

## Revista de Estudios Andaluces (REA)

e-ISSN: 2340-2776.

REA Núm. 37 (2019). <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37>

### Evaluación de las Áreas de Servicio de la Alta Velocidad Ferroviaria en la España Peninsular desde un Enfoque SIG Multi-método

#### Assessing High Speed Railway Service Areas in Spain Mainland from a Multi-method GIS Approach

**José Manuel Naranjo-Gómez<sup>1</sup>**

*jnaranjo@unex.es*

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7998-9154>

**Rui Alexandre Castanho<sup>2</sup>**

*acastanho@wsb.edu.pl*

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-1882-4801>

**José Cabezas-Fernández<sup>3</sup>**

*jocafer@unex.es*

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-7209-3731>

**Luis Carlos Loures<sup>4</sup>**

*lcloures@ipportalegre.pt*

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6611-3417>

<sup>1</sup> *Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura. Universidad de Extremadura. Escuela Politécnica. Avenida de la Universidad, S/N. 10003-Cáceres (España)*

<sup>2</sup> *Universidad de Dąbrowa Górnicza. Universidad De Dąbrowa Górnicza. C/ Zygmunt Cieplaka, 1c. 41-300-Dąbrowa Górnicza (Polonia).*

<sup>3</sup> *Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias. Avenida de Elvas, 0. 06006-Badajoz (España).*

<sup>4</sup> *Instituto Politécnico de Portalegre. Universidad del Algarve. Instituto Politécnico de Portalegre. Praça do Município, nº 11. 7300-110-Portalegre (Portugal).*

Correspondencia autores: *jnaranjo@unex.es* (José Manuel Naranjo-Gómez)

**Formato de cita / Citation:** Naranjo-Gómez, J.M., Castanho, R.A., Cabezas-Fernández, J. y Loures, L.C. (2019). Evaluación de las Áreas de Servicio de la Alta Velocidad Ferroviaria en la España Peninsular desde un Enfoque SIG Multi-método. *Revista de Estudios Andaluces*, 37, 184-208. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>

**Enlace artículo/to link to this article:** <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

© Editorial Universidad de Sevilla 2019

<https://editorial.us.es/es/revistas/revista-de-estudios-andaluces>

<https://revistascientificas.us.es/index.php/REA>

## **Evaluación de las Áreas de Servicio de la Alta Velocidad Ferroviaria en la España Peninsular desde un Enfoque SIG Multi-método**

### **Assessing High Speed Railway Service Areas in Spain Mainland from a Multi-method GIS Approach**

**José Manuel Naranjo-Gómez**

*Universidad de Extremadura*

*jnaranjo@unex.es*

**Rui Alexandre Castanho**

*Universidad de Dąbrowa Górnicza (Polonia)*

*acastanho@wsb.edu.pl*

**José Cabezas-Fernández**

*Universidad de Extremadura*

*jocafer@unex.es*

**Luis Carlos Loures**

*Universidad del Algarve (Portugal)*

*lcloures@ippportalegre.pt*

Recibido: 8 de diciembre, 2018

Revisado: 28 de enero, 2019

Aceptado: 29 de enero, 2019

#### Resumen

Las estaciones ferroviarias de alta velocidad son el único punto de acceso para poder disfrutar de este servicio ferroviario. Así, su ubicación y distribución espacial, y las carreteras para poder acceder a ellas adquiere gran importancia. Por este motivo, teniendo en cuenta la población de los municipios peninsulares españoles, se determina el grado de cobertura que ofrecen las 36 estaciones operativas existentes. Una metodología fundamentada en el método de determinación de áreas de captación flotantes en tres pasos, se desarrolla empleando medidas de accesibilidad territorial que fueron obtenidas mediante la herramienta de análisis de redes que ofrece un Sistema de Información Geográfica. Los resultados representados mediante cartografía temática permiten identificar los municipios con mayor cobertura ferroviaria de alta velocidad. También se identifican los municipios con menor cobertura, donde debería mejorarse el acceso por carretera de los residentes en estos municipios a las estaciones ferroviarias de alta velocidad.

Palabras clave: estaciones ferroviarias de alta velocidad, área de captación flotante en tres pasos, accesibilidad territorial, equidad de servicio ferroviario de alta velocidad, ordenación territorial.

#### Abstract

The high-speed railway stations are the only access point to enjoy this rail service. Thus, its location and spatial distribution, and the roads to access them, acquires great importance. For this reason, taking into account the population of the Spanish peninsular municipalities, the degree of coverage offered by the 36 existing operating stations is determined. A methodology based on the method of determining floating catchment areas in three steps, is developed using territorial accessibility measures which were obtained through the network analysis tool offered by a Geographical Information System. The results represented by thematic cartography allow identifying the municipalities with the highest high-speed rail coverage. The

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776

<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

municipalities with less coverage are also identified, where the road access of the residents in these municipalities to high-speed rail stations should be improved.

Keywords: high-speed railway stations, three-step floating catchment area, territorial accessibility, high-speed rail service fairness, spatial planning.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las nuevas formas comerciales y el aumento del índice de motorización han producido profundas transformaciones en los patrones de movilidad y en los desplazamientos de toda la población. Como consecuencia, las mejoras en las infraestructuras de transporte han provocado un incremento de los desplazamientos, no sólo comerciales sino también de los desplazamientos residencia-trabajo. De hecho, la distancia que la población está dispuesta a recorrer para acceder a un servicio, bien sea comercial o social, a su empleo es cada vez mayor; debido a que el tiempo de viaje se reduce al aumentar la velocidad de circulación. Luego, los sistemas de transporte de alta velocidad tienen necesariamente un efecto desequilibrador, pues reducen enormemente los tiempos que tardamos en recorrer las distancias que separan los diferentes territorios, provocando la contracción del espacio y creando importantes puentes de conexión entre lugares.

Sin embargo, esta contracción del espacio no es uniforme, ya que no todos los grupos sociales participan de las ventajas del transporte de alta velocidad, aunque todos tienen derecho al mismo. A este respecto, la selección de la localización de cualquier equipamiento, bien, instalación o servicio ofertado por la Administración Pública nacional referente a la alta velocidad ferroviaria, debe seguir el criterio de justicia espacial como significativamente importante, debido a que los mismos son financiados por toda la población y, por tanto, tienen iguales derechos a usarlos en las mismas condiciones de acceso (Bosque, J.,1994). En caso contrario, la desigual accesibilidad por parte de la población a un equipamiento, bien, instalación o servicio determinará injusticias territoriales que provocarán injusticias sociales.

Como consecuencia, la Unión Europea (UE) utiliza la accesibilidad, junto a otros indicadores macroeconómicos como el PIB per cápita, los niveles de empleo o las inversiones en I+D+i, para medir la cohesión entre las diferentes regiones (CEE 1999, 2004, 2006). De ese modo, este organismo considera de especial interés aquellas regiones con desventajas geográficas caracterizadas por problemas de accesibilidad e integración con el resto de la UE. De hecho, la inversión infraestructuras se considera un factor clave para proporcionar una distribución justa de la accesibilidad a todas sus regiones, y para reducir las disparidades existentes en materia de accesibilidad entre ellas (Schürmann, C., et al., 1997).

Precisamente desde esta perspectiva de justicia social, de forma general las políticas seguidas en materia de transporte prestan una especial atención a la cohesión territorial (Frank, A., et al., 2014, Marti, J., 2013, Copano, L., 2018). Particularmente, la UE que ha convertido las infraestructuras de transporte terrestre en una pieza clave, al promover la creación corredores ferroviarios caracterizados por la alta velocidad que alcanzan y la elevada densidad de flujos de pasajeros que pueden atraer. Ciertamente, esta política en materia de planificación de transportes se ha plasmado y desarrollado en el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI). Asimismo, este plan apuesta por el ferrocarril de alta velocidad como una infraestructura estratégica para mejorar la cohesión territorial. De hecho, la mayor actuación prevista en este plan consiste en ampliar considerablemente la red de ferrocarril de altas prestaciones para el tráfico

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776

<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

exclusivo de viajeros (Mapa 1), debido a que se ha planificado que para el año 2024 todas las capitales de provincia en la España Peninsular estén conectadas mediante líneas ferroviarias de alta velocidad. No obstante, existen ya operativas algunas líneas y 36 estaciones operativas, que se encuentran ubicadas dentro o cerca de los principales núcleos de población de España (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estaciones ferroviarias de alta velocidad.

Estación		
1	Albacete	19 Madrid
2	Alicante	20 Medina del Campo
3	Almansa	21 Ourense
4	Antequera	22 Palencia
5	Barcelona	23 Puertollano
6	Calatayud	24 Requena
7	Castellón de la Plana	25 San Andrés del Rabanedo
8	Ciudad Real	26 Santiago de Compostela
9	Córdoba	27 Segovia
10	Coruña, A	28 Sevilla
11	Cuenca	29 Tarragona
12	Figueres	30 Toledo
13	Girona	31 Valencia
14	Guadalajara	32 Valladolid
15	Herrera	33 Venta de Baños
16	Huesca	34 Villena
17	Lleida	35 Zamora
18	Málaga	36 Zaragoza

Fuente: Elaboración propia a través de Renfe.

Si bien este medio de transporte dispone de grandes ventajas, también presenta una gran desventaja consistente en su baja capilaridad, debido a que el único punto de acceso para poder disfrutar de la alta velocidad ferroviaria son las estaciones. Además, este medio de transporte necesita una distancia mínima entre estaciones para poder acelerar y lograr una alta velocidad, consiguiendo de ese modo un uso eficiente y óptimo de este medio de transporte, basado precisamente en el fundamento de que puede alcanzar una alta velocidad y viajar más rápido utilizándolo.

Precisamente, la ubicación y distribución espacial de estas estaciones y las carreteras para que los residentes en los municipios puedan acceder a estas estaciones, adquiere una enorme importancia. Fundamentalmente, estos factores determinan cuales son las áreas de servicio que proporcionan actualmente la red ferroviaria de alta velocidad instaurada en la España Peninsular. De hecho, estas áreas de influencias se determinan en función de la impedancia o tiempo de acceso que los residentes en cada uno de los municipios consumen hasta llegar a la estación de tren, utilizando los diferentes tramos de la red de carreteras que están limitados por una velocidad máxima.

A este respecto el área de estudio es el territorio peninsular español, ya que es el espacio territorial donde se encuentran las estaciones ferroviarias de alta velocidad en España. Asimismo, se trabaja a nivel municipal,



ya que este nivel de detalle permite observar como prevalecen las conexiones locales sobre la red de transporte (Pueyo, A., et al., 2012).

Mapa 1. Líneas ferroviarias en la España Peninsular.



Fuente: Elaboración propia, a partir del PITVI (Ministerio de Fomento).

El objetivo general de este trabajo es evaluar el acceso territorial a las estaciones ferroviarias de alta velocidad respecto a la población potencial que puede utilizar este servicio ferroviario desde cada uno de los municipios españoles peninsulares. Asimismo, los objetivos específicos en este trabajo son identificar y clasificar aquellos municipios con menor cobertura ferroviaria de alta velocidad, siendo posible de ese modo determinar los efectos territoriales negativos de las líneas ferroviarias de alta velocidad.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA

El sistema de transporte español estaba escasamente desarrollado, en el comienzo de la década de 1980 y representaba un obstáculo para el progreso del país. Sin embargo, a partir de esta fecha la red de transportes española sufre agudos cambios, a causa de la inversión de los fondos europeos en infraestructuras. Luego, no se puede entender la relación entre el sistema de transporte español y el territorio sin remitirse al pasado, debido a que los rasgos espaciales de las infraestructuras de transporte persisten en el tiempo.

A este respecto, durante los siglos XVIII y XIX se forma el actual modelo de transportes terrestres, caracterizado por la radialidad, llegando a ser esta característica de la red de trascendental influencia en el desarrollo regional. Así, el hecho de que esa evolución se produjera sobre unas redes radiales resultó especialmente favorable para Madrid, que se convertía en el principal nodo de las redes de transporte terrestre.

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Asimismo, tradicionalmente eran las regiones costeras las que disfrutaban de unas mejores condiciones y accesibilidad gracias a sus puertos. De hecho, el transporte marítimo fue un factor clave en los comienzos de la industrialización en España. Por el contrario, frente a las regiones costeras, el interior aparecía como un espacio enclavado, aislado. Por tanto, con pocas perspectivas de desarrollo, en un contexto histórico en el que el transporte de mercancías por tierra era caro y poco eficiente. Aunque, la aparición del ferrocarril en el siglo XIX, altera radicalmente esa situación, actuando como detonante eliminando el aislamiento de las regiones interiores respecto a Madrid, si bien la capital del estado revaloriza su posición central, que hasta el momento había supuesto más un inconveniente que una ventaja en su desarrollo (Menéndez, J.M., et al., 2002). A este respecto señalar la importancia del Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA), ya que este proyecto durante los años 1980, permitió construir un nuevo acceso ferroviario que conectaría Andalucía con el centro de la Península Ibérica. No obstante, finalmente la conversión de la carretera en modo hegemónico durante el siglo XX no hizo sino mejorar la accesibilidad de las regiones del interior y revalorizar aún más la situación de Madrid en el transporte interior.

Durante la segunda mitad de siglo XIX y los comienzos del XX el ferrocarril era el modo de transporte hegemónico. El ferrocarril era sinónimo de progreso, porque sacaba del aislamiento a los núcleos por los que pasaba, abriendo nuevas perspectivas de desarrollo. Pero la competencia de otros modos de transporte, y particularmente de la carretera, ha relegado al ferrocarril a una posición secundaria. Además, la red española de ferrocarriles es radial y arboriforme, ya que la mayor parte de las líneas parten de Madrid hasta alcanzar las principales ciudades de la periferia; y porque a partir de unos troncos básicos se abren sucesivamente distintas ramas.

Posteriormente, en 2012 los únicos servicios de tren convencional que funcionaban frecuentemente eran los suburbanos, mientras que los servicios de larga distancia a lo largo de esta red tren convencional han sido cancelados y progresivamente sustituidos por servicios de tren de alta velocidad a lo largo de la nueva infraestructura del tren de alta velocidad (Ureña, J.M., et al 2009). Si bien este tipo de estructura permite el mayor número de conexiones con los menores costes de infraestructuras, también es cierto que una red de estas características no satisface adecuadamente a todas las regiones.

Consecuentemente, la política ferroviaria de larga distancia se ha modificado. Si bien anteriormente, se ha primado a los núcleos urbanos principales más poblados y con mayor dinamismo económica, pues se les ha dotado de una estación ferroviaria de alta velocidad; en 2024 el PITVI plantea que todas las capitales de provincia estén conectadas mediante líneas ferroviarias de alta velocidad. Si bien es cierto, que algunas de estas líneas no llegarán a los 320 km/h, considerándose por tanto como líneas de velocidad alta en lugar de líneas de alta velocidad, pues alcanzarán velocidades que alcanzarán aproximadamente los 220 km/h. De ese modo, se ha promovido una mayor densidad dotacional en cuanto la infraestructura ferroviaria, en detrimento de una mayor eficiencia de este medio de transporte.

## **2.2. EFECTOS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA**

La alta velocidad ferroviaria es muy eficiente en la contracción de la relación espacio-tiempo. No obstante, es muy restrictiva teniendo en cuenta el número de lugares que pueden ser conectados mediante este medio de transporte. De hecho, los trenes de alta velocidad reducen extraordinariamente el tiempo de viaje entre los nodos que son directamente conectados y las áreas alrededor de estos. Sin embargo, el territorio

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>

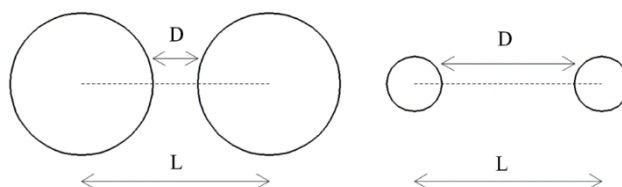


Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



intermedio en algunas ocasiones es utilizado como mero soporte físico de la infraestructura ferroviaria, ya que el único acceso controlado para acceder a una línea ferroviaria son las estaciones. Por consiguiente, el tren de alta velocidad genera espacios inaccesibles, ya que los residentes de algunas zonas no tienen acceso a la red que se encuentran en zonas no servidas. Sin embargo, la infraestructura pasa o se encuentra cerca de algunos núcleos de población. Este es el denominado efecto túnel (Plassard, F., 1991), ya que el tren de alta velocidad pasa por el territorio como si lo hiciera a través de un túnel (Figura 1).

Figura 1. Efecto túnel.



Fuente: Elaboración propia basado en Garmendia, M., y Ureña, J.M., 2007.

Este efecto túnel producido por el tren de alta velocidad depende de dos características, la distancia entre accesos (L) a la red ferroviaria, es decir, a las estaciones. Así como la conexión con el entorno interior-hinterland (L-D) (Garmendia, M., y Ureña, J.M., 2007). De ese modo, el efecto túnel se produce cuando un amplio territorio (D) queda desvinculado de la infraestructura que lo atraviesa.

El segundo efecto reseñable es la articulación de dinámicas socio-económicas producidas por la implementación de la alta velocidad ferroviaria, pues las líneas de alta velocidad ferroviarias permiten el movimiento rápido y eficiente de las personas entre los nodos o ciudades que son conectadas por este medio de transporte. De esta forma, el tren de alta velocidad permite la diversificación de las estrategias espaciales de la mayoría de las actividades socioeconómicas (Escolano, S., 2012), ya que la eficiencia del tren de alta velocidad en la movilidad provoca una ampliación del espacio funcional existente en el territorio donde se implanta. Incluso, existe una relación directa entre la localización de empleo terciario cualificado y la ubicación de las estaciones del tren de alta velocidad (Willigers, J., y Bert, V.W., 2007). Por tanto, las nuevas líneas del tren de alta velocidad deben ser justificadas por su capacidad para conectar grandes grupos urbanos metropolitanos de naturaleza terciaria predominante, teniendo en cuenta que los principales usuarios de este medio de transporte provienen de este sector (Ureña, J.M., 2012).

Asimismo, las líneas de alta velocidad se construyen con el fin de servir a grandes ciudades o polos de importante actividad económica. Estos nodos espaciales acogen evidentemente los mayores beneficios de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad. No obstante, el trazado del tren de alta velocidad encuentra a su paso otras ciudades de tamaño mediano o pequeño. Generalmente, estas ciudades de entidad menor se insertan dentro de regiones con difícil acceso a los centros de actividad económica. Además, estas ciudades disponen de un bajo nivel de desarrollo. Luego, el tren de alta velocidad favorece la dominancia de las principales metrópolis nacionales (Vickerman, R.W., 1991).

Por tanto, la tercera consecuencia de la alta velocidad ferroviaria en el territorio, es la fragmentación de la dimensión espacial, produciendo una polarización. Debido a que las líneas de alta velocidad ferroviaria contribuyen enormemente a la evolución de las ciudades que acogen una estación ferroviaria de alta velocidad y los territorios circundantes, produciéndose en éstas un enorme desarrollo territorial (Gutiérrez, J. y Urbano, P., 1996; Gutiérrez, J. 2001; Schafer, A. y Víctor, D. G., 2000; Bellet, C., et al., 2010) y urbano



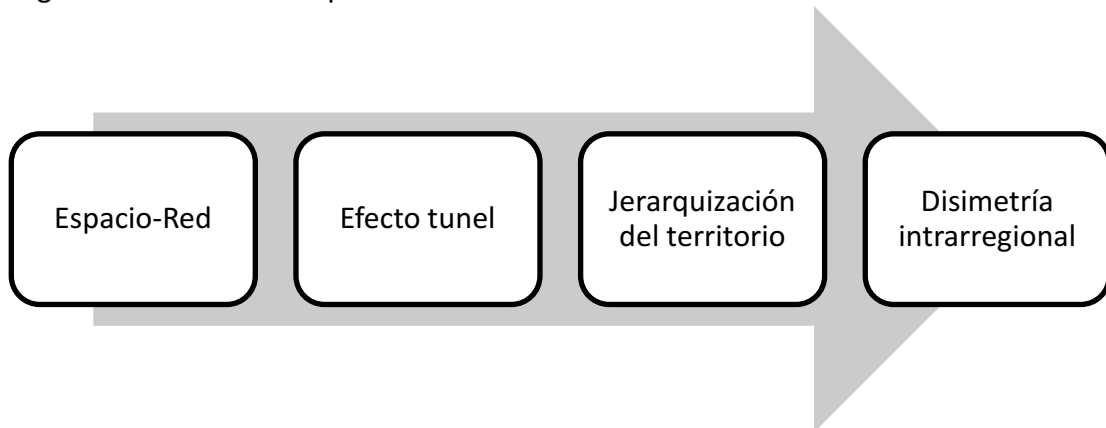
(Garmendia, M., y Ureña, J.M., 2007; Borzacchiello, M.T., et al., 2010). Así como, la reestructuración territorial (Ureña, J.M., et al., 2009; Martínez, H.S. y Givoni, M., 2012) y cambios en la intensificación del uso del suelo (Geurs, K.T., et al., 2012).

Asimismo, los polos de mayor atracción absorben los recursos de las ciudades con menor poder de atracción, ya que la contracción del espacio producido por la evolución de los transportes puede producir la acumulación de actividades y recursos en aquellos lugares que mejor están conectados con el resto de los lugares (Harvey, D., 1989). Como consecuencia, los territorios que disponen estación ferroviaria de alta velocidad acumularán actividades y recursos de aquellos lugares que por el contrario no disponen de estación del tren de alta velocidad. Este fenómeno producido por la jerarquización del territorio es denominado efecto bombeo (Gutiérrez, J., 1998).

Entonces, la alta velocidad ferroviaria facilita la absorción y distribución de actividades de las ciudades medias a las grandes metrópolis, pues la mejora de la accesibilidad por la implantación de la alta velocidad en el territorio, en las ciudades situadas en regiones intermedias del trayecto es menor que en las ciudades situadas en los extremos de la línea ferroviaria. Además, estas últimas ya concentraban en la mayoría de las ocasiones, numerosas y grandes infraestructuras de transporte antes de la llegada del tren de alta velocidad, ya que estas ciudades debían ofrecer servicios de transporte a la gran población demandante que reside en las mismas (Plassard, F., 1991; Vickerman, R.W., 1991).

Consecuentemente, es necesario asegurar que el tren de alta velocidad como infraestructura de grandes prestaciones, no permita la absorción de los recursos humanos y materiales de las regiones menos favorecidas y periféricas, mediante el efecto bombeo (Gutiérrez, J., 1998). En caso contrario, se producirá una causalidad circular alrededor de las estaciones y no lineal, provocando disimetrías regionales, debido a que sólo unas ciertas partes del territorio mejorarán su accesibilidad y servicios (Gutiérrez, J., y Urbano, P., 1996; Gutiérrez, J., 1998).

Figura 2. Fases de las implicaciones territoriales de la alta velocidad ferroviaria.



Fuente: Elaboración propia.

Precisamente, para reducir al máximo estos efectos polarizadores y permitir el acceso equitativo al servicio, cobran interés los estudios que analizan los fenómenos de “hinterlands” o zonas de sombra provocados por la implantación del tren de alta velocidad (Puga, D., 2002; Banister, D., y Berechman, Y., 2001; Bröcker, J. et al. 2004), así como aquellos que analizan los efectos de desbordamiento, entendido como tal efecto los





beneficios que una región recibe por las infraestructuras construidas en otra (Pereira, M.A. y Sagalés, O.R. 2003; Rokicki, B. y Stępnia, M. 2018). El objetivo común de estas investigaciones es reducir al máximo dicho efecto y repartir equitativamente los beneficios de este modo de transporte entre el mayor número de usuarios posible de un territorio, primando la conexión a la red de alta velocidad independientemente de la localización geográfica del mismo. No obstante, en estos estudios puede existir una falta de criterio común en la interpretación de los resultados.

A este respecto necesariamente se debe recordar que tradicionalmente la planificación de infraestructuras trataba de lograr una mayor rentabilidad económica en el territorio, conectando a los núcleos urbanos con mayor población y desarrollo económico. Posteriormente, el análisis del impacto ambiental provocado por las infraestructuras de transportes en el territorio se erigió en una parte integral para el despliegue de nuevas infraestructuras o la mejora de las ya existentes, especialmente en autopistas y ferrocarriles de alta velocidad. Debido a que las infraestructuras de transporte proporcionan importantes oportunidades de desarrollo social y económico, produciendo una redistribución de los niveles de accesibilidad, y provocando como consecuencia claros impactos sobre la vertebración territorial (Naranjo, J.M., 2016). Siempre teniendo en cuenta que las infraestructuras por sí mismas no generan desarrollo socioeconómico, sino que son una oportunidad para lograrlo.

Actualmente existe una falta de enfoque común para medir los efectos en la cohesión territorial producidos por las grandes infraestructuras de transporte, debido a que la accesibilidad es a menudo olvidada en el análisis y planificación de estos sistemas (Naranjo, J.M., 2016). Pero precisamente, la accesibilidad es un concepto fundamental para comprender el efecto provocado por la infraestructura de transporte ferroviaria de alta velocidad en la cohesión territorial. Este concepto nació en 1952 (Geurs, K.T., et al., 2012), se ha demostrado su uso de gran utilidad en diferentes campos de planificación y ordenación territorial. Asimismo, ha ido adquiriendo gran variedad a lo largo de los años. Razonablemente, no existe de forma una definición consensuada sobre este concepto, siendo una noción escurridiza, uno de esos términos comunes que todo el mundo utiliza hasta que se encuentra con el problema de su definición y medida (Gould, P.R., 1969).

No obstante, todas las definiciones intentan determinar una medida que muestre la separación entre las actividades y los asentamientos humanos que se conectan mediante un sistema de transporte (Sherman, L., et al. 1974). Además, existen elementos fundamentales comunes entre las diferentes definiciones de accesibilidad y sus medidas: 1) analiza la distribución en el territorio de las distintas localizaciones midiendo la separación o proximidad entre dos o más puntos (Ingram, D.R., 1971) o como la probabilidad de desplazamiento entre dos puntos disminuye a medida que aumenta su separación (Levinson, D.M., 1998); 2) opera sobre el sistema de transporte permitiendo salvar la distancia entre dos puntos con un coste determinado, definiendo la facilidad con que las actividades pueden ser alcanzadas desde una localización dada con un sistema de transporte determinado (Morris, J.M., et al., 1979); 3) determina la utilidad de las diferentes localizaciones según sus características, es decir, las posibilidades que ofrecen cada uno de los destinos potenciales a la hora de satisfacer las necesidades de los ciudadanos, las empresas y los servicios públicos (Makri, M.C. y Folkensson, C., 1999); y 4) evalúa la posibilidad potencial de que los habitantes de un determinado territorio puedan participar en actividades específicas en otros lugares, añadiendo consideraciones sociales y económicas para cuantificar los beneficios netos de un lugar específico en función de su localización, la utilización de la red de transporte por parte de la población que acoge y el beneficio que disfruta esta última por el impacto social y económico que se desprenden de las infraestructuras (Geurs, K., y Ritsema J., 2003).



Actualmente, en las infraestructuras de transporte, para la planificación espacial es reconocida como crucial la mejora de la accesibilidad (Geurs, K. T. et al., 2012). Con toda esta información, los indicadores de accesibilidad son útiles en las siguientes situaciones: 1) para la integración con herramientas cartográficas y SIGs, para ayudar a evaluar el valor y la calidad del acceso a las infraestructuras de transporte; 2) para estudios de localizaciones estratégicas ideales para instalaciones públicas según sus comunicaciones y posición 3) como una ayuda en la planificación y procesos de toma de decisiones, y como una herramienta para priorizar acciones, especialmente cuando estas están fuertemente ligadas a la red de Transporte (Mérenne, B., 2008).

A este respecto, investigaciones recientes sobre accesibilidad espacial indican que los modelos de área de captación flotante son más utilizados que los modelos de gravedad porque son interpretables intuitivamente y usan áreas de captación de población de tamaño variable para cada uno de los centros de servicio en lugar de usar una sola área de captación para todos los centros de servicio, como se usa en el modelo de gravedad (Delamateur, P.L., 2013, Wan, N., et al., 2012, McGrail, M.R. y Humphreys, J.S., 2014).

Precisamente, esos indicadores deben ser evaluados como una ayuda a la toma de decisiones en las políticas de re-establecimiento del equilibrio del territorio y que las relacionadas con la localización de equipamiento público (Calvo, J.L., et al., 1997). Por tanto, dependiendo de la calidad de la red de transporte, las regiones más alejadas de los recursos naturales o más alejadas de los centros de consumo no podrán beneficiarse si están alejadas en el espacio-tiempo de los recursos humanos con una alta calidad sociocultural y/o medioambiental (Pueyo, A. et al., 2012). Este hecho sugiere que un área puede ser más o menos periférica dependiendo de sus conexiones de infraestructura a las redes básicas de transporte, beneficiándose de la cercanía a los centros de innovación, desarrollo económico y crecimiento poblacional (Vickerman, R.W., 1991).

Justamente, el análisis de la cohesión territorial mediante indicadores de accesibilidad en la planificación de las infraestructuras de transporte, es una temática frecuente de investigación. Así, algunos autores han evaluado de forma integrada los efectos económicos y espaciales, provocados por las diferentes inversiones y políticas en la red de transportes de la UE (Geurs, K. y Ritsema, J., 2003; Bröcker, J., et al., 2004; Willigers, J. y Van Wee, B., 2011). Sin embargo, en estos estudios puede existir una sobredemanda estimada a los servicios que se quiere acceder.

Por otro lado, otros investigadores reflexionan sobre cómo las infraestructuras jerarquizan el territorio, y afectan directamente a la cohesión territorial favoreciendo aquellas zonas con mayor dotación de infraestructuras de transporte (Martín, J.C., et al., 2004; Martínez, H.S., y Moshe, G., 2012; Ortega, E., et al., 2012). Esta diferencia entre las oportunidades de desarrollo aportadas por las infraestructuras a los diferentes territorios, modifica la jerarquización territorial. En este sentido, otros trabajos se centran en la relación entre la desigualdad en la distribución de la renta y la movilidad social, definida esta como el intercambio de personas entre diferentes lugares del territorio para desempeñar diferentes actividades (Salas, R., et al., 2002; Condeço, A., et al., 2011).

Precisamente, teniendo en cuenta la jerarquización de como las infraestructuras modelan el territorio y evitando la sobredemanda que puede existir en la estimación del acceso a los servicios ferroviarios, mediante el uso de áreas de flotantes se ha generado una nueva metodología específica aplicada a las características del transporte ferroviario de alta velocidad.

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



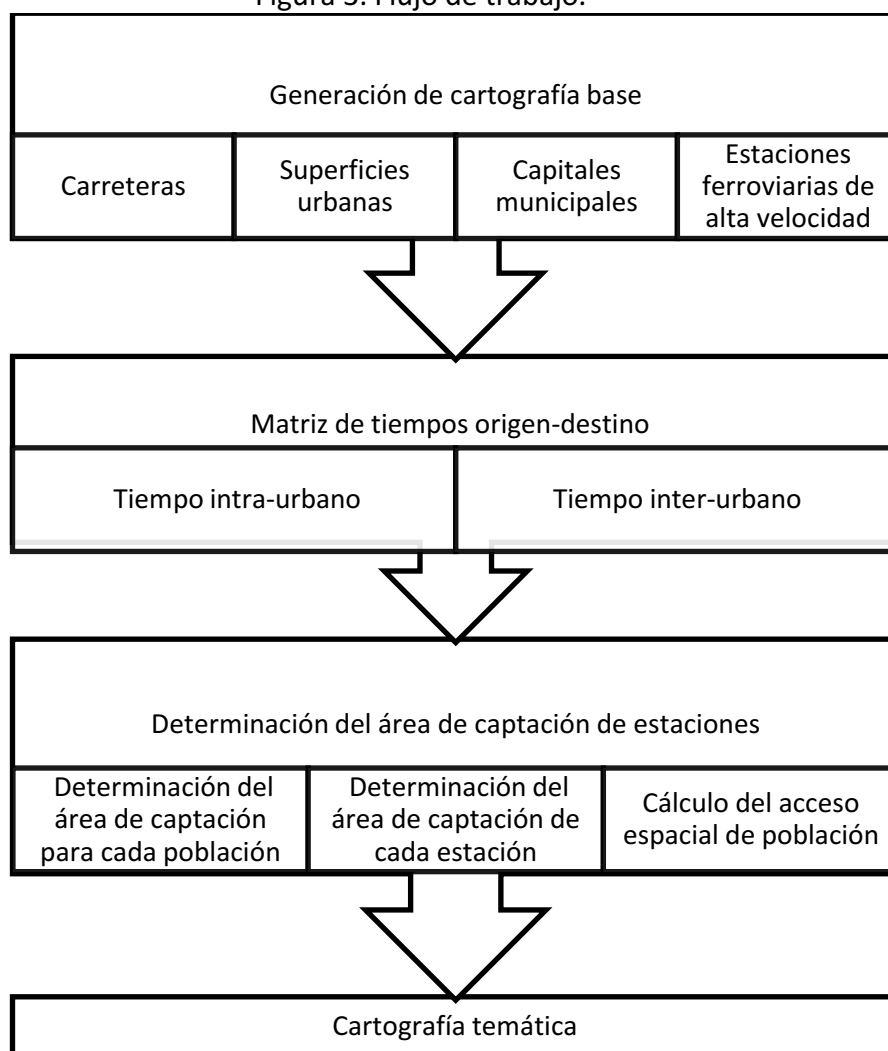
Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Los objetivos propuestos se alcanzaron utilizando el modelo de área flotante de 3 pasos (3SFCA), analizando el acceso de la población a los servicios ferroviarios de alta velocidad, desde los municipios españoles peninsulares a la estación de tren de alta velocidad más cercana, utilizando la red viaria de carreteras existentes en 2018 (Naranjo, J.M. et al., 2018).

Las tareas se ejecutaron mediante R, ArcGIS 10.5 y su herramienta propia de análisis de redes, siendo toda la información utilizada pública y oficial. Las redes de carreteras fueron obtenidas del Mapa de Carreteras Oficial (2018)(Ministerio de Fomento, 2018b); las divisiones administrativas de los municipios y la delimitación del suelo urbano de las capitales de los municipios de la Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000 (BCN200)(Instituto Geográfico Nacional, 2013); la población de los municipios españoles en 2017 se obtuvo de la Revisión del Padrón Municipal (Instituto Nacional de Estadística, 2017), la ubicación de las estaciones ferroviarias de alta velocidad de Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) (Ministerio de Fomento 2018b) y del PITVI 2012-2024 (Ministerio de Fomento, 2012) y el número de servicios y destinos de los trenes de alta velocidad (Renfe, 2018).

Figura 3. Flujo de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.



Esencialmente, la metodología comienza con el diseño de la cartografía base, progresa con la determinación de las áreas de captación flotante de las estaciones ferroviarias dotadas con algún servicio de alta velocidad y finaliza con la obtención de cartografía temática, que muestra el grado de cobertura ferroviaria de alta velocidad en cada municipio (Figura 3).

La cartografía está compuesta por cuatro capas de información. La primera capa está compuesta por la red de carreteras, mediante cartografía vectorial arco-nodo, permitiendo calcular la impedancia en minutos, entendida como la resistencia al movimiento, desde la capital municipal hasta la estación de tren más cercana. El segundo estrato de información es la superficie urbana medida a través de las entidades gráficas poligonales que tienen asociadas como información alfanumérica la población. La tercera capa de información son las capitales municipales con la población asociada. La cuarta, puntos evocando estaciones de ferrocarril con algún servicio ferroviario de alta velocidad, siendo el número de servicios a lo largo del día la información alfanumérica asociada.

El segundo paso de la metodología consiste en calcular la matriz de tiempos origen-destino. El tiempo que tarda el usuario en llegar a la estación se calculó como el tiempo del trayecto entre las capitales municipales y las ciudades que disponen de una estación ferroviaria de alta velocidad. Además de calcular el tiempo inter-urbano de desplazamiento entre ciudades y pueblos, se calcularon los tiempos intra-urbanos que se tarda en atravesar los entornos urbanos. La estimación del tiempo de viaje intra-urbano está basada en la superficie urbana y en la población de cada núcleo urbano. Los tiempos de viaje intra-urbanos en esta metodología son estimados según la densidad de población de las zonas, a través de un ajuste lineal que asigna un máximo de 80 km/h a las zonas de menor densidad poblacional y un mínimo de 20 km/h a las zonas más pobladas (Condeço, A., 2010).

Finalmente, el tiempo total del trayecto entre las capitales municipales y los núcleos urbanos que poseen alguna estación ferroviaria de alta velocidad se obtiene sumando el tiempo inter-urbano más el tiempo intra-urbano. Excepto cuando la capital municipal y el núcleo urbano que dispone de la estación son el mismo, pues en ese caso el tiempo total del trayecto es sólo exclusivamente el tiempo intra-urbano.

El siguiente paso consiste en la determinación del área de captación de las estaciones ferroviarias con servicio de alta velocidad. En este estudio se ha utilizado el método de tres pasos de zona de captación flotante (3SFCA), asumiendo que la población que demanda servicios ferroviarios de alta velocidad está influenciada por la disponibilidad también de otras estaciones cercanas, asignando un peso de competitividad basado en el tiempo de viaje para cada lugar con una estación. Este peso se utiliza en el cálculo de la demanda de los lugares que disponen del servicio ferroviario de alta velocidad, minimizando la sobreestimación (Wan, N., et al., 2012). El método se implementa en tres pasos:

Paso 1: Determinación de la captación de una población  $i$  basado en el tiempo de conducción para llegar a la estación más cercana desde una población. Este paso consiste en la búsqueda de todas las estaciones que ofrecen servicios ferroviarios de alta velocidad del área de captación, asignando un peso Gaussiano a cada lugar de servicio según la sub-zona en la que se encuentre el lugar de servicio. De ese modo en función del tiempo máximo y mínimo del área de captación de cada estación, se establecen cinco intervalos iguales para delimitar cada una de las sub-zonas (por ejemplo, si un sitio de servicio está ubicado dentro de la tercera sub-zona, el peso gaussiano será  $W_3$ ). Teniendo en cuenta que cada área de recepción, determinada por la



ubicación de cada estación se establece en función del tiempo de viaje que recorre cada población de un término municipal, hasta llegar a la estación ferroviaria.

$$G_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{k \in \{Dist(i,k) < d_0\}} T_{ik}} \quad (1)$$

donde  $G_{ij}$  es la selección de peso entre la localización  $i$  correspondiente a cada capital de municipio) y el lugar donde se ofrece el servicio ferroviario de alta velocidad  $j$  correspondiente a cada estación de ferrocarril de alta velocidad,  $Dist(i, k)$  es el coste del tiempo de viaje medido en minutos desde  $i$  a cualquier lugar de servicio  $k$  dentro del área de captación, y  $d_0$  es el tamaño del área de captación, en este caso puede ir desde simplemente el tiempo de viaje dentro de una ciudad que tenga estación a distancias de conducción más grandes). Asimismo,  $T_{ij}$  y  $T_{ik}$  son los pesos Gaussianos asignados para  $j$  y  $k$  respectivamente.

Paso 2: Determinación del área de captación en función del tiempo de viaje de cada lugar de servicio  $j$  y división del área de captación en cinco sub-zonas usando el mismo procedimiento que en el paso 1. Búsqueda de todos los lugares dentro del área de captación flotante y cálculo de la ratio relación estación-población ( $R$ ) de  $j$  mediante

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in D_r} G_{kj} P_k W_r} \quad (2)$$

donde  $S_j$  es la capacidad de servicio de  $j$ , es decir, el número de trenes de alta velocidad que se ofertan cada día en cada estación.  $W_r$  es la impedancia de  $r$ th sub-zona  $D_r$ ,  $G_{kj}$  es el peso de la selección entre  $j$  y la ubicación de la población  $k$ , y  $P_k$  es el tamaño de la población  $k$ .

Paso 3: Cálculo del acceso espacial de la población del lugar  $i$  mediante

$$A_i^F = \sum_{j \in D_r} G_{ij} R_j W_r \quad (3)$$

donde  $R_j$  es la ratio estación-población de  $j$  dentro del área de captación,  $G_{ij}$  es el peso de la selección entre  $i$  y  $j$ , y  $W_r$  es el peso Gaussiano de la sub-zona  $r$ th de  $D_r$ .

La metodología 3SFCA asume que la demanda de la población local en un sitio cercano está afectada por el tiempo del viaje desde la población a un sitio de destino, así como sus tiempos de viaje a sitios de servicio adyacentes, siendo esta una suposición lógica. El peso de la selección,  $G_{ij}$ , refleja este cambio.  $G_{ij}$  es igual a 1 cuando solamente existe una estación ferroviaria de alta velocidad accesible para una población, pero disminuye con el aumento de alternativas disponibles. De hecho, la multiplicación de  $G_{ij}$ ,  $P_i$ , y  $W_{ij}$  representa la demanda de la población ajustada a la localización de cada estación ferroviaria  $j$ .

El último paso metodológico consiste en la obtención de la cartografía temática mediante el uso de un SIG. Para ello se establecieron cinco clases de cobertura ferroviaria de alta velocidad, muy alta, alta, media, baja y muy baja, asignando un color representativo a cada uno de los municipios según la clase en la que se



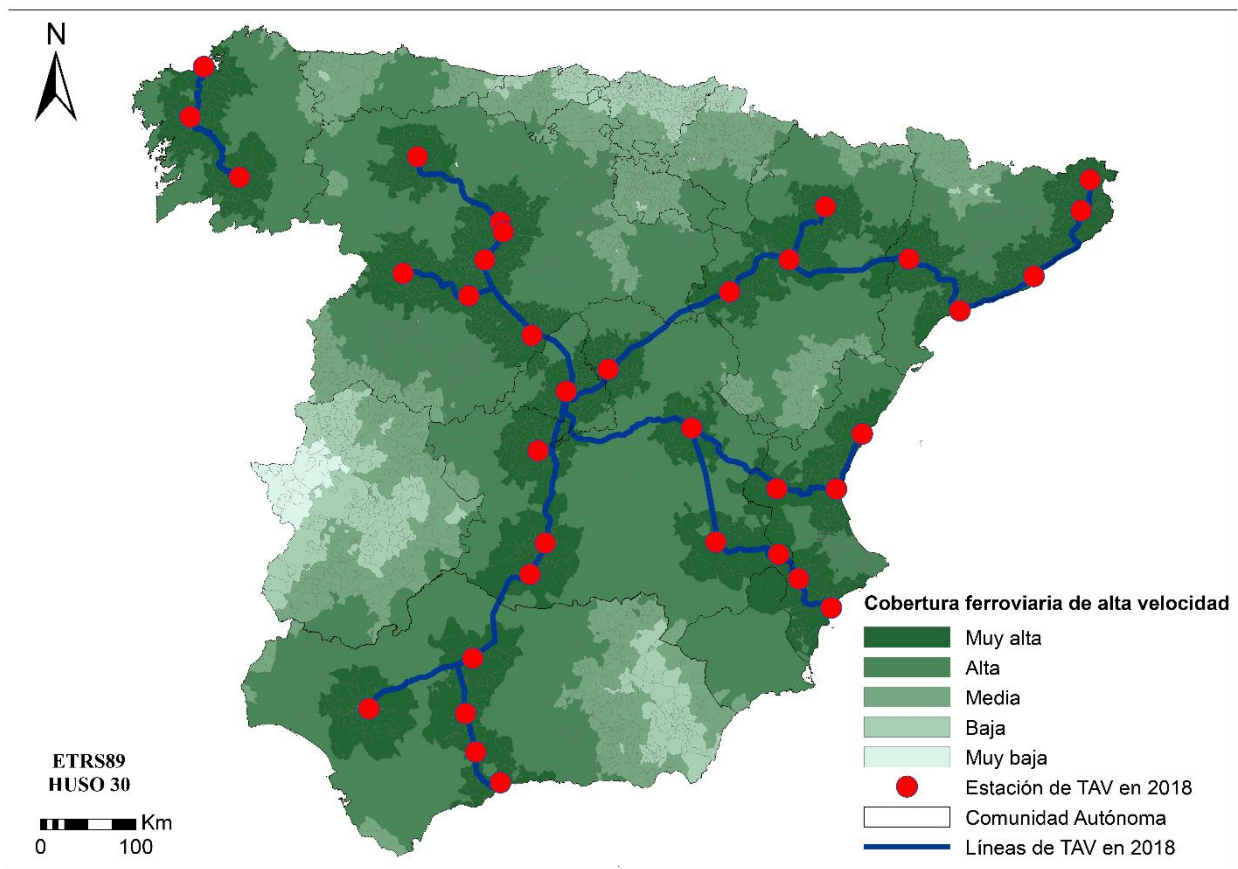


encuentren. Una vez identificados y clasificados los municipios, mediante lenguaje de consulta estructurada se determinó el porcentaje de municipios y la población residente en cada uno de ellos en función de las cinco clases asignadas de cobertura ferroviaria.

#### 4. RESULTADOS

La determinación de las áreas de servicio permite determinar la cobertura ferroviaria de alta velocidad. Asimismo, la cobertura ferroviaria permite elaborar un mapa temático para analizar los efectos territoriales de la red ferroviaria de alta velocidad. De ese modo, es posible determinar la dualidad entre espacios servidos convenientemente y otros no servidos.

Mapa 2. Cobertura ferroviaria de alta velocidad en la España Peninsular.



Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, el espacio-red determinado por las redes carreteras y las líneas de alta velocidad permite observar (Mapa 2) cuales son los espacios cuya cobertura ferroviaria de alta velocidad es muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Obviamente, todos aquellos municipios que tienen o se encuentran cerca de una estación ferroviaria de alta velocidad disponen de las máximas coberturas ferroviarias. Por el contrario, existen municipios alejados de estas zonas en términos de tiempos de acceso, y como consecuencia, disponen de escasa cobertura. Las Comunidades Autónomas donde no existen líneas ferroviarias de alta velocidad disponen de muy baja

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



cobertura, es el caso de Extremadura, Principado de Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra y La Rioja. Asimismo, reseñar el curioso caso de Murcia que, aunque no dispone de estaciones ferroviarias de alta velocidad, tiene una cobertura alta, debido al efecto desbordamiento del servicio ferroviario producido en las estaciones cercanas situadas al norte. Asimismo, se puede apreciar (Mapa 2) que existen Comunidades Autónomas que, a pesar de disponer de líneas ferroviarias de alta velocidad, también disponen de espacios extensos formados por varios municipios cuya cobertura ferroviaria es media, baja e incluso muy baja. Esto sucede en el caso de la parte más oriental de Andalucía, en la parte sur de Aragón, en la parte central de Castilla-La Mancha y la parte noroccidental de Cataluña.

En segundo lugar, teniendo en cuenta el efecto túnel y la distribución espacial de las estaciones ferroviarias de alta velocidad, podemos observar (Mapas 1 y 2) que entre algunas estaciones no existe una cobertura muy alta a pesar de encontrarse en las cercanías de algunas estaciones. Esto sucede entre los municipios que se encuentran entre las estaciones de Huelva y Córdoba, Córdoba y Ciudad Real, Madrid y Cuenca, Cuenca y Albacete, Cuenca y Valencia, Madrid y Segovia, León y Palencia, y Zaragoza y Lleida. Posiblemente, este efecto túnel debido a que existen gran número de estaciones ferroviarias para este tipo de medio de transporte.

En tercer lugar, respecto a la jerarquización del territorio y teniendo en cuenta que se trabaja a nivel municipal permitiendo este nivel observar como prevalecen las conexiones locales sobre la red de transporte (Pueyo, A., et al., 2012), se puede observar que el modelo más común que se produce es el modelo centro-periferia, centrado en aquellos municipios que disponen de alguna estación ferroviaria de alta velocidad. En consecuencia, los habitantes de ese municipio y los de alrededor más cercanos poseen mayor movilidad y disponen de mayores oportunidades para recibir y desarrollar actividades en otros territorios. Esta dinámica interna provoca que la periferia sea incapaz de generar una dinámica propia de desarrollo. De esta forma, se produce un modelo de organización espacial basado en la desigualdad de desarrollo socio-económico.

A este respecto, se produce una disimetría intrarregional, ya que en este nuevo marco territorial las zonas periféricas alrededor de las estaciones deben promover actividades para atraer actividad para competir con las áreas centrales ubicadas en las estaciones, aprovechando las economías de escala ofrecidas por las nuevas infraestructuras de transporte. De ese modo, lograrán ser eficientes y competir con las áreas centrales (Domínguez, A., et al., 2007).

Posteriormente, los resultados alfanuméricos de la clasificación realizada permiten la representación gráfica que relaciona el porcentaje del número de municipios y el porcentaje de población residente en ellos, en función de las cinco clases de cobertura ferroviaria de alta velocidad (Figura 4).

La figura 4 destaca como el mayor porcentaje de población se concentra en aquellos municipios que disponen de cobertura muy alta y donde hay mayor número de municipios. Consecuentemente, estos municipios están densamente poblados. Todo lo contrario, sucede en la categoría de muy baja cobertura ferroviaria de alta velocidad.

Asimismo, la figura 4 muestra como actualmente la red ferroviaria de alta velocidad ofrece muy alta cobertura a más de la mitad de la población española peninsular y que están más densamente poblados. Por tanto, parece que la red ferroviaria de alta velocidad da servicio a las poblaciones más habitadas. Incluso, la progresión de la población desde una mayor cobertura a la menor categoría va disminuyendo. Por tanto, es necesario establecer mejor accesibilidad a aquellos municipios donde la cobertura es escasa.

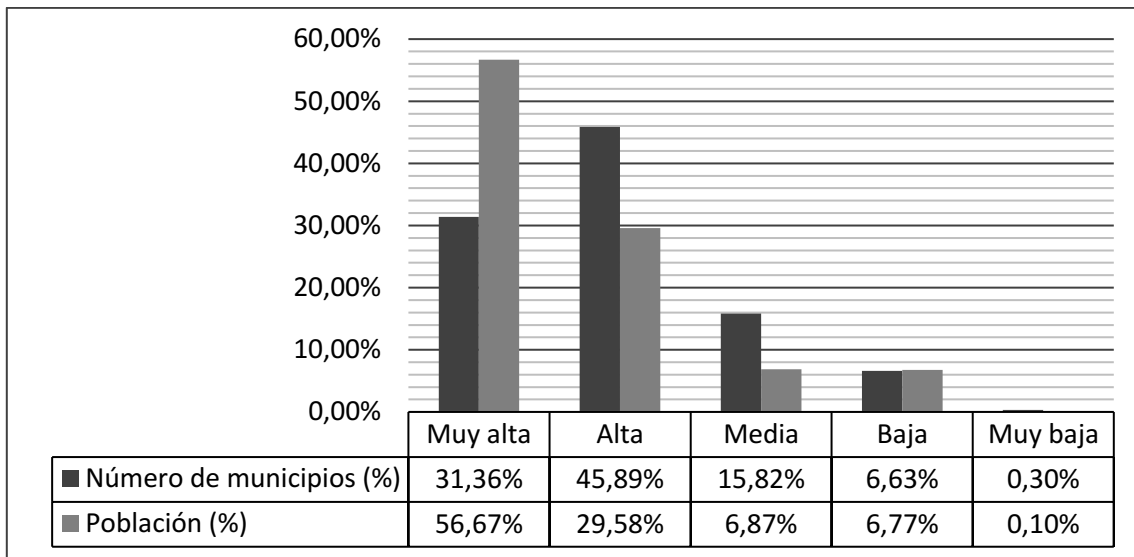
Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776

<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Figura 4. Proporción de municipios y población según la cobertura ferroviaria de alta velocidad.



Fuente: Elaboración propia.

## 5. DISCUSIÓN

La implantación de un nuevo ferrocarril suele generar grandes expectativas de dinamización socioeconómica y, por tanto, expectativas de cohesión territorial. Sin embargo, muchas de estas expectativas no llegan nunca a materializarse y si lo hacen, los cambios se producen con mayor lentitud y menor intensidad de lo esperado (Plassard, F., 1992, Bellet, C., et al., 2010). Debido a que la infraestructura de alta velocidad se insiere en un complejo sistema de relaciones territoriales, y como tal hay que tratarlo. Por tanto, el análisis de los efectos debe tener en cuenta las características y la organización del espacio donde se inscribe, antes y después de la puesta en marcha de los nuevos servicios ferroviarios, así como las estrategias desarrolladas por los diferentes agentes durante los procesos de decisión y valoración de la infraestructura (Garmendia, M., et al., 2007). Debido a que las infraestructuras permiten, pero no causan directamente el desarrollo socioeconómico del territorio (Plassard, F., 1992, Miralles, C. y Cebollada, A., 2009).

No obstante, se constata el hecho de que la infraestructura aporta ventajas comparativas importantes respecto aquellos otros lugares que no cuenta con ella (Gutiérrez, J.A. et al., 2015; Naranjo, J.M., 2016). Por tanto, sin ser una condición suficiente de crecimiento económico y de creación de bienestar la alta velocidad ferroviaria puede dinamizar aspectos substanciales de las estructuras sociales y económicas (Plassard, F., 1992, Gutiérrez, J., 2001, Bellet, C., et al., 2010). De hecho, la alta velocidad ferroviaria puede erigirse en un instrumento de dinamización en función de los siguientes factores: las características de la red y de la implantación de la infraestructura en el territorio, el nivel y características del servicio, las características socioeconómicas y del contexto territorial en el que se implantan, y por último, las estrategias desarrolladas por los agentes del medio, es decir, la capacidad de los agentes del territorio de interactuar con las oportunidades que introduce la alta velocidad ferroviaria (Bellet, C., et al., 2010).

Este debate se plantea en el contexto de la alta velocidad ferroviaria (Garmendia, M. et al., 2007), ya que el ferrocarril del S. XIX fue la primera infraestructura de transporte que comenzó a polarizar o diferenciar



territorios (Capel, H., 2007). Después, en la segunda mitad del S. XX, la construcción de carreteras, especialmente autopistas, contribuyó a la dicotomía entre espacio conectado y desconectado (Plassard, F., 1992). Finalmente, a finales del S. XX en Europa, la alta velocidad ferroviaria revivió el debate sobre la polarización del territorio debido a la especialización que produce esta infraestructura (Garmendia, M. et al., 2007), pues a pesar de las similitudes con otros modos de transporte, el fenómeno del tren de alta velocidad es relativamente nuevo en sus repercusiones sociales y físicas en las ciudades (Ureña, J.M., 2012).

A este respecto la polarización producida por la alta velocidad ferroviaria se debe a sus infraestructuras y a las características del servicio que ofrece, pues es único en el impacto que provoca en las estructuras urbanas y territoriales. El tren de alta velocidad necesita una distancia mínima para acelerar y poder alcanzar su máxima velocidad. De esta forma, el objetivo inicial del este medio de transporte era facilitar contactos entre las metrópolis que estaban separadas 500 a 700 km, pues esta distancia permitía acelerar a este medio de transporte y explotar sus servicios de forma óptima, reduciendo la dependencia del transporte aéreo y reforzando actividades cuaternarias (Ureña, J.M., 2012).

Pero indudablemente este modo de explotación hace que el tren de alta velocidad se asemeje enormemente al transporte aéreo y se diferencia del tren convencional (Plassard, F., 1992). De hecho, se utiliza la infraestructura no para dar servicio a las regiones que atraviesa, sino a los orígenes y destinos de los trayectos ferroviarios que disponen de estación. Mientras que perturba enormemente al territorio intermedio, al igual que otras infraestructuras de alta capacidad. Por tanto, este medio de transporte es específicamente concebido como conexión entre grandes ciudades, pero no como un medio de transporte de transporte rápido entre los territorios que atraviesa.

Sin embargo, las presiones de las comunidades locales para establecer estaciones en ciudades más pequeñas y la evidencia de tráfico sobre distancias más cortas, abrió nuevas perspectivas que provocaron la superposición de infraestructuras viarias tanto de carreteras como de ferrocarriles. Aunque, esta superposición en el tiempo se ha producido de forma muy distinta de unos territorios a otros. En algunos casos el trazado de las infraestructuras de transporte ha respondido a la estructura del territorio y las sucesivas infraestructuras se han ido concentrando sobre los mismos corredores, de forma que los asentamientos ubicados a lo largo de ellos han ido reforzando su centralidad en el territorio (Ureña, J.M., et al., 2009). Sin embargo, en otros casos las infraestructuras de transporte se han trazado con criterios ajenos a la estructura del territorio atravesado, conectando eficientemente solamente ciertas áreas urbanas de gran tamaño y relevancia nacional.

Cualquiera que sea la lógica del trazado de las nuevas infraestructuras de transporte, éstas condicionan indiscutiblemente la evolución de los territorios que conectan. No obstante, dicha evolución dependerá a su vez de la situación inicial de partida. A este respecto, cuando las lógicas de la infraestructura coinciden con las lógicas del territorio, es decir, las conexiones infraestructurales son coincidentes con los elementos centrales del territorio, la nueva conexión aumenta y refuerza la jerarquización territorial existente. Sin embargo, cuando dichas lógicas son distintas, el efecto de las infraestructuras en el territorio será más complejo, ya que introducirán un nuevo factor de distorsión en la evolución del territorio (Garmendia, M., et al., 2011). De esta forma, en los territorios con una estructura urbana claramente jerarquizada es más probable que las lógicas de las conexiones y las lógicas territoriales coincidan. Así como, las lógicas de los trazados de las infraestructuras se refuercen. No obstante, en territorios alejados de las grandes metrópolis y carentes de jerarquía, no es tan evidente que las lógicas de conexión coincidan con las lógicas del territorio, ni que las lógicas de conexión se mantengan a lo largo del tiempo (Auphan, E., 2002). En este último caso, es



mucho más difícil establecer las relaciones entre las lógicas de las conexiones y las lógicas territoriales. A este respecto, la literatura sobre los efectos del tren de alta velocidad en la región hace referencia a los cambios de accesibilidad que dicho territorio experimenta.

No obstante, la enorme evolución de este medio de transporte ha llevado a muchos investigadores a asumir erróneamente, una simplista y uniforme contracción del tiempo y del coste de viaje (Knowles, R.D., 2006). Sin embargo, las diferencias en el suministro de este medio de transporte han provocado una desigualdad territorial en el acceso al transporte y, por tanto, una movilidad desigual. Así, desde el enfoque de la cohesión territorial, el tren de alta velocidad ha tenido una difusión desigual en el territorio, aumentando las diferencias socio-económicas entre las regiones, ya que el desigual desarrollo de las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad y de estos servicios de transporte en el territorio, provoca que las regiones sean más o menos accesibles.

A este respecto, se demostró que el aumento de la accesibilidad en las ciudades de Japón, por la implantación de nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad, también incrementaba notablemente las diferencias territoriales entre ciudades que poseían o no estación de tren de alta velocidad, siendo las primeras las más beneficiadas por la llegada de la alta velocidad ferroviaria (Murama, Y., 1994). Además, la literatura plantea de forma teórica las modificaciones que el territorio puede sufrir, estableciendo los criterios para el máximo aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la alta velocidad ferroviaria (Ribalaygua, C., 2005).

Consecuentemente, la implantación del tren de alta velocidad en el territorio provoca procesos de diferenciación espacial y transformaciones socio-productivas contemporáneas de una forma convulsa.

## **6. CONCLUSIONES**

El modelo de análisis utilizado, ayuda al análisis de una de las dos redes de transporte terrestre más importante en España, la red ferroviaria de alta velocidad. Asimismo, la evaluación de su impacto sobre el territorio ayuda a visualizar los efectos estructurales que este importante medio de transporte tiene sobre el territorio de la España Peninsular.

En relación con lo anterior, la cartografía temática elaborada representando las áreas de servicios en función de la accesibilidad y teniendo en cuenta la variable demográfica, se demuestra válido y útil para evaluar el efecto de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad y las carreteras para poder acceder a las estaciones. De hecho, este puede ser de gran interés para los tomadores de decisiones en la planificación de las infraestructuras de transporte analizadas. Incluso, se propone mediante esta metodología modelar escenarios futuros y analizar más redes de transporte, como la red de transporte aéreo.

A partir de los efectos territoriales de las líneas ferroviarias de alta velocidad, se puede afirmar que el efecto túnel si bien existe no es tan acusado como cabría esperar, ya que los espacios intermedios entre estaciones suelen tener altas coberturas ferroviarias. Por tanto, aunque el tren de alta velocidad necesita una distancia mínima para poder acelerar y llegar a su velocidad, y de ese modo que este medio de transporte sea explotado de forma eficiente, parece que existe un gran número de estaciones que evitan que se produzca el efecto túnel entre algunas de ellas de forma intensa. Posiblemente, la gran cantidad de estaciones se deba a las presiones de las Comunidades Autónomas y regiones locales. También, puede deberse a una

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776

<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

planificación de la infraestructura basada en la justicia social, eso sí, para aquellas poblaciones que se encuentran dentro del recorrido de las líneas ferroviarias. No para las restantes regiones periféricas.

A este respecto y teniendo en cuenta la disimetría intrarregional, las estaciones inicialmente en España se han implantado en aquellas ciudades que poseen una mayor población, ya que pueden demandar más este medio de transporte. Contrariamente aquellas ciudades que no disponen de una estación ferroviaria o bien la estación más cercana se encuentra alejada en términos de accesibilidad, dispone de menos posibilidades para lograr una mayor cohesión territorial, ya que dispone de menos oportunidades de desarrollo socioeconómico (Naranjo, J.M., 2016). Como consecuencia, estos factores determinan que los beneficios que pueden obtenerse de este medio de transporte no son tan evidentes en las ciudades de tamaño pequeño o mediano que se distribuyen lejos o a lo largo de su trazado, pero no cuentan con una estación ferroviaria de alta velocidad. Asimismo, normalmente estas ciudades se encuentran en zonas con desventajas geográficas y demográficas con una limitada accesibilidad a los principales centros de actividad económica (Gutierrez, J.A., et al., 2014).

Como consecuencia, la noción de localización geográfica pierde su importancia a favor de proximidad de acceso a la infraestructura ferroviaria de alta velocidad. De hecho, teniendo en cuenta el concepto de comportamiento espacial, las ciudades con estación ferroviaria de alta velocidad se convierten en puntos intercambiadores entre el transporte de carreteras y el ferroviario de alta velocidad. Asimismo, teniendo en cuenta la noción de localización geográfica como un factor estructurador de la influencia del espacio en la organización de las actividades socioeconómicas, se puede afirmar que las estas ciudades con estación ferroviaria adquieren una mayor importancia territorial. Así una ciudad cuanto más se aleja, en términos de accesibilidad, de una estación tendrá menos oportunidades de desarrollo socioeconómico. Por tanto, la accesibilidad constituye una medida de representación espacial y del rendimiento del sistema de transporte ferroviario de alta velocidad y el de carreteras.

A este respecto, se demuestra que existen municipios que se encuentran lejos de la red ferroviaria de alta velocidad, mostrando un bajo rendimiento de este medio de transporte, entendiendo la accesibilidad como una forma de determinar la redistribución y la arbitración espacial de la cobertura ferroviaria de alta velocidad. De ese modo, la clasificación de los municipios en función de su grado de cobertura también permite determinar que existen Comunidades Autónomas donde, aunque existen líneas ferroviarias de alta velocidad, su gran extensión hace que existan zonas con baja cobertura.

Asimismo, el estudio llevado a cabo muestra las fuertes interrelaciones entre las redes de transporte y los centros de población, permitiendo comprender donde aumentar la accesibilidad o aumentar la infraestructura ferroviaria de alta velocidad, ya que indudablemente las redes de transporte son cruciales para la estructura económica del mundo moderno (Miralles, C., y Cebollada, A., 2009) y constituyen una importante herramienta para la cohesión territorial, porque actúan como catalizadores en la unificación de espacios y proporcionan estructura al territorio, al tiempo que reflejan el desequilibrio existente entre las diferentes zonas (Givoni, M., 2006). De hecho, los transportes constituyen un importante instrumento de cohesión e integración territorial (Vickerman, R.W., 1991). Por tanto, dichos sistemas deben responder a los objetivos y preocupaciones de una política que contemple la eficiencia desde el punto de vista territorial (Tsamboulas, D.A., y Dimitropoulos, L., 1999), reduciendo en la medida de lo posible las disparidades entre territorios (CEE, 1999, Hey, Ch., et al., 1997, Copano, L., 2018).



## REFERENCIAS

- Auphan, E. (2002). Le TGV Méditerranée: un pas décisif dans l'évolution du modèle français à grande vitesse. *Méditerranée*, 98(1), 19-26.
- Banister, D., y Berechman, Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*, 9(3), 209-218. doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00013-8)
- Bellet, C., Logroño, A., Pilar, M., y Casellas, A. (2010). Infraestructuras de transporte y territorio. Los efectos estructurantes de la llegada del tren de alta velocidad en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 52, 143-163.
- Borzacchiello, M. T., Nijkamp, P., y Koomen, E. (2010). Accessibility and urban development: a grid-based comparative statistical analysis of Dutch cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(1), 148-169. doi: <https://doi.org/10.1068/b34126>
- Bosque, J. (1994). Geografía y geógrafos en la España contemporánea. *Estudios Geográficos*, 214(55), 13-45.
- Bröcker, J., Capello, R., Lundqvist, L., Meyer, J., Rouwendal, J., Schneekloth, N., Van Vuuren, D. (2004). *Final report of action 2.1. 1. of the European spatial planning observatory network (ESPON) 2000-2006*. Christian-Albreschts-Universität Kiel: Kiel, Germany.
- Comunidad Económica Europea. (1999). *European Spatial Development Perspective (ESDP)*. Luxemburgo: Oficina para Publicaciones Oficiales de la Comunidad Económica Europea.
- Comunidad Económica Europea. (2004). *A new partnership for cohesion: convergence competitiveness cooperation*. Luxemburgo: Oficina para Publicaciones Oficiales de la Comunidad Económica Europea.
- Comunidad Económica Europea. (2006). *Community Strategic Guidelines on Cohesion. Second report on economic and social cohesion 2006/702/EC*. Luxemburgo: Oficina para Publicaciones Oficiales de la Comunidad Económica Europea.
- Calvo, J. L., Jover, J. M., Pueyo, Á., Zúñiga, M., y Neffar, M. (2008). Les nouveaux bassins de vie de la société espagnole à l'aube du XXIe siècle. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen*, 26(1), 89-110.
- Capel, H. (2007). Ferrocarril, territorio y ciudades. *Biblio 3w, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 12 (717).
- Condeço, A., Gutiérrez, J., López, E., y Monzón, A. (2010). El valor añadido europeo de los proyectos transnacionales (TEN-T): una propuesta metodológica basada en los efectos de desbordamiento, accesibilidad y SIG. Paper presented at the *Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica* (14. 2010. Sevilla) (2010) (pp. 420-438).





Condeço, A., Gutiérrez, J., y García, J. C. (2011). Spatial impacts of road pricing: Accessibility, regional spillovers and territorial cohesion. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(3), 185-203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.12.003>

Copano, L. (2018). Autonomía Local, Organización Territorial y Segregación Municipal. *Revista de Estudios Andaluces* 35, 63-100. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2018.i35.03>

Delamater, P. L. (2013). Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: a modified two-step floating catchment area (M2SFCA) metric. *Health & place*, 24, 30-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.07.012>

Domínguez, A., De Díaz y Pérez, J. M., y Lastra L.A. (2007). Las infraestructuras terrestres: instrumento para la integración de las áreas periféricas en el resto del territorio. En E. Rúa Álvarez (Ed.), *Desarrollo y sostenibilidad en el marco de la ingeniería*, (pp. 53-72). Sevilla: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Escolano, S. (2016). Territory and High-Speed Rail: A Conceptual Framework. En J. M. Ureña Francés (Ed.), *Territorial Implications of High Speed Rail* (pp. 53-74). Farnham: Routledge.

Frank, A. I., Mironowicz, I., Lourenço, J., Franchini, T., Ache, P., Finka, M., Scholl, B., y Grams, A. (2014). Educating planners in Europe: A review of 21st century study programmes. *Progress in Planning*, 91, 30-94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.05.001>

Garmendia, M., y Ureña, J. M. (2007). *Difusión del transporte de alta velocidad en el territorio: la alta velocidad ferroviaria*. En A. Marín Moreno (Coor.), *Competitividad, cohesión y desarrollo regional sostenible. Reunión de Estudios Regionales*, (pp. 89-90). León: Asociación Española de Ciencia Regional.

Geurs, K. T., Krizek, K. J., y Reggiani, A. (2012). *Accessibility analysis and transport planning: challenges for Europe and North America*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Geurs, K. T., y Ritsema, J. (2003). Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: the implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 69-87. doi: <https://doi.org/10.1068/b12940>

Givoni, M. (2006). Development and impact of the modern high-speed train: A review. *Transport reviews*, 26(5), 593-611. doi: <https://doi.org/10.1080/01441640600589319>

Gould, P. R. (1969). Spatial Diffusion. *Resource Paper No. 4*.

Gutiérrez, J. A., Naranjo, J. M., Jaraíz, F. J., y Ruiz, E. E. (2015). Estimación de la cohesión social en los municipios españoles tras la implantación de la Alta Velocidad ferroviaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (69), 113-138. doi: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.1892>

Gutiérrez, J. (2001). Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal of Transport Geography*, 9(4), 229-242. doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00017-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00017-5)

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Gutiérrez, J., y Urbano, P. (1996). Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. *Journal of Transport Geography*, 4(1), 15-25. doi: [https://doi.org/10.1016/0966-6923\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0966-6923(95)00042-9)

Gutiérrez, J. (1998). Redes, espacio y tiempo. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 18, 65-86.  
Harvey, D. (1989). From managerialism to entrepreneurialism: the transformation in urban governance in late capitalism. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 71(1), 3-17. doi: <https://doi.org/10.1080/04353684.1989.11879583>

Hey, C., Nijkamp, P., Rienstra, S. A., y Rothenberger, D. (1997). Assessing scenarios on European transport policies by means of multicriteria analysis. [En línea] < <http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/handle/1871/9748/97086.pdf?sequence=1> >. [8 de diciembre de 2018]

Ingram, D. R. (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies*, 5(2), 101-107. doi: <https://doi.org/10.1080/09595237100185131>

Instituto Nacional de Estadística de España (2017). *Revisión del Padrón Municipal*. Recuperado el 8 de diciembre de 2018, de <https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=525>

Knowles, R. D. (2006). Transport shaping space: differential collapse in time-space. *Journal of Transport Geography*, 14(6), 407-425. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.07.001>

Levinson, D. M. (1998). Accessibility and the journey to work. *Journal of Transport Geography*, 6(1), 11-21. doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(97\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(97)00036-7)

Makri, M. C., y Folkesson, C. (1999). Accessibility measures for analyses of land use and travelling with geographical information systems. *Department of Technology and Society, Lund Institute of Technology, Sweden*, 1.

Martí, J. (2013). European integration and national models for railway networks (1840–2010). *Journal of Transport Geography*, 26, 126-138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.09.004>

Martín, J. C., Gutiérrez, J., y Román, C. (2004). Data envelopment analysis (DEA) index to measure the accessibility impacts of new infrastructure investments: The case of the high-speed train corridor Madrid-Barcelona-French border. *Regional Studies*, 38(6), 697-712. doi: <https://doi.org/10.1080/003434042000240987>

Martínez, H. S., y Givoni, M. (2012). The accessibility impact of a new High-Speed Rail line in the UK—a preliminary analysis of winners and losers. *Journal of Transport Geography*, 25, 105-114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.004>

McGrail, M. R., y Humphreys, J. S. (2014). Measuring spatial accessibility to primary health care services: Utilising dynamic catchment sizes. *Applied Geography*, 54, 182-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.005>



Menéndez, J. M., Guirao, B., Coronado, J. M., Rivas, A., Rodríguez, F. J., Ribalaygua, C., y Ureña, J. M. (2002). New high-speed rail lines and small cities: locating the station. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 54. doi: <https://doi.org/10.2495/URS020771>

Mérenne, B. (2008). *La localisation des industries. Enjeux et dynamiques*. Paris: Presses universitaires de Rennes.

Ministerio de Fomento de España. (2012). *Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda PITVI (2012-2024)*. Madrid: Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. [En línea] <[https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/E35B8D33-F3B6-4695-9012-C22229966FA0/130944/PITVI20122024.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/pdf/E35B8D33-F3B6-4695-9012-C22229966FA0/130944/PITVI20122024.pdf)>. [8 de diciembre de 2018]

Ministerio de Fomento de España. (Cartógrafo). (2013). Base Cartográfica Nacional, 1:200.000. [En línea] <<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>>. [8 de diciembre de 2018]

Ministerio de Fomento de España. (Cartógrafo). (2018a). Mapa Oficial de Carreteras Oficial.

Ministerio de Fomento de España. (2018b). Infraestructuras y Estaciones. Líneas de Alta Velocidad. [En línea] <[http://www.adifaltavelocidad.es/es\\_ES/infraestructuras/lineas\\_de\\_alta\\_velocidad/lineas\\_de\\_alta\\_velocidad.shtml](http://www.adifaltavelocidad.es/es_ES/infraestructuras/lineas_de_alta_velocidad/lineas_de_alta_velocidad.shtml)>. [8 de diciembre de 2018]

Miralles, C., y Cebollada, Á. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (50), 193-216.

Morris, J. M., Dumble, P., y Wigan, M. R. (1979). Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 91-109. doi: [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)

Murayama, Y. (1994). The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system. *Journal of Transport Geography*, 2(2), 87-100. doi: [https://doi.org/10.1016/0966-6923\(94\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0966-6923(94)90015-9)

Naranjo, J. M. (2016). Impacts on the social cohesion of mainland Spain's future motorway and high-speed rail networks. *Sustainability*, 8(7), 624. doi: <https://doi.org/10.3390/su8070624>

Naranjo, J. M., Loures, L., Castanho, R., Cabezas, J., y Panagopoulos, T. (2018). Assessing the feasibility of GIS multimethod approach to ascertain territorial accessibility to hemodynamics rooms in Spain mainland. *Habitat International*, 71, 22-28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.11.001>

Ortega, E., López, E., y Monzón, A. (2012). Territorial cohesion impacts of high-speed rail at different planning levels. *Journal of Transport Geography*, 24, 130-141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.008>

Pereira, M.A., Sagalés, O.R. (2003). Spillover Effects of Public Capital Formation: Evidence from the Spanish Regions. *Journal of Urban Economics*, 53 (2), 238-256. doi: [https://doi.org/10.1016/S0094-1190\(02\)00517-X](https://doi.org/10.1016/S0094-1190(02)00517-X)

Plassard, F. (1992). L'impact territorial des transports a grande vitesse. En P. H. Derycke (Coord), *Espace et dynamiques territoriales* (pp. 243-322). Paris: Economica.

Revista de Estudios Andaluces, núm. 37 (2019) pp. 184-208. e-ISSN: 2340-2776  
<http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37.09>



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Pueyo, A., Jover, J., y Zúñiga, M. (2012). Accessibility Evaluation of the Transportation Network in Spain during the First Decade of the Twenty-first Century. En J. M. Ureña Francés (Ed.), *Territorial Implications of High Speed Rail. A Spanish perspective* (pp. 83-104). Farnham: Ashgate.

Puga, D. (2002). European regional policies in light of recent location theories. *Journal of economic geography*, 2(4), 373-406. doi: <https://doi.org/10.1093/jeg/2.4.373>

Renfe. (2018). *Trenes y trayectos. AVE*. Recuperado el 8 de diciembre de 2018, de [http://www.renfe.com/viajeros/larga\\_distancia/productos/index.html](http://www.renfe.com/viajeros/larga_distancia/productos/index.html)

Ribalaygua, C. (2005). Nuevas estaciones periféricas de alta velocidad ferroviaria: estrategias para su incorporación a las ciudades españolas. *Colección Cuadernos de Ingeniería y Territorio*, 5.

Salas, R., García, S. Á., y Rodríguez, J. P. (2002). Movilidad social y desigualdad económica. *Papeles de trabajo del Instituto de Estudios Fiscales. Serie economía*(7), 7-32.

Rockicki, B., y Stępnik, M. (2018). Major transport infrastructure investment and regional economic development-An accessibility-based approach. *Journal of Transport Geography*, 72. 36-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.08.010>

Schafer, A., y Victor, D. G. (2000). The future mobility of the world population. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(3), 171-205. doi: [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00071-8)

Schürmann, C., Spiekermann, K., & Wegener, M. (1997). Accessibility indicators. *Berichte aus dem Institut für Raumplanung*, 39.

Sherman, L., Barber, B., y Kondo, W. (1974). Method for evaluating metropolitan accessibility. *Transportation research record*, 499, 70-82.

Tsamboulas, D. A., y Dimitropoulos, L. (1999). Appraisal of investments in European nodal centres for goods-freight villages: A comparative analysis. *Transportation*, 26(4), 381-398. doi: <https://doi.org/10.1023/A:100513452>

Ureña, J. M. (2012). *Territorial Implications of High Speed Rail: A Spanish Perspective*. Farnham: Ashgate.

Ureña, J. M., Menerault, P., y Garmendia, M. (2009). The high-speed rail challenge for big intermediate cities: A national, regional and local perspective. *Cities*, 26(5), 266-279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.07.001>

Vickerman, R. W. (1991). Transport infrastructure in the European Community: new developments, regional implications and evaluation. En R.W. Vickerman (Ed.), *Infrastructure and regional development* (pp. 36-50). Londres: Pion.



Wan, N., Zou, B., y Sternberg, T. (2012). A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(6), 1073-1089. doi: <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.624987>

Willigers, J., y Van Wee, B. (2011). High-speed rail and office location choices. A stated choice experiment for the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 745-754. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.09.002>

