



## Mecánica de materiales granulares y aplicaciones

M. Baldini, J. Cordero, M. Fernández, P. A. Gago, G. Insaurralde, M. Madrid, J. P. Peralta, L. A. Pugnioni, G. Rosenthal, M. Sánchez, D. Slobinsky

Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRLP); y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

[luis.pugnioni@frlp.utn.edu.ar](mailto:luis.pugnioni@frlp.utn.edu.ar)

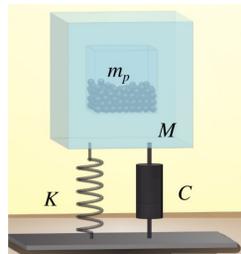
**Palabras clave:** Materiales granulares; Vibraciones; Silos; Flujo y atascos; Mecánica estadística

### OBJETO

Los materiales granulares son aquellos formados por conjuntos de partículas macroscópicas como arena, cereales, polvos, pelets, píldoras, piedras, entre otros muchos materiales que se usan en la agroindustria, la minería, la construcción, la industria farmacéutica y del petróleo. En el Grupo de Materiales Granulares (GMG) tenemos por objeto el estudio de diversos fenómenos que se producen al manipular materiales granulares; algunos de los cuales son aún un enigma para la ciencia.

### METODOLOGÍA

Se utilizan dos enfoques instrumentales básicos. Por un lado, se realizan experimentos con instrumental especialmente construido para tales efectos. Por otro, se estudian modelos de materiales granulares mediante simulaciones computacionales. El GMG cuenta con un laboratorio para el trabajo experimental y un cluster de cómputo para el trabajo de modelización.

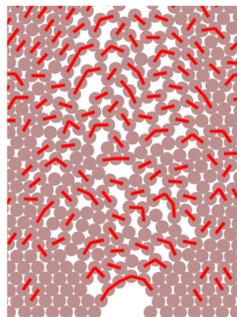


#### Amortiguación de vibraciones con materiales granulares.

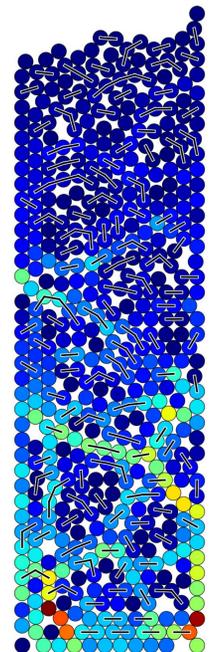
Se realizan experimentos y simulaciones para estudiar la respuesta en frecuencia de amortiguadores granulares. Éstos consisten en cavidades con partículas que disipan energía gracias a las colisiones inelásticas entre las partículas y entre partículas y paredes de la cavidad. Son sistemas de amortiguación pasiva de muy bajo costo y de excelente resultado en ambientes con altas temperaturas.

#### Atascamiento en constricciones.

Se estudia la probabilidad de atascamiento del flujo de materiales granulares al pasar por orificios o angostamientos a causa de la formación de arcos.

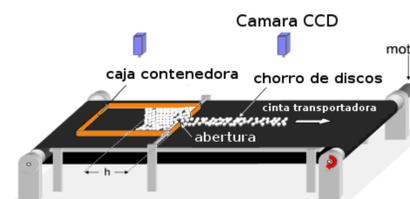


**Flujo y presión en silos.** El flujo de un material granular al descargarse de un silo difiere mucho del flujo de un fluido así como sucede con la presión sobre paredes y fondo. Se estudia este fenómeno mediante experimentos y simulación.



#### Estadística de arcos y estados de equilibrio.

Existe aún controversias sobre la forma de describir correctamente estados de equilibrio termodinámico en materiales granulares. Se estudia por simulación propiedades de equilibrio así como la estructura de los arcos formados en el interior del material.



**Transporte de granulares con cintas transportadoras.** Se realizan experimentos y simulaciones del flujo de partículas en cintas transportadoras.

### RESULTADOS OBTENIDOS

- Descubrimiento de una ley universal para amortiguadores granulares [1].
- Demostración de la existencia de estados de equilibrio termodinámico para empaquetamientos granulares que son distinguibles por el estado de estrés y no por sus propiedades estructurales [2].
- Demostración de que el caudal de descarga de un silo no está ligado a la presión en el fondo del mismo [3].
- Descubrimiento de un comportamiento no-monótono en la descarga de un granular vibrado coincidente con el fenómeno de evacuación de peatones por el cual el tiempo de evacuación puede aumentar en situaciones de emergencia [4].



**Materia activa.** El flujo de agentes con propulsión propia (como los peatones) tiene similitudes con el flujo de granulares vibrados. Se realizan experimentos para estudiar problemas de evacuación de peatones en situaciones de emergencia usando como modelo los materiales granulares.

### CONCLUSIONES

Los materiales granulares presentan una rica fenomenología que despierta controversias. Muchos fenómenos aún no han sido explicados desde la física básica. La ubiquidad de estos materiales en la industria demanda un esfuerzo en comprender sus comportamientos para ayudar a mejorar materiales y procesos. Los resultados obtenidos muestran que es posible realizar aportes centrales para el avance en esta área de investigación y en las aplicaciones que de ellas se esperan.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Sánchez, G. Rosenthal, L. A. Pugnioni, *Universal response of optimal granular damping devices*, J. Sound Vib. **331**, 4389 (2012).
- [2] L. A. Pugnioni, I. Sánchez, P. A. Gago, J. Damas, I. Zuriguel, D. Maza, *Towards a relevant set of state variables to describe static granular packings*, Phys. Rev. E **82**, 050301 (Rapid Communications) (2010).
- [3] A. Aguirre, J. Grande, L. A. Pugnioni, J-C. Geminard, *Pressure independence of granular flow through an aperture*, Phys. Rev. Lett. **104**, 238002 (2010).
- [4] P. A. Gago, L. A. Pugnioni, D. R. Parisi, *Faster is slower effect in granular flows*, Proc. Traffic and Granular Flow 2011, pp 317.