

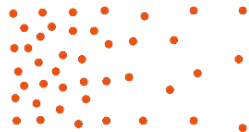
# TOPOLOGÍAS DE ANDENES Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE ESTACIONES DE METRO

Ariel López L.

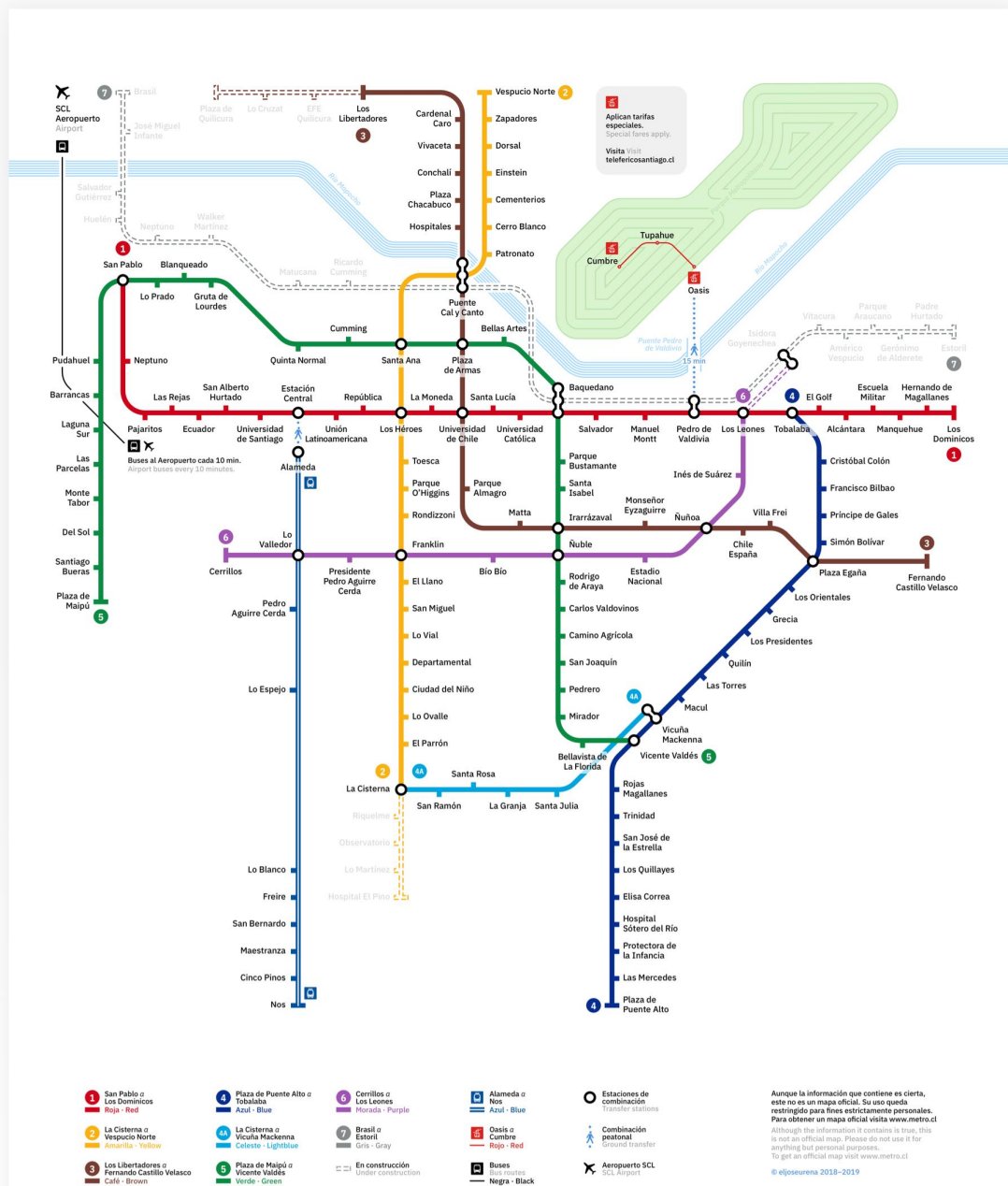
Universidad de Chile

Núcleo Milenio Movilidades y Territorios · MOVYT  
ariellopez@ug.uchile.cl

La eficiencia de una estación, ya sea de trenes o Metro, está determinada por la capacidad de transferencia que esta tenga en la plataforma de andenes. Es el área crítica y lo que motiva esta investigación. El estudio de más de 20 sistemas de Metro alrededor del mundo y el altamente ineficiente diseño de algunas estaciones, motivan al estudio y a la búsqueda de soluciones al problema del diseño de estaciones. En este estudio se analiza el impacto de la topología de la plataforma de andenes en la eficiencia y capacidad de la estación de Metro.

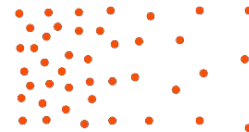


En noviembre del 2005  
se inaugura **Línea 4** del  
Metro de Santiago que  
combina con **Línea 1** en  
Estación Tobalaba









- 1 Mezanina



- 2

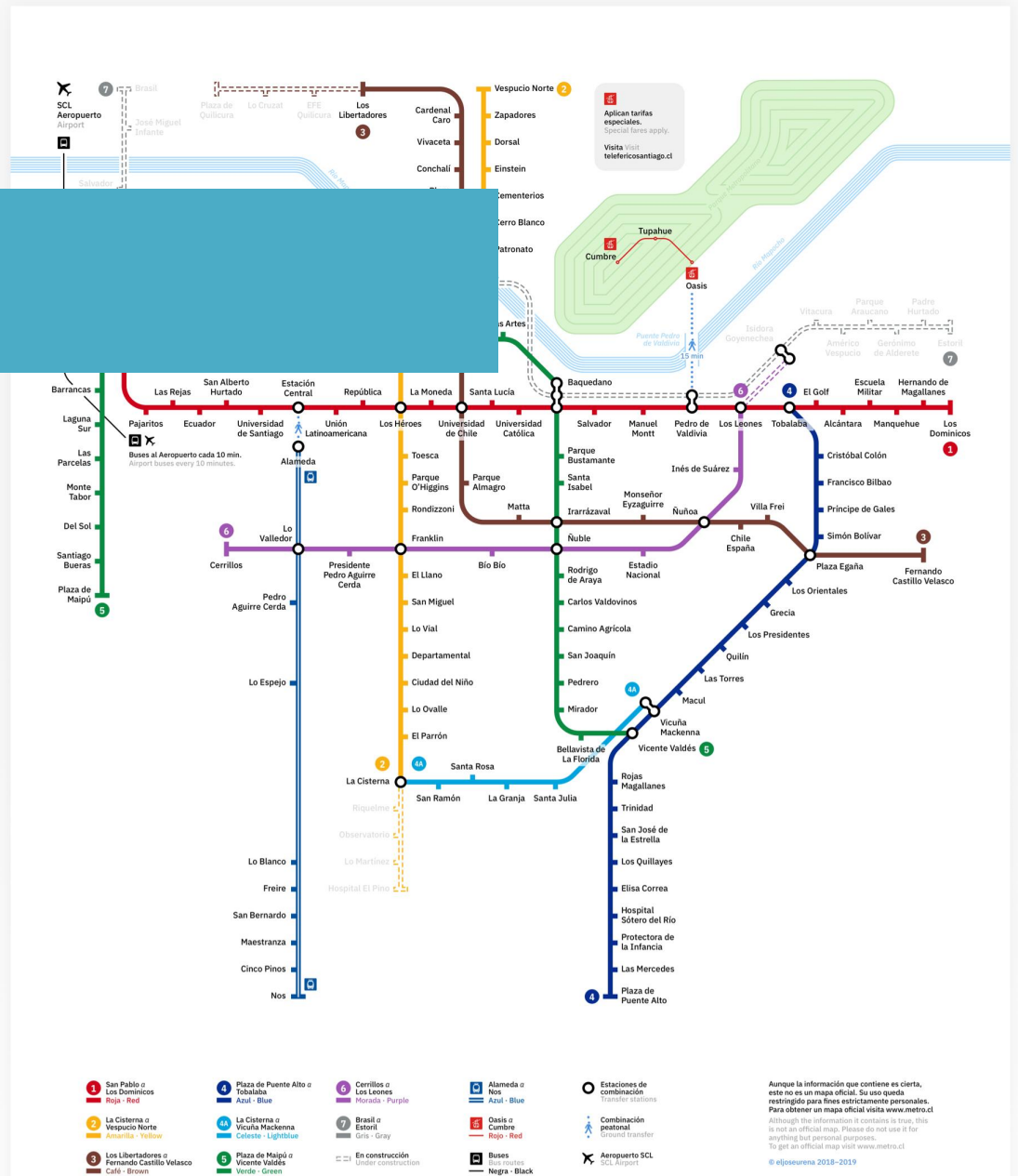


- 3



- 3 Andén

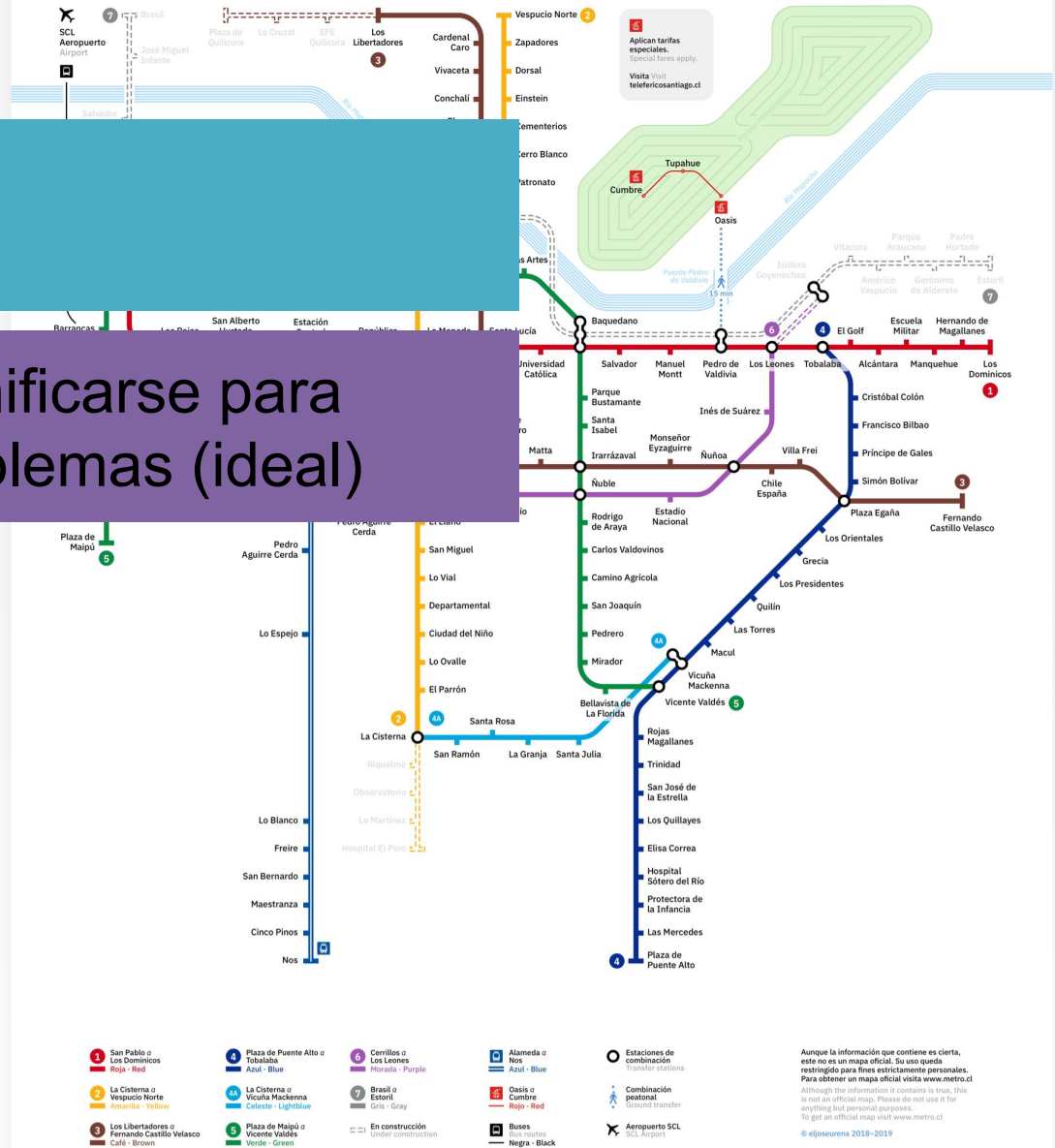
# La estación colapsó





# La estación colapsó

Una estación debe planificarse para operar 50 años sin problemas (ideal)

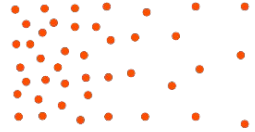


La estación colapsó

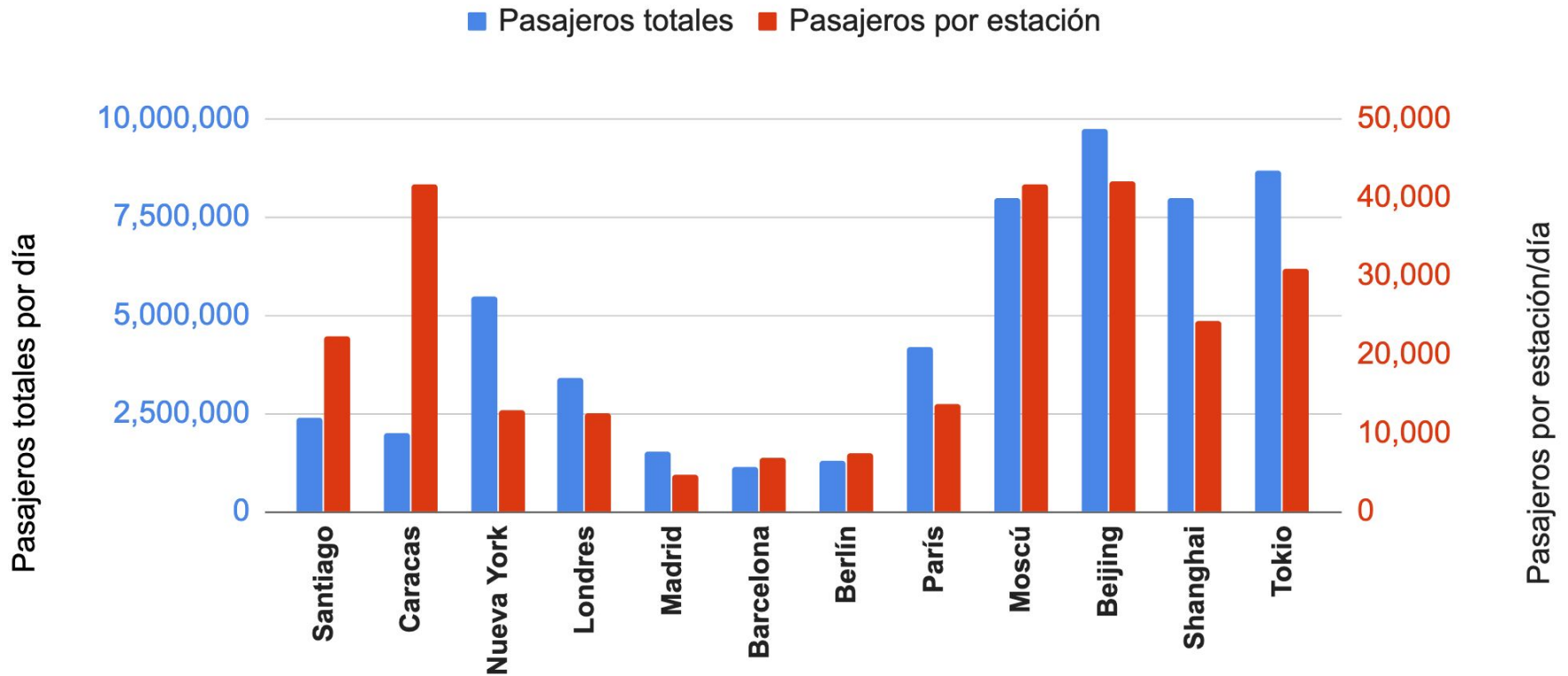
Una estación debe planificarse para operar 50 años sin problemas (ideal)

¿Qué se hizo mal?





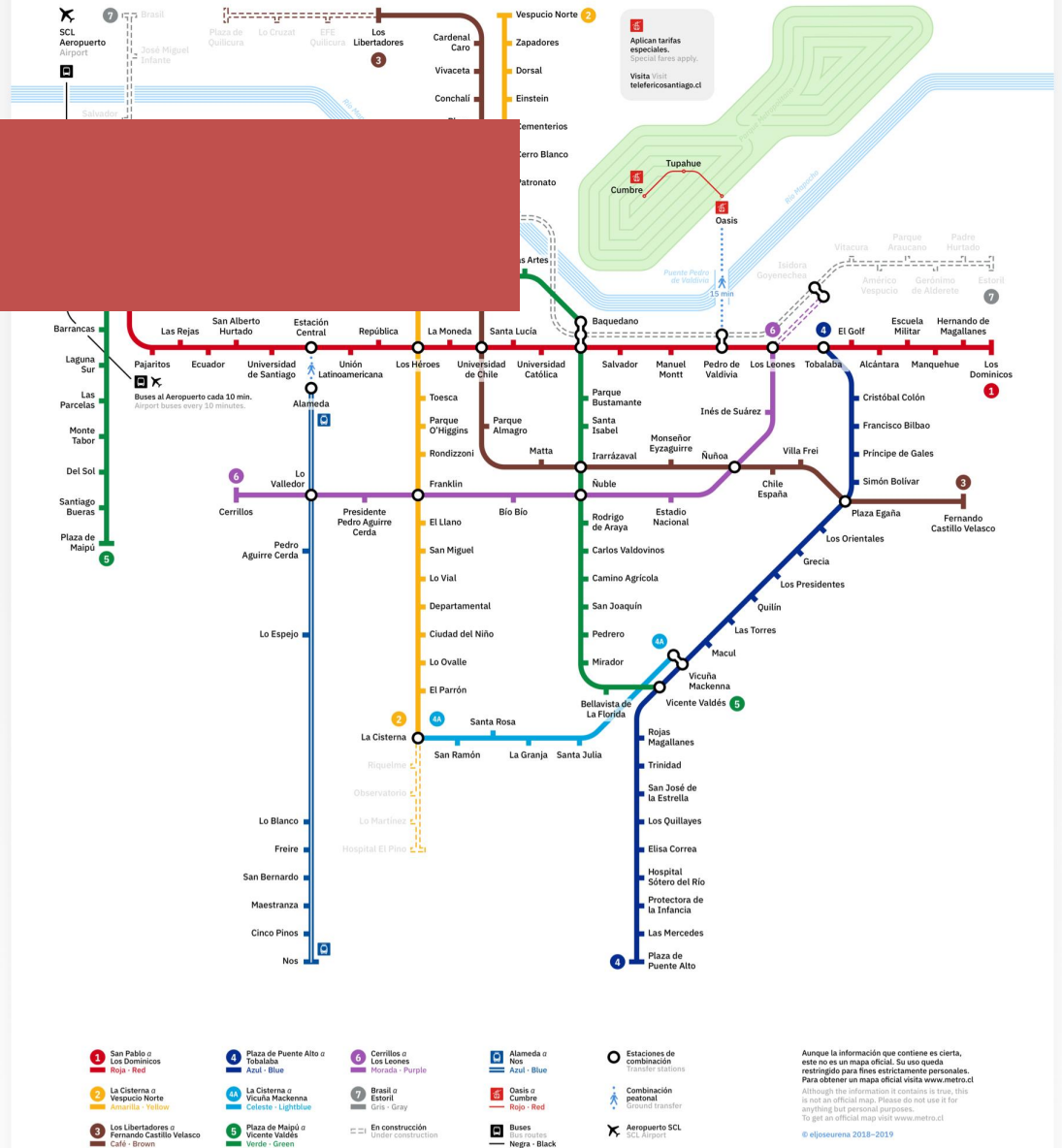
## Afluencia de pasajeros por Estación

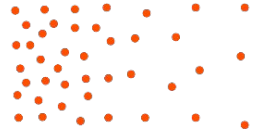


Fuente: Elaboración propia utilizando Reporte anual de cada sistema | Pasajeros totales se obtuvo del [total anual / 365]. El promedio por estación a partir de [pasajeros total día / cantidad de estaciones]



# Premisas básicas

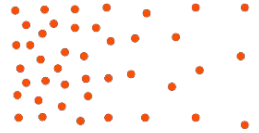




## Premisas básicas

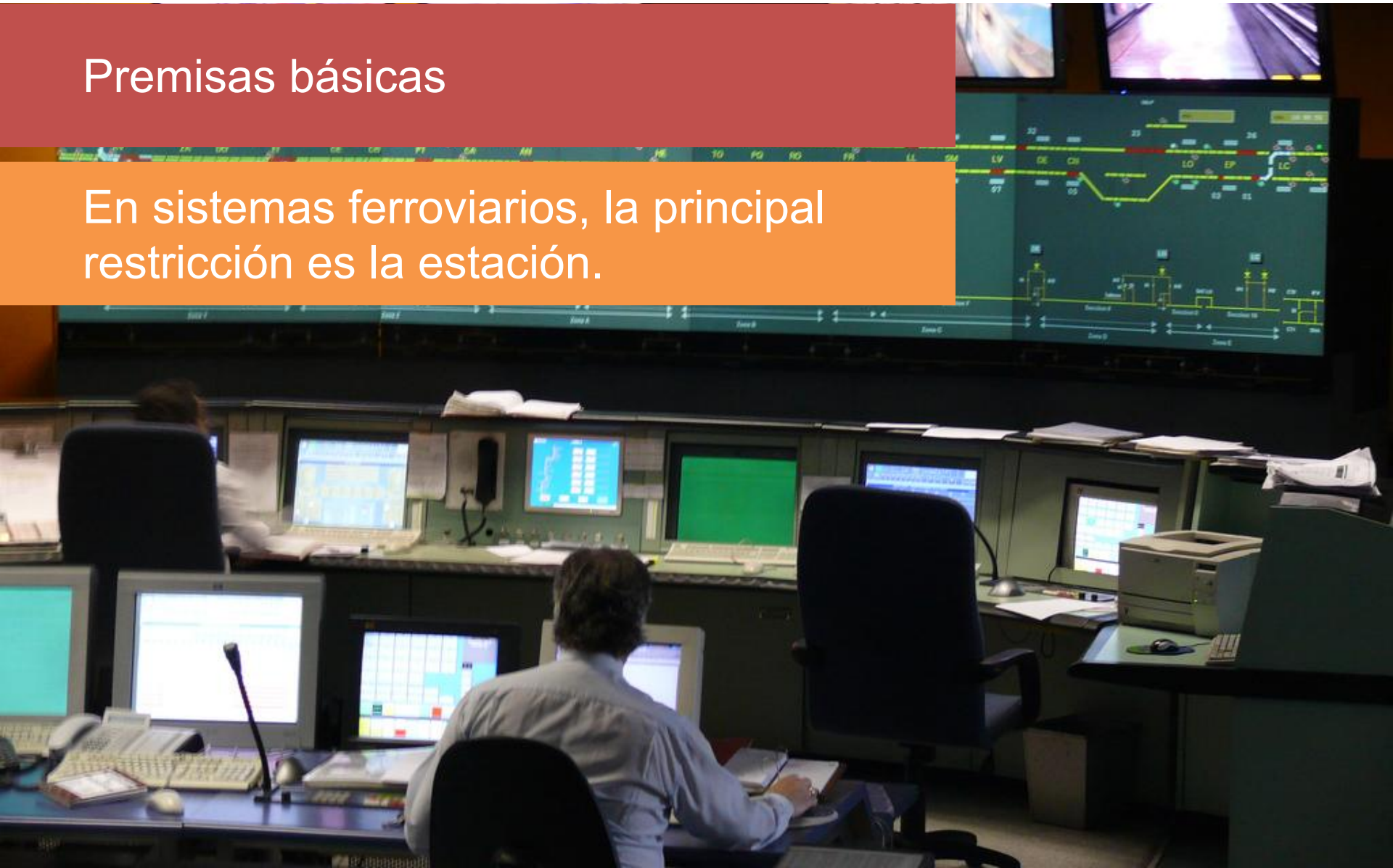
En la naturaleza, todo circuito tiene restricciones.



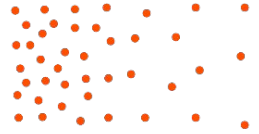


## Premisas básicas

En sistemas ferroviarios, la principal restricción es la estación.





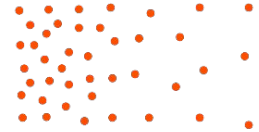


## Premisas básicas

En sistemas de transporte circular,  
la velocidad determina la capacidad.

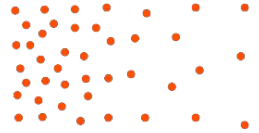






# Entonces



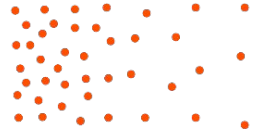


Entonces

Para aumentar la velocidad y la capacidad, se debe minimizar el tiempo de detención en la Estación...

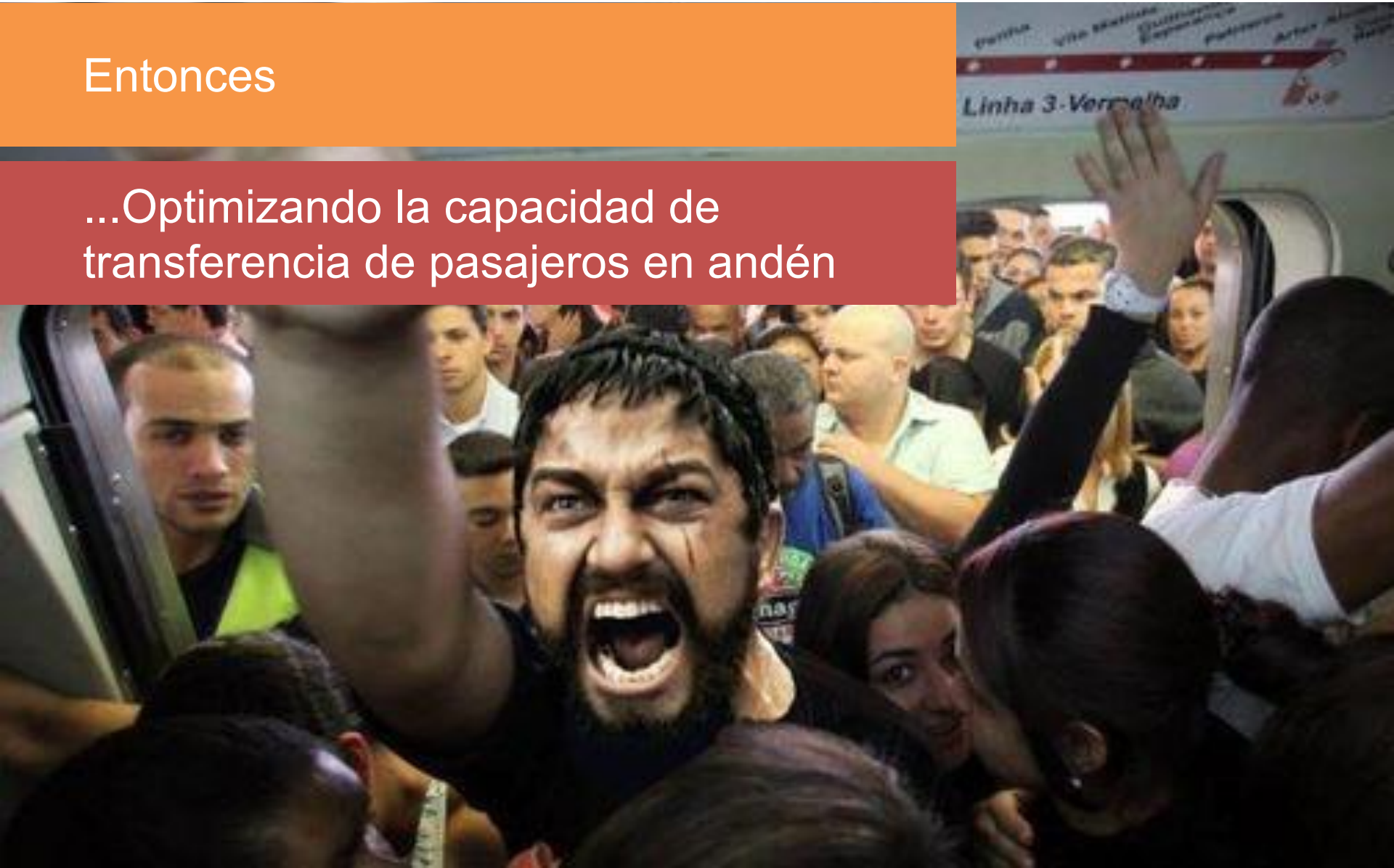


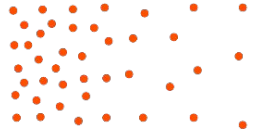




Entonces

...Optimizando la capacidad de  
transferencia de pasajeros en andén





## Pregunta de investigación

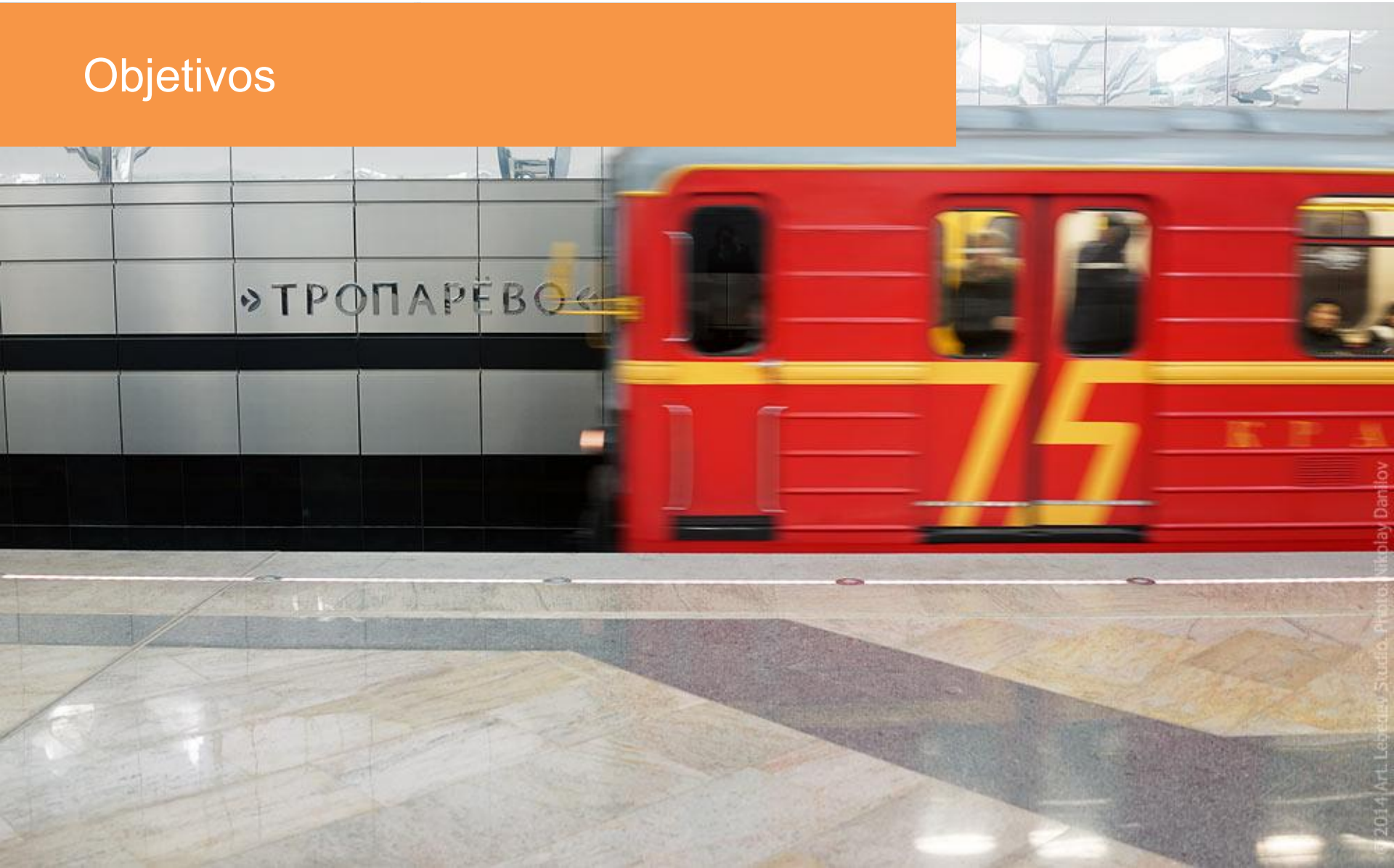
¿Cómo impacta la topología de la plataforma de andenes en la capacidad y eficiencia de la estación?



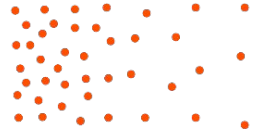




# Objetivos



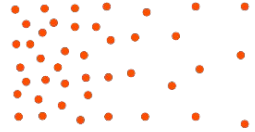




## Objetivos

Determinar y establecer cómo impacta la topología de la plataforma de andenes, mediante el estudio, modelación y simulación de diferentes topologías, para mejorar la eficiencia y capacidad de la estación en función de las necesidades en el mediano y largo plazo.



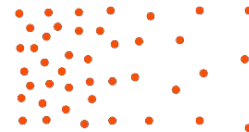


## Objetivos Específicos

1. Identificar y definir las características de diferentes configuraciones de andenes.
2. Analizar y modelar el comportamiento de los pasajeros en la plataforma de andenes.
3. Formular un modelo de cálculo que permita evaluar y comparar la eficiencia de diferentes configuraciones de plataforma.
4. Determinar la relación entre la topología de la plataforma de andenes y el uso de la estación.
5. Diseñar un modelo de estación eficiente y modular, capaz de adaptarse al aumento de demanda de pasajeros en el mediano y largo plazo.







## Revisión bibliográfica y trabajo de campo

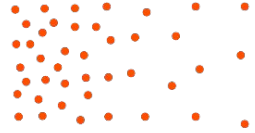


### Publicaciones

Se consultaron 52 publicaciones, originadas en 15 países de 4 continentes, entre los años 1935 y 2018 en 4 idiomas: Inglés 44%, Chino 40%, Ruso 8%, Castellano 8%.

### Trabajo de campo

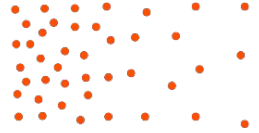
Se visitaron sistemas de Metro en 30 ciudades de 14 países en 4 continentes.



## Método

1. **Desagregación** de los componentes de una estación.
2. **Análisis y modelación** de los componentes en términos físicos y operativos.
3. **Simulación de componentes** de forma aislada.
4. **Integración** de los componentes a una estación.
5. **Reconfiguración** de los componentes de una estación.
6. **Simulación** de las diferentes configuraciones.
7. Diseño e implementación de un **método de ruta crítica**.
8. Diseño e implementación de un **índice de eficiencia**.
9. **Evaluación de eficiencia** para cada configuración de estación.



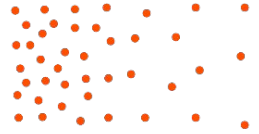


## Establecer condición base

1. **Entender el comportamiento** de flujos peatonales en estaciones.
2. **Establecer las restricciones** de capacidad de los componentes de la estación: escaleras, corredores, andenes, puertas de tren.
3. **Modelar el comportamiento** peatonal en estaciones.
4. **Simular el comportamiento** peatonal en cada componente de la estación.

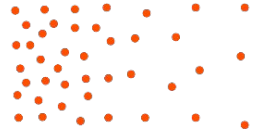






# Observación de comportamientos y análisis de flujos de pasajeros

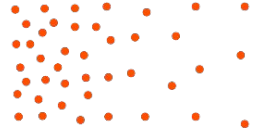




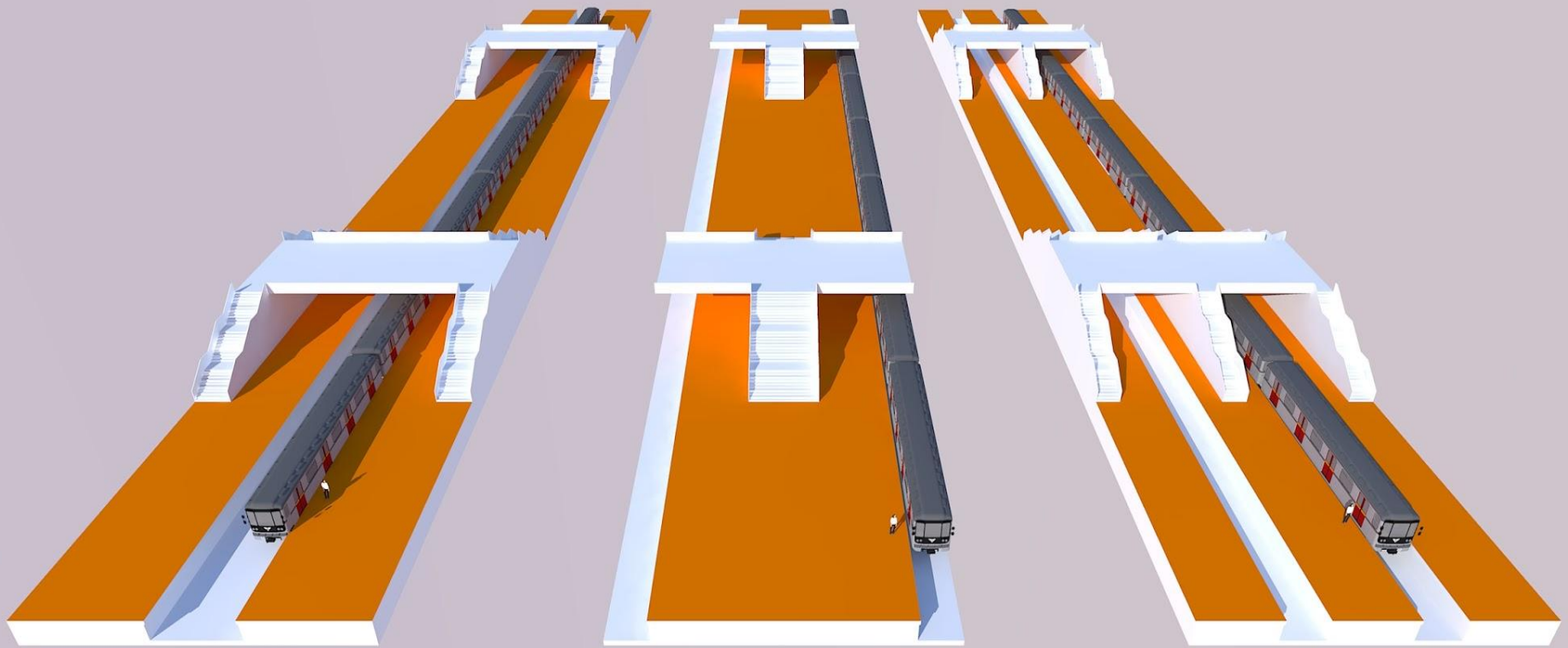
## Observación de comportamientos y análisis de flujos de pasajeros







## Topologías de plataforma de andenes

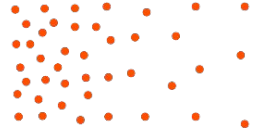


Andenes  
Laterales

Andén  
Central

Andenes  
Mixtos

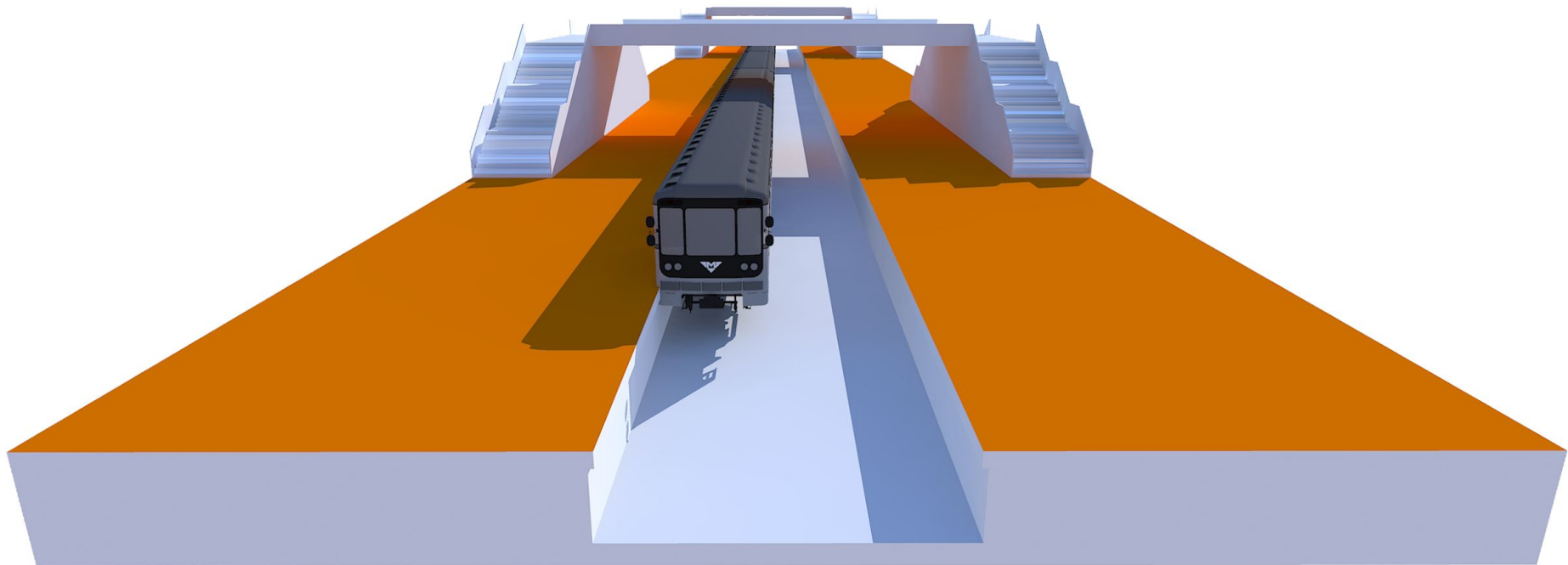


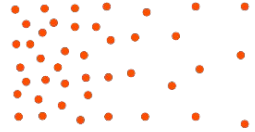


## Andenes laterales

Escaleras: 2  
Ancho escaleras:  $e/2$

Nº Andén: 2  
Ancho andén:  $a/2$

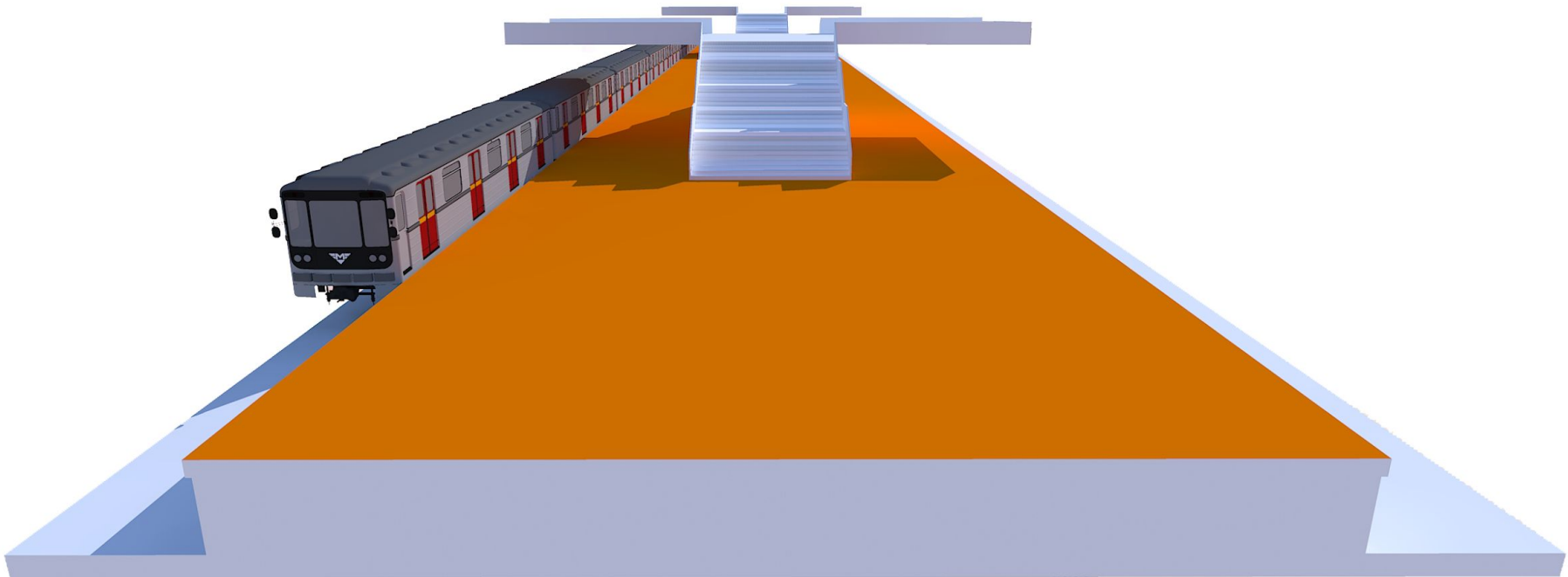


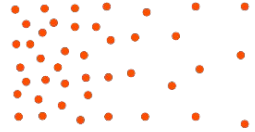


## Andén Central

Escaleras: 1  
Ancho escaleras: e

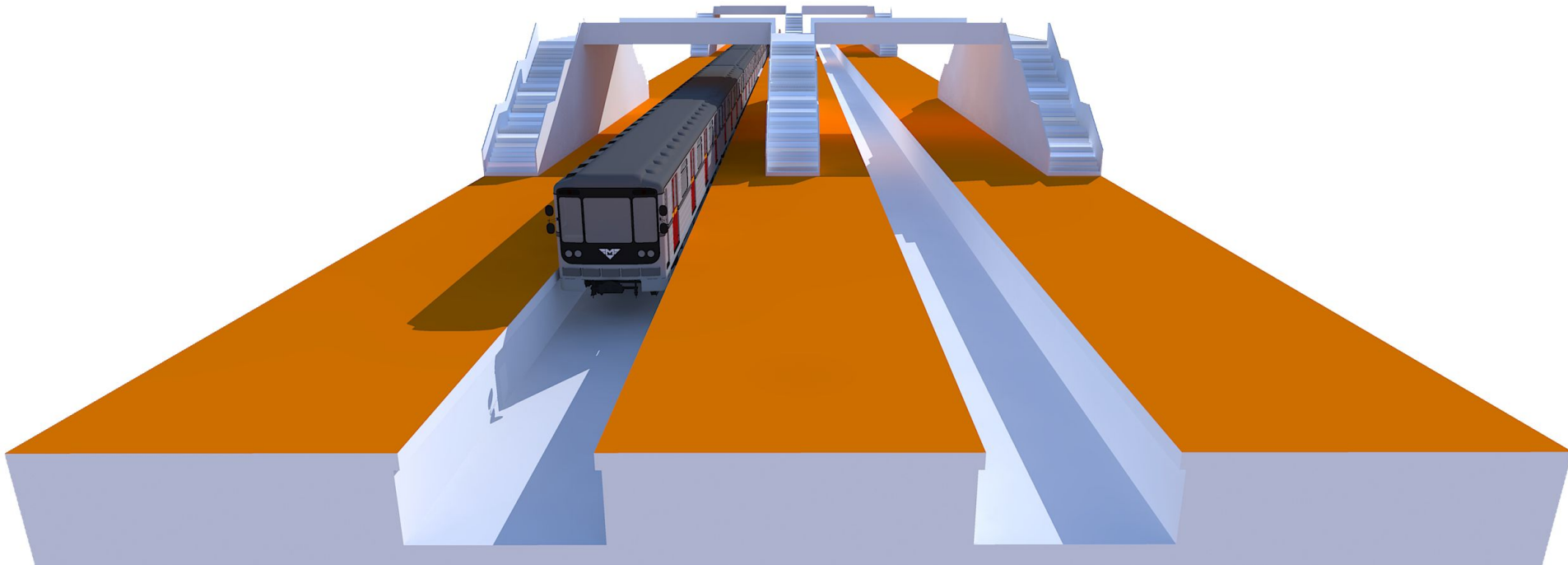
Nº Andén: 1  
Ancho andén: a





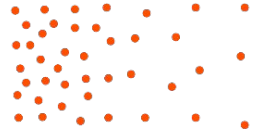
## Andenes mixtos

|                  |       |              |       |
|------------------|-------|--------------|-------|
| Escaleras:       | 3     | Nº Andén:    | 3     |
| Ancho escaleras: | $e/3$ | Ancho andén: | $a/3$ |









# Simulación con Anylogic

## Plataforma mixta

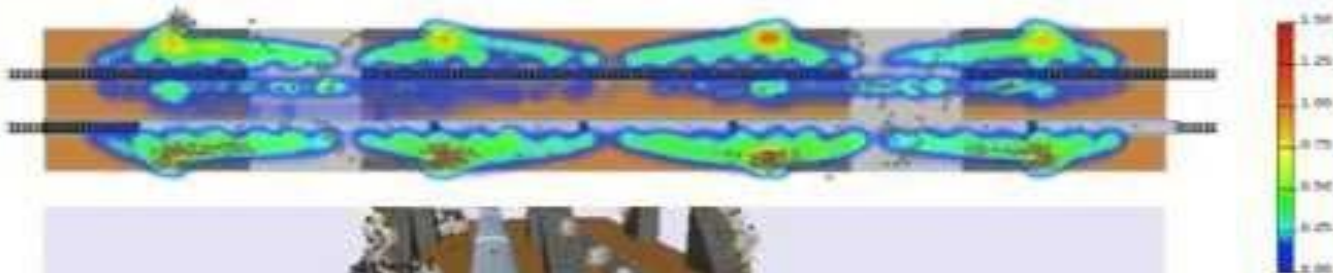
Ingreso por andén central, salidas por andenes laterales  
Ariel López

Animación

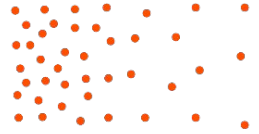
Lógica de trenes

Lógica peatonal

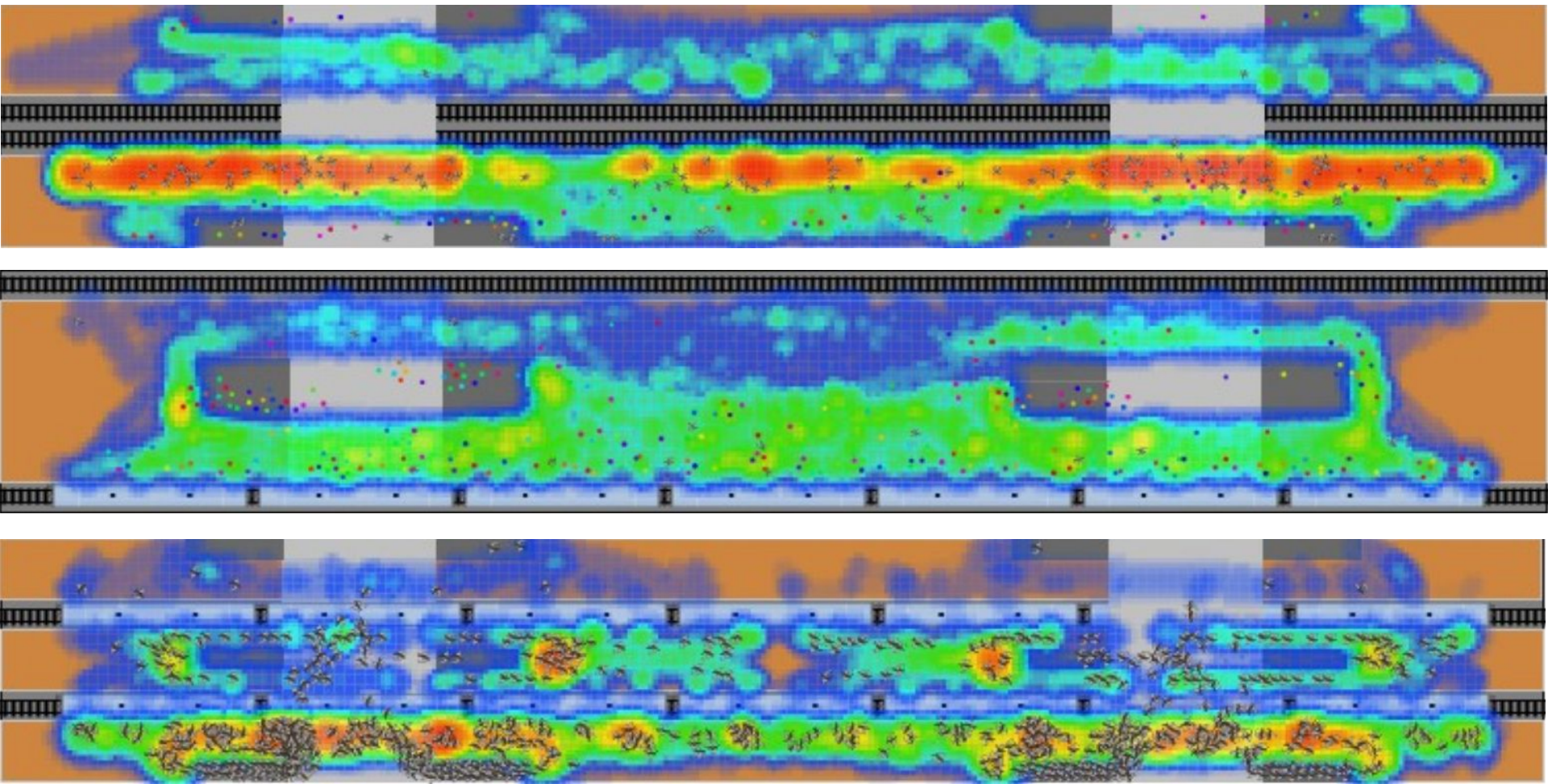
Ver densidad: 95



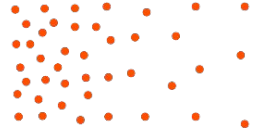




## Simulación con Anylogic de 3 topologías de andén







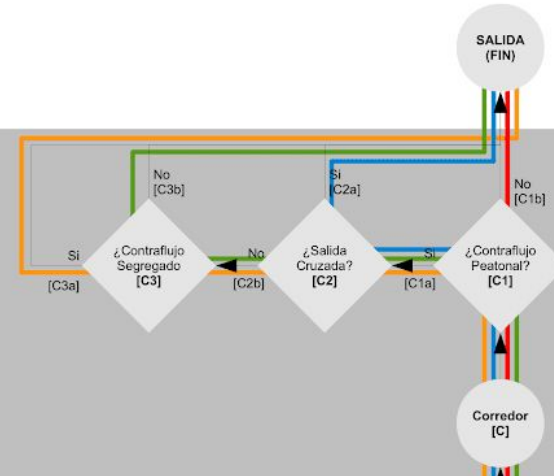
## Método de evaluación

1. Se estableció **evaluar todas las configuraciones** posibles mediante un método de ruta crítica.
2. Se diseñó un **algoritmo de decisión binaria** con factor de carga por nodo-arco.
3. Se diseñó un **índice de eficiencia**  $\alpha$  por área, y un índice de eficiencia de estación  $\mathcal{A}E$ .
4. Se **evaluó el índice de eficiencia**  $\alpha$  por área.
5. Se **evaluaron todas las configuraciones** posibles con el  $\alpha$  de área, estableciendo un  $\mathcal{A}E$  para cada configuración de estación.

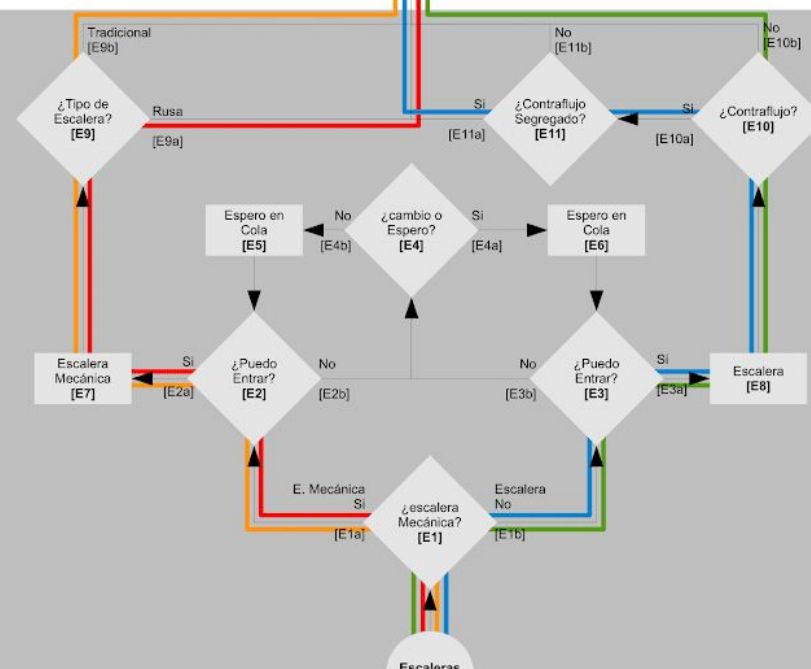
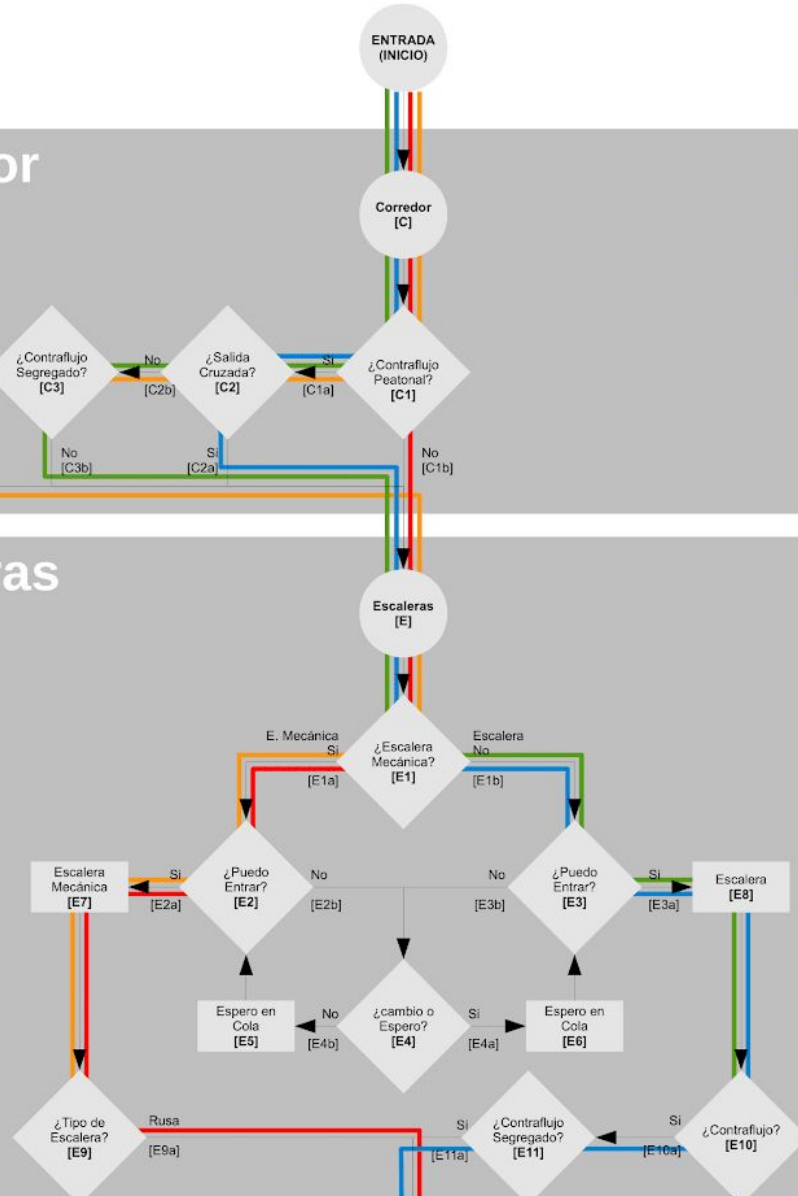




## Corredor

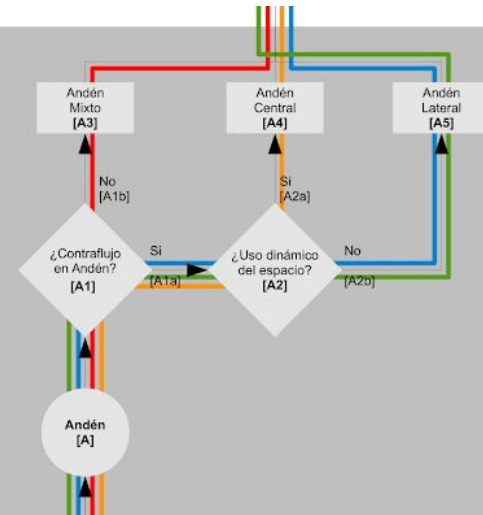
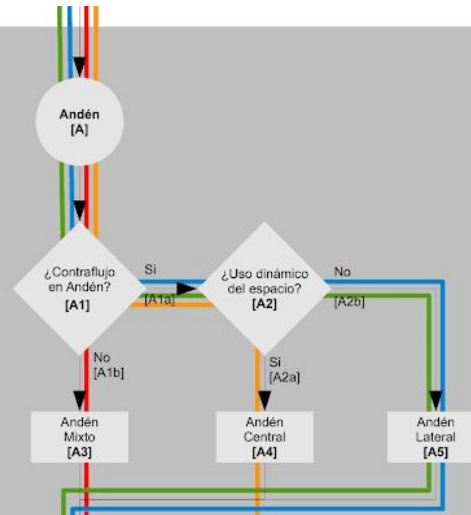


## Escaleras

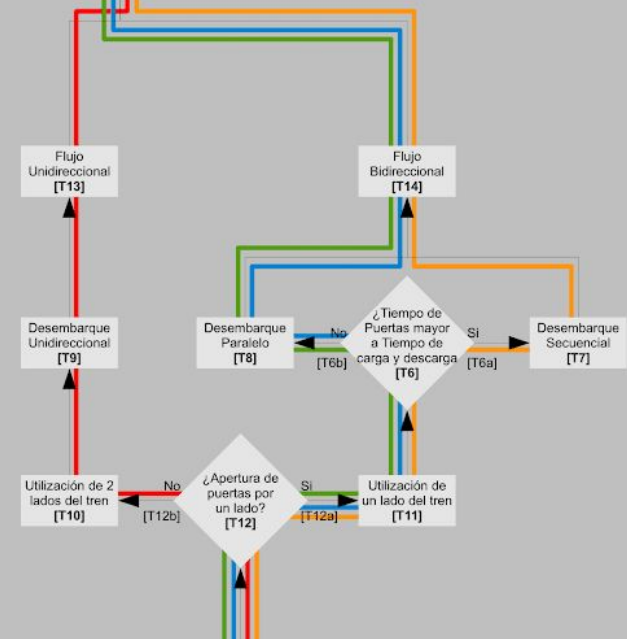
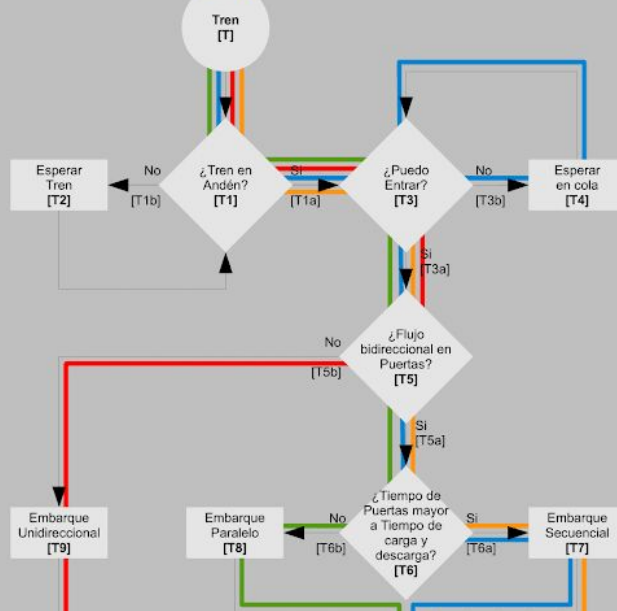




# Andén



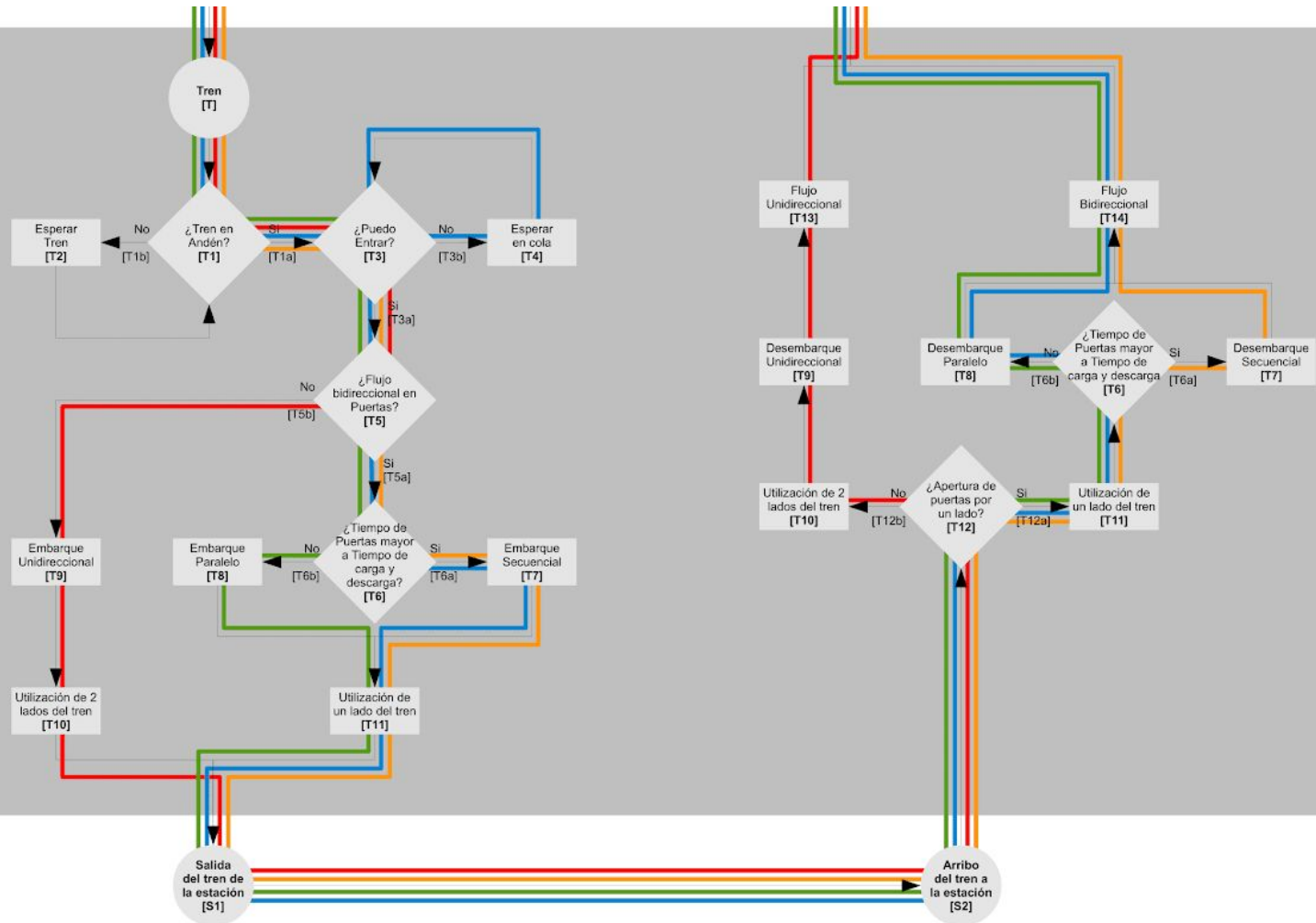
# Tren

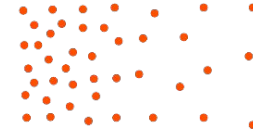






# Tren

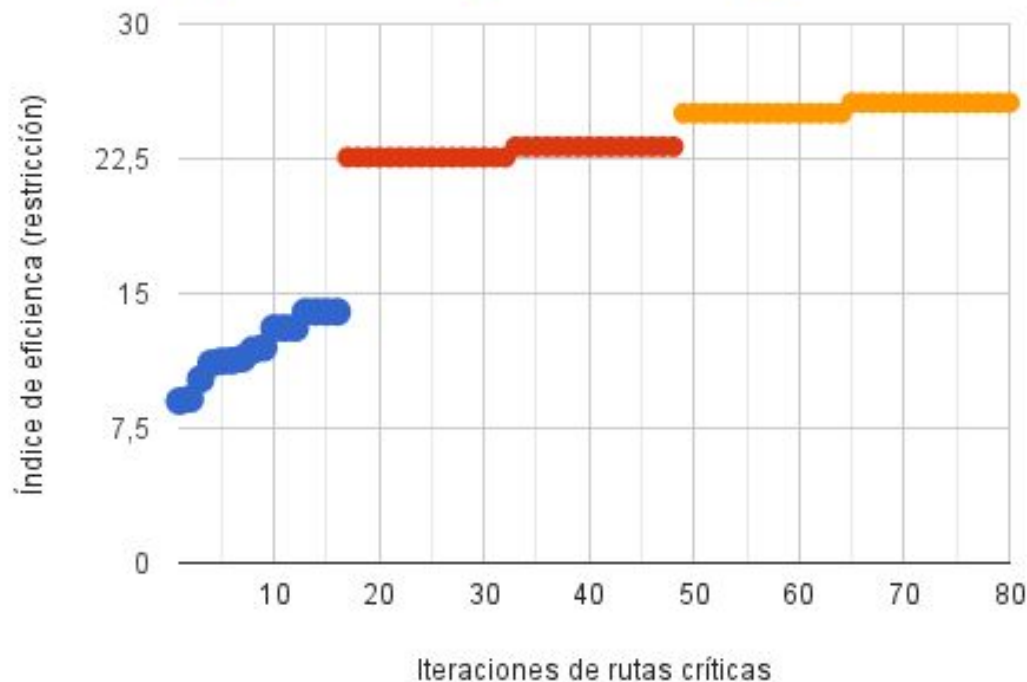




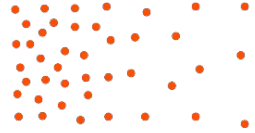
# Resultados

## Iteración de rutas críticas

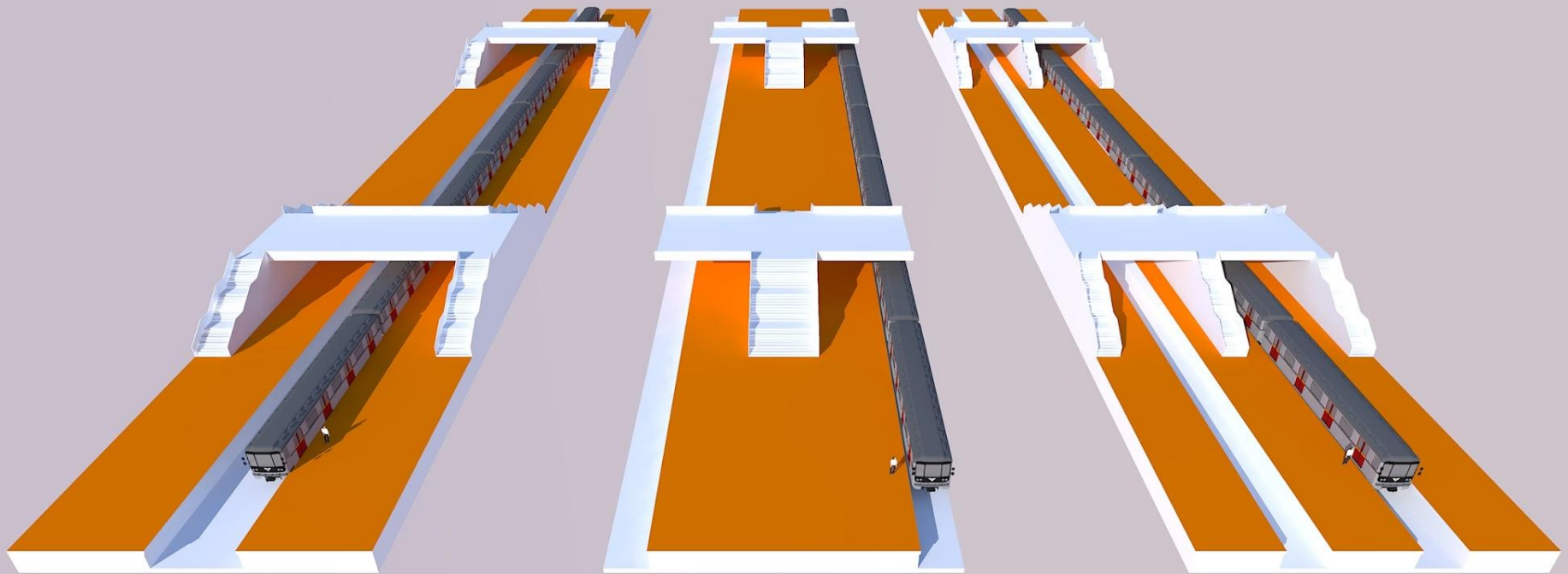
● Andén mixto ● Andén central ● Andén lateral



|    | Identificación por área |           |        |        | Índice de eficiencia por área |           |       |      | Índice de eficiencia por área calibrada |      |           |      |       | Índice Eficiencia Plataforma |      |  |
|----|-------------------------|-----------|--------|--------|-------------------------------|-----------|-------|------|-----------------------------------------|------|-----------|------|-------|------------------------------|------|--|
|    | corredor                | escalería | andén  | tren   | corredor                      | escalería | andén | tren | corredor                                |      | escalería |      | andén |                              | tren |  |
|    |                         |           |        |        |                               |           |       |      | 0,15                                    | 0,20 | 0,35      | 0,30 |       |                              |      |  |
| 1  | ae(C1)                  | ae(E1)    | ae(A1) | ae(T1) | 13,00                         | 2,60      | 17,00 | 1,96 | 1,95                                    | 0,52 | 5,95      | 0,59 | 9,01  |                              |      |  |
| 2  | ae(C1)                  | ae(E2)    | ae(A1) | ae(T1) | 13,00                         | 3,20      | 17,00 | 1,96 | 1,95                                    | 0,64 | 5,95      | 0,59 | 9,13  |                              |      |  |
| 3  | ae(C1)                  | ae(E3)    | ae(A1) | ae(T1) | 13,00                         | 8,70      | 17,00 | 1,96 | 1,95                                    | 1,74 | 5,95      | 0,59 | 10,23 |                              |      |  |
| 4  | ae(C2)                  | ae(E1)    | ae(A1) | ae(T1) | 27,00                         | 2,60      | 17,00 | 1,96 | 4,05                                    | 0,52 | 5,95      | 0,59 | 11,11 |                              |      |  |
| 5  | ae(C2)                  | ae(E2)    | ae(A1) | ae(T1) | 27,00                         | 3,20      | 17,00 | 1,96 | 4,05                                    | 0,64 | 5,95      | 0,59 | 11,23 |                              |      |  |
| 6  | ae(C3)                  | ae(E1)    | ae(A1) | ae(T1) | 28,00                         | 2,60      | 17,00 | 1,96 | 4,20                                    | 0,52 | 5,95      | 0,59 | 11,26 |                              |      |  |
| 7  | ae(C3)                  | ae(E2)    | ae(A1) | ae(T1) | 28,00                         | 3,20      | 17,00 | 1,96 | 4,20                                    | 0,64 | 5,95      | 0,59 | 11,38 |                              |      |  |
| 8  | ae(C4)                  | ae(E1)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 2,60      | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 0,52 | 5,95      | 0,59 | 11,86 |                              |      |  |
| 9  | ae(C4)                  | ae(E2)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 3,20      | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 0,64 | 5,95      | 0,59 | 11,98 |                              |      |  |
| 10 | ae(C2)                  | ae(E3)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 8,70      | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 1,74 | 5,95      | 0,59 | 13,08 |                              |      |  |
| 11 | ae(C3)                  | ae(E3)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 8,70      | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 1,74 | 5,95      | 0,59 | 13,08 |                              |      |  |
| 12 | ae(C4)                  | ae(E3)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 8,70      | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 1,74 | 5,95      | 0,59 | 13,08 |                              |      |  |
| 13 | ae(C1)                  | ae(E4)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 13,20     | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 2,64 | 5,95      | 0,59 | 13,98 |                              |      |  |
| 14 | ae(C2)                  | ae(E4)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 13,20     | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 2,64 | 5,95      | 0,59 | 13,98 |                              |      |  |
| 15 | ae(C3)                  | ae(E4)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 13,20     | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 2,64 | 5,95      | 0,59 | 13,98 |                              |      |  |
| 16 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(A1) | ae(T1) | 32,00                         | 13,20     | 17,00 | 1,96 | 4,80                                    | 2,64 | 5,95      | 0,59 | 13,98 |                              |      |  |
| 17 | ae(C1)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 18 | ae(C1)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 19 | ae(C1)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 20 | ae(C2)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 21 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 22 | ae(C2)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 23 | ae(C3)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 24 | ae(C3)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 25 | ae(C4)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 26 | ae(C4)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 27 | ae(C2)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 28 | ae(C3)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 29 | ae(C4)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 30 | ae(C2)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 31 | ae(C3)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 32 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 1,84 | 22,58 |                              |      |  |
| 33 | ae(C1)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 34 | ae(C1)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 35 | ae(C1)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 36 | ae(C2)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 37 | ae(C1)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 38 | ae(C2)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 39 | ae(C3)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 40 | ae(C3)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 41 | ae(C4)                  | ae(E1)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 42 | ae(C4)                  | ae(E2)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 43 | ae(C2)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 44 | ae(C3)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 45 | ae(C4)                  | ae(E3)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 46 | ae(C2)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 47 | ae(C3)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 48 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(T2) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 38,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 13,30     | 2,43 | 23,17 |                              |      |  |
| 49 | ae(C1)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 50 | ae(C1)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 51 | ae(C1)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 52 | ae(C2)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 53 | ae(C1)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 54 | ae(C2)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 55 | ae(C3)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 56 | ae(C3)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 57 | ae(C4)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 58 | ae(C4)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 59 | ae(C2)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 60 | ae(C3)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 61 | ae(C4)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 62 | ae(C2)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 63 | ae(C3)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 64 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T2) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 6,15 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 1,84 | 25,03 |                              |      |  |
| 65 | ae(C1)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 66 | ae(C1)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 67 | ae(C1)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 68 | ae(C2)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 69 | ae(C1)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 70 | ae(C2)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 71 | ae(C3)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 72 | ae(C3)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 73 | ae(C4)                  | ae(E1)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 74 | ae(C4)                  | ae(E2)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 75 | ae(C2)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 76 | ae(C3)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 77 | ae(C4)                  | ae(E3)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 78 | ae(C2)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 79 | ae(C3)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |
| 80 | ae(C4)                  | ae(E4)    | ae(T3) | ae(T3) | 32,00                         | 13,20     | 45,00 | 8,10 | 4,80                                    | 2,64 | 15,75     | 2,43 | 25,62 |                              |      |  |



## Resultados: Nivel de restricción por tipo de andén



Andenes  
Laterales

$\text{AE} = 25.33$

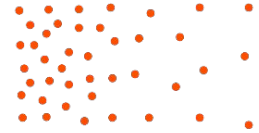
Andén  
Central

$\text{AE} = 22.88$

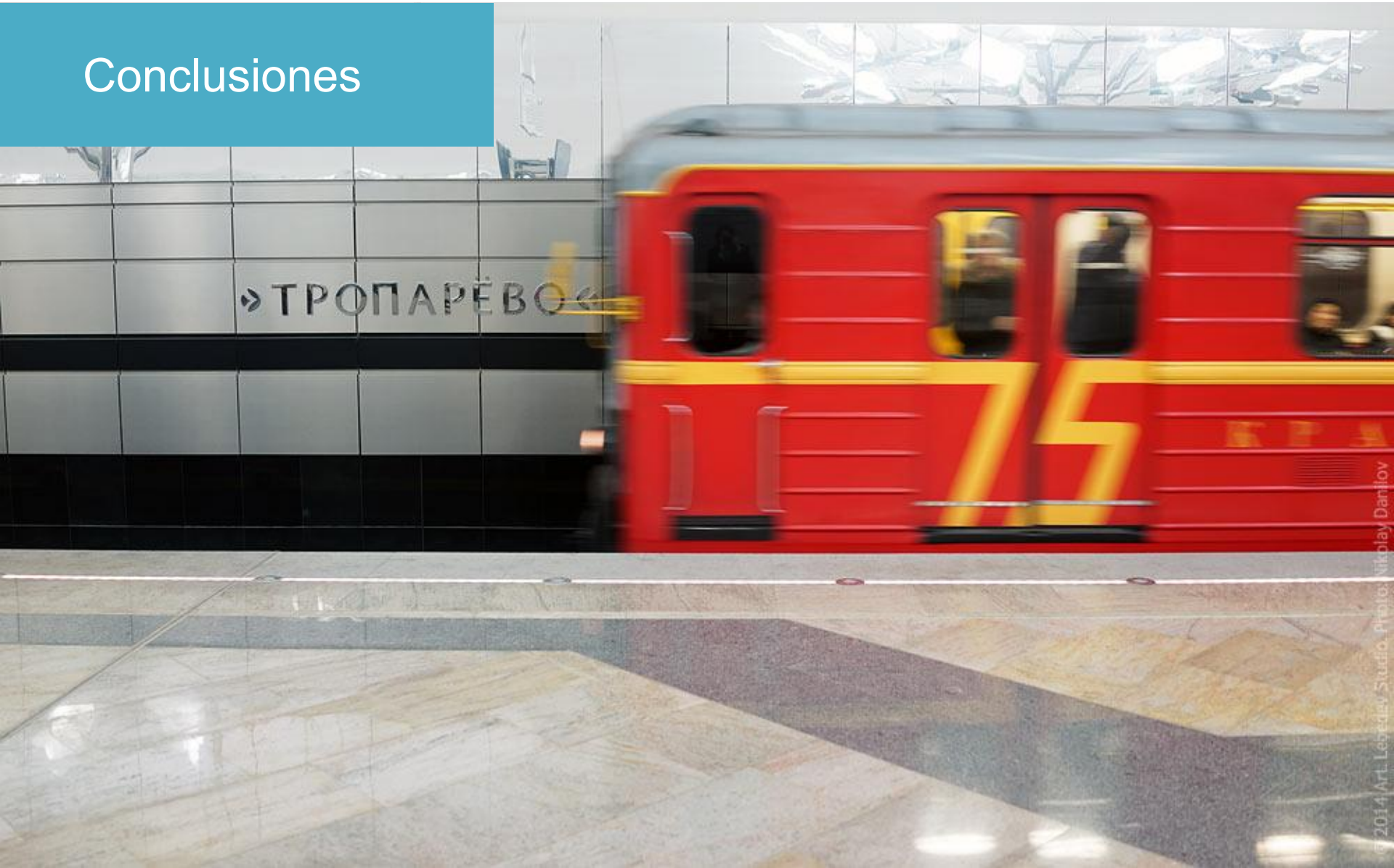
Andenes  
Mixtos

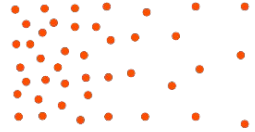
$\text{AE} = 12.02$





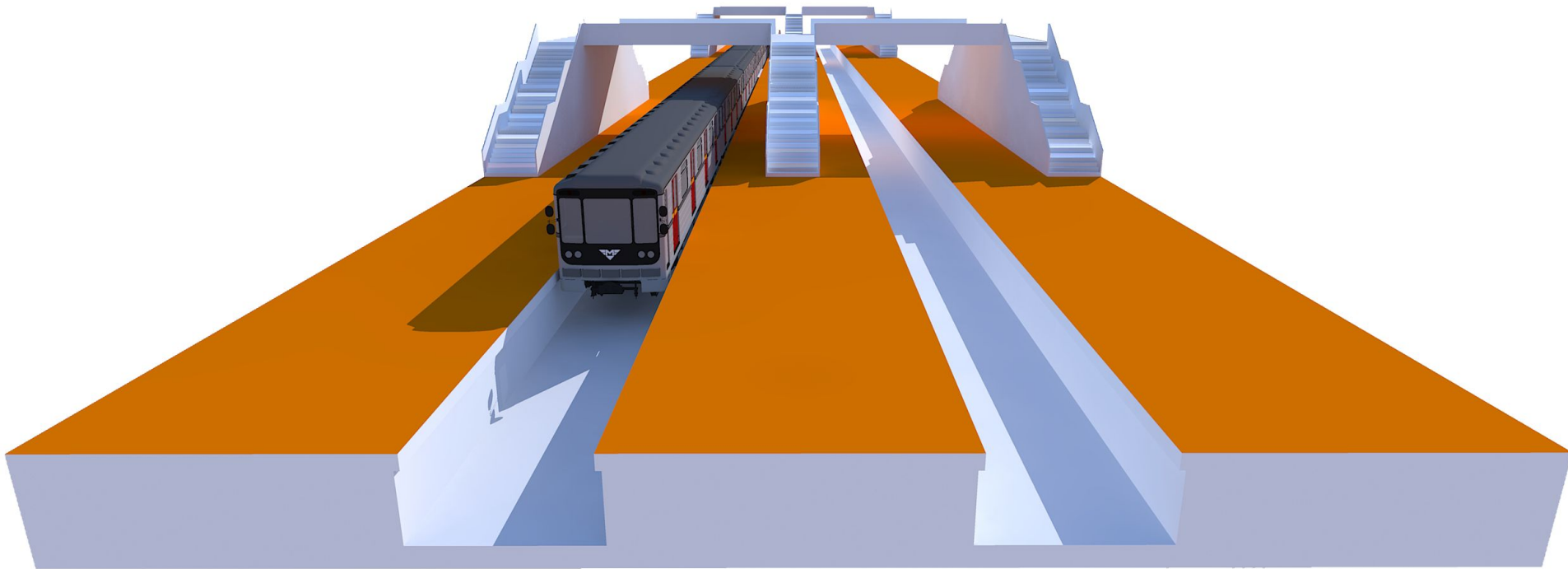
## Conclusiones

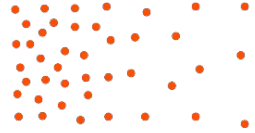




## Conclusiones

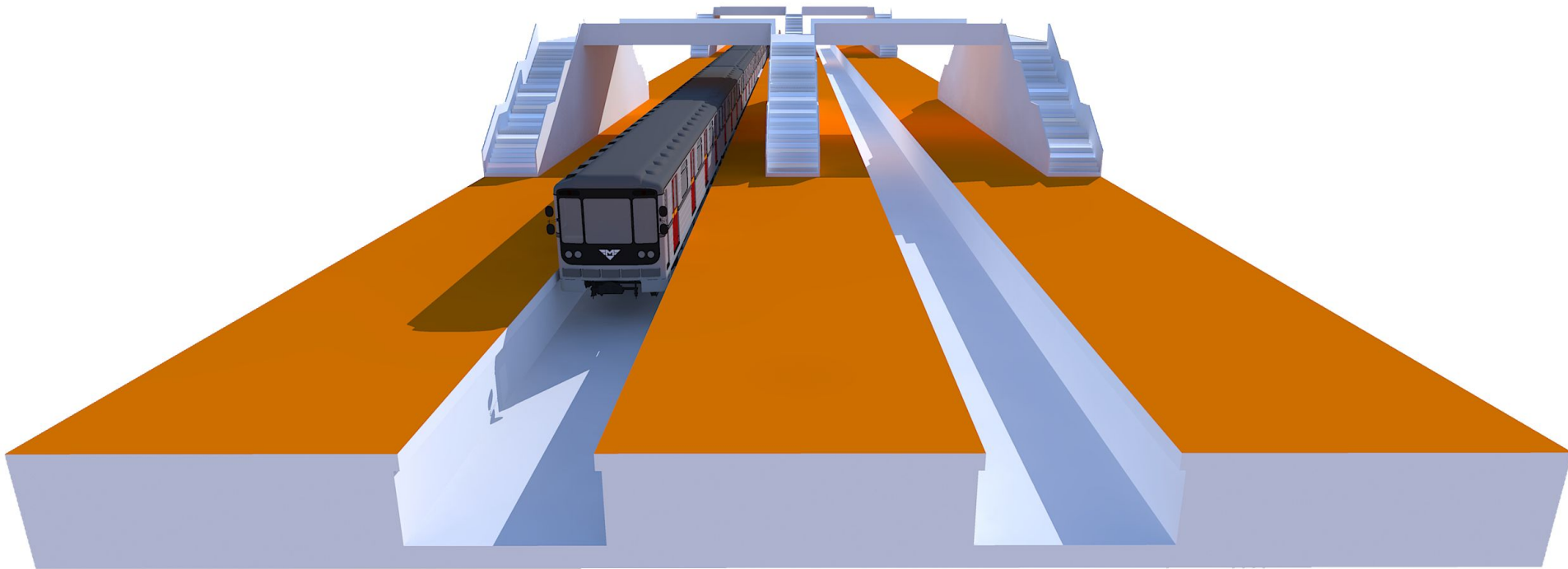
### 1) Topología y Capacidad





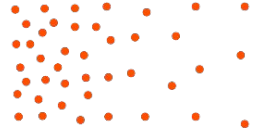
## Conclusiones

### 1) Topología y Capacidad



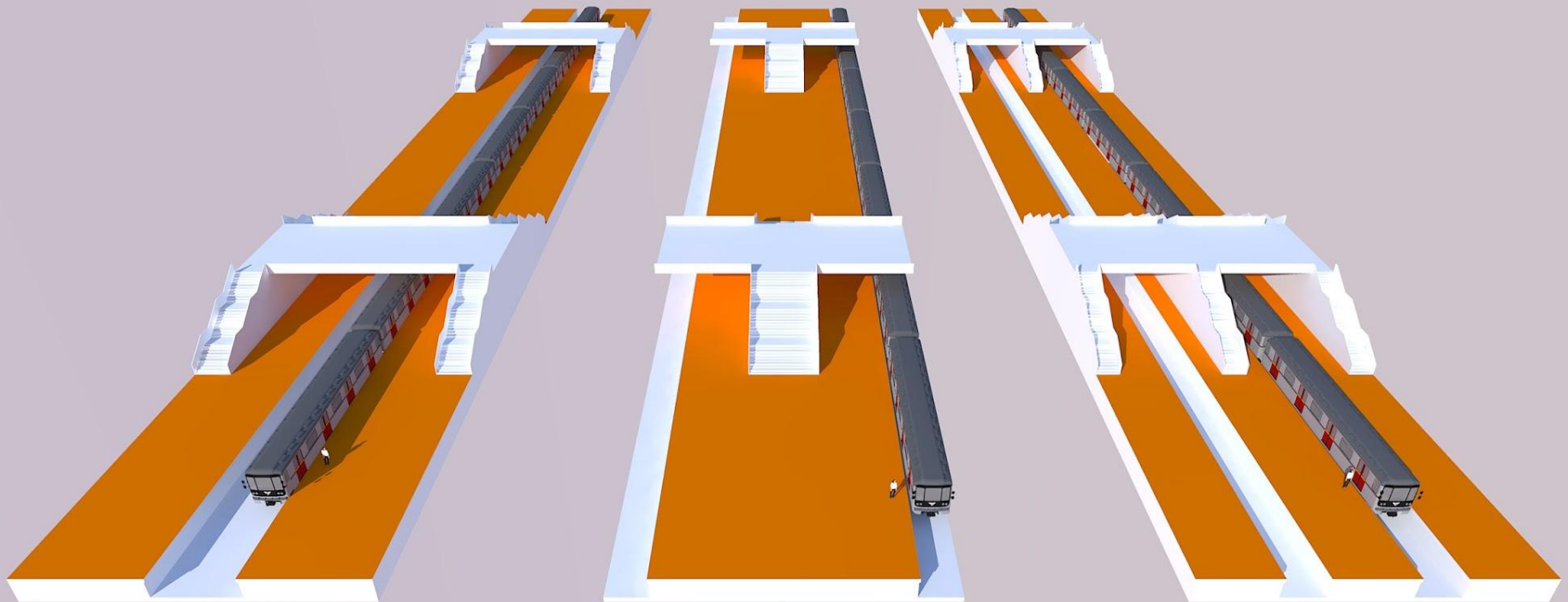
Utilizando el mismo volumen, ancho de andenes y escaleras, se concluye que la **plataforma de andenes mixtos tiene el doble de capacidad que la plataforma de andén central.**





## Conclusiones

## 2) Topología y Uso



### Andenes laterales

Flujos simétricos

Estaciones zona central

### Andén Central

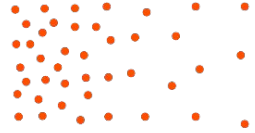
Flujos asimétricos

Estaciones radiales

### Andén Mixto

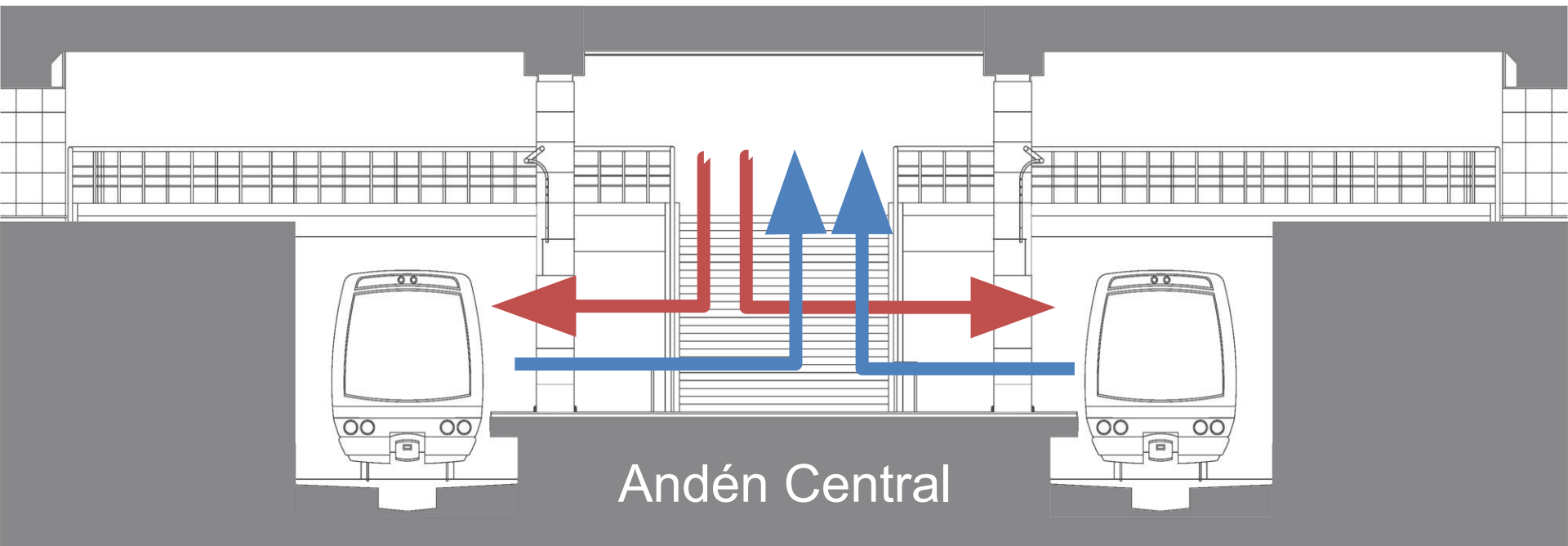
Flujos altos

Estaciones de intercambio



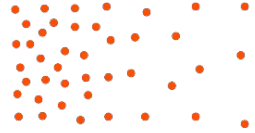
## Conclusiones

### 3) Topología y diseño constructivo



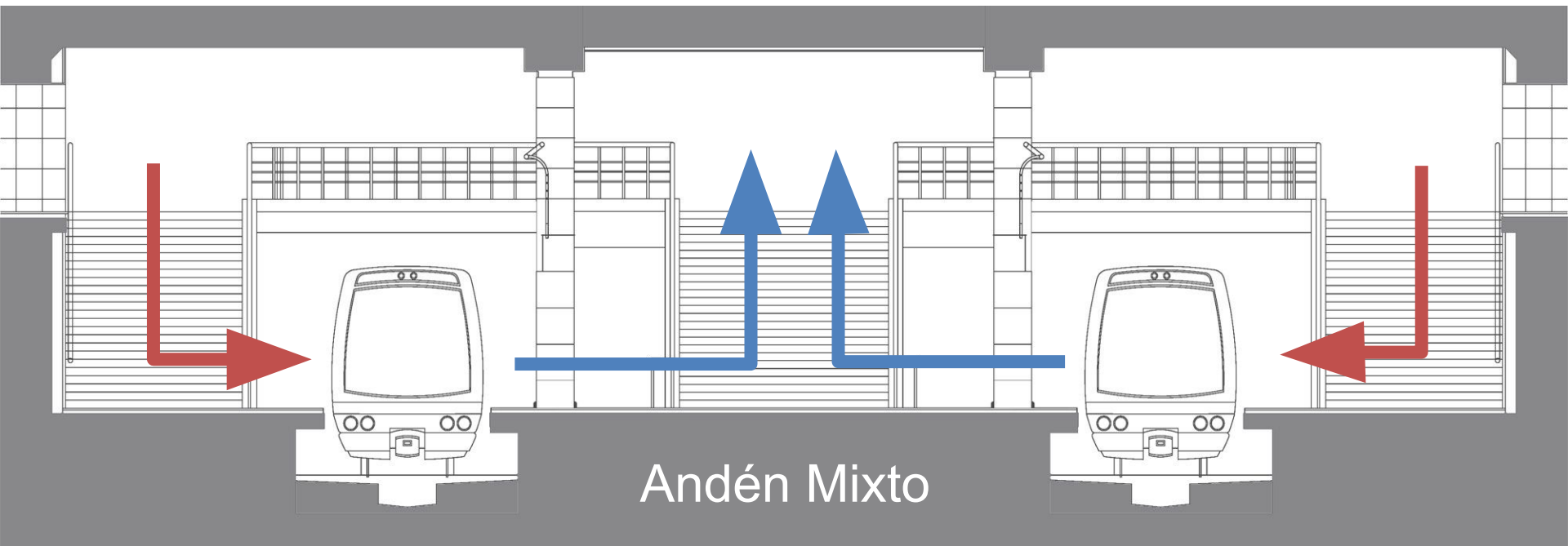
Andén Central

La falta de herramientas de planificación a largo plazo nos impide determinar la afluencia de pasajeros que existirá en el futuro. Este modelo permite **diseñar una estación modular con capacidad de crecimiento en 2 fases** que duplica su capacidad cuando sea necesario.



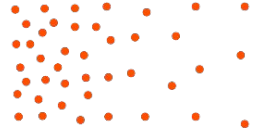
## Conclusiones

### 3) Topología y diseño constructivo



La falta de herramientas de planificación a largo plazo nos impide determinar la afluencia de pasajeros que existirá en el futuro. Este modelo permite **diseñar una estación modular con capacidad de crecimiento en 2 fases** que duplica su capacidad cuando sea necesario.





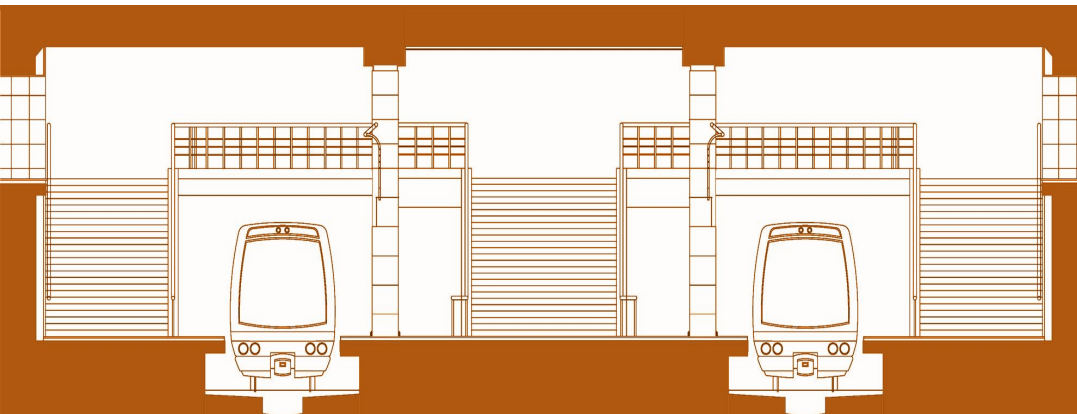
## Conclusiones

### 3) Topología y diseño constructivo



#### Fase 1: Andén Central

- Capacidad X
- Con contraflujo peatonal
- Uso de puertas: 50%
- Tiempo de carga: alternados: (2t)
- Estación común



#### Fase 2 : Andén Mixto

- Capacidad 2X
- Sin contraflujo peatonal
- Uso de puertas: 100%
- Tiempo de carga: simultáneos (t)
- Estación de alta capacidad

# TOPOLOGÍAS DE ANDENES Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE ESTACIONES DE METRO

Ariel López L.

Universidad de Chile

Núcleo Milenio Movilidades y Territorios · MOVYT

[ariellopez@ug.uchile.cl](mailto:ariellopez@ug.uchile.cl)

## Gracias

