

# ESTÁNDARES EN EL DISEÑO DE ESPACIOS EN LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL

## STANDARDS IN THE DESIGN OF RAILWAY STATION SPACES

Juan B. Font Torres<sup>1</sup>, Jorge L. García Valldecabres<sup>2</sup>, Luis Cortés Meseguer <sup>3</sup>  
Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad<sup>1</sup>; Universitat Politècnica de València<sup>1-2-3</sup>

### INTRODUCCIÓN

La llegada de la liberalización de la alta velocidad ferroviaria conlleva un cambio en el modelo de estación por las necesidades como por el planeamiento que de su uso se hace. En este sentido, las estaciones preexistentes no tienen capacidad para acoger estas nuevas necesidades, por lo que se opta por la construcción de nuevas estaciones o ampliación de estas. Pero la liberalización de la Alta Velocidad en España y la aparición de nuevas empresas ferroviarias en el último trimestre de 2022, ha supuesto un aumento en el número de viajeros que utilizan este tipo de servicio. Pero los espacios diseñados no son capaces de absorber este nuevo incremento planteándose el problema incide directamente de forma negativa en los usuarios de estas infraestructuras al percibir una falta de calidad del servicio en cuanto a confort y seguridad.

### INTRODUCTION

The arrival of the liberalisation of the high-speed rail system entails a change in the station model due to the needs and the planning of its use. In this sense, the existing stations do not have the capacity to accommodate these new needs, which is why new stations are being built or extended. However, the liberalisation of the High Speed in Spain and the appearance of new railway companies in the last quarter of 2022, has led to an increase in the number of passengers using this type of service. The ‘provisional’ station, inaugurated in December 2010, is currently being extended to meet the needs of passengers while work on the new access canal to the city and its underground central station is completed. But the spaces designed are not capable of absorbing this new increase, and the problem has a direct negative impact on the users of these infrastructures, who perceive a lack of quality of service in terms of comfort and safety.

### OBJETIVOS

Las ampliaciones de las estaciones de ferrocarril existentes debidas al incremento de la oferta de servicios hacen que las soluciones adoptadas para absorber el aumento de viajeros puedan requerir importantes ampliaciones que el planeamiento urbanístico de la ciudad donde se ubican no puede llevar a cabo, como es el caso de la estación objeto de estudio. Por ello, se hace necesario definir un protocolo de diseño de espacios para viajeros como punto de partida para el cálculo de la capacidad de los diferentes espacios que componen estas infraestructuras ferroviarias.

### METODOLOGÍA

Para el cálculo de la ocupación se toma el valor máximo de ocupación a lo largo del día y en el periodo correspondiente a la hora punta. La amplitud de la hora punta a considerar se fija dentro del intervalo anterior siendo sensible al servicio de trenes de la estación. El criterio utilizado para calcular la ocupación durante el periodo considerado es el de todos los trenes que pueden entrar o salir simultáneamente de la estación y los trenes siguientes a los anteriores, considerando únicamente los viajeros que embarcan. La ocupación depende de los horarios definidos en las mallas de circulación, incluyen las horas de parada, obteniéndose la hora punta a partir de las horas de llegada y salida (Tabla 1). En cuanto al tiempo de permanencia en la estación, éste está directamente relacionado con el tipo de cliente. En el caso de los usuarios que van a viajar, llegan con antelación, un tiempo denominado tiempo de precaución, mientras que en el caso de los viajeros que salen de la estación, este tiempo depende de factores como la orientación dentro de la estación y el itinerario seguido por el viajero para salir de la estación (Imagen 2). Para determinar la densidad de ocupación, se utilizará el método investigado por J.J. Fruin en los años sesenta para los flujos peatonales. La elección de este método se basa en la relación volumen/capacidad mediante la cual se determinan los niveles de diseño (seis en total, entre A y F) permitiendo obtener un diseño cualitativo y cuantitativo del caso de estudio (Tabla 2). La utilización de este método en condiciones normales permite obtener los niveles adecuados de confort en las zonas ocupadas por los pasajeros, así como la evaluación del uso máximo de estas zonas (Tabla 3):

| Level of Service (LoS) | Definition                                                                                               |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                      | Free circulation                                                                                         |
| B                      | Uni-directional flows                                                                                    |
| C                      | Slightly restricted circulation with difficulty passing others. Reverse and cross-flows with difficulty  |
| D                      | Restricted circulation for most. Reverse and cros-flows with significant difficulty                      |
| E                      | Restricted circulation for all intermittent stoppages and serious difficulty for reverse and cross-flows |
| F                      | Complete breakdown of flow with frecuente stoppages                                                      |

Tabla 1. Niveles de Servicio (LoS) de J.J. Fruin  
Table 1. Levels of Service (LoS9 by J.J., Fruin

### RESULTADOS

La hora punta se obtiene de los horarios de los trenes. En el caso estudiado, obtenemos la hora punta de la mañana y de la tarde, las horas con mayor número de trenes circulando por la estación y, en consecuencia, mayor número de plazas ofertadas (Tabla 3). El número de plazas ofertadas es de 2.461 en la hora punta de la mañana y de 2.637 en la hora punta de la tarde. De los niveles alcanzados en las zonas estudiadas, hall y área controlada, se obtienen unos niveles de ocupación F y G respectivamente (Tabla 4), los cuales, influyen negativamente en cuanto a confort y seguridad percibidos por los viajeros. Estos valores han sido calculados con niveles de operación normales siendo incrementados en caso de situaciones degradadas. Esto puede suponer llegar al colapso de la estación por alta ocupación.

### CONCLUSIONES

- El diseño de las estaciones, aunque sea provisional, debe adaptarse para ofrecer un nivel de comodidad y seguridad que sea percibido por los usuarios. Por eso es necesaria una planificación cuidadosa y una inversión sostenida para garantizar que las estaciones ferroviarias puedan hacer frente al creciente número de pasajeros. Es necesario establecer un diseño óptimo, empezando por el análisis de las horas punta de tráfico de pasajeros en la estación. Las horas punta coinciden con el mayor número de llegadas y salidas de trenes, iniciándose así el proceso de cálculo de las superficies necesarias para las distintas áreas que componen estas infraestructuras.

### OBJETIVES

The extensions to existing railway stations due to the increase in the supply of services mean that the solutions adopted to absorb the increase in passengers may require significant expansions that the urban planning of the city where they are located cannot be carried out, as in the case of the station under study. This is why it is necessary to define a protocol for the design of spaces for passengers as a starting point for calculating the capacity of the different areas that make up these railway infrastructures.

### METHODOLOGY

For the calculation of occupancy, the maximum occupancy value is taken throughout the day and in the period corresponding to the peak hour. The peak hour range to be considered is set within the above interval and is sensitive to the station's train service. The criterion used to calculate occupancy during the period considered is that of all trains that can simultaneously enter or leave the station and the trains following the previous ones, considering only boarding passengers. Occupancy depends on the schedules defined in the circulation grids, including stop times, and the peak hour is obtained from the arrival and departure times (Table 1). The time spent in the station is directly related to the type of customer. In the case of users who are going to travel, they arrive in advance, a time called caution time, while in the case of travelers leaving the station, this time depends on factors such as the orientation within the station and the itinerary followed by the traveler to leave the station (Image 2). To determine the occupancy density, the method investigated by J.J. Fruin in the 1960s for pedestrian flows will be used. The choice of this method is based on the volume/capacity ratio by which the design levels are determined (six in total, between A and F) allowing to obtain a qualitative and quantitative design of the case study (Table 2). The use of this method under normal conditions makes it possible to obtain the appropriate levels of comfort in the areas occupied by the passengers, as well as the evaluation of the maximum use of these areas (Table 3):

| Level of Service (LoS) | Surface                   | Density                  |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                        | m <sup>2</sup> /passenger | passenger/m <sup>2</sup> |
| A                      | >3,24                     | <0,27                    |
| B                      | 2,32-3,24                 | 0,43-0,31                |
| C                      | 1.39-2,32                 | 0,72-0,43                |
| D                      | 0,93-1,39                 | 1,08-0,72                |
| E                      | 0,46-0,93                 | 2,17-1,08                |
| F                      | <0,46                     | >2,17                    |

Tabla 2. Niveles de Servicio por superficie según J.J. Fruin  
Table 2. Levels of Service according Surface by J.J., Fruin

| Area            | Surface (m2) | From 10:00 to 11:00 h     | From 18:00 to 19:00 h |
|-----------------|--------------|---------------------------|-----------------------|
|                 |              | m <sup>2</sup> /passenger |                       |
| Hall            | 1.699,15     | 0,52                      | 0,49                  |
| Controlled Area | 871,13       | 0,26                      | 0,25                  |

Tabla 4. Áreas estudiadas. Ocupación por unidad de superficie  
Table 4. Areas studied. Occupation per unit area



Imagen 1. Barrera urbanística  
Image 1. . Urban planning barrier

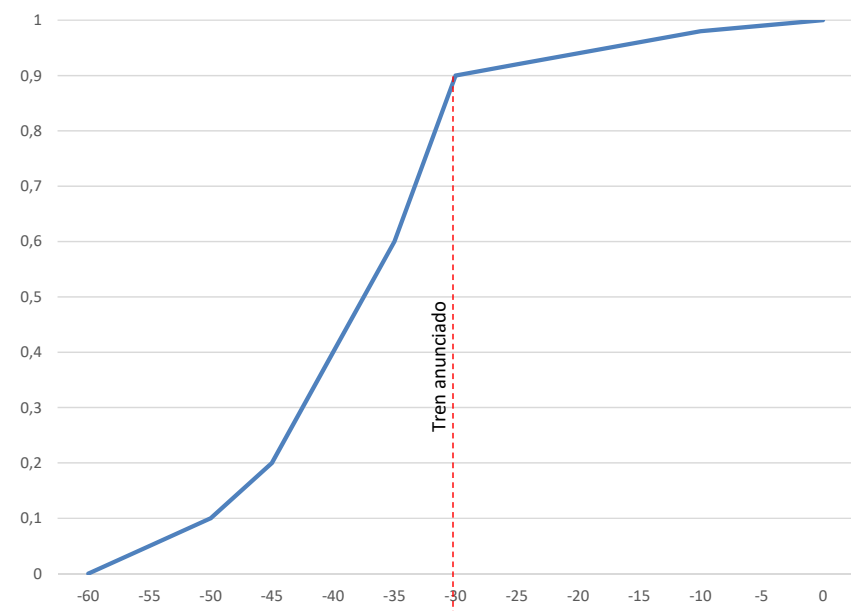


Imagen 2. Hora de llegada y número de viajeros a la estación  
Image 2. Arrival time and number of passengers at station

|                     | Arrival | Departure | From             | To               | Seats |
|---------------------|---------|-----------|------------------|------------------|-------|
| Morning Peak Hour   |         | 10:00     | València JS      | Madrid Chamartín | 457   |
|                     |         | 10:06     | València JS      | Madrid Chamartín | 509   |
|                     | 10:19   |           | Burgos RM        | València JS      | 353   |
|                     | 10:30   | 10:30     | Barcelona Sants  | Alacant Terminal | 332   |
|                     |         | 10:35     | València JS      | Madrid Chamartín | 353   |
| Afternoon Peak Hour | 10:40   |           | Madrid Chamartín | València JS      | 457   |
|                     |         | 18:00     | València JS      | Madrid Chamartín | 457   |
|                     |         | 18:01     | València JS      | Barcelona Sants  | 332   |
|                     | 18:19   |           | Madrid Chamartín | València JS      | 353   |
|                     | 18:40   |           | Madrid Chamartín | València JS      | 457   |
|                     | 18:42   | 18:42     | Gijón / Xixón    | Vinaròs          | 353   |
|                     |         | 18:45     | València JS      | Madrid Chamartín | 353   |
|                     | 18:55   | 18:55     | Alacant Terminal | Barcelona Sants  | 332   |
|                     |         |           |                  |                  |       |

Tabla 3. Horas punta en la estación  
Table 3. Peak times at the station

### RESULTS

The peak hour is obtained from the train schedules. In the case studied, we obtain the morning and afternoon peak hour, the hours with the highest number of trains running through the station and, consequently, the highest number of seats offered (Table 3).The number of seats offered is 2,461 in the morning rush hour and 2,637 in the evening rush hour. From the levels reached in the areas studied, hall and controlled area, we obtain occupancy levels F and G respectively (Table 4), which have a negative influence on the comfort and safety perceived by passengers. These values have been calculated with normal operating levels and are increased in the event of degraded situations. This can lead to the collapse of the station due to high occupancy.

### CONCLUSIONS

- The design of stations, even if they are provisional, must be adapted to offer a level of comfort and safety that is perceived by users. This is why there is a need for careful planning and sustained investment to ensure that railway stations can cope with growing passenger numbers.
- The establishment of an optimal design is necessary, starting with the analysis of the hours of peak passenger traffic at the station. The peak hours coincide with the highest number of train arrivals and departures, thus beginning the process of calculating the surface areas required for the different areas that make up these infrastructures.