

# Estudio granulométrico de regranulados negros de residuos de corcho y su aplicación industrial

El corcho ha sido utilizado por el hombre desde tiempo inmemorial, existiendo pruebas de su empleo para tapones de vasijas y como material de flotación en artes de pesca, por parte de egipcios, griegos y romanos. Además de estos usos, los árabes lo utilizaron para el aislamiento térmico de viviendas, así como para trabajos de ornamentación y utensilios domésticos, y los chinos para la elaboración de zapatos. No obstante, su aceptación y uso industrial se sitúa en la segunda mitad del siglo XVII debido a la necesidad de conseguir un cierre hermético para los vinos espumosos, lo que propició la conversión del tratamiento del corcho en una industria en desarrollo que se extiende por toda Europa.

El incremento de la demanda de tapones, a través del tiempo, por la industria vinícola, se debe a las excelentes cualidades de este material. Ante la imposibilidad de abastecer a todo el mercado, se decidió aprovechar los residuos resul-

tantes de la manufactura del corcho natural, así como las planchas de corcho de peor calidad, no aptas para la industria del taponamiento y el proceso de industrialización. Todo ello, permitió que John T. Smith en el año 1891 elaborara los primeros aglomerados negros o expandidos, constituidos por regranulados de corcho aglutinado entre sí por la propia resina natural del corcho.


Teniendo en cuenta que las fábricas suministran el regranulado según distintas granulometrías, sin un control excesivo sobre el tamaño y la forma, hemos estudiado la importancia de estas variables en determinadas aplicaciones.

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar la forma (aproximada) y el tamaño de las partículas de cada uno de los regranulados negros (BR) utilizados, para comprobar el efecto producido y sus posibles aplicaciones industriales.

## Materiales y métodos

La preparación, separación y selección de las muestras de regranulado negro (BR) de corcho, es decir, de residuos de corcho y corcho de baja calidad no apto para uso industrial, se realiza tras diferentes etapas de molienda y tamizado. Posteriormente, se lleva a cabo el estudio granulométrico de los distintos regranulados de corcho, empleando un fotomicroscopio Carl Zeiss II. La muestra de regranulado se coloca sobre un portaobjetos y se procede a la medida de los diámetros mayor ( $D$ ) y menor ( $d$ ) de 100 partículas, calculando a continuación el diámetro medio,  $\phi = (D + d) / 2$ , de las mismas.

A partir de los valores de  $D$  y  $d$ , representados en las *figuras 1-4*, se han calculado los diámetros medios  $f$ , de las partículas de regranulados negros, así como (supuestas esféricas), la superficie geométrica ( $S_{geo}$ ) de las mismas (*tabla 1*). En el caso de la muestra BR-4, *figura 4*, (con-



A. Macías García  
A. Hernández Jiménez  
J. M. Sánchez-Marín Pizarro  
P. Sánchez-Marín Rodríguez  
J. Gañan Gómez

## La investigación de las características de las partículas de residuos de corcho permite optimizar diversas aplicaciones industriales que utilizan este material

siderando  $D = h$  y  $d = \phi$ ) se han determinado los valores medios del diámetro de las bases y de la longitud del cilindro al que se pueden asimilar las partículas de este regranulado. El cálculo de la media ponderada ( $\phi_p$ ) de los valores de  $f$  se ha efectuado, para todas las muestras, teniendo en cuenta la distribución de los mismos que se observa en la *figura 5*, a modo de ejemplo.

A partir de  $\phi$  (y de  $\phi$  y  $h$  en el caso de BR-4) se ha calculado el volumen medio de las partículas y a partir de la densidad se ha determinado el número de partículas por gramo, valor que ha sido utilizado para determinar la superficie externa de cada una de las partículas ( $S_p$ ) así como la superficie geométrica ( $S_{geo}$ ) del conjunto de partículas contenidas en la unidad de masa. Los valores de  $S_p$  y  $S_{geo}$  se indican asimismo en la *tabla 1*.

Para determinar la densidad, se ha tomado la cantidad suficiente de cada muestra para rellenar un recipiente

cúbico de  $2 \text{ dm}^3$  o  $1 \text{ dm}^3$ , según se trate de regranulados de tamaño de partícula superior a  $2.8 \text{ mm}$  o menor a  $2.8 \text{ mm}$  respectivamente.

A continuación, a una temperatura de aproximadamente  $20^\circ \text{ C}$  se mantiene la muestra durante 24 horas. Posteriormente, se llenan los recipientes cúbicos y se realizan tres pesadas para cada muestra, tomando como valor final la media aritmética de los tres valores determinados. Conocida la masa y el volumen se procede a calcular la densidad.

Una vez conocidos el tamaño, la forma y demás parámetros del regranulado negro, éstos son utilizados como punto de partida para obtener los aglomerados negros (BA), (regranulado negro, BR, ligado mediante resina natural de corcho, suberina) y el aglomerado compuesto, CA, (regranulado negro, BR, ligado mediante resina sintética de poliuretano MC-7600-D). Siendo muy importante en este proceso, además de otras

variables, el tamaño de grano y la forma, ya que estos parámetros condicionan la proporción resina/corcho y su posible aplicación. Los aglomerados negros y los aglomerados compuestos, aparte de la industria taponera, tienen entre otras aplicaciones, su uso como aislantes térmicos y acústicos en el revestimiento de superficies.

### Discusión de resultados

A la vista de los resultados experimentales representados (en la forma  $D$  vs  $d$ ) en las *figuras 1-4*, se observa que en general, existe una buena correlación entre los valores de  $D$  y  $d$  y que, en las muestras BR-1, BR-2 y BR-3, la pendiente de cada una de las rectas  $D$  vs  $d$ , es la unidad; lo que sugiere que las partículas son aproximadamente, esféricas; y como esferas se estudia la posible influencia a la hora de formar el aglomerado negro y el aglomerado compuesto.

A diferencia de los que ocurre con las

## RESUMEN

El estudio granulométrico, de la forma y tamaño de las partículas de regranulados negros de residuos de corcho y corcho de baja calidad, tiene un gran interés por su aplicación a equipos comerciales de proyección de partículas, sobre superficies.

Los resultados obtenidos, por este equipo para residuos de corcho, permiten minimizar el efecto rebote de las partículas, durante la proyección, así como reducir la cantidad de resina natural o sintética utilizada. Todo ello, supone mejorar las aplicaciones industriales y optimizar el uso de equipos comerciales de proyección de partículas de corcho para obtener películas uniformes en superficies (aislantes térmicos y/o acústicos).

Palabras clave: granulometría, corcho, aplicación.

diámetro medio  $\phi = (D+d)/2$ , con lo cual se simplifica en gran medida el citado cálculo. Obviamente, en el caso del BR-4 los cálculos vendrán afectados de un mayor error (derivado del modelo geométrico considerado).

A la vista de los resultados recogidos para los valores de  $\phi_p$  (media ponderada), se observa que son muy parecidos a los valores de  $\phi$  (tabla 1), lo que pone de manifiesto la bondad del método.

La aplicación del aglomerado negro, BA, y el aglomerado compuesto, CA, como correctores acústicos y térmicos de superficies (paredes, techos, etc.) requiere que se controlen aspectos tan importantes como la granulometría, la dosificación resina/corcho y el efecto rebote que ocasionan estas partículas al incidir sobre la superficie.

El conocimiento del tamaño medio

muestras BR-1, BR-2 y BR-3 en la cuarta (BR-4), no hay correlación entre D y d, lo cual no debe extrañar puesto que en este último caso las partículas no pueden

ser consideradas esféricas, sino cilíndricas. Sin embargo (y a pesar de ello), a la hora de realizar cálculos, estas partículas se asimilarán a esferas equivalentes de

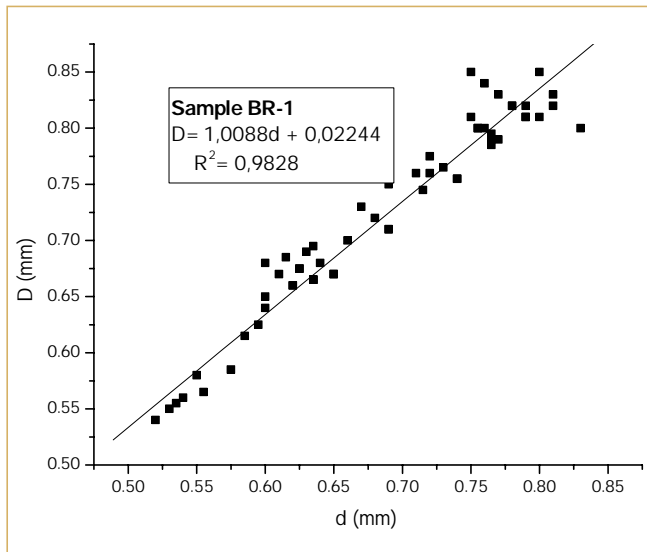


Figura 1. Diámetro mayor frente a diámetro menor en la muestra BR-1.

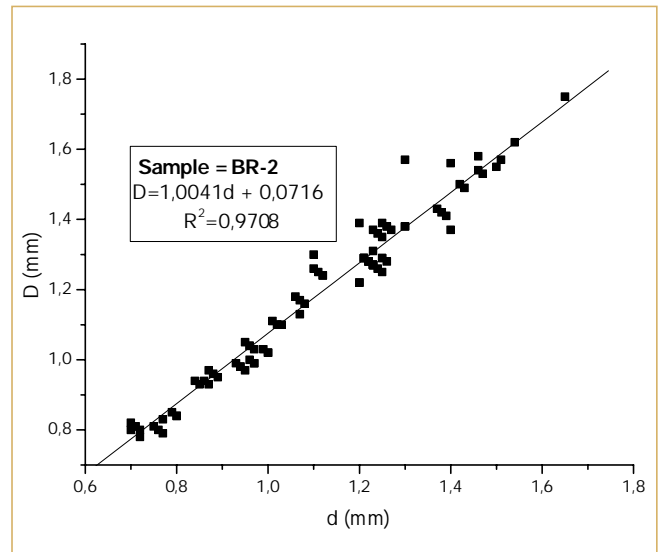


Figura 2. Diámetro mayor frente a diámetro menor en la muestra BR-2.

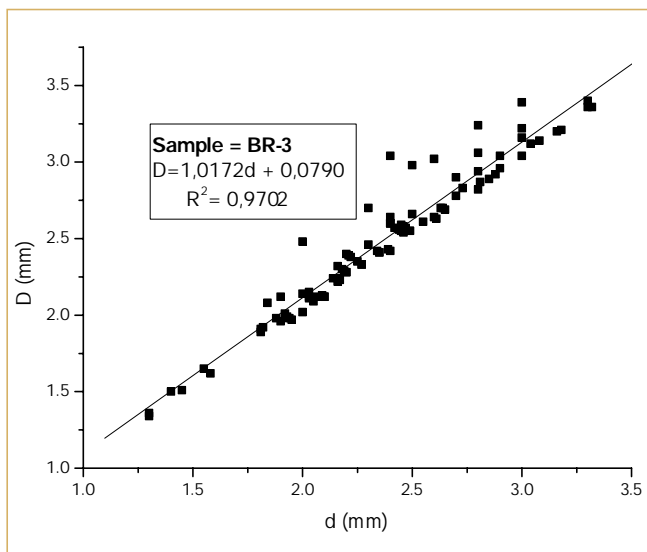


Figura 3. Diámetro mayor frente a diámetro menor en la muestra BR-3.

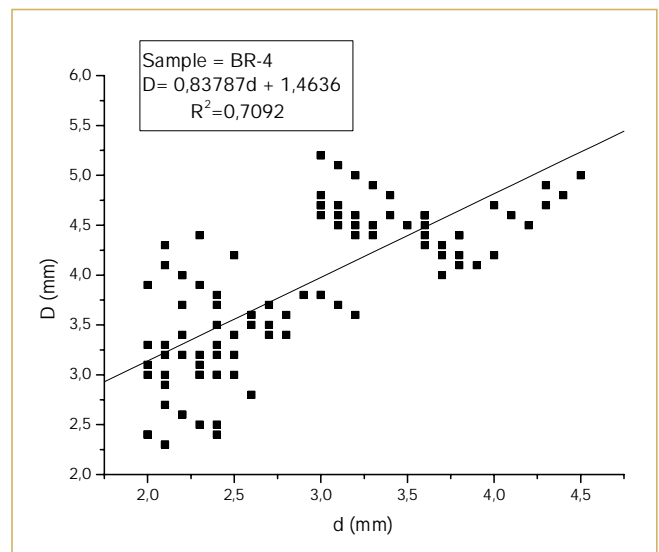


Figura 4. Diámetro mayor frente a diámetro menor en la muestra BR-4.



| Muestra | D (mm) | d (mm) | Modelo   | $\phi$ (mm) | Sp-10 <sup>6</sup> (m <sup>2</sup> /part) | Sgeo (m <sup>2</sup> /g) | $\phi_p$ (mm) |
|---------|--------|--------|----------|-------------|---|--------------------------|---------------|
| BR-1    | 0,73   | 0,63   | Esfera   | 0,68        | 1,45                                      | 0,133                    | 0,65          |
| BR-2    | 1,20   | 1,14   | Esfera   | 1,17        | 14,78                                     | 0,0439                   | 1,25          |
| BR-3    | 2,51   | 2,34   | Esfera   | 2,42        | 18,39                                     | 0,0388                   | 2,50          |
| BR-4    | 4,50   | 2,10   | Cilindro | 3,30        | 13,85                                     | 0,065                    | 3,40          |

Tabla 1. Resultado del estudio granulométrico del regranulado negro de corcho.

de partículas y la forma (aproximada), permite contribuir a solucionar problemas técnicos (corrección térmica y acústica de las superficies sobre las que se aplica el producto obtenido a partir del regranulado negro) y económicos (rentabilidad en el trabajo a realizar).

Desde el punto de vista técnico, recientes trabajos, realizados por los autores del presente estudio, ponen de manifiesto, que el tipo de granulometría seleccionada condiciona, de forma importante, el comportamiento del producto como aislante térmico y/o acústico, indicando que, para un valor máximo de dosificación de resina/corcho, el aire, antes presente en los poros de la estructura del aglomerado, es desplazado, y sustituido, totalmente por un exceso de resina.

Si el contenido de aire es nulo, desparecerá la transmisión de calor debida al fenómeno de microconvección y a partir de entonces, cualquier incremento del contenido de resina implicará un incremento de densidad y un incremento inevitable de la transmisión de calor por conducción a través de dicho ligante.

Igualmente para cada tipo de granulometría existe un valor máximo de dosificación de resina/corcho, para el que el aire, es desplazado y sustituido, total-

mente por un exceso de resina. A partir de entonces, al no existir canales internos de disipación y fricción de la energía sonora, el poder de absorción acústica se vería seriamente afectado.

Desde el punto de vista económico, conviene tener en cuenta la relación de la granulometría con los dos factores siguientes: dosificación mínima de resina/corcho y porcentaje de rebote. Ambos efectos se suavizan de forma importante con un conocimiento adecuado de la forma y tamaño medio de la granulometría. Así, en trabajos recientes realizados se ha podido observar que granulometrías pequeñas de (1-2.5 mm), minimizan este efecto rebote.

### Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, el conocimiento de la forma, tamaño y proporción resina/corcho de las partículas, permite optimizar de manera importante el uso de los equipos de proyección de partículas de corcho, para obtener revestimientos de paredes con películas uniformes, economizando regranulado de corcho y resina (aislantes térmicos y/o acústicos).

### Bibliografía

Bernardo, H.B. *Da origem e evolucao da industria corticeira*, Boletim JNC, 92, 1945.

Velasco Fernández, L. *Agglomerados y disco de corcho. Sus cualidades en el aislamiento y el taponamiento*. INIA. Madrid, 1974.

Pintro, R., *Isolamento: aglomerado negros de cortiça e outros materiais isolantes. Suplemento ao boletim do Instituto dos Produtos Florestais (IPP)*, 602, Lisboa, 1988.

Pérez Marqués, F. Y Pérez González M.C., *El alcornoque y el corcho*. Asociación Cultural Vicente Rollano. Badajoz, 1996.

Gamero Guerrero, F. *La calidad del corcho a examen*. *Revista Albear*. Badajoz, 1993.

Mourad, Mustafá, *Technologie et Qualite du liege*. Centre National de la Recherche Forestiere. Rabat, 1997.

Macías-García A, Díaz-Diez, M.A., Díaz Parralejo A. Rosa Blanco P. Gómez Serrano V. *The use of cork agglomerates as acoustic absorbents*. (Enviado a *Materials Letters*).

Macías-García A, Díaz-Diez, M.A., Díaz Parralejo A. Rosa Blanco P. Gómez Serrano V. *Study of black and composite agglomerates of cork as thermal insulating materials*. (Enviado a *Scripta Materialia*).

Macías-García A, Díaz-Diez, M.A., Díaz Parralejo A. Rosa Blanco P. Gómez Serrano V. *Preparation of agglomerates from cork wastes. A study of the density*. (Aceptado en *Journal Materials Science and Technology*).

## AUTORES

### A. Macías García

amacias@materiales.unex.es

Doctor en ciencias químicas, profesor asociado de la Escuela de Ingenierías Industriales. Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Uex. Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Escuela de Ingenierías Industriales.

### A. Hernández Jiménez

Licenciado en ciencias químicas e ingeniero industrial, profesor asociado de la Escuela de Ingenierías Industriales. Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Uex.

### J. M. Sánchez-Marín Pizarro

Ingeniero técnico industrial, catedrático de la Escuela de Ingenierías Industriales. Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Uex.

### P. Sánchez-Marín Rodríguez

Ingeniero químico del Grupo de Empresas JOCA. Badajoz.

### J. Gañan Gómez

Ingeniero industrial, profesor interino de la Escuela de Ingenierías Industriales. Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Uex.

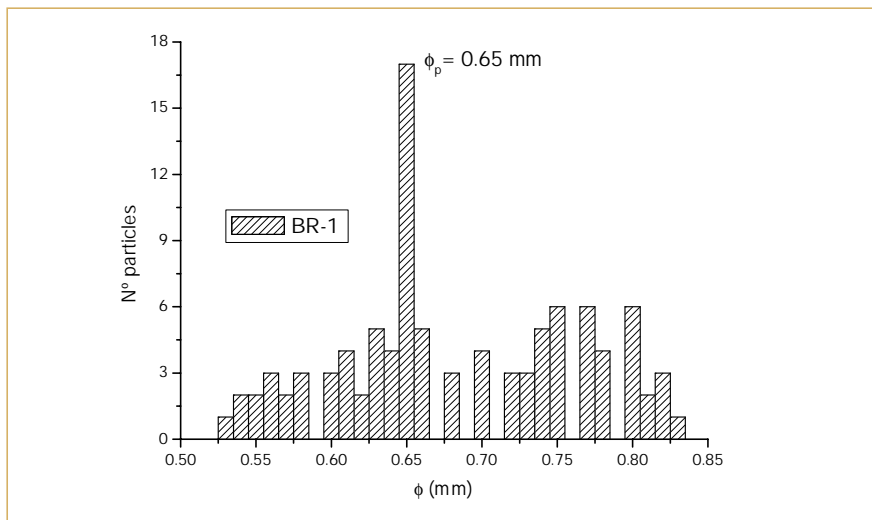


Figura 5. Tamaño de partícula de la muestra BR-1.