (p.e. el tramo de la Rambla de la Murta). Finalmente, existen otras de escala regional o global, debidas a cambios o fluctuaciones climáticas más importantes. De hecho, todas las capas que forman las series de acumulación de los conos aluviales de la sierra de Carrascoy son resultado de netas variaciones entre condiciones húmedas y áridas ocurridas en el transcurso del Cuaternario.

El análisis granulométrico de estas series, aplicado a través de índices granulométricos clásicos y de clasificación dinámica, permitirá aportar algunas consideraciones y criterios de diferenciación de las condiciones de transporte en las que se originaron los distintos depósitos aluviales del área.

1. Antecedentes

Las características granulométricas de los depósitos de los sistemas fluviales españoles no están todo lo estudiadas que sería de desear, y en algunas áreas como la nuestra son prácticamente desconocidas, existiendo a lo sumo algún que otro trabajo de geomorfología, como los de LÓPEZ BERMÚDEZ (1973) sobre la Vega Alta del Segura y DUMAS (1977) sobre el Sureste Peninsular, que los abordan en casos concretos y muy especialmente en el estudio de las terrazas aluviales. Los mecanismos, estructuras y facies sedimentarias de este tipo de depósitos están mejor estudiadas, aunque tampoco han tenido en nuestro país el interés que han mostrado en el ámbito anglosajón, donde existe una amplia bibliografía al respecto. SCHUMM cita ya en 1960 y 1968 un extenso número de trabajo, y el propio ALLEN (1984) hace referencia a más de 2.000 títulos sobre el tema, entre los que destacan los referidos a la dinámica de fluidos en medios fluviales, la remoción de las partículas sedimentarias, su emplazamiento y disposición, formas de lecho, tipos de estructuras sedimentarias. En España merece resaltar las obras de ASENSIO AMOR (1964); ASENSIO AMOR y LÁZARO OCHAITA (1976); DÍAZ MOLINA (1979 a y b); DABRIO y FERNÁNDEZ (1980); ALONSO, CALVO y GARCÍA DEL CURA (1986); GARCÍA RUÍZ *et al.* (1987); OLLERO OJEDA (1989); GÓMEZ VILLAR y MARTÍNEZ CASTROVIEJO (1989) y ARCHE (1989), esta última considerada ya por muchos, pese a su reciente aparición, como una excelente puesta al día en castellano de los nuevos avances de la sedimentología.

Respecto al estudio morfométrico de las formaciones aluviales, incluyendo el análisis granulométrico y de cantos, éste ha experimentado en nuestro país un lento desarrollo desde que ASENSIO AMOR publicó su "Geografía y sedimentología" en 1960. Sólo unos pocos trabajos han introducido algunas aportaciones de interés, entre ellos los de LÓPEZ DE AZCONA y MINGRANO MARTÍN sobre técnicas operatorias de la balanza de sedimentación (1972a) y métodos de análisis granulométrico (1972b), o los de RINCON et al. (1978), acerca del tratamiento estadístico de los datos granulométricos, y de GALLART y DOMÉNECH (1979); GALLART (1981), y GÓMEZ VILLAR y MARTÍNEZ CASTROVIEJO (1989), autores que proponen una adaptación logarítmica de los índices granulométricos clásicos.

2. Condiciones ambientales del área de estudio

Las muestras analizadas corresponden a sedimentos de diferentes sistemas aluviales reconocidos en el Campo de Cartagena, área que se sitúa en la parte meridional de la Región de Murcia, en el centro de la franja más oriental del Sureste peninsular español.

Con una extensión de 1698 Km², el Campo de Cartagena limita al norte con terrenos béticos cuyos crestones parten de las inmediaciones de San Miguel, alineándose en torno a las sierras de Altaona, Columbares, Villares, Puerto y Carrascoy hasta alcanzar la costa de 1.065 metros; por el este, el Mar Mediterráneo, desde la desembocadura del Río Seco, en la provincia de Alicante, hasta Cabo Palos, y el litoral interior del Mar Menor. El límite sur lo constituye una costa recortada y abrupta entre Cabo de Palos y la desembocadura de la Rambla del Valdelentisco. Finalmente, al oeste, existe una delimitación natural que sigue la línea divisoria occidental de la cuenca de la Rambla del Albuñón.

Marco morfoestructural

Entre las grandes unidades morfoestructurales que integran el Sureste peninsular, el sistema montañoso de la comarca de Cartagena se encuadra en la parte oriental de la zona bética interior, extendida desde El Ramonete y Lomo de Bas (en el extremo SW de la provincia de Murcia) hasta la costa sur de Valencia. Como características principales destacan la acumulación de materiales muy diversos, fruto de las sucesivas superposiciones de mantos de corrimiento, y la existencia de una densa red de fracturas que complica la morfología de la sierra litoral.

La fisonomía de estos afloramientos béticos y sus afinidades con otras formaciones alpinas quedan puestas de manifiesto en cuatro conjuntos geológicos distintos: el sustrato, la serie transgresiva, los terrenos mesozoicos y el neógeno.

DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

El sustrato, que constituye el conjunto más antiguo conocido hasta el momento actual, aflora ampliamente en la sierra litoral, sobre todo en los sectores de Portmán y La Unión. En la mayoría de los casos, no se compone más que de esquistos y cuarcitas negras que alcanzan espesores a veces superiores a los 1.000 metros.

Los terrenos mesozoicos son principalmente de edad triásica (Muschelkalk). Las estructuras casi verticales en algunos sectores se rebajan suavemente hacia el SE hasta aparecer finalmente acostadas en Cabo Tiñoso (La Picadera). Los cierres de estos pliegues tumbados no son visibles pero se deducen de la continuidad cartográfica, litológica y estructural. Respecto a la litología de estos terrenos, las sierras costeras de Cabo Palos a Cabo Tiñoso se dividen en dos áreas: una, el área de Cabo Tiñoso y Oeste de Cartagena, caracterizada por un Triás relativamente potente y rico en evaporitas, niveles dolomíticos, salíferos, yesosos; y otra, el área de Portman, donde el Triás comprende un nivel pelítico, interestratificado entre margo-calizas y dolomías. Sobre ambas áreas reposa anormalmente una unidad superior, el manto de La Muela, compuesto en nuestro sector únicamente por terrenos cuya facies recuerdan a las del Triás margo calizo, entre otros motivos, porque los materiales de edad post-triásica han sido desmantelados por la erosión.

Por último, entre los materiales neógenos de estas sierras destaca la formación de una serie de pudingas e incluso de brechas de edad miocena, intercalada entre niveles margosos, y que traduce el desmantelamiento de sectores montañosos ligados probablemente a un rejuvenecimiento tectónico. En la Sierra de Carrascoy, MONTENAT y MARTÍNEZ (1970) prueban la existencia de una transgresión, que iría de este a oeste, marcada por la aparición de conglomerados en la base del Mioceno medio. Durante el Plioceno, se producen una serie de hundimientos o flexuras en las que predomina la dirección E-W, y, asociados con ellos, aparecen un conjunto de cerros o domos volcánicos (Cabezo Negro de Tallante, Cabezo Rajao, Cerro del Carmolí ...), algunos de los cuales penetran profundamente en el basamento y crean en torno a ellos todo un sistema de fallas radiales.

La estructura geológica del resto del Campo de Cartagena se caracteriza esencialmente por una alternancia de cuencas profundas y de ejes gravimétricos positivos o tierras altas que presentan una misma orientación general (NW-SE). MONTENAT (1973) advierte en la cuenca neógeno-cuaternaria del Mar Menor la presencia de tres importantes subcuencas sedimentarias: San Pedro del Pinatar, Torre Pacheco-Los Martínez del Puerto y El Escobar-La Pinilla, entre las que se alinean dos "altos", de potencia sedimentológica escasa o inexistente (el eje del Cabezo Gordo y el de Los Victorias-Los Gómez), representados en superficie por pequeños macizos triásicos que constituyen el testimonio actual de un paleorrelieve mucho más accidentado.

Estas formaciones geológicas se traducen morfológicamente en dos unidades básicas:

1. Un área accidentada (Sierra de Carrascoy y Sierras Litorales), que afecta principalmente a las series geológicas nevado-filábrides y alpujárrides de la comarca, y que es el resultado lógico de la aloctonía de los mantos de corrimiento tan propia del Complejo Bético, en combinación con una profusa densidad de líneas tectónicas. Los procesos de erosión hídrica desempeñan una importante función, debido sobre todo al acusado dinamismo morfológico de los numerosos cursos torrenciales que existen en este área. No obstante, las sierras costeras se caracterizan por una marcada disimetría que tiende, aunque a gran escala en el tiempo, a atenuarse progresivamente. Así lo prueba la erosión regresiva de la vertiente sur mediterránea, que llega a insinuarse de forma muy activa entre la costra villafranquiense y el flanco norte. Los principales responsables de que esto ocurra son el acarreo y la erosión impuestos por importantes aparatos de régimen torrencial, que tienden a desvincular a las sierras litorales del rosario de costras extendidas al pie de su ladera norte, vertientes que, por otro lado, son mucho menos escarpadas que las meridionales, a las que caracteriza una superficie rocosa de indentaciones frecuentemente bruscas, acantilados y peculiares formas kársticas.

2. Una extensa llanura, más del 75 por ciento de la superficie comarcal, limitada al norte por las sierras de Carrascoy, Puerto, Villares, Columbares, Altaona y Escalona, al sur por las litorales de la Unión, Cartagena y Algarrobo, en tanto que al este linda con el Mar Menor y al oeste se continúa fuera de los límites administrativos.

Condiciones bioclimáticas

La principal característica bioclimática del Campo de Cartagena es la existencia de una marcada aridez con prolongadas etapas de detención bioagraria que, en general, rebasan los 8 meses al año. Únicamente las estaciones costeras mejor expuestas a los vientos de Levante, y las situadas en las estribaciones meridionales de la Sierra de Carrascoy pueden catalogarse como semiáridas, con periodos de sequía de 6 meses. Aunque el nivel térmico se encuentra siempre por encima del mínimo exigido para el crecimiento vegetativo de las plantas (temperaturas medias mensuales superiores a los 7,5°), la escasez de precipitaciones (entre 290 y 356 mm. de media anual), los elevados valores de evapotranspiración potencial (entre 840 y 900 mm. anuales) y las reducidas disponibilidades hídricas infiltradas, la mayoría de las veces inferiores a 45 mm. al cabo del año, condicionan sin duda la actividad vegetativa del área. La asociación vegetal *Chamaeropideto-Rhamnetum lycioides*, tan característica de estas tierras, es claro reflejo de una climax de gran adaptación a la aridez impuesta por una pertinaz sequía y unas temperaturas rigurosamente altas, y lo mismo ocurre con especies arbóreas como el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), el olivo (*Olea europea*), o formaciones esteparias como el esparto (*Stipa tenacissima*) y el albardín (*Lygeum spartum*).

DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Además, el Campo de Cartagena, por su situación en el ámbito mediterráneo español, y más concretamente en el Sureste peninsular, participa del régimen pluviométrico de esta región, caracterizado por precipitaciones torrenciales con máximas probables en 24 horas superiores a 100 mm. para periodos de retorno de 5 años, y que son especialmente intensas en determinadas épocas del año; tal es el caso de los primeros días de otoño cuando sectores localizados del Mediterráneo Occidental actúan como focos de gran termicidad y activos generadores de vapor de agua. Esto se traduce en escorrentías superficiales concentradas de gran poder erosivo que modifica profundamente las facies de los depósitos actuales e incide verticalmente sobre los cuerpos sedimentarios originados en paleoambientes algo más áridos que los actuales, responsables de la formación de los numerosos abanicos aluviales que aparecen al pie de las sierras limítrofes.

3. Material y métodos

El total de muestras analizadas asciende a 60, repartidas en 13 columnas estratigráficas, que representan diferentes depósitos aluviales, la mayoría de los cuales se componen de materiales de arrastre torrencial (barras de lecho, abanicos aluviales). A cada columna se le asigna un número que aumenta, de acuerdo con su localización, de Norte a Sur y de Oeste a Este, adjuntándosele una letra que indica la naturaleza del depósito (a, depósito aluvial de rambla o barranco y b, cono de derrubios) (Cuadro 1) (fig. 1).

CUADRO 1.

Identificación y situación de las columnas estratigráficas seleccionadas.

<i>Columna</i>	<i>Nº de muestras</i>	<i>Unidad Geomorfológica</i>
1b	10	Abanico de Cobachos (S de la Sierra de Carrascoy).
2a	3	Terraza baja de la Rambla de Cobachos.
3a	5	Terrazas de la Rambla de Fuente Alamo.
4a	5	Lecho episódico de inundación de la Rambla del Albujón.
5a	3	Terraza de la Rambla de la Azohía.
6a	4	Formación deltáica. Rambla de Bocaoria.
7a	3	Barra aluvial. Rambla de Peñas Blancas.
8a	5	Paleocauce. Rambla de los Barbastres.
9a	5	Terrazas de la Rambla del Portús.
10a	2	Barra aluvial. Barranco de Roldán.
11b	4	Cono de derrubios, al pie del Cabezo del Pino (área de Portmán).
16a 12a	5	Barra lateral. Rambla del Beal.
17a 13a	6	Margen de la Rambla de la Carrasquilla.

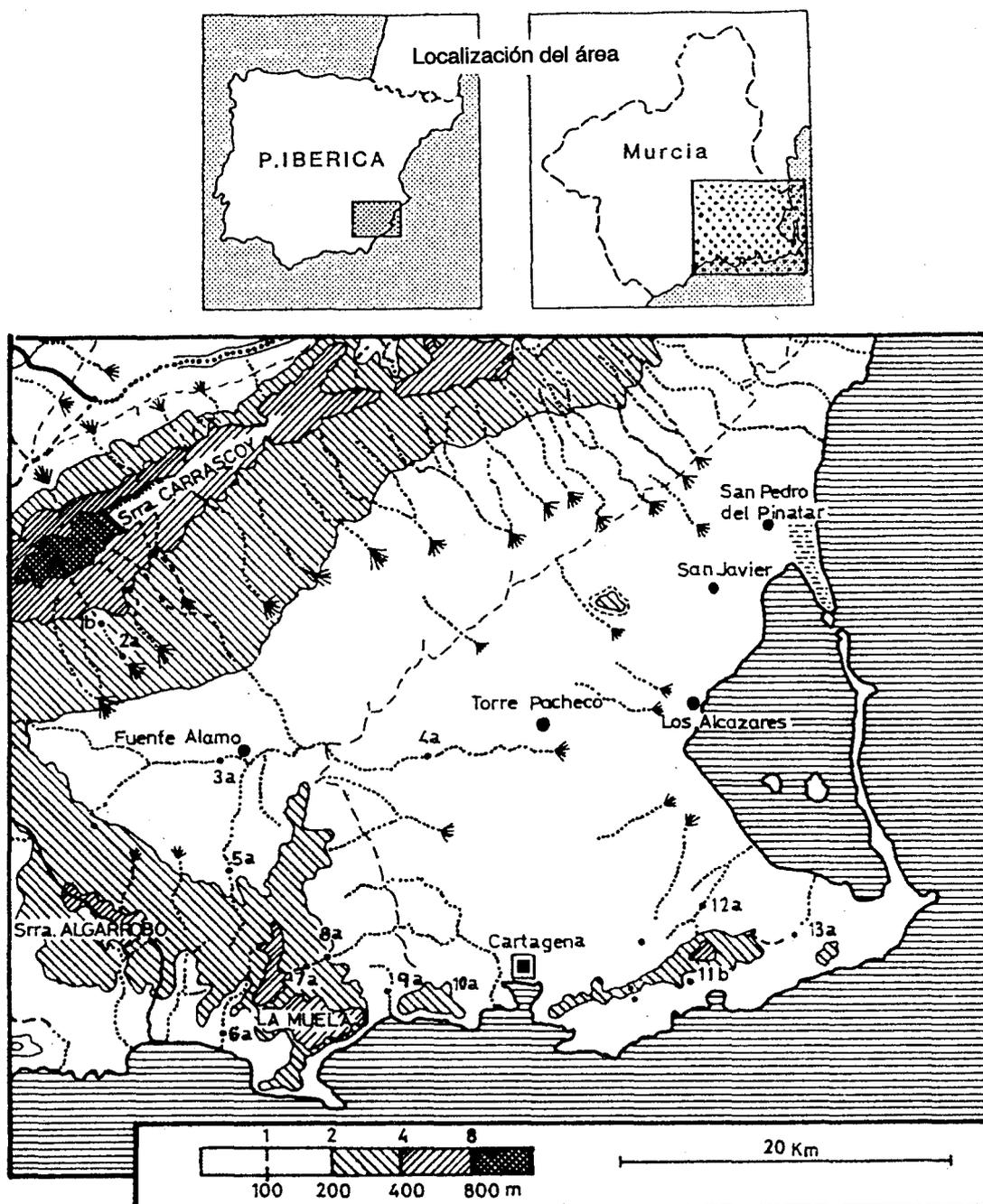


Fig.1. Esquema de situación de las series sedimentarias estudiadas

La interpretación granulométrica está principalmente basada en los resultados obtenidos mediante el cálculo de los parámetros muestrales clásicos (CAILLEUX y TRICART, 1969), distinguiendo, de acuerdo con la metodología de RINCON *et al.* (1978):

1. Parámetros comunes en sedimentología.

- Mediana Q_{50}
- Índice de clasificación de Trask ("sorting index") $So = Q_{25}/Q_{75}$

DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

-Qd de Krumbein	$Qdphi = -Log_2 S_0$
-Media phi (INMAN)	$m = (q_{e4} + q_{16})/2$
-Desviación típica (INMAN)	$\sigma = (q_{e4} - q_{16})/2$
-Coeficientes de disimetría:	
$A_k = (Q_{75} - Q_{25})/Q_{50}$	(KRUMBEIN)
$S_k = (Q_{25} \cdot Q_{75})/Q_{50}^2$	(TRASK. SKEWNESS)
$\alpha_1 = (m - Q_{50})/\sigma$	(INMAN)
$\alpha_2 = [1/2 (q_5 + q_{95}) - Q_{50}]/\sigma$	(INMAN)
-Coeficientes de acuidad (KURTOSIS):	
$K = 1/2 (q_{95} - q_5) - \sigma/\sigma$	(INMAN)
$K_G = (q_{95} - q_5) / [2,44 (Q_{75} - Q_{25})]$	(FOLK y WARD)

2. Parámetros estadísticos, entre los que se han considerado la varianza de los valores reales del índice de energía N (RIVIERE, 1977), las desviaciones residuales de estos valores en relación con las rectas de regresión que los ajustan y la relación existente entre la media X (parámetro de "grosor" de los sedimentos) y el índice de evolución N.

Las frecuencias acumuladas de las fracciones de cada tamaño han sido representadas gráficamente en escalas logarítmico-gaussianas con el fin de observar su tipología, determinar el grado de "lognormalidad" de las curvas de distribución y apreciar con mayor detalle las proporciones muestrales menos significativas.

4. Resultados y discusión

4.1. *Granulometría de los abanicos torrenciales*

La mayor parte de los sedimentos que componen la "serie de Cobachos" (Cuadro 2) se incluyen en la categoría de las gravas y arenas. La muestra 1b-1, que tiene la proporción más alta de arenas (73,3%), pertenece al horizonte superior encostrado. El horizonte inmediatamente inferior cuenta también con mayor porcentaje de arenas (1b-2 y 1b-3), al igual que las barras de estructura laminar representadas por las muestras 1b-7, 1b-9 y 1b-10. Respecto a la fracción arenosa destaca a simple vista el predominio de las arenas gruesas, con la excepción de las dos capas superiores y la de 1b-10, en las que abundan las arenas de tamaño medio (1-0.5 mm.).

Los altos porcentajes de arenas encontrados en el techo y base de la secuencia, unido a su disposición en cuerpos tabulares con laminación paralela, traducen la existencia de corrientes efímeras desarrolladas dentro de un régimen de flujo alto en la etapa inicial y final del relleno cuaternario. La brusca disminución de la energía de las corrientes esporádicas hace que, en toda la serie, apenas quede registro de estructuras producidas en régimen de corriente baja y que las fracciones de grava y arena predominen sobre los limos y arcillas.

CUADRO 2.

Distribución granulométrica de la serie de Cobachos.

Muestra Nº	Total Muestra		Fracción Arenas				
	Grava >2mm (%)	Arena 2-0,05 mm (%)	Fracción <0,05 mm (%)	A.gruesa 2-1 mm (%)	A.media 1-0,5mm (%)	A.fina 0,5-0,25mm (%)	A.muy fina 0,25-0,05 mm (%)
1b-1	25,2	73,3	1,5	17,0	51,8	23,6	7,6
1b-2	42,3	54,2	3,5	30,4	42,3	20,2	7,1
1b-3	45,1	51,8	3,1	32,9	40,7	20,7	6,0
1b-4	67,5	31,8	0,7	58,3	30,2	10,2	1,3
1b-5	65,4	33,7	0,9	59,0	28,5	11,0	1,5
1b-6	58,0	39,9	2,1	56,6	25,6	13,7	4,1
1b-7	36,0	62,0	2,0	43,0	27,3	21,5	8,2
1b-8	60,2	38,6	1,2	60,0	29,1	8,9	2,0
1b-9	40,7	58,0	1,3	48,6	33,5	14,0	3,9
1b-10	34,4	63,1	2,5	29,3	41,0	25,2	4,5

En los sectores apicales de éste y otros abanicos (Herrador, Ros ...), la proporción de arenas gruesas es aún mayor, siendo relativamente frecuente el que se obtengan porcentajes superiores al 65 por ciento del material arenoso. La fracción inferior a 0.05 mm. es muy escasa en la totalidad de las muestras analizadas, no rebasando en ningún caso el 4 por ciento del total. Hacia el frente distal, las cantidades de limo y arcilla aumentan considerablemente, confundándose a veces con los limos rojos del glaciis plio-cuaternario de Los Cánovas-Truyols.

Las curvas de frecuencias acumuladas correspondientes a las citadas muestras forman un conjunto bastante uniforme en el que se solapan prácticamente la totalidad de los perfiles (fig. 2). En casi todos ellos se aprecian dos claras inflexiones; la primera de ellas, de tipo convexo, se halla situada entre 0,75 y 1,25 mm., en el dominio de la arena media y gruesa, mientras que la segunda está comprendida en el intervalo 0,06-0,1 mm., o sea dentro de la categoría de arena muy fina. Entre ambas inflexiones, las curvas toman un trazado menos inclinado, que pone de manifiesto la elevada heterometría del depósito.

En el siguiente cuadro se representan los valores de los parámetros e índices granulométricos correspondientes a algunas muestras representativas de la serie de Cobachos y de la "serie del Pino":

Los valores de la mediana se sitúan en torno a 0,63-1,22 mm. en Cobachos y 0,30-0,45 mm. en el borde distal de la formación del Pino, incluyéndose respectivamente en los dominios de arena gruesa y fina. Esta diferencia granulométrica se halla relacionada con la naturaleza litológica del área de producción de sedimentos, existiendo una estrecha dependencia entre el tamaño de las arenas "matrices" y la mayor o menor proporción de rocas metamórficas de los sectores de denudación.

CUADRO 3.

Parámetros e índices granulométricos de algunas muestras representativas de las "series de Cobachos" y "del Pino".

Muestra	Q_{25}		Q_{50}		Q_{75}		q_5		q_{16}		q_{84}		q_{95}	
	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ
1b-1	0,81	0,30	0,63	0,65	0,40	1,30	1,30	-0,39	1,10	-0,14	0,28	1,83	0,10	3,31
1b-2	1,24	-0,32	0,72	0,46	0,47	1,10	1,72	-0,78	1,53	-0,62	0,30	1,73	0,08	3,65
11b-1	0,79	0,34	0,30	1,74	0,15	2,70	1,20	-0,27	0,91	0,13	0,09	3,47	0,04	4,80
Muestra	$Q_{50(\%)}$	m	σ	Qd	S_o	$Sk^{(*)}$	α_1	α_2	K	K_s				
1b-1	0,63	0,84	0,98	0,50	1,42	0,82	0,19	0,83	0,89	1,52				
1b-2	0,72	0,56	1,17	0,71	1,62	-0,68	0,08	0,85	0,89	1,28				
11b-1	0,30	1,80	1,67	1,17	2,29	1,32	0,04	0,24	0,42	0,83				

ϕ = unidades phi; (*) Resultado en mm.

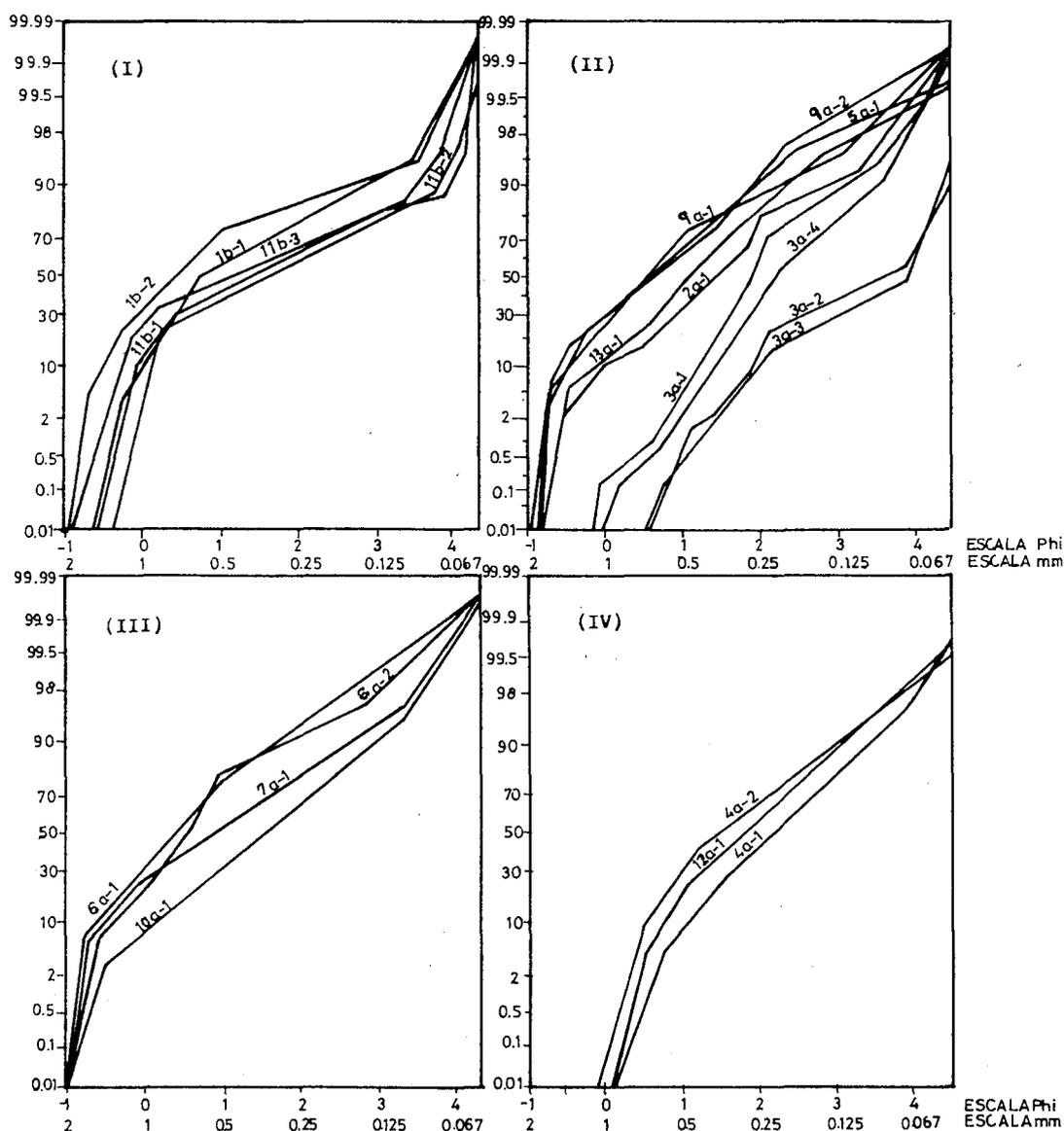


Fig. 2. Curvas de frecuencias acumulativas. Muestras de las series de Cobachos y del Pino (I), ejemplos de terraza (II), lechos de rambla y barras aluviales (III), arenas sueltas (IV).

La dispersión intercuartilar alcanza unos valores moderadamente altos, manteniéndose en la totalidad de las muestras entre 0,4 y 0,8 mm., excepto en algunos niveles intermedios de la serie de Cobachos (1b-5 y 1b-8), en los que un incremento en el porcentaje de material grueso hace que el valor de la dispersión intercuartílica sea ligeramente más elevado. En general, las curvas de frecuencias de esta serie traducen una clasificación desigual de las arenas. Así lo ponen de manifiesto los valores que adopta el índice de Trask S_o en la mayoría de las muestras 1b (1,4-1,8).

En la "serie del Pino" la fracción fina está peor clasificada, registrándose índices S_o en torno a 2,2. La asimetría de las curvas es muy considerable, presentando por regla general una tendencia positiva. No obstante, el valor de S_k varía irregularmente aun dentro de cada serie, produciéndose mayores

oscilaciones en las "matrices arcillo-arenosas" que empastan los derrubios de torrentera. En la serie de Cobachos los valores negativos se reducen a dos depósitos con características menos torrenciales. Estos valores, tan dispares en algunos casos, confirman la idea de unas condiciones de sedimentación diferentes para las muestras de ambos tipos de formación. Tanto los índices de asimetría de INMAN (a_1 y a_2) como los de acuidad (K y K_Q) reiteran este hecho, a la vez que demuestran la inexistencia de posibles retoques eólicos sobre tales depósitos.

Atendiendo al carácter y proceso evolutivo de los materiales detríticos en los que se incluye la fracción arenosa estudiada, y según la clasificación dinámica propuesta por RIVIERE (1977), la mayoría de ellos se presentan un tipo de curva de facies parabólica ($0,1 \leq N \leq 0,6-0,7$; $X \geq 2,75$), muy propia de coladas de barro y arroyamientos difusos, turbios con importantes acumulaciones de cantos.

4.2. Características granulométricas de las terrazas

Los depósitos arenosos de las terrazas aluviales presentan ciertas diferencias texturales puestas de manifiesto en la siguiente granulometría:

Como puede comprobarse en el cuadro 4, existe un neto contraste entre la granulometría de las terrazas T_1 de las ramblas de perfil longitudinal más suave y la de los niveles $T_1 T_2$ de las ramblas con pendiente más pronunciada. En las primeras (Rambla de Fuente Alamo, Rambla de Albuñón, Rambla de la Carrasquilla) las muestras 3a-1, 3a-2 y 13a-1 se encuentran incluidas en la categoría de arenas finas, situándose entre 0,1 y 0,5 mm. En la Rambla de la Carrasquilla, al NW de los Belones, la muestra 13a-1 no puede considerarse definitivamente como perteneciente a un nivel de terraza. Más bien parece mantener cierta semejanza con las características granulométricas del tramo superior del glacis circundante, por lo que el escalón morfológico del margen podría explicarse en función de fases sucesivas de encajamiento sobre el material limoso del citado glacis. Este fenómeno guarda relación con la hipótesis de que se trata de un curso de instalación moderna que no ha experimentado las fases de relleno de principios del Würm.

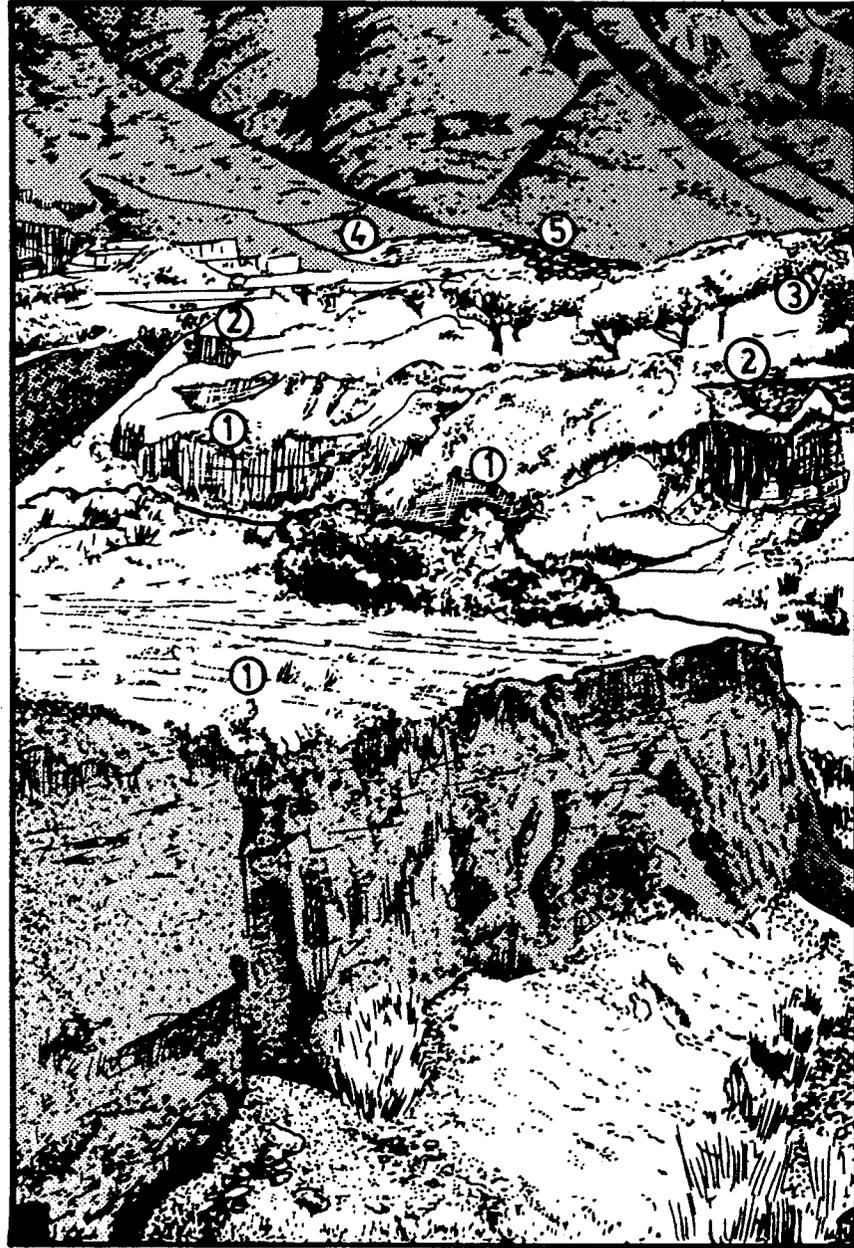
Los retazos de terraza conservados esporádicamente en las ramblas de perfil más acusado (Rambla de la Azohía, Rambla de la Muela -fig. 3- y Rambla del Portús), suelen localizarse en sectores de rellano extendidos aguas abajo de tramos de fuerte pendiente. La totalidad de las muestras quedan comprendidas en el dominio de la arena media y gruesa, alcanzándose medianas siempre por encima de 0,8 mm. Igualmente la mayor parte de las muestras estudiadas en la serie de Las Escarihuelas (cuenca de la Rambla del Portús) presentan una tendencia claramente definida hacia fases de arenas gruesas. Se trata, por consiguiente, de un material arenoso netamente más grueso que el del conjunto anterior, si bien la desviación intercuartílica, la desviación de Inman (σ) y los índices de clasificación (Q_d y S_o) se mantienen en la misma línea. Tampoco existen grandes diferencias en cuanto a las fases de acumulación de material,

CUADRO 4.

Parámetros e índices granulométricos de las arenas de terraza.

Muestra	Q_{25}		Q_{50}		Q_{75}		q_5		q_{16}		q_{84}		q_{95}	
	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ	mm	ϕ
2a-1	0,68	0,55	0,40	1,32	0,27	1,89	1,61	-0,69	0,78	0,35	0,22	2,18	0,11	3,19
3a-1	0,38	1,39	0,29	1,72	0,21	2,25	0,63	0,66	0,44	1,18	0,16	2,61	0,10	3,32
3a-2	0,22	2,15	0,10	3,32	0,06	4,00	0,38	1,40	0,28	1,84	0,05	4,25	0,04	4,80
5a-2	1,20	-0,27	0,83	0,27	0,45	1,15	1,77	-0,82	1,57	-0,65	0,30	1,75	0,21	2,25
9a-1	1,10	-0,14	0,87	0,20	0,49	1,03	1,78	-0,83	1,36	-0,45	0,27	1,89	0,12	3,05
9a-2	1,53	-0,62	0,84	0,25	0,42	1,25	1,83	-0,87	1,70	-0,77	0,31	1,68	0,19	2,40
9a-3	1,67	-0,75	1,15	-0,20	0,59	0,75	1,90	-0,93	1,58	-0,66	0,36	1,47	0,20	2,32
9a-4	1,35	-0,44	0,97	0,05	0,50	1,00	1,94	-0,96	1,62	-0,70	0,33	1,60	0,16	2,65
9a-5	1,67	-0,74	1,12	-0,16	0,61	0,71	1,89	-0,92	1,56	-0,65	0,35	1,50	0,22	2,15
13a-1(?)	0,72	0,46	0,52	0,95	0,35	1,51	1,70	-0,77	0,81	0,30	0,20	2,32	0,14	2,83
Muestra	$Q_{50(\%)}$	m	σ	Q_d	S_o	$Sk(*)$	α_1	α_2	K	K_s				
2a-1	0,40	1,26	0,91	0,67	1,59	1,15	-0,07	-0,08	1,13	1,19				
3a-1	0,29	1,89	0,71	0,43	1,34	0,95	0,24	0,38	0,86	1,32				
3a-2	0,10	3,04	1,20	0,92	1,91	1,32	-0,23	-0,17	0,43	0,76				
5a-2	0,83	0,55	1,20	0,71	1,63	0,78	0,23	0,37	0,28	0,84				
9a-1	0,84	0,72	1,17	0,58	1,50	0,71	0,44	0,78	0,66	1,36				
9a-2	1,21	0,45	1,22	0,93	1,91	0,91	0,16	0,42	0,34	0,72				
9a-3	1,15	0,40	1,07	0,85	1,68	0,75	0,56	0,83	0,52	0,89				
9a-4	0,97	0,45	1,15	0,72	1,64	0,72	0,35	0,69	0,57	1,03				
9a-5	1,12	0,42	1,08	0,73	1,66	0,81	0,54	0,77	0,42	0,87				
13a-1(?)	0,52	1,31	1,01	0,53	1,43	0,93	0,36	0,08	0,78	1,40				

 ϕ = unidades phi; (*) = resultado en mm.



DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Fig. 3. Panorámica parcial de la depresión de Galifa. En primer término, retazos de las terrazas inferior (1) y media (2) de la Rambla de la Muela. En segundo término, glacis de acumulación de Galifa (3). Al fondo, talud de piedemonte (4) y cono de derrubios (5) de Los Caramanchones.

que se hallan similarmente distribuidas, aunque con distintas frecuencias de tamaño.

Las curvas acumulativas correspondientes a las muestras de los distintos niveles de terrazas (series 2a, 3a, 5a, 9a y 13a) (fig. 2) son menos homogéneas que las de la serie de Cobachos, con trazados distintos y mayor variedad de tamaños. La mayoría de ellas muestran una pequeña inflexión a la altura de 0,25 mm., traduciendo en torno a este tamaño una homometría parcial. Generalmente, según se desprende de los datos granulométricos, la presencia de esta inflexión puede interpretarse como debida a un aporte de material nuevo formado a consecuencia de fenómenos de rotura ocurridos durante el transporte, lo que ha generado una adición de nuevas partículas a los tamaños más finos.

Las curvas de la serie de Fuente Alamo (3a) presentan un pico intermedio que responde a una mayor acentuación de la homometría del depósito en el intervalo 0,25-0,30 mm.

Las curvas de las restantes series de terraza se solapan unas con otras, formando un conjunto más uniforme, caracterizado por segmentos de pendiente menos pronunciada, que expresan una peor clasificación de las partículas. Presentan también dos segmentos rectilíneos con una ruptura que comúnmente aparece en una frecuencia acumulativa de menos del 90 por ciento y un descenso a partir del rango 2,5-3,5. De este modo, el segmento constituye menos del 10 por ciento de la distribución total. Esta tendencia se acusa en las series 5a de la Rambla de la Azohía y 9a de Las Escarihuelas.

En general, los valores de clasificación dinámica de los sedimentos detríticos, de los que forman parte las fracciones arenosas y limo-arcillosas consideradas, se caracteriza por una facies sublogarítmica ($-0,1 \leq N \leq 0,1$; $2 \leq X \leq 2,75$), que refleja la existencia de procesos de sedimentación por exceso de carga tras recorridos cortos, así como un transporte torrencial y esporádico.

El análisis granulométrico de las arenas que colmatan el paleocauce de la Rambla de los Barbastres (fig. 4) lleva a identificar la fase principal de su relleno con la que debió originar el nivel T₃ de la Rambla del Portús. La mediana se sitúa en 1,11 y la desviación de Inman (σ) es 1,02. Si se comparan estos valores con los de la muestra 9a-1, así como los de asimetría de SKEWNESS (Sk) y de INMAN (a_1 y a_2), se comprueba que ambas muestras, próximas entre sí y con fuentes de litologías muy similares, tienen gran semejanza (véase el cuadro 5).

4.3. Barras de arena en lechos actuales

En este grupo han sido englobadas muestras pertenecientes a barras arenosas de lechos móviles, a fin de distinguir las formaciones actuales de los rellenos antiguos.

Los valores de la mediana de estas muestras representan tamaños más bajos que los del conjunto precedente, siendo su valor máximo 0,75 mm. e incluyéndose la mayoría de ellas en la categoría de la arena media, con pequeñas

CUADRO 5.

Granulometría de la muestra 8a-1 (Paleocauces de la Rambla de Los Barbastres).

Muestra	Q_{26} mm	φ	Q_{50} mm	φ	Q_{75} mm	φ	q_5 mm	φ	q_{16} mm	φ	q_{34} mm	φ	q_{55} mm	φ
8a-1	1,63	-0,71	1,11	-0,15	0,54	0,89	1,70	-0,77	1,61	-0,69	0,39	1,35	0,21	2,25
Muestra	$Q_{50(*)}$	m	σ	Qd	So	$Sk^{(*)}$	α_1	α_2	K	K_6				
8a-1	1,11	0,33	1,02	0,80	1,74	0,71	0,47	0,80	0,48	0,77				

φ = unidades phi, (*) resultado en mm.

variaciones según los sectores (cuadro 6). Los valores más bajos de la mediana, en este tipo de depósitos coinciden con los obtenidos en las barras de mayor movilidad (12a-2, Rambla del Beal) o las situadas de forma dispersa sobre lechos de inundación episódica, cuya textura ha sido modificada por causa de determinadas labores agrícolas (4a-1, Rambla del Albuñón). Asimismo, la dispersión intercuartílica es también sensiblemente menor, alcanzando una media de 0,17 mm. para el total de las muestras estudiadas. Como bien puede observarse en la curva de frecuencias acumulativas de la fig. 2, la clasificación de las muestras es ligeramente mejor que las de las terrazas aluviales, con la salvedad de las arenas de lecho del Barranco de Roldán, donde la pendiente es muy fuerte y se recoge abundante material coluvionar. Las muestras tomadas como representativas de estos sedimentos tienen un valor S_o comprendido entre 1,30 y 1,77.

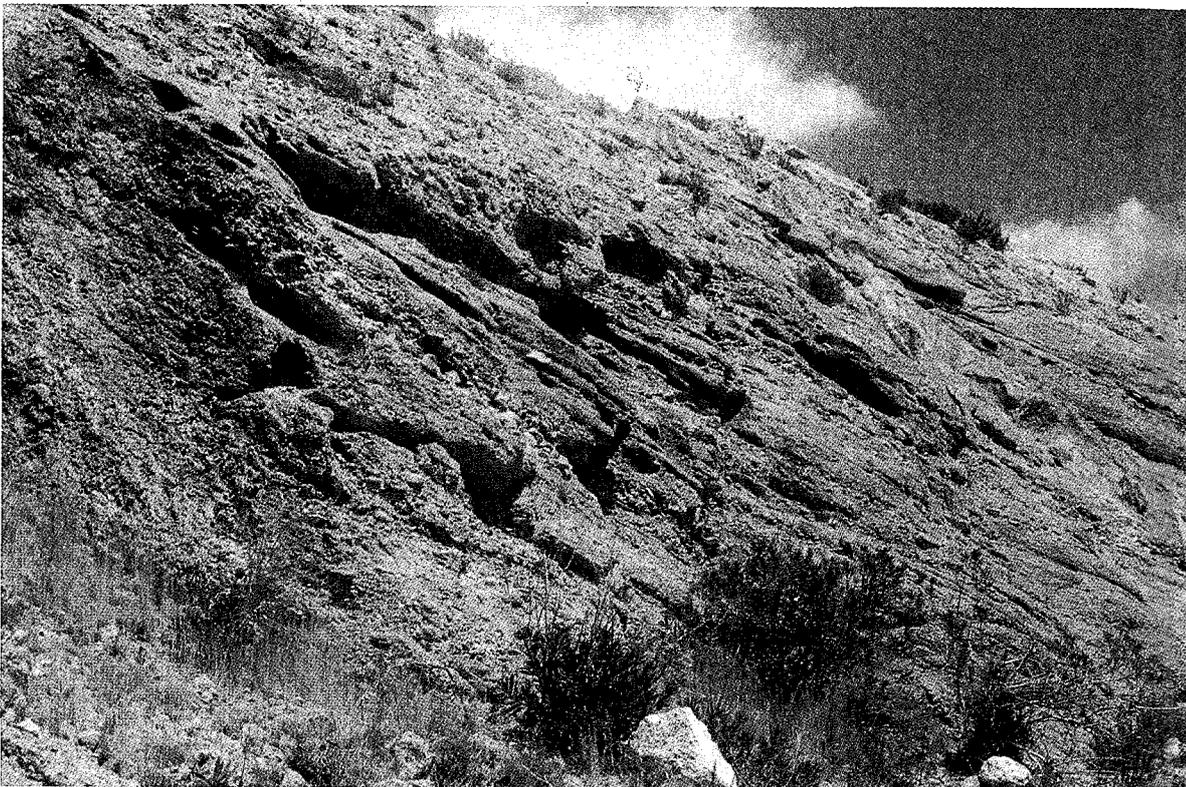


Fig. 4. Frente de barras basculado, con estructura cruzada. (Paleocauce de la Rambla de Los Barbastres).

La nota más característica, que las diferencia del resto de las formaciones estudiadas, viene dada por valores de asimetría negativos próximos a 0, hecho que sólo puede explicarse teniendo en cuenta la importante influencia del transporte eólico de las partículas arenosas del lecho de estas ramblas en el transcurso de los períodos secos estivales. Precisamente las arenas sueltas encontradas en el lecho de la Rambla del Albuñón (4a-1) y junto a los márgenes

CUADRO 6.

Parámetros e índices granulométricos de barras arenosas de lechos de ramblas.

Muestra	Q_{25}		Q_{50}		Q_{75}		q_5		q_{16}		q_{84}		q_{95}	
	mm	φ	mm	φ	mm	φ	mm	φ	mm	φ	mm	φ	mm	φ
4a-1	0,37	1,43	0,20	2,31	0,16	2,65	0,70	0,51	0,49	1,07	0,09	3,46	0,06	4,05
6a-2	1,23	-0,30	0,75	0,41	0,50	1,00	1,98	-0,98	1,52	-0,60	0,37	1,43	0,18	2,47
7a-1	0,94	0,09	0,67	0,58	0,55	0,85	1,80	-0,85	1,42	-0,50	0,31	1,68	0,13	2,95
10a-1	1,05	-0,08	0,53	0,87	0,26	1,90	1,87	-0,90	1,41	-0,50	0,20	2,32	0,10	3,32
12a-1	0,47	1,09	0,28	1,84	0,19	2,40	0,71	0,50	0,60	0,74	0,14	2,84	0,09	3,47
12a-2	0,25	2,00	0,13	2,95	0,08	3,65	0,43	1,22	0,32	1,65	0,06	4,05	0,03	5,05

Muestra	$Q_{50(\gamma)}$	m	σ	Gd	So	$Sk(*)$	a_1	a_2	K	K_6
4a-1	0,20	2,27	1,19	0,61	1,52	1,48	-0,03	-0,03	0,49	1,19
6a-2	0,75	0,42	1,02	0,65	1,57	1,09	0,01	0,33	0,69	1,09
7a-1	0,67	0,59	1,09	0,38	1,31	1,15	0,01	0,43	0,74	2,05
10a-1	0,53	0,91	1,41	0,99	1,98	0,97	0,03	0,25	0,50	0,87
12a-1	0,28	1,79	1,05	0,66	1,57	1,14	-0,05	0,14	0,41	0,93
12a-2	0,13	2,85	1,20	0,82	1,77	1,18	-0,08	0,15	0,59	0,95

φ = unidades phi; (*) resultado en mm.

de la Rambla del Beal (12a-1 y 12a-2), en las que se han obtenido los valores de mediana más bajos, son las que presentan una mayor modificación eólica con valores de asimetría negativa ($a_1 = -0,03$ a $-0,08$).

Las curvas acumulativas de estas series, a excepción de la 6a, mantienen un trazado parecido al que tienen las curvas representativas de los niveles T_1 y T_2 de la Rambla del Portús, con una inflexión a la altura de 0,1 y 0,13 mm., correspondiente al 95 por ciento acumulado de la distribución. Consta de un segmento recto, comprendido entre los tamaños 0,1 y 1,8 mm., con una pendiente algo más suave que la obtenida para los depósitos de terraza. Las facies de estas curvas se mantienen, por tanto, en el tipo sublogarítmico ya apuntado para las terrazas aluviales. Cierta número de estas muestras presentan curvas con tendencia a la lognormalidad. Los casos más claros corresponden a muestras de arenas fluviales que han sufrido un violento transporte y una reordenación por efecto de la acción marina. Este aspecto caracteriza a las arenas finas de formaciones deltaicas o próximas al litoral. Pero lo más común en estas formaciones es que aparezcan dos o tres distribuciones lognormales dentro de cada muestra, probándose una vez más la tendencia apuntada por VISHNER (1969) y MIDDLETON (1970) a la lognormalidad mixta en los sedimentos.

La muestra más homométrica, cuya curva expresa una inflexión intermedia bastante apreciable en el intervalo 0,5-1 mm., es la 6a-2, perteneciente a la serie de La Azohía (delta), situada cerca de la desembocadura de la Rambla de Bocaoria. A pesar de pertenecer a un depósito aluvial, esta muestra, localizada a 1,5 mm. de profundidad, tienen claros indicios de haber sufrido los efectos de corrientes bidireccionales propias de los movimientos de oleaje en una línea de costa más retrasada que la actual (FRIEDMAN & JOHNSON, 1986).

5. Conclusiones

Todas las capas que forman las series sedimentarias analizadas son producto de las variaciones medioambientales pretéritas del área. Las fases predominantemente húmedas, con desarrollo de una relativa cubierta vegetal cedería poca cantidad de sedimentos y contribuiría al ahondamiento de los lechos fluviales. En las fases áridas las arroyadas dispondrían de gran volumen de materiales, con frecuencia arenas y gravas, y su caudal sería por lo general irregular e insuficiente para un acarreo largo. Buen ejemplo de ello son los depósitos fluvio-torrenciales de los abanicos extendidos al Sur de la Sierra de Carrascoy, cuya granulometría pone de manifiesto la sucesión de corrientes de alta energía. El transporte se realizaría fundamentalmente durante las épocas de avenidas y quedaría estacionado en los estiajes, construyéndose el abanico mediante la adición consecutiva de capas de guijarros, gravas y arenas de diferente tamaño. De acuerdo con ello, la fracción arenosa se caracteriza por el predominio de las arenas gruesas, sobre todo en los sectores apicales, donde, de hecho, se constata una peor clasificación de los materiales.

La progresiva disminución de la disponibilidad de sedimentos y el simultáneo, aunque irregular, aumento de su categoría dimensional hacia el techo de la serie, sugieren una gradación de períodos climáticos a lo largo del Cuaternario con duración y características específicas distintas. El espesor y la granulometría de las unidades inferiores demuestran, en comparación con la de las suprayacentes, que las etapas climáticas más antiguas fueron las más prolongadas a la vez que estuvieron presididas por fases más húmedas y cálidas. Los depósitos más modernos, efectuados poco antes del Würm o incluso iniciado éste, parecen estar asociados a índices granulométricos de gran energía y tamaño ($N=0,7$ y $X=2,8-3$) y valores de desgaste relativamente bajos (en cantos calizos, mediana = 135, valor mínimo = 46), que hacen pensar en la existencia de climas secos y fríos con lluvias esporádicas muy intensas. Entre ellos se intercalan capas de sedimentos finos, poco potentes, que prueban la alternancia de períodos húmedos estacionalmente cálidos y de menor duración que los anteriores.

Como consecuencia de la propia hidrodinámica de estos flujos esporádicos, a menudo no confinados en cauces, se forman cuerpos tabulares y capas subparalelas constituidas principalmente por arenas, cuya estructura laminar contrasta claramente con la estratificación cruzada a pequeña escala, característica de los depósitos aluviales que integran las formas de relleno o niveles de terrazas de los cauces excavados en aquéllos. Este es el caso de las pequeñas terrazas todavía hoy conservadas en algunas de las ramblas que atraviesan los abanicos de Cobachos, Cueva del Marqués ...

En estas terrazas aluviales se observa una granulometría sensiblemente distinta a la de las series de los abanicos descritos. La fracción de arenas finas y limos aumenta, y la dispersión intercuartilar alcanza valores algo más bajos. No obstante, existen niveles de terraza localizados en ramblas de perfil general más acusado (Rambla de la Azohía y Rambla del Portús), donde la totalidad de las muestras presentan gran cantidad de arena media y gruesa (con medianas superiores a 0,8 mm.). Al contrario de lo que sucede en las series de los abanicos aluviales, comparadas siguiendo un transecto longitudinal, las curvas de frecuencias acumulativas registran una facies muy variable, dependiente de las numerosas modificaciones locales que introduce la hidrodinámica del área. Los resultados del análisis granulométrico de la fracción de arenas han permitido, además, establecer similitudes entre determinados niveles de terraza y rellenos de paleocauces localizados en ambientes sedimentarios semejantes o parecidos. Tal es el caso de la semejanza existente entre las características granulométricas de los sedimentos que rellenan el paleocauce de la Rambla de los Barbastres y las de los materiales que integran el nivel de terraza superior y más antiguo de la Rambla del Portús.

La granulometría de las barras aluviales desarrolladas en los actuales lechos de rambla es también bastante variada, si bien presenta valores de mediana tanto más bajos cuanto mayor resulta ser la movilidad del depósito. El principal rasgo a destacar en este tipo de formaciones de lecho es la profunda modificación textural que suelen experimentar sus capas superficiales, unas veces por

causa de prácticas agrícolas, y otras, por el retoque de la acción eólica, especialmente importante en la etapa estival, o el propio proceso de migración a que se someten en época de fuertes descargas hídricas.

Bibliografía

- ALLEN, J.R.L., 1984.- *Sedimentary structures*. Developments in Sedimentology, Elsevier, Amsterdam, 663 pp.
- ALONSO, A.M., CALVO, J.P. y GARCÍA DEL CURA, M.A., 1986.- Sedimentología y petrología de los abanicos aluviales y facies adyacentes en el Neógeno de Paracuellos de Jarama (Madrid). *Estudios Geológicos*, nº 2 (2-3), pp. 79-102.
- ARCHE, A. (coord.), 1989.- *Sedimentología*, vol. I y II, Nuevas tendencias, C.S.I.C., Madrid, 540 y 526 pp.
- ASENSIO AMOR, I., 1960.- Geografía y sedimentología. *Estudios Geográficos*, Febrero, pp. 52.
- ASENSIO AMOR, I., y NONN, H., 1964: Materiales sedimentarios de terrazas fluviales. *Estudios Geográficos*, 96: 319-366.
- ASENSIO AMOR, y LÁZARO OCHAITA, I., 1976.- Estudio sedimentológico de materiales actuales y plio-cuaternarios del borde meridional de la Sierra de Guadarrama. *Estudios Geográficos*, 144: 371-384.
- CAILLEUX, A. y TRICART, J., 1959.- *Initiation à l'étude des sables et des galets*, T. I, II, y III, CDU, Paris.
- DABRIO, C.J. y FERNÁNDEZ, J., 1980.- Secuencias originadas por migración de ríos arenosos de baja sinuosidad. *Estudios Geológicos*, 36: 371-381.
- DÍAZ MOLINA, M., 1979 a.- Descripción del frente distal de un abanico fluvial húmedo en el Terciario continental situado al E de la Sierra de Altomira. *Estudios Geológicos*, 35: 119-130.
- DÍAZ MOLINA, M., 1979 b.- Características sedimentológicas de los paleocanales de la unidad detrítica superior al N. de Huete (Cuenca). *Estudios Geológicos*, 35: 241-252.
- DUMAS, 1977.- *Le levant espagnol. La gènesse du relief*. Tesis d'Etat, Paris, IV, 520 pp.
- FRIEDMAN, G.M. y JOHNSON, K.G., 1982.- *Exercices in sedimentology*. John Wiley & Sons. New York, 208 pp.
- GALLART, F., 1981.- Morfometría de elementos detríticos: interés y utilización de una modificación logarítmica de los índices clásicos. *Revue de Geomorphologie Dynamique*, 30: 95-111.
- GALLART, F. y DOMENECH, J., 1979.- Una adaptación de los índices de morfometría de los elementos detríticos para posibilitar el análisis estadístico. *Actas de la IV Reunión del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario*: 96-105, Banyoles.
- GARCÍA-RUIZ, J.M., GÓMEZ-VILLAR, A. y ORTIGOSA-IZQUIERDO, L. M., 1987.- *Aspectos dinámicos de un cauce fluvial en el contexto de su cuenca: El ejemplo del río Oja*. Inst. Pirenaico de Ecología. 112 pp., Jaca.
- GÓMEZ-VILLAR, A. y MARTÍNEZ CASTROVIEJO, R., 1989.- Organización espacial de sedimentos en las barras del cauce trenzado del río Oja. *Cuadernos de Investigación Geográfica*. 15: 29-45.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1973.- *La Vega alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología*. Universidad de Murcia, Dpto. de Geografía, pp. 246-254.
- LÓPEZ DE AZCONA, M.C. y MINGARRO MARTIN, F., 1972.- Granulometrías: técnicas operatorias de la balanza de sedimentación. *Estudios Geológicos*, 28: 47-58.
- MIDDLETON, C.V., 1970.- Generation of the log-normal frequency distribution in sediments. *Geologic hypotheses and probability distributions*, pp. 34-42.

DEPOSITOS ALUVIALES EN EL CAMPO DE CARTAGENA

- MINGARRO MARTÍN, F. y LÓPEZ DE AZCONA, M.C., 1972.- Granulometrías: métodos y su estudio comparativo. *Estudios Geológicos*, 28: 277-286.
- MONTENAT, Ch., 1973.- *Les formations néogènes et quaternaires du Levant Espagnol*. Tesis doctoral, pp. 305-346; 650-769, Paris.
- MONTENAT, Ch. y MARTÍNEZ, C., 1970.- Stratigraphie et micropaleontologie du Néogène au Sud de Murcie (Chaines bétiques, Espagne) *C.R. Acad. Sc.*, T. 270 (4): 592-595.
- OLLERO OJEDA, A., 1989: "Dinámica del cauce y de la llanura de inundación del río Ebro en el término de Alfaro". *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15: 47-54.
- RINCÓN, A., ORDÓÑEZ, S. y DE LA PEÑA, J.A., 1978.- Tratamiento estadístico de datos granulométricos. Aplicación a la formación de Utrillas del extremo occidental de la Cordillera Ibérica y borde del Sistema Central. *Estudios Geológicos*, 34: 543-547.
- RIVIERE, A., 1977.- *Méthodes granulométriques, Techniques et interprétations*, Ed. Masson, pp. 88-103, Paris.
- SCHUMM, S.A., 1960: The effect of sediment type on the shape and stratification of some modern fluvial deposits, *An. Jour. Sci.*, 258: 117-184.
- SCHUMM, S.A., 1968.- Especulations concerning paleohydrologic controls of terrestrial sedimentation. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 79: 1573-1588.
- TRICART, J., 1969.- Étude granulométrique de la fraction sableuse des aluvions de la crue de juin 1957 sur le Guil (Hautes-Alpes). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7 (1): 614.
- VISHER, G.S., 1969.- Grain size distribution and depositional processes. *Jour. Sedimentary Petrology*, 39: 1074-1106.

