

El efecto de un obstáculo en la evacuación de personas

A. Garcimartín¹, D. Maza¹, J. M. Pastor², D. Parisi^{3,4}, C. Martín-Gómez⁵ e I. Zuriguel¹

¹Dpto. de Física y Mat. Apl., Fac. de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España

²Focke Meler Gluing Solutions S.A., Pol. Los Agustinos, calle G nave D-43, 31160 Orkoien, Navarra, España

³Instituto Tecnológico de Buenos Aires, CONICET, Lavardén 315, 1437 C. A. de Buenos Aires, Argentina

⁴Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁵Dpto. de Construcción, Instalaciones y Estructuras, ETS Arquitectura, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España

Se pensaba que colocar un obstáculo delante de la salida mejoraría el flujo de personas por una puerta en caso de emergencia. Este efecto, aunque resulte sorprendente, se justifica porque el obstáculo podría reducir la presión en el estrechamiento. Se comprobó experimentalmente que esto es así en un flujo de medios granulares a través de un agujero [1] e incluso en el paso de animales por una puerta [2].

Para ver si el beneficio se obtiene también en el caso de las personas, llevamos a cabo un centenar de evacuaciones en tres días diferentes, los dos primeros con sendos grupos de estudiantes de la Universidad de Navarra y el tercero con soldados del regimiento América 66. Las evacuaciones se realizaron en distintas condiciones: alta competitividad (se permitía empujar, pero sin llegar a lo de Sergio Ramos), baja competitividad (sin contacto físico intencionado), con y sin obstáculo, y éste colocado a diferentes distancias de la puerta. A los participantes se les entrega un gorro rojo, y la salida se filma con una cámara en posición cenital. Una vez identificadas las posiciones de los gorros en cada fotograma, se obtuvo la trayectoria de cada persona mediante la técnica de *particle tracking*. A partir de las trayectorias es fácil calcular las velocidades (Fig. 1).

Como era de esperar, a mayor competitividad, menor caudal. Este efecto, llamado "*Faster-Is-Slower*", ya se había observado anteriormente [3]. Por lo que respecta al obstáculo delante de la puerta, hemos concluido que no mejora la evacuación, ni en cuanto al tiempo total invertido, ni en cuanto a la disminución de los atascos que se producen. Esto se ha comprobado para los tres grupos citados, y para diferentes colocaciones del obstáculo.

Sin embargo, es posible que el obstáculo sí que tenga un efecto beneficioso: el de reducir los peligrosos movimientos colectivos en forma de bandazos que se producen en situaciones de elevada competitividad (fig. 1). Los hemos caracterizado mediante diferentes cantidades promedio, y calculando la correlación espacial de las velocidades.

cle position in the flow of sheep through a narrow door, Phys. Rev. E **94**, 032302 (2016).

[3] A. Garcimartín, J. M. Pastor, C. Martín-Gómez, D. Parisi, and I. Zuriguel, Pedestrian collective motion in competitive room evacuation, Sci. Rep. **7**, 10792 (2017).



Fig. 1. Instantáneas de evacuaciones en situación de alta competitividad. Las fotografías se tomaron con una cámara cenital situada a 8 metros de altura. La puerta está en la parte superior. Los gorros rojos fueron identificados por procesamiento de imágenes, y las velocidades (*flechas amarillas*) fueron calculadas de las trayectorias obtenidas al procesar el vídeo. En la fotografía superior se aprecia un movimiento colectivo transversal. En la fotografía inferior se muestra un instante de una evacuación con un obstáculo (un depósito cilíndrico, de 1 m de diámetro, relleno con una tonelada de agua) que atenúa esos vaivenes transversales.

[1] I. Zuriguel, A. Janda, A. Garcimartín, C. Lozano, R. Arévalo, and D. Maza, Silo clogging reduction by the presence of an obstacle, Phys. Rev. Lett. **107**, 278001 (2011).

[2] I. Zuriguel, J. Olivares, J. M. Pastor, C. Martín-Gómez, L. M. Ferrer, J. J. Ramos, and A. Garcimartín, Effect of obsta-