

# Resumen extendido: *Regional Convergence under Optimal Investments in Roads and Railways networks*

Victor Caballero Cordero

June 13, 2024

Las desigualdades económicas entre las regiones españolas tienen sus raíces en los siglos precedentes. A pesar del progreso económico, y de cierta convergencia, persisten importantes diferencias entre las áreas más ricas y las más pobres. En estrecha relación con estos desequilibrios económicos, existen también importantes desequilibrios demográficos; la alta concentración de la población, junto con la baja densidad de los territorios menos poblados, convierten a España en una anomalía dentro de Europa. Ambos fenómenos, el retraso económico y la baja población de varias regiones, ha aumentado la preocupación sobre la “España vaciada”, elevando preguntas sobre las causas, las soluciones, y el papel de los distintos agentes e instituciones. En este proyecto ahondamos en las explicaciones de estos desequilibrios y, en particular, en el impacto que ha tenido en ellos el diseño de la red de infraestructuras durante el periodo 1985-2015.

Ciertamente hay una extensa literatura que relación las infraestructuras con el desarrollo y el crecimiento económico, así como con la distribución de la población. Este proyecto se basa en el modelo Schaal-Fajgelbaum (2020), que adopta el tercer enfoque y analiza, dentro de un modelo en red, cuál sería la planificación óptima de las infraestructuras para maximizar el comercio y con ello el bienestar de la población. Puesto que nuestro objetivo es construir un contrafactual histórico que nos permita entender el impacto de la red de infraestructuras construidas en España durante el periodo 1985-2015, aplicaremos distintas modificaciones al citado modelo. Los principales cambios serán: acotar el análisis en un periodo temporal; incluir dos redes paralelas, una para carreteras y otra para ferrocarriles; y añadir capital como factor de producción, permitiendo su movilidad en una de las especificaciones.

El modelo consiste en un problema del Planificador, que debe resolver tres optimizaciones superpuestas: en el nivel más interno, se maximiza la utilidad agregada en cada nodo de la red, que depende del consumo de un bien comerciable,  $c_j$ , y un bien no comerciable,  $h_j$ ; previamente, se maximiza el flujo del bien comerciable entre los nodos,  $Q_{jk}$ , considerando los costes de transporte y la congestión del tráfico de la mercancía, dada la red de infraestructuras; en la capa más externa, el Planificador debe diseñar la red óptima, decidiendo cuánto, dónde y en qué tipo de infraestructura invertir, dados los costes de construcción de cada tipo y la restricción presupuestaria, con el objetivo de maximizar los otros dos subproblemas, es

---

decir, el comercio y la utilidad agregada. Cada nodo(provincia): tiene una productividad total de los factores propia; cuenta con población/trabajadores, que precisamente se mueven para optimizar su utilidad per capita; está dotado de una cantidad de capital, que igualmente puede moverse en una de las especificaciones; y produce, con esos trabajadores, capital y productividades, un cantidad del bien comerciable, que puede consumir o exportar a otros nodos.

Dada la restricción de datos, hemos utilizado como unidad territorial la provincia. La red se ha configurado con dos tipos de nodos: las capitales de provincia, que concentran toda la producción económica provincial; y otra serie de nodos secundarios que solo sirven para capturar mejor la geografía y las redes de infraestructuras históricas. Dichas redes históricas se han obtenido de fuentes oficiales y archivos. En el caso de las variables macroeconómicas, se ha recurrido al INE, al BBVA research y a literatura especializada. Los parámetros que usa el modelo son tomados principalmente del artículo de Schaal-Fajgelbaum. Adicionalmente, hay que calibrar el modelo con la variable  $h_j$ , el bien no comerciable; esto nos sirve para que la optimización, imponiendo la red histórica, dé como resultados la producción y población observada en el mundo real, dando así validez al ejercicio contrafactual.

Metodológicamente, planteamos dos escenarios: 1) El Planificador es miope a la evolución futura de las variables( población, productividad, capital), y 2) El Planificador tiene expectativas perfectas sobre el futuro. En el primer caso, resolvemos la optimización del modelo con los datos del 1985, obteniendo la red óptima de infraestructuras, y posteriormente imponemos esta red al modelo y resolvemos con los datos de 2015. En el segundo escenario, el de las expectativas perfectas, sencillamente resolvemos el modelo con los datos de 2015. Obteniendo así la red óptima, y la producción y población de cada nodo, calculamos el nivel de *misallocation*, la convergencia de los PIB per cápita provinciales, y el índice de concentración de la población. Este ejercicio lo hacemos tanto para el modelo que solo incluye la red de carreteras (V1), como para el que incluye ambas redes (V2), y un tercer caso en el que además se permite movilidad del capital (V3).

Procediendo de tal manera obtenemos los siguientes resultados. Comenzamos analizando los del escenario donde el Planificador es miope al futuro. Como se puede apreciar en la siguiente tabla, donde mostramos las tres medidas de *misallocation* que utilizamos, cuando solo se considera la red de carreteras (V1) no se encuentra ganancia alguna en PIB o bienestar (M2 y M3 respectivamente); sin embargo, cuando incluimos ambas redes de infraestructuras (V2), carreteras y ferroviaria, sí que apreciamos una ligera ganancia de bienestar, pero por contra una pérdida en el PIB. M1, que recoge el porcentaje de capital invertido de forma distinta entre la red observada y la óptima, resulta en ambos casos bastante elevado; cabe, no obstante, interpretarlo como el porcentaje de capital invertido de una forma distinta y no necesariamente de forma ineficiente. Respecto a la convergencia ( $\phi$ ), observamos que esta se reduce bajo nuestros contrafactuals; el índice de concentración de la población (PCI) sólo se reduce levemente si consideramos ambas infraestructuras. Por último, si observamos las figuras 1 y 2, que muestran qué tramos han recibido mayor inversión, resulta en este caso que todo ha sido invertido en la red de carreteras.

---

	(1)	(2)
	V1	V2
$M_1$	39.7 %	31.11 %
$M_2$	$\approx 0$	-0.044 %
$M_3$	$\approx 0$	0.0367 %

---

Table 1: Misallocation measures under Myopic scenario

	(1)	(2)	(3)
	Observed	V1	V2
$\phi$	-0.2295937	-0.2295934	-0.21636 3
$PCI$	4.363 %	4.3631 %	4.30466 %

---



Figure 1: Roads network in 2015 in V2 and Myopic Expectations

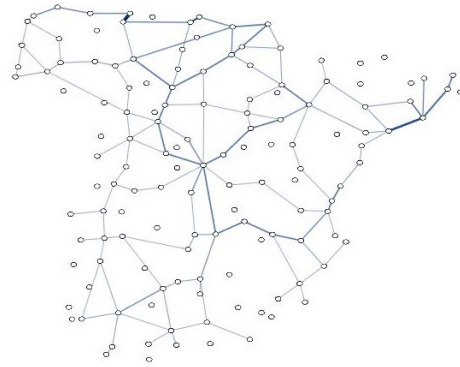


Figure 2: Rail network in 2015 in V2 and Myopic Expectations

En segundo lugar, comentamos los resultados del escenario bajo expectativas perfectas. En este caso, salvo para el modelo que sólo contempla la red de carreteras (V1), sí que apreciamos ganancias tanto en Pib ( $M_2$ ) como en bienestar ( $M_3$ ) cuando incorporamos las dos redes (V2), pero especialmente de forma considerable cuando permitimos la movilidad de capital (V3).  $M_1$  se mantiene elevado y con unos valores similares al escenario del Planificador miope. Por su parte, de nuevo encontramos una realentización de la convergencia para todos los casos, y a su vez, una reducción de la concentración de la población; ambos especialmente relevantes si permitimos la movilidad del capital. Igual que sucedía en el otro escenario, todo el presupuesto ha sido invertido en la red de carreteras, si bien las inversiones están más distribuidas por el territorio, como se aprecia en las figuras 3 y 4.

---

	(1)	(2)	(2)
	V1	V2	V3
$M_1$	39.88 %	31.66 %	32.15 %
$M_2$	$\approx 0$	0.0528 %	0.4457 %
$M_3$	$\approx 0$	0.0436 %	29.406 %

Table 2: Misallocation measures under Perfect Expectation scenario

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Observed	V1	V2	V3
$\phi$	-0.2295937	-0.2295934	-0.2160815	-0.1989104
$PCI$	4.363 %	4.3631 %	4.3018696 %	3.9638727 %

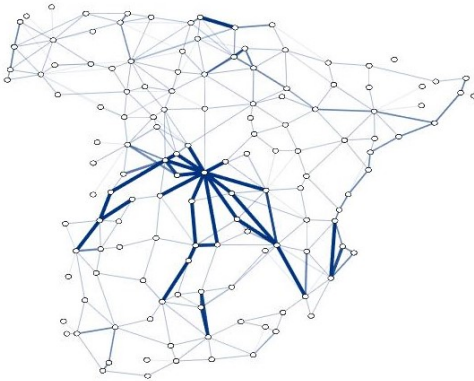


Figure 3: Roads network in 2015 in V2 and Perfect Expectations

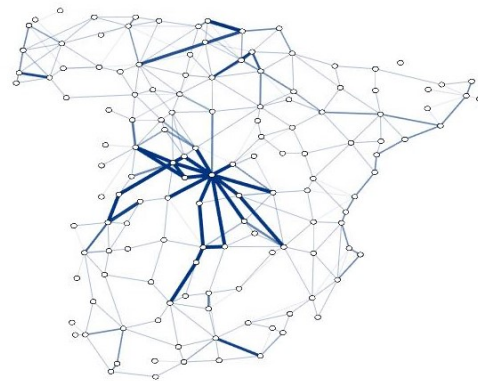


Figure 4: Roads network in 2015 in V3 and Perfect Expectations

Podemos sacar las siguientes conclusiones: el diseño óptimo de la red de infraestructuras en el periodo cubierto, bajo unas buenas expectativas sobre el futuro, podría haber reducido la concentración de la población sin perder puntos del PIB, sino al contrario con un mayor crecimiento; sin embargo, no hubiera impulsado un mayor convergencia regional. Esto último puede deberse a los efectos de la redistribución de la población sobre los pib per cápita regionales. En cualquier caso, los efectos encontrados son reducidos. Los resultados apuntan también que, entre 1985 y 2015, las inversiones realizadas en la red ferroviaria han sido una mala asignación de recursos; ello no obstante debe tomarse con cautela por los efectos distorsionadores que el AVE puede estar causando en el modelo. Al margen de esta consideración sobre el AVE, otras posibles mejoras pasan por: incluir heterogeneidad en los sectores productivos y los trabajadores; tener en cuenta la conexiones internacionales; o incluir otros mecanismos por los cuales la red de infraestructuras pueda haber afectado a la economía.