

JOAN F. MATEU BELLÉS

SEDIMENTOLOGIA DE LA RAMBLA DE LA VIUDA

INTRODUCCIÓN

El campo de estudio aquí abordado es el cauce actual de la Rambla de la Viuda con sus afluentes más representativos, cuyos trazados discurren casi completamente por tierras valencianas antes de confluir en el Riu Millars, en las proximidades del Mar Mediterráneo. Se continúa así una línea de investigación¹ que pretende establecer en primer lugar la evolución de los materiales detríticos de los cauces secos de la vertiente mediterránea (actualmente del País Valenciano) con el propósito, a largo plazo, de construir tipologías válidas para su posterior comparación con cauces fluviales de caracteres litológicos diferentes o bajo la acción de climas actuales distintos. Por otra parte, el perfecto esclarecimiento y clasificación de estas tipologías de ramblas y barrancos «mediterráneos» permitirá el estudio científico, en esta misma área geográfica, de los depósitos fluviales cuaternarios antiguos.

El sedimento no puede desligarse del desplazamiento previo que, en el caso concreto de este estudio referido a un lecho fluvial actual, va conectado a un medio de transporte típico cuyo funcionamiento espasmódico, acusado papel morfológico de las crecidas por la gran irregularidad de las precipitaciones, etcétera, condicionan la tipología de los sedimentos, que difieren notablemente de la de los ríos con regímenes más constantes y regulares. Aunque no sea despreciable la acción termoclástica en los bloques y cantos de los cauces de la cuenca alta, sin embargo, es insignificante con respecto a la importancia de la acción mecánica ejercida intensamente durante pocas horas al año en las grandes crecidas².

¹ Bajo la dirección del Prof. Dr. Rosselló Verger se está investigando sobre distintos ambientes sedimentarios: formaciones costeras, ríos y ramblas, acumulaciones eólicas, etc. Los trabajos se realizan en el Laboratorio de Geomorfología de la Facultad de Filosofía y Letras de Valencia.

² MATEU BELLÉS, J. F., «La Rambla de la Viuda. Clima e hidrología», *Cuadernos de Geografía*, núm. 15, 1974, pp. 47-68.

El relieve es otro factor que influye en la tipología de los sedimentos. Se trata, en conjunto, de una cuenca de casi 1.500 Km², muy próxima a su nivel de base, en la que más del 25 % de su superficie se encuentra por encima de los 1 000 m. Una orografía muy accidentada origina, junto con la compleja red de fallas, a lo largo de todo el trazado del cauce principal, aportes laterales de afluentes con perfiles muy acusados.

Existe, no obstante, un rasgo típico en la base del comportamiento de sedimentos aparentemente tan heterogéneos: el carácter calizo de los mismos. Si en geomorfología hay un apartado específico dedicado al modelado de las calizas, algo semejante ocurre con los sedimentos calizos, que experimentan una evolución peculiar que los singulariza aun en condiciones diagenéticas y morfogénicas semejantes. Por otra parte, si, de un modo general, no puede hablarse de rocas duras o blandas a efectos geomórficos, si no es bajo la acción de los agentes físicos, en el caso de la caliza debe concluirse que es una roca frágil y blanda, particularmente cuando pasa de roca a sedimento. Los cantos calizos de los lechos fluviales siguen un proceso de aplanamiento y desgaste semejante al de otros clastos, pero con peculiaridades que serán analizadas en la morfometría. Conviene dejar anotado ya, sin embargo, que las múltiples fracturas de los cantos dificultan, junto con los aportes laterales, el esclarecimiento de una continuidad en el lecho, así como de constantes lógicas claras.

EL MODELADO DE SEDIMENTOS EN CAUCES SECOS

Hay una diferencia notable en el modelado de los sedimentos de aparatos hídricos constantes y regulares y de los de torrentes y ramblas de régimen espasmódico y temporal, sin olvidar por ello las peculiaridades propias de la litología de cada una de las cuencas. Evidentemente la erosión, transporte y deposición de sedimentos de una rambla es función de varios factores interrelacionados. Tanto la litología y el relieve como la extensión superficial del área de drenaje, el clima, la vegetación y la misma acción del hombre contribuyen, en distinta medida, al comportamiento diverso de los clastos.

Los diferentes procesos de ataque y alteración de la roca madre (físicos, químicos, físico-químicos) son responsables de la producción de sedimentos capaces de sufrir posteriormente desplazamientos más o menos prolongados. Pueden destacarse varios entre aquéllos:

— Fenómenos termoclásticos debidos a las repetidas y pronunciadas alterancias de la temperatura (particularmente cuando desciende por debajo de los 0° C.).

— Desprendimientos de ladera que se desarrollan especialmente en las paredes más abruptas y sobre todo en el cañón del Riu Montlleó. En algunos casos los bloques superan los 3 m de diámetro, aunque en conjunto son muy heterométricos.

— Deslizamientos que en un caso ha sido posible fechar. Se trata de la

colada de barro, cantos y bloques que se abalanzó sobre el caserío de la Estrella, destruyendo casas y pereciendo sus moradores, el 9 de octubre de 1883.

El tamaño de los sedimentos transportados (bloques, cantos, arenas, arcillas) está en función de la capacidad de carga, que oscila tanto como la irregularidad de la corriente, junto con otros factores. Por tanto, en el momento en que baja la escorrentía (particularmente cuando decrece la ola de la crecida), la carga es abandonada, comenzando por los bloques y cantos de mayor tamaño. Se deduce, pues, que la irregularidad en la deposición de los materiales de las ramblas es debida a la irregularidad del caudal. Así, aunque el depósito de los sedimentos mejor clasificados sea predominante en las zonas bajas de la cuenca, sin embargo, puede producirse en cualquier punto por el descenso de caudal de las crecidas. Por esta misma razón, el proceso de transporte puede ser muy rápido o interrumpido en muchas ocasiones.

Durante el transporte, particularmente en los momentos de mayor capacidad de carga, la acción mecánica de modelado de cantos y arenas es muy intensa. Además, al tiempo que evacua materiales, la rambla erosiona las paredes del cauce, que, en algunos casos, al ser depósitos fluviales cuaternarios antiguos, originan desprendimientos y la incorporación al lecho de depósitos modelados en condiciones distintas a las actuales; en otros casos se diseccionan conos, cuyos materiales entran así en un proceso de remodelado.

Fuentes tan heterogéneas de suministro de materiales, unidas a un complejo hídrico tan irregular y al carácter singular de los clastos calizos predominantes en la cuenca de la Rambla de la Viuda, originan un comportamiento peculiar en sus sedimentos.

TOMA DE MUESTRAS Y LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES

Los trabajos de campo se realizaron a principio del verano de 1973. La preocupación inicial de detectar al máximo posible la importancia de los aportes laterales con su incidencia en el cauce principal se plasmó en el emplazamiento de las estaciones, tomándose muestras en el cauce principal aguas arriba de las confluencias, en el afluente lateral igualmente y en el lecho principal, de nuevo aguas abajo de la unión de los dos cauces. No fue posible, sin embargo, efectuarlo en todos aquellos puntos que revisten mayor interés, puesto que la Rambla de la Viuda así como algunos lechos tributarios presentan sus depósitos alterados por múltiples graveras, precisamente en los lugares más accesibles. Hoy, posiblemente, algunas estaciones aquí estudiadas no podrían serlo ya, puesto que la acción humana habrá alcanzado su emplazamiento. Por este motivo, no han podido ser estudiados los siguientes puntos, pese al indudable interés que encierran:

- Confluencia de la Rambla Carbonera y el Riu Montlleó.
- Confluencia del Riu de Lluçena en la Rambla de la Viuda.
- Confluencia de la Rambla de la Viuda en el Riu Millars.

Se indican a continuación las estaciones estudiadas, con su localización, respetándose en ella la denominación del mapa topográfico 1:50.000. Para facilitar su rápida identificación se incluye además las coordenadas Lambert.

- E-1 Rambla Carbonera. Unos 500 m aguas arriba del puente de la carretera local de Iglesuela ($x = 901'000$, $y = 653'750$).
- E-2 Rambla Carbonera. Unos 200 m aguas arriba de la Montalbana ($x = 901'000$, $y = 652'225$).
- E-3 Rambla de les Foies. A unos 30 m de su desembocadura en la Rambla Carbonera ($x = 905'800$, $y = 647'920$).
- E-4 Rambla Carbonera. 500 m aguas arriba del puente de la carretera local de Vilar de Canes ($x = 906'375$, $y = 648'225$).
- E-5 Rambla Carbonera. 200 m aguas arriba del puente de la carretera local de Atzeneta a Albocàsser ($x = 908'750$, $y = 646'950$).
- E-6 Rambla de la Belluga. Unos 400 m antes de su confluencia en la Rambla Carbonera ($x = 908'950$, $y = 647'150$).
- E-7 Rambla Carbonera. A unos 300 m aguas abajo del puente de la carretera local de Atzeneta a Albocàsser ($x = 909'175$, $y = 646'820$).
- E-8 Rambla Carbonera. Unos 200 m antes de cambiar de la dirección NW-SE a NE-SW ($x = 911'200$, $y = 645'860$).
- E-9 Rambla Carbonera. Aproximadamente a 500 m aguas arriba del puente de la carretera local de Torre d'En Besora a Albocàsser ($x = 911'350$, $y = 645'075$).
- E-10 Riu Molinell. Unos 200 m aguas arriba del puente de la carretera local de Atzeneta a Albocàsser ($x = 905'700$, $y = 643'420$).
- E-11 Riu Molinell. A unos 200 m aguas arriba del puente de la carretera local de Torre d'En Besora a Albocàsser ($x = 907'360$, $y = 643'500$).
- E-12 Rambla Carbonera. 500 m aguas arriba del Mas del Raconet en la partida del Brusalet ($x = 909'750$, $y = 641'375$).
- E-13 Rambla Carbonera. Unos 500 m aguas arriba del Mas dels Pujols ($x = 908'700$, $y = 639'675$).
- E-14 Rambla Carbonera. En la perpendicular del Mas de la Lloma en la partida de la Volta ($x = 907'025$, $y = 635'450$).
- E-15 Riu Montlleó. Unos 200 m aguas arriba del puente del túnel ($x = 878'900$, $y = 637'500$).
- E-16 Barranco del Zarzoso. Unos 300 m aguas arriba de su confluencia con el Riu Montlleó ($x = 878'650$, $y = 638'100$).
- E-17 Riu Montlleó. A unos 500 m aguas abajo de la confluencia con el Barranco del Zarzoso ($x = 879'225$, $y = 638'125$).
- E-18 Riu Montlleó. A unos 200 m antes de la confluencia con el Río Majo ($x = 886'000$, $y = 645'000$).
- E-19 Río Majo. A unos 300 m antes de su confluencia en el Riu Montlleó ($x = 885'825$, $y = 645'600$).
- E-20 Riu Montlleó. A unos 500 m aguas abajo de la confluencia del Río Majo ($x = 886'375$, $y = 645'200$).
- E-21 Riu Montlleó. En la partida del Boquerón ($x = 897'750$, $y = 637'750$).
- E-22 Riu Montlleó. 300 m aguas abajo del puente de la carretera local de Atzeneta a la de Iglesuela del Cid ($x = 901'450$, $y = 632'700$).
- E-23 Barranc de la Penya. 100 m aguas arriba del puente de la carretera local de Vistabella a Atzeneta ($x = 889'775$, $y = 636'800$).
- E-24 La Rambleta. 200 m aguas arriba de la confluencia con el Barranc del Collet ($x = 895'625$, $y = 632'925$).
- E-25 Barranc del Collet. 200 m aguas arriba de su confluencia en la Rambleta ($x = 895'525$, $y = 633'250$).

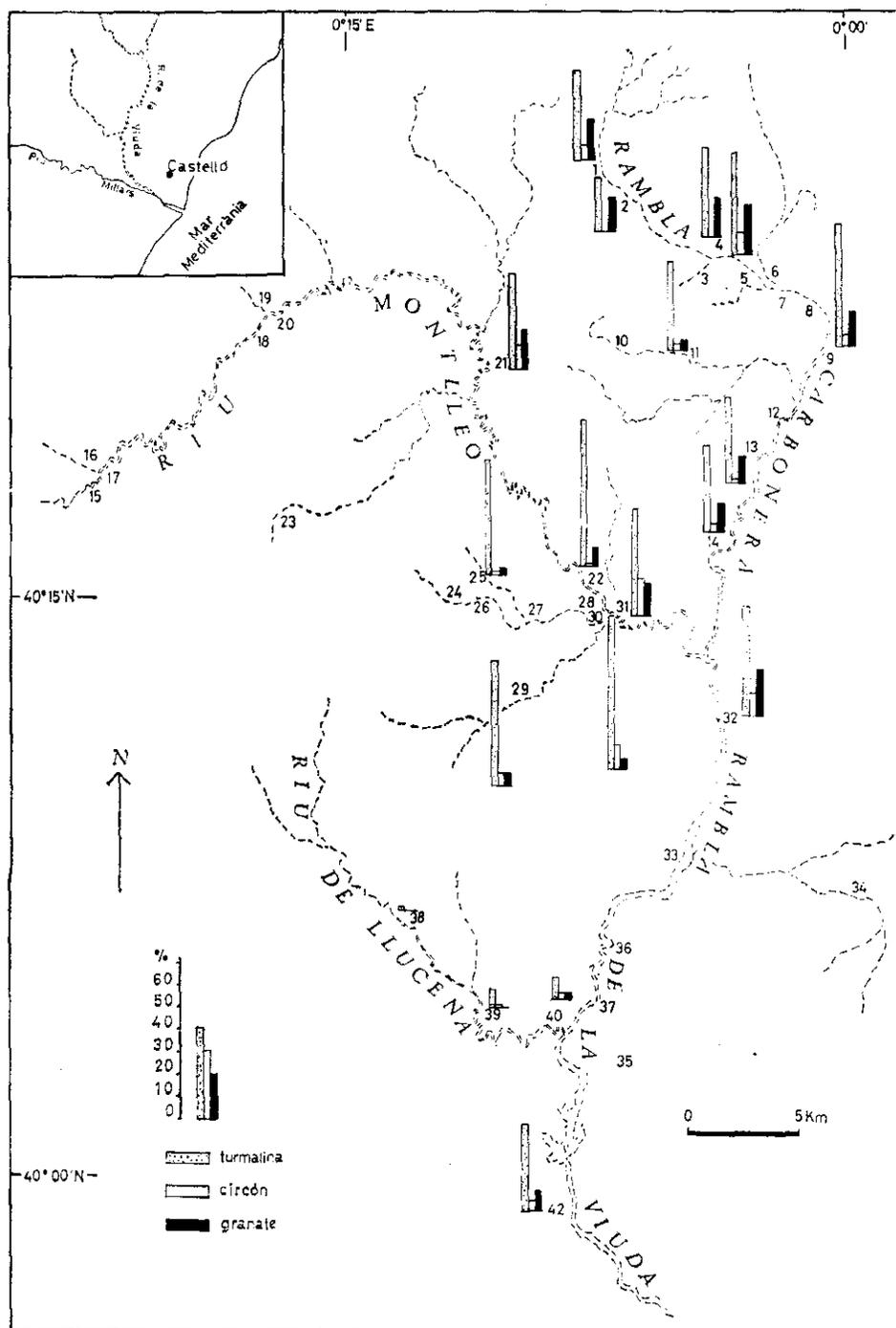


Fig. 1.—Cuenca de la Rambla de la Viuda. Localización de las distintas «estaciones» sedimentológicas. Porcentajes de los minerales «densos» resistentes, según los resultados del apartado de Mineralogía.

- E-26 La Rambleta. 400 m aguas abajo de su confluencia con el Barranc del Collet ($x = 896'125$, $y = 632'950$).
- E-27 La Rambleta. En la perpendicular del cruce de las carreteras locales a Benafigos y Vistabella ($x = 898'350$, $y = 632'075$).
- E-28 La Rambleta. 200 m aguas arriba del puente de la carretera local de Atzeneta a la de Ilesuela del Cid ($x = 898'375$, $y = 628'750$).
- E-29 Rambla d'Atzeneta. 300 m aguas arriba del puente de la carretera local de la Foia a Atzeneta ($x = 900'575$, $y = 632'525$).
- E-30 Rambla d'Atzeneta. 200 m aguas arriba de su confluencia en el Riu Montlleó ($x = 901'750$, $y = 632'275$).
- E-31 Riu Montlleó. 400 m aguas abajo de la confluencia de la Rambla d'Atzeneta-Rambleta ($x = 902'050$, $y = 632'325$).
- E-32 Rambla de la Viuda. 400 m aguas abajo del puente de la carretera local de Atzeneta a Pobla Tornesa ($x = 907'000$, $y = 627'300$).
- E-33 Rambla de la Viuda. En la perpendicular del Mas del Roso en la partida de Rodamonte ($x = 904'950$, $y = 621'050$).
- E-34 Barranc de la Pobla. En el Pinaver, 100 m aguas arriba del puente de la carretera local de Vall d'Alba ($x = 913'175$, $y = 620'525$).
- E-35 Barranc de la Parra. 200 m aguas arriba del puente de la carretera local de Sant Joan de Moró al Mas de Flors ($x = 902'075$, $y = 612'900$).
- E-36 Rambla de la Viuda. En la partida de la Molinera ($x = 902'250$, $y = 618'325$).
- E-37 Rambla de la Viuda. División de términos municipales de Costur y l'Alcora ($x = 901'375$, $y = 615'750$).
- E-38 Riu de Lluçena. 200 m aguas abajo del puente de la carretera comarcal de Teruel a Castelló, antes de su paso por Figueroles ($x = 893'300$, $y = 618'925$).
- E-39 Riu de Lluçena. 100 m aguas abajo del puente de la carretera comarcal de Teruel a Castelló a su paso por l'Alcora ($x = 896'500$, $y = 614'450$).
- E-40 Riu de Lluçena. 200 m aguas arriba de su confluencia en la Rambla de la Viuda
- E-41 ($x = 899'875$, $y = 614'400$).
- E-42 Rambla de la Viuda. 500 m aguas arriba del puente del camino vecinal de Castelló de la Plana a Ribesalbes ($x = 900'800$, $y = 607'850$).

MORFOMETRÍA

a) Metodología

Entre los diversos índices morfométricos para el estudio de los cantos, aquí se seguirá las directrices y criterios de CALLEUX-TRICART, por la sencillez de los mismos y porque son aceptados por la mayoría de los investigadores consultados. Recientemente, sin embargo, el índice de aplanamiento que a continuación se comentará, ha sido criticado y corregido positivamente³, aunque aquí, por desgracia, no se pueda recoger tan interesantes sugerencias. Por otra parte, en la selección de cantos para los análisis morfométricos se ha mantenido el punto de vista sostenido por SÁIZ BUENDÍA⁴, incluyéndose tan

³ VERD CRESPI, J. M., «Introducción al estudio sedimentológico del cuaternario continental del Llano de Palma», *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, t. XVII, 1972, pp. 80-126. Cf. p. 98.

⁴ SÁIZ BUENDÍA, J. L., «El Barranc del Carraixet. Estudio granulométrico y morfométrico». *Cuadernos de Geografía*, núm. 10, 1972, pp. 67-92. Cf. p. 72.

sólo los comprendidos entre 20 y 60 mm. En cada una de las 42 estaciones, se han medido 100 cantos.

Dos son los índices aplicados: el de desgaste o rodamiento y el de aplanamiento.

$$\text{Índice de desgaste o } Id = \frac{2r_1}{L} \cdot 1.000$$

en el que r_1 es el radio del ángulo más agudo del contorno del canto, y L , la mayor longitud del mismo. Su valor oscila entre 0 y 1.000, caso este último que correspondería a una esfera.

$$\text{Índice de aplanamiento o } Ia = \frac{L+l}{2E}$$

siendo L , igualmente, la mayor longitud del canto; l , la mayor dimensión perpendicular a L , y E , el espesor perpendicular a L y l . Este índice puede dar valores comprendidos entre 1 e infinito, aunque en pocas ocasiones supera el valor 5.

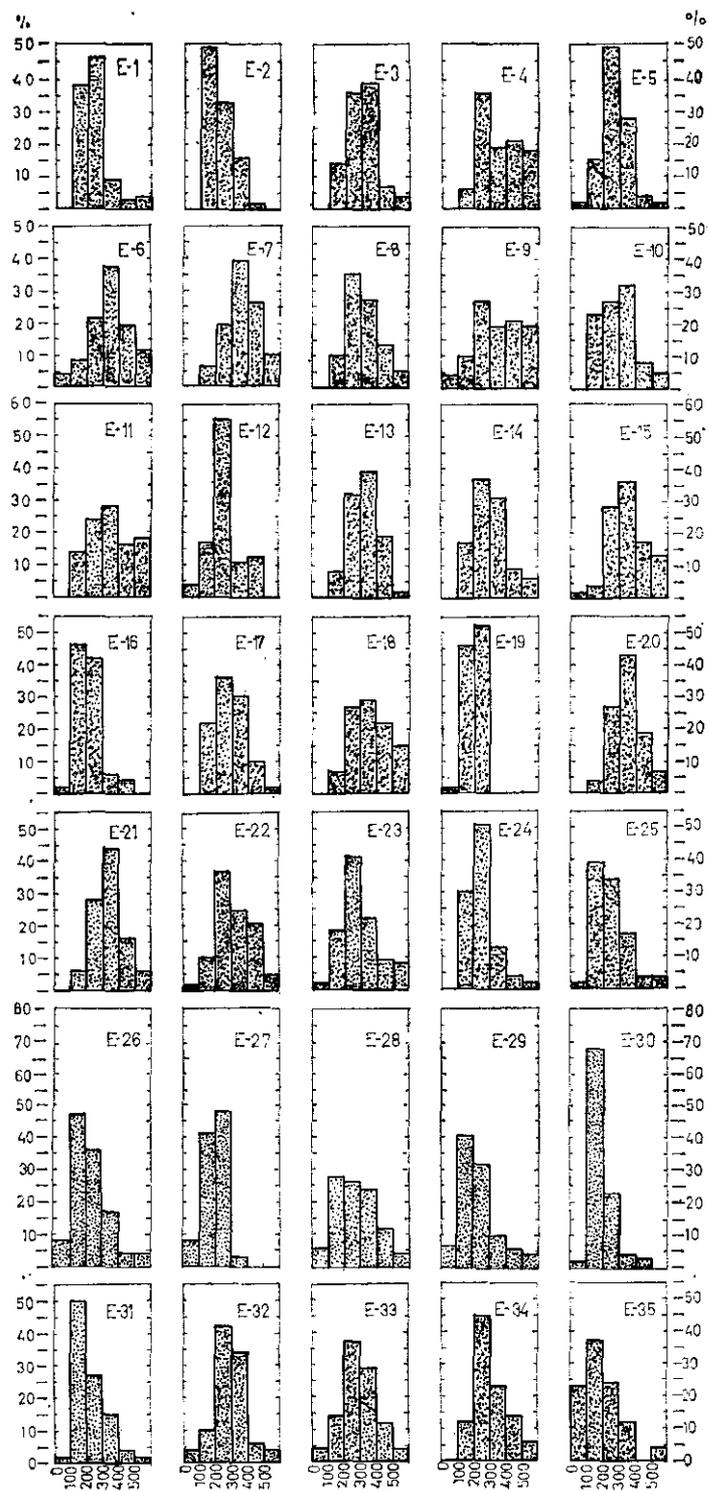
b) *Índice de desgaste*

En el índice de desgaste o rodamiento «son factores decisivos la constitución de la roca, el medio de transporte, la distancia, la pendiente y el clima. El rodamiento no aumenta de manera continua con la distancia recorrida por el transporte; en cuanto se ha alcanzado un cierto índice de redondeamiento, las variaciones son muy pequeñas»⁵. Este comportamiento no puede generalizarse sin ciertas matizaciones en el caso de la Rambla de la Viuda, puesto que tanto el roquedo como el medio de transporte son típicos y singulares frente a aquellas cuencas con materiales más duros y resistentes, por una parte, y, por otra, frente a cursos con regímenes de escorrentía más constantes y regulares.

Las medianas de los índices de desgaste de las distintas estaciones oscilan entre 327'19 (E-20) y 173'25 (E-30). Esta variación tan acusada puede matizarse agrupando el valor de la mediana de las distintas estaciones en varios conjuntos, según muestra el cuadro I.

Para facilitar la comprensión de este cuadro y de los sucesivos, se indican entre paréntesis las estaciones que corresponden a aportes laterales; en cursiva, las correspondientes a cauces principales antes de la confluencia de los cauces laterales, y en negritas, las situadas en esos mismos cauces principales aguas abajo inmediatamente de la confluencia.

⁵ KOSTER, E., «Análisis de rocas y suelos. Manual de granulometría y morfometría», *Monografías Ecológicas y Agrarias*, núm. 2, Madrid, C. S. I. C., 1966, 191 pp. Cf. p. 93.



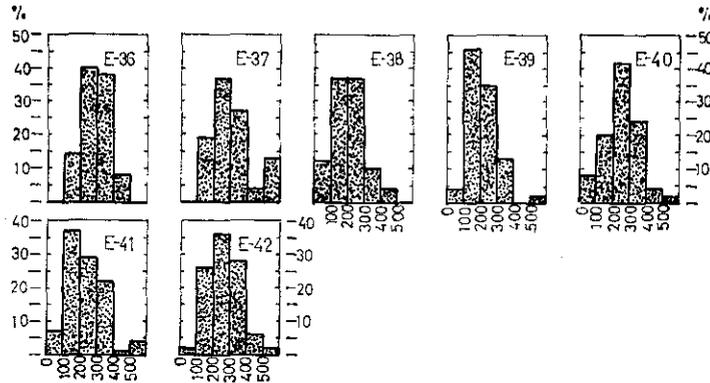


Fig. 2.—Histogramas de desgaste (cantos 20-60 mm)

Como se ve, los valores de la mediana se polarizan alrededor del grupo 200-225, y en el extremo opuesto a partir de 275, acentuándose el número de las estaciones comprendidas en el grupo superior a 300. Hay, pues, un vacío intermedio de características poco patentes, al menos por el momento.

CUADRO I

Valor de la mediana	Número estaciones	Estaciones
< 200	3	E-26, 30, 31.
200-225	10	E-1, 2, (16), (19), 27, (35), 38, 39, 41, 42.
225-250	2	E-29, 40.
250-275	4	E-12, (23), (25), 28.
275-300	8	E-5, 17, 24, 32, 33, 34, 36, 37.
> 300	15	E-(3), 4, (6), 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22.

Sin embargo, el cuadro I proporciona un dato realmente interesante, puesto que el conjunto de las estaciones cuyo valor de la mediana es inferior a 200 son tres, situadas aguas abajo inmediatamente de la confluencia en un cauce principal de aportes laterales. Pero como, por otra parte, estaciones emplazadas en idénticas circunstancias tienen el valor de la mediana bastante elevado, en un intento de ofrecer una explicación lógica y coherente de los hechos observados, se presenta como provisional la siguiente hipótesis. Se hace la salvedad, además, de que este comportamiento ocurre en cantos predominantemente calizos y comprendidos entre 20 y 60 mm.

Podrían establecerse dos tipos de confluencias, según sea mayor o menor el ángulo de incidencia, que originarían en los cantos calizos un modelado

distinto. En el supuesto de que el ángulo fuera casi recto, los cantos de uno y otro cauce chocarían de modo casi perpendicular, lo que motivaría numerosas fracturas de los clastos; por el contrario, en el supuesto de un ángulo de confluencia menor, el choque de los cantos sería oblicuo o casi nulo. Estos choques de distinta violencia originarían en el primer caso un índice de desgaste muy pequeño (numerosas fracturas) y, en el segundo, un mayor redondeamiento. La confirmación de esta distinción exigirá el detenido estudio de las leyes de la hidrodinámica, rigurosos trabajos de campo y pormenorizados ensayos de laboratorio.

Si se confirma esta distinción, junto a las variables de que se hablaba en la introducción, deberá incluirse esta tercera. El fenómeno de las crecidas aparecería, con todo lo que supone en el modelado y remodelado de cantos, localizado en lugares concretos donde esta actividad se ve aumentada de modo notable. Ahora bien, aunque no se haya hecho referencia a ello, debe destacarse la importancia primordial de la extensión de las cuencas, de la pendiente, así como de las precipitaciones horarias, entre otros condicionantes físicos, en este comportamiento distinto de los cantos.

En el cuadro II se recogen, agrupadas, las modas de los índices de desgaste, con los mismos signos del cuadro anterior.

CUADRO II

Valor de la moda	Número estaciones	Estaciones
100-200	12	E-2, (16), (25), 26 , 28, 29, 30 , 31 , (35), 38, 39, 41.
200-300	20	E-1, 4 , 5, 8, 9, 12, 14, 17 , (19), 22, (23), 24, 27, 32, 33, 34, 36, 37, 40, 42.
300-400	10	E-(3), (6), 7 , 10, 11, 13, 15, 18, 20 , 21.

No aparecen en este cuadro tan manifiestas aquellas tendencias antes apuntadas, puesto que los grupos son muy amplios. Lógicamente el grupo mayor corresponde a las estaciones cuya moda se encuentra entre 200 y 300, aunque la variación es bastante acusada.

En la figura correspondiente a los histogramas de desgaste se observa en conjunto que el índice de desgaste aumenta con la distancia recorrida por el canto, aunque las variaciones, tanto positivas como negativas, son pequeñas. Junto a este comportamiento básico general aparecen algunas excepciones que no permiten generalizar aquella tendencia.

Tanto los histogramas de desgaste como los sucesivos de esta investigación se ha intentado agruparlos según la forma o determinadas constantes de los

mismos, pero, por el momento, no ha sido posible lograr plenamente el objetivo propuesto. Parece que pueden englobarse en cuatro o cinco grupos la mayoría de las estaciones, pero bastantes no presentan caracteres fácilmente relacionables con aquéllos. Tal vez, el estudio más profundo de mayor número de ramblas cuyos materiales sean básicamente calizos, pueda conducir a esclarecer este problema tipológico, que es, sin duda, de gran interés.

c) *Índice de aplanamiento*

Las recientes críticas de este índice obligan al cauteloso comentario del mismo. En conjunto, los resultados obtenidos presentan valores elevados o, lo que es igual, cantos bastante aplanados. El índice de aplanamiento depende básicamente de la naturaleza petrográfica del canto⁶. Ya se ha comentado la «fragilidad» de los cantos calizos. Al estar sometidos a la erosión, transporte y deposición de tan característico curso fluvial, los cantos son aplanados y exfoliados intensamente.

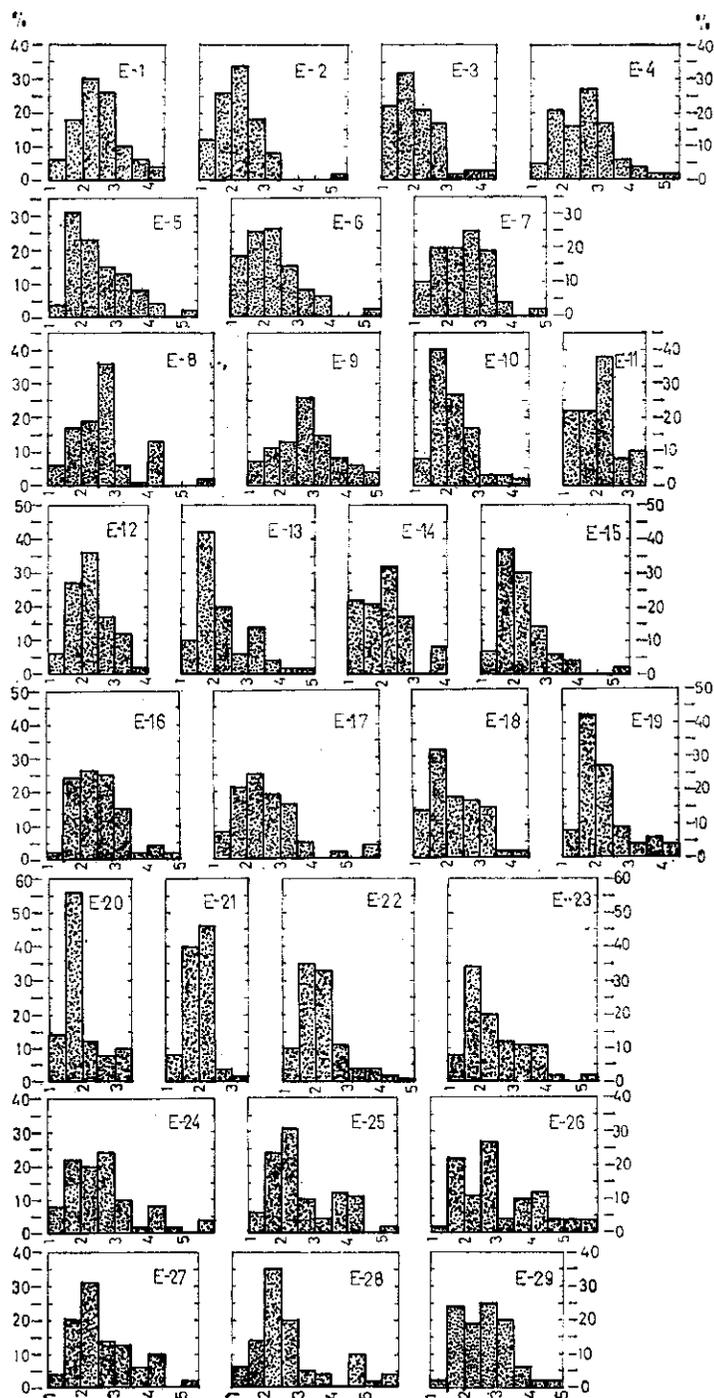
Por el indudable valor estadístico de la mediana, la primera aproximación se intentará a través de ella. La mediana máxima de las 42 estaciones estudiadas es de 2'79 (E-9) y la mínima es 1'64 (E-3). Aunque es una oscilación considerable, resulta, sin embargo, poco significativa tan escuetamente presentada. En el cuadro III se han agrupado los valores de las medianas en diversos grupos.

CUADRO III

Valor de la mediana	Número estaciones	Estaciones
< 1'75	1	E-(3).
1'75-2'00	8	E-2, 13, 20 , 31 , 33, 34, 38, 39.
2'00-2'25	14	E-10, 11, 14, 15, 18, (19), 21, 22 , (23), 30 , 32, (35), 41, 42.
2'25-2'50	10	E-1, 5, (6), 12, (16), 17 , (25), 27, 28, 36.
2'50-2'75	8	E-4, 7 , 8, 24, 26 , 29, 37, 40.
> 2'75	1	E-9.

Un índice tan íntimamente ligado a la naturaleza petrográfica del canto, no resulta excesivamente claro en los cantos calizos, aun cuando en el cuadro pueden observarse algunas coincidencias con las medianas de desgaste, junto

⁶ VATAN, A., *Manuel de Sédimentologie*, París, Éditions Technip, 1967, 397 pp. Cf. p. 117.



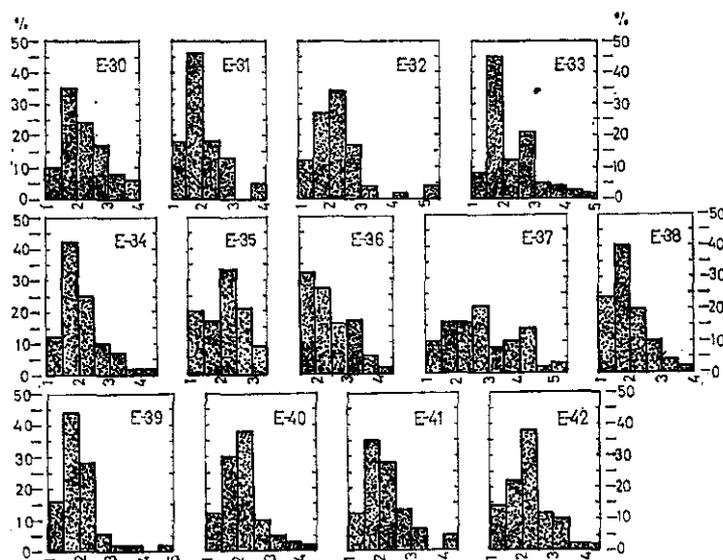


Fig. 3.—Histogramas de aplanamiento (cantos 20-60 mm)

a excepciones notables igualmente. Ahora bien, si la tendencia en las medianas del índice de rodamiento o desgaste era la polarización del número de las estaciones en los valores extremos, aquí ocurre lo contrario, puesto que precisamente en los valores centrales del cuadro III se agrupan el mayor número de las estaciones.

El aplanamiento de los cantos está íntimamente ligado, además, a la distancia recorrida por el clasto, así como a su origen, puesto que serán más rápidamente aplanados aquellos cantos cuyo espesor inicial sea más débil. El esclarecimiento de esta última cuestión exigiría estudios morfométricos en canchales, coladas y otros aportes en sus primeros desplazamientos, así como

CUADRO IV

Valor de la moda	Número estaciones	Estaciones
1'50-2'00	18	E-(3), 5, 10, 13, 15, 18, (19), 20, 22, (23), 30, 31, 33, 34, 36, 38, 39, 41.
2'00-2'50	16	E-1, 2, (6), 11, 12, 14, (16), 17, 21, (25), 27, 28, 32, (35), 40, 42.
2'50-3'00	6	E-4, 7, 8, 9, 24, 29.
3'00-3'50	0	
> 3'50	2	E-26, 37.

de aquellos lugares de la cuenca alta donde mayor extensión e incidencia adquieren los fenómenos termoclásticos. Tampoco sería ajeno el estudio detenido de las redes de microdiacclasas.

La moda del índice de aplanamiento de las distintas estaciones es menos significativa por tratarse de grupos muy amplios. Los resultados se exponen en el cuadro IV, donde se observa que es decreciente el número de estaciones a medida que aumenta el valor de la moda.

d) *La relación desgaste-aplanamiento*

Los resultados obtenidos en las diferentes estaciones no confirman, al menos de un modo claro y patente, la idea expuesta por WENTWORTH de que redondeamiento y aplanamiento estén en relación inversa⁷. Un canto puede tener un índice de desgaste bajo a causa de una fractura reciente e indistintamente estar poco o muy aplanado. Tras el estudio de los cantos de las 42 estaciones, se llega a la conclusión similar a la de SÁIZ BUENDÍA en el Barranc del Carraixet: «Tomadas todas las muestras en conjunto, la relación aplanamiento-desgaste no queda muy clara, pues mientras que el desgaste disminuye conforme aumenta el tamaño de los guijarros, el aplanamiento es el mismo para todas las longitudes.»⁸

La cuantificación por tamaños en cada una de las estaciones de las medias de los índices de desgaste y de aplanamiento intentaba comprobar si había una clara orientación en el comportamiento de los depósitos según el tamaño, pero no se observa tendencia regular alguna en determinado sentido. Junto a estaciones donde, al aumentar el tamaño de los cantos, disminuye el índice de desgaste y se incrementa el de aplanamiento, hay otras donde las excepciones aparecen con tanta frecuencia que obliga a relegar el comportamiento antes aludido a límites modestos. Fácilmente se intuye que los elementos detríticos aquí estudiados adopten semejante evolución a lo largo del cauce según la importancia de las tres variables a las que se ha hecho referencia, esto es, el roquedo calizo, los aportes laterales y la distinta tipología de confluencias, así como las pendientes, distancia al origen de la alimentación... y, en cierta proporción, la responsabilidad del clima, vegetación, relieve, etc.

Antes de concluir el estudio morfométrico, conviene aludir al remodelado de cantos, concretamente de los materiales de depósitos cuaternarios antiguos en los diversos cauces de la cuenca. La red fluvial actual parece que corresponde al Pliocuaternario, tras la fase waláquica. Su destacado papel erosivo, por una parte, y por otra, de suministro de materiales, tanto al piedemonte costero como a los *plans* interiores, ha quedado plasmado en potentes terrazas en distintos lugares de la cuenca. Por el momento se margina la interesante

⁷ PETTIJOHN, F. J., *Rocas sedimentarias*, Buenos Aires, Edit. Eudeba, 1963, 713 pp. Cf. p. 66.

⁸ SÁIZ BUENDÍA, J. L., *op. cit.*, p. 81.

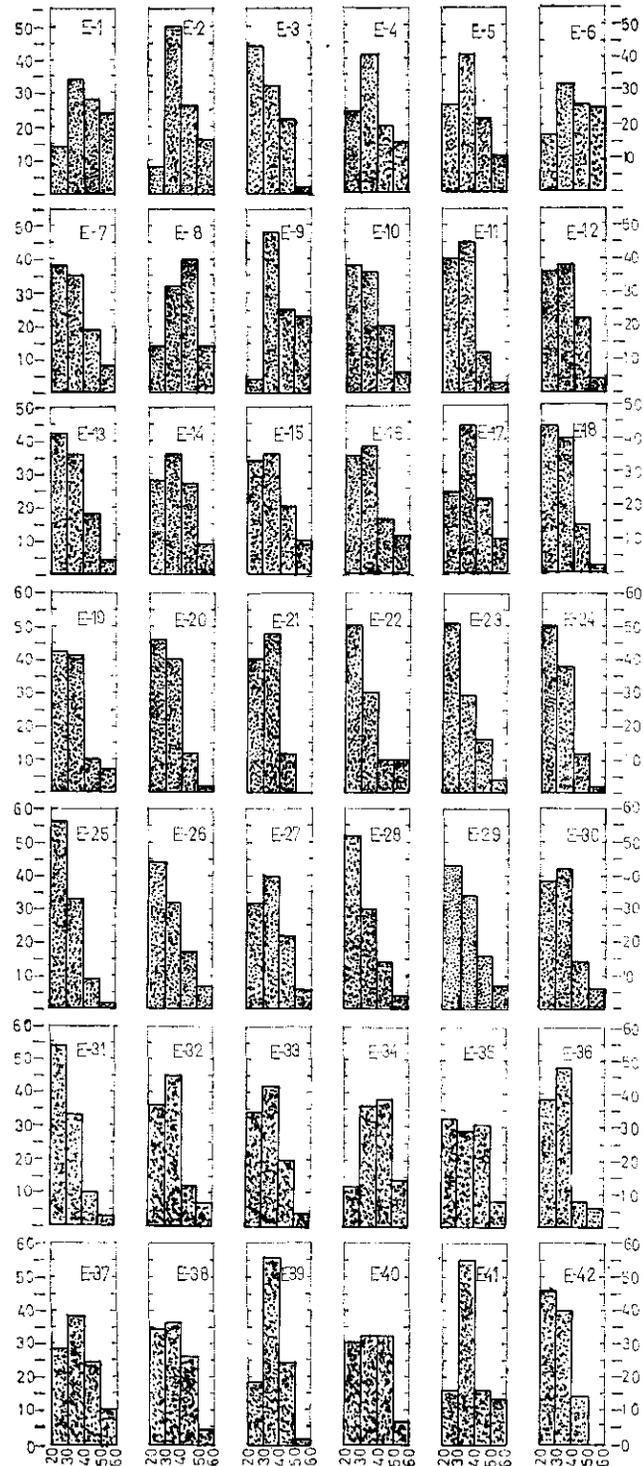


Fig. 4.—Histogramas granulométricos (cantos 20-60 mm)

problemática de la génesis de las terrazas, que se deberá abordar con una perspectiva más amplia, así como también se soslaya la cuestión de la morfometría de los niveles de las terrazas. Ahora se señala el hecho de que, al tiempo que un cauce fluvial transporta materiales, somete, particularmente durante las crecidas, a intensos cambios las paredes y márgenes del lecho. Cuando sus componentes son materiales blandos, aunque estén recubiertos por costras, resultan erosionados por la base, de tal modo que los desprendimientos llegan a ser frecuentes, bien que son barridos por las próximas crecidas. Este hecho dificulta el estudio del lecho actual, puesto que los dos o tres niveles de terrazas presentan cantos y bloques con caracteres morfométricos distintos.

GRANULOMETRÍA

El estudio de las arenas, modificadas en su tamaño y forma según el grado de erosión a que han estado sometidas, indicará aquí la acción morfogenética de un tipo específico de aparato hidráulico cuyo funcionamiento espasmódico y torrencial particulariza su evolución frente a otros cauces fluviales. En los lechos de la cuenca de la Rambla de la Viuda, de pendientes tan acentuadas, la sedimentación de la fracción arenosa es muy irregular a lo largo del trazado de la red, si bien ésta aumenta notablemente en los cursos bajos.

a) Metodología

Tanto la morfometría antes analizada como la granulometría son métodos estadísticos para llegar al conocimiento de las condiciones de depósito. «Se basan, al igual que todos los métodos estadísticos, en una materia de investigación cuyo valor depende de la cantidad de las unidades de rocas o minerales que se estudian; la exactitud crece con el número de los valores parciales. El número de los valores parciales se mide en morfometría según el número de partículas y en granulometría según el peso.»⁹ La dimensión de los tamaños aconseja, pues, en cada caso, el método más idóneo.

Se considerará arena, salvo advertencia en caso contrario, la fracción sedimentaria no consolidada, comprendida entre 2'0 y 0'06 mm. En el tamizaje de la fracción arenosa se han utilizado ocho tamices (1'19, 0'59, 0'35, 0'29, 0'21, 0'14, 0'10, 0'06 mm), aunque el proceso de laboratorio previo ha sido muy costoso, puesto que se intentaba realizar también granulometría de arcillas mediante densímetros. Aunque se dispone de los resultados de este proceso, su interpretación todavía no ha podido llevarse a cabo, puesto que exige un complicado programa de computadora que traduzca las densidades a pesos según fracciones¹⁰. Además, el desconocimiento de esa fracción no altera sen-

⁹ KOSTER, E., *op. cit.*, p. 2.

¹⁰ MALDONADO, A., «El Delta del Ebro. Estudio sedimentológico y estratigráfico», *Boletín de Estratigrafía*, núm. 1, 1972, 477 pp. Cf. pp. 75-80.

siblemente los resultados, al menos en la Rambla de la Viuda, donde la cantidad de arcilla arrastrada puede considerarse poco importante en valor absoluto. Los resultados granulométricos se refieren a la fracción arenosa. Se ha efectuado una selección de muestras por la gran semejanza que ofrecen, abor-dándose aquí la investigación granulométrica de 33 estaciones.

b) *Porcentajes granulométricos* (tabla I)

Los porcentajes granulométricos más elevados corresponden a las fracciones comprendidas entre 2'00-1'19 y 1'19-0'59 mm, en la mayoría de las estaciones. Estos resultados se apartan notablemente de los obtenidos por SÁIZ BUENDÍA en el Barranc del Carraixet¹¹. Esta diferencia debe interpretarse, entre otros condicionantes, como consecuencia de la distinta litología de las cuencas, puesto que las areniscas, predominantes en el Barranc del Carraixet, tienden a disgregarse, mientras que en las calizas son más frecuentes las fracturas a lo largo de todo el cauce.

Junto a la tendencia general se presentan excepciones que están en relación con circunstancias muy localizadas que responden, por otra parte, a la característica y típica sedimentación de la fracción arenosa en ramblas y torrentes donde la norma es la irregularidad. Lógicamente, los intervalos más finos son débiles en casi todas las estaciones.

Al igual que en otros estudios granulométricos, incluso de ambientes sedimentarios diferentes¹², se observa también aquí un «vacío» en el intervalo 0'35-0'29 mm. Se han aducido múltiples razones: inestabilidad mecánica, deficiencia primaria de ciertos intervalos, no deposición por razones hidráulicas, etcétera. Tal abanico de posibilidades sería conveniente matizarlas, puesto que de esa coincidencia, también en otros medios sedimentarios, tales como dunas, playas, etc., podría surgir alguna conclusión interesante acerca de la deposición de las arenas.

Para una mejor comprensión se ha agrupado en el cuadro V los porcentajes granulométricos acumulados superiores a 0'35 mm de las diferentes estaciones estudiadas.

Destaca por su valor tan débil la estación 33, cuyo emplazamiento corresponde a un lugar donde los materiales han efectuado ya un largo recorrido y, pese a encontrarse alejado todavía del curso bajo propiamente dicho, la Rambla de la Viuda deposita materiales antes de adentrarse en la *cluse*, mediante la cual dejará atrás el último *pla* interior de todo su trazado.

Cuatro son las estaciones cuyos porcentajes granulométricos acumulados de la fracción superior a 0'35 mm se hallan entre 40 y 30 %. La estación 31 ya fue analizada a propósito de las confluencias en el índice de desgaste. Las estaciones 36 y 37 corresponden a sitios donde los materiales han sufrido ya

¹¹ SÁIZ BUENDÍA, J. L., *op. cit.*, pp. 85-86.

¹² SANJAUME SAUMELL, E., «El cordón litoral de la Albufera: estudio sedimentológico», *Cuadernos de Geografía*, núm. 14, 1974, pp. 61-96. Cf. p. 68.

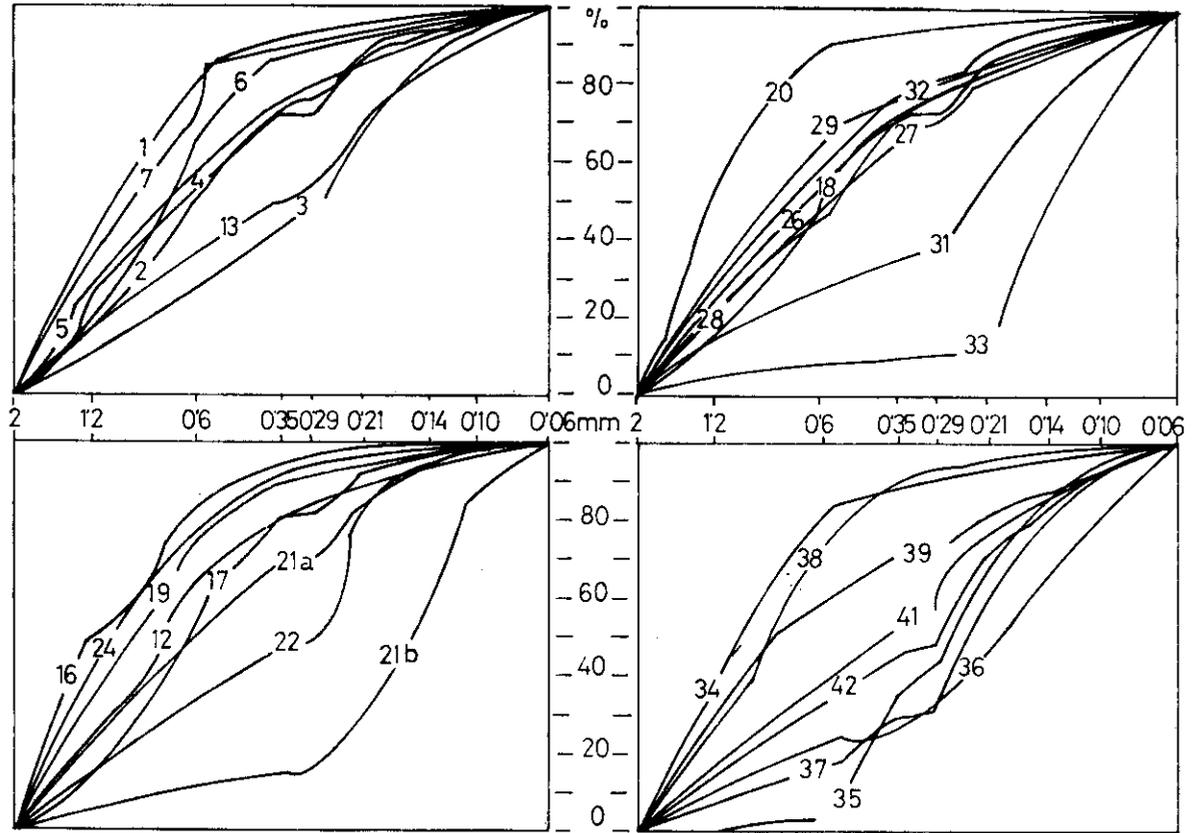


Fig. 5.—Curvas acumulativas del material arenoso

CUADRO V

Porcentajes	Número estaciones	Estaciones
Entre 100-90 %	8	E-1, (6), 7 , (16), (19), 20 , 24, 38.
» 90-80 %	3	E-12, 17 , 34.
» 80-70 %	10	E-2, 4 , 5, 18, 26 , 27, 28, 29, 32, 39.
» 70-60 %	1	E-21 a.
» 60-50 %	2	E-13, 41.
» 50-40 %	3	E-(3), 22 , 42.
» 40-30 %	4	E- 31 , (35), 36, 37.
» 30-20 %	—	
» 20-10 %	1	E-21 b.
» 10- 0 %	1	E-33.

un intenso proceso mecánico, por lo cual la fracción arenosa de tamaño superior ha disminuido de importancia. La estación 35, por su parte, está en un pequeño afluente de material predominantemente formado por areniscas (rodano), cuyo comportamiento es diverso del de las calizas, según se ha visto.

Las restantes estaciones, según se desprende del cuadro V, registran más del 40 % del peso total de la fracción de las arenas en los calibres superiores a 0'35 mm. En términos generales, los tantos por ciento más elevados corresponden a los cursos altos de los diferentes cauces, donde la acción mecánica ha sido aún poco eficaz y, por tanto, las fracciones inferiores están poco representadas en los tamizajes realizados. Aguas abajo, estas circunstancias se alteran por diversos motivos: distancias recorridas por los sedimentos, capacidad de carga o descarga en cada tramo, importancia de los aportes laterales, etc.

c) *Parámetros e índices granulométricos* (tabla II)

A partir de los porcentajes y curvas granulométricas se han hallado los parámetros que aparecen en la tabla II del apéndice. Por el interés estadístico de la mediana, se muestra en el cuadro VI los valores que adoptan en las distintas curvas acumulativas, en diferentes intervalos. La mayoría de las medianas se localizan en el dominio de la «arena gruesa», según la clasificación de BOGOMOLOV.

De los resultados de los parámetros granulométricos se obtienen los siguientes índices:

Coefficiente de asimetría de TRASK u oblicuidad¹³: SK (Skwness). Los resultados obtenidos en las muestras estudiadas indican que predominan las es-

¹³ Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$SK = \frac{Q_1 Q_3}{Md^2}$$

CUADRO VI

Valor de la mediana	Número estaciones	Estaciones
> 1'000	3	E-1, (16), 20,
1'000-0'800	6	E-7, (19), 24, 29, 34, 38,
0'800-0'600	12	E-2, 4, 5, (6), 12, 17, 18, 21 a, 26, 28, 32, 39.
0'600-0'400	2	E-27, 41.
0'400-0'200	7	E-(3), 13, 22, 31, (35), 37, 42.
0'200-0'000	3	E-21 b, 33, 36.

taciones cuya selección de las arenas finas es mejor que en la fracción gruesa. En algunas estaciones la selección es muy buena (E-3, 22, 31, 42...).

Kurtosis¹⁴: *K*. Tan sólo 14 muestras presentan un valor inferior a 0'263, mientras que las restantes lo superan. En el primer caso se trata de una curva empinada, como puede comprobarse.

Coefficiente de selección o clasificación¹⁵: *S_o*. Con la ayuda del coeficiente de selección, en muchos casos, pueden extraerse conclusiones acerca de las condiciones de depósito. Según DURANCE, la selección o clasificación de las arenas en los cauces de los ríos no regulados oscila entre 1'3 y 1'9¹⁶. Aquí la oscilación es mayor (entre 1'31 y 2'43), lo cual debe relacionarse con las típicas características de las ramblas.

Dispersión intercuartil¹⁷: *S_c* y *D*. La dispersión intercuartil es muy acusada en casi todas las estaciones. Es, pues, este índice una confirmación de cuanto hasta aquí se ha ido analizando.

MINERALOGÍA

Se han realizado estos laboriosos procesos inicialmente como una contribución desde las tierras interiores a los complejos problemas planteados en las

¹⁴ Se calcula mediante la expresión siguiente:

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$$

¹⁵ Su valor se halla a partir de la expresión:

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

¹⁶ KOSTER, E., *op. cit.*, p. 150.

¹⁷ La dispersión se obtiene mediante las fórmulas:

$$S_c = Q_3 - Q_1$$

$$D = P_{90} - P_{10}$$

formaciones costeras inmediatas, puesto que una vía válida, entre otras muchas, será el estudio exhaustivo de los ambientes sedimentarios continentales que de modo tan decisivo han contribuido en la formación y configuración de la costa. Por otra parte, el estudio de los minerales «pesados» y de las arcillas de los lechos fluviales actuales encierra un gran interés para el conocimiento científico de los sedimentos cuaternarios antiguos¹⁸.

1. *Minerales pesados*

a) Técnicas:

Debido a la gran cantidad de carbonatos de las muestras se realizó el proceso con 15 ó 20 g de arena limpia tamizada por malla de 0'5 mm. Se atacó con ácido clorhídrico y, posteriormente, con ditionito sódico. La muestra se separó en dos fracciones, «pesada» y «ligera», mediante bromoformo. La fracción densa o pesada fue objeto de estudio a través del microscopio petrográfico.

b) Resultados (tabla III):

Destacan ampliamente los valores de los «opacos de alteración», pese a haber sido sometidos a un intenso ataque mediante el ditionito sódico. En principio, esta gran proporción (la media total es de 150) debe estar relacionada con los acuíferos subterráneos, tan abundantes en toda la cuenca, así como con el hidromorfismo local. Oxidación y alteración tipifican la cuenca.

Entre los densos resistentes se aprecia claramente que la paragénesis es turmalina-granate en la Rambla Carbonera y el Riu Montlleó, si bien el segundo caso se podría tipificar mejor por la paragénesis turmalínica. La relación turmalina + granate partido por el número de muestras diferencia ambas formas fluviales, que podría explicarse por la mayor importancia del Cenomanense en la cuenca del Riu Montlleó, mientras que en la Rambla Carbonera destacan las formaciones del Cretácico Inferior (Wealdense).

CUADRO VII

Rambla	Promedio de turmalina	Promedio de granate
Rambla Carbonera	41'6	29'8
Riu Montlleó	25'0	6'3
Rambla de la Viuda	29'5	15'0

El comportamiento de la Rambla de la Viuda, como se ve, suele situarse a mitad de camino entre ambos brazos. Un riguroso análisis de morfoscopia de la turmalina y el granate de la Rambla Carbonera y del Riu Montlleó con-

¹⁸ Los resultados de la «fracción densa» no se hubieran podido aportar sin la valiosa ayuda de Eulalia Sanjaume Saumell, miembro del Departamento de Geografía de Valencia. Los análisis de arcillas se han realizado en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Politécnica de Valencia, bajo la amable dirección del Dr. D. Juan José Alonso Pascual, con la colaboración de sus ayudantes. Mi sincero agradecimiento a todos ellos.

tribuiría a determinar la importancia exacta de los aportes de uno y otro cauce en las especies de los densos resistentes de la Rambla de la Viuda.

Respecto a los minerales de metamorfismo se ha estudiado los promedios de estaurólita + silimanita con resultados similares a la paragénesis turmalina + granate.

CUADRO VIII

Rambla	Promedio de estaurólita + silimanita
Rambla Carbonera	9'7
Riu Montlleó	4'5
Rambla de la Viuda	6'0

El Riu de Lluçena, por su parte, se individualiza por el alto porcentaje de carbonatos. Las especies típicas de los otros cauces adquieren un menor significado. Forma así un área bastante característica en el conjunto estudiado.

2. *Minerales de las arcillas*

a) Técnicas:

Las muestras estudiadas son de arrastre. La investigación se ha llevado a cabo tras el proceso de granulometría de densímetros, recogiendo la fracción arcillosa mediante centrifugadora. El difractor utilizado ha sido Philips, referencia 1140.

b) Resultados (tabla IV):

La paragénesis caolinita-feldespatos-micas revela el gran desarrollo de las series cretácicas en la cuenca. La clorita, por su parte, bien puede relacionarse con estos niveles o corresponder a algún asomo triásico. Un estudio pormenorizado al microscopio electrónico podría ayudar a determinarlo exactamente.

ALONSO PASCUAL demostró la relación existente entre sepiolita y cubetas terciarias. Otros autores lo han constatado en diversos lugares. El mismo autor ha reconocido sepiolita en niveles garumnienses, si bien no puede excluirse la posibilidad de que corresponda a algún otro horizonte cretácico¹⁹.

El conjunto de las arcillas señala un área madre muy monótona, sin que pueda destacarse ningún cauce, dentro del conjunto de la red de la Rambla de la Viuda, que imprima carácter a sus sedimentos o a la de ésta aguas abajo de la confluencia.

3. *Conclusiones*

A pesar de la poca variedad mineralógica de las muestras pueden establecerse, sin embargo, ciertas matizaciones referidas a cada una de las cuencas alimentadoras de la Rambla de la Viuda:

¹⁹ Amable sugerencia del autor.



Fig. 1.—Caserío de la Estrella, junto al cauce del Riu Montlleó. La flecha indica el cono formado el 9 de octubre de 1883 en circunstancias trágicas para sus moradores.

Fig. 2.—Rambla de la Viuda. La labor de zapa en la base de las terrazas recubiertas por costras origina desplomes masivos que son barridos en las sucesivas crecidas. Nueva fase de remodelación de cantos.





Fig. 1.—Mezcla de derrubios de vertiente (angulosos) y de cantos del cauce (redondeados)

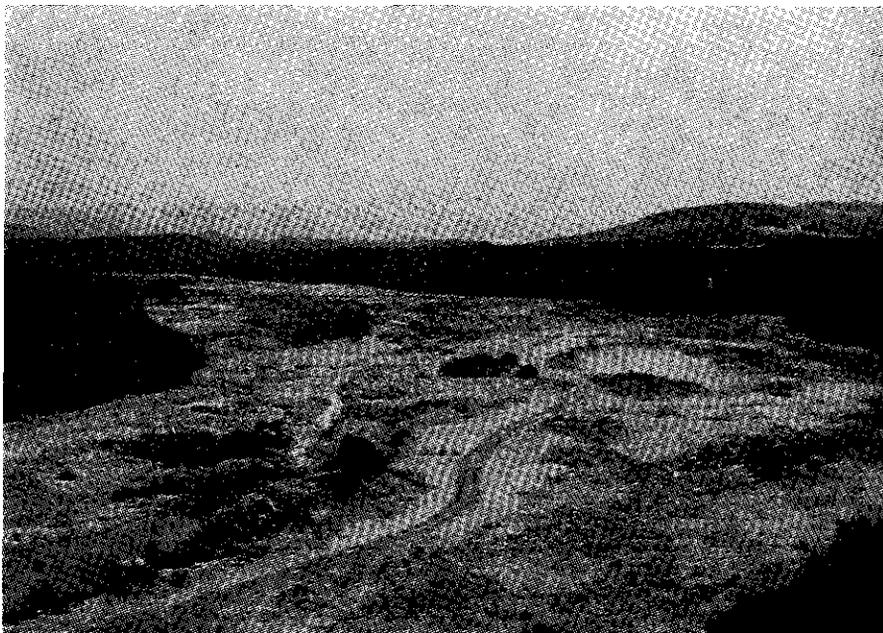


Fig. 2.—La tradicional función viaria de las ramblas ha experimentado cierta transformación con la moderna explotación de las graveras.

- Conjunto de la Rambla Carbonera:
Gran oxidación y alteración.
Asociación característica: turmalina, granate, estauroлита.
- Conjunto del Riu Montlleó:
Oxidación y alteración máxima en su cabecera.
En la cuenca baja aparecen ya minerales transparentes.
Asociación: básicamente turmalina, seguida del circón y granate.
Desaparecen los minerales de metamorfismo.
- Conjunto del Riu de Lluçena:
Menor oxidación, alteración «media».
Presencia mayoritaria de carbonatos (alrededor del 80 %).
Asociación: carbonato y turmalina en segundo lugar.
- Conjunto de la Rambla de la Viuda:
Presenta, tras los sucesivos aportes, las características de cada uno de los diferentes «conjuntos», aun cuando suele predominar la asociación típica del último de los aportes.

APENDICE

TABLA I
Porcentajes granulométricos

Número muestra	Ø tamaño mm							
	2'00-1'19	1'19-0'59	0'59-0'35	0'35-0'29	0'29-0'21	0'21-0'14	0'14-0'10	0'10-0'06
1	47'34	39'00	9'96	0'11	2'57	0'45	0'34	0'22
2	20'24	33'04	22'31	0'63	13'80	4'76	3'13	2'69
3	7'97	19'62	19'91	0'73	25'05	15'12	7'93	3'67
4	24'71	30'53	16'87	0'30	14'25	6'29	4'32	2'74
5	30'70	27'13	15'28	0'36	12'70	6'54	4'63	2'67
6	21'19	49'14	19'97	0'28	6'88	1'39	0'72	0'44
7	38'14	43'23	13'05	0'15	4'01	0'74	0'43	0'25
12	23'48	42'42	14'68	0'52	10'95	4'93	2'14	0'88
13	21'31	17'73	13'30	0'45	19'90	13'46	9'05	5'50
16	50'68	37'12	8'07	0'12	2'59	0'71	0'41	0'29
17	14'81	44'66	22'62	0'39	10'39	3'25	2'27	1'61
18	17'82	36'21	20'55	0'33	12'95	5'91	3'58	2'65
19	33'75	43'53	13'56	0'24	6'48	1'36	0'64	0'45
20	53'75	37'46	6'58	0'05	1'80	0'26	0'05	0'04
21	23'16	30'87	15'07	0'16	16'33	9'92	3'61	0'89
22	14'96	17'16	16'82	0'76	33'62	12'88	2'90	0'89
24	36'15	42'97	13'57	0'21	4'40	1'36	0'94	0'70
26	22'89	34'68	18'99	0'37	10'99	4'88	3'66	3'54
27	21'04	29'20	21'69	0'63	18'18	6'09	2'25	0'94
28	22'10	33'75	16'75	0'33	14'94	6'71	3'62	1'81
29	32'48	38'05	7'95	0'21	6'02	6'33	5'19	3'76
31	19'23	13'22	6'53	0'14	17'66	20'90	14'38	7'93
32	28'81	33'42	17'40	0'39	11'06	4'84	2'48	1'50

Número muestra	Ø tamaño mm							
	2'00-1'19	1'19-0'59	0'59-0'35	0'35-0'29	0'29-0'21	0'21-0'14	0'14-0'10	0'10-0'06
33	3'30	3'43	2'03	0'05	6'16	28'82	29'86	26'34
34	37'06	40'90	11'58	0'40	5'66	2'01	1'22	1'16
35	—	4'10	34'02	1'83	34'97	12'14	7'31	5'11
36	13'84	9'18	6'99	0'19	17'08	18'89	18'82	15'01
37	9'52	8'40	12'91	0'56	21'43	26'69	14'85	5'64
38	27'40	50'44	14'81	0'18	4'88	1'06	0'65	0'59
39	30'21	30'49	11'74	0'23	9'73	7'21	7'31	5'76
41	17'62	19'81	18'81	0'61	20'28	10'64	6'65	5'58
42	15'14	17'26	15'70	0'49	22'57	14'30	9'36	5'18

TABLA II

Parámetros e índices granulométricos

Número muestra	P ₉₀	Q ₃	M _d	Q ₁	P ₁₀	SK	K	So	Sc	D
1	1'792	1'520	1'134	0'724	0'488	0'703	0'201	1'313	0'526	1'304
2	1'537	1'075	0'632	0'354	0'210	0'952	0'271	1'742	0'721	1'327
3	1'106	0'647	0'283	0'200	0'130	1'615	0'229	1'798	0'447	0'976
4	1'468	1'404	0'685	0'273	0'169	0'816	0'435	2'267	1'131	1'299
5	1'688	1'310	0'722	0'278	0'165	0'698	0'338	2'170	1'032	1'523
6	1'565	1'126	0'788	0'522	0'352	0'946	0'248	1'468	0'604	1'213
7	1'745	1'423	0'981	0'654	0'417	0'967	0'289	1'475	0'769	1'328
12	1'603	1'160	0'767	0'426	0'223	0'840	0'267	1'650	0'734	1'370
13	1'518	1'028	0'383	0'195	0'121	1'366	0'298	2'296	0'833	1'397
16	1'805	1'548	1'198	0'751	0'511	0'810	0'307	1'435	0'797	1'294
17	1'408	1'013	0'684	0'412	0'229	0'892	0'254	1'568	0'601	1'179
18	1'494	1'035	0'637	0'289	0'181	0'737	0'284	1'892	0'746	1'313
19	1'714	1'361	0'915	0'612	0'361	0'994	0'276	1'491	0'749	1'353
20	1'815	1'570	1'233	0'796	0'603	0'822	0'319	1'404	0'774	1'212
21	1'598	1'141	0'646	0'258	0'175	0'705	0'310	2'102	0'883	1'423
22	1'413	0'789	0'289	0'227	0'170	2'144	0'226	1'864	0'562	1'243
24	1'732	1'396	0'949	0'631	0'388	0'978	0'284	1'487	0'765	1'344
26	1'594	1'140	0'687	0'365	0'176	0'881	0'273	1'767	0'775	1'418
27	1'562	1'081	0'593	0'277	0'212	0'851	0'297	1'975	0'804	1'350
28	1'581	1'120	0'666	0'277	0'184	0'699	0'301	2'010	0'843	1'397
29	1'704	1'341	0'861	0'439	0'149	0'794	0'290	1'747	0'902	1'555
31	1'526	0'875	0'238	0'147	0'104	2'290	0'255	2'439	0'728	1'422
32	1'670	1'274	0'762	0'402	0'216	0'882	0'299	1'780	0'872	1'454
33	0'272	0'182	0'130	0'097	0'072	1'044	0'212	1'369	0'085	0'200
34	1'738	1'409	0'953	0'620	0'282	0'961	0'270	1'507	0'789	1'456
35	0'538	0'428	0'264	0'209	0'122	0'743	0'046	1'089	0'039	0'416
36	1'374	0'508	0'198	0'119	0'084	1'541	0'150	2'066	0'389	1'290
37	1'143	0'443	0'249	0'149	0'110	1'376	0'142	1'724	0'294	1'033
38	1'654	1'245	0'869	0'613	0'384	1'010	0'248	1'425	0'632	1'270
39	1'684	1'301	0'754	0'268	0'137	0'613	0'333	2'203	1'033	1'547
41	1'489	0'917	0'416	0'217	0'125	1'149	0'256	2'055	0'770	1'364
42	1'419	0'797	0'284	0'188	0'118	1'857	0'234	2'058	0'609	1'301

TABLA III
Análisis mineralógico

Muestras	Opacos naturales . . .	Opacos de alteración . . .	Porcentaje de minerales densos transparentes entre sí															Número de minerales densos transparentes			
			Turnalina . . .	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurolita	Distena	Andalucita	Silimanita	Epidota	Anfiboles	Proxenos	Micas		Cloritas	Carbonatos	Alteritas
1	8	190	40	6	18	2	—	4	1	15	—	—	1	—	7	—	6	—	—	33	100
2	—	165	29	—	23	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	1	1	63	67
4	27	198	41	1	16	7	—	3	—	7	—	—	—	—	—	—	8	1	6	62	72
5	10	243	45	8	22	3	—	5	—	9	—	—	—	—	—	—	3	4	—	50	77
9	24	120	55	5	16	1	1	6	—	11	—	—	—	—	—	—	2	—	—	34	100
11	32	122	40	3	5	3	—	2	1	9	—	—	—	—	—	—	3	3	7	26	79
13	19	164	54	1	17	1	—	—	3	14	—	—	—	—	—	—	7	—	—	63	71
14	22	131	54	4	17	4	—	3	—	14	1	—	—	—	—	—	1	1	1	47	71
21	24	155	47	11	16	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	1	—	15	67	79
22	11	202	67	1	12	1	—	1	—	7	—	1	—	—	—	—	3	—	4	30	74
25	—	—	81	2	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	10	62
29	3	169	56	6	6	4	—	1	1	8	—	2	15	1	1	—	2	—	—	65	100
30	5	270	70	11	5	2	—	2	—	4	—	—	—	—	1	—	2	—	3	3	100
31	67	127	49	17	15	4	—	—	—	6	—	—	—	—	2	—	2	—	—	22	100
32	17	96	49	10	21	5	—	3	2	4	—	1	—	—	3	—	1	—	—	24	100
38	—	112	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	94	37	100
39	1	60	9	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	—	86	38	100
40	5	98	10	3	3	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	79	62	100
41	—	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	96	45	100
42	—	117	39	5	9	—	—	1	—	4	—	—	3	—	—	—	12	—	27	19	100

TABLA IV

Resultados de los análisis de las arcillas

E-2:	Sepiolita, moscovita, caolinita, feldespatos, clorita, algo de illita y calcita.
E-3:	Calcita, mica, caolinita, illita, algo de clorita, sepiolita, paligorskita.
E-11:	Calcita, moscovita, dickita, paligorskita, clorita, sepiolita, feldespatos, hidrobiotita.
E-20:	Calcita, clorita, dickita, feldespatos, sepiolita, hidrobiotita.
E-22:	Caolinita (y/o dickita), feldespatos, hidrobiotita, moscovita, sepiolita, calcita y algo de clorita.
E-27:	Calcita, sepiolita, clorita, moscovita, algo de illita. Junto a ellos aparecen otros con- fusos o probables, como montmorillonita, turmalina y silimanita.
E-29:	Calcita, clorita, sepiolita, moscovita, illita, dickita, hidrobiotita.
E-32:	Calcita, hidrobiotita, moscovita, clorita, feldespatos, sepiolita.
E-33:	Calcita, moscovita, sepiolita, clorita, caolinita-dickita, hidrobiotita.
E-34:	Calcita, moscovita, feldespato, illita, caolinita, hidrobiotita.
E-35:	Calcita, sepiolita, moscovita, clorita, caolinita, feldespatos.
E-39:	Calcita, clorita, feldespatos, moscovita, caolinita, dickita, sepiolita, hidrobiotita
E-42:	Calcita, clorita, moscovita, caolinita-dickita, illita.
