

Propiedades topológicas de la red de contactos en medios granulares.

Roberto Arévalo, Iker Zuriguel, Diego Maza.

Grupo de Medios Granulares[‡]

Departamento de Física y Matemática Aplicada

Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra

31080 Pamplona

Los medios granulares están siendo ampliamente estudiados por la comunidad de físicos debido a que exhiben características distintivas e inusuales¹. Estos materiales se componen de partículas macroscópicas que interactúan mediante fuerzas de contacto disipativas. Un modelo apropiado para el estudio de los medios granulares consiste en considerar cada grano como una esfera dura ignorando la fragmentación e incluyendo el efecto de la deformación en el término disipativo. Como apuntan en Anikeenko *et al.*², la aplicabilidad de este modelo al estudio de líquidos, gases y coloides implica una importancia primordial de las propiedades geométricas de los empaquetamientos de esferas duras a la hora de analizar las propiedades físicas de estos materiales.

En el presente trabajo³ proponemos un estudio estructural de los empaquetamientos granulares utilizando las herramientas desarrolladas en el campo de las redes complejas. Definiremos un grafo donde los nodos serán aquellos granos en contacto con algún otro y las fuerzas entre ellos determinarán la existencia de un eje o arista. Una vez definida la red analizamos propiedades como la conectividad, la dimensión fractal o la distancia topológica.

El sistema que analizamos es un empaquetamiento bidimensional de discos obtenido mediante simulaciones de dinámica molecular de partículas blandas. Las simulaciones comienzan con un gas de discos a muy baja densidad que es comprimido mediante cuatro paredes móviles. Este protocolo nos permite estudiar la evolución de la

red de contactos y, en particular, comprobar qué cambios cualitativos en sus propiedades se producen cuando el sistema se atasca. En este sentido prestaremos especial atención a la aparición de triángulos, tres aristas formando un circuito cerrado, en la red de contactos. La importancia estructural de los triángulos radica en que son las estructuras rígidas más simples.

Las propiedades estructurales se enlazan con la física del sistema mediante la definición del parámetro $f/\langle F \rangle$, donde $f/\langle F \rangle$ es la fuerza presente en un contacto. El significado de este parámetro consiste en que eliminaremos las fuerzas con un valor inferior a $f/\langle F \rangle$; así, $f/\langle F \rangle = 0$ es toda la red de contactos, mientras que $f/\langle F \rangle = 1.5$ es la red de fuerzas obtenida al eliminar las que son inferiores a una 1.5 veces la media. De este modo podemos definir un continuo de redes y las propiedades topológicas son funciones de $f/\langle F \rangle$. Veremos que la presencia de triángulos puede explicar el comportamiento de algunas de estas funciones.

¹ J. Duran, *Sands, powders and grains*, Springer-Verlag, New York, 1999.

² A. V. Anikeenko and N. N. Medvedev, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 235504 (1997).

³ R. Arévalo, I. Zuriguel, and D. Maza, arXiv:0709.2680[cond-mat]

[‡] <http://fisica.unav.es/granular/>