

COMPARACION ENTRE LOS INDICES MORFOMETRICOS APARENTES Y REALES EN EL CONGLOMERADO JURASICO ASTURIANO

POR

JUAN IGNACIO DE LA VEGA MENENDEZ*, JESUS CADAVIECO HEVIA*
y LUIS CARLOS SUAREZ VEGA*

INTRODUCCION

Como base previa a un trabajo sedimentológico completo sobre los niveles detríticos del Jurásico asturiano, se creyó oportuno hacer un estudio de las técnicas más convenientes a aplicar a los conglomerados. Con esta idea, se aplicaron las técnicas sedimentológicas propuestas por A. CAILLEUX para el estudio de la fracción detrítica gruesa.

La formación citada presenta unas características de compacidad y coherencia, así como una gran uniformidad litológica, de tipo cuarcítico, que la hacen muy adecuada para nuestro objeto. Además de estos factores las numerosas explotaciones existentes, permiten la elección de suficientes puntos en los que apoyarse para la comparación entre las determinaciones morfométricas reales y aparentes.

* Departamento de Estratigrafía, Universidad C. S. I. C. Oviedo.

De esta comparación se obtienen unos límites de error que se comparan con los propuestos por A. CAILLEUX para el índice de aplanamiento.

Se propone un índice de disimetría aparente, con el fin de poder aplicar este tipo de índice a las formaciones conglomeráticas en que no se puedan realizar medidas reales y se da una medida del error.

PLAN DE TRABAJO

Se aplicaron las técnicas sedimentológicas propuestas por A. CAILLEUX, para el estudio morfométrico de la fracción detrítica gruesa, a fin de establecer una comparación entre los valores obtenidos en los cortes naturales del terreno (valores aparentes) y en los elementos sueltos (valores reales).

Se comparan los valores de los índices de aplanamiento real y aparente, tal como propone el citado autor, extendiendo esta comparación al índice de disimetría, que este autor no considera, ya que no realizó medidas en sección. Para ello se propone un índice de disimetría aparente, con el fin de poder realizar este tipo de determinaciones. También se relacionan los valores reales y aparentes del centil, moda e índice de elasticidad. En cada caso, se calculan los límites de error.

El número de estaciones realizadas fue de 26, que se sitúan en el mapa adjunto (Fig. 1); en cada una se realizaron unas 100 determinaciones, totalizándose más de 3.000 medidas.

A pesar de las condiciones favorables, (abundantes explotaciones existentes), el número de estaciones en que se pudieron hacer determinaciones reales no fue tan grande como se esperaba, en un principio, ya que la extracción de los elementos es muy dificultosa y además se rompen con gran facilidad.

A partir de las medidas realizadas en los elementos, se calcularon los índices de aplanamiento, disimetría, centil, moda y elasticidad.

De acuerdo con las normas establecidas, solamente se considera significativa la fracción comprendida entre los valores de 40 y 60 mm. para la dimensión mayor de un elemento, en la determinación de los índices de aplanamiento y disimetría; sin embargo, no siempre se

pudo disponer de muestras suficientemente numerosas, dada la extraordinaria cementación de los elementos, para poder ajustarse a dicho intervalo por lo que se ha elegido la fracción comprendida entre 30 y 60 mm., que es lo usual cuando concurren estas circunstancias.

Las determinaciones aparentes se efectuaron sobre planos perpendiculares a los estratos, para los valores que definen el índice de apla-

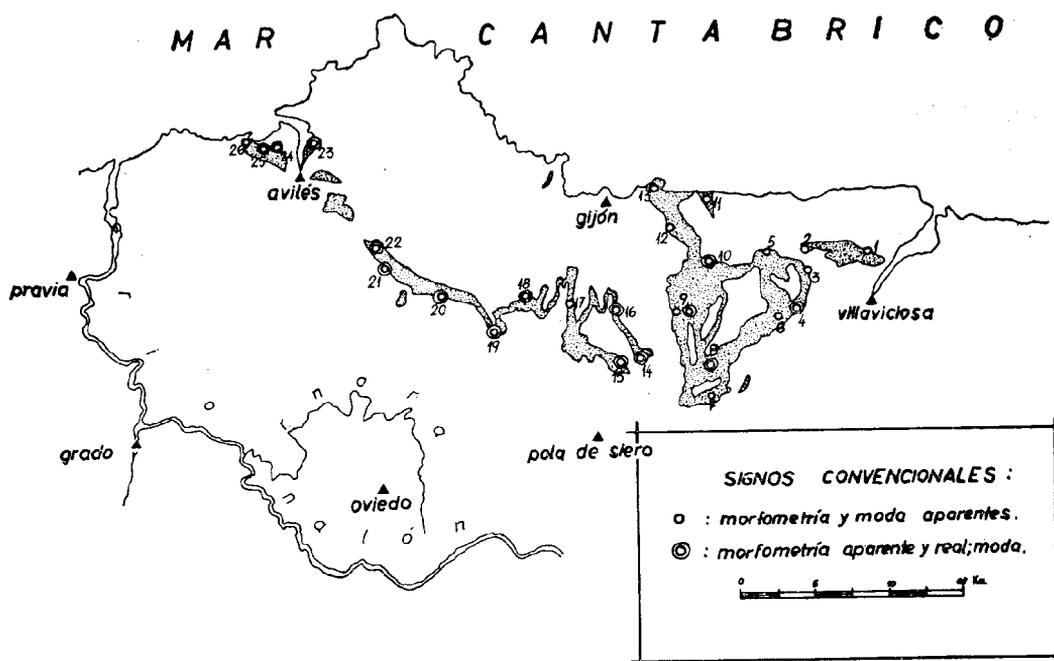


Fig. 1

namiento y sobre planos de estratificación o paralelos a ellos para los valores necesarios para el cálculo del índice de disimetría.

Las mediciones se realizaron con un criterio objetivo, según las definiciones de los parámetros considerados por A. CAILLEUX.

Se llama aquí "ACs", a la mayor distancia que existe entre un extremo de L_s (mayor longitud aparente del canto) y el punto en que el plano perpendicular que contendría a la mayor anchura aparente, corta a aquella dimensión. Esta definición se propone aquí a efectos del cálculo de la disimetría aparente, no habiendo sido propuesta por el autor de estos métodos, ya que éste no hace ningún cálculo en este sentido.

APLANAMIENTO

Siguiendo a A. CAILLEUX, se calculó el índice de aplanamiento real, según la relación $(L+1)/2E$ y el índice de aplanamiento aparente por el cociente L_s/E_s .

Medidas comparativas realizadas, por el autor citado, sobre una formación conglomerática poco consolidada, mostraron que $(L+1)/2E$ y L_s/E_s son iguales con una variación de 0,1, (CAILLEUX y TRICART, 1963). Por consiguiente las dos medidas serían prácticamente equivalentes. De aquí obtiene la conclusión de que la relación L_s/E_s es aplicable a los conglomerados consolidados en que no se puedan separar los cantos. Como se ve los resultados obtenidos aquí difieren de esta opinión.

Todos los errores se expresan en las mismas unidades en que se dan los índices. Se adoptó este criterio por ser el utilizado por A. CAILLEUX.

Se observa que los valores aparentes son siempre mayores que los reales, lo que se desprende ya de la definición y empleo de las dos relaciones.

Al sustituir, para el cálculo del índice de aplanamiento aparente, la relación $(L+1)/2E$ por L_s/E_s , por una parte se introduce un error al considerar las dimensiones aparentes L_s y E_s , pero en ambos casos éste es del mismo tipo y se compensa en el cociente. Lo que provoca un mayor error es la eliminación del sumando 1 en el numerador. En el denominador del índice real se tiene $2E = E + E$ que se sustituye en el índice aparente por E_s . El numerador del índice real viene dado por $L+1$, que se sustituye en el aparente por L_s . Mientras que el denominador, en el índice aparente, disminuye por eliminación de un sumando equivalente al que queda, el numerador aumenta relativamente a aquel, ya que se elimina un sumando que siempre es menor que el que se conserva, ($1 < L$). Por tanto el cociente aumentará, puesto que el numerador se hace relativamente mayor, en el índice aparente. Naturalmente, como se ha dicho antes, esto se traduce al aplicar en la práctica estos índices.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para el índice de aplanamiento. Los resultados numéricos se expresan en la Fig. 2. Hecho el cálculo de los errores se obtienen los siguientes resultados:

Para el rango 50% la medida del error es 0,58 y el error máximo es 0,9. Para el rango 85% la media del error es 0,91 y el error máximo es 1,8.

Para el aplanamiento real, rango 50% la diferencia entre los valores extremos es 0,3 y para el rango 85% es 0,6. Para el aplanamiento aparente esta diferencia es, en el rango 50% de 0,6 y en el rango 85% de 1,3.

El que las diferencias para el rango 85% sean en ambos casos, superiores a las del 50% es normal, pues el primero por considerar valores más extremos exagera los resultados y da una mayor variación en estos.

Como puede apreciarse de los valores expuestos, los mismos del índice aparente son no solo mayores, que los del real, sino que sus diferencias entre los valores extremos son también mayores, presentando una gran dispersión, y por tanto menos utilizables con un criterio objetivo. Para el rango 85% en el índice aparente la diferencia expresada antes es francamente aberrante.

Es de notar que estas diferencias son dobles en los valores aparentes, respectivamente, que en los reales.

En la Fig. 3, se representan los resultados por medio de histogramas, comparando los valores reales y aparentes. En ordenadas se expresa en número de cantos y en abcisas los valores del índice agrupados en décimas de unidades.

Claramente puede verse en los gráficos la diferencia existente entre los índices aparentes y reales.

Los máximos aparentes están desplazados con relación a los reales, hacia la derecha, ya que son siempre mayores como se indicó anteriormente. La mayor elevación de los máximos en los índices reales obedece a que se tomaron mayor número de medidas en estos. No obstante el número de medidas realizadas en los aparentes es suficien-

te, pero los resultados no son tan claros debido a su mayor dispersión. De todas formas los resultados son coherentes entre sí.

Otra diferencia que resalta la representación gráfica es la dispersión, mucho mayor en los valores del índice aparente, lo que hace que los resultados obtenidos en sección sean menos intuitivos.

A pesar de todas las diferencias expresadas en ambos índices, los dos indican un transporte fluvial para los cantos, al menos en el rango 50% aunque el aparente cae en parte, en sus valores extremos superiores, en un medio marino.

De lo dicho se pueden obtener las siguientes conclusiones: La idea de CAILLEUX de que $(L+1)/2E$ y Ls/Es son prácticamente equivalentes con un error aproximado de 0,1, no concuerda en absoluto con los resultados que aquí se exponen, ya que el error encontrado es de 0,6; no parece admisible en ningún caso un error tan grande. Por tanto, aunque los valores del índice aparente se muestran bastante coherentes entre sí, al menos en el rango 50%, no resulta significativa la aplicación directa del índice aparente, al menos en la formación aquí estudiada.

DISIMETRIA

Se extiende la comparación entre los índices reales y aparentes a la disimetría, proponiéndose una relación para el cálculo del índice aparente.

Los cálculos del índice de disimetría real se basan en la definición de A. CAILLEUX, según la relación AC/L . No da este autor ningún dato sobre el cálculo del índice aparente. Considerando de gran importancia el poder realizar medidas de la disimetría en sección, se pensó en buscar unos parámetros aparentes y su relación, para que ésta fuese significativa y equivalente al índice real; por ello se propone aquí un índice de disimetría aparente, definido por la relación ACs/Ls . Los parámetros son los mismos que los utilizados para el cálculo del índice real, pero en sección. La confrontación de índices en la formación estudiada dió los resultados numéricos que se exponen en la Fig. 2.

Quede aclarado que cuando se habla de valores cuantitativos menores que la unidad son los obtenidos de la relación AC/L, pero que en otras ocasiones utilizan esos valores multiplicados por mil, (AC/L x 1.000). Son las dos formas de que se expresan los resultados; se utilizan unos u otros según convenga.

Se observa que los valores del índice de disimetría aparente, superan a sus correspondientes reales, como sucedía con el aplana-

TABLA DE LOS VALORES NUMERICOS

fig.2

MUESTRAS	APLANAMIENTO				DISIMETRIA				CENTIL (mm.)		MODA (mm.)		INDICE DE ELASTICIDAD CENTIL / MODA	
	Real $L+1/2E$		Aparente $\frac{L_a}{E_a}$		Real $\frac{AC}{L} \cdot 1000$		Aparente $\frac{AC}{L_a} \cdot 1000$		Real	Aparente	Real	Aparente	Real	Aparente
	50%	85%	50%	85%	50%	85%	50%	85%						
1 Vista Alegre			2,0	2,6			655	800	168		29 / 35		5,79 / 4,80	
2 Castiello			2,1	2,4			630	750	190		38		5,00	
3 Curiella			2,1	3,3			740	818	169		23		7,34	
4 Treavilla	1,5	2,0	1,8	2,3	545	666			220	220	40,5	41	5,43	5,36
5 Arroza			2,2	2,5					114		21		5,42	
6 Cándido			2,4	2,9			700	754	134		19		7,05	
7 Pozo de los Lobos			2,0	2,9			635	705	184		39		4,71	
8a Argañoco	1,7	2,0	1,8	2,3	610	702			150	150	35,4	33	4,23	4,54
8b "			2,1	2,4			690	820	99		23 / 30		4,30 / 3,30	
8c "			1,8	2,4			640	730	156		24		6,50	
8d "			2,2	3,2			590	740	268		43		6,23	
9a San Peláyo			2,1	2,7			640	702	154		29		5,31	
9b " "	1,7	2,0	2,1	2,6	590	688	605	710	128		22		5,81	
10 La Dila	1,6	2,2	2,4	3,2	600	752			145		31		4,67	
11 La Nora			2,0	2,8			600	670	220		36		6,11	
12 La Fontica			1,8	2,6			605	734	212		38,5		5,50	
13 La Providencia			1,9	2,6			580	663	205		12		17,08	
14 Cabañas	1,5	2,0	2,3	2,7	590	720	610	690	207	194	22,5	38	5,10	
15 Muño	1,6	1,8	2,1	3,0	560	664	685	830	223	196	20,1	13	11,09	15,07
16 Lavendera	1,6	2,0	2,0	2,7	620	708	685	800	263	221	30,5	12	8,62	18,41
17 Capilla			2,2	2,7					185		25		7,40	
18 Pifera	1,4	1,6	2,1	2,5	560	643			168	165	37,5	32	4,40	5,15
19 Carbafno	1,5	1,8	2,1	2,7	560	690	620	698	215		16,5		13,03	
20 Sesiello	1,5	1,9	2,2	2,7	600	650	650	700	184	158	22		7,18	
21 Agüera	1,5	1,8	2,4	3,6	540	629	720	837	320		24		13,33	
22 Cancianes	1,6	1,9	2,2	2,9	580	653	610	727	150		31		4,83	
23 Tabiella	1,4	1,8	2,1	3,3	560	680	630	690	263	170	23,2	36	11,33	4,72
24a Cristalería	1,4	1,9	2,2	3,2	570	656	610	717	248	248	19,7	13 / 22	12,62	20,92 / 12,76
24b "			2,2	2,8			650	790	171		15		11,40	
25 Cristalería	1,5	1,9	1,9	2,4	580	635	630	746	264	185	20,4	23 / 33	12,94	8,08 / 5,63
26 Arnac			2,3	3,1			690	787	216		13		16,61	

miento. No obstante hay una excepción en el punto 14 (Cabañas); para el rango 85% el valor real excede en 0,03 al aparente. A pesar de esta anomalía, los resultados de este índice no presentan grandes diferencias, siendo estas mucho menores que para el aplamamiento.

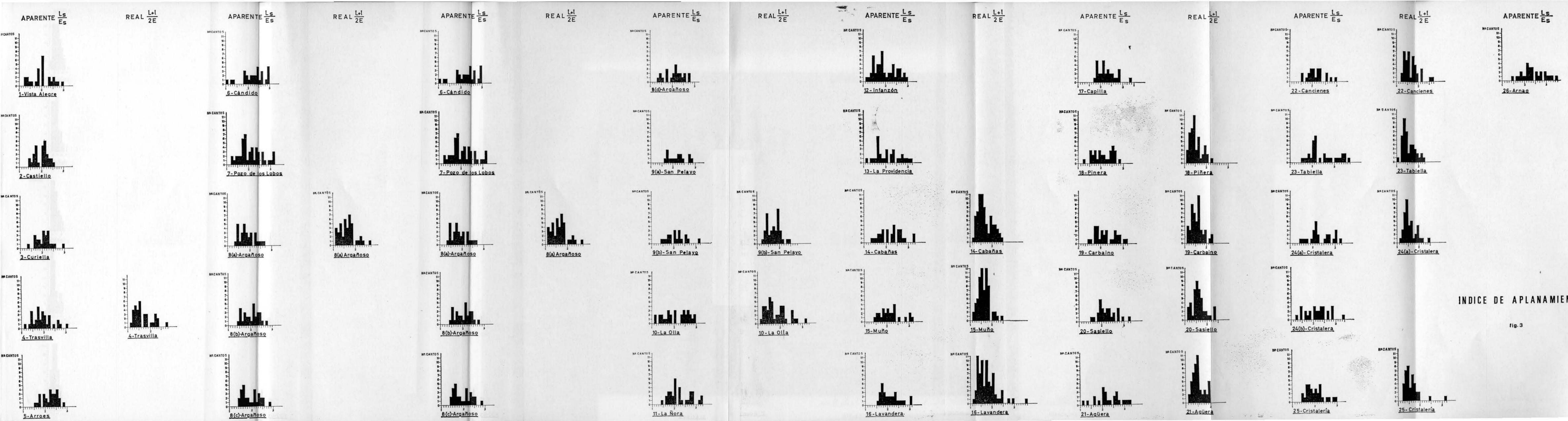
Hecho el cálculo de los errores se tienen los siguientes resultados : para el rango 50% la media del error es 0,064 y el error máximo 0,180; para el rango 85% la media del error es 0,081 y el error máximo 0,218. Como ocurría con el aplanamiento el error del rango 50% es apreciablemente menor que el del 85%. La razón en este caso es la misma que en el anterior, y es que los valores extremos exageran los resultados y son menos significativos.

El error pues, entre ambos índices nunca es superior a 0,21 y únicamente excede de 0,1 en cinco casos de las veintidos confrontaciones realizadas, oscilando normalmente alrededor de 0,05. De todas formas un error pequeño en la disimetría puede influir más que en el aplanamiento, ya que varía entre valores más pequeños, 0,5 y 1, por lo que es más sensible a cualquier error al ser su campo de variación más estricto.

La dispersión en los resultados aparentes es también mayor que la de los reales. La disimetría real en el rango 50% presenta una diferencia entre los valores extremos de 80 y para el 85% de 123. La aparente tiene una diferencia para el rango 50% de 160 (doble de la real como también sucedía en el aplanamiento) y para el 85% ésta es de 174.

No se exponen representaciones gráficas porque no se encontró un intervalo adecuado para que los resultados fuesen suficientemente representativos, debido a que el número de datos era insuficiente para ello, ya que el estudio de la disimetría en sección requiere encontrar un corte natural en el que estén al descubierto los planos de estratificación.

De todo lo dicho se obtiene que en esta formación AC/L y ACs/Ls se muestran prácticamente equivalentes, hecho que no debe extrañar al tener en cuenta que los parámetros, tanto reales como aparentes, son los mismos, mientras que en el índice de aplanamiento se prescindía de l, por no aparecer esta dimensión en sección al mismo tiempo que Es. Ahora bien, se estima necesario un estudio más completo de la relación propuesta, en el sentido de someterla a numerosas con-



INDICE DE APLANAMIENTO

fig. 3

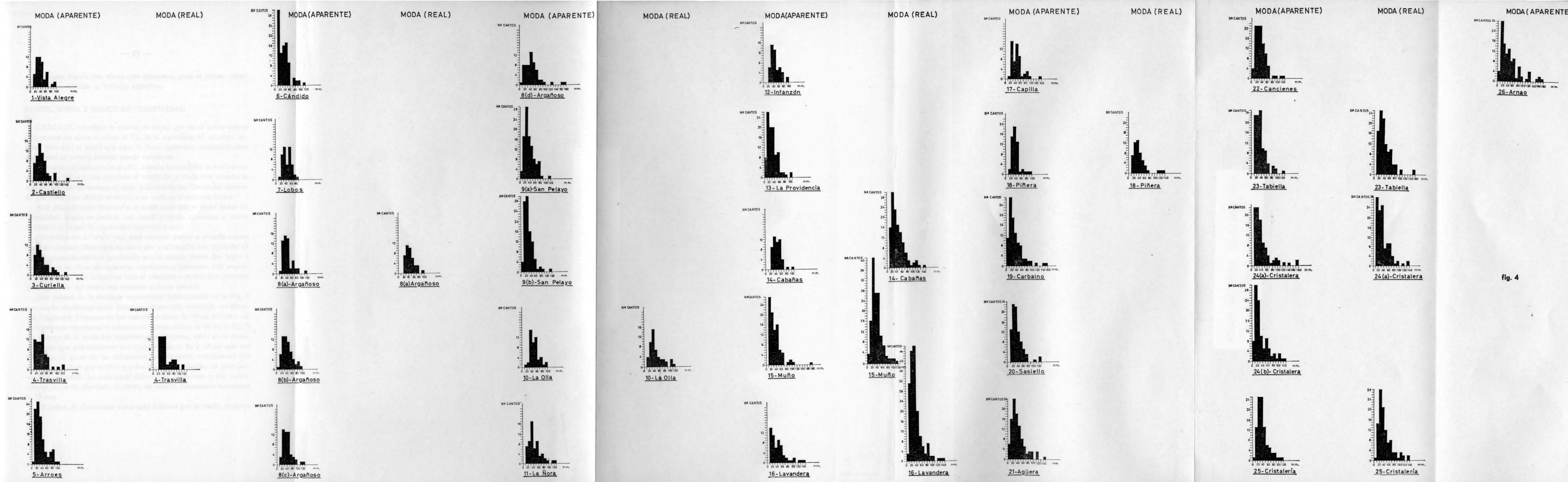


fig. 4

frontaciones. Queda por ahora esto pendiente, pero se piensa continuar en este sentido en trabajos sucesivos.

CENTIL, MODA E INDICE DE CLASTICIDAD

CAILLEUX introdujo la noción de centil que es el canto mayor que representa como mínimo el 1% de la superficie, en un corte natural. Este será el centil que aquí se llama aparente; denominándose centil real al mismo cuando puede extraerse.

Lo mismo se hace con la moda; cuando las medidas se realizan en sección, se llama moda aparente al resultado y moda real cuando se extraen los cantos, siempre al azar, y dentro de los límites del cuadrado que sirve para definir el centil, y se mide su dimensión mayor.

A la relación entre el centil y la moda es lo que se llama índice de clasticidad. Según se trabaje con centil y moda aparentes o reales se tendrá el índice de clasticidad aparente o real.

Naturalmente el centil real será siempre mayor o cuando menos igual al aparente. Pero esto no tiene por qué suceder con la moda, ya que el enmascaramiento producido por la matriz puede dar lugar a variaciones, en la moda aparente, superiores o inferiores con respecto a la real, ya que influye no solo el cemento o matriz sino también la disposición del canto con relación al corte natural.

Los valores de la moda se representan gráficamente en la Fig. 4 por medio de histogramas. Estos se construyen colocando en abscisas longitudes y agrupando los valores en lotes de 10 en 10 mm.; en ordenadas se representa el número de cantos. Como se ve en la Fig. 2 los valores de la moda son sensiblemente distintas, salvo en la muestra 4, en que prácticamente son iguales y en la 8a y 25 en que son similares. A pesar de las diferencias mencionadas, examinando los histogramas, hay que señalar que los máximos coinciden en gran parte de los puntos, no existiendo diferencias superiores a dos unidades en el eje de abscisas; es decir, no existen variaciones superiores a 20 mm.

El índice de clasticidad como está influido por la moda, muestra

resultados también muy dispares, siendo unas veces mayor el aparente y otras menor.

En resumen, el centíl real es siempre mayor o al menos igual que el aparente; en cuanto a la moda e índice de clasticidad no parece existir relación entre los valores aparentes y reales, o bien el error es muy grande y no son comparables.

CONCLUSIONES

El estudio realizado en el conglomerado Jurásico asturiano, permitió establecer las siguientes conclusiones sobre los métodos morfométricos propuestos por A. CAILLEUX para el estudio de la fracción detrítica gruesa.

A) El límite de error propuesto por A. CAILLEUX para la aplicación de L_s/E_s en el estudio del aplanamiento en sección, no concuerda con el obtenido aquí, siendo el hallado mucho mayor. Por tanto, parece que no debe considerarse el índice aparente como representativo del real sin efectuar un estudio previo para el establecimiento del límite de error. Esta diferencia podría provenir de la orientación de los cantos. En el conglomerado sobre el que se realizaron las mediciones los cantos no presentan una orientación clara, disponiéndose de una forma bastante caótica. Aunque CAILLEUX, no indica nada en este sentido sus medidas pudieron ser realizadas sobre un conglomerado claramente orientado y aprovechando cortes paralelos a la dirección de la corriente, con lo que los errores del índice de aplanamiento aparente serían mucho menores. Esto explicaría quizás la divergencia entre sus resultados y los que aquí se expresan.

B) Se propone una relación para el cálculo de la disimetría aparente. Las determinaciones muestran una clara equivalencia entre el índice real y el aparente propuesto aquí. El índice aparente es superior al real con un error aproximado de 0,1. Es preciso hacer confrontaciones posteriores entre ambos índices, para ver si se mantiene el límite de error propuesto, en otras formaciones.

C) De las demás comparaciones no se puede obtener ninguna

conclusión precisa, únicamente existe una cierta similitud, con ligeras diferencias, en los valores de la moda.

BIBLIOGRAFIA

ALMELA, A. y RIOS, J. M. 1962. Investigación del hullero bajo los terrenos mesozoicos de la Costa Cantábrica. *E. N. A. S. A.* Madrid.

CAILLEUX, A., 1945. Distinction des galets marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. France*, 5.^a serie, t. XV. París.

CAILLEUX, A. 1956. La Era Cuaternaria problemas y métodos de estudio. Dip. Prov. Barcelona, *Mem. y Com. del Ins. Geol.*, t. XV, C. S. I. C. Barcelona.

CAILLEUX, A. y TRICART, J. 1963. Initiation a l'étude des sables et des galets. *Cent. de Docum. Univ.*, 3 tomos, París.

MARTINEZ ALVAREZ, J. A. 1961. Nota sobre la extensión del Jurásico Superior en el triángulo Gijón, Avilés, Pola de Siero. *Brev. Geol. Ast.*, año V, núm. 1-2, IDEA., Inst. de Geol. Aplic., Oviedo.

VATAN, A. 1958. Pétrographie sédimentaire. *Ecol. Nat. Sup. du pétrole.* París.