

# Petrografía, por técnicas digitales, de las adiciones de Filler Calizo. Metodología

M<sup>a</sup>C. Angel Martínez(\*); J. Martínez Murciano(\*\*); F. Rodríguez Mateos(\*\*); F. Carmona Guillén(\*\*\*) y N. Prendes Rubiera(\*\*\*\*)

(\*) Consultores.

(\*\*) HUNOSA.

(\*\*\*) Dirección General de Carreteras.

(\*\*\*\*) CEDEX-MOPTMA. C/Alfonso XII, 3 y 5. 28014. Madrid.

## ABSTRACT

*This article describe the different stages in the processing of images obtained for characterizing several parameters of a calcareous filler (grain size, microfractography, etc). From the parameter  $C_x$  and  $C_y$ , we obtain a distance map to calculate the microfissuration of aggregate.*

**Key words:** filler, mármol, parámetros petrográficos, hormigón, tamaño de grano.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 721-722  
ISSN:0213683X

## Introducción

La utilización de «filler» calizo en hormigones trata de sustituir, bien parcial o totalmente, el yeso por calcita [1,2], para generar carboaluminatos, con la consiguiente variación de las resistencias mecánicas, la relación agua/cemento (w/c), permeabilidad, etc. [1], ya que esta adición cambia el agua de consistencia normal, acelerando el proceso de fraguado [2], constatándose esta evolución al añadir proporciones determinadas de este tipo de filler [3,4,5].

El análisis petrográfico [6] proporciona información sobre el comportamiento de la adición en los procesos de hidratación y la cinética de texturación de estos morteros. De todos los parámetros a determinar, es el tamaño de grano el que nos va a condicionar su actividad como adición, influyendo en la resistencia del mortero al ataque de los sulfatos, o a la permeabilidad y porosidad de los mismos, ya que determina la superficie específica del filler calizo.

La utilización de las técnicas digitales de imágenes [7,8,9,10,11] posibilita que, a partir de una lámina delgada, obtengamos datos morfométricos, red de microfisuraciones, etc.. [8,11,12].

## Petrografía del filler

Es una roca calcárea, metamorfizada (marmol) [13]. Su contenido en cuarzo es 8,2%, y de calcita el 91,8%. No tiene dolomita. Presenta una red de microfisuración de carácter intergranular, con un tamaño de grano medio de 0,9 mm (deducido a partir del  $D_c$ ).

## Proceso digital de imágenes

El estudio petrográfico se ha hecho utilizando un procesador digital de imágenes [11], que registra campos de 512\*512 pixels y 255 niveles de gris, en las tres bandas (R,G,B) 9. Para la obtención de datos morfométricos hemos utilizado la técnica de multi-imagen 8, tomando, del mismo campo, una primera imagen con luz natural (nicoles paralelos), la siguiente con luz polarizada y las cuatro restantes, con distintas posiciones del analizador y polarizador (18° y 36°, y sus correspondientes ángulos complementarios, 72° y 54°) [11]. Estas seis imágenes se tratan (por algoritmos de combinación, asignando a cada una de ellas un factor de compensación diferente, pero con mayor preponderancia a las tomadas con bajos ángulos entre el analizador y el polarizador y a la de luz natural), dando lugar a una única imagen, reforzada, con los bordes o granos marcados, minimizándose los problemas de extinción de fases comunes, en diferentes cristales. A la imagen resultado se le aplica un filtro matricial tipo gradiente Sobel, aislando las estructuras de borde, límites de fases o granos, tal y como se aprecia en la figura B.

Con estas imágenes y por segmentación (transformación, por umbralización, en imagen binaria) extraemos la fase correspondiente a los bordes de grano. Sobre ella, y aplicando una criba experta ( $F_c$  entre 0.6 y 1 y en áreas muy bajas  $S < 20$  pixels), logramos un limpiado de la imagen. Posteriormente se ejecuta el algoritmo adelgazamiento 8, obteniendo la línea de borde entre cada grano, tal y

como se muestra en la figura C.

Concluido este proceso, contrastamos los resultados con las imágenes de partida, para validar el método, si este es adecuado, se procede a identificar, calibrar y extraer los datos morfométricos [12]. En caso contrario, se diseñarían nuevos algoritmos y filtrados, hasta conseguir una imagen optimizada. Para comprobarlo, sobre la imagen original hemos representado, en «overlay», la imagen resultado, tal y como se aprecia en la figura D. Como podemos ver, el procesador es capaz de discriminar aquellas fases que, con luz polarizada, se encontraban en una misma posición de extinción, minimizando los errores en el proceso de cuantificación.

## Datos

Sobre la imagen clasificada hemos medido los siguientes parámetros: Área (S); Perímetro (P); Diámetro mayor y menor ( $D_{my}$ ,  $D_{mr}$ ); Factor de forma circular ( $F_c$ ); Diámetro equivalente ( $D_e$ ) y Centro de gravedad ( $C_x$ ,  $C_y$ ). A partir del  $D_e$  hemos calculado el tamaño medio de los granos. El  $F_c$  nos da su índice de redondez y la relación  $D_{my}/D_{mr}$  su hábito (equigranular, tabular, etc.). Para determinar el tipo de fisuración (inter, intra o transgranular) se combinan tres imágenes con diferente información; por una parte la textural, en la que se detectan los bordes de grano y las fisuras; por otra parte, la de las orientaciones ópticas de los minerales (en este caso), y una tercera que es la de los centros de gravedad. Por resta de la imagen de bordes y la de las fases mineralógicas, nos quedan las

fisuras intra y transgranulares. La aplicación de una criba experta, eliminando objetos menores del  $D_{my}$ , nos da este tipo de fisuras. Si tenemos en cuenta que el mapa  $C_x$  y  $C_y$  representa, sólo, granos individualizados, los poliedros que no contengan los puntos se asocian a este tipo de fisuración. Asimismo, las zonas en la que hay una concentración de puntos se pueden tomar como zonas de fracturación, por «trituración» del material. Estos parámetros, así deducidos, se correlacionan con los descritos en la normativa [13].

**Conclusiones**

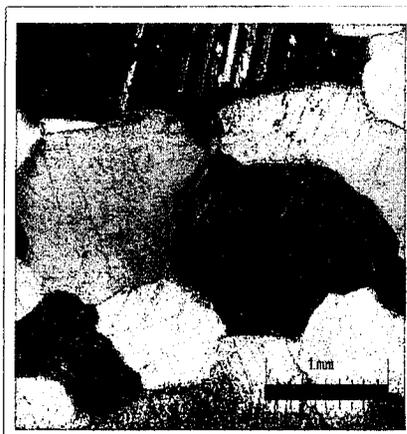
La obtención de filler para adición requiere un proceso de trituración (hasta llegar a  $\phi$  30  $\mu$ m) que le de homogeneidad al material. El análisis petrográfico nos determina los parámetros de la calidad del material de préstamo. Las técnicas digitales de imágenes obtienen datos cuantitativos y de fisuración de forma rápida y objetiva. Este árido tiene un tamaño medio de grano de 0.9 mm (gráfico anterior) y el tipo de fisuración es intergranular, desarrollada sobre los bordes de grano. El hábito de los granos -definido por los parámetros  $F_{fc}$  y relación  $D_{my}/D_{mr}$ - (subredondeados) se ha estimado en 0.76.

El hábito de los granos -definido por los parámetros  $F_{fc}$  y relación  $D_{my}/D_{mr}$ - (subredondeados) hace que la formación de los productos carboaluminatados sea homogénea, considerándose, desde este punto de vista, una material adecuado.

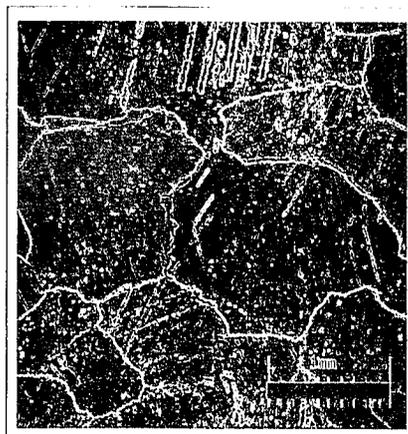
La obtención de los mapas de centros de gravedad ( $C_x, C_y$ ) permite contrastar los bordes de grano que están asociados a fisuras (mayor densidad de puntos), de aquellos bordes limpios.

**Referencias**

[7] Allard, B. & Sotin, C., (1988): Computers & geosciences, Vol. 14, N° 2, pgs. 261-269.  
 [11] Alvarez Pérez, A; Plana llevat, F. y Puig Molina, A., (1991): Bol. Esp. de Soc. Min. Vol. 14, pgs. 39-45.  
 [6] Amstutz, G.L.I & Giger, H., (1972): Journal of microscopy, 95, pgs. 145-164.  
 [13] ASTM., (1986): C 294-86. pgs. 167-73.  
 [3] Bombled, J.P., (1982): Ciments, Bétons, Plâtres, Chaux, N° 738 -5/82, pgs. 282-90.  
 [10] Esbert, R<sup>m</sup> and Montoto, M., (1986): ICOMOS. Group Petr., Pavia Meeting. pgs. 1-24.  
 [1] Escorihuela *et al.*, (1993): Mat. de Const. Vol. 43, N° 229, p. 17-24.  
 [5] Hernández, F.; Menéndez, I. & Triviño, F., (1993): Mat. de Const. Vol. 44, N° 233. pgs. 39-43.  
 [2] Menéndez, I.; Triviño, F. & Hernández, F.,



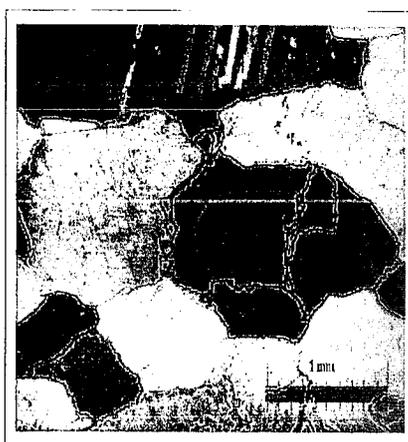
A.- Imagen original normal



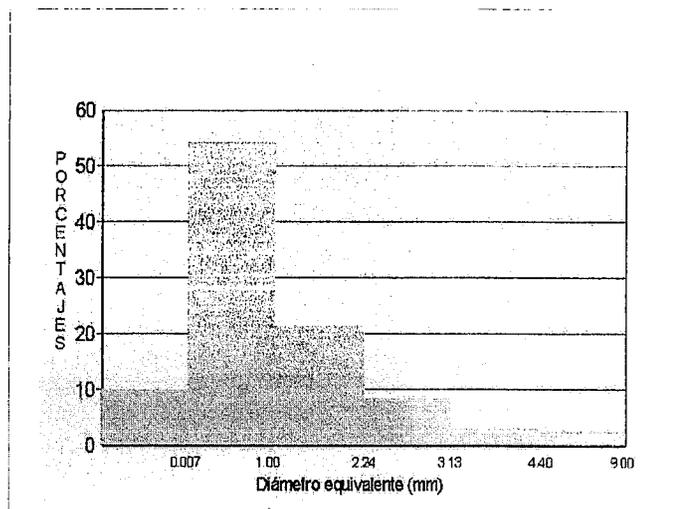
B.- Filtrado tipo Sobel



C.- Bordes de grano. (Thinning)



D.- Bordes de grano sobre imagen original



Histograma tamaños de grano en relación al  $D_c$ .

(1993): Mat. de Const. Vol. 43, N° 231, pgs. 25-28.  
 [8] Montoto, L. (1978): Proc. of III<sup>o</sup> Intern. Cong. I.A.E.G., Sec. II, Vol. 2, pgs.51-60.  
 [9] Montoto, L.; Bel-lan, A. & Montoto, M. (1981): 2<sup>nd</sup> Scand. Conf. Im. Anal. Hels. Un. 6  
 [12] Núñez, A; Núñez, M; Núñez, J.; Monje, S. de Monserrat, J.J. y Soler, C. (1992): V Simp. Nac. de Rec. de Form. y Anal. Img. pgs. 102-107.  
 [4] Soroka, I. & Stern, N. (1976): Cem. and Conc. Res. Vol. 6, pgs. 367-76