

Resumen

Este proyecto se propone medir presiones entre personas en ambientes de muy alta congestión. Se diseñó y fabricó un dispositivo portátil capaz de registrar este tipo de fuerzas con sensores estudiados y calibrados individualmente. El dispositivo fue utilizado para obtener datos concretos en ambientes públicos (i.e. subtes y trenes en hora pico). Se espera mediante los resultados experimentales, mejorar el modelo de *fuerza social*.

Introducción



Evento en el estadio de Hillsborough 1989, 96 muertes.

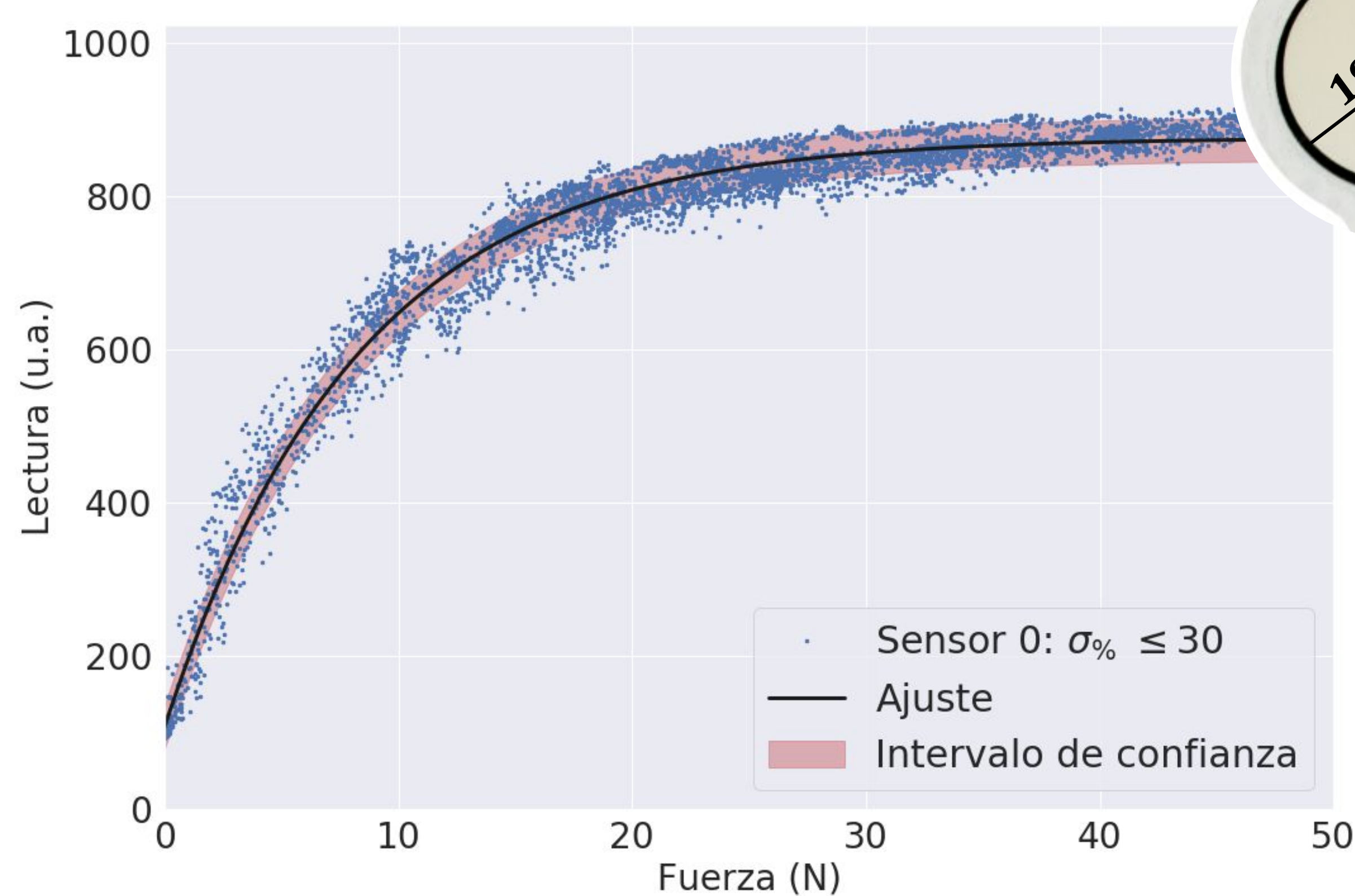
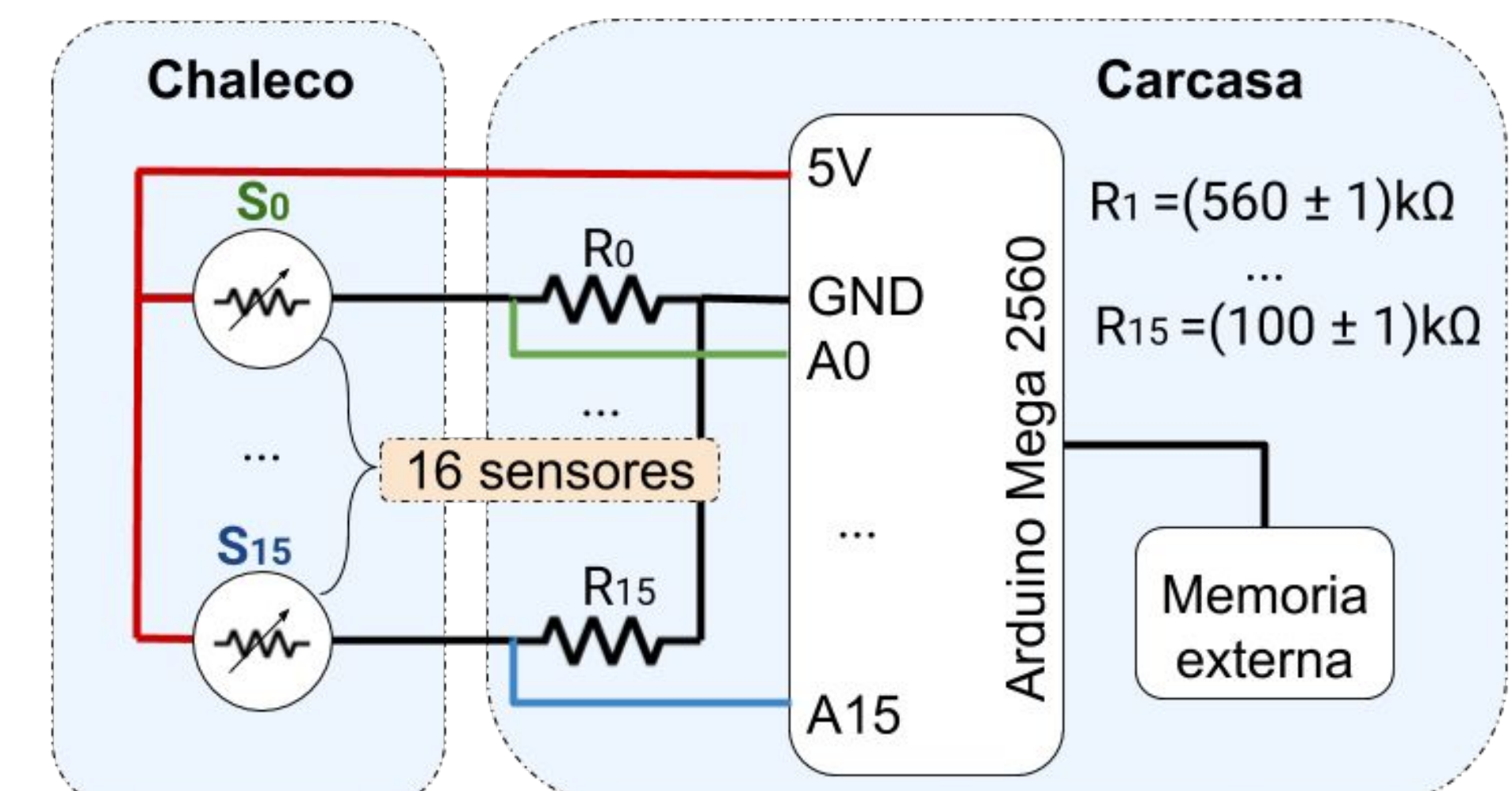
Modelo de Fuerza Social

$$m_i \frac{d\mathbf{v}_i}{dt}(t) = \mathbf{f}_d^{(i)}(t) + \sum_{i \neq j}^N (\mathbf{f}_s^{(ij)} + \mathbf{f}_g^{(ij)}) + \sum_W^{N'} (\mathbf{f}_s^{(iW)} + \mathbf{f}_g^{(iW)})$$

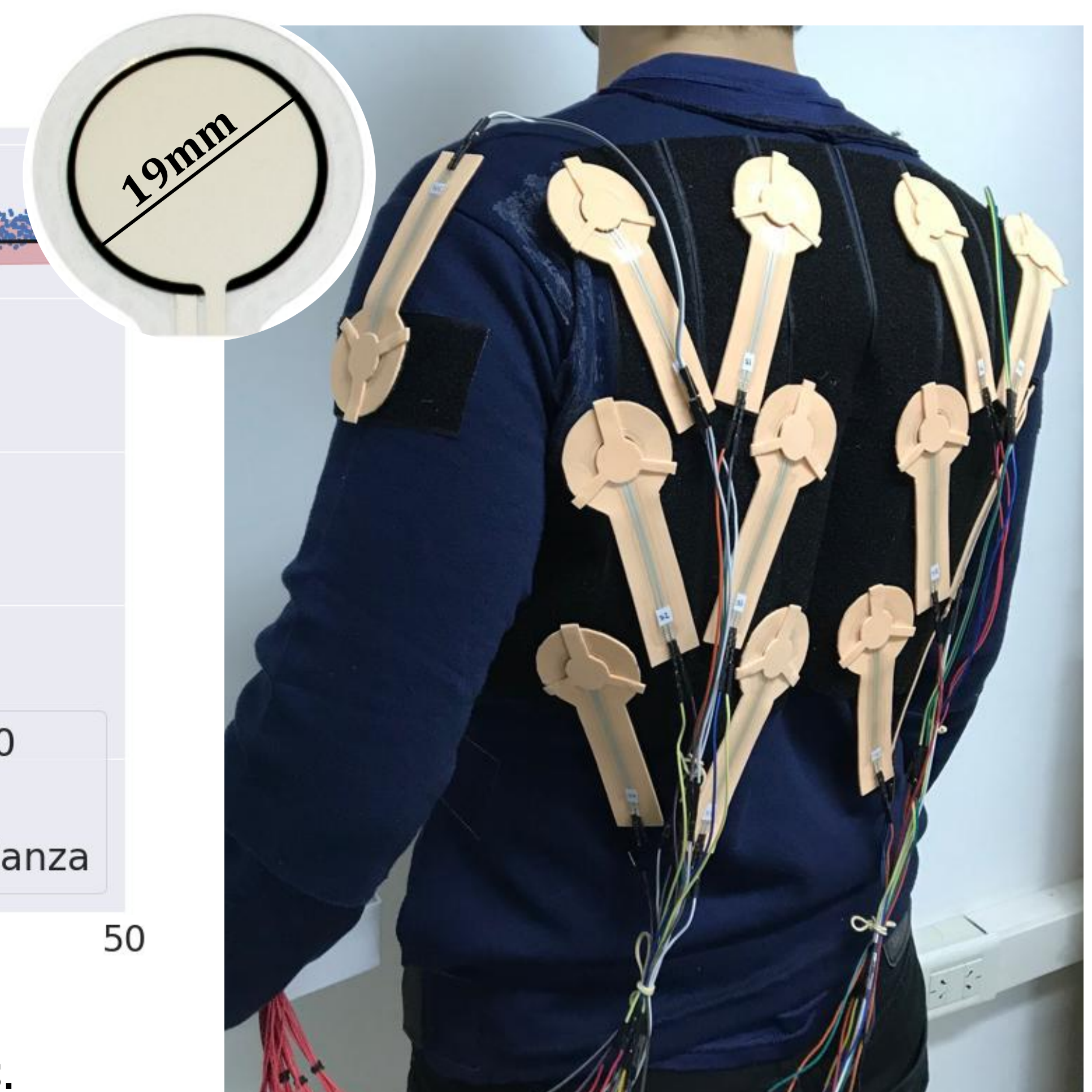
Aceleración
Fuerza de Deseo
Interacción entre individuos
Interacción con las paredes

Diseño experimental

- Sensores resistivos Tactilus® Free Form: rango sensible $14\text{kg}/\text{cm}^2$ (F_{TOT} máx: 390N), superficie circular de 19 mm de diámetro.
- Placa Arduino Mega 2560
- Resistencias elegidas para aprovechar el rango y la respuesta de estos sensores.



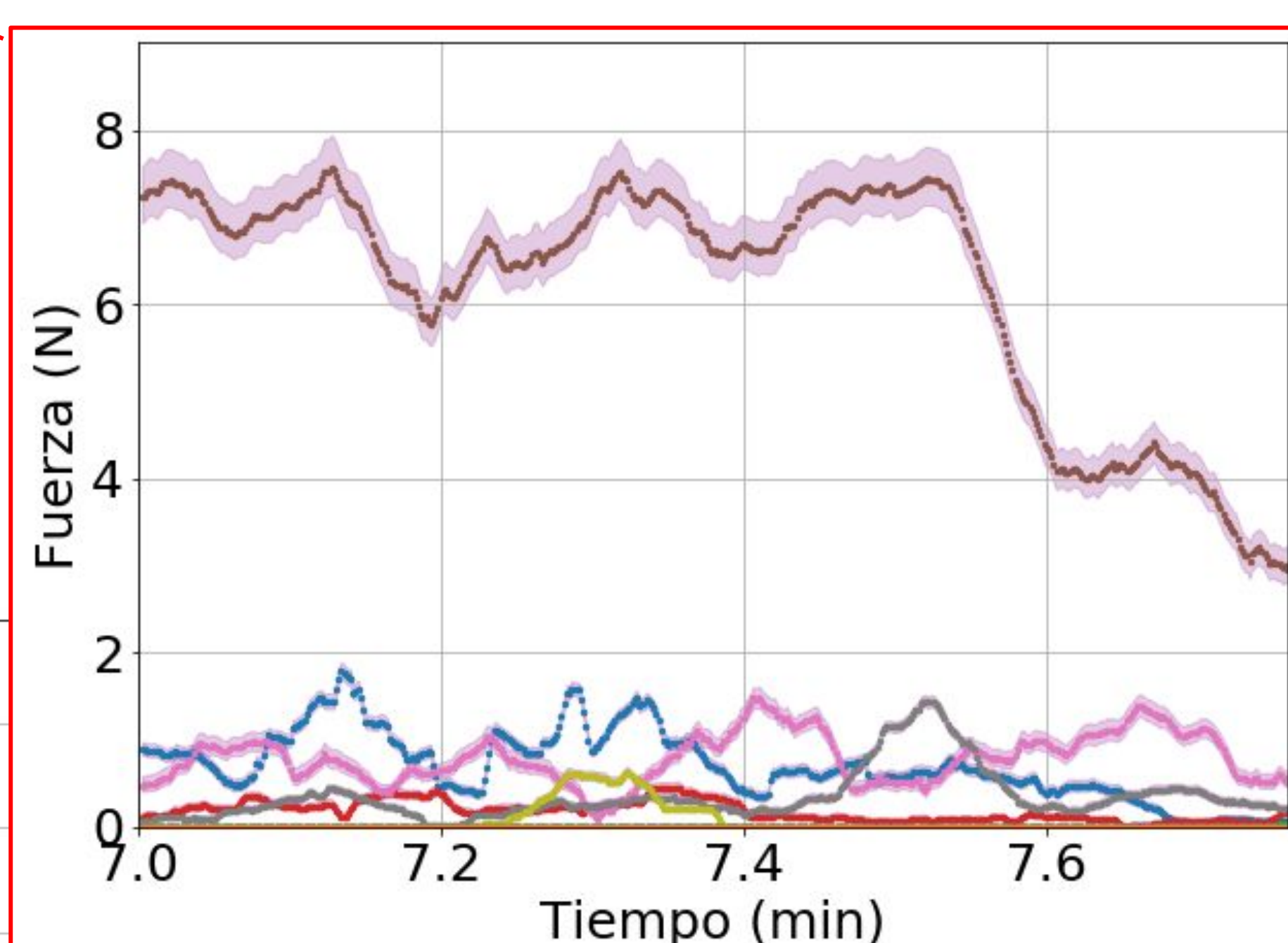
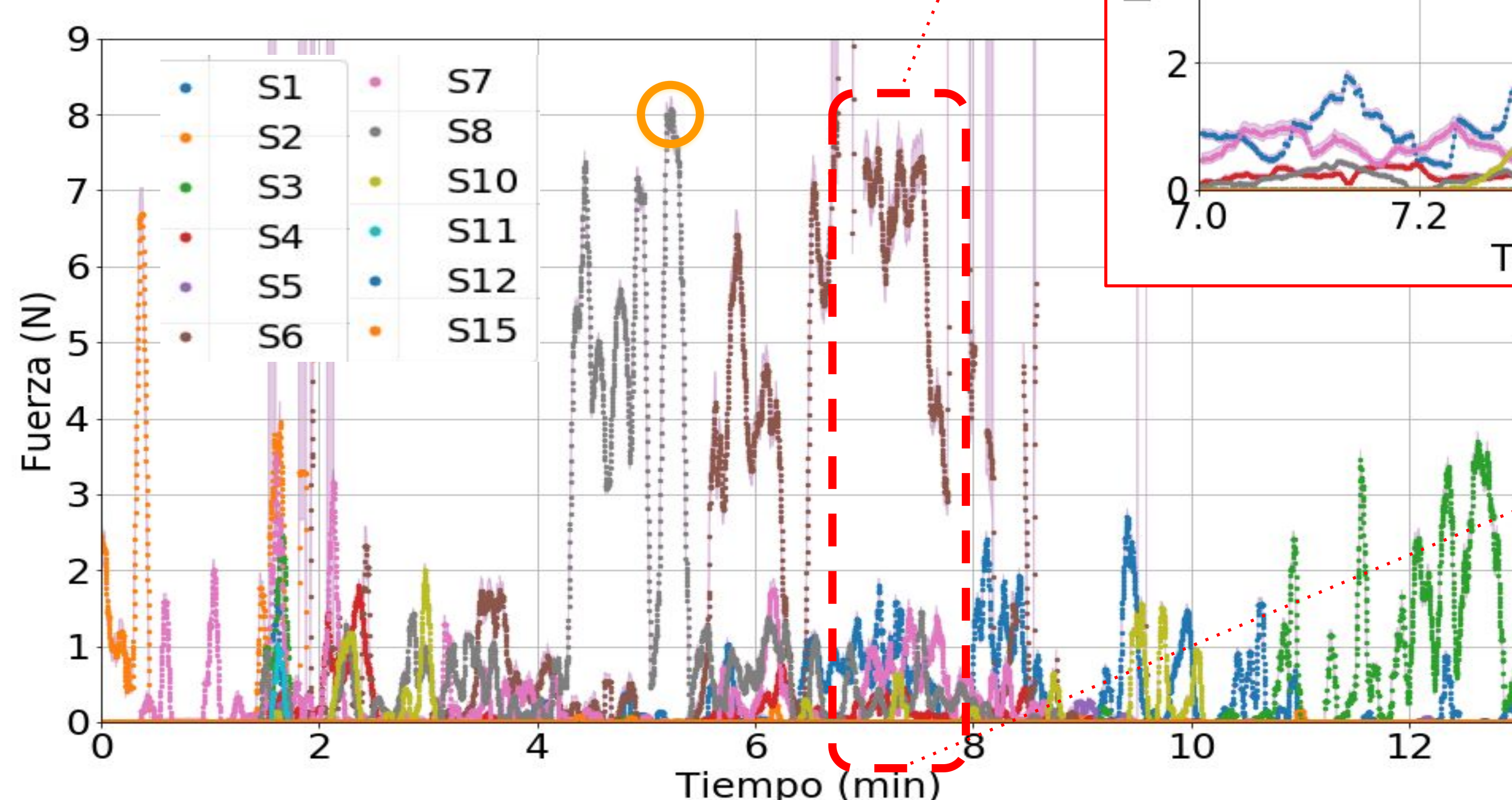
- Curva de calibración para uno de los sensores.
- Cada uno cuenta con una calibración propia.



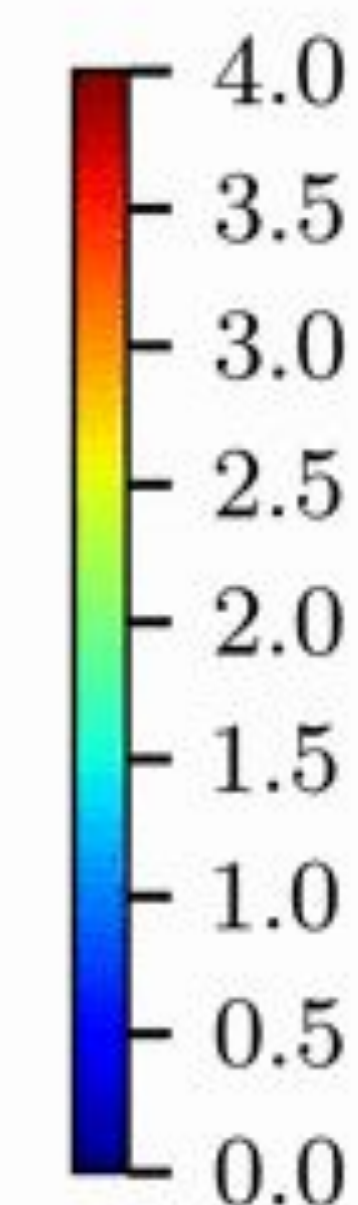
Dispositivo finalizado y listo para utilizar.

Resultados y Discusión

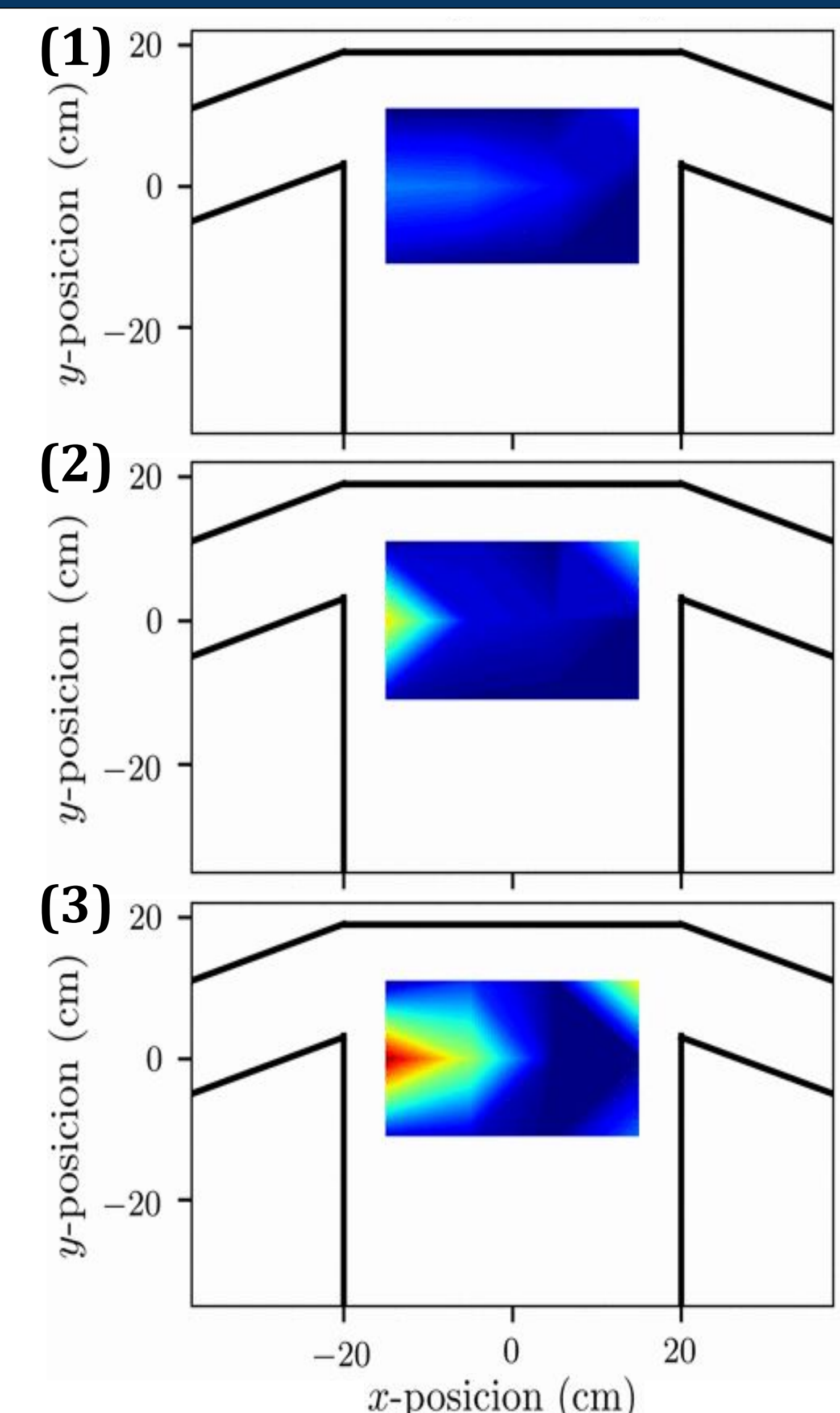
- Fuerza medida en el Tren Sarmiento.
- Promediada con una ventana de 3 seg.
- $F_{\text{máx}} = (15,2 \pm 1,5) \text{ N}$ para el S6.
- $F_{\text{máx}} = (8,1 \pm 0,2) \text{ N}$ para el S8.
- Parte superior media de la espalda.



Fuerza media (N)



- (1) Fuerzas leves, pero con contactos
- (2) Fuerzas intermedias
- (3) Fuerzas más intensas e incómodas



Conclusiones y perspectivas

- Respuesta aceptable del dispositivo en cuanto a lo registrado con lo percibido por el sujeto de prueba, a pesar de tener limitaciones en los sensores.
- Fuerzas máximas obtenidas en el orden de lo esperado: 10 N aproximadamente en la parte superior de la espalda.
- A futuro, realizar un experimento controlado para encontrar una relación entre la densidad de personas y la fuerza involucrada.
- Luego, recalibrar el modelo de *fuerza social* con nuevos parámetros de presión para lograr reproducir las presiones obtenidas experimentalmente.

Referencias

- [1] Helbing, D., Farkas, I., & Vicsek, T. (2000). Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, 407 (6803), 487.
- [2] Cornes, F.E., Frank, G.A., Dorso, C.O. (2017). High pressures in room evacuation processes. *Physica A* 484, 282-298.
- [3] Parmar, S., Khodasevych, I., Troynikov, O. (2017). Evaluation of flexible force sensors for pressure monitoring in treatment of chronic. *Sensors*.

