

TERRAZAS ALUVIALES DE LA RAMBLA DEL PORTÚS (FRANJA COSTERO-MERIDIONAL DE LA PROVINCIA DE MURCIA)

Cal-melo Conesa García

Departamento de Geografía.
Universidad de Murcia

RESUMEN

En las ramblas costero-meridionales de la región de Murcia, las terrazas aluviales representan un tipo de depósito poco frecuente, dada la importante acción erosiva que, en distintas etapas del Holoceno, han ejercido las escorrentías torrenciales de estos cursos, caracterizados por por acusada pendiente y una morfología singularmente cambiante. Claro ejemplo de ello es la Rambla del Portús, cuyos niveles de terraza aparecen hoy muy reducidos, no sólo por la propia erosión lateral de la comente, sino también por la intensa explotación de áridos llevada a cabo en los últimos años. Quedan, no obstante, algunos retazos, sobre todo en el tramo medio-inferior, sector de Escarihuelas, donde ha sido posible reconocer hasta tres niveles.

En este artículo. se describen las características morfológicas y sedimentarias de los citados niveles, y se aborda el análisis morfométrico y mineralógico de sus elementos constitutivos, lo que ha permitido establecer, entre ellos, algunas diferencias de tipo morfogenético y paleoambiental.

Palabras clave: Rambla del Portús, terrazas aluviales, granulometría, morfometría de cantos, mineralogía.

ABSTRACT

Alluvial terraces in the Rambla del Portús (Southern coastal strip in the province of Murcia)

In the southern coastal watercourses of the province of Murcia, alluvial terraces represent a rare type of deposit due to the fact that at different time during the Holocene Epoch the torrential overlandflow exerted an important erosive action on these watercourses, which are characterized by a marked slope and a notably changing morphology. A good example of all this is the Rambla del Portús, whose levels of terrace appear very reduced nowadays, due not only to the very lateral erosion of the stream, but also to the intense exploitation of arids that has taken place in recent years. However, there are still some remnants mainly in the inferior medium section, sector of Escarihuelas, where it has been possible to discover as many as 3 levels.

In this paper, the morphological and sedimentary characteristics of the above mentioned levels are described, together with the morphometric and mineralogic analysis of their constitutive elements. This has allowed us to establish some morphogenetic and paleoenvironmental differences among them.

Key words: Rambla del Portús, alluvial terraces, granulometry, morphometry of the gravels, mineralogy.

INTRODUCCIÓN

Las terrazas aluviales son plataformas recortadas por la incisión lineal de un curso de agua, correspondientes a depósitos originados en etapas pretéritas que reflejan las distintas alturas alcanzadas por la corriente en cada una de ellas. La descripción de sus niveles, incluyendo forma, tamaño y altura, el estudio de sus facies sedimentarias, el análisis morfométrico y mineralógico de sus materiales, contribuyen significativamente a su interpretación morfogénica, y permiten deducir, por consiguiente, algunas consideraciones acerca de las condiciones climáticas e hidrológicas que controlaron su formación en el pasado.

Estos aspectos y los diversos problemas planteados al respecto, han sido objeto de gran atención en numerosos trabajos de geomorfología fluvial, entre ellos los de LEOPOLD et al. (1964); ZUIDAM (1967); BUTZER-HANSEN (1968); VITA FINZI (1969); HOWARD, FAIRBRIDGE y QUINN (1969); DURY (1970); SCHUMM (1977); GILMAN y THORNES (1985). Sin embargo, muchas de las formulaciones apuntadas por estos autores son difícilmente comprobables en las ramblas de Sureste Peninsular, ya que aquí el carácter efímero y esporádico de la escorrentía superficial no favorece la preservación de los niveles de terraza, y ello introduce una nueva dificultad en la interpretación geomorfológica de este tipo de depósito, al reducir considerablemente las posibilidades de correlación. En el caso de la Rambla del Portús, situada entre la Sierra de Peñas Blancas y la Sierra de Cartagena, en la franja Sur de la región de Murcia, los niveles aluviales han sido erosionados completamente a lo largo del tramo alto, y sólo se reconocen, en forma de pequeños retazos aislados, desde la confluencia con la Rambla de la Muela hasta aguas abajo de Escarihuelas, en el tramo medio-inferior.

Con el presente artículo, sólo se pretende describir determinadas características de estos depósitos tales como granulometría, morfometría de cantos, composición mineralógica, etc., aportando una serie de datos analíticos que sirvan para un posterior estudio de correlación de terrazas en dicho territorio, o, en un sentido más amplio, en la vertiente sur mediterránea.

1. NIVELES DE TERRAZAS ALUVIALES

En la Rambla del Portús, como en el resto de los sistemas fluviales de la franja costero-murciana, quedan escasos testimonios de terrazas aluviales, fruto de las intensas acciones de barrido desarrolladas en las *fases de encajamiento holoceno*. Esporádicamen-

TERRAZAS ALUVIALES DE LA RAMBLA DEL PORTÚS

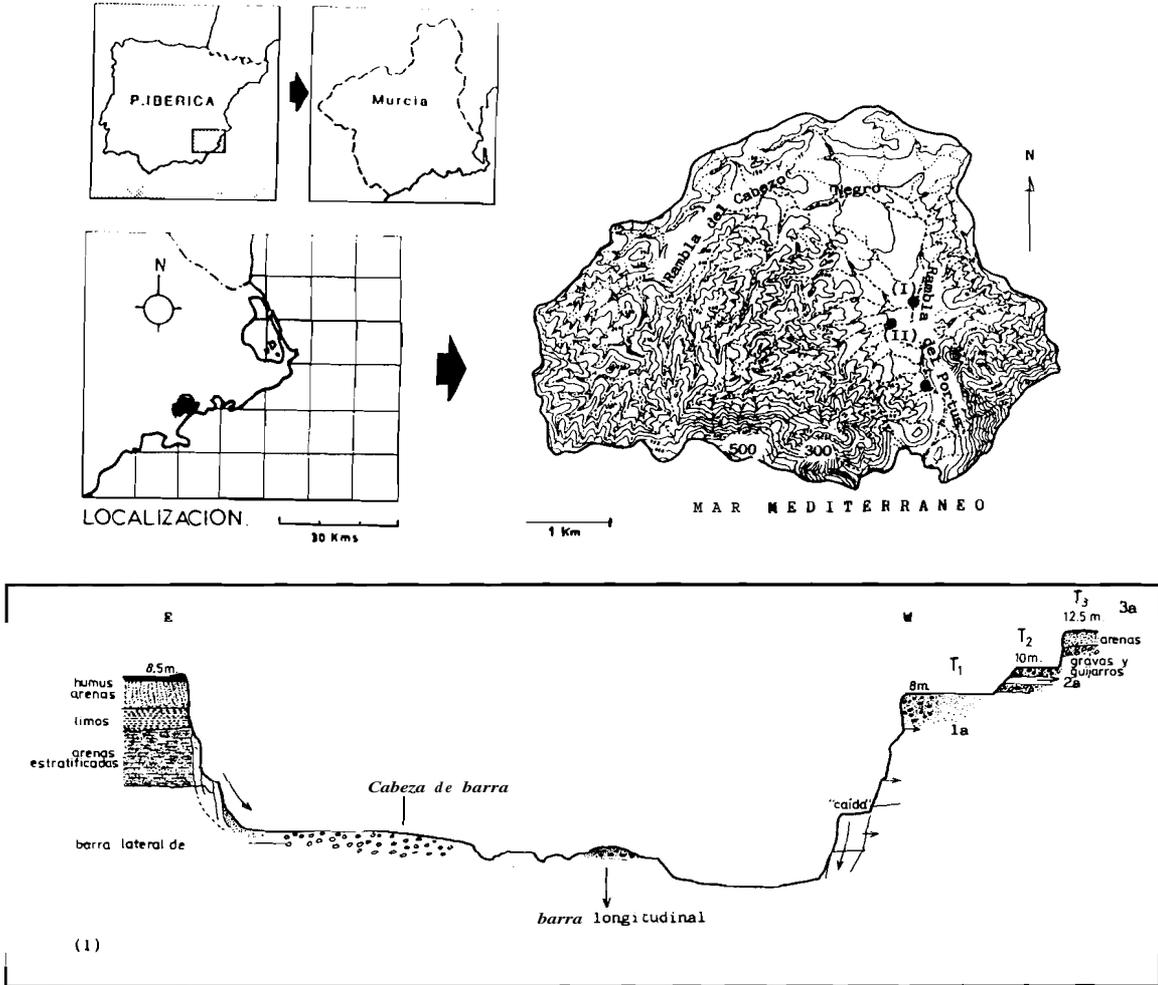


FIGURA 1. Sección transversal de la Rambla del Portús en el paraje de Las Escarihuelas, y su localización dentro de la cuenca.

te allí donde las ramblas han abandonado su antiguo cauce o se han encajado disimétricamente. haciendo que la corriente deje de erosionar alguno de sus márgenes, se han conservado pequeños retazos de terrazas que, en el mejor de los casos, permite distinguir un máximo de tres niveles. Este es el caso del tramo medio de la Rambla del Portús, donde pueden apreciarse los siguientes niveles de terraza:

T₁, situada a 6-8 m. de altura del lecho actual.

T₂, 9-10 m.

T₃, 11,5-12,5 m.

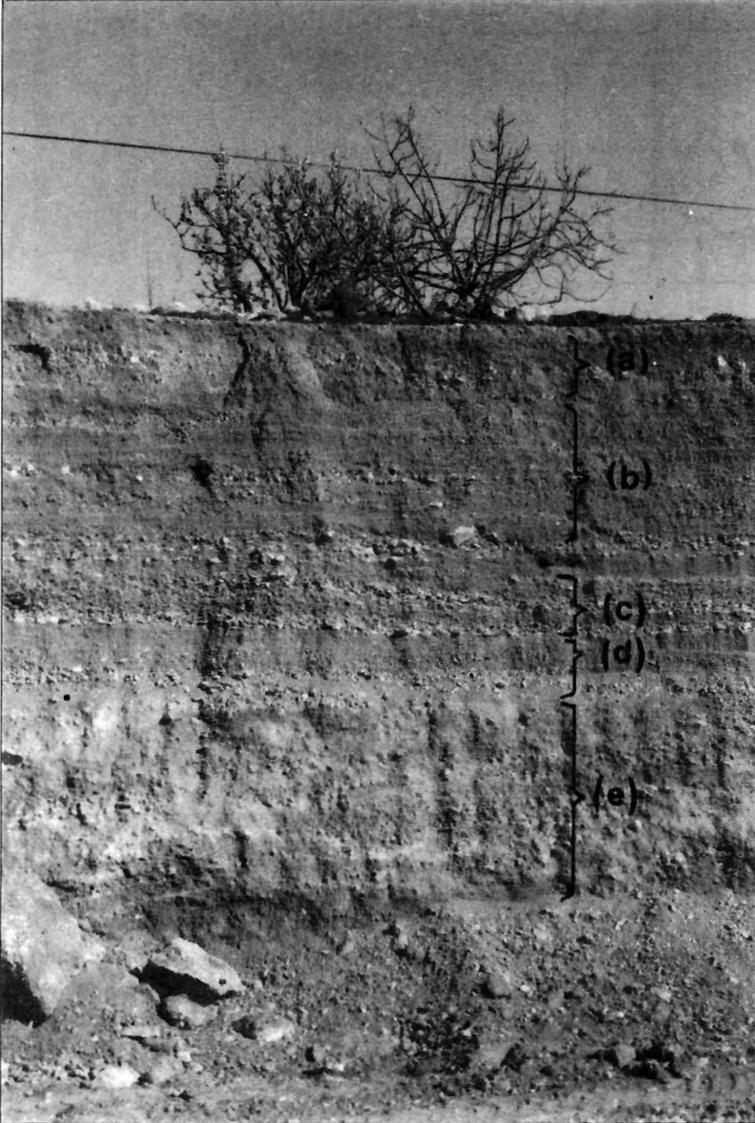


FIGURA 2. Explotación de áridos próxima a Galifa. Las letras hacen referencia a las capas de la secuencia descrita en el texto. Las unidades a, b, c y d corresponden a la terraza inferior de la Rambla del Portús (T_1).

Los dos primeros niveles se encuentran bastante degradados, y a menudo han sido destruidos por la erosión o la explotación de áridos, formando en este caso series sedimentarias incompletas de espesor muy variable. El gran desarrollo de la terraza inferior ha permitido su explotación como gravera, aunque, en realidad ésta se ha extendido, según los puntos, al resto de los niveles.

En el tramo inferior, estas terrazas desaparecen prácticamente ensanchándose el cauce, a la vez que pierde profundidad y se rellena de una ingente y desordenada masa de canturrales.

El nivel T_3 , además de tener un carácter muy localizado (sector de Las Escarihuelas) ofrece la peculiaridad de que sus materiales se asientan sobre una superficie erosiva, labrada sobre depósitos coluviales y, en determinados puntos, sobre el propio sustrato neógeno. No obstante, este sector se **enmarca** en el centro de una depresión casi cerrada, donde se acumulan los aportes aluviales de gran número de cursos torrenciales laterales. tales como la Rambla de la Muela, que han funcionado muy activamente durante el Pleistoceno Superior y Holoceno. Como resultado de ello y del intenso aprovechamiento de estos áridos, el nivel T_3 ha sido reducido muy considerablemente.

La gravera próxima a Galifa ha facilitado el estudio de la secuencia estratigráfica correspondiente a la terraza inferior (6-8 m.) (fig. 2). En la actualidad se halla prácticamente destruida como consecuencia de la intensa explotación de áridos llevada a cabo en los últimos años.

El corte realizado en la citada explotación ha permitido establecer la siguiente secuencia:

- a) Nivel de arena media con cantos calizos distribuidos irregularmente (espesor: 0.8 m.).
- b) Paquete de arenas finas y medias con pequeños lentejones de gravas y cantos. Estructura sedimentaria laminar (espesor: 1,5 m.).
- c) Capas de gravas y cantos de estructura en láminas horizontales (espesor: 0,5-1 m.).
- d) Capa discontinua de arena fina con espesor variable (máximo: 0,6 m.).
- e) Formación coluvionar constituida por limos y arcillas con inclusión de cantos heterométricos e intercalación de bandas de limos blanquecinos con abundantes carbonatos. Espesor visible: 3 m.

2. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS

2.1. Granulometría

a) *Metodología*

La interpretación granulométrica está principalmente basada en los resultados obtenidos mediante el cálculo de los parámetros muestrales, distinguiendo, de acuerdo con la metodología de RINCÓN et al. (1978):

1. *Parámetros comunes en sedimentología*

— Mediana	Q_{50}
— índice de clasificación de Trask ("sorting index")	$So = Q_{25}/Q_{75}$
— Qd de Krumbein	$Qdphi = -\text{Log}_7 So$
— Media phi (INMAN)	$m = (q_{84} + q_{16}) / 2$
— Desviación típica (INMAN)	$\sigma = (q_{84} - q_{16}) / 2$
— Coeficientes de disimetría:	

$$Ak = (Q_{75} - Q_{25}) / Q_{50} \quad (\text{KRUMBEIN})$$

$$Sk = (Q_{25} \cdot Q_{75}) / Q_{50}^2 \quad (\text{TRASK, SKEWNESS})$$

$$\alpha 1 = (m - Q_{50}) / \sigma \quad (\text{INMAN})$$

$$\alpha 1 = (1/2 (q_5 + q_{95}) - Q_{50}) / \sigma \quad (\text{INMAN})$$

— Coeficientes de acuidad (KURTOSIS):

$$D = 1/2 (q_{95} - q_5) - \sigma / \sigma \quad (\text{INMAN})$$

$$Kg = (q_{95} - q_5) / [2,44 (Q_{75} - Q_{25})] \quad (\text{FOLK Y WARD})$$

2. *Parámetros estadísticos*

Como parámetros estadísticos 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 logarítmicas, 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.

b) *Características granulométricas*

Los depósitos arenosos pertenecientes a los distintos niveles de terraza aluvial presentan ciertas diferencias texturales puestas de manifiesto en la granulometría del cuadro I.

Los datos granulométricos de los depósitos de terraza de diversas ramblas del Campo de Cartagena, caracterizadas por importantes áreas-fuente de sedimentos (Ramblas de Cobachos, La Murta, Marqués, Bocaoria...) (CONESA, 1987), prueban que generalmente en ellos existe un neto contraste entre la granulometría de los niveles T_1 de las ramblas de largo recorrido y de perfil longitudinal más suave y la de los niveles T_1 y T_2 de las ramblas de menor desarrollo y con pendiente más pronunciada. En las terrazas de la Rambla del Portús, al igual que en las de otras ramblas costero-meridionales de la región de Murcia, con áreas fuente ricas en esquistos y pizarras, y una pendiente acusada

CUADRO I
 Parametros e índices granulométricos de las arenas de terraza

Muestra		Q ₂₅ mm φ	Q ₅₀ mm φ	Q ₇₅ mm φ	q ₅ mm φ	q ₁₆ mm φ	q ₈₄ mm φ	q ₉₅ mm φ
I	T ₁ (1a)	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
	T ₂ (2a)	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
	T ₃ (3a)	1,10-0,14	0,87 0,70	0,49 1,03	1,78-0,83	1,36-0,45	0,27 1,89	0,12 3,05
II	T ₁ (1a)	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
	T ₂ (2a)	1,35-0,44	0,07 0,05	0,50 1,00	1,94-0,96	1,62-0,70	0,33 1,60	0,16 2,65

Muestra		Q ₅₀ (*)	m	o	Qd	So	Sk(*)	o _s	σ ₂	K	Ks
I	T ₁ (1a)	1,15	0,40	1,07	0,85	1,68	0,75	0,56	0,83	0,52	0,89
	T ₂ (2a)	1,21	0,45	1,22	0,93	1,91	0,91	0,16	0,42	0,34	0,72
	T ₃ (3a)	0,84	0,72	1,17	0,58	1,50	0,71	0,44	0,78	0,66	1,36
II	T ₁ (1a)	1,12	0,42	1,08	0,73	1,66	0,81	0,54	0,77	0,42	0,87
	T ₂ (2a)	0,97	0,45	1,15	0,72	1,64	0,72	0,35	0,69	0,57	1,03

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

I = Tramo medio de la Rambla del Portús (Sector de Las Escarihuelas).

II = Rambla de la Muela. 1 Km aguas arriba de su confluencia con la Rambla del Portús

(Rambla de la Azohía, Valdelentisco...), la totalidad de las muestras quedan comprendidas en el dominio de arena media y gruesa, alcanzándose medianas siempre por encima de 0,8 mm. En la serie de Las Escarihuelas, de la Rambla del Portús (tramo medio), la fracción de arenas gruesas es muy importante. El valor q₅ registra los valores más altos del total de muestras analizadas, situándose entre 1,77 y 1,94. El 95 centilo adopta valores ligeramente más altos que el resto de las formaciones aluviales, contribuyendo a individualizar estos depósitos desde un punto de vista estrictamente sedimentológico.

Se trata de un material arenoso más grueso que el que compone los depósitos de arenas actuales en lechos de rambla, si bien la desviación intercuartílica, la desviación de Inman (s) y los índices de clasificación (Qd y So) se mantienen en los mismos intervalos (CONESA, 1987). Tampoco existen grandes diferencias en cuanto a las fases de acumulación de material, que se hallan similarmente distribuidas, aunque con distintas frecuencias de tamaño.

Atendiendo al carácter y proceso evolutivo de estos materiales detríticos, y según la clasificación dinámica propuesta por RIVIERE (1977), la mayoría de las muestras analizadas presentan una facies sublogarítmica (-0,1 ≤ N ≤ 0,1; 2 ≤ X ≤ 2,75), típica de sedimentos transportados por corrientes torrenciales esporádicas. y depositados por exceso de carga, tras recorridos cortos.

Las curvas acumulativas correspondientes a las muestras de los distintos niveles de terrazas son representadas en la fig. 3. Forman un conjunto de curvas relativamente uniforme, caracterizado por segmentos de pendiente poco pronunciada, que expresan una

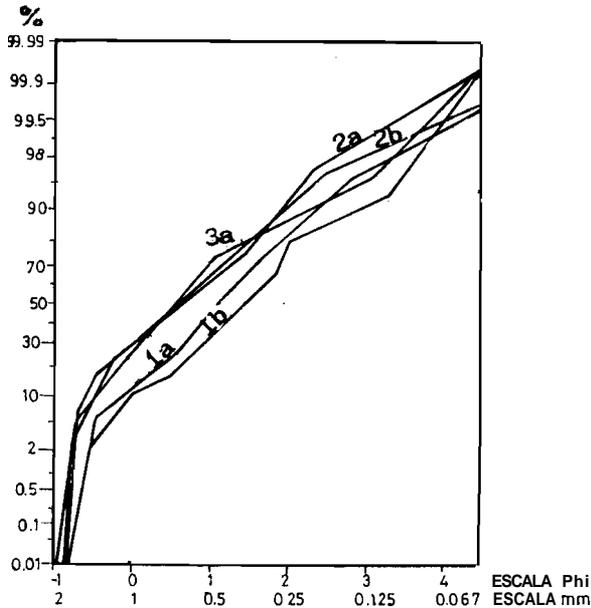


FIGURA 3. Curvas de frecuencias acumulativas. Muestras correspondientes a las terrazas de Escarihuelas.

mala 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 que representa la fracción de arena muy fina normalmente constituye menos del 10 por ciento de la distribución total. La mayoría de estas curvas muestran una pequeña inflexión a la altura de 0,25 mm., traduciendo en tomo 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, que originarían una adición de nuevas partículas a los tamaños más finos.

2.2. Análisis morfométrico de cantos

El estudio de los depósitos aluviales hasta ahora descritos ha sido completado con el análisis de cantos ($2 < \phi < 24$ cm.), realizado para las series en las que están mejor representados (series de Escarihuelas y Lo Manzano).

En este análisis morfométrico se han calculado los índices clásicos de aplanamiento y desgaste dados por las fórmulas de CAILLEUX (1956):

TERRAZAS ALUVIALES DE LA RAMBLA DEL PORTÚS

$$A \text{ (Índice de aplanamiento)} = \frac{L + 1}{2E}$$

$$D \text{ (Índice de desgaste)} = \frac{2.000 r_1}{L}$$

siendo L = eje mayor del canto; l = anchura mayor; E = espesor y r_1 = radio menor de curvatura.

Con objeto de examinar con mayor precisión los elementos poco aplanados y los poco o muy desgastados se han adoptado algunas de las recomendaciones propuestas por GALLART (1981), basadas en la aplicación de los índices α y ϵ que son una función logarítmica de los de CAILLEUX.

$\alpha = \text{Ln} (A-1)$, donde A es el índice de aplanamiento de Cailleux y Ln el logaritmo neperiano.

$$\epsilon = \text{Ln} \left(\frac{1.000}{D} - 1 \right)$$

donde D es el índice de desgaste y Ln el logaritmo neperiano.

La distribución logarítmica resultante permite que la mediana pueda tomarse como la verdadera media y que la media y la varianza puedan ser empleadas para determinar analíticamente los valores de la media y la varianza logarítmica (CALOT, 1973). Asimismo, la representación de estos índices en un diagrama probabilístico de frecuencias acumuladas, aplicando la distribución de Gauss, da como resultado un trazado muy próximo al de una recta.

Dado que la selección de la naturaleza petrográfica de los elementos es uno de los factores más delicados, a causa de la elevada precisión alcanzada por este método, se ha optado por el análisis morfométrico de los cantos calizos, por ser éstos los únicos que se hallan en proporciones relativamente apreciables en casi todas las muestras estudiadas.

El simple recuento de cantos, por clases de tamaños (FACON, 1976), establece ya una primera diferenciación entre los citados depósitos (cuadro 2).

Estas formaciones aluviales presentan una cierta homogeneidad de tamaños. En los depósitos de Las Escarihuelas, la proporción de cantos de 2 a 6 cm. varía entre el 70 y el 95 por ciento, como consecuencia de la diferente distribución de tamaños en las terrazas T_1 , T_2 y T_3 . La fracción de cantos de la terraza inferior (1a) se encuentra mucho mejor clasificada que la de las terrazas T_2 y T_3 (2a y 3a). Aguas abajo, en el tramo inferior de la rambla, se aprecia también una mayor homometría en la terraza inferior, si bien las diferencias de tamaños entre los dos niveles, que se conservan en la actualidad, son menos acusadas que en el sector de Las Escarihuelas.

CUADRO II
Recuento de cantos por clases. Muestras representativas de las terrazas aluviales de Escarihuelas y de Lo Manzano (Rbla. de La Muela)

Clase N.º	Tamaño	Terrazas aluviales				
		Escarihuelas			Rbla. de la Muela (T. bajo)	
		T ₁ (1a) (%)	T ₂ (2a) (%)	T ₃ (3a) (%)	T ₁ (1a) (%)	T ₂ (2a) (%)
1	2,1-3,0	58	46	30	60	42
2	3,0-4,2	31	27	23	32	37
3	4,2-6,0	7	20	28	5	15
4	6,0-8,4	3	13	10	2	3
5	8,4-12,0	1	11	7	2	2
6	12,0-16,8	0	3	2	0	1
7	16,8-24,0	0	0	0	0	0
Mediana (cm).....		2,8	3,1	4,0	2,6	3,2
Centilo (cm).....		10,2	15,1	14,9	10,4	13,5

Respecto al índice de desgaste, el valor de la mediana se mantiene muy constante en los distintos niveles de terraza. La mayor diferencia se observa entre las terrazas T₁ y T₃ (fig. 4), donde la mediana se sitúa en 125 y 165 respectivamente, lo que hace pensar en condiciones hidrodinámicas algo diferentes en las distintas fases de su formación. Por otra parte, estos valores son relativamente moderados y reflejan, dado el corto recorrido que han tenido, un régimen torrencial con lluvias y escorrentía ligeramente más abundantes durante la primera fase de relleno.

Por su parte, los índices de aplanamiento y disimetría, según las tablas dadas por CAILLEUX y TRICART (1959), contribuyen también a diferenciar cada una de estas formaciones, aportando algunas consideraciones acerca de su génesis.

En las terrazas y barras aluviales de las ramblas meridionales de la región de Murcia, la mediana del índice de aplanamiento se sitúa entre 1,5 y 1,8, lo que indica la presencia de acciones hidrodinámicas típicas de climas más contrastados que el actual.

Con objeto de comparar gráficamente los resultados del análisis morfométrico, se han señalado sobre un diagrama de Tricart de escala logarítmica los puntos que representan las medias de cada muestra de 50 elementos, rodeadas de los rectángulos que marcan la mitad de la distancia crítica entre dos medias distintas para un margen de error de 0,1. Cuando dos muestras tienen rectángulos disjuntos en uno de los índices, la probabilidad de que sean distintas en relación con dicho índice es superior al 90 por ciento. Las distancias críticas han sido calculadas para cada par de muestras mediante el test de Student:

$$d = t \left| \frac{s_1^2 - s_2^2}{n - 1} \right|$$

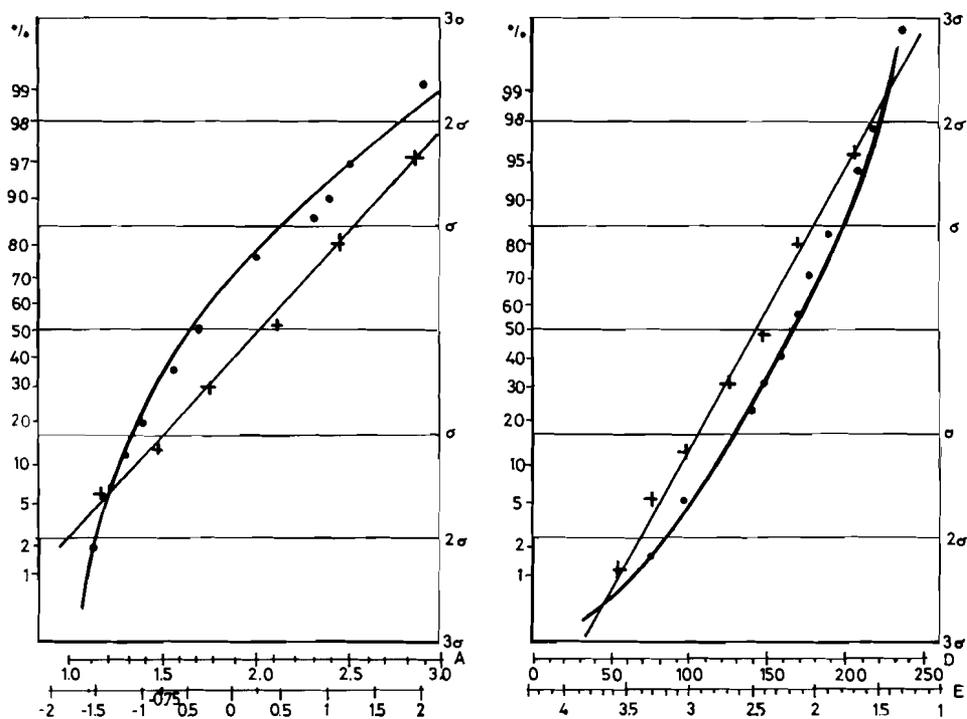


FIGURA 4. Diagrama probabilístico de la muestra 3a (terrace alta de la Rambla del Portús). Las cruces representan la curva acumulativa de los índices de aplanamiento (A) y desgaste (D). Los puntos indican los valores α y E, aproximándose a una recta de acusada pendiente.

siendo, s_1 y s_2 las desviaciones típicas de las muestras; n , el número de elementos de cada una de ellas. y t . el valor de la función de Student, que para 98 grados de libertad y un margen de error de 0,1 toma el valor $t = 1,664$.

La fig. 5 muestra el resultado de las morfometrías realizadas en las terrazas de Las Escarihuelas (Rambla del Portús), en comparación con los correspondientes a los depósitos aluviales de la Rambla de los Jurados (tributario de la Rambla del Albuñón) en el sector de Los Campillos. Es obvio que las muestras f, g y h, forman un conjunto muy homogéneo a la vez que distinto del resto de las muestras. Las tres han sido tomadas del nivel de terraza inferior de la Rambla del Portús (T₁). Con índices más altos de desgaste y similares valores de aplanamiento se hallan las muestras i y j, correspondientes respectivamente a las terrazas T₂ y T₃ de la misma rambla.

Sin embargo, las muestras de la serie de Los Campillos (Rambla de Los Jurados), aunque tienen índices de desgaste parecidos, presentan en todos los casos un aplanamiento ligeramente más elevado.

Los resultados obtenidos prueban también que los elementos constitutivos del lecho actual de la Rambla de Los Jurados, así como los de otros cauces vecinos igualmente procedentes de la Sierra de Carrascoy, son más aplanados y algo más angulosos que el

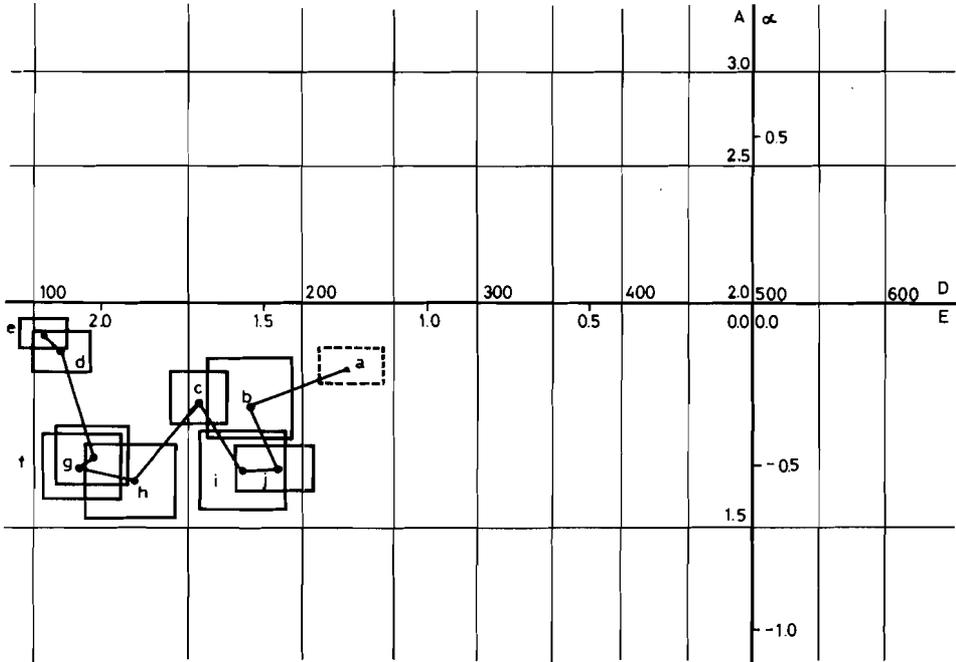


FIGURA 5. Diagrama de Tricart modificado (escala logarítmica), con representación de los resultados de morfometría obtenidos para 10 muestras de 50 cantos de caliza de los depósitos aluviales de Los Campillos y de Las Escarihuelas. Los puntos indican los valores medios de desgaste y aplanamiento. Las muestras a, b y c pertenecen a la serie de Los Campillos (Rambla de Los Jurados); las muestras d y e pertenecen al lecho actual de la Rambla de Los Jurados en dicho lugar; las muestras f, g y h corresponden a la terraza inferior (T_1) de la Rambla del Portús (Las Escarihuelas); i y j se ubican respectivamente en las terrazas T_2 y T_3 de la misma rambla.

resto de las formaciones estudiadas. En estas ramblas se constata la presencia de barras aluviales relictas, conglomeráticas, en las que el aplanamiento de sus elementos calizos está estrechamente relacionado con el índice de desgaste. Sin duda, son producto de una mayor abrasión por efecto de fuertes corrientes superficiales desarrolladas en épocas pasadas.

3. ANÁLISIS MINERALÓGICO

3.1. Mineralogía de arenas

Para este estudio se ha analizado por microscopía de luz transmitida la fracción comprendida entre 50 y 250 μ , después de haber procedido a la separación densimétrica, mediante bromoformo ($d = 2,89$), de los minerales pesados y ligeros. En la mayoría de los

casos ha sido necesario un tratamiento previo de las muestras con citrato sódico e hidrosulfito sódico (método de MEHRA y JACKSON, 1960) para eliminar los óxidos de hierro que recubren los granos minerales, antes de montar las preparaciones en bálsamo de Canadá para su estudio óptico.

Los porcentajes de cada especie mineral se han calculado tras el recuento de 300 granos transparentes, entre los que no se incluyen los minerales laminares (moscovita, clorita, talco, biotita...) por tener una densidad próxima a la del bromoformo y, por tanto, están presentes tanto en la fracción pesada como en la ligera.

Por otra parte, los minerales opacos, que no pueden especificarse mediante el estudio con luz transmitida, se dan en relación a 100 transparentes, lo mismo que en el caso de los minerales alterados.

En el cuadro 3 se recogen los resultados del análisis mineralógico de la fracción pesada de las muestras seleccionadas, expresados en tanto por ciento de cada especie mineral o grupo de minerales (piroxenos y anfíboles). La fracción ligera, en todas las muestras estudiadas, está constituida esencialmente por cuarzo, al que acompañan en proporción mucho menor minerales laminares: clorita, moscovita, talco y en algún caso biotita, y escasos feldespatos o plagioclasas.

La especie mineral dominante en la mayoría de las muestras analizadas es la epidota con porcentajes que, salvo pocas excepciones, oscila entre el 20 y 45 por ciento. En la terraza aluvial más antigua de la Rambla del Portús (3a), se observa una mayor variedad de minerales pesados. Es el nivel T₁ de esta rambla aparece la epidota como principal mineral (23,2 por ciento), siguiendo a continuación un conjunto de especies con porcentajes muy repartidos, entre el 10 y 20 por ciento (granate, circón, turmalina y anfíboles). Entre los minerales pesados transparentes, aparecen más escasamente representados la titanita y el apatito. En cambio, dentro de los opacos son frecuentes los óxidos e hidróxidos.

La distribución de minerales pesados guarda estrecha relación con las áreas geográficas donde se ubica cada tipo de depósito, si bien en formaciones próximas o en una misma unidad geomorfológica pueden reconocerse contenidos muy dispares en función de la intensidad de los procesos de alteración sobre las rocas. En general, los elementos transparentes de las distintas especies minerales no han sufrido una erosión química y mecánica muy acusada, aunque en determinados niveles los granos presentan señales evidentes de alteración. Este último es el caso de los sedimentos de la terraza superior de la Rambla del Portús (3a), donde además se aprecian altos porcentajes de minerales resistentes.

Por otra parte, la morfología de los granos muestra un claro predominio de los angulares y subangulares con formas prismáticas en algunas especies, lo que indica que los sedimentos de la mayoría de estas formaciones se han originado cerca del área fuente y han tenido un rápido y corto transporte.

En general, del estudio mineralógico se deduce un origen doble, aunque de importancia desigual, para los sedimentos estudiados; por una parte, han intervenido rocas metamórficas (neises, pizarras, esquistos), las cuales al descomponerse dan granates, epidota, anfíboles, estauroilita, andalucita y distena, y por otra, rocas ígneas ácidas, mucho menos abundantes, que suministran los minerales resistentes (circón, turmalina y rutilo) y rocas magmáticas de las que proceden los ortopiroxenos y clinopiroxenos.

CUADRO III
Distribución de minerales pesados de la fracción arena fina (50-250 μ). (Terrazas de Las Escarihuelas)

Muestra	Ci	Tu	Gr	R-A-B	An	Di	Ep	Es	Anf	Or	Cl	OI	Clo	Otros	Minerales	Op	Al	%mp
T ₁ (a)	1,0	2,7	22,0	1,0	—	2,9	17,3	—	16,1	13,5	10,5	9,2	1,5	2,0	Corindón	113	34	5,13
															Topacio			
b)	2,0	3,1	17,4	<1,0	—	3,1	16,5	—	19,3	11,2	9,1	6,3	<1,0	—	Apatito	90	30	4,89
c)	2,1	5,2	23,5	—	—	2,6	17,8	—	17,4	9,8	7,8	8,8	<1,0	4,0	Corindón	105	28	5,01
															Apatito			
d)	1,9	2,7	18,6	—	—	2,5	20,3	<1,0	17,0	14,2	9,6	8,7	—	3,5	Apatito	118	33	5,67
T ₂ (a)	4,0	7,8	13,5	2,0	<1,0	1,0	31,0	2,8	21,2	8,4	4,4	1,2	1,8	1,0	Titanita	75	35	3,80
b)	5,6	9,0	12,9	1,0	—	1,3	30,1	3,0	20,0	6,9	3,1	4,1	<1,0	2,0	Calcita	100	34	3,89
															Aragonito			
c)	3,9	6,7	18,8	2,3	—	—	24,6	2,1	20,4	8,8	3,0	5,2	1,2	3,0	Titanita	80	38	3,40
															Calcita			
															Apatito			
d)	5,1	6,0	15,1	2,5	1,1	<1,0	29,2	4,7	16,7	10,1	2,3	2,3	2,4	1,5	Apatito	68	39	4,01
T ₃ (a)	11,5	11,2	19,3	5,2	—	1,1	23,2	1,1	11,2	6,4	5,6	—	3,9	—	—	128	44	3,50
b)	12,0	7,3	21,9	6,1	—	<1,0	19,6	—	14,7	4,8	8,7	<1,0	2,9	—	—	115	40	3,35
c)	8,1	10,1	22,1	6,0	—	1,4	25,1	1,5	9,9	7,1	5,9	—	1,6	1,2	Titanita	130	45	3,78
															Calcita			
d)	11,0	10,7	19,0	4,4	—	1,0	20,2	1,8	12,7	6,8	6,3	2,1	3,4	—	—	98	48	3,20

Ci = Circón; Tu = Turmalina; Gr = Granate; R-A-B = Rutilo-Anatasa-Brooquita; An = Andalucita; Di = Distena; Ep = Estauroilita; Anf = Anfíboles; Or = Ortopiroxenos; Cl = Clinopiroxenos; OI = Olivino; Clo = Cloritoides; Op = Opacos/100 transparentes; Al = Alterados/100 transparentes; %mp = % minerales pesados.

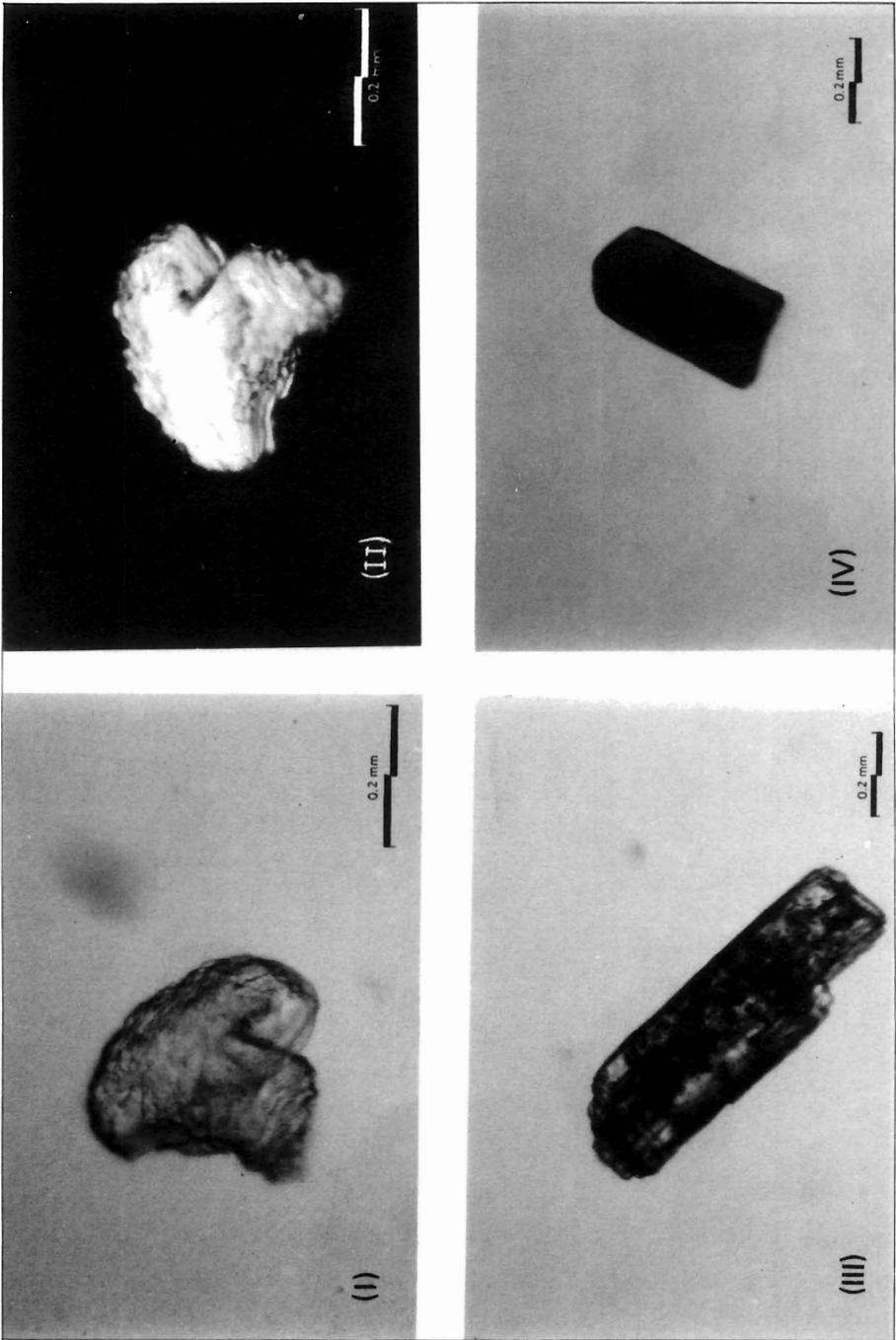


FIGURA 6. Cristales de minerales pesados pertenecientes a la muestra 1a (terrazza inferior de la Rambla del Portús; Escarihuelas): I. Cristal redondeado de olivino con las superficies de fractura típica. II. Cristal de la fot. anterior, donde se observa la alta birrefringencia del olivino (luz transmitida, polarizadores cruzados). III. Cristal prismático con exfoliación característica e inclusiones carbonosas de distena. IV. Cristal prismático de turmalina con acusado pleocroísmo amarillento-verde oscuro.

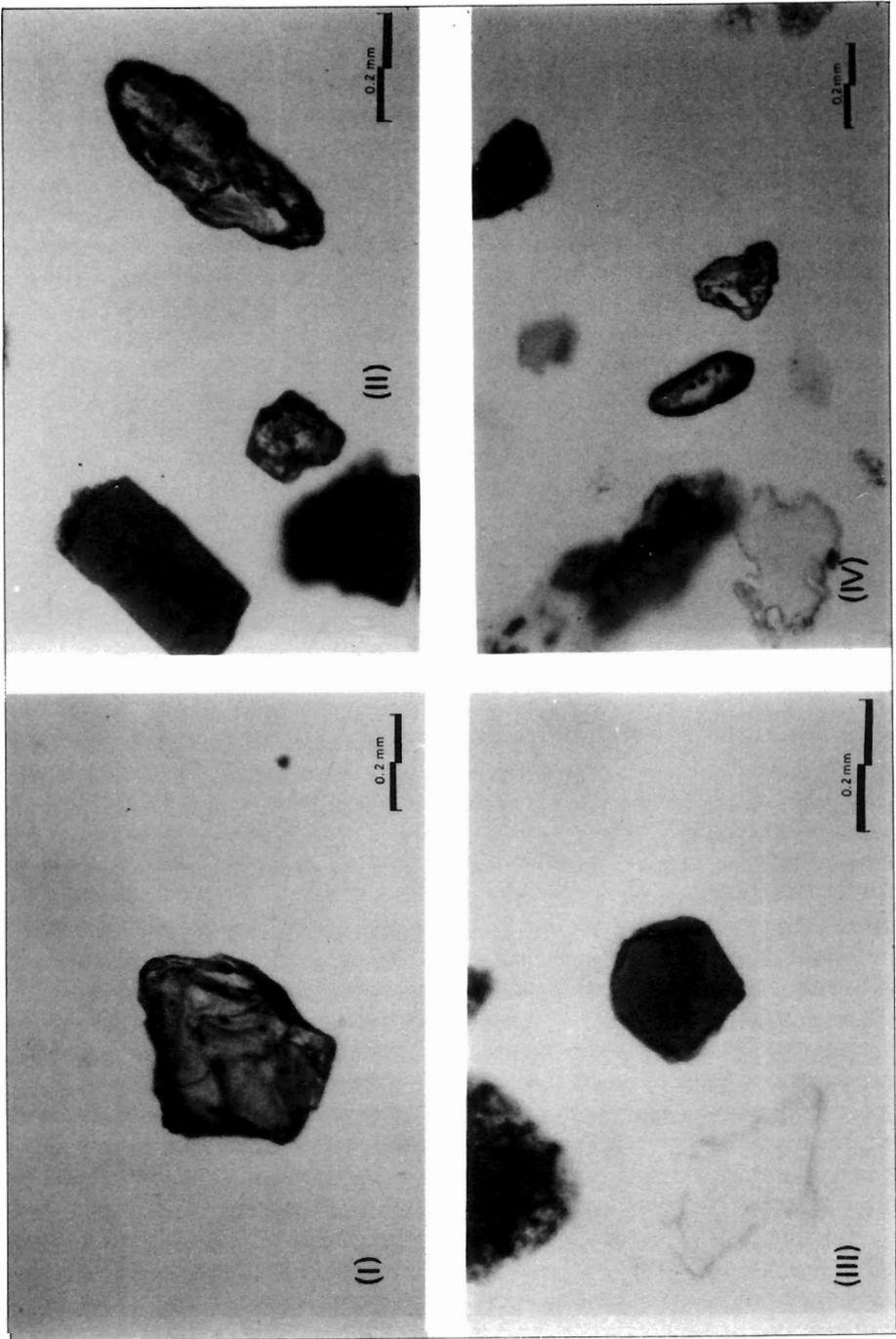


FIGURA 7. Cristales de minerales pesados (Sector de Escarihuelas): I. Cristal anguloso de granate de coloración rosácea (T_1). II. Cristal prismático de turmalina con terminaciones astilladas, junto con granate y epidota (T_2). III. Cristal rodado de turmalina con pleocroísmo pardo-verdoso oscuro (T_3). IV. Cristal redondeado de circón junto con cristal incoloro de epidota (T_3).

Del análisis mineralógico de las arenas que integran los diferentes niveles de terraza en Las Escarihuelas, se desprenden las siguientes consideraciones:

En la **terrazza inferior** (T_1), situada a 8 metros de altura, los niveles arenosos registran entre un 17 y un 23,5 por ciento de contenido de granates y una distribución muy homogénea de minerales de metamorfismo (epidota, anfíboles) y magmáticos (ortopiroxenos, clinopiroxenos —augita, pigeonita— y olivino). Curiosamente, en este nivel se registran los porcentajes más altos de piroxenos y olivino, y los más bajos de circón y turmalina, dentro del conjunto de terrazas estudiadas. El mineral dominante es el piroxeno, con un 24 por ciento en el estrato 3a; le siguen por orden de importancia el granate (22 por ciento), la epidota (17,3 por ciento), los anfíboles (16,1 por ciento) y el olivino (9,2 por ciento). La escasa proporción de minerales resistentes en relación con los de mayor alterabilidad, como son los piroxenos y el olivino, procedentes de los afloramientos basálticos del Cabezo Negro y sectores próximos a Fuente Vieja, y la forma poco desgastada de los granos de circón, prueban la existencia de condiciones morfogenéticas asociadas a un acarreo fluvial menos intenso que el que pudiera haberse registrado en la formación de los dos niveles superiores y permiten atribuir a los depósitos de la terraza T_1 , una edad más reciente.

En la **terrazza** T_2 , situada a 10 metros de altura, el nivel arenoso se caracteriza por la asociación Epidota (24-31 por ciento)-Anfíboles (17-22 por ciento)-Granate (13-19 por ciento)-Piroxenos (10-13 por ciento), mientras que los minerales resistentes (circón, turmalina y rutilo) se hallan representados en mayor proporción que en la terraza baja.

En la **terrazza** T_3 (12,5 metros), las capas laminares de arenas, consideradas como las facies más representativas (1a), presentan una asociación claramente definida: Epidota (19-22 por ciento)-Granate (19-22 por ciento), encontrándose en proporciones muy semejantes entre sí el circón (8-12 por ciento), turmalina (10-11 por ciento) y anfíboles (9-13 por ciento). Además destaca la presencia de clorita y talco. Los minerales resistentes (circón, turmalina, rutilo) son más abundantes que en la terraza inferior, lo que, unido a la desaparición del olivino, demuestra una fuerte alteración del resto de minerales pesados, dejando patente su mayor antigüedad. Cabe también la posibilidad de que este nivel haya recibido un mayor aporte de elementos metamórficos o productos de alteración de fragmentos calizos. En cualquier caso, el aumento de circón y turmalina en esta terraza parece indicar la intervención de acciones erosivas más intensas que en el nivel T_2 , hecho corroborado por la desaparición del olivino y la mayor presencia de clorita y talco. A ello puede unirse la circunstancia de que varios de estos minerales, sobre todo el circón y el granate, presentan claros signos de alteración. Los cristales bipiramidales de circón suelen aparecer rodados (fig.— 7, IV) y el granate a menudo muestra un tono rosáceo intenso, como resultado de un fuerte proceso de erosión mecánica.

3.2. Mineralogía de arcillas

La extracción de arcilla se ha realizado a partir de la tierra fina, tras dispersión de la muestra con hexametafosfato sódico al 5 por ciento, una vez destruidos los carbonatos por la técnica recomendada por **OSTROM** (1961) y eliminada la materia orgánica por el método descrito por **KUNZE** (1965).

El estudio de la composición mineralógica de la fracción arcilla ha sido efectuado por difracción de rayos X en un equipo Philips PW-1130/00, provisto de monocromador, goniómetro y panel electrónico de registro. Las muestras se han explanado a una velocidad de 1°/minuto, con sensibilidad de registro 2×10^3 , constante de tiempo 2 s. y rendija de ventana de 1°.

Se han utilizado agregados orientados y sucesivos tratamientos de las muestras con etilenglicol (BRINDLEY, 1966), calentamiento a 550°C y ataque ácido (MARTÍN VIVALDI y RODRÍGUEZ GALLEGO, 1961). A partir de los difractogramas se ha procedido a la identificación de cada uno de los minerales que intervienen en la composición de la fracción arcilla y seguidamente se ha realizado una estimación semicuantitativa de estos minerales, utilizando para ello los valores reflectantes que dan MARTÍN POZAS (1968) y BARAHONA (1974). Hay que precisar, no obstante, que los resultados son aproximados, ya que el método tiene una serie de limitaciones debido al gran número de factores que inciden en la cuantificación de fases cristalinas, tales como el tamaño de las partículas, grado de cristalinidad, sustituciones isomórficas, orientación preferencial... (RODRÍGUEZ GALLEGO, 1982).

La abundancia relativa de cada uno de los filosilicatos viene representada en el cuadro 4 por un mayor o menor número de cruces, con el siguiente significado:

	<u>Abundancia relativa</u>
+++++	> 75 por ciento
++++	50-75 por ciento
+++	30-50 por ciento
++	10-30 por ciento
+	< 10 por ciento
?	Indicios

Los minerales que no son silicatos laminares vienen agrupados en el apartado de "otros minerales".

En todas las muestras analizadas, es de destacar el neto predominio de la illita sobre los restantes minerales de la arcilla, estando siempre presente en un porcentaje comprendido entre el 50 y 75 por ciento.

La génesis de este tipo de facies sedimentaria está relacionada, por tanto, con el predominio de la erosión mecánica, reflejada en su composición mineralógica (presencia de feldspatos poco alterados y de illita como mineral dominante entre los filosilicatos de la arcilla). Según el estudio de la fracción arcilla de los suelos del Campo de Cartagena realizado por ORTIZ SILLA (1975), la distribución mineralógica de esta fracción presenta variaciones en el perfil que son consecuencia de la superposición de materiales originados en distintas fases, rápidas y lentas, de arrastre y depósito sucedidas durante el Cuaternario.

En los niveles de terraza de la Rambla del Portús destaca la combinación típica Illita-Clorita-Esmectitas. La illita se mantiene aproximadamente igual en todas las muestras, pero el contenido de esmectitas y, en particular el de caolinita sufre una notable reducción en la terraza inferior (10-30 por ciento). En las terrazas inferiores T₁ y T₂ el porcentaje de

CUADRO IV
Estimación semicuantitativa de los minerales de la arcilla.

Muestra	Ilita	Clorita	Esmectitas	Caolinita	otros minerales	
I	T1 (a)	++++	++	+	Feldespatos, cuarzo	
	T2 (a)	++++	++	++	Feldespatos	
	T3 (a)	++++	++	++	++	Feldespatos, cuarzo
II	T1 (a)	++++	+	+	Feldespatos, cuarzo	
	T2 (a)	++++	++	++	+	Feldespatos
III	U1	++++	++	++	+	Feldespatos, cuarzo
	U2	++++	++	++	+	Feldespatos, cuarzo

I = Tramo medio de la Rambla del Portús (Sector de Las Escarihuelas).

II = Rambla de la Muela, 1 Km. aguas arriba de su confluencia con la Rambla del Portús.

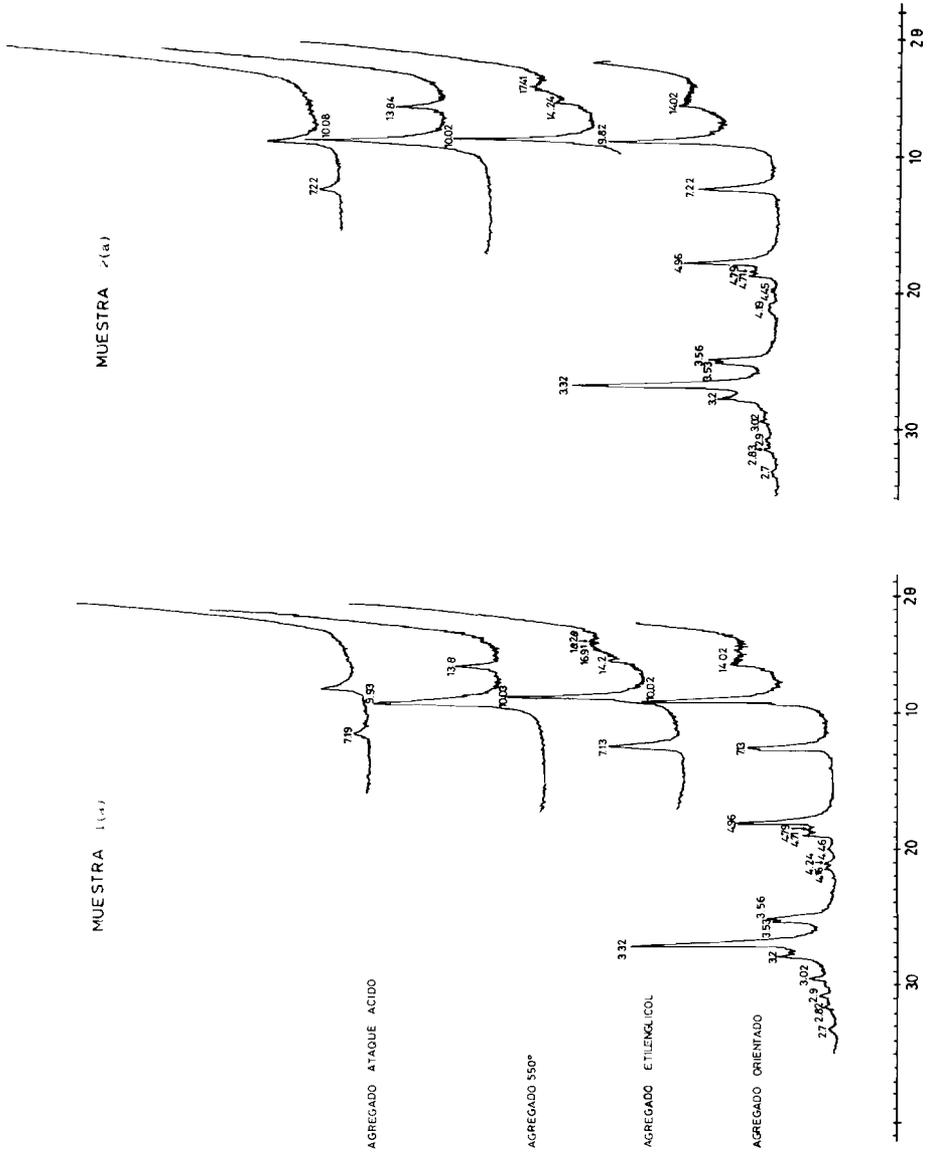
III = Paleocauce de la Rambla de los Barbastres (Cuenca de la Rambla de Peñas Blancas).

T, = Nivel de terraza; U, = unidad detrítica inferior (laminación paralela) y U, = unidad detrítica superior (laminación cruzada tipo "ripple").

caolinita está siempre por debajo del 10 por ciento, lo que parece indicar condiciones ambientales menos cálidas que las que acompañaron la construcción del nivel más antiguo (T₁). Por otra parte, los dos niveles topográficamente superiores (T₂ y T₃) se caracterizan por poseer una abundante matriz arcillosa (color: 2,5YR 5/6 - 2,5YR 4/8), en la que aparece englobada una apreciable cantidad de cantos de caliza, dolomía y cuarcita, procedentes de la Sierra de La Muela. Frecuentemente puede observarse una estratificación caótica, con alternancia de lechos de sedimentos gruesos y finos, lo que sugiere una escorrentía espasmódica con etapas de gran torrencialidad que cortan e incorporan a sus depósitos materiales del Glacis de Galifa.

En la terraza baja (8 metros) (Ia), las arenas se encuentran mejor estratificadas, con disposición laminar la mayoría de las veces y muestran menor proporción de arcillas. Los porcentajes de esmectitas y caolinita son bajos (< 10 por ciento), mientras que la ilita y clorita se mantienen en las mismas proporciones que en los niveles más altos, superando el 50 y 10 por ciento respectivamente (cuadro 4). El drenaje debió ser mucho más homogéneo, respondiendo a etapas hidrodinámicas menos agresivas.

Una distribución de minerales de arcillas bastante similar a la del segundo relleno aluvial de la Rambla del Portús (T₂) se observa en el paleocauce de la Rambla de Los Barbastres (muestras U₁ y U₂), siendo la ilita el mineral dominante y apareciendo la clorita, esmectita y caolinita como minerales secundarios, aunque en proporciones siempre superiores al 10 por ciento. Como litológicamente sus cuencas guardan cierta relación y el factor topográfico difiere muy poco, es muy probable que correspondan a formaciones originadas en etapas relativamente próximas.



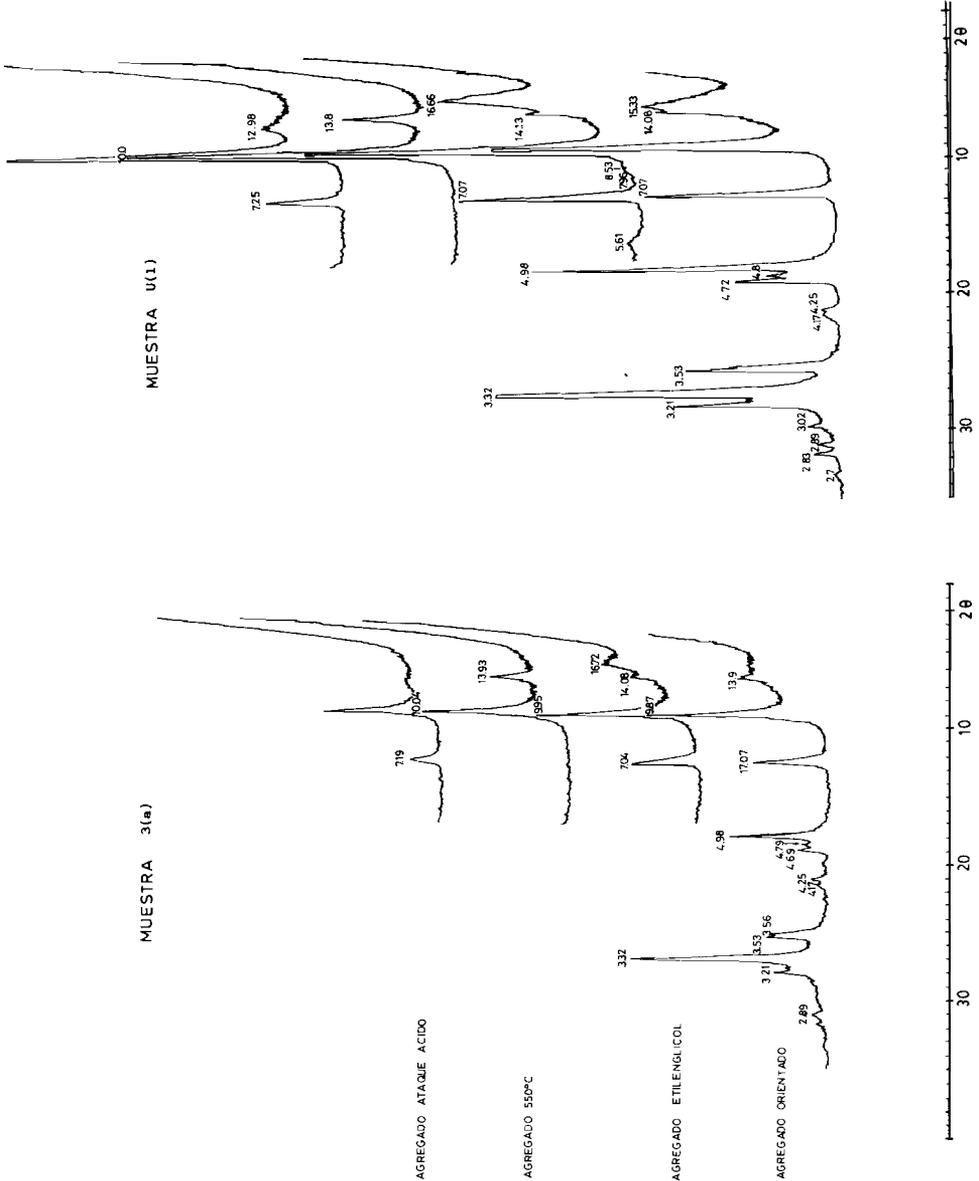


FIGURA 8. Difractogramas de arcillas. Muestras correspondientes a las terrazas inferior (1a), media (2a) y superior (3a) de la Rambla del Portús (Escarihuelas), y al relleno del paleocauce de la Rambla de los Barbastres (U,).

CONCLUSIONES

Pese al mal estado de conservación de las terrazas aluviales identificadas en la Rambla del Portús, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- *El tramo alto de la Rambla del Portús y de sus tributarios principales (Rambla del Cabezo Negro, Rambla de la Muela) no contiene terrazas, dada la dificultad que imponen a su formación los estrechos pasillos y fuertes pendientes que caracterizan la morfología de estos cursos en su recorrido por las sierras litorales.*
- *En el tramo medio-inferior (sector de Escarihuelas) se han preservado hasta tres niveles (T_1 , 6-8 m de altura, T_2 , 9-10 m; T_3 , 11,5-12,5 m), cuyas dimensiones superficiales son más reducidas en la actualidad, debido a la intensa explotación de áridos llevada a cabo en las dos últimas décadas.*
- *Granulométricamente se aprecian ciertas diferencias entre las distintas terrazas, si bien existe en todas ellas un predominio de arena media y gruesa. similar a que puede comprobarse en los depósitos aluviales de otras ramblas de características medioambientales parecidas (Rambla de Peñas Blancas, de la Azohía o del Valde-lentisco).*
- *El análisis morfológico de cantos refleja una mejor clasificación en la terraza inferior, y unos índices de desgaste relativamente moderados (con medianas entre 125 y 165), que ponen de manifiesto la existencia de un régimen torrencial en los flujos esporádicos de esta rambla, sobre todo durante la fase climática responsable del primer relleno.*
- *La distribución de minerales pesados refleja las características medioambientales y, especialmente las litológicas. del área geográfica donde se ubica cada tipo de depósito, si bien en formaciones próximas o en una misma unidad detrítica pueden reconocerse contenidos muy dispares en función de la intensidad de los procesos de alteración que hayan sufrido sus materiales. La alta proporción de piroxenos registrada en la terraza baja en comparación con los minerales más resistentes (p. e. el circón), prueba su edad más reciente y, probablemente, la existencia de un acarreo fluvial menos intenso que en el caso de las terrazas media y alta, caracterizadas por la asociación Epidota (19-31 por ciento) —Granate (13-22 por ciento).*
- *En la totalidad de las muestras analizadas, es de resaltar el claro predominio de la illita (50-75 por ciento) sobre los restantes minerales de arcilla; sin embargo, el contenido de caolinita en las terrazas inferiores está siempre por debajo del 10 por ciento. hecho que podría atribuirse a la presencia de unas condiciones ambientales algo menos cálidas que las que acompañaron la construcción del nivel más antiguo.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a los miembros del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia, y en particular a los Dres. Roque Ortiz Silla y M^a Teresa Fernández Tapia, que han efectuado los análisis mineralógicos de arenas y arcillas, correspondientes a las muestras estudiadas en el presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARAHONA, E. (1974): *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: evaluación de algunos ensayos de materias primas*. Tesis Doctoral. Secr. Publ. Univ. de Granada. 398 p.
- BRINDLEY, G. W. (1966): "Ethilenglicol and glyceron complexes of smectites and vermiculites". *Clay minerals*, 6. p. 119.
- BUTZER, K. W. y HANSEN, C. L. (1968): *Desert and River in Nubia: Geomorphology and rehistoric Environments of Aswan*, Madison, Wis. University of Wisconsin Press, 562 pp.
- CAILLEUX, A. y TRICART, J. (1959): *Initiation a l'étude des sables et des galets*. T. I, II y III, CDU, Paris.
- CALOT, G. (1973): *Cours de statistique descriptive*, Dunod, París, 488 p.
- CONESA GARCÍA, C. (1987): *Hidrología y geomorfología de los sistemas de drenaje del Campo de Cartagena*. Tesis Doctoral. Univ. de Murcia, pp. 1.134-1.235.
- DURY, G. H. (1970): *Rivers and River Terraces*, MacMillan, 284 p.
- FACON, R. (1976): *Les formations superficielles: galets et sables*. Association Poitevins de Géographie. Poitiers, p. 32.
- GALLART, F. (1981): "Morfonetría de elementos detríticos: interés y utilización de una niodificación logarítmica de los índices clásicos". *Revue de Géomorphologie Dynamique*, T, XXX. C. N. R. S., Paris. 95-111.
- GILMAN, A. y THORNES, J. B. (1985): *Lund-Use and Prehistory in South-East Spain*, George Allen & Unwin. London, 217 p.
- HOWARD, A. D.; FAIRBRIDGE, R. W. y QUINN, J. H. (1969): "Terraces Fluvial", en FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.): *The Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold Book Co., New York. 1.117.
- KLJNZE, G. W. (1965): "Pretreatment for mineralogical analysis. Methods of soil analysis". Part. I. *Amer. Soc. Agron. Ind.* Madison, Wisconsin. pp. 573-574.
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. y MILLER, J. P. (1964): *Fluvial process in Geomorphology*, W. H. Feenian and Company. San Francisco, 522 p.
- MARTÍN POZAS, J. M. (1968): *Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X*. Tesis doctoral. Univ. de Granada.
- MARTÍN VIVALDI, J. L.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1961): "Some probleme in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. I. Chlorite-Kaolinite mixtures". *Clay Min. Bull.* Vol. 4, núm. 26. pp. 288-292.
- MARTÍN VIVALDI, J. L.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1961): "Some problenis in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. II. Chlorite swelling chlorite and montmorillonite mixture". *Clay Min. Bull.* Vol. 4 núm. 26, pp. 293-298.
- MHERA, O. P.; JACKSON, M. L. (1960): "Iron oxide removal froin soils and clays by a dithionitecitrate aydtem buffered with sodiuin bicarbonate". *Clays and clay minerals*, 7, pp. 317-327.
- ORTIZ SILLA, R. (1975): *Mineralogía y génesis de los suelos del Campo de Cartagena*, Tesis doctoral. Fac. de Ciencias. Univ. de Granada. 261 p.
- OSTROM, M. E. (1961): "Separation of clay minerals from carbonate rocks by using acid". *Journ. Sed. Petr.*, 31, 1 pp. 123-129.
- RINCON, A. et. al. (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. Madrid, pp. 543-547.
- RIVIERE, A. (1977): *Méthodes granulométriques, techniques et interprétations*, Ed. Masson, París, pp. 88-103.
- RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1982): *La difracción de los rayos X*. Alhambra, Madrid. 366 p.
- SCHUMMS, S. A. (1977): *The Fluvial System*, John Wiley and Sons, New York. 338p.
- VITA-FINZI, C. (1969): *The Mediterranean Valleys, Geological Changes in Historical Times*, University Press, Camhridge. 140 p.
- ZUIDAM, R. A. (1967): *Geomorphological development of the Zaragoza Region, Spain*, State Uniersity of Utrecht, 211 p.