



Universidad de

**los Andes** > INGENIERÍA

# Gestión de pasajeros: desafíos de diseño para nuevas estaciones ferroviarias, de metro e intercambio

31 de mayo 2019

**Sebastian Seriani**

**[sseriani@miuandes.cl](mailto:sseriani@miuandes.cl)**



## Línea de investigación:

- Modelación y gestión de pasajeros
- Diseño accesibilidad y cicloinclusivo
- Traffic calming



# Contenido

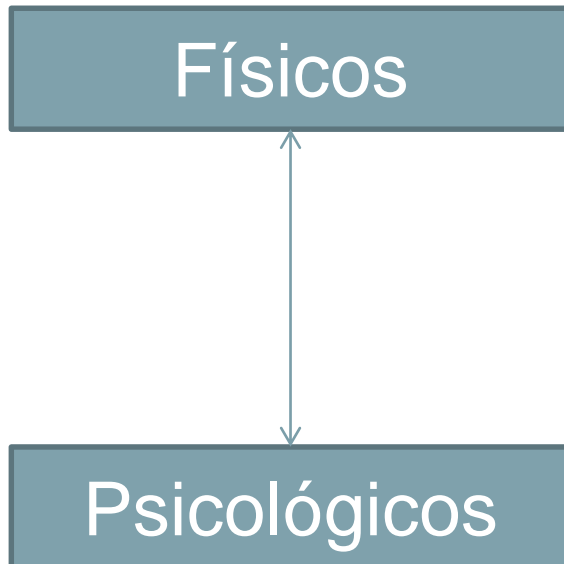
1. Introducción a la gestión de pasajeros
2. Método BAMBI
3. Observación en Metro de Londres
4. Aplicación en PAMELA-UCL
5. Next Step en LDH-UANDES



# 1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE PASAJEROS

## ***Crowding* es definido como:**

- Función de factores físicos y psicológicos (RSSB, 2005; Cox et al., 2006; Evans and Wener, 2007; Still 2013; 2014)

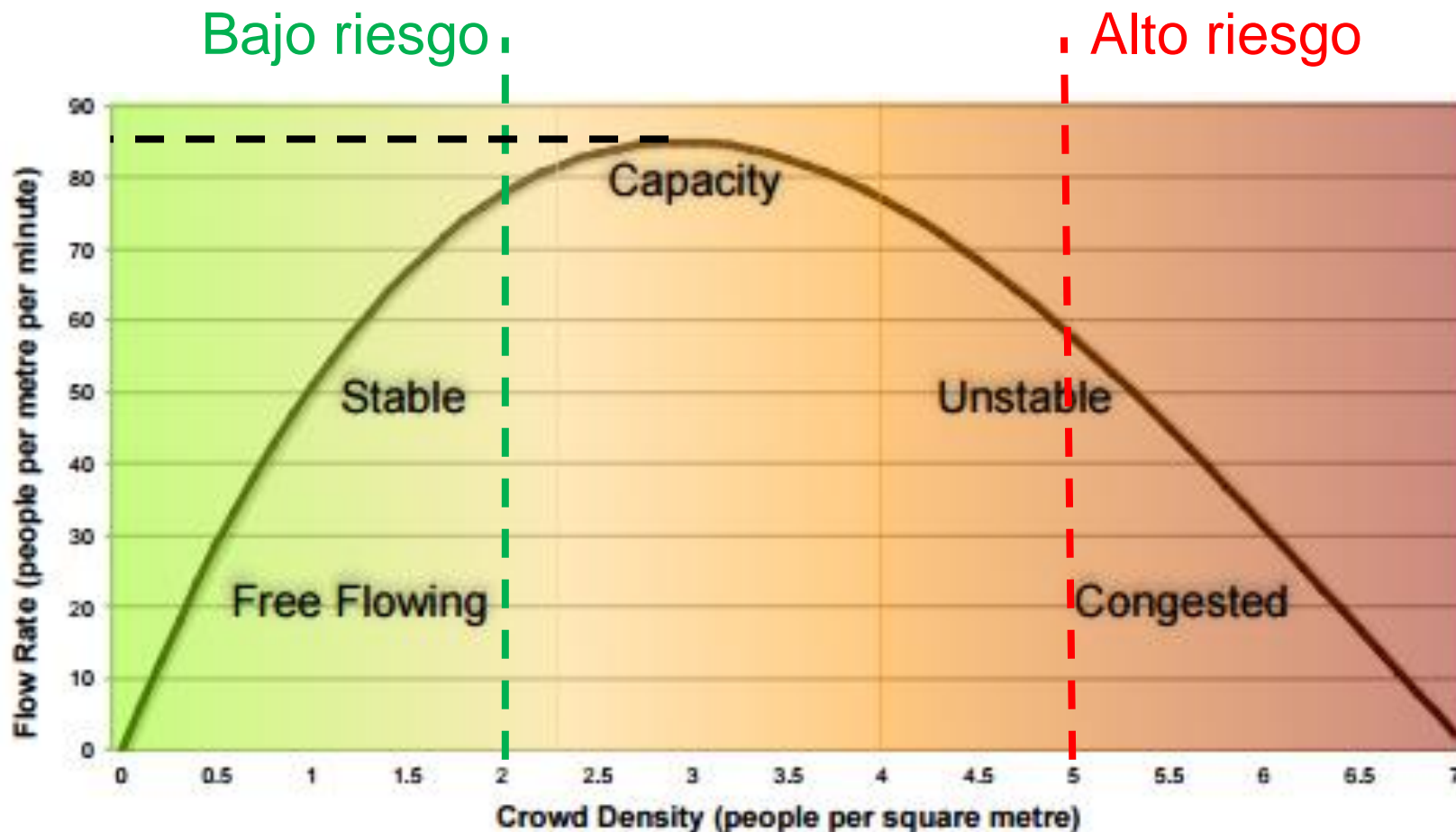


- Densidad
  - Capacidad
  - Riesgo
  - ...
- 
- Espacio personal
  - Nivel de estrés
  - Comodidad
  - ...

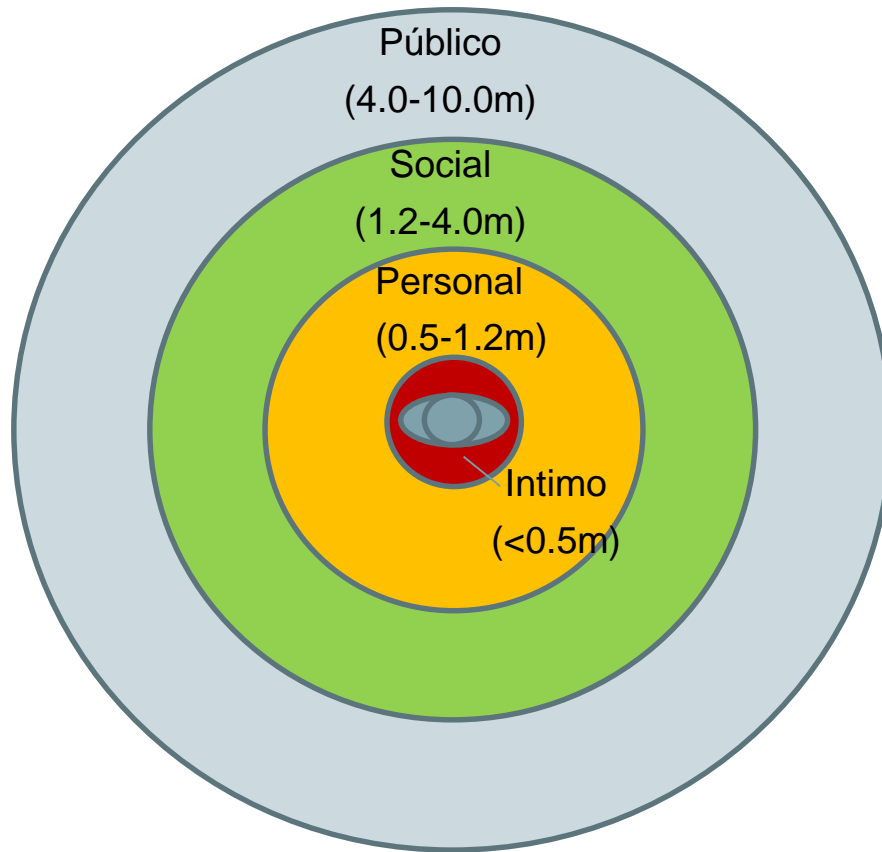
# Ejemplo factor físico

$$F = K \times S$$

(Flujo) (Densidad) (Velocidad)



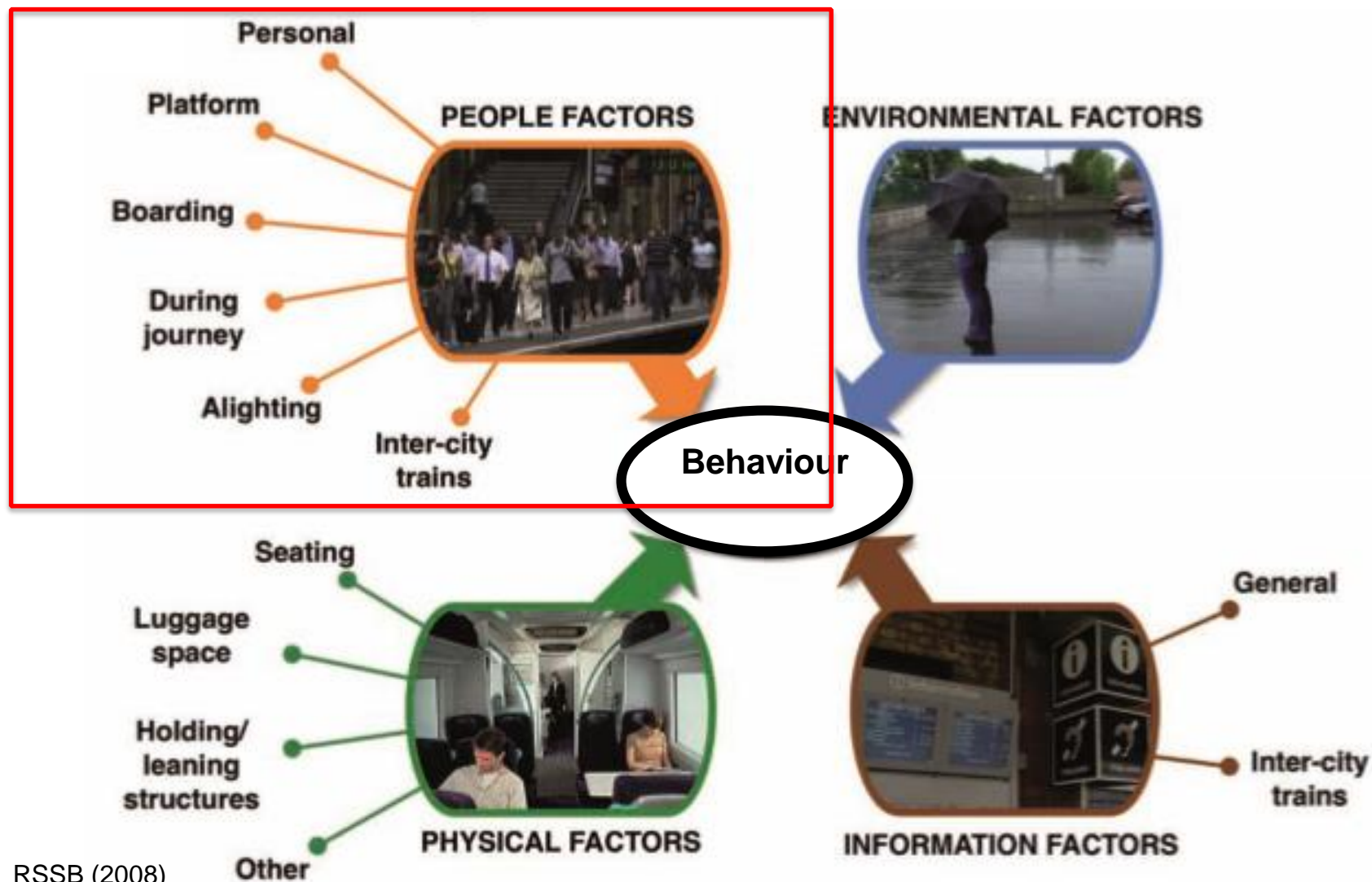
# Ejemplo factor psicológico



Espacio personal depende de:

- Personalidad (ej. estrés)
- Género (ej. hombre-mujer)
- Factores externos (ej. uso maletas)
- ...

# Comportamiento en espacios de transporte





# ¿Qué es la gestión de pasajeros?



“**Administración** racional del movimiento de **personas** para generar un **comportamiento** adecuado en espacios públicos y mejorar el uso de la **infraestructura** peatonal” (Seriani y Fernández, 2015, p.76)



## **2. MÉTODO BAMBI (Boarding and Alighting Matrix on Behaviour and Interaction)**

Seriani, S., Fujiyama, T., De Ana Rodriguez, G. (2016a). Boarding and alighting matrix on behaviour and interaction at the platform train interface. Paper presented at the RRUKA Conference 2016, 3 November, London.

# Desafíos

- La interacción y comportamiento de pasajeros se estudia de forma aislada (Seriani et al., 2016a; 2017a)
- Ignoramos el “knock on effect” y acostumbramos a “cut and paste” de manuales (Still, 2013; 2014)
- Existentes métodos (Still, 2013) son usados en alrededores de estaciones
- *Crowding* interfaz tren-andén → mayor interacción y afecta *dwell time* (Stenström et al., 2012)



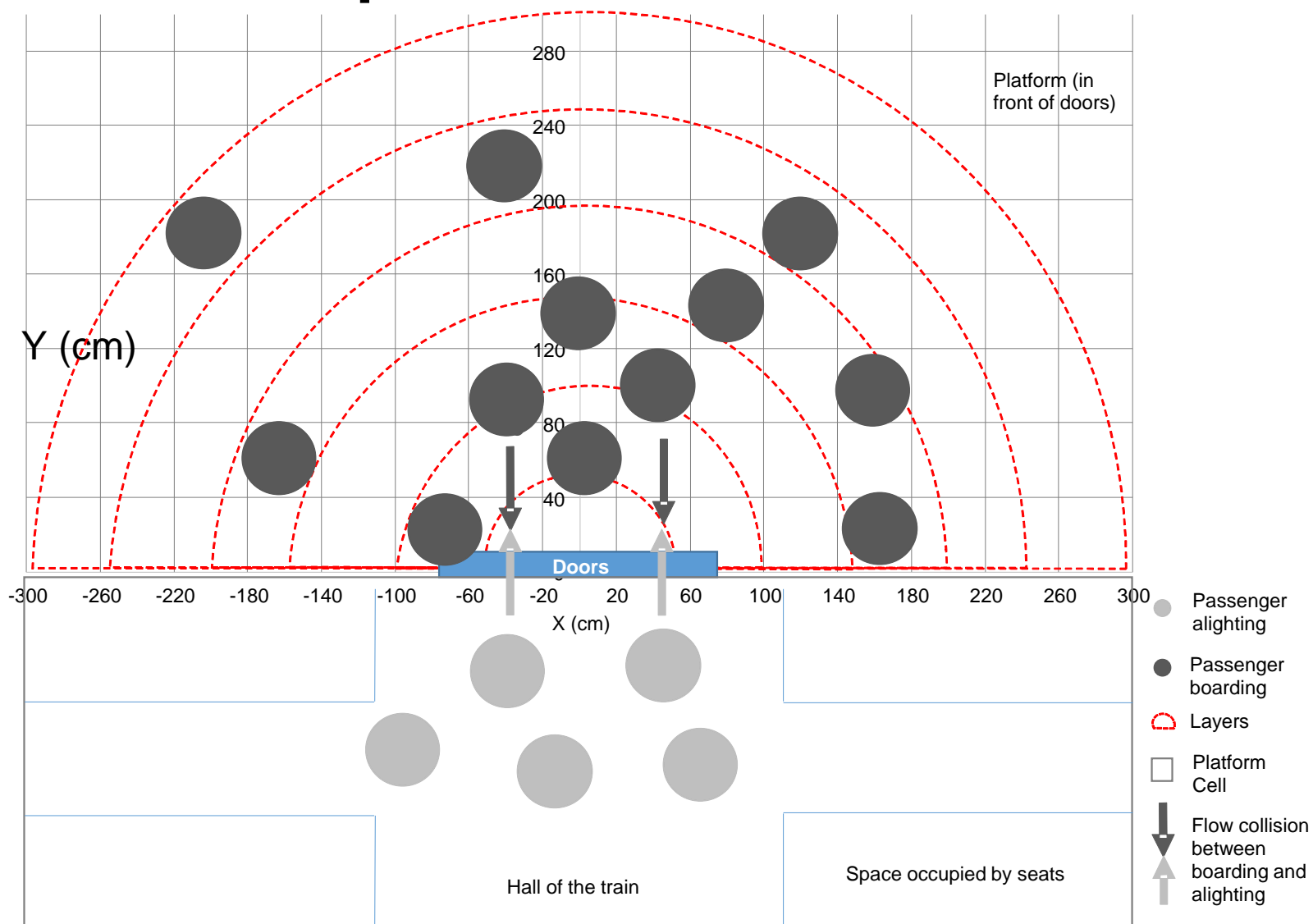
Marcador en andén



# Objetivo de BAMBI

- General: crear un nuevo **método** para estudiar los problemas de **interacción** de pasajeros en el interfaz tren-andén
- Específicos:
  - Crear **modelo** representar problemas de interacción
  - Identificar **variables** principales
  - Estudiar **comportamiento** de pasajeros en interfaz tren-andén
  - Proponer recomendaciones de **gestión de pasajeros** para reducir la interacción

# Modelo conceptual



# Variables

Categoría	Variable (comentario) [unidad]	#
<b>Física</b>	Ancho puertas [m]	V1
	Altura y distancia entre tren y andén [mm]	V2
	Escalones verticales en puertas [no. o dimensiones]	V3
	Ancho andén [m]	V4
<b>Espacial</b>	“Platform humps” (largo, ancho, y alto) [m]	V5
	Asientos y “setback” [no., m]	V6
	Puertas en andén (mitad de altura o completa) [no.]	V7
	Pasamanos, barreras, zona de espera (ubicación y dimensiones) [no. o m]	V8
<b>Operacional</b>	Tipo de pasajero (características, maletas, movilidad reducida, choche bebé) [no.]	V9
	Densidad (subida, bajada, en tren) [no., o pax/m <sup>2</sup> ]	V10
	Espacio de pasajero (distancia entre pasajeros, área ocupada) [m or m <sup>2</sup> ]	V11
	Distribución de pasajeros, formación de filas y colas [no.]	V12
	Flujo (en puertas) [pax/min-m]	V13
	Tiempos de subida y bajada (TSP) [s]	V14



## 3. OBSERVACIÓN EN EL METRO DE LONDRES

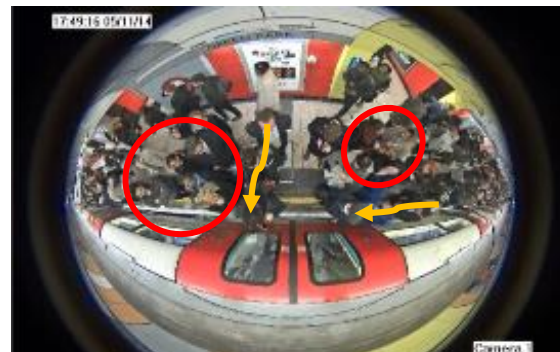
- Seriani, S., De Ana Rodríguez, G., Holloway, C. (2017b). Combined effects of platform edge doors and level access on boarding and alighting process in London Underground. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2648, 60-67.
- De Ana Rodríguez, G., Seriani, S., Holloway, C. (2016). Impact of platform edge doors on passengers' boarding and alighting time and platform behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2540, 102-110.



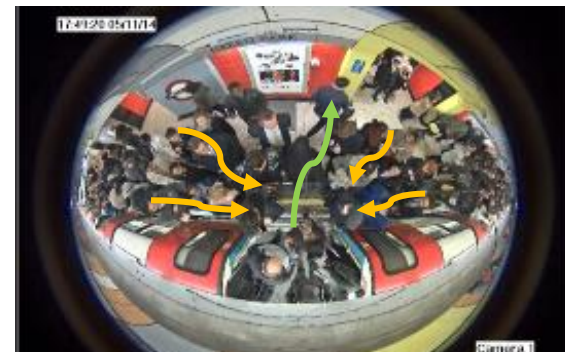
# Patrones de movimiento: Green Park



1. Llega tren; 1er pasajero entra a interfaz



2. Puertas se abren; formación de filas y colas



3. Primero bajada (1-2 filas); subida espera



4. Bajada termina; hasta 3 filas de subida



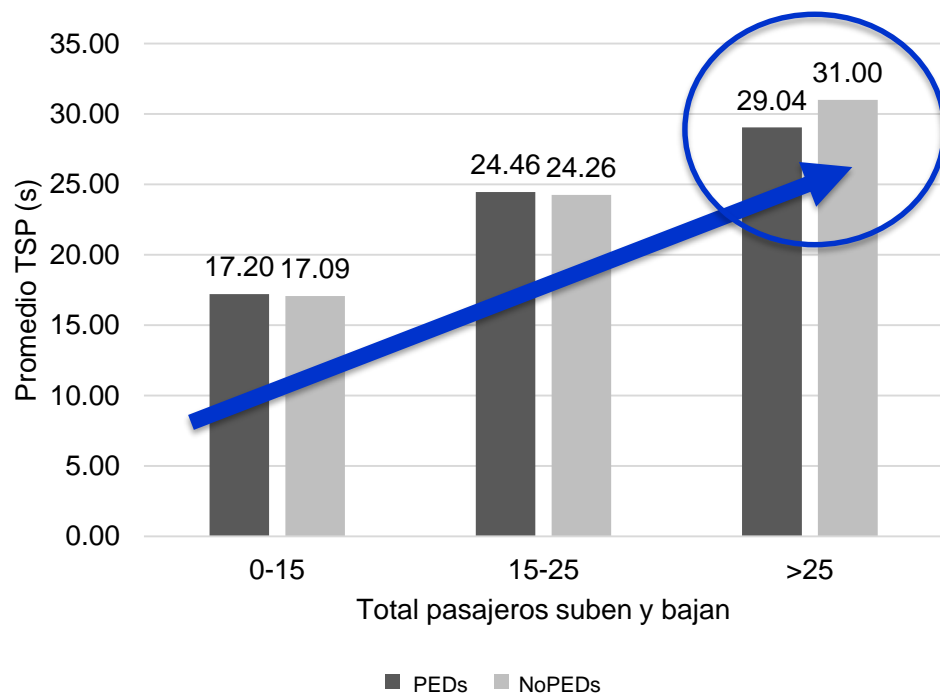
5. Subida termina; último pasajejo sale de interfaz



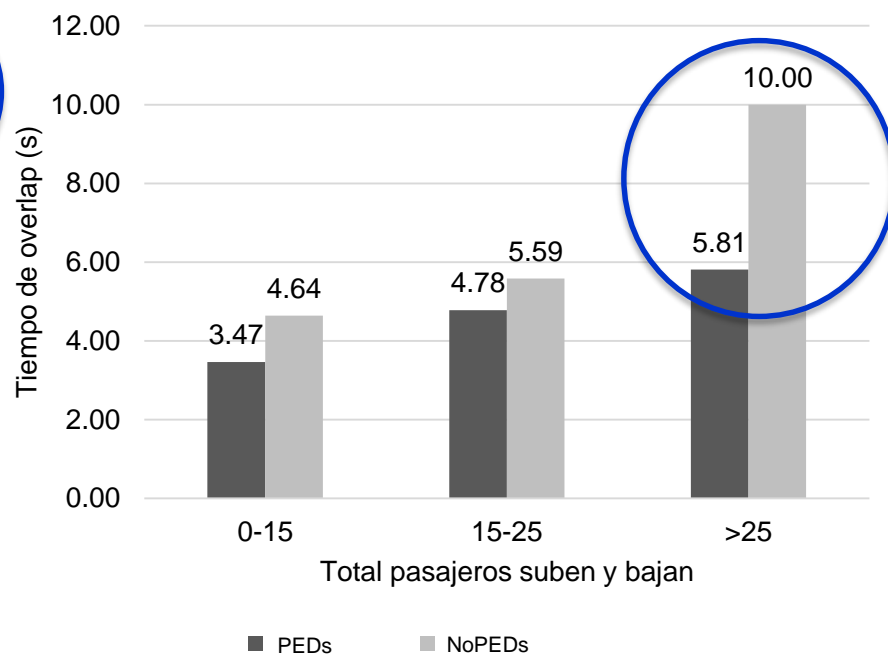
6. Puertas se cierran

# Efecto de PEDs en Tiempo Servicio Pasajeros (TSP)

TSP según total pasajeros suben y bajan



Tiempo de overlap según total pasajeros suben y bajan



\*PEDs = puertas en andén (inglés)

- No hay efecto importante de PEDs en TSP
- PEDs reduce interacciones en congestión (>25 pax)

# Efecto de PEDs en comportamiento de pasajeros



Andén

1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	2
2	1	2	3	2	1	2	2	3	2	2	4
3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3
3	5	5	7	5	5	5	5	6	4	5	4
4	7	6	8	6	4	3	6	7	7	7	5
2	7	7	9	6	3	3	6	7	6	6	5
2	5	7	12	15	3	3	9	16	7	7	4
			D	O	O	R					

Tren

Con PEDs

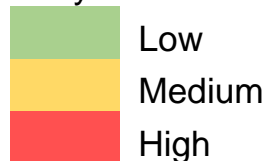
2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2
2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	5	4
3	2	2	3	2	2	1	3	3	2	3	3
3	4	3	4	3	5	4	4	4	4	3	3
5	6	5	6	6	5	5	4	6	4	7	6
6	7	7	8	9	8	8	7	11	5	8	5
0	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1
			D	O	O	R					

Tren

Sin PEDs

\*PEDs = puertas en andén (inglés)

Key:





## 4. APLICACIÓN EN PAMELA-UCL

- Seriani, S., Fernandez, R., Luangboriboon, N., Fujiyama, T. (2019). Exploring the Effect of Boarding and Alighting Ratio on Passengers' Behaviour at Metro Stations by Laboratory Experiments. *Journal of Advanced Transportation*, 2019, Article ID 6530897 / 2019 / DOI: 10.1155/2019/6530897
- Seriani, S., Fujiyama, T. (2018). Experimental study for estimating the passenger space at metro stations with platform edge doors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. DOI: 10.1177/0361198118782027
- Seriani, S., Fujiyama, T., Holloway, C. (2017a). Exploring the pedestrian level of interaction on platform conflict areas at metro stations by real-scale laboratory experiments. *Transportation Planning and Technology*, 40(1), 100-118.

# Variables seleccionadas en PAMELA

## Variables:

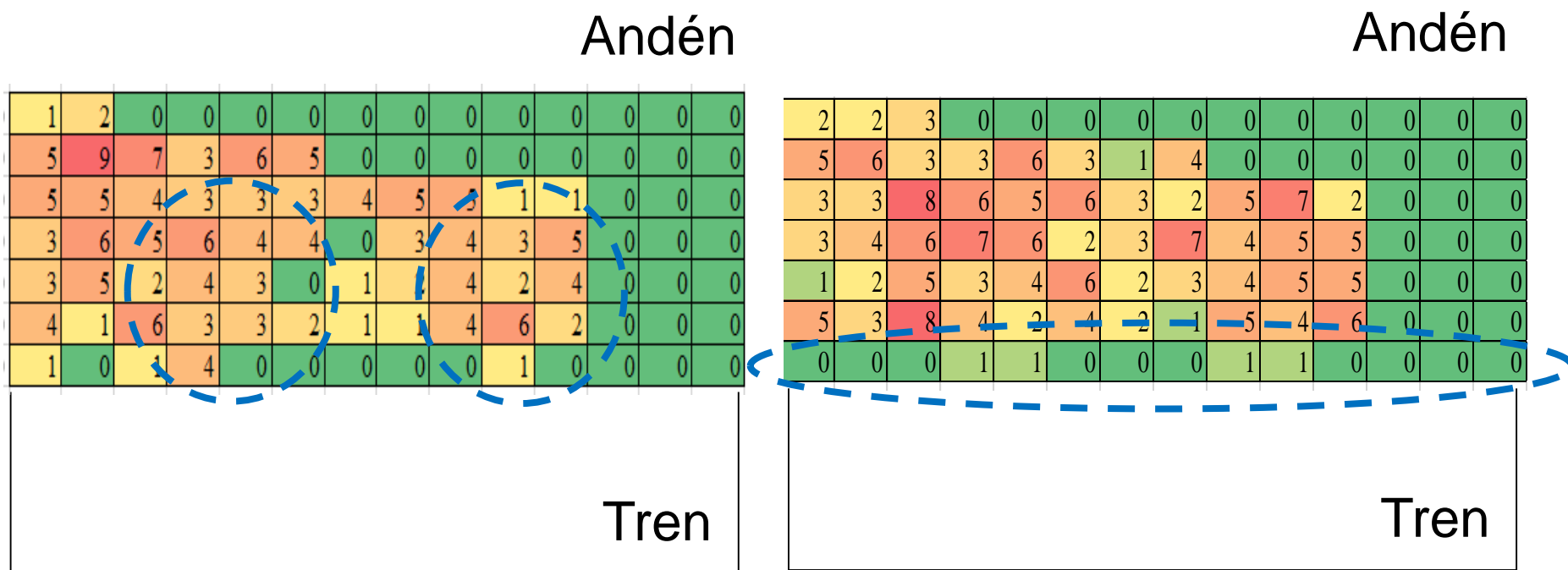
- Puertas en andén (PEDs)
- Comportamiento de pasajeros
- Pasajeros que suben y bajan
- Demarcación en andén

## Medición:

- Usó videos (10 repeticiones/escenario)
- Software PETRACK
- Diferentes escenarios de simulación (R = suben/bajan)

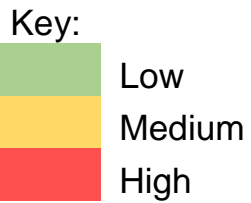


# Efecto de PEDs en comportamiento de pasajeros en el caso de $R = \text{suben} / \text{bajan} = 4$



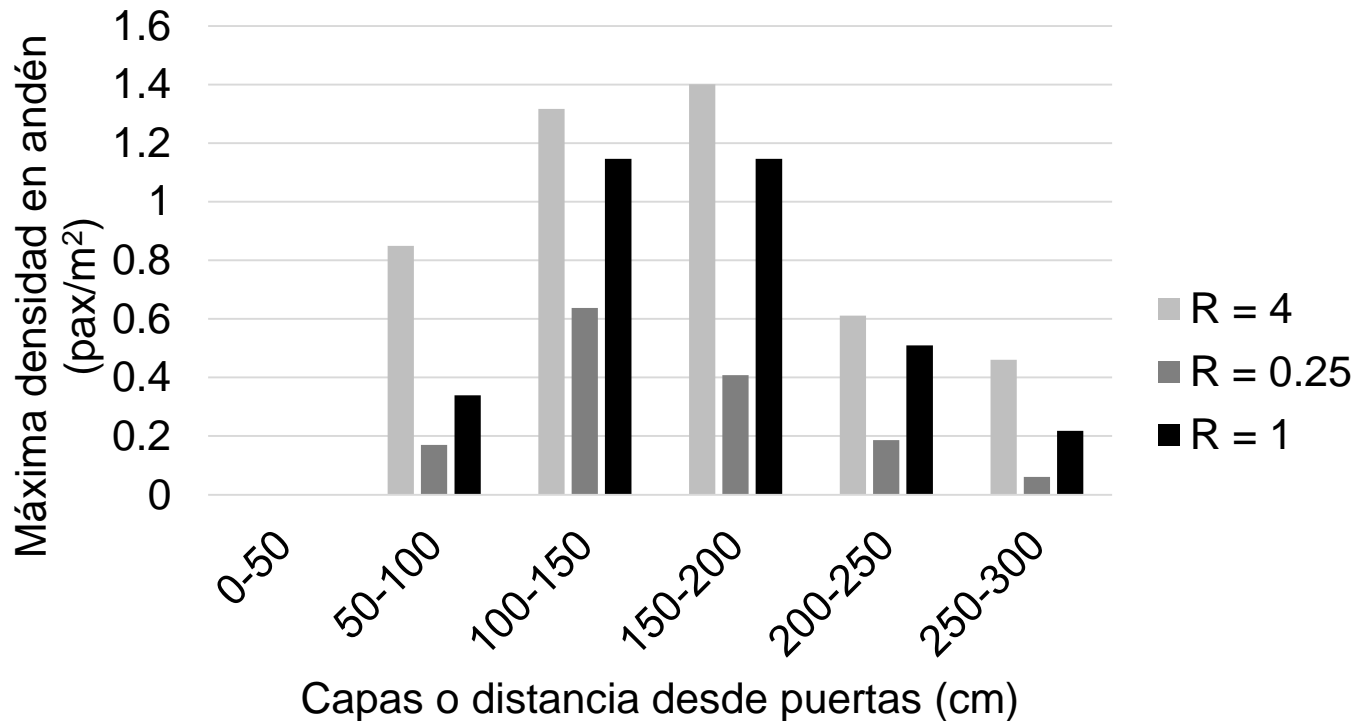
**Con PEDs**

**Sin PEDs**



\*PEDs = puertas en andén (inglés)

# Distribución de densidad en el andén antes de abrir las puertas según $R = \text{suben/bajan}$



- Si  $R$  aumenta, la densidad máxima aumenta
- Pasajeros se concentran en la mitad del andén

# Formación de filas para pasajeros que bajan según $R = \text{suben/bajan}$



$R = 4$



$R = 0.25$

- Si  $R$  aumenta el número de filas disminuye
- No hay diferencias entre PEDs y NoPEDs

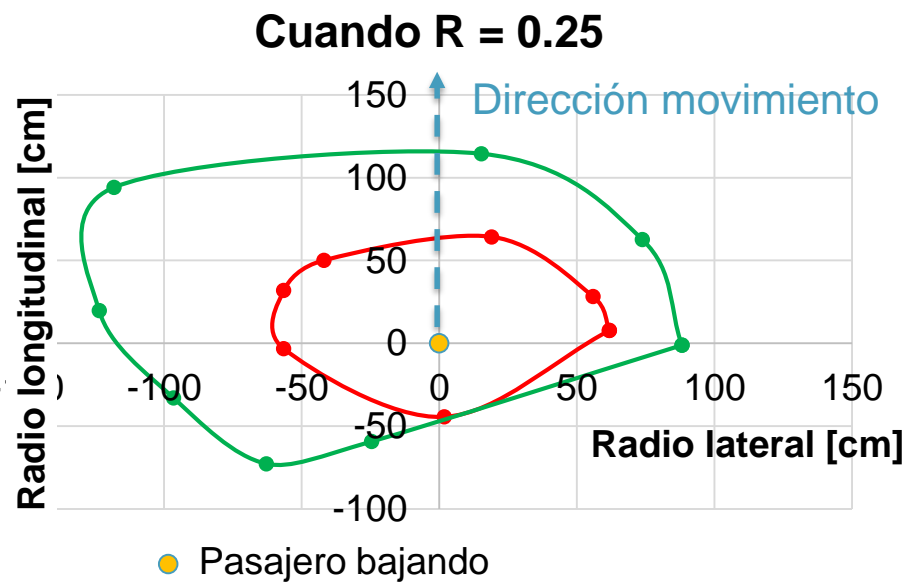
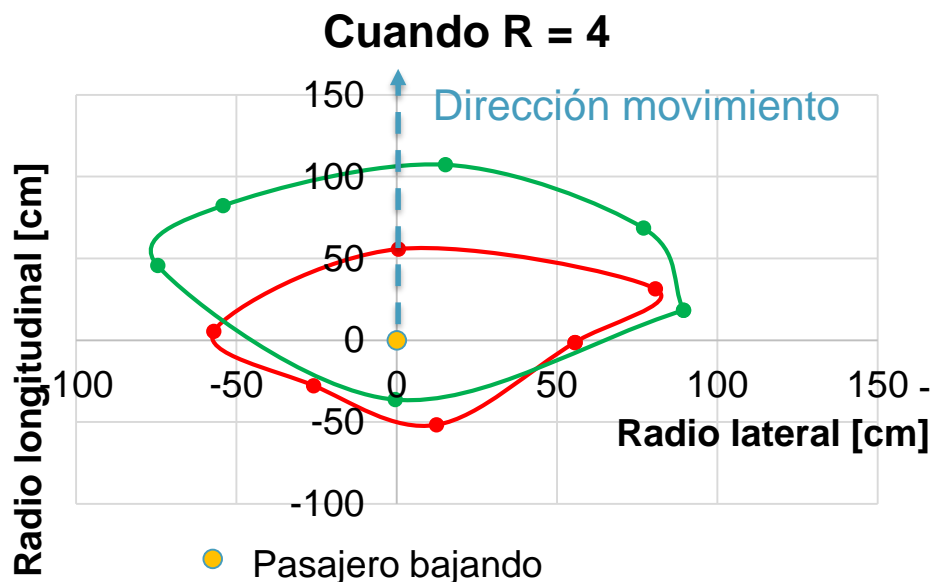


# Espacio ocupado por pasajeros que bajan

Espacio ocupado



# Espacio ocupado por pasajeros que bajan (cont.)



- Si  $R$  aumenta el espacio ocupado disminuye
- No hay diferencias entre PEDs y NoPEDs

# Conclusiones

- Experimentos permiten probar “mejor escenario” para luego implementarlo en estaciones existentes
- Implementar PEDs permite obtener beneficios (no solo seguridad)
- Entender comportamiento e interacciones en la interfaz tren-andén:
  - Nuevo métodos (BAMBI) ayudan identificar medidas efectivas de gestión de pasajeros



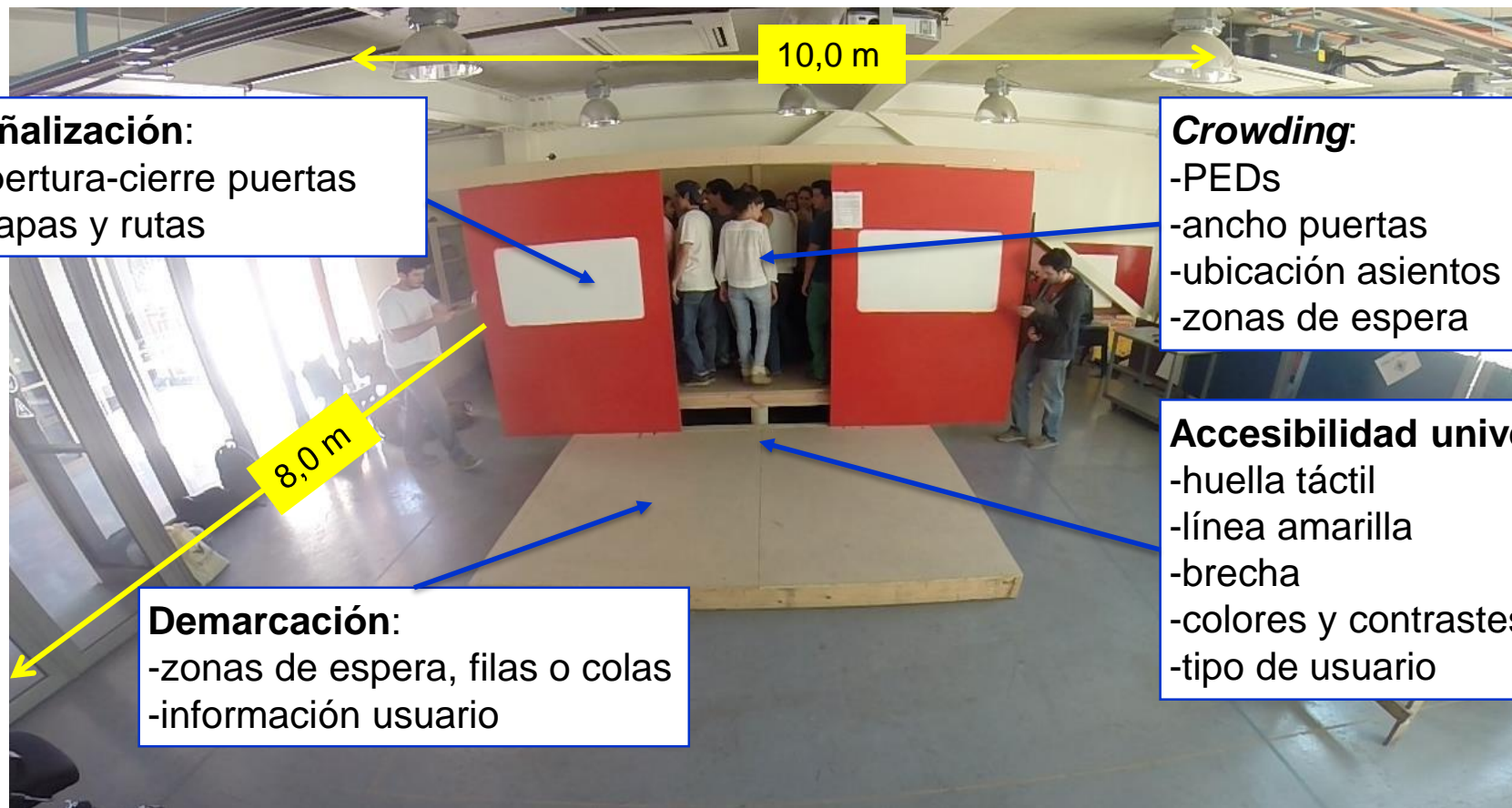
Universidad de

**los Andes** > INGENIERÍA

## 5. NEXT STEP EN LDH-UANDES

- Passengers on Urban Railway Platforms by Laboratory Experiments (PURPLE). Sebastian Seriani, Investigador Principal | Fondo Ayuda a la Investigación, Iniciación - UA con desarrollo avanzado | 2019-2021
- DetPax-Detector de Densidades en Andenes de Estaciones de Metro. Sebastian Seriani, Investigador Principal / Jose Delpiano, Co-investigador | Fondo de Ayuda a la Innovación - Primer Llamado | 2019-2019

# Futura investigación



## Señalización:

- apertura-cierre puertas
- mapas y rutas

## Crowding:

- PEDs
- ancho puertas
- ubicación asientos
- zonas de espera

## Demarcación:

- zonas de espera, filas o colas
- información usuario

## Accesibilidad universal:

- huella táctil
- línea amarilla
- brecha
- colores y contrastes
- tipo de usuario

Experimentos en  
LDH – Laboratorio de Dinámica Humana

# DetPax: Detector de Pasajeros en Andenes de Estaciones de Metro



# DetPax: Detector de Pasajeros en Andenes de Estaciones de Metro





## Referencias

- Boltos, M., Seyfried, A. (2013). Collecting Pedestrian Trajectories. *Neurocomputing* 100, 127-133.
- Cox, T., Houdmont, J., Griffiths, A. (2006). Rail passenger crowding, stress, health and safety in Britain. *Transportation Research Part A*, 40(3), 244-258.
- De Ana Rodríguez, G., Seriani, S., Holloway, C. (2016). Impact of platform edge doors on passengers' boarding and alighting time and platform behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2540, 102-110.
- Evans, G. W., Wener, R.E. (2007). Crowding and personal space invasion on the train: please don't make me sit in the middle. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 90-94.
- Fruin, J.J. (1971). Designing for pedestrians: a level-of-service concept. *Highway Research Record* 377, 1-15.
- Hall, E. (1966). *The Hidden Dimension*. Doubleday, Garden City 14, 103-124.
- RSSB (2005). Health and safety effects of rail crowding: hazard identification (T307). Rail Safety and Standards Board. London. <http://www.rssb.co.uk/library/research-development-and-innovation/research-brief-T307.pdf>. (accessed August 19 2016).
- RSSB (2008). Management of on-train crowding Final Report. Rail Safety and Standards Board. London.
- Seriani, S., Fernandez, R. (2015). Pedestrian traffic management of boarding and alighting in metro stations. *Transportation Research Part C*, 53, 76-92.
- Seriani, S., Fujiyama, T., De Ana Rodriguez, G. (2016a). Boarding and alighting matrix on behaviour and interaction at the platform train interface. Paper presented at the RRUKA Conference 2016, 3 November, London.
- Seriani, S., Fujiyama, T., Holloway, C. (2016b). Estimation of the passenger space in the boarding and alighting at metro stations. Paper presented at the 44th European Transport Conference, 5-7 October, Barcelona.
- Seriani, S., Fujiyama, T., Holloway, C. (2017a). Exploring the pedestrian level of interaction on platform conflict areas at metro stations by real-scale laboratory experiments. *Transportation Planning and Technology*, 40(1), 100-118.
- Seriani, S., De Ana Rodríguez, G., Holloway, C. (2017b). Combined effects of platform edge doors and level access on boarding and alighting process in London Underground. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2648, 60-67.
- Seriani, S., Fujiyama, T. (2018). Experimental study for estimating the passenger space at metro stations with platform edge doors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. DOI: 10.1177/0361198118782027
- Seriani, S., Fernandez, R., Luangboriboon, N., Fujiyama, T. (2019). Exploring the Effect of Boarding and Alighting Ratio on Passengers' Behaviour at Metro Stations by Laboratory Experiments. *Journal of Advanced Transportation*, 2019, Article ID 6530897 / 2019 / DOI: 10.1155/2019/6530897
- Stenström, C., Parida, A., Galar, D. (2012). Performance Indicators of Railway Infrastructure. *International Journal of Railway Technology*, 1(3), 1-18.
- Still, K. (2013). *Introduction to Crowd Science*. CRC Press Boca Raton (FL).
- Still, K. (2014). Visualising risk assessment for crowd safety, *Journal of the International Centre for Sports Security*, 2(1). <http://icss-journal.newsdeskmedia.com/visualising-risk-assessment-for-crowd-safety>. Accessed August 19, 2016.