



LA EVOLUCIÓN DE LA RED FERROVIARIA EN EL REINO UNIDO (1825-2000)

Eloy del Río

Jordi Martí-Henneberg

Antònia Valentín

Departament de Geografia i Sociologia. Universitat de Lleida

1. Temática y aportación de esta investigación

La red ferroviaria británica en el formato digital que aquí se presenta, constituye una herramienta de análisis territorial y una opción metodológica en el campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En esta comunicación presentamos los resultados de esta reciente investigación, con especial énfasis en el proceso de elaboración técnica de la serie cartográfica. En el apartado final nos referiremos al potencial de análisis de este SIG cuando se combine con información censal de base municipal.

Este estudio sobre la evolución de la red ferroviaria en el Reino Unido se basa en una única fuente en términos de reconstrucción cartográfica. Sin embargo, ha tenido en cuenta otras aportaciones académicas realizadas en esta dirección. El tema del diseño, construcción, uso e impacto económico del ferrocarril es recurrente en la literatura sobre historia económica y otras disciplinas. Desde el análisis territorial hasta el estudio del cambio de hábitos en la sociedad del siglo XIX, el tema del servicio ferroviario es central necesariamente. Lo que no existía hasta el momento es una referencia cartográfica digital y cuantificable que permita un análisis con contenido geográfico, más allá de la descripción. Aquí se presenta el apartado referente al Reino Unido, dentro de una investigación que llevamos a cabo para el conjunto de Europa.¹

El trabajo que aquí se presenta ha sido posible gracias al permiso de utilización de la obra *The Railways of Great Britain*, cuyo autor es el coronel Michael Cobb. Es significativo señalar que el coronel Cobb inició este estudio al jubilarse del ejército británico a los sesenta años. A partir de aquel momento reunió la documentación necesaria en el Archivo Nacional, en Kew (Londres) donde se conservan los fondos que permiten reconstruir la localización y año de apertura/clausura de cada una de las estaciones y tramos de la red británica desde sus inicios hasta 1994. La labor empírica y los trabajos de edición del Atlas ocuparon los siguientes veinte años de este entusiasta jubilado. Posteriormente, se ha dedicado a preparar la segunda edición revisada. Por estos trabajos, recientemente ha obtenido el doctorado en el Departamento de Geografía de la Universidad de Cambridge.

La meticulosa labor del doctor Cobb se ha publicado en formato analógico – el Atlas en papel- previamente vectorizada y maquetada por la editorial, que nos proporcionó información en parte no disponible para el público en general. Nuestra primera fase consistió en vectorizar e introducir los datos que nos interesan de forma prioritaria: años de apertura y cierre de todas las estaciones y tramos del Reino Unido. Esta base de datos puede enriquecerse en un futuro con información sobre ancho de vía, electrificación, compañías que participaron en la construcción, número medio y velocidad de los servicios, tanto de pasajeros como de mercancías, entre otros temas.



El rigor del doctor Cobb merecía un esfuerzo del mismo calado por nuestra parte. El método de trabajo seguido se describe en el apartado siguiente y constituye la parte fundamental de este trabajo.

2. Construcción y validación de la base de datos y del SIG: Proceso técnico

En este apartado se detalla todo el proceso técnico seguido para realizar este SIG. Desde la fase de concepción a partir de las fuentes disponibles, hasta su elaboración teniendo en cuenta que se trata de un instrumento concebido para el posterior análisis territorial.

2.1. La fuente: *The Railways of Great Britain, a Historical Atlas*

Como se ha comentado anteriormente, *The Railways of Great Britain*, es de una riqueza incalculable, no sólo por el elevado detalle y la rigurosidad de los datos, sino por la resolución temporal de estos.

Hemos tenido disponible el Atlas de Cobb en distintas fases y en dos formatos, como antes apuntábamos. El primero, en formato analógico y las dos restantes, en digital (la última entrega actualizaba a la anterior).

Nuestra base de datos resultante, así como los procesos llevados a cabo para su elaboración (georeferenciación, digitalización y entrada de datos, así como validación) se explican en los siguientes apartados.

2.2 La base de datos: Características generales

Hoy, nuestra base en formato vectorial cuenta con **6.550 líneas y 8.475 estaciones** que cubren el territorio de Inglaterra, Gales y Escocia. Además, contamos con todos los puntos que indican la finalización de una vía (*final junctions*) y el enlace de dos o más vías (*middle junctions*), ambos muy útiles para futuros análisis.

Los atributos de las **líneas** son los siguientes:

RW_OPEN: Año de apertura de la vía. Comprendido entre 1807 y 1994.

RW_CLOSE: Año de clausura de la vía. El valor 0 indica que la vía está abierta actualmente. Comprendido entre 1820 y 1994.

TUNNEL: Indica si la vía es túnel o no (mediante el valor 1 ó 0 respectivamente).

SHAPE LENGTH: Longitud en kilómetros de la vía.

Atributos de las **estaciones**:

ST_OPEN: Año de inauguración de la estación.

ST_CLOSE: Año de cierre de la estación.

ST_OPEN2: Año de reapertura de la estación en el caso en el que ésta haya sido cerrada previamente un tiempo determinado.

ST_CLOSE2: Año de cierre definitivo de la estación sólo si ésta ha sufrido una reapertura.

ST_TYPE: Tipología de la estación.

Open (O): Estación abierta.

Closed (C): Estación cerrada.

Open with junctions (OJ): Estación abierta con cruce de vías.

Closed with junctions (CJ): Estación cerrada con cruce de vía.

2.3 Proceso de elaboración del SIG

A continuación detallamos el proceso seguido para la elaboración del SIG, desde la georeferenciación de las hojas del libro de Cobb hasta la validación tanto de los elementos gráficos como de los atributos alfanuméricos.

2.3.1 Georeferenciación

La obra de Cobb cuenta con 646 hojas en formato papel y 333 imágenes raster en formato digital, dando como resultado tras este proceso un mosaico de imágenes que cubre toda nuestra área de estudio.

Como contamos con el permiso del Coronel Cobb, los editores del Atlas (Ian Allan Publishing) nos enviaron los 333 raster que conforman el Atlas; imágenes no disponibles para el público en general. Al ser imágenes planas sin deformaciones, la georeferenciación no ha generado un RMS considerable. Llegados a este punto, dimos satisfactoriamente por terminada esta primera fase.

La digitalización de las vías del tren duró aproximadamente dos años y la llevaron a cabo diferentes personas. Esto ha favorecido la generación de numerosos errores que han debido ser corregidos manualmente durante la validación.

2.3.2 Validación

Dadas las circunstancias explicadas en el punto anterior, nos preocupaba la veracidad de la información contenida en la base. No solo no confiábamos en su completitud (es decir, que estuvieran digitalizadas todas las vías recogidas por Cobb) sino que tampoco confiábamos en su coherencia (es decir, que los atributos de las vías referidos a años de apertura y cierre fuesen los que Cobb recogía en su libro). La posibilidad de errores durante la digitalización, a pesar del buen hacer y el interés que pudieran haber puesto los digitalizadores, era muy elevada. La base contenía ya entonces más de 10.000 líneas con sus respectivos atributos. La posibilidad de revisar todas las líneas tampoco parecía ser la solución, ya que suponía invertir un tiempo excesivamente largo en un proceso manual que tampoco garantizaba que no se volvieran a cometer los mismos errores.

La exactitud planimétrica no resultaba un problema para estudios a nivel regional, así que en ningún momento nos planteamos la repetición de la digitalización del sur de UK.

Así pues, tomamos la decisión de iniciar la digitalización de las estaciones de Reino Unido bajo un control más exhaustivo: únicamente una persona digitalizando y otra persona validando paralelamente.

La validación de las estaciones se hizo de forma exhaustiva, ya que tenía que servir para validar también las líneas. Además, la riqueza que aportan las estaciones en el análisis que posteriormente a la validación haremos de la base, nos decidieron a dar el paso.



2.3.2.1 Validación de las estaciones

La validación y la corrección se han hecho manualmente. Para facilitar el trabajo se desarrolló una sencilla aplicación en ArcObjects que permitía la selección, visualización y edición de los atributos de las estaciones desde una sola interficie gráfica.

Primer paso: Chequeo visual estación a estación, comprobando que el atributo del campo TYPE se corresponda con la simbología de Cobb.

Segundo paso: En base a la tipología de la estación, chequear los campos de fechas de apertura y cierre a partir del siguiente cuadro.

TYPE	ST_OPEN	ST_CLOSE	ST_OPEN2	ST_CLOSE2
O' OR 'OC'	<>0	0	0	0
		<>0	<>0	0
T' OR 'TC'	<>0	<>0	0	0
			<>0	<>0

2.3.2.2 Validación de las fechas de apertura y cierre de las líneas en base a las de las estaciones

Esta validación se ha efectuado automáticamente con un script de Python, en base a la intersección de las vías, fusionadas éstas previamente en base a los campos de año de apertura y cierre, y las estaciones.

Hemos chequeado la coherencia a partir de las siguientes consideraciones:

- No cabe la posibilidad de que existan estaciones abiertas en vías cerradas.
- No es posible que una estación se cierre posteriormente a la clausura de la vía.

En resumen: la vida de una estación ha de incluirse en el rango de años de vida como mínimo, de una o más vías (en este último caso cuando a la estación le llegue más de una vía).

Esta coherencia interna de los datos nos ha permitido corregir muchos atributos de fecha en las vías que de otra manera no hubieran podido ser encontrados.

Ejemplo de validación sobre año de apertura (error en rojo)

RW=1800	RW=1900	RW=1800
ST=1800	ST=1800	ST=1900

Ejemplo de validación sobre año de clausura (errores en rojo)

RW=0	RW<>0	RW=0	RW=1900	RW=1800
ST=0	ST=0	ST=1900	ST=1800	ST=1900

Tras esta validación, se creó una **topología** de la capa de vías y la capa de estaciones, que chequeara que no hubieran estaciones sin conectar y no hubieran líneas superpuestas.

Una vez corregido los errores detectados se revisaron todos los tramos menores de 100 m, eliminando microsegmentos residuales y uniendo aquéllos a vías mayores, quedando en la capa de vías tan sólo algunos túneles por debajo de dicha medida.

Se fusionaron los tramos conectados con idénticas fechas de apertura y cierre (dissolve). Como resultado, se redujo un 35% el número de registros, quedando la base de vías más depurada y coherente.

Posteriormente, se obtuvieron automáticamente (mediante la creación de una *geometric network*) todos los nodos finales (*junctions*) de cada tramo que no coincidieran con estaciones, distinguiendo las *junctions* que correspondieran a finales de línea.

Mediante la aplicación desarrollada en ArcObjects se fueron chequeando las *junctions* finales una a una, para ver si en algún final de línea no se había digitalizado la estación correspondiente. Este proceso es de relevancia debido a que las estaciones de final de línea son importantes para el estudio de la evolución de las accesibilidades.

En la actualidad estamos en el último estadio de la validación, empleando una herramienta construida a partir de un modelo que integra varios procesos y emplea líneas, *junctions* finales y estaciones. El objetivo de dicha herramienta es mostrar la red en un año determinado, generar de manera automática *junctions* intermedias (*middle junctions*) para que el técnico que esté validando detecte posibles errores en los atributos de fecha de las vías chequeando la coherencia de la conectividad. Paralelamente se va generando de manera automática y de forma controlada, la capa de *junctions* intermedias año a año.

El resultado se muestra en la figura 1. En ella vemos una hoja de *The Railways of Great Britain* y la vista correspondiente de nuestra base al completo.

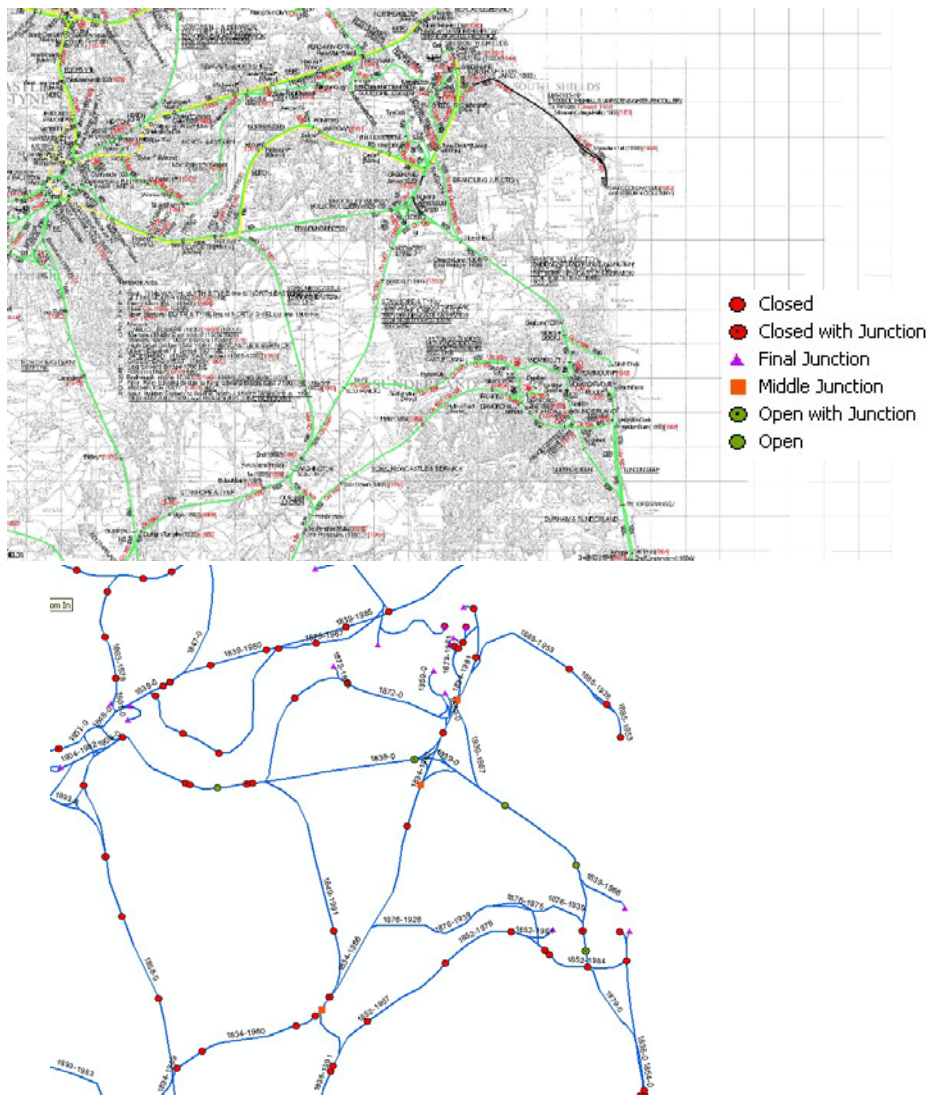
3. Resultados del análisis evolutivo de la red en el Reino Unido

La serie cartográfica que aquí presentamos permite observar de forma precisa los avatares de la red británica, en la que es igualmente significativo el proceso de expansión como su posterior reducción a partir de los años 1950. La serie puede estudiarse en una cadencia anual o más simplificada, cada diez años. Permite en definitiva obtener una imagen de la red para cualquier año que se precise. Por su versatilidad y precisión, supera cualquiera de los documentos hoy disponibles sobre esta materia.

Este instrumento de análisis va a permitir llevar a cabo un análisis territorial y socioeconómico que supera los límites de esta comunicación. Sin embargo, quisiéramos apuntar que esta red va a ser objeto de estudio de la coherencia de la red en sí en relación al territorio en el que se asienta. En segundo lugar, analizaremos su relación causal con las pautas de distribución de la población y más en concreto de la población ocupada por sectores de actividad. Se dará cuenta de estos elementos en el siguiente apartado de forma más pormenorizada. Una presentación previa más general de este material nos indica que existen tres grandes fases en la construcción de la infraestructura. De 1830 a 1910 un incremento sostenido de la red y en paralelo del número de estaciones. Los cuarenta años siguientes se caracterizan por la estabilidad,

apuntando un retroceso en 1950. El decenio siguiente viene marcado por una reestructuración radical de la red, incluso más marcado en el caso de las estaciones en servicio. El motivo es que se da preferencia a la velocidad del servicio en detrimento de la conectividad de la red. La situación más extrema en este sentido la ofrece el Tren de Alta Velocidad (TAV), con distancias medias entre estaciones de unos 100 km. En cualquier caso, el diseño de la red no volverá a sufrir grandes altibajos, manteniendo una longitud total semejante a la de los años 1860s. Su estructura sin embargo poco tiene que ver con la de un siglo antes debido a los fuertes cambios en la distribución de la población, en definitiva, cambios en la localización de los usuarios.

FIGURA 1: Atlas de Cobb y SIG de la Red Ferroviaria.



En las FIGURAS 2 a 5 pueden observarse los grandes hitos en el diseño de la red británica. Tan significativo es el periodo de expansión como el de cierre. En el primero de ellos los inversores (privados, bajo concesión del estado) dieron prioridad a las oportunidades de negocio: conexiones entre ciudades y acceso a las zonas mineras y portuarias. Pero también se dio servicio a amplias zonas rurales en una época en que el tren tenía poca competencia. Sin embargo, la eclosión del transporte por carretera a mediados del siglo XX condujo a un rápido y drástico ajuste por parte de British Rail, la

compañía pública que ya controlaba toda la red y el servicio en aquel momento. Las FIGURAS 6 y 7 ilustran este proceso.

FIGURA 2: Red en 1830

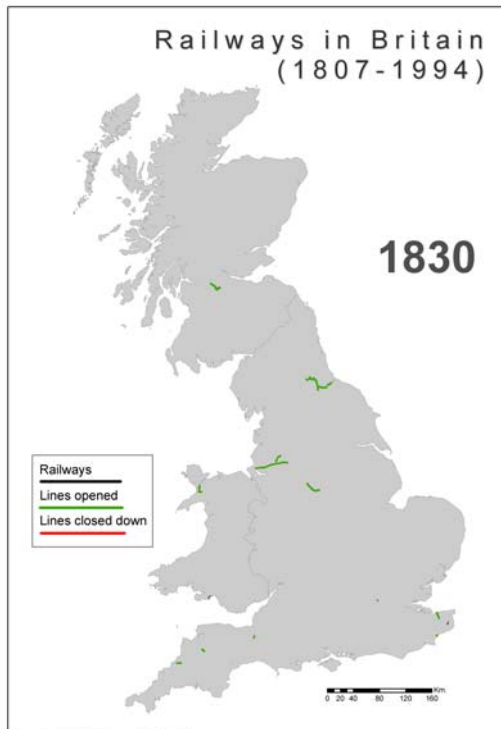


FIGURA 3: Red en 1920

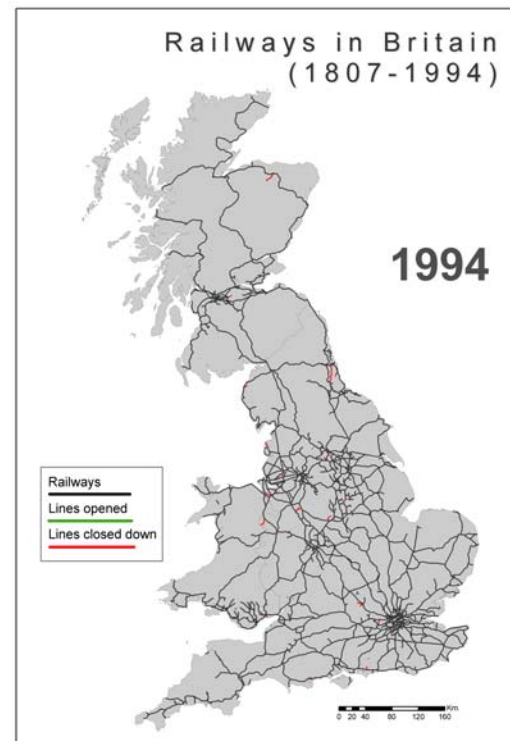
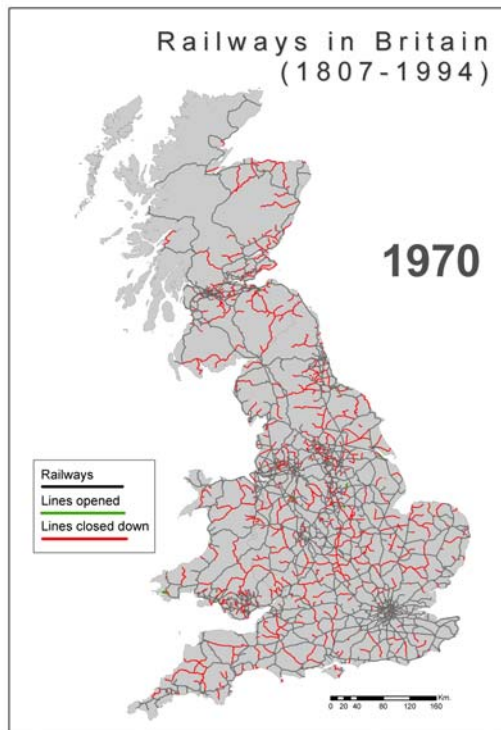
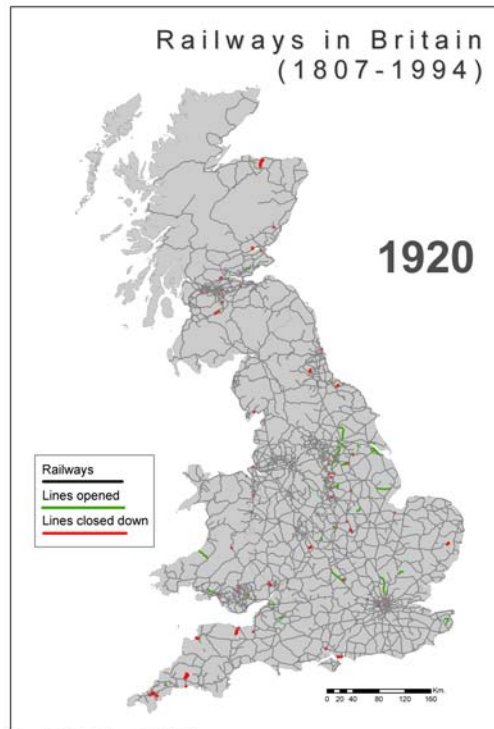


FIGURA 4: Red en 1970

FIGURA 5: Red en 1994

FIGURA 6: Kilómetros de vía y número de estaciones por década en relación al total (%).

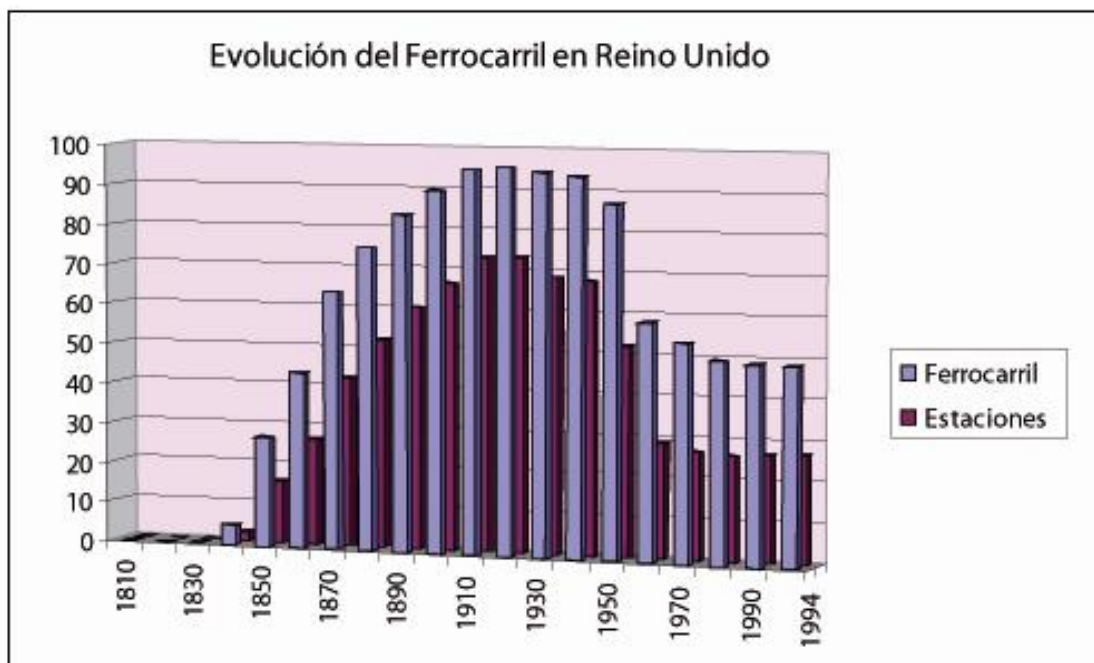
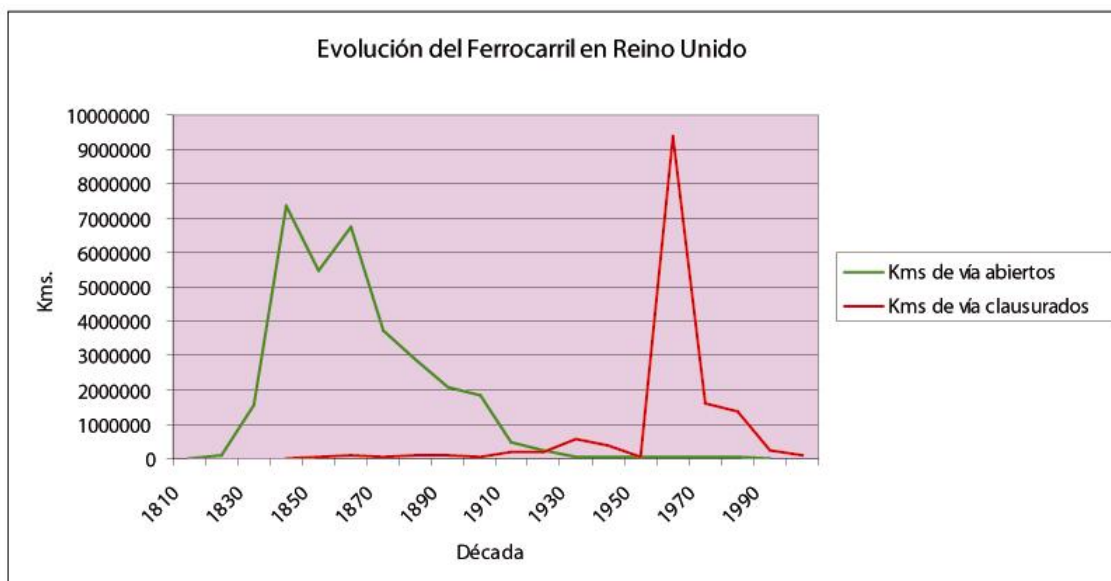


FIGURA 7: Kilómetros de vía abiertos y clausurados por década.



En el apartado siguiente nos referiremos con más detalle a los temas que nos proponemos estudiar en una primera fase, a partir del instrumento de análisis que aquí presentamos.

4. Posibilidades de análisis combinado con otras bases de datos: distribución de la población y población ocupada

Nos referiremos en este apartado con mayor detalle a las posibilidades que ofrece en análisis combinado entre la red ferroviaria y los cambios asociados a la distribución de

la población. Utilizaremos para ello el material elaborado por el profesor Ian Gregory, de la Universidad de Lancaster, con quien mantenemos una colaboración académica fluida. El Dr Gregory realiza una primera aproximación consistente en mostrar la distribución de la población en un momento previo al establecimiento de la red (año 1831, véase FIGURA 8). Posteriormente presenta la evolución de la red (FIGURA 9), para acabar con una representación combinada del proceso de construcción de la red de acuerdo con la distribución de la población (FIGURA 10). La conclusión es que existe una alta correlación entre ambos elementos. Tenemos planteado desarrollar conjuntamente este estudio para estudiar más en detalle los cambios en la distribución de la población de acuerdo con el acceso al servicio ferroviario.

FIGURA 8: Densidad de población en el País de Gales (1831)
Fuente: Ian Gregory, 2007

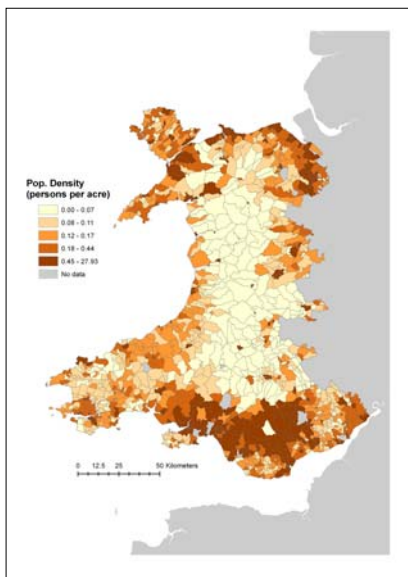


FIGURA 9: Crecimiento de la red ferroviaria en el País de Gales (1850-1900)
Fuente: Ian Gregory, 2007

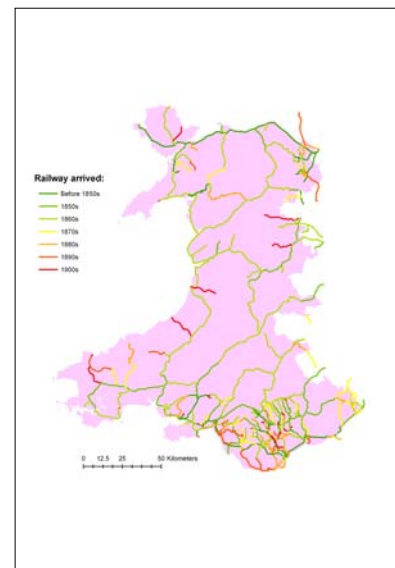
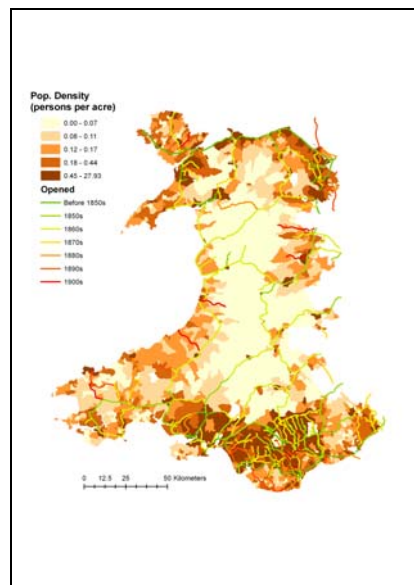


FIGURA 10: Densidad de población por parish y relación con la red (1850-1900)
Fuente: Ian Gregory, 2007.





Por último, la relación entre la red ferroviaria y la distribución de la población ocupada a nivel municipal, es otra vía de investigación que estamos explorando con el Departamento de Geografía de la Universidad de Cambridge. Concretamente con su grupo de población, que está digitalizando los censos desde 1801 y armonizando los datos en base a ramas de actividad homogéneas. Ello permitiría un análisis más detallado que el de la población total, en el sentido que el ferrocarril contribuye a desarrollar cierto tipo de actividades económicas, industriales en una primera fase y también de servicios posteriormente. En este sentido es un factor explicativo del proceso de especialización de las actividades en el territorio. Va a resultar de alto interés contrastar y medir esta hipótesis de trabajo en un futuro próximo.

Nota

¹ Infraestructuras de transporte y urbanización en Europa (1825-2005), MEC: SEJ2007-64812.

Bibliografía sucinta

- COBB, Michael (2003) *Railways of Great Britain: A Historical Atlas*, Ian Allan, Shepperton, 2 vols. 2ª ed. revisada 2007.
- GREGORY, I.N. - ELL, P.S. (2007) *Historical GIS: Technologies, methodologies and scholarship*. Cambridge University Press: Cambridge.
- GREGORY, I.N. - HEALEY, R.G. (2007) “Historical GIS: Structuring, mapping and analysing geographies of the past” *Progress in Human Geography*, 31, pp. 638-653.
- GREGORY, I.N. – ELL, P.S. (2006) “Error sensitive historical GIS: Identifying areal interpolation errors in time series data” *International Journal of Geographical Information Science*, 20, pp. 135-152.
- GREGORY, I. – MARTÍ-HENNEBERG, J. – TAPIADOR, F.J. (2008, en publicación) “GIS approaches to modelling long-term pan-European population change, 1870 to 2000”, *Journal of the Royal Statistical Society*.
- MARTÍ-HENNEBERG, J. (2005) “Empirical Evidence of Regional Population Concentration in Europe, 1870–2000”, *Population. Space and Place*, 11, pp. 269-281.