

ESTACIÓN FERROVIARIA Y CIUDADES INTERMEDIAS: LECTURA GEO-ESPACIAL DEL CRECIMIENTO URBANO MEDIANTE INDICADORES SIG VECTORIALES. EL CASO DE CATALUÑA (1848 – 2010)

JORGE SOLANAS JIMÉNEZ¹, EDUARD ALVAREZ-PALAU², JORDI MARTÍ-HENNEBERG¹

¹ Departamento de Geografía y Sociología. Universitat de Lleida. Universitat de Lleida. Plaza Víctor Siurana, 1 25003 Lleida. España
solanas@geosoc.udl.cat, marti.henneberg@geosoc.udl.cat

² Universitat Politècnica de Catalunya. Universitat Oberta de Catalunya. 08034 Barcelona. España
ealvarezp@uoc.edu

RESUMEN

Desde que se construyeron los primeros ferrocarriles, el emplazamiento de las estaciones en relación a la ciudad fue una de las decisiones de mayor trascendencia. Las mejoras en la accesibilidad supusieron un fuerte revulsivo en las urbes, lo cual condicionó su expansión posterior. El presente trabajo se ha planteado con la finalidad de cuantificar espacio-temporalmente este crecimiento mediante indicadores SIG vectoriales. Para ello se han creado bases de datos georreferenciadas combinando la localización de la estación, el trazado férreo y la evolución histórica de la trama urbana de diferentes ciudades catalanas entre 1850 y 2010. Posteriormente se han implementado dos indicadores de crecimiento: uno de direccionalidad y otro por sectores en cada ciudad. Ambos análisis han demostrado una fuerte relación entre crecimiento y localización de la estación, validando las hipótesis planteadas y aportando nuevos argumentos al debate.

Palabras clave: Ferrocarril, ciudad, cartografía, SIG, crecimiento urbano

RAILWAY STATIONS AND INTERMEDIATE CITIES: A GEO-SPATIAL READING OF URBAN GROWTH BASED ON VECTOR GIS INDICATORS – THE CASE OF CATALONIA (1848 - 2010)

ABSTRACT

Since the construction of the very first railway lines, one of the most important decisions taken has been where to locate the railway stations relative to the cities that they serve. The resulting improvements in accessibility have had a revolutionary impact on these cities and have conditioned their subsequent growth. This work seeks to quantify this growth in both space and time, using

vector GIS indicators. This has been achieved through the creation of geo-referenced databases that combine: railway-station locations, the routes followed by the railway track; and the historical evolution of the urban networks of various Catalan cities between 1850 and 2010. Two other growth indicators, which were subsequently incorporated, related to directionality and the different sectors of each city. Both analyses have shown that, at the majority of locations, there was a strong relationship between urban growth and station location; this validates the hypotheses presented and contributes new arguments to the debate.

Keywords: Railway, city, cartography, GIS, urban growth

1. Introducción.

La influencia de los modos de transporte sobre el crecimiento urbano es un tema ampliamente tratado por urbanistas e ingenieros de transportes. Las infraestructuras y los servicios asociados condicionan la vida cotidiana de sus habitantes, en tanto que determinan el tiempo y coste de desplazamiento de sus relaciones ocupacionales y personales, así como el transporte de bienes. Una de las consecuencias de la construcción de nuevas infraestructuras es también la alteración de la morfología de las ciudades y sus dinámicas anteriores para adaptarse al nuevo escenario de accesibilidad.

El modo de transporte que ocupa este trabajo es el ferrocarril, y más concretamente sus estaciones. Éstas ejercen de punto de conexión entre el sistema ferroviario y el urbano. Ambos sistemas se nutren el uno del otro, el ferrocarril captando usuarios y la ciudad mejorando sus conexiones y, consecuentemente, sus oportunidades. No es pues de extrañar que el desarrollo urbano se pueda ver condicionado por la localización de la estación de ferrocarril, adaptándose a ésta y buscando la mejor forma de integración. Sin embargo, la localización de las nuevas estaciones en las ciudades no siempre es ideal, sino que viene condicionada por los factores que más adelante presentaremos. La infraestructura férrea se proyecta atendiendo a características de diseño muy rígidas, lo que en muchos casos dificulta su futura integración. Al mismo tiempo, el coste de expropiación y construcción es un factor a tener muy presente en el momento de la toma de decisiones. En cualquier caso, la ciudad ha tendido históricamente a rellenar rápidamente el espacio vacío entre la estación y el borde de la ciudad. La intensidad con la que ello se produce varía de unas ciudades a otras, dependiendo de cómo se interrelacionan el conjunto de factores que actúan: la topografía del terreno, la distancia entre la ciudad y la estación o el propio tamaño de la localidad.

El objetivo principal del presente trabajo es desarrollar una metodología que permita cuantificar la evolución histórica de la trama urbana de las ciudades en relación al ferrocarril. Hasta ahora, los principales estudios se han centrado en casos particulares o bien en interpretaciones urbanísticas y arquitectónicas del fenómeno descrito. Aquí, se pretende aportar nuevos instrumentos de medición, así como un procedimiento técnico que determine el grado de interrelación entre ambas variables. La metodología de cálculo espacial aplicada parte de la recopilación de mapas urbanos históricos, su posterior digitalización mediante SIG y la implementación de indicadores SIG vectoriales sobre los datos georreferenciados. Este procedimiento permite entender el proceso de expansión del área urbana y constituye la principal contribución científica aportada.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Esta metodología se ha aplicado sobre un conjunto de ciudades medias catalanas. En éstas se contrastan los resultados numéricos de los indicadores de crecimiento con la valoración técnica de los fenómenos acontecidos. Ello ha permitido además un análisis comparativo entre las diferentes localidades.

2. Marco conceptual y teórico.

Herce (2005: 50) concluía un estudio sobre la evolución del área metropolitana de Barcelona afirmando que es preciso “entender el territorio como un espacio con diferentes gradientes de conectividad y de disponibilidad de servicios (...). En el territorio de las redes no existe un centro y una periferia, sino que aquellos y éstas se solapan en el espacio, definiéndose su centralidad o su marginalidad por su disponibilidad de conectividad, accesibilidad y servicios”. Esta reflexión incide en la importancia que las infraestructuras de transporte han tenido sobre el crecimiento de las ciudades, puesto que son éstas las que aportan conectividad y accesibilidad a la población. Capel (2002) analiza también el fenómeno de la centralidad urbana y lo relaciona directamente con la accesibilidad de los principales ejes infraestructurales. Por su parte, Cerda (2010: 26) refuerza la idea de que la capacidad de acceso de la ciudad está marcada principalmente por las redes de transporte, aunque añade factores sociales que condicionan la movilidad de las personas. De este modo, aquellas infraestructuras que permiten a la gente realizar sus desplazamientos de forma rápida y económica son capaces de generar nuevas centralidades urbanas y condicionan, por tanto, las propias ciudades.

El caso que nos atañe, sin embargo, no aborda las infraestructuras en general, sino que centra la mirada en el ferrocarril. Sus estaciones han acompañado a las ciudades desde hace más de un siglo y medio, de modo que se les puede otorgar un papel notorio en la actual morfología urbana. Su configuración funcional - estaciones y trazado -, ha jugado un doble papel de atracción y contención del crecimiento urbano a lo largo de los años; hasta que han podido ser integradas por las ciudades de forma más o menos adecuada.

Desde un punto de vista regional, diferentes autores han constatado cómo el ferrocarril ha condicionado el crecimiento poblacional de las localidades conectadas. Koopmans (2012: 103) demuestra que las localidades de los Países Bajos con accesibilidad ferroviaria habrían experimentado entre 1880 y 1930 crecimientos superiores a la media respecto al período anterior sin conexión. Álvarez-Palau et al. (2013a) plantea análisis similares en Inglaterra y Gales, donde se pone de manifiesto un mayor crecimiento de las localidades con mejores niveles de cobertura férrea, a la vez que gradientes decrecientes entre accesibilidad y densidad poblacional en entornos urbanos. En España, Franch (2013) plantea un modelo de crecimiento urbano basado en la proximidad a la red férrea, concluyendo que las localidades más alejadas del ferrocarril habrían experimentado pérdidas significativas de población. En conjunto, las referidas aportaciones han puesto de manifiesto la idea que el ferrocarril facilitó el crecimiento poblacional y, en consecuencia, espacial de las ciudades conectadas. Este fenómeno se mantuvo hasta que otros modos de transporte más versátiles, como el coche o el avión, fueron ganando peso y cuota modal. A partir de entonces se produjo un cambio de modelo, desde el crecimiento urbano polarizado al *estallido de la ciudad*¹, en el que primaron los sectores autónomos y la segregación de usos propia de la *ciudad moderna*².

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Desde un punto de vista estrictamente urbano, las principales contribuciones a la relación ferrocarril – ciudad desde una perspectiva histórica en España han sido realizadas por Santos (2007) y Capel (2002, 2011). El primero analiza setenta ciudades medias españolas, identificando las diferentes actuaciones urbanísticas centradas en el entorno de la estación y las vías. El segundo trata la importancia del ferrocarril en las ciudades y su influencia sobre otras infraestructuras y la propia distribución urbana.

A nivel más específico, existen gran cantidad de trabajos con diferentes abordajes y conclusiones bien dispares. Desde un punto de vista urbanístico, la mayoría de autores coinciden en la importancia del ferrocarril en el proceso de expansión urbana y en la creación de nuevas centralidades. Sin embargo, se aprecian importantes matices. Delgado (2010) trata la relación entre puerto, estación y morfología urbana en diferentes localidades; constatando que “en algunas ocasiones los efectos urbanísticos de la ubicación de algunas estaciones pueden calificarse como positivos puesto que aumentaron la centralidad y la apreciación socioeconómica del espacio del entorno. Pero el predominio parece corresponder a los impactos de signo negativo”. Ésta afirmación se sustenta en el hecho que las vías férreas “acordonaron amplias áreas del espacio urbano”, creando importantes disfunciones y espacios de marginalidad. Santos (2001: 1) reafirma esta afirmación para la ciudad de Burgos, en donde sustenta la hipótesis que, a diferencia de Valladolid, Palencia o Logroño, “la estación no se ha significado en la estructura urbana contemporánea ni en el crecimiento espacial, sino que ha sido desde su implantación una pieza urbana marginal”. En otros casos, a pesar de la ayuda de urbanistas para conseguir un mejor encaje del ferrocarril en la ciudad, tampoco se consiguió una mejor integración. Analizando el ámbito metropolitano, Prat (1994) afirma que los ferrocarriles facilitaron la radicación industrial, indujeron ensanches y barrios en forma de *ciudad jardín*³, propiciaron las relaciones de movilidad e iniciaron el proceso de integración urbana para mitigar el *efecto barrera*⁴. Sunyol (1991) y Monteagudo (2002) reafirman para Granollers y Gavà, respectivamente, los procesos de radicación industrial, atracción poblacional, limitación del crecimiento por *efecto borde*⁵, así como algunas intervenciones para mejorar la integración urbana. En definitiva, parece demostrado que el ferrocarril incentivó la instalación de industrias, acrecentó la atracción de población, redefinió las dinámicas urbanas induciendo nuevos ensanches y barrios en torno a las estaciones y, sobre todo, creó nuevas centralidades en la ciudad. Sin embargo, también limitó el crecimiento por *efecto borde*, impidiendo las relaciones entre ambos lados de las vías, lo cual comportó el surgimiento de espacios de marginalidad. Estas consecuencias de la interacción ferrocarril-ciudad fueron sintetizadas por Álvarez-Palau et al. (2016), proponiendo un modelo de desarrollo urbano condicionado por la infraestructura férrea basado en seis etapas de crecimiento.

Más recientemente, en las últimas décadas se están produciendo también fuertes interacciones entre ciudad y ferrocarril. La etapa económica vinculada a la burbuja del sector inmobiliario facilitó la implementación de proyectos monumentales de integración de las vías en la trama urbana: coberturas, soterramientos, variantes, etc., son solo algunas de las soluciones que han sido implantadas en el territorio español. Por su parte, la construcción del ferrocarril de Alta Velocidad ha comportado importantes reformas urbanas en diferentes ciudades. González (2012), Herce (2009), Bellet (2002 y 2011) o Feliu (2007) son sólo algunos ejemplos de autores que han tratado este fenómeno en diferentes emplazamientos.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Bien es cierto que otros múltiples factores afectan o condicionan el crecimiento urbano, para algunos autores, como Wallner (1975), los principales factores son las migraciones, la incorporación de municipios limítrofes, o la erección de ciudades satélite y polígonos autónomos. Hoyt (2005) añade también las vías de comunicación como elemento básico. Y bajo este mismo enfoque, Cifuentes y Londoño (2010) agregan otras variables en ciudades latinoamericanas como los parques urbanos o los drenajes. Siguiendo esta base conceptual, se han desarrollado modelos de simulación del crecimiento urbano basados en autómatas celulares (Barredo et al. 2004; Aguilera 2006 y 2010) que intentan explicar el crecimiento urbano en base a diferentes factores de localización, y con ello plantear escenarios futuros de crecimiento urbano. El presente trabajo, vendría a complementar estos modelos demostrando el potencial de atracción de las infraestructuras de transporte, y en concreto de las estaciones férreas, sobre el crecimiento urbano.

Todos estos trabajos han resultado imprescindibles para entender el cambio en las dinámicas urbanas que ha inducido el ferrocarril. Sin embargo, lo que plantea el presente artículo es la aplicación de indicadores basados en SIG que permitan cuantificar si la dirección que ha adoptado la expansión física de la ciudad se ha visto marcada por la localización de las estaciones. En esta línea se ha optado por una metodología novedosa, sobre la que es difícil encontrar antecedentes en trabajos anteriores sobre la temática. La mayor parte de estudios que intentan cuantificar el crecimiento del área urbana mediante SIG se han centrado en las bases raster. Herold (2003), por ejemplo, a través de la teledetección con fotografías aéreas históricas e imágenes del satélite IKONOS, analizó y midió el crecimiento urbano en el área de Santa Bárbara (California) a lo largo de más de 70 años, y planteó una predicción de futuro para los siguientes 30 años. Por su parte, Santos Preciado (2013) midió la dispersión urbana en la región de Madrid mediante un SIG con las bases de datos de CORINE Land Cover. Baluja (2010) utilizó las mismas bases para analizar el crecimiento urbano de Granada. En general, podrían citarse muchos trabajos similares, sin embargo, en el presente estudio no importa tanto cuánto ha crecido la ciudad, sino averiguar hacia dónde. Por ello, se ha desarrollado una metodología de la que no se conocen antecedentes similares, que permite medir la dirección predominante del crecimiento urbano y la ubicación de los sectores en los que ha tenido lugar.

En base a los precedentes citados, el presente trabajo pretende demostrar que la influencia del ferrocarril sobre el crecimiento urbano, entendiéndolo éste como el crecimiento en extensión del área urbana, no es solo una cuestión circunstancial, sino que ha marcado definitivamente las ciudades. Para ello se definirán nuevos indicadores de crecimiento de la trama urbana mediante instrumentos basados en SIG vectoriales, que permitan confirmar las hipótesis planteadas en cuanto a dirección, sectorialización e incluso averiguar si existe un modelo de expansión urbana en relación a la estación férrea.

3. Casos de estudio y fuentes de información

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

El estudio que planteamos ha analizado el caso de Cataluña desde la construcción de las primeras líneas férreas hasta la actualidad y se han aplicado criterios de acotación del número de localidades analizadas. En concreto, se seleccionaron en función de que fueran:

1. Capitales de comarca
2. Con una población actual inferior a los 150.000 habitantes
3. Situadas fuera del Área Metropolitana de Barcelona
4. Con disponibilidad mínima de una estación ferroviaria en el municipio durante un periodo dilatado de tiempo.

La elección de capitales de comarca se estableció para garantizar una correcta distribución de la muestra a lo largo de todo el territorio, evitando así los efectos singulares de cada región. Estas corresponden en su mayor parte a las capitales de los partidos judiciales, por lo que tienen también un sentido histórico que se remonta al siglo XIX. Se partió por tanto de una muestra de las capitales de las 41 comarcas. Un segundo criterio de análisis fue el número de habitantes de las localidades, descartando aquellas con poblaciones actualmente superiores a los 150.000 habitantes. De este modo se pretendía incluir en el estudio ciudades relevantes pero descartar las grandes urbes, que por su tamaño pudieran dar unos resultados difícilmente interpretables sin un trabajo monográfico de detalle. Por el mismo motivo, el tercer criterio fue evitar localidades que formasen parte del área metropolitana de Barcelona debido a que sus dinámicas de crecimiento urbano responden a factores que van más allá de la accesibilidad regional. El área de influencia de la capital catalana es amplia y abarca una parte importante de territorio, condicionando sus procesos de urbanización y extensión urbana. Finalmente, un criterio necesario: la disposición de estación ferroviaria en el propio municipio durante un amplio periodo de tiempo. Finalmente, después de aplicar los cuatro criterios se partía de una muestra de 26 localidades.

Una vez identificada la muestra se procedió a iniciar el trabajo de documentación alrededor de cada una de las localidades. En primer lugar, se identificó el año de apertura de la primera estación del municipio. Posteriormente, se buscaron mapas y planos históricos de cada una de las localidades que cubrieran períodos de 30 años, entre 1800 y 2010, con la finalidad de disponer de una serie completa y lo suficientemente detallada. Finalmente, después de seguir los criterios especificados, se consiguió reconstruir un total de 17 municipios que son los que disponen de fuentes cartográficas suficientes y conforman la muestra final de estudio.

Las fuentes de cartografía histórica utilizadas partieron de diferentes ubicaciones (ver apéndice 1). Principalmente se trabajó sobre la base de mapas disponibles en el *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC) en el marco del proyecto CARTOCAT⁶. En éste, se encuentran digitalizadas varias colecciones de mapas antiguos digitalizados y georreferenciados. Por otra parte, el vuelo americano de 1956 ha sido también una referencia importante, dado que dispone de ortofotografías homogéneas de todos los municipios. Otros documentos importantes para obtener fuentes primarias fueron los libros de García (1905), Jürgens (1926) o Quirós (1991). Finalmente, para los municipios de menor tamaño, se tuvo que recurrir a bibliografía local, disponible en bibliotecas y archivos comarcales.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

4. La concepción de la infraestructura férrea catalana y su relación con el sistema de ciudades preexistentes.

La red ferroviaria en Cataluña fue liderada principalmente por la iniciativa privada (Galí 2001: 112). La otorgación de concesiones y ayudas públicas ayudó a la proliferación de iniciativas en un sector con un fuerte potencial transformador del territorio. No obstante, a la vista de los documentos disponibles, parece ser que el negocio no siempre fue tan rentable como se esperaba (Pascual 2000, Barquín 2007). Esto acabó comportando diferentes procesos de compra-venta y fusión entre compañías, hasta llegar en 1941 a la nacionalización ferroviaria. En este sentido, el sector público se mostró más cauto. El primer y único plan (no realizado) para construir una red ferroviaria en Cataluña con fondos públicos, lo llevó a cabo la *Mancomunitat de Catalunya*. Esta concibió una red de ferrocarriles de vía estrecha para conectar el conjunto de capitales de comarca con la red principal (Martí-Henneberg 1997, Morillas-Torné 2014). Sin embargo, los avatares políticos y las dificultades presupuestarias dieron al traste con la iniciativa. De hecho, los únicos ferrocarriles de vía estrecha inaugurados fueron impulsados por el capital privado y se implantaron en las conexiones *a priori* rentables.

Por tanto, fue mayormente el sector privado el que decidió dónde y cómo iba a priorizar el ferrocarril. Ello es consecuencia de un sector público endeble, por lo que la red solo estructuró parcialmente el sistema de ciudades. Así, buena parte de las capitales de comarca nunca han llegado a tener conexión al ferrocarril. La figura 1 muestra la evolución de la red en Cataluña y las ciudades que conecta. Interesa en este apartado resaltar de qué forma las compañías ferroviarias tejieron esta red para conectar no solo los principales núcleos, lo cual era evidente, sino también algunas ciudades secundarias.

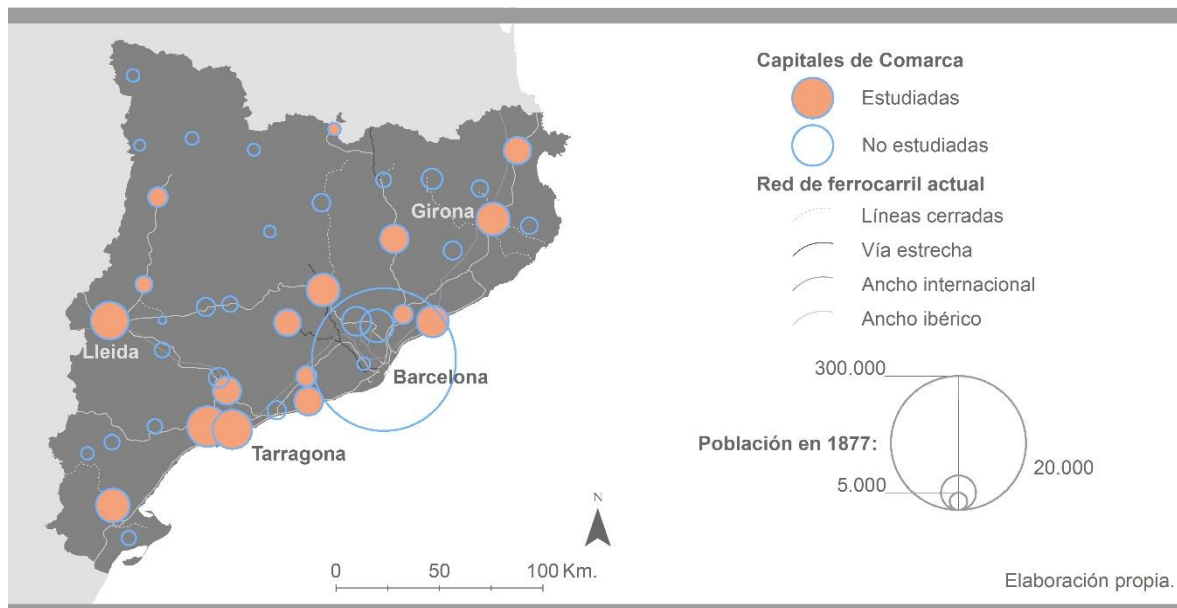


FIGURA 1: Capitales de comarca catalanas en relación a la infraestructura férrea.

Elaboración propia.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Santos (2007) apunta que las compañías pretendieron conferir centralidad a las estaciones, sin embargo, el coste de construcción era muy alto. Por ello tuvieron que proyectar de forma tangencial y alejada de los centros. Los vacíos generados fueron ocupados rápidamente por la ciudad, dado el fuerte interés que suscitaba el ferrocarril y la accesibilidad que aportaba. Alcaide (2005: 2) refuerza la visión anterior, señalando que había dos formas de proyectar el ferrocarril respecto a la ciudad preexistente: 1) “mediante la apertura de puertas en las murallas y derribo de las edificaciones situadas en los terrenos elegidos” para el trazado; y 2) “fuera del recinto amurallado, hecho que motivó (...) la aparición de suburbios, barrios y núcleos poblacionales alrededor de la nueva estación” y a la creación de calles o avenidas. Parece lógico pensar que la segunda opción era mucho más económica que la primera, y por tanto fue la mayormente utilizada.

Para el conjunto de casos analizados, se plantea aquí una comparativa entre diferentes ciudades con la finalidad de contrastar los criterios seguidos en el momento de proyectar cada infraestructura. El objetivo es identificar parámetros geométricos o geográficos que ayuden a entender por qué el ferrocarril fue construido de ese modo en relación a la ciudad, y si estos mismos parámetros pueden haber tenido consecuencias posteriores sobre la evolución morfológica de la trama urbana. Para realizar el cálculo se requirió de la identificación en un SIG de la trama urbana anterior a la llegada del ferrocarril, así como el trazado ferroviario. Para determinar las coordenadas geográficas se utilizó la cartografía actual en formato *shapefile* disponible en el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

Una primera muestra de los resultados obtenidos puede verse en la figura 2:

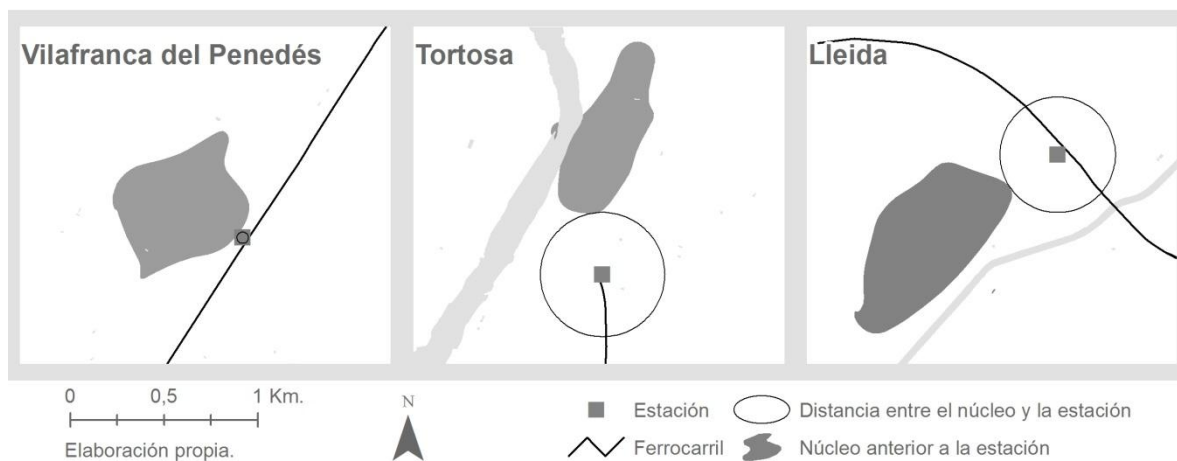


FIGURA 2: Ejemplos de proyección ferroviaria en relación a la ciudad preexistente. Elaboración propia.

En la figura anterior se observan tres casos muy dispares. El primero, el de Vilafranca, que muestra el trazado rectilíneo del ferrocarril con la estación pasante junto a la trama urbana. Esto habría facilitado el encaje pero limitado el crecimiento. Tortosa, como estación final de línea y alejada de la trama urbana, habría podido crecer hacia el ferrocarril sin demasiadas limitaciones. Y Lleida en dónde se proyectó un trazado alejado de la ciudad preexistente y se forzaron alineaciones circulares para esquivar la ciudad evitando interferencias. En este caso la limitación al crecimiento

sería menor pero si se habría condicionado severamente el encaje infraestructura - edificación. Estos parámetros geométricos, así como los propiamente geográficos, se describen a continuación con la finalidad de ofrecer argumentos que permitan entender su influencia en el desarrollo urbano. Más adelante, en la tabla 1 se presentan los valores calculados para cada una de las localidades analizadas:

- 1. Alineación férrea:** indica las características geométricas de diseño en planta. Se clasifica en recta, curva o mixta, según la disposición de las vías a su paso por la localidad. A priori parece que un trazado recto, o mixto, facilitaría la planificación del crecimiento de la ciudad hacia la estación y su posterior integración. En cambio, los trazados curvilíneos supusieron, en general, una importante limitación a la integración del trazado en la ciudad.
- 2. Ancho de vía:** indica la distancia entre vías. Entendemos por vía convencional la de ancho ibérico (1,668 m), usado en la mayoría de ferrocarriles de la península. Por vía de ancho internacional aquella con una separación entre vías de 1,435 m., únicamente visible en el Tren de Alta Velocidad y en unas pocas líneas metropolitanas como los FGC de Sabadell y Terrassa. Consideramos vía estrecha la de ancho inferior. Este parámetro da una idea de la jerarquía de la línea férrea y de la facilidad de integración en el medio urbano. Los ferrocarriles de ancho convencional habrían tenido más dificultades para integrarse en el medio urbano e interurbano que los de vía estrecha, mucho más adaptables.
- 3. Tipología de estación:** indica si la estación es pasante, terminal o de bifurcación. Desde un punto de vista proyectual, una estación terminal tendría mejor encaje urbano, puesto que no constituye una barrera continua. Una estación pasante sería más propensa a quedar desvinculada de la ciudad. Mientras que una estación con bifurcación significaría que la localidad es un importante polo territorial y que, por tanto, se podrían asignar más recursos en la creación del nodo férreo. Esto contribuiría a acercar más la estación a la ciudad y a fomentar su integración en la misma. Sin embargo, el hecho de contar con un número mayor de vías podría incentivar la creación de espacios de marginalidad en sus alrededores.
- 4. Barrera natural:** indica si existe algún condicionante geográfico que haya podido alterar el crecimiento urbano. En el caso de un río, se hace necesaria la inversión en uno o más puentes. En caso que la localidad sea costera, el crecimiento hacia el mar está limitado perpetuamente.
- 5. Diferencia de cota:** cuantifica la diferencia de altitud entre la estación férrea y la trama urbana más cercana a la estación.
- 6. Distancia:** cuantifica la distancia en planta entre la estación férrea y la trama urbana más cercana.
- 7. Pendiente:** relación entre diferencia de cota y distancia. Valores muy altos indicarían una mala conexión, puesto que dificultaría el acceso de los usuarios a la estación. En el caso de las actividades industriales, en determinados casos se desvinculan de la ciudad para localizarse cerca de la estación y aprovechar así mejor su accesibilidad regional.
- 8. Área del núcleo:** cuantifica la extensión de la trama urbana en el período anterior a la llegada del ferrocarril a la ciudad.
- 9. Población:** en este caso utilizamos el número de habitantes en 1860 y 1960. Indica la importancia del núcleo urbano antes y después de la llegada del FFCC. A priori, las ciudades más pobladas parece que han conseguido atraer más población y recursos.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Tabla 1: Parámetros de proyección ferroviaria en relación a la ciudad preexistente.

	Balaguer	Figueres	Girona	Granollers	Igualada	Lleida	Manresa	Mataró	Puigcerdà
Año apertura de estación	1924	1877	1862	1854	1893	1860	1859	1848	1922
Alineación férrea	Recta	Mixta	Recta	Recta	Recta	Mixta	Mixta	Recta	Mixta
Ancho de vía	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha	Estrecha	Ancha	Ancha / estrecha	Ancha	Ancha
Tipología de estación	Pasante	Pasante	Pasante	Pasante	Terminal	Pasante	Pasante	Terminal / pasante	Terminal / pasante
Barrera natural	Rio	-	-	-	-	-	Rio	Mar	-
Diferencia de cota (m) [b]	5,9	3,3	1,8	1,3	4,9	2	22,6	1,3	35
Distancia (m) [d]	540	250	365	75	180	290	125	175	220
Pendiente [b/d]	1,10%	1,32%	0,49%	1,73%	2,72%	0,69%	18,08%	0,74%	15,91%
Área núcleo pre-FCC (Ha)	33,35	40,92	56,76	19,6	51,98	46,32	59,07	67,76	16,06
Población (1860)	4.895	10.362	15.506	5.376	11.896	19.557	16.193	16.603	2.407
Población (1960)	8.342	17.797	38.385	20.194	19.866	63.850	52.216	41.128	4.561

	Reus	Tarragona	Tortosa	Tremp	Valls	Vic	Vilafranca del Penedès	Vilanova i la Geltrú
Año apertura de estación	1856	1856	1867	1950	1883	1875	1865	1881
Alineación férrea	Curva	Mixta	Curva	Curva	Mixta	Mixta	Recta	Mixta
Ancho de vía	Ancha / estrecha	Ancha	Ancha / estrecha	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha
Tipología de estación	Terminal / bifurcación	Pasante / bifurcación	Terminal	Pasante	Pasante	Pasante	Pasante	Pasante
Barrera natural	-	Mar	Rio	-	-	-	-	Mar
Diferencia de cota (m) [b]	1,4	32,9	1,9	0,1	1,5	1,6	0,1	0,9
Distancia (m) [d]	100	395	300	50	520	170	35	115
Pendiente [b/d]	1,40%	8,32%	0,63%	0,24%	0,28%	0,94%	0,29%	0,78%
Área núcleo pre-FCC (Ha)	52,65	29,62	25,98	22,58	18,63	60,75	32,41	64,86
Población (1860)	27.257	20.228	24.702	7.008	13.319	13.697	6.244	12.227
Población (1960)	41.014	45.273	43.267	6.575	11.886	20.303	11.985	25.669

Fuente: Elaboración propia con datos de Idescat e ICC.

En rojo y azul, valores por debajo y encima del recorrido intercuartílico, respectivamente.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Desde un punto de vista proyectual, es interesante destacar algunas evidencias del análisis anterior. La mayoría de localidades ocupaban un rango urbano destacado dentro del territorio catalán. Sin embargo, los parámetros de diseño ferroviario no siempre fueron los más adecuados para facilitar el crecimiento urbano. De todos los analizados, los que mayor impacto causaron fueron la alineación del trazado férreo elegida –dificultad de integración urbana-, la distancia entre vía y ciudad –límite al crecimiento-, la pendiente entre trama urbana y estación –dificultad de acceso-, o la posición del trazado respecto a los accidentes geográficos existentes –requerimiento de infraestructuras adicionales-.

Ciudades como Manresa o Balaguer proyectaron sus estaciones en 1859 y 1924, respectivamente, al otro lado del río. Actualmente, esta circunstancia no parece un inconveniente, no obstante si nos situamos en el siglo XIX, la construcción de puentes de grandes luces constituían auténticas obras monumentales. Muchas de las ciudades ni siquiera tenían recursos para pagarlos. En los casos analizados, se observa como la ciudad de Balaguer acabó cruzando el río, no obstante en Manresa la trama urbana nunca ha llegado a superarlo. Este hecho se explica por las dificultades topográficas añadidas. Por otro lado, destacan también las tres localidades costeras. En este caso, la superación del accidente geográfico ya no depende de la inversión infraestructural, sino que supone un límite insalvable al crecimiento. Por ello sorprende que en localidades como Mataró o Tarragona se proyectase el ferrocarril tan cercano al mar. Ello incrementó el *efecto barrera* de la infraestructura, y limitó el potencial generador de viajes y de atracción de actividades industriales y logísticas. En Mataró, se apuró tanto en la traza que no se dejó espacio del lado costa para desarrollar ningún tipo de edificación, si bien es cierto que en el momento de su proyección se había considerado como estación terminal. Por otro lado, el caso de Vilanova i la Geltrú fue totalmente diferente. Aquí se optó por un trazado entre los dos núcleos poblacionales existentes, dejando margen al crecimiento en ambos lados pero creando un claro *efecto barrera* entre ellos.

Otro parámetro de diseño en planta que condicionó la morfología urbana fue el conjunto de alineaciones del trazado alrededor de la ciudad. Las alineaciones rectilíneas facilitaron la planificación de ensanches de crecimiento urbano ordenado hasta la infraestructura férrea, de modo que se facilitó el encaje y la integración. Balaguer, Girona, Granollers o Vilanova i la Geltrú son claros ejemplos de ello. Por otro lado, ciudades como Reus o Tremp siempre han crecido condicionadas por un trazado irregular que ha dificultado la integración entre trama urbana e infraestructura.

La diferencia de cota, la distancia y como resultado la pendiente entre la estación y la ciudad, son tres variables que deben ser analizadas conjuntamente. Resulta evidente que la diferencia de cota entre una y otra dificultó la extensión de la ciudad hacia la estación. Tarragona, Puigcerdà o Manresa debían superar entre 20 y 30 metros de desnivel para llegar a la estación. Por otra parte, la distancia a la estación es también un parámetro relevante, aunque la distancia máxima en las localidades analizadas es solo de unos 600 metros. En este sentido, Álvarez-Palau (2013b) ofrece ejemplos de localidades que se vieron perjudicadas por esta circunstancia alrededor de la línea Lleida – La Pobla de Segur. En todo caso, ambas variables podrían compensarse dependiendo de su valor absoluto, de modo que se ha calculado la pendiente media del trazado. De este modo, se observa que las localidades más perjudicadas por el encaje altimétrico fueron Manresa, Puigcerdà y Tarragona, en este orden. De hecho, en Tarragona incluso se proyectó un nuevo barrio alrededor de la estación y el puerto.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

El parámetro referido al área del núcleo se ha considerado como variable explicativa de la urbanización. Es decir, entendemos que una mayor superficie urbanizada podría tener cierta trascendencia en una mayor exacerbación de las dinámicas de crecimiento. Ello significa que las localidades mayores podrían haber crecido más que las inferiores debido principalmente al fenómeno migratorio campo-ciudad. La figura 3 da fe de esta tendencia; se observa que la correlación entre área urbana preexistente y crecimiento urbano es directamente proporcional, tanto en valor absoluto como relativo. Por tanto, las localidades más grandes inicialmente habrían sido las más beneficiadas por la construcción de la red férrea, si atendemos al crecimiento poblacional.

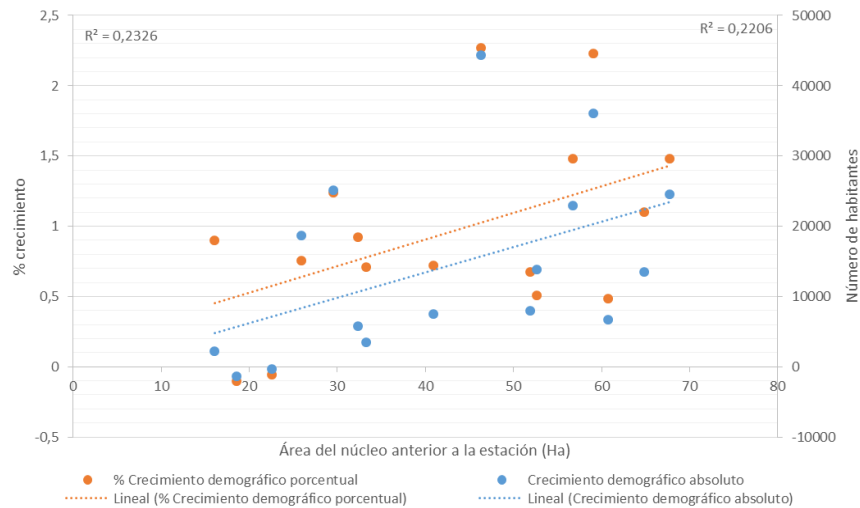


Figura 3: Diagrama de dispersión entre las variables área de la trama urbana y crecimiento poblacional en valores absolutos y relativos.

Por último, se ha considerado también la variable población según los censos de 1860 y 1960, con la finalidad de contrastar si realmente las localidades más grandes habrían tenido un crecimiento mayor. En la figura 4 se presentan las ciudades ordenadas según su población en 1960. Se observa que las seis ciudades más pobladas en 1860 (Reus, Tortosa, Tarragona, Lleida, Mataró y Manresa), seguían siendo las más populosas un siglo más tarde aunque alterando ligeramente el orden (Lleida, Manresa, Tarragona, Tortosa, Mataró y Reus). Además, se incrementó las diferencias en valor absoluto respecto al resto de localidades. Del mismo modo, Puigcerdà, Tremp, Balaguer y Vilafranca del Penedès eran de las cinco menos pobladas en 1860 y lo seguían siendo en 1960. Solamente Granollers tuvo un crecimiento importante lo que le permitió superar varias posiciones. En su lugar, apareció Valls, con un decrecimiento de población considerable. En cualquier caso, se puede observar que hubo pocas alteraciones a lo largo de cien años en el rango-tamaño de las ciudades analizadas.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

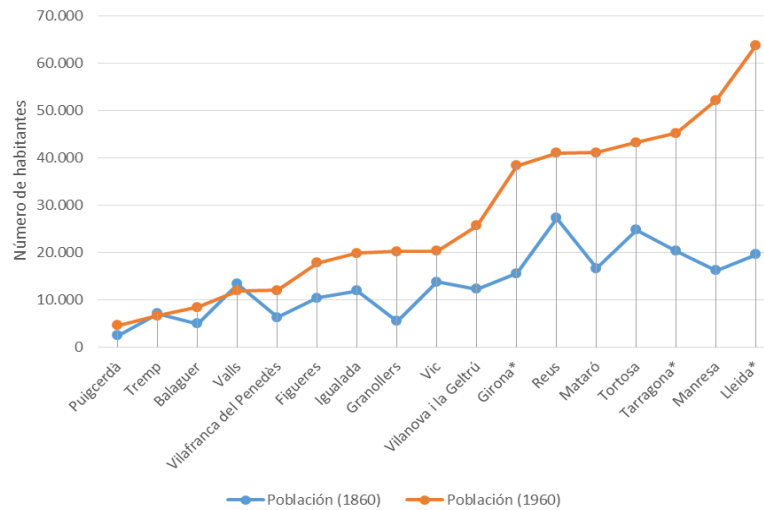


Figura 4: Comparativa de población en las ciudades analizadas entre 1860 y 1960.

En definitiva, la forma de proyectar la infraestructura en relación a la ciudad no es neutra. Las características de trazado, en planta o en alzado, así como los parámetros propios de la infraestructura, pueden condicionar aspectos tan relevantes como la morfología urbana, la facilidad de acceso a la estación o la necesidad de infraestructuras complementarias para salvar un accidente geográfico. Esta evidencia, sin embargo, no es demostrable cuantitativamente dada la gran disparidad de situaciones en la muestra analizada. En cambio, la variable correspondiente al tamaño de la trama urbana antes de la llegada del FFCC sí parece ser un indicador relacionado directamente con el crecimiento poblacional posterior. Por último, la evolución de la población en sí misma permite visualizar que el rango de tamaño entre las ciudades es relativamente constante. Esto indicaría que el ferrocarril no causó grandes cambios demográficos en el rango territorial de las ciudades conectadas. Sin embargo, en el apartado siguiente se demostrará como sí alteró profundamente las tendencias de crecimiento urbano.

5. Definición de los indicadores de crecimiento urbano.

Los resultados anteriores son relevantes para entender las casuísticas particulares de crecimiento de las localidades estudiadas. No obstante, no permiten obtener indicadores comparables de crecimiento urbano que relacionen directamente la ciudad y el ferrocarril. Por ello se procedió a la definición y al cálculo de los indicadores que se concretan en este apartado.

El primer paso ha sido elaborar una base de datos (SIG-H) a partir de datos digitalizados en base a los mapas históricos disponibles. Partiendo de la base cartográfica actual de manzanas urbanas, se atribuyó a cada polígono la primera fecha en que se ocupó parcialmente. Es decir, el año del primer mapa donde se identificaba ese polígono concreto como superficie urbana construida.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Además, se indicaron las características físicas de cada elemento, como la ubicación geo-referenciada o el área construida.

En el caso de la infraestructura férrea, la información temática aportada fue el año de apertura al público de la estación. El trazado lineal fue inmutable en la mayor parte de los casos, pero se identificó en aquellos en los que hubo cambios a lo largo del período analizado (como Reus o Granollers). A continuación, se da cuenta de la naturaleza de cada uno de los indicadores que proponemos.

5.1 Indicador de crecimiento urbano direccionado a la estación.

Este indicador cuantifica la dinámica del crecimiento de la trama urbana de las localidades, atendiendo a la dirección y la superficie de las islas urbanas. Para ello, se define un vector que muestra la dirección y la intensidad del crecimiento urbano en un periodo concreto y se contrasta con el vector definido entre el centro y la estación.

La formulación del indicador de crecimiento es la siguiente:

$$\vec{I}_c = \frac{\sum_{i=1}^n (\vec{v}_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad \text{para } i= 1, 2, \dots, n$$

Dónde:

- Vectores (v_i) entre el centroide de la localidad y el centroide de las nuevas islas urbanas
- Superficie de cada una de las islas (S_i)
- Vector (v_c) entre el centroide de la localidad y la estación

La representación gráfica de las diferentes variables del indicador se muestra en la figura 5, junto a un modelo simplificado del resultado sobre ejes cartesianos:

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

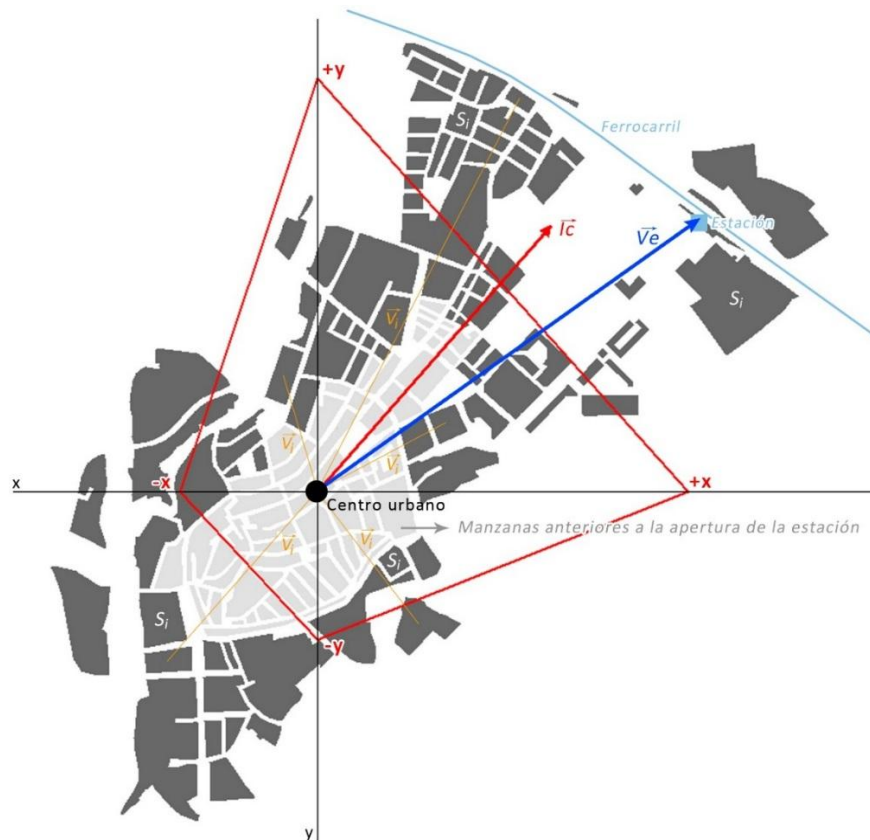


Figura 5: Esquema explicativo del indicador de crecimiento urbano direccionado (Valls).
Elaboración propia.

La interpretación del vector del indicador (I_c) debe realizarse en comparación con el vector entre el centro urbano y la estación (v_e). El ángulo que forman ambos vectores muestra si el crecimiento de la ciudad se produce en dirección a la estación y, si es así, la relación entre los módulos de los vectores indica si este crecimiento se produce en el espacio entre estación y trama urbana o ya ha superado la infraestructura férrea.

5.2 Indicador de crecimiento urbano por sectores definidos según la infraestructura férrea.

Atendiendo al modelo morfológico de crecimiento urbano propuesto por Álvarez-Palau et al. (2016) y siguiendo la metodología de Herce (1995: 248) se establece el segundo indicador de crecimiento. En este caso se identificaron, sobre la misma base SIG-H cartografiada, los sectores poligonales de crecimiento teórico. Posteriormente se contabilizaron las superficies de crecimiento en cada época y dentro de cada sector. Las etapas del modelo que revisten mayor interés son la segunda -extensión de la trama urbana condicionada por la estación-, la tercera -contención del crecimiento urbano por efecto borde de la infraestructura-, y la cuarta -superación de la línea férrea por actividades urbanas marginales-.

De este modo, se partió de la ciudad anterior al ferrocarril y se trazó la línea férrea con su estación (figura 6). El sector correspondiente a la primera etapa (A) es el que se sitúa en la proyección ortogonal de la trama urbana preexistente sobre la infraestructura férrea, siguiendo la dirección marcada por el vector centro - estación. La segunda etapa, abarcaría aquellos sectores (B) que se situarían a los laterales del anterior, aunque sin superar la barrera férrea. Estas dos etapas constituirían los sectores claramente influenciados por la localización de la estación. A continuación, se consideran los sectores (D) que se encuentran al otro lado de la infraestructura férrea, es decir, que consiguieron superarla. En cuarto lugar, aquellos sectores (C) que se encuentran anejos a la trama urbana consolidada pero en sentido inverso a la estación. Todos los sectores anteriores forman parte de lo que denominaríamos crecimiento urbano por estiramiento de sus redes infraestructurales, y se caracteriza por la continuidad de la trama urbana. Por último, se agrupan el resto de sectores (E) que se esparcen por el territorio de forma independiente y sin solución de continuidad respecto la trama urbana original. Se procede de este modo porque tienden a ser sectores atribuibles al período de expansión urbana vinculada a la masificación del uso del automóvil, y que por tanto pierden interés para el presente trabajo.

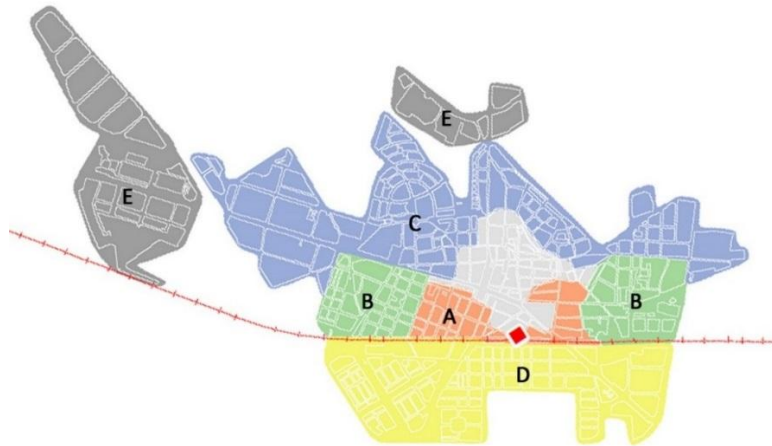


Figura 6: Esquema explicativo del indicador de crecimiento urbano por sectores (Vilafranca del Penedès).

Elaboración propia.

6. Descripción y análisis de resultados.

El cálculo del indicador de crecimiento direccionado se sintetiza en la tabla 2. Los resultados se clasifican en dos ámbitos para facilitar su comprensión: 1) la diferencia angular entre el indicador y el vector ciudad-estación (φ), y 2) la relación entre los módulos del indicador y del citado vector (I_M). La diferencia entre ángulos se clasifica usando sectores circulares. Considerando una circunferencia centrada en el centro de la ciudad y el vector ciudad-estación como bisectriz de uno de los seis sectores circulares de 60° en que se divide la circunferencia, se grafía en verde aquellos crecimientos que quedarían en el citado sector, en amarillo los que formarían parte de los dos sectores contiguos, y en naranja los tres sectores restantes situados en sentido opuesto a la

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

estación. La relación entre módulos, en cambio, se diferencia según si dicha relación supera la unidad o no. De este modo, y cuando la dirección de crecimiento está alineada, se obtiene una idea del momento en el que el crecimiento de cada localidad rebasó la vía férrea.

Tabla 2: Indicador de crecimiento urbano direccionado a la estación.

Localidad	Primera estación	1830' - 1860'		1860' - 1890'		1890' - 1920'		1920' - 1950'		1950' - 1980'		1980' 2010'	
		φ	I_M	φ	I_M	φ	I_M	φ	I_M	φ	I_M	φ	I_M
Balaguer	1924	.	.	.	.	.	.	66,9	0,84	35,02	1,3	3,78	1,3
Figueres	1877	.	.	.	.	25,19	0,58	50,61	0,59	24,96	1,19	13,23	2,49
Girona	1862	.	.	23,68	0,74	14,83	1,48	19,73	2,25	20,53	3,74	23,12	5,51
Granollers	1854	.	.	71,06	0,49	43,88	1,00	11,91	0,64	60,59	2,86	77,87	9,68
Igualada	1893	.	.	.	.	52,04	0,29	3,54	0,53	45,65	0,77	48,81	2,28
Lleida	1860	.	.	42,5	0,28	66,28	0,19	53,63	0,77	38,83	0,84	14,15	2,07
Manresa	1859	.	.	29,91	1,17	34,37	0,97	96,24	1,15	131,65	1,86	107,14	3,64
Mataró	1848	54,08	0,15	90,26	0,43	90,49	0,68	173,97	0,88	123,45	1,4	123,82	2,83
Puigcerdà	1922	.	.	.	.	.	.	123,36	0,23	142,79	0,74	179,15	1,29
Reus	1856	.	.	10,57	0,41	18,41	0,57	48,67	1,11	49,40	1,11	85,94	1,27
Tarragona	1856	24,72	0,94	27,97	2,1	31,61	3,23	37,4	4,1	45,37	4,92	57,7	8,56
Tortosa	1867	.	.	102,23	0,2	13,45	0,2	30,93	0,88	41,92	1,87	27,32	2,99
Tremp	1950	.	.	.	.	.	.	.	.	67,66	1,08	84,56	1,7
Valls	1883	.	.	.	.	174,74	0,1	2,57	0,36	14,75	0,75	23,01	2,32
Vic	1875	.	.	10,62	0,29	15,83	1,06	16,8	0,8	29,5	0,87	54,1	0,97
Vilafranca del Penedès	1865	.	.	2,38	0,33	116,37	0,79	58,21	1,4	53,69	1,49	48,3	1,61
Vilanova i la Geltrú	1881	.	.	.	.	10,15	0,46	4,7	1,13	15,72	1,11	83,85	1,34

Fuente: Elaboración propia.

Si considerásemos un modelo ideal de crecimiento urbano radio-concéntrico, el vector de crecimiento sería nulo, al igual que el ángulo. En este caso, el crecimiento sería idéntico en todas direcciones. No obstante, la heterogeneidad del terreno y la anisotropía de las infraestructuras construidas condicionan el crecimiento urbano, causando importantes desequilibrios. Actualmente, además, el modelo de planificación urbanística acentúa este efecto, dado que concentra los crecimientos en sectores urbanísticos predefinidos. Por tanto, es evidente que la ciudad no crece siguiendo la receta radio-concéntrica utópica. En cualquier caso, lo que se plantea a continuación es si existe una dirección de crecimiento privilegiada y, en este caso, si la dirección coincide con el vector que va del centro de la ciudad directamente a la estación.

El análisis del primer campo, el ángulo, permite identificar el condicionamiento en la dirección de crecimiento. Los resultados se muestran en la figura 7, en la que se diferencian las

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

localidades con crecimientos orientados, semi-orientados y no orientados. De hecho, del total de ciudades y períodos analizados, un 39% se podría afirmar que han estado claramente condicionados, un 41% semi-condicionados, y sólo un 20% seguirían direcciones de crecimiento opuestas. Es evidente que las localidades que han experimentado crecimientos preponderantes en dirección opuesta al trazado férreo son pocas y pueden explicarse fácilmente. Mataró, por ejemplo, no podía crecer más en dirección al ferrocarril a causa de la línea de costa. Puigcerdà está ubicada en un pequeño cerro, aparte de ser una ciudad pequeña. Por tanto, su crecimiento se debió más a cuestiones topográficas que de accesibilidad propiamente. Además, el ferrocarril que le da servicio se encuentra a más de dos horas y media de Barcelona, pasando por una infraestructura monovía en la que se producen incidentes constantes. Todo ello supone que la accesibilidad generada alrededor de la estación sea limitada y por ello su potencial de atracción también. Un tercer caso sería el de Manresa, en el que el ferrocarril se encuentra al otro lado del río y en una zona montañosa de difícil urbanización. Sin embargo, el resto de localidades, excepto en períodos puntuales, se vieron influenciadas por la infraestructura férrea. De un modo directo o indirecto la estación atrajo el crecimiento de la localidad en más del 80% de los períodos. Idealmente, siguiendo el modelo de crecimiento propuesto, Girona, Vilanova i la Geltrú o Vic serían los ejemplos más claros de ello.

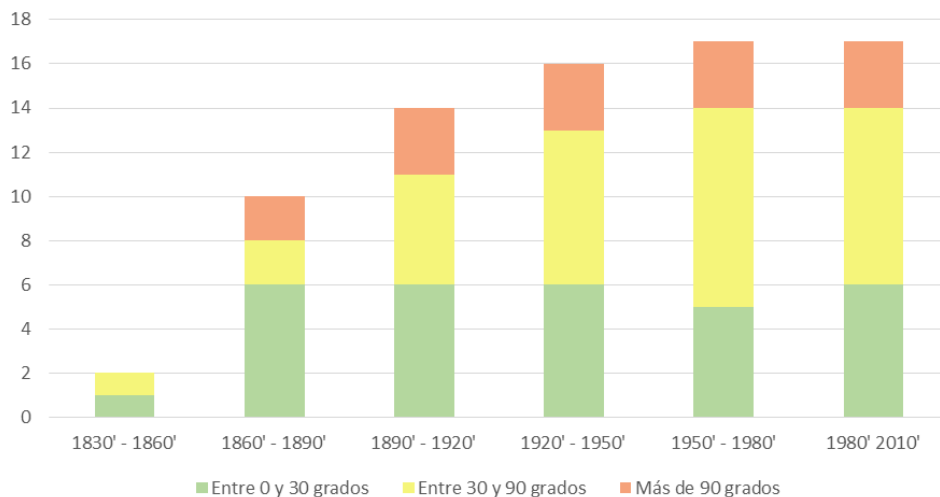


Figura 7: Evolución del número de localidades con crecimiento orientado a la estación (verde), semi-orientados (amarillo) y no orientados (naranja).

El segundo campo permite tener una idea de la intensidad del crecimiento urbano en relación a la infraestructura férrea. Es obvio que el indicador no responde totalmente a la realidad, pero ofrece una imagen lo suficientemente clara cuándo los vectores del indicador y centro-estación están alineados. La figura 8 muestra el número de localidades del total de la muestra con crecimiento orientado o semi-orientado hacia la estación y un indicador inferior a la unidad (azul) respecto a las localidades que lo superan (rojo) en cada período. En los primeros años, aunque no todas tuviesen aún ferrocarril, se observa claramente como predominan las localidades con módulo inferior a la unidad. Esto significa que el crecimiento era lento y mayormente ocupaba el espacio vacío que había quedado entre la trama y la estación. A partir de 1950, el crecimiento urbano crece sustancialmente, de modo que las localidades empiezan a superar la infraestructura férrea y, por tanto, el módulo del indicador supera la unidad. Este fenómeno ya no retrocede y en periodos

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

recientes todas las localidades han experimentado crecimientos superiores a la unidad. Una explicación de este fenómeno se sustenta en el desarrollo de modos de transporte alternativos, como el automóvil, que han permitido la construcción masiva de baja densidad y los polígonos autónomos alejados de la trama urbana consolidada.

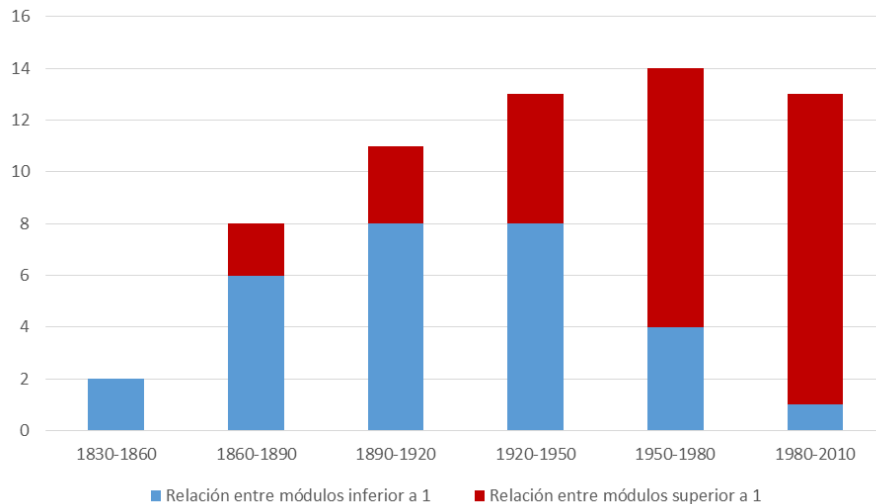


Figura 8: Evolución del número de localidades con módulo del indicador inferior (azul) y superior (rojo) a la unidad.

Desde un punto de vista más específico, en los primeros años prácticamente todas las localidades experimentaron crecimientos muy bajos. Únicamente Manresa y Tremp muestran valores superiores a la unidad, que una vez alcanzados se mantienen en el tiempo. Otras localidades presentan una situación opuesta (Granollers, Igualada, Lleida, Vic o Valls), en las que el indicador se mantiene por debajo de la unidad durante varios períodos, hasta 1980. A partir de esta fecha la mayoría de localidades superaron el umbral como consecuencia de la acumulación de crecimientos anteriores y las nuevas tendencias de expansión urbana y modos de transporte.

Cuantitativamente, el indicador de crecimiento direccionado (I_c) permite afirmar que la localización de la estación férrea condicionó la dirección de crecimiento de las ciudades, e incluso su intensidad. Sin embargo, se ha implementado un segundo indicador que permite categorizar espacialmente esta expansión. Al disponer de un SIG parcelario que contiene el período de urbanización de cada manzana, se ha calculado el crecimiento en cada fase y para cada uno de los sectores definidos al respecto. Resulta evidente que, como se indica en la Figura 6, los sectores A y B representan el llenado de la superficie entre la ciudad y la vía férrea; por lo tanto se puede considerar que son aquellos que han recibido una influencia más directa. Los sectores D son aquellos que han pretendido aprovechar también la accesibilidad férrea aunque sea en terrenos marginales y que necesitan de una inversión infraestructural para superar las vías en condiciones adecuadas de seguridad. A continuación, estarían los sectores C, que representarían los crecimientos continuos en sentido opuesto a la estación. Y por último los sectores E, que no estarían vinculados a la trama urbana preexistente ni al ferrocarril. Se obtiene por tanto, para cada una de las ciudades, un

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

gráfico que cuantifica los crecimientos de todos los períodos dependiendo del área en que se produzcan.

Con la finalidad de ofrecer resultados sintéticos de todas las localidades analizadas, se calculó la tabla 3. En esta se indica el momento de llegada del ferrocarril mediante la identificación de la trama urbana previa. A partir de entonces se apuntan los sectores donde se produjo un mayor crecimiento durante los tres decenios, indicando el porcentaje sobre el total.

Tabla 3: Indicador de crecimiento urbano por sectores.

	1800-1830	1830-1860	1860-1890	1890-1920	1920-1950	1950-1980	1980-2010
Balaguer				100%	68%	43%	56%
			100%	71%	65%	47%	34%
Girona		100%	83%	63%	44%	39%	29%
Granollers		100%	90%	75%	61%	43%	70%
Igualada			100%	47%	70%	54%	69%
Lleida		100%	46%	61%	39%	39%	71%
Manresa		100%	79%	98%	52%	64%	62%
Mataró	100%	76%	57%	58%	75%	56%	38%
Puigcerdà				100%	64%	71%	70%
Reus		100%	88%	74%	71%	51%	54%
	100%	86%	83%	90%	82%	71%	41%
Tortosa		100%	63%	46%	44%	34%	46%
Tremp					100%	65%	58%
Valls			100%	62%	49%	60%	54%
Vic		100%	82%	100%	54%	44%	80%
Vilafranca		100%	65%	96%	54%	44%	41%
Vilanova			100%	79%	51%	49%	74%

T	A+B	B+A	D	C	E
---	-----	-----	---	---	---

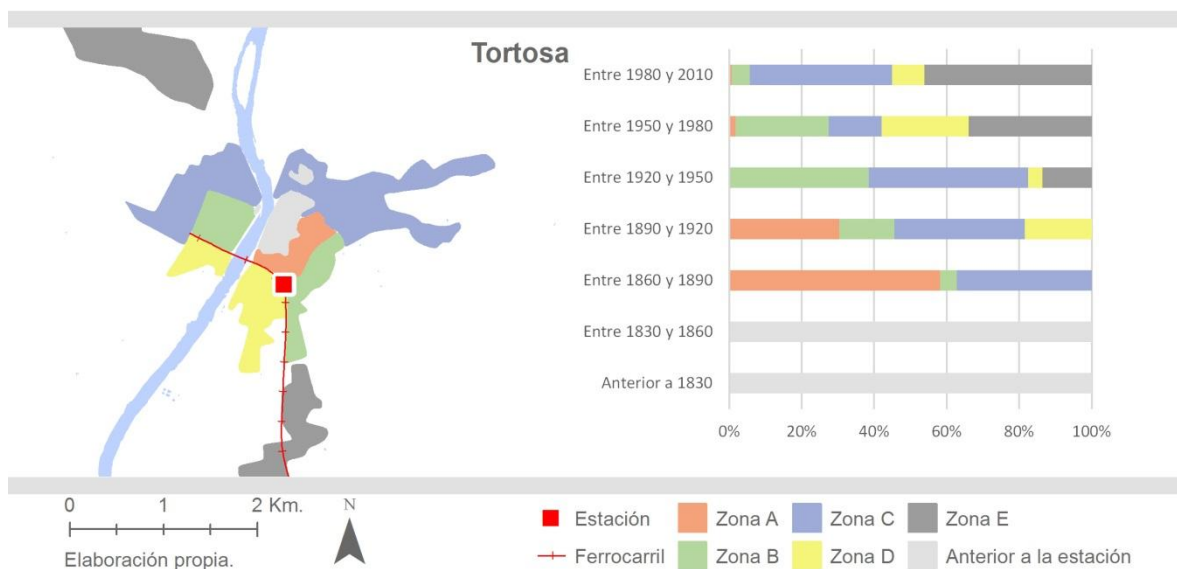
Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de la tabla muestra que, una vez construido el ferrocarril, la mayoría de localidades tuvieron un crecimiento claramente influenciado por la estación, en concreto trece de las diecisiete concentraron su expansión de forma notable -con porcentajes altos- entre los sectores A y B. La diferencia principal entre unas y otras fue que dependiendo de la distancia del ferrocarril en relación a la ciudad, los terrenos correspondientes al área A se llenaron más o menos rápido. Este crecimiento se mantuvo durante décadas mientras se colmataron los sectores y se habilitaron las infraestructuras necesarias para expandirse al otro lado de las vías. En amarillo se indican las

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

localidades que aprovecharon estas infraestructuras para saltar al otro lado, mientras que en azul se muestran las localidades que directamente no invirtieron o prefirieron crecer hacia otras direcciones. La predominancia del azul sobre el amarillo indica que el salto al otro lado de las vías fue más bien testimonial y tardío. Por tanto, se confirmaría que la infraestructura férrea creó un importante *efecto borde* que impidió el correcto desarrollo urbano hacia los terrenos más accesibles. Es decir, la estación dio accesibilidad regional pero la infraestructura limitó la accesibilidad urbana. Lo que sigue siendo significativo es que en el período de 1950 a 1980, diez de las localidades ya no crecían en los sectores A y B. Sin embargo, si consideramos el crecimiento en D como también vinculado al ferrocarril, se obtiene que diez de diecisiete ciudades siguieran estando condicionadas por el tren casi un siglo después de su construcción. Por último, a partir de 1980, el ferrocarril entró en decadencia y otros modos de transporte coparon el transporte individual motorizado de las personas. Por ello, el ferrocarril perdió fuerza en la definición urbana y se produjo el fenómeno conocido como *explosión de la ciudad* sustentado en el automóvil. Numéricamente, nueve de las localidades estudiadas centraron su crecimiento en C, seis en E y dos en D. Se confirmó por tanto que el ferrocarril dejó de ser un centro atractor de crecimiento en detrimento de otros sectores más accesibles mediante automóvil.

La figura 9 muestra el caso de Tortosa y sirve de ejemplo para explicar el indicador. La estación se construyó en 1867. En los tres decenios posteriores primó el crecimiento en el sector A. Esto significa que los terrenos más valorizados eran aquellos situados entre la trama preexistente y la estación. A partir de los 1920s el área situada entre ciudad y estación estaba prácticamente llena, de modo que se tuvo que adaptar el crecimiento a la nueva situación. La respuesta fue crecer en torno a la infraestructura pero sin superarla (B) y en sentido contrario a ella (C). El período siguiente viene marcado por el salto de las vías, lo cual motivó que el área D fuera más expansionista, sin embargo el crecimiento principal estuvo más condicionado por los sectores autónomos (E). Y por último, en el período comprendido entre 1980 y 2010, el ferrocarril ya no tuvo tanta importancia, por lo que los sectores E volvieron a concentrar el mayor porcentaje de urbanización, con un 46% del total de superficie nueva construida.



Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Figura 9: Representación del indicador de crecimiento urbano por sectores en Tortosa y evolución de su expansión por sectores.

Elaboración propia.

7. Conclusiones

Los distintos análisis desarrollados a lo largo del trabajo permiten constatar algunos fenómenos que se habían estado infravalorando en los últimos trabajos que relacionan ciudad y ferrocarril. Es conocido que actualmente la infraestructura ferroviaria convencional tiene poca influencia sobre el crecimiento urbano, no obstante, es evidente que durante casi un siglo tuvo un impacto importante en las ciudades catalanas.

En primer lugar, es preciso tener en consideración el contexto de la etapa analizada. Los ferrocarriles fueron construidos mayoritariamente por empresas privadas, lo cual forzó el máximo ajuste presupuestario. En consecuencia, la solución óptima para las ciudades no tenía por qué ser la alternativa elegida por las compañías. Por otra parte, los parámetros de diseño unidos a las características geográficas de las ciudades limitaron las posibilidades de encaje y su futura integración urbana.

Lo que es evidente es que la llegada del ferrocarril a las ciudades comportó un cambio de modelo urbano. Se pasó de la ciudad compacta, en algunos casos incluso amurallada, a una ciudad con un eje de crecimiento polarizado hacia la estación férrea, el emplazamiento de máxima accesibilidad. Este fenómeno se pone de manifiesto mediante el indicador de crecimiento direccionado. Su ángulo demuestra una clara orientación del crecimiento urbano hacia la estación en la mayoría de los casos. Al mismo tiempo, el módulo del indicador indica que el proceso de crecimiento fue lento pero constante, para acabar ocupando todo el espacio urbano disponible. El indicador de crecimiento por sectores permite también constatar esta hipótesis. El mayor porcentaje de crecimiento de las localidades en los primeros años después de la inauguración de la estación, se concentró en los sectores directamente vinculados a la estación -A y B-. Es decir, se constata una clara correspondencia con el indicador anterior.

A partir de los años 1950s, con la masificación del uso del automóvil, el ferrocarril perdió su importancia dentro del sistema de transportes catalán. A nivel urbano, la principal consecuencia fue el *estallido de la ciudad*. Este fenómeno comportó el cese del crecimiento continuo de la trama urbana, proliferando los sectores C y E que no requerían de la accesibilidad férrea en sus relaciones de movilidad y transportes. Por tanto, las ciudades iniciaron una nueva etapa de crecimiento desvinculada del ferrocarril. Para intentar evitar la decadencia del entorno ferroviario, las administraciones habrían iniciado importantes políticas de inversión en el entorno la línea férrea. Se incrementaron los pasos a diferente nivel para mejorar la integración urbana e incluso se desvió el trazado férreo con variantes por fuera de la ciudad. Con ello, los sectores D habrían dejado de quedar marginados en relación a la ciudad y el ferrocarril deja de ser progresivamente una barrera urbana.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Agradecimientos

Esta investigación ha recibido el apoyo del proyecto de la UE Jean Monnet (562390-EPP-1-2015-1-ES-EPPJMO), del Ministerio de Economía y Competitividad, de la SEBAP y del ICREA-Academia Generalitat de Catalunya.

Referencias bibliográficas

Aguilera Benavente, F. Valenzuela Montes, L.M. y Bosque Sendra, J. (2010). “Simulación de escenarios futuros en la aglomeración urbana de Granada a través de modelos basados en autómatas celulares”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 54, pp. 271-300.

Aguilera Benavente, F. (2006): “Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares”, *GeoFocus*, 6, pp. 81-112.

Alcaide González, R. (2005): “El ferrocarril como elemento estructurador de la morfología urbana: El caso de Barcelona 1848-1900”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, IX(194[65]).

Álvarez-Palau, E. J.; Hernández, M. y Tort, A. (2016): “Modelo morfológico de crecimiento urbano inducido por la infraestructura ferroviaria. Estudio de caso en 25 ciudades catalanas”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XX(526).

Álvarez-Palau, E. J., Martí-Henneberg, J. y Franch, X. (2013a): “Evolution of the Territorial Coverage of the Railway Network and Its Influence on Population Growth: The Case of England and Wales, 1871–1931.” *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*, 46(3): 175–191.

Álvarez-Palau, E., Hernández Asensi, M. y Gangoellés, B. (2013b): “A difícil inserção territorial das linhas elétricas de alta tensão: ferrovias, eletricidade e sistema de cidades no corredor fluvial do Noguera Pallaresa (Lleida)”. In *II Simposio Internacional Eletrificação e Modernização Social*. São Paulo: Universidade de São Paulo. 21p.

Barquín, R. (2007): “El fracaso de un negocio “bueno bajo todas las faces”. El ferrocarril de Barcelona a Zaragoza”. *Revista de Historia Industrial*, XVI(34), pp. 39–64.

Barredo J. I, Demicheli, L, Lavalle, C, Kasanko, M, y McCormick, N. (2004): “Modelling future urban scenarios in developing countries: an application case study in Lagos, Nigeria”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32, pp. 65-84.

Bellet Sanfeliu, C., y Gutiérrez Palomero, A. (2011): “Ciudad y ferrocarril en la España del siglo XXI. La integración de la alta velocidad ferroviaria en el medio urbano”. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 55, pp. 251–279.

Bellet Sanfeliu, C. (2002): “El impacto espacial de la implantación del tren de alta velocidad en el medio urbano”. *Revista de Geografía*, 1, pp. 57–77.

Capel, H. (2011): *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Capel, H. (2002): *La morfología de las ciudades. Vol. I Sociedad, cultura y paisaje urbano*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002. 544 p.

Cerda Troncoso, J., y Marmolejo Duarte, C. (2010): “De la accesibilidad a la funcionalidad del territorio: una nueva dimensión para entender la estructura urbano-residencial de las áreas metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España)”. *Revista de Geografía Norte Grande*, 46, pp. 5–27.

Cifuentes, P. A. y Londoño, J.P. (2010). “Análisis del crecimiento urbano: Una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la ciudad de Manizales como aporte a la planificación”. *Revista Gestión y Ambiente*, 13(1), pp. 53-66.

Delgado Viñas, C. (2010): “Entre el puerto y la estación. La influencia de las infraestructuras de transporte en la morfología de las ciudades portuarias españolas (1848-1936)”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XIV(330).

Feliu i Torrent, J. (2007). “El desarrollo local en la ciudad media europea ante los proyectos de TAV”. *Estudios Geográficos*, 68(262), pp. 65–90.

Galí Izard, R. (2001): “L’estructura de capital de les companyies de ferrocarril catalanes 1844-1875”. *Recerques: Història, Economia, Cultura*, 42, pp. 89–124.

García, J. G. (1905): *Atlas general de planos de las 49 capitales de España con industrias y comercio*. Barcelona: Tip. Lit. J. Casamajó.

González Yanci, M. P. (2012): “El ferrocarril mantiene su protagonismo en la evolución urbana de Madrid: el Pasillo Verde y la operación Chamartín”. *Estudios Geográficos*, 73(273), pp. 483–506.

Herce Vallejo, M. (2009): “Ferrocarril de alta velocidad: impactos socioeconómicos, efectos territoriales y oportunidades de renovación urbana”. *Ciudad y Territorio*, XLI(159), pp. 43–64.

Herce Vallejo, M. (2005): “Urbanización, precios del suelo y modelo territorial: la evolución reciente del área metropolitana de Barcelona”. *EURE (Santiago)*, 31(93), pp. 35–51.

Herce Vallejo, M. (1995). *Variante de carretera y forma de ciudad*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Herold, M., Goldstein, N. C., y Clarke, K. C. (2003): “The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling”. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 286-302.

Hoyt, H., 2005. “The structure and growth of residential neighborhoods: 1939”. *Progress in Human Geography*, 29(3), pp. 321-325.

Jürgens, O. (1926): *Ciudades españolas: su desarrollo y configuración urbanística*. Hamburgo: Comisión Editorial L. Friederichsen & Co.

Koopmans, C., Rietveld, P., y Huijg, A. (2012): “An accessibility approach to railways and municipal population growth, 1840-1930”. *Journal of Transport Geography*, 25, pp. 98–104.

Martí-Henneberg, J., y Barrufet Rosinach, A. (1997): “El proyecto de una red integrada de ferrocarriles secundarios en Cataluña (1885-1931)”. En *Col·loqui Internacional Barcelona-Montréal. El desarrollo urbano de Montréal y Barcelona en la época contemporánea: estudio comparativo*. Barcelona: Universitat de Barcelona. 16p.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): “Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Monteagudo, M. C., et al. (2002): “El creixement urbà d’una ciutat metropolitana: Gavà 1600-2000”. *Materials del Baix Llobregat*, 8, pp. 79–87.

Morillas-Torné, M. (2014): “El ferrocarril de vía estrecha en España, 1852-2010. El papel de la intermodalidad y de la demanda en su construcción y estado actual”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XVIII (485).

Baluja Arestiño, J. et al. (2010): “Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en el área metropolitana de Granada mediante técnicas estadísticas y SIG”. In J. Ojeda, M. F. Pita, y I. Vallejo (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica. La información geográfica al servicio de los ciudadanos*. (pp. 640–657). Sevilla: Secretariado de Publicaciones.

Pascual, P. (2000): “La gran decepción. La rentabilidad de las acciones de los ferrocarriles catalanes (1849-1943)”. *Revista de Historia Industrial*, 17, pp. 11–59.

Prat, J. (1994): “El sistema ferroviario en la configuración de la región de Barcelona”. *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: Territori, Estratègies, Planejament*, 16, pp. 19–34.

Quirós Linares, F. (1991): *Las ciudades españolas en el siglo XIX. Vistas de las ciudades españolas de Alfred Guesdon. Planos de Francisco de Coello*. Valladolid: Editorial Ámbito.

Santos y Ganges, L. (2007): *Urbanismo y ferrocarril. La construcción del espacio ferroviario en las ciudades medias españolas*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Santos y Ganges, L. (2001): “La estación de ferrocarril como factor de dinamismo urbano: el contradictorio caso de la ciudad de Burgos”. En *II Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 21p.

Santos Preciado, J. M., et al. (2013): “Medida de la dispersión urbana, en un entorno SIG. Aplicación al estudio del desarrollo urbano de la comunidad de Madrid (1990-2006)”. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 13(1), pp. 48–75.

Sunyol i Busquets, M. (1991): “Formació i evolució de Granollers”. *Treballs de La Societat Catalana de Geografia*, 31, pp. 181-186.

Wallner, E. M., 1975. *Sociología Conceptos y problemas Fundamentales*. Ed. Herder. Barcelona.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

APÉNDICE 1: Indicador de crecimiento urbano direccionado en la ciudad de Vic



Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157

Notas

¹ Concepto *estallido de la ciudad*: Herce (2012) lo define como el resultado de una política urbanística excesivamente centrada en las infraestructuras y que adquiere forma de polígonos de viviendas, polígonos industriales o conjuntos mixtos desvinculados de la ciudad y extendidos por el territorio semirural sin más relación que la proporcionada por las infraestructuras de transporte que les dan accesibilidad.

² En el Congreso de Atenas de 1931, Le Corbusier sentó las bases de la *ciudad moderna*, que implicaba nuevos conceptos en materia de edificación y urbanismo. Dar a los usos residenciales las mejores ubicaciones, sentar las bases del higienismo, imponer densidades razonables, compatibilizar residencia y superficies verdes y segregar los usos industriales contaminantes eran algunas de sus iniciativas.

³ *Ciudad jardín*: Movimiento urbanístico acuñado por Ebenezer Howard, que propone un modelo de crecimiento urbano de núcleos radio-concéntricos diseñados para una vida saludable y de trabajo, bien conectados entre ellos mediante infraestructuras de transporte.

⁴ Por *efecto barrera* se entiende la contención física de los desplazamientos entre la trama urbana de ambos lados de la infraestructura férrea debida a la explanación a diferente nivel o a los cerramientos del ferrocarril a lo largo de la ciudad.

⁵ Concepto *efecto borde* acuñado por Santos (2007), que se refiere a la contención del crecimiento urbano por culpa de la disposición de cerramientos a lo largo de una infraestructura lineal.

⁶ El proyecto CARTOCAT se desarrolla como portal web que facilita el acceso a diferentes colecciones públicas catalanas. Es una iniciativa del ICC junto a la *Biblioteca de Catalunya* i el *Àrea de Biblioteques, Informació i Documentació del Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya*.

Solanas Jiménez J., Álvarez Palau E., Martí Henneberg J. (2015): "Estación ferroviaria y ciudades intermedias: lectura geo-espacial del crecimiento urbano mediante indicadores SIG vectoriales. El caso de Cataluña (1848 – 2010)", GeoFocus (Artículos), n° 16, p. 255-282. ISSN: 1578-5157
