

POLÍTICAS DE MOVILIDAD URBANA Y DESCARBONIZACIÓN: ¿SON EFICACES TODAS LAS MEDIDAS?

Albert Grajera

Anna Matas

Universidad Autónoma de Barcelona, Institut d'Economia de Barcelona

Resumen

Este artículo revisa la eficacia de las políticas recientes de movilidad urbana implementadas en España para favorecer la descarbonización del transporte. A partir de evidencia empírica nacional e internacional, se muestra que muchas medidas mejoran indicadores específicos, pero tienen un impacto limitado sobre las emisiones cuando no alteran de forma sustancial los incentivos al uso del automóvil. Se discuten los principales *trade-offs* y sus implicaciones para una descarbonización eficiente.

Palabras clave: descarbonización, movilidad urbana, impacto.

Abstract

This article reviews the effectiveness of recent urban mobility policies implemented in Spain to promote the decarbonization of transport. Based on national and international empirical evidence, it shows that many measures improve specific indicators but have a limited impact on emissions when they do not substantially alter incentives for car use. The main trade-offs and their implications for efficient decarbonization are discussed.

Keywords: decarbonization, urban mobility, impact.

JEL classification: R48, Q54.

I. INTRODUCCIÓN

Las ciudades desempeñan un papel central en la consecución de los objetivos climáticos y de calidad ambiental. Ya que, al ser donde se concentra la gran mayoría de la población y la actividad económica, son el principal escenario donde se materializan los impactos negativos sobre la salud, el medioambiente y el bienestar.

El transporte es actualmente el principal sector emisor de gases de efecto invernadero en España, representando aproximadamente el 30 por 100 de las emisiones totales de CO₂ equivalente, por delante de la industria y la generación eléctrica (MITECO, 2024). Este ha sido el único sector que no ha logrado reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, debido principalmente a su

fuerte dependencia de los combustibles fósiles. En concreto, el transporte por carretera concentra alrededor del 90 por 100 de las emisiones del sector, y los desplazamientos urbanos e interurbanos de corta distancia explican una parte sustancial de este total. La importancia de la movilidad urbana como pieza clave para alcanzar los objetivos climáticos ha sido puesta de manifiesto por la Comisión Europea, que identifica explícitamente a las ciudades como nodos clave para la descarbonización del transporte, promoviendo estrategias integradas de movilidad urbana sostenible (SUMP, por sus siglas en inglés) (1) y el despliegue de instrumentos regulatorios, fiscales y de planificación (DG MOVE, 2021).

En España, estos objetivos se han trasladado al ámbito nacional a través de la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética y, más

recientemente, de la Ley 9/2025 de Movilidad Sostenible, que ha impulsado la adopción de un amplio conjunto de políticas orientadas a alcanzar la descarbonización. En el diseño e implementación de estas medidas participan los distintos niveles de gobierno —central, autonómico y local—, aunque no siempre de forma coordinada. Sin embargo, la ausencia de una medición directa y sistemática de las emisiones de CO₂ en las zonas urbanas dificulta tanto el diagnóstico del problema como la evaluación del impacto de las políticas implementadas. En consecuencia, es necesario recurrir a indicadores indirectos, como la participación del transporte en vehículo privado, los niveles de congestión, la velocidad de circulación o la contaminación local.

Las posibles líneas de actuación pueden agruparse en tres grandes categorías. Un primer grupo utiliza instrumentos de precios para reducir las emisiones; un segundo se centra en la mejora de la calidad de los modos de transporte menos contaminantes; y un tercero recurre a la restricción del espacio vial para priorizar los modos más sostenibles.

En España se ha aplicado una combinación de estas medidas, con el objetivo principal de reducir la participación del transporte privado y aumentar la de los modos alternativos. Las actuaciones se han basado fundamentalmente en la subvención del transporte público y las inversiones destinadas a mejorar su calidad; la reasignación del espacio urbano a favor del transporte público y la movilidad activa; y la implantación de zonas de bajas emisiones. Por el contrario, han estado prácticamente ausentes las medidas orientadas a una mayor internalización de los costes externos generados por el transporte privado, e incluso en algunos casos se ha actuado en sentido contrario.

Este artículo realiza una revisión crítica y comparada de las principales políticas de movilidad urbana en España. La discusión sobre la valoración de su impacto se fundamenta mayoritariamente en la evidencia empírica nacional e internacional, complementada con evidencia econométrica y descriptiva para algunas de las políticas analizadas. El análisis sugiere que, aunque las distintas medidas mejoran ciertos indicadores, su capacidad para reducir las emisiones es limitada, ya que

no modifican de forma sustancial los incentivos al uso del automóvil.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: la sección segunda describe las principales políticas implementadas para promover la descarbonización; la sección tercera revisa aquellas intervenciones en las que el precio actúa como mecanismo de internalización de los costes externos y que coexisten con las anteriores; la cuarta sección analiza la evidencia disponible sobre la eficacia y eficiencia de las medidas de descarbonización; y, finalmente, la sección quinta presenta las principales conclusiones y recomendaciones de política pública.

II. MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA REDUCIR LAS EMISIONES

Con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ en los entornos urbanos, las Administraciones públicas han implementado un amplio conjunto de políticas orientadas a desincentivar el uso del vehículo privado y a fomentar el transporte público y la movilidad activa, como los desplazamientos a pie y en bicicleta. A continuación, se presentan las principales medidas adoptadas, diferenciando entre aquellas financiadas a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y la política de incremento de las subvenciones al transporte público iniciada en septiembre de 2022.

1. El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) contempla diversas líneas de actuación orientadas a la reducción de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos, siendo el sector del transporte una de las principales áreas de intervención. En el ámbito urbano, la iniciativa central es el Plan de choque de la movilidad sostenible, segura y conectada en entornos urbanos y metropolitanos. Este plan prevé una inversión total de 7.867 millones de euros, de los cuales 6.536 millones proceden del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) de la Unión Europea, y se destinan a los siguientes programas de inversión: (a) zonas

de bajas emisiones y transformación del transporte urbano y metropolitano; (b) plan de incentivos a los puntos de recarga públicos y privados y a la adquisición de vehículos eléctricos; y (c) actuaciones de mejora de la calidad y fiabilidad del servicio de cercanías. Los programas (a) y (c) incluyen las medidas que se analizan en este artículo (2).

El primer programa incluye, como principales medidas, la implantación de zonas de bajas emisiones en los municipios de más de 50.000 habitantes, así como el fomento de la movilidad activa mediante actuaciones como la construcción de carriles bici urbanos y de conexión intermunicipal, la habilitación de aparcamientos para bicicletas y otros modos de movilidad persona. y la peatonalización de determinadas áreas urbanas. Asimismo, se financian inversiones destinadas a la mejora de los sistemas de metro y tranvía, incluyendo actuaciones de electrificación, conexión de redes y modernización de infraestructuras, entre otras.

De igual modo, se impulsa el transporte en autobús mediante la creación de carriles de priorización para el transporte colectivo y los vehículos limpio. y se financian medidas de calmado del tráfico, tales como la implantación de aparcamientos disuasorios, el estacionamiento regulado, proyectos de intermodalidad y actuaciones orientadas a la mejora de la distribución urbana de mercancías. Estas actuaciones se complementan con proyectos de digitalización y de gestión inteligente del tráfico y la movilidad.

El Ministerio distribuye parte de estos recursos entre ayuntamientos y comunidades autónomas. En el período comprendido entre 2021 y agosto de 2025, se han transferido 1.440 millones de euros a los ayuntamientos y 900 millones de euros a las comunidades autónomas. En términos porcentuales, los fondos se han destinado principalmente a la construcción de carriles bici y a la peatonalización de áreas urbanas (35 por 100), la mejora del transporte ferroviario (23 por 100), actuaciones relacionadas con el calmado del tráfico (12 por 100), la electrificación de la flota de vehículos públicos (12 por 100), la implantación de zonas de bajas emisiones (6 por 100) y la digitalización del transporte (6 por 100).

Por su parte, las actuaciones previstas para la mejora de la calidad y fiabilidad del servicio de cercanías ascienden a 1.620 millones de euros hasta 2026. Estos recursos se destinan a mejorar la puntualidad y fiabilidad del servicio, la accesibilidad y calidad, la infraestructura básica de cercanías y los sistemas de digitalización. A modo de referencia, en el período 2022-2024, Adif ha destinado, en promedio, 475 millones de euros anuales a inversiones en cercanías, lo que representa aproximadamente el 14 por 100 de la inversión total de Adif y Adif-Alta Velocidad (3).

Estas medidas tienen apoyo legal en la Ley 9/2025 de Movilidad Sostenible. A modo de valoración, cabe decir que las políticas orientadas a reducir las emisiones ambientales en el ámbito urbano se centran, principalmente, en la modificación de la distribución modal de los viajes, promoviendo el trasvase hacia modos de transporte menos contaminantes. Ello se articula esencialmente mediante políticas de inversión que priorizan las alternativas más sostenibles y mediante restricciones de carácter físico que limitan el uso del vehículo privado. No obstante, se observa un menor peso del precio como mecanismo para internalizar los costes externos que genera el transporte privado.

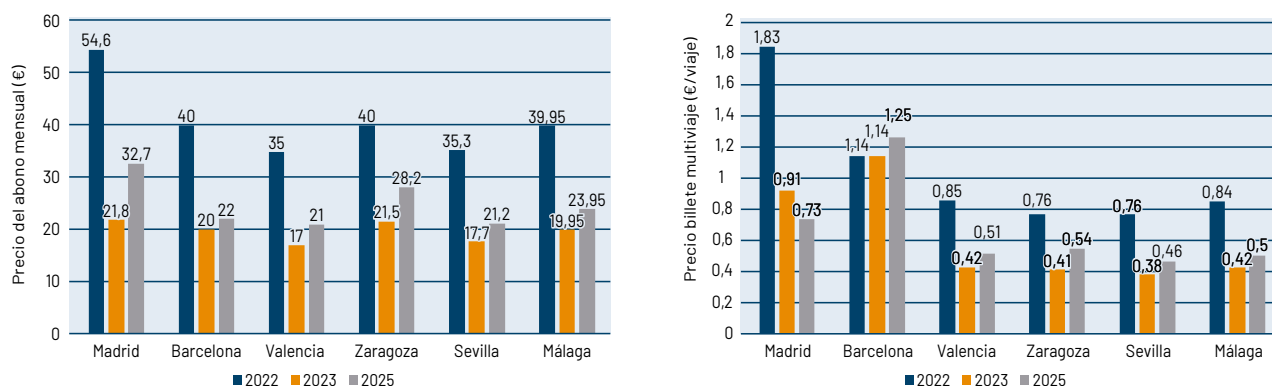
2. Aumento de la subvención al transporte público

En septiembre de 2022, el Gobierno aprobó una reducción significativa en las tarifas del transporte público. El principal objetivo de esta medida fue mitigar el impacto del incremento de los precios de los carburantes sobre los consumidores, derivado de la invasión de Ucrania por parte de Rusia. y, simultáneamente, contribuir a una menor dependencia del petróleo mediante la sustitución del uso del vehículo privado por el transporte público.

A partir del 1 de septiembre de 2022, el Gobierno español estableció un bono gratuito para un número ilimitado de viajes en los servicios de Cercanías, Media Distancia de Renfe y Rodalies en Cataluña. Aunque inicialmente la medida se concibió para un período de cuatro meses, su vigencia se prorrogó hasta junio de 2025. A partir de esa fecha,

GRÁFICO 1

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO: ABONO MENSUAL (A) Y TÍTULO MULTIVIAJE (B)



Nota: Barcelona aplicó un descuento del 30 por 100 al título de 10 viajes entre septiembre y diciembre de 2022

Fuente: Elaboración propia a partir de FACUA, [Estudio comparativo de las tarifas de bus urbano](#) (varios años).

Renfe introdujo nuevos abonos para viajeros frecuentes con descuentos del 40 por 100.

Al mismo tiempo, el Gobierno aprobó un descuento del 30 por 100 en las tarifas de transporte público urbano a nivel nacional, que las autoridades de transporte competentes podían ampliar hasta un 20 por 100 adicional para los abonos, alcanzando una reducción del 50 por 100 respecto al precio original. Esta medida, inicialmente prevista como temporal, ha sido prorrogada de manera sucesiva y se ha anunciado su continuidad durante el año 2026.

Los descuentos se aplicaron a los títulos de viaje de uso más habitual, como la tarjeta multiviaje y los distintos tipos de abonos. El gráfico 1 muestra la evolución del precio de los billetes correspondientes a los dos títulos más utilizados en las seis mayores ciudades de España. Con la excepción del título multiviaje en Barcelona, cuyo descuento únicamente estuvo vigente entre septiembre y diciembre de 2022, el resto de las reducciones se ha mantenido hasta 2025, con actualizaciones puntuales según el IPC.

En diciembre de 2025, el Gobierno de España aprobó la creación de un título de transporte, vigente desde el 19 de enero, que permite viajar por

todo el país mediante una tarifa plana de 60 euros, reducida a 30 euros para los jóvenes menores de 26 años. El título es válido para los servicios de Cercanías, Regionale. y Media Distancia de Renfe así como para la red estatal de autobuses interurbanos. Sin embargo, aún queda por determinar cómo se integrará con los abonos ya existentes en las áreas metropolitanas y si se alcanzarán acuerdos con las comunidades autónomas para incorporar los autobuses que operan dentro de cada comunidad. Según su definición actual, el abono beneficia principalmente a los usuarios frecuentes que realizan trayectos entre comunidades autónomas o aquellos desplazamientos en Renfe no cubiertos por los abonos existentes.

III. EL PRECIO COMO MECANISMO PARA INTERNALIZAR COSTES EXTERNOS

Es importante resaltar que el anterior paquete de medidas coexiste con otras políticas aplicadas al uso de la infraestructura viaria con efectos contrapuestos. En particular, cabe mencionar la reversión de las concesiones de autopista de peaje de titularidad estatal o autonómica, que han pasado a ser gratuitas —en apariencia—, así como los descuentos que se aplican en muchos casos a determinados segmentos de usuarios sobre la tarifa del peaje.

Así, en 2018, el Gobierno de España y el de las comunidades autónomas (CC. AA.) afectadas iniciaron una política sostenida de eliminación de peajes en las vías de alta capacidad cuyo contrato de concesión había finalizado, por la cual se levantaron barreras de cobro y más de 1.000 km revirtieron al Estado. Dicha política ha venido motivada por evitar las prórrogas de concesión automáticas, fomentar la equidad territorial y reducir el coste directo de circulación para los ciudadanos y transportistas. Como resultado, el tráfico de vehículos ligeros en estas autopistas se ha incrementado entre un 25 por 100 y un 40 por 100, mientras que el de vehículos pesados ha aumentado en torno a un 50 por 100, llegando incluso a duplicarse en determinados tramos. Como consecuencia, los episodios de congestión y los accidentes son cada vez más frecuentes en estas vías.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia originalmente incluía la implantación de peajes para acceder a fondos europeos, pero este aspecto fue finalmente retirado tras un acuerdo con la Comisión Europea y sustituido por medidas orientadas a promover transportes más sostenibles. Recientemente, el Gobierno ha descartado cualquier posibilidad de tomar medidas encaminadas a ampliar o modificar el pago por uso en las autopistas, autovías o carreteras convencionales (Moncloa, 2025). Esto se produce, además, en un contexto en el que los distintos Gobiernos han aplicado múltiples bonificaciones a las tarifas de peajes para usuarios recurrentes o vehículos pesados, además de aplicar en 2023 de manera extraordinaria y temporal un tope a la subida de tarifas de los peajes en vías de titularidad del Estado del 4 por 100 respecto al incremento que hubiera correspondido (RD 20/2022, de 27 de diciembre), haciéndose cargo del resto del incremento el Ministerio.

Otra política en la misma línea es la aplicación de descuentos al precio de la gasolina. En marzo de 2022, como medida temporal para aliviar la inflación a raíz de la guerra de Ucrania, el Gobierno anunció la entrada en vigor de un descuento de 20 céntimos sobre el precio final de los hidrocarburos en las estaciones de servicio entre el 1 de abril y el 30 de junio, que posteriormente se extendió hasta el 31 de diciembre de ese mismo año. Este descuento,

si bien temporal y eficaz para aliviar la presión inflacionista sobre los consumidores, disminuye los incentivos a reducir el consumo de gasolina o diésel mediante una reducción del número de desplazamientos (y, por tanto, la consecuente reducción de emisiones), así como la transición a vehículos más pequeños y eficientes energéticamente. Muestra de ello es el crecimiento en el consumo de carburantes durante la aplicación del descuento, a pesar de la subida de precios (atenuada por el descuento), que ha seguido también una vez se ha eliminado. Además, conviene tener en cuenta que la fiscalidad sobre los carburantes en España es un 30 por 100 inferior a la media europea y, todavía más baja si se compara con la de los grandes países de la UE. Así, el impuesto especial sobre la gasolina de 95 octanos es de 0,473 €/l en España, frente a una media ponderada de 0,684 €/l en los países de la eurozona; en Alemania asciende a 0,780 €/l, en Francia a 0,692 €/l y en Italia a 0,713 €/l (4).

Estas medidas persiguen promover la equidad vertical y el equilibrio territorial, pero lo hacen a expensas de limitar la internalización de los costes sociales del uso del vehículo privado. Esto desalinea los incentivos entre las distintas políticas aplicadas y reduce su efectividad. No obstante, los municipios también han estado aplicando otras regulaciones a través de precios que sí están parcialmente bien orientados con los objetivos de descarbonización. Ejemplo de esto es el endurecimiento de la regulación del aparcamiento en algunas ciudades, incluso incorporando precios diferenciados según el nivel de eficiencia de los vehículos, aunque su eficiencia se ha visto mermada al otorgar permisos a los residentes a un precio menor que su coste social (Albaladejo y Gragera, 2020).

IV. EVIDENCIA DEL IMPACTO DE LAS MEDIDAS

1. Precio del transporte público

Existe un amplio consenso en la literatura que respalda la necesidad de los subsidios al transporte público, motivado por las economías de escala en su prestación, así como su contribución a la reducción de las externalidades negativas generadas por el transporte privado y su carácter

redistributivo debido al mayor uso que hacen los segmentos de menor renta (Matas y Perdiguero, 2022). No obstante, la magnitud óptima del subsidio sigue siendo tema de debat. ya que su contribución marginal disminuye rápidamente por el efecto de sustitución entre políticas, como la tarificación del uso del vehículo privado o el aumento de la oferta de transporte público (Basso y Silva, 2014).

El coste monetario del transporte público es inferior al de otras alternativas de transporte, aunque en muchas circunstancias es más costoso en términos de tiempo de viaje. Dado que la elasticidad de la demanda respecto al tiempo es mayor que respecto al precio, —variable que, además, tiene un mayor peso en el coste generalizado del desplazamiento—, parece poco probable que una reducción del precio provoque un trasvase significativo desde un modo más rápido (5). Por el contrario, dicha reducción puede provocar una sustitución de desplazamientos de bajo coste ambiental como caminar o ir en bicicleta (UITP, 2020).

1.1. Evidencia internacional

Existen numerosos casos de estudio sobre la implantación de servicios de transporte público gratuitos o con descuentos elevados, que muestran aumentos heterogéneos de la demanda de transporte público y una capacidad limitada para motivar un trasvase significativo de usuarios del vehículo privado hacia este, aunque la evidencia de estudios de impacto causal de estas políticas es relativamente escasa (Fearnley, 2013; Cats *et al.*, 2017; Bull *et al.*, 2021; Tomeš *et al.*, 2022).

El ejemplo más reciente, y del que la política implantada en España sigue el modelo, es el caso de Alemania, donde, como parte de un paquete de medidas para paliar los efectos de la guerra en Ucrania sobre los presupuestos familiares, el Gobierno implementó un título de transporte de 9 euros mensuales que permitía viajar de manera ilimitada por todo el país, vigente entre mayo y agosto de 2022. Posteriormente, en mayo de 2023, el Gobierno alemán aprobó un abono mensual (Deutschlandticket o D-ticket) que permite un número ilimitado de viajes por todo el país con

una tarifa plana inicialmente de 49 euros (58 euros a partir de febrero de 2025). Se trata de un precio significativamente más bajo que los abonos existentes, y que cubre aproximadamente dos tercios de todos los posibles viajes en transporte público. La justificación para introducir este título reside en que los usuarios de un abono tienen un mayor compromiso con el transporte público y, por tanto, una menor probabilidad de usar el vehículo privado. La política tiene por objetivo atraer usuarios hacia los modos de transporte más sostenibles, reduciendo el uso del vehículo privado, y contribuyendo a la consecución de los objetivos medioambientales (Gaus y Link, 2025).

La novedad de esta política y la disponibilidad de encuestas antes y después de la introducción de ambos títulos han dado lugar a múltiples estudios para evaluar su impacto. Todos coinciden en que la introducción de un título de transporte muy subvencionado supuso un aumento notable del uso del transporte público, especialmente del tren. Sin embargo, los resultados relativos a la magnitud del impacto, el trasvase entre modos de transporte y la demanda inducida varían significativamente entre estudios.

El título de 9 euros estuvo vigente solo durante tres meses y en período de verano. Liebensteiner *et al.* (2025), utilizando una metodología de diferencias en diferencias, estima un aumento del 34 por 100 de los viajes en tren. Guajardo-Ortega y Link (2025) obtienen una elasticidad modal del transporte público respecto al precio de $-0,23$, acorde con la literatura estándar. El impacto sobre el uso del automóvil, medido bien en número de viajes, bien en kilómetros recorridos, se sitúa entre el 4,5 por 100 (Daniel *et al.*, 2025) y el 10 por 100 (Andor *et al.*, 2025). Guajardo Ortega y Link (2025) estiman una elasticidad cruzada del vehículo privado respecto al precio del abono igual a $0,011$, mientras que Loder *et al.* (2024) estiman un trasvase de tráfico del coche al transporte público entre un 5 por 100 y un 8 por 100.

Los estudios consultados coinciden en que el aumento del uso del transporte público se debe mayoritariamente a viajes por motivo de ocio y que tienen lugar durante los fines de semana. El

grupo que más incrementa el número de viajes son los usuarios ocasionales del transporte público, para quienes el nuevo precio hace ventajoso adquirir el abono. La política benefició especialmente a los usuarios de rentas bajas.

Respecto al abono de 49 euros, se estima un aumento del uso del transporte público entre un 26 por 100 y un 35 por 100. Su utilización es mayor en áreas urbanas, disminuye con la edad y no se observan diferencias significativas entre niveles de renta (Gaus y Link, 2025), aunque algunos estudios señalan un mayor uso entre personas con educación terciaria y renta elevada (Agola et al., 2025). Un resultado relevante es que la mayoría de los usuarios del D-ticket eran usuarios habituales del transporte público, algunos de los cuales ya disponían de un abono de transporte, mientras que para otros el título resultaba ventajoso con el nuevo precio. Solo un 4 por 100 eran usuarios muy ocasionales del transporte público.

Otro efecto a considerar es que el mayor uso de los trenes ha empeorado su calidad debido a la congestión y menor fiabilidad, aunque no parece haber tenido un efecto negativo en los pasajeros (Gaus y Link, 2025).

En conclusión, la introducción de un abono de transporte a precio muy bajo ha incrementado de manera significativa los viajes en transporte público, pero el trasvase modal desde el vehículo privado ha sido modesto. Dado el elevado coste de esta política para las arcas públicas y su escasa efectividad sobre las emisiones, los estudios consultados recomiendan una revisión de la misma (6).

Los resultados del bono de transporte alemán son relevantes para el abono nacional implementado en España. Será necesario evaluar su grado de aplicabilidad, ya que el bono alemán cubre dos tercios de todos los posibles viajes en transporte público, mientras que en España dependerá de la implicación de los Gobiernos autonómicos y de su integración con los abonos metropolitanos existentes. Asimismo, sería recomendable conocer el coste de la medida y evaluar sus implicaciones en términos de bienestar.

1.2. Impacto de los descuentos en algunas ciudades españolas

Para evaluar el impacto de los descuentos en el transporte público introducidos en España en septiembre de 2022, hemos construido un panel de datos con información mensual sobre el número de viajeros transportados en autobús urbano regular y en metro. El análisis se centra en las cinco ciudades españolas con más de 500.000 habitantes que disponen de una red de metro. Los datos proceden del Instituto Nacional de Estadística (INE) y abarcan el período 2012-2025, con la excepción de Málaga, para la que la información solo está disponible a partir de 2015.

Se estiman ecuaciones separadas para el autobús y el metro, siendo la variable dependiente el número de viajeros transportados. La variable explicativa de interés es una variable ficticia que toma el valor cero antes de la introducción del descuento y uno a partir de su entrada en vigor. El resto de las variables explicativas incluyen el número de afiliados a la Seguridad Social, utilizado como proxy de la actividad económica, los efectos fijos de ciudad, las correspondientes variables ficticias mensuales para captar la estacionalidad y el impacto del COVID-19 (7). Asimismo, se ha incluido una variable específica para Málaga, para controlar la expansión de su red de metro en 2023. Las variables continuas de la ecuación –viajeros y afiliados a la Seguridad Social– se han transformado mediante logaritmos.

El cuadro nº. 1 presenta los coeficientes estimados para los descuentos al transporte público, mientras que las ecuaciones completas se recogen en el cuadro nº. A1 del Apéndice. En el caso del autobús urbano, el impacto del descuento en los títulos de transporte oscila entre un incremento del 25 por 100 en Valencia y del 11 por 100 en Sevilla (8). Considerando que el descuento medio aplicado fue del 50 por 100, estos resultados se traducen en una elasticidad-precio de la demanda comprendida entre $-0,2$ y $-0,5$, valores plenamente consistentes con los estimados habitualmente en la literatura económica.

Para el ferrocarril metropolitano, los resultados muestran, con la excepción de Madrid, un impacto de mayor magnitud. Las estimaciones indican un aumento de la demanda que varía entre el 8,8 por 100 en Madrid y el 39 por 100 en Sevilla. La respuesta es más intensa en Sevilla, Málaga y Valencia, ciudades que cuentan con redes de metro menos densas.

La interpretación de estos resultados requiere tener en cuenta que, en el momento de introducir el descuento, la fase de recuperación de la demanda tras la pandemia del COVID todavía no había finalizado por completo. Por ello, los coeficientes estimados deben interpretarse como un límite superior, dado que en parte están captando el efecto de dicha recuperación.

En general, no obstante, los resultados obtenidos son coherentes con la evidencia internacional y con los valores estándar de las elasticidades-precio estimadas para menores variaciones de precio o incluso variaciones marginales. Un resultado relevante es que los individuos parecen responder con una intensidad relativa similar, independientemente de la magnitud absoluta de la reducción de precios.

Para España, disponemos de otras evidencias parciales del impacto que ha tenido esta política. Por ejemplo, Gragera et al. (2025) encuentran que

los descuentos introducidos en el Área Metropolitana de Barcelona han generado un aumento del número de validaciones en el transporte público ferroviario de alrededor del 10 por 100 y estiman que la elasticidad de la demanda al precio se sitúa en torno a -0,2. En este mismo estudio, a partir de los datos de aforo de tráfico en torno a Barcelona, estiman que no hay una modificación significativa del tráfico privado debida a la política. Estos resultados son consistentes con la evidencia disponible para los valores de elasticidad-precio de la demanda del transporte público, así como la elasticidad cruzada de la demanda del vehículo privado al precio del transporte público. En uno de los metaanálisis más completos sobre elasticidades cruzadas, Wardman (2018) estima una elasticidad cruzada del uso del coche respecto al precio del transporte público en áreas urbanas que oscila entre 0,03 y 0,07.

Estos datos encajan también con las encuestas disponibles para Barcelona después de la implantación de los descuentos, que indican que un 8,4 por 100 de encuestados afirman usar ahora más el transporte público y un 1,2 por 100 han empezado a usarlo con los descuentos (EMEF, 2022). Hay un trasvase claro de usuarios con títulos multiviaje hacia el abono mensual debido a su mejor precio relativo gracias al descuento, lo que reduce aún más el coste marginal de los desplazamientos.

CUADRO N.º 1

COEFICIENTES ESTIMADOS PARA LOS DESCUENTOS AL TRANSPORTE PÚBLICO

	BARCELONA	MADRID	MÁLAGA	SEVILLA	VALENCIA
Autobús	0,112*** (0,023)	0,155*** (0,027)	0,120*** (0,036)	0,102*** (0,030)	0,224*** (0,033)
Obs.	794	-	-	-	-
R ²	0,97	-	-	-	-
Metro	0,124*** (0,025)	0,084*** (0,027)	0,256*** (0,035)	0,331*** (0,036)	0,249*** (0,069)
Obs.	794	-	-	-	-
R ²	0,99	-	-	-	-

Nota: El impacto de los descuentos al transporte público se ha calculado como $(e^{\beta} - 1) \cdot 100$.
Significación estadística *** 1 por 100, ** 5 por 100 y * 10 por 100.

Estos resultados son equiparables a los de Madrid, donde Galindo *et al.* (2023) estiman que la subvención al transporte metropolitano en ferrocarril no ha reducido los desplazamientos en vehículo privado a nivel agregado. En su análisis también muestran que no hay reducción en el tráfico privado en las zonas con mayor intensidad de este, ni en las principales vías de acceso (M-30), ni en las zonas con mejor acceso a Cercanías o Metro.

Albalate *et al.* (2024) analizan el impacto de los descuentos sobre la calidad del aire en 23 ciudades españolas, como medida indirecta de su potencial efecto de sustitución del vehículo privado. Usando regresión en discontinuidad, hallan que la política no parece haber tenido ningún efecto sobre la concentración de los principales contaminantes (PM₁₀, NO₂, SO₂ y O₃).

El principal problema que sugieren estos resultados es que no muestran de manera clara un incremento del bienestar asociado a los descuentos. El incremento de la demanda proviene mayoritariamente de un mayor uso del transporte público por parte de usuarios que ya lo utilizaba, y no de personas que hayan dejado de usar el vehículo privado. Esto puede implicar una pérdida de bienestar debido a un incremento de la congestión en los servicios de transporte público en zonas y horarios

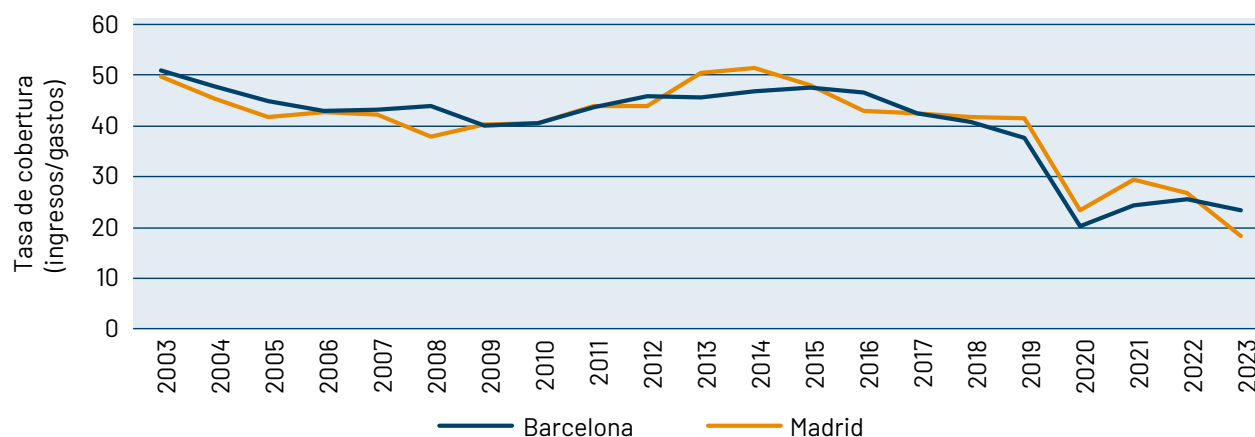
con alta densidad de demanda. Además, si parte de los nuevos viajes en transporte público procede de modos sostenibles en lugar del vehículo privado, podría producirse un incremento neto de emisiones, lo que reduciría el bienestar generado por la política en ausencia de una disminución del uso del vehículo privado y la congestión en la carretera.

Además, tal como muestra el gráfico 2, esta política ha supuesto un aumento de la proporción de los costes asumidos por el sector público, lo que puede incrementar el riesgo de deterioro de la calidad del servicio y forzar recortes en el futuro si fuera necesario reducir el déficit presupuestario. Esta situación resulta especialmente problemática si se pretende evitar reacciones negativas de la opinión pública ante una eventual subida de tarifas que devuelva los precios a los niveles anteriores. Los datos de 2023 indican que las tasas de cobertura de costes mediante ingresos tarifarios se sitúan en el 18 por 100 en Madrid y el 23 por 100 en Barcelona, valores comparables a los observados durante la pandemia del COVID-19.

Los autores revisados coinciden en la necesidad de reformular los descuentos dado su marginal impacto sobre el cambio modal en relación con un elevado coste para las arcas públicas. En este sentido, se consideran más eficientes propuestas

GRÁFICO 2

TASA DE COBERTURA DE LA RECAUDACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO RESPECTO A SU COSTE



Fuentes: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio de Movilidad de Cataluña y de la Memoria Anual del Consorcio de Transportes de Madrid

como focalizar los descuentos en segmentos específicos de la población, orientados a reducir las desigualdades económicas o territoriales.

2. Carriles bus

La segregación de la circulación de los autobuses del resto de tráfico mediante la implantación de carriles reservados reduce la interacción entre ambos tipos de vehículos y permite incrementos significativos en la velocidad comercial del transporte público. Esta medida se ha extendido progresivamente en numerosas ciudades, especialmente en los accesos a las mismas.

Desde el punto de vista de la demanda, la literatura muestra que la elasticidad cruzada de los usuarios del automóvil privado es mayor con respecto al tiempo de viaje y a la fiabilidad del servicio de autobús que con respecto a su precio. Wardman (2018) obtiene una elasticidad cruzada media del coche respecto al tiempo de viaje en autobús que duplica la elasticidad cruzada respecto al precio. En consecuencia, un carril bus que genere mejoras sustanciales en los tiempos de recorrido y en la frecuencia del servicio puede tener un impacto más relevante sobre la elección modal que una reducción tarifaria de magnitud equivalente. Bajo estas condiciones, cabe esperar que la inversión en carriles reservados contribuya a una disminución del tráfico privado.

Aunque la evidencia empírica es limitada, diversos estudios muestran la eficacia de los carriles bus para atraer demanda hacia el transporte público. Basso y Silva (2014), en el marco de un modelo teórico que permite la sustitución entre distintas políticas de transporte, hallan que una mayor dotación de carriles bus que incremente la frecuencia del transporte público, combinada con un impuesto a la congestión, puede sustituir la subvención al transporte público manteniendo un mismo nivel de bienestar. En un análisis empírico para la ciudad de Roma, Russo *et al.* (2022) encuentran que la implantación de los carriles bus reduce en un 18 por 100 el tiempo de viaje y en un 12 por 100 el tiempo de espera, lo que se traduce en un aumento de la cuota de mercado del autobús del 29 por 100 al 40 por 100. Además, los autores concluyen que una

reasignación del espacio vial a favor del carril bus, en detrimento del destinado al vehículo privado, genera ganancias netas de bienestar, aun cuando implique mayores niveles de congestión para los automóviles. Más recientemente, González y Silva (2025), en un estudio para Chile, señalan que el éxito de los carriles reservados depende fundamentalmente de la capacidad para evitar la interacción del autobús con el resto del tráfico. Los corredores físicamente segregados —frecuentes en ciudades de América Latina y Asia— logran incrementos de velocidad de hasta un 20 por 100 en horas punta. Un caso emblemático es el sistema de *bus rapid transit* (BRT) de Bogotá. En contraste, los carriles bus sin separación física resultan, en promedio, considerablemente menos efectivo, y solo alcanzan mejoras similares cuando no se comparten con otros vehículos y existen mecanismos de fiscalización estrictos que aseguran su cumplimiento.

En síntesis, en contextos de elevada congestión, la introducción de carriles reservados al autobús constituye una política eficaz para fomentar el cambio modal desde el vehículo privado al autobús y contribuir a la reducción de emisiones. No obstante, su efectividad depende de que se otorgue una prioridad clara al autobús y de que los carriles no sean compartidos con otros tipos de vehículos.

3. Zonas de bajas emisiones (ZBE)

Las ZBE se han implantado principalmente para reducir la contaminación atmosférica y mejorar la salud pública. Sin embargo, en tanto que lo hacen restringiendo el tráfico y la composición del parque de vehículos, también se consideran una potencial herramienta para la descarbonización del sector del transporte en la lucha contra el cambio climático. La literatura muestra que las ZBE pueden reducir la contaminación del aire directamente asociada al tráfico, especialmente en ámbitos con alta contaminación cuando se aplican en un área extensa y las restricciones son estrictas, pero también se puede generar un desplazamiento de la contaminación o el incremento de ciertos contaminantes por la interacción que hay entre ellos (Sarmiento *et al.*, 2023). La introducción de las ZBE en ciudades europeas ha resultado en la renovación

de la flota de vehículos con acceso restringido por encima de la tasa natural de sustitución (Ellison *et al.*, 2013), pero no así en una mitigación sustancial de la congestión debido a la combinación del efecto de sustitución del parque de vehículos antiguo por uno más limpio (que pasa a estar exento de restricciones), el traslado de desplazamientos fuera de la zona regulada, la nueva demanda inducida por la mejora de las condiciones del tráfico hasta compensar la mitigación inicial y un uso más intensivo de los vehículos exentos de restricción (Bernardo *et al.*, 2021).

En concreto, para España disponemos de evidencia del impacto de la ZBE implantada en Madrid y, en menor medida, para Barcelona (9). Galdon-Sánchez *et al.* (2023) estiman una reducción sustancial de los NO₂ con la implantación de Madrid Central, del 19 por 100, que se incrementa aún más con la puesta en marcha de las sanciones hasta un 41 por 100. Lebrusán y Toutouh (2021) confirman dicha reducción y, además, encuentran que no ha habido un desplazamiento de la contaminación a otras partes de la ciudad.

Galdon-Sánchez *et al.* (2023), Moral-Carcedo (2024) y Tassinari (2024) muestran cómo la implantación de Madrid Central redujo el tráfico en las estaciones de medida dentro de la zona restringida (entre un 4 por 100 y un 16 por 100 según el método empleado), mientras que las zonas fuera de esta experimentaron un aumento general del tráfico sin llegar a congestionarlas. Además, dicha reducción dentro de la zona regulada decae con el tiempo y se desvanece al cabo de siete meses (Tassinari, 2024).

Tassinari (2024) también analiza los cambios en los desplazamientos en transporte público, detectando un aumento de alrededor del 5 por 100 de los desplazamientos mensuales con destino a las estaciones dentro de la zona restringida, mientras que las estaciones fuera de esta no experimentaron cambios estadísticamente significativos (en tanto que los orígenes de los viajes hacia el centro tienen una elevada dispersión). Lo que sugiere que las ZBE han podido generar cierto cambio modal, a la vez que desplazamiento de tráfico, y su efecto neto dependerá de la intensidad de cada uno de dichos efectos.

Además, las ZBE también contribuyen a la reducción de las emisiones mediante la sustitución de vehículos antiguos por vehículos nuevos con menores emisiones por vehículo-kilómetro recorrido. Tassinari (2024), Peters *et al.* (2021) y Asensio *et al.* (2025) aportan evidencia sobre el impacto de las ZBE de Madrid y Barcelona sobre las nuevas matriculaciones de vehículos. El primero muestra cómo las nuevas matriculaciones de coches sin etiqueta ecológica se redujeron a la mitad en el periodo posterior a la implementación para Madrid (no así en sus municipios vecinos), sin cambios significativos para vehículos con etiquetas de tipo B y C, con un aumento de los vehículos ECO y exentos (etiqueta 0) en Madrid y alrededores. Los segundos señalan un aumento de la matriculación de vehículos de combustible alternativo entre un 3 y un 4 por 100 y un 2 por 100 para los híbridos enchufables, mientras que la matriculación de los vehículos de cero emisiones se reduce un 1 por 100. Asensio *et al.* (2025) hallan que las ZBE establecidas en Madrid y Barcelona han incrementado el porcentaje de matriculación de vehículos híbridos en 12 puntos porcentuales en la primera área y 6,6 puntos porcentuales en la segunda. En el caso de los híbridos enchufables, los aumentos son, respectivamente, de 1,2 y 0,4 puntos porcentuales. Al igual que Peters *et al.* (2021), no se encuentra ningún efecto significativo sobre la matriculación de vehículos eléctricos en Madrid, mientras que para Barcelona sí se observa un incremento significativo en el porcentaje de matriculación de este tipo de vehículos. Las incertidumbres iniciales que existieron en la implementación de ambas zonas y en la obligatoriedad de su cumplimiento pueden explicar un impacto inferior al esperado sobre la sustitución de vehículos, limitando el impacto de las ZBE sobre las emisiones de CO₂. La evidencia muestra que el éxito de las ZBE depende de múltiples variables, incluyendo su diseño, una comunicación efectiva a la población y la capacidad de forzar su cumplimiento.

Además, Galdon-Sánchez *et al.*, (2023) a partir de datos de transacciones con tarjeta de crédito, observan una disminución del 21 por 100 en el valor del gasto en comercios minoristas dentro de la zona regulada y un aumento del 12 por 100 en el valor del gasto en comercios *online* por parte de los compradores afectados por la regulación

(residentes en códigos postales fuera del área regulada que acceden a la misma), donde los códigos postales con mayores ingresos familiares, mayor número de vehículos por persona y peor acceso al transporte público reducen su gasto en la zona de Madrid Central más que otros códigos postales. Este tipo de consideraciones sobre los cambios de comportamiento de compra tienen también su traducción en emisiones del transporte por el incremento de desplazamientos asociados a la distribución de mercancías.

4. Impulso a la movilidad activa

En general, las intervenciones en el espacio público se refieren a cambios en la provisión de infraestructura ciclable, la peatonalización de espacios (calles, plazas o parques) para mejorar las rutas de transporte activ. y cualquier otra medida asociada. Cada vez hay más evidencia de qué tipo de intervenciones pueden impulsar un mayor uso de la bicicleta o de los desplazamientos a pie, con mayores evidencias para el primero que para el segundo. No obstante, la robustez de dicha evidencia es débil en términos metodológicos y con una fuerte limitación en los datos disponibles, donde aún domina la “literatura gris”, aunque eso está cambiando en los últimos años (Aldred, 2019).

Un aumento sustancial del uso de la bicicleta requiere un paquete integrado de medidas que incluyan la provisión de infraestructura ciclable segregada, aparcamientos seguros, integración con el transporte público y programas de promoción del acceso a la bicicleta, a la vez que se realiza una planificación urbana favorable y se restringe el uso del automóvil (Pucher *et al.*, 2010). El uso de la bicicleta se asocia a ahorros de tiempo de viaje para sus usuarios, mejoras en la salud gracias al ejercicio físico asociado, mejoras en la seguridad vial, así como una reducción en las emisiones de carbono y polución (Rich *et al.*, 2021).

La literatura científica respalda la conclusión general de que la infraestructura para bicicletas induce un mayor uso de este modo de transporte (Codina *et al.*, 2022). Muchos estudios se han centrado en evaluar el impacto de mejoras parciales de la red, como el aumento del nivel de segregación

del carril respecto al tráfico rodado o la extensión de carriles en rutas específicas (Buehler y Dill, 2016); sin embargo, otros trabajos han abierto el foco para valorar la contribución de la red ciclable en su conjunto. En concreto, un estudio reciente realizado en Copenhague combinando datos de trayectorias GPS de viajes en bicicleta muestra cómo la red ciclable en su conjunto ha provocado un aumento del 60 por 100 de los desplazamientos y del 90 por 100 en los kilómetros recorridos en bicicleta (Fosgerau *et al.*, 2023). Estos autores estiman que el beneficio anual por kilómetro de carril bici convencional es de 0,4 M€ debido a la reducción del coste generalizado del desplazamiento, las mejoras en salud y la reducción de accidentes. Para la misma ciudad, Rich *et al.* (2021) evalúan una propuesta de red ciclista metropolitana (*cycle superhighways*) a la que se le valora una tasa de retorno social muy por encima de su coste (entre el 6 por 100 y el 23 por 100), debido principalmente al impacto considerado sobre la salud más que a los beneficios directos para los usuarios. Este tipo de infraestructura no dista mucho de las iniciativas que se han venido implementando en las ciudades españolas. No obstante, debido a una menor cuota de desplazamientos en bicicleta en nuestras ciudades, cabe esperar que la rentabilidad social no sea tan elevada.

Daniele *et al.* (2022) también encuentran, para el caso de París, que la red ciclable desarrollada allí ha causado un aumento en las transacciones y sus importes en comercios ubicados en las partes de la ciudad con un aumento de la accesibilidad en bicicleta. También detectan un efecto positivo sobre los precios de la vivienda y el número de reseñas en TripAdvisor, destacando que las intervenciones en infraestructuras de transporte (como bien intermedio) tienen un traslado a otros mercados relacionados con este.

Por otro lado, la reclamación de espacio público para la expansión de los espacios de las aceras, la peatonalización de tramos de calle, la creación de espacio para asientos al aire libre y nuevas zonas verdes, o el establecimiento de nuevos carriles para autobuses y bicicletas se ha expandido en los últimos años con iniciativas como las “supermanzanas” en Barcelona.

En muchos casos estas actuaciones se sustentan en la hipótesis de “evaporación del tráfico” (DG Environment, 2004; Cains *et al.*, 1998 y 2002), que propone utilizar la restricción de capacidad como una herramienta de gestión de la demanda de viajes en vehículo privado, asumiendo que el aumento de coste asociado al desplazamiento ante las restricciones suscita una adaptación del comportamiento de los usuarios (cambio de ruta, modo o destino), sin generar problemas de “congestión” en el resto de la red. Este es el comportamiento inverso al generado con la inducción de demanda por incrementos de capacidad, que al reducir el coste de desplazamiento, activa la demanda latente (Duranton y Turner, 2011; García-López *et al.*, 2020), pero basado en estudios mucho menos rigurosos que tienen problemas importantes como: (a) sesgos por no controlar por otros factores que varían con el tiempo y que también determinan los niveles de tráfico (coyuntura económica o otras políticas simultáneas); (b) solo consideran impactos locales y no el nuevo equilibrio para el conjunto de la red; ni (c) tienen en cuenta que el nuevo equilibrio se da a un coste generalizado mayor (aunque no haya problemas graves de congestión). Por ejemplo, si las restricciones implican desvíos de ruta, también implicarán pequeños aumentos de tiempo de viaje en las rutas alternativas, y este se propaga por la red, cosa que es especialmente relevante en ámbitos con alta densidad de tráfico debido al incremento exponencial de los costes por congestión.

Esta aproximación miope hace que se obvие el hecho de que esta reasignación de espacio público solo será socialmente beneficiosa hasta el punto en que su beneficio social iguale al aumento de costes impuesto a los usuarios a los que se les restringe la capacidad (Gragera, 2025). Del mismo modo, a la inversa, solo deberemos asignar espacio al vehículo privado hasta el punto en que los ahorros en términos de congestión sean iguales al coste de oportunidad del uso alternativo del espacio. El problema principal que tenemos para encontrar este óptimo es que, por el momento, no hay estimaciones del coste de oportunidad para estos otros usos. Asimismo, es importante destacar que reasignar espacio a otros usos no implica que los usuarios de vehículos privados internalicen los costes sociales

que imponen con sus decisiones de viaje. Es decir, el número de desplazamientos en vehículo privado, dada la nueva restricción de capacidad, seguirá siendo superior al nivel socialmente óptimo, y los costes tanto para el usuario como para la sociedad en su conjunto serán mayores que antes. Solo si el beneficio social del uso alternativo del espacio es mayor que estos incrementos de coste, cosa factible solo cuando el reparto de espacio sea demasiado pequeño para estos usos (suponiendo una disposición a pagar decreciente con el consumo de espacio) o cuando el nivel de congestión en vehículo privado sea suficientemente bajo.

Sleiman (2021) ofrece evidencia del impacto causal de la reducción de capacidad por la peatonalización del Boulevard Georges Pompidou, donde su cierre al tráfico aumentó la densidad de tráfico en el anillo viario de París en un punto porcentual (con una probabilidad un 15 por 100 de congestión), con un efecto superior en el sentido de circulación que quedó eliminado y los días laborables (afectando principalmente los desplazamientos por motivo de trabajo). La velocidad promedio decayó en 1,7 km/h para toda la red y en 3,1 km/h para el anillo de circunvalación, apuntando a una redistribución del tráfico, con unas pérdidas de tiempo de alrededor de dos a seis minutos por cada trayecto. Analizando los datos del transporte público, encuentra un trasvase negligible consistente con una elasticidad cruzada cercana a cero. Así como mayor número de afectados por un empeoramiento de la calidad del aire, que la mejora que reciben aquellos a los que beneficia.

En el caso concreto de las supermanzanas implantadas en Barcelona, con una aproximación y datos bastante más limitados que en el caso de París, Nello-Deakin (2022) y Estruch-García *et al.* (2025) estiman que el cierre de estos espacios al tráfico rodado no ha generado una redistribución estadísticamente significativa en las calles inmediatamente adyacentes. Esto no implica, sin embargo, que el impacto de esta intervención sea necesariamente positivo en términos de bienestar, tal como discute Gragera (2025). Todo ello pone de relieve la elevada complejidad en la evaluación de este tipo de intervenciones, ya que

de la combinación de los múltiples factores que interaccionan, puede llevar a resultados completamente opuestos.

Un elemento a tener en cuenta es que las decisiones sobre restricciones en el uso del espacio vial se toman en el ámbito municipal, mientras que sus efectos se trasladan a los desplazamientos en el ámbito metropolitano, dando lugar a externalidades entre territorios. Es posible que una política establecida por un ayuntamiento —como el cierre al tráfico de vehículos privados en una parte de la ciudad— afecte negativamente al bienestar de los residentes de las áreas vecinas a través de flujos de entrada y salida. El resultado puede ser una política excesivamente restrictiva. Por ello, es importante que las decisiones se tomen en el ámbito metropolitano, de modo que se tenga en cuenta el bienestar de todos los individuos afectados (Asensio y Matas, 2023).

V. CONCLUSIONES

Este artículo ha analizado las principales medidas implementadas en España para reducir las emisiones de CO₂ del transporte en áreas urbanas. Estas medidas se han orientado principalmente a promover un trasvase modal desde el vehículo privado hacia modos de transporte más sostenibles, como el transporte público y la movilidad activa. Para ello, la estrategia predominante ha consistido en reducir los costes asociados al uso de estos modos mediante mejoras en la infraestructura, la calidad del servicio y la reducción de tarifas. Por el contrario, no se han planteado medidas dirigidas a encarecer la compra o el uso del vehículo privado.

La evidencia internacional disponible pone de manifiesto las dificultades para reducir el uso del vehículo privado, en la medida en que este último ofrece ventajas en términos de tiempo de viaje y privacidad. No obstante, algunas de las medidas analizadas se muestran más efectivas que otras.

La reducción del precio de los abonos del transporte público no ha logrado generar un trasvase modal significativo, aunque, sí que ha incrementado el uso del transporte público por parte de los

viajeros que, en mayor o menor medida, ya lo utilizaban. Esta política ha provocado, además, un aumento del déficit de explotación de las empresas operadoras, así como unas mayores necesidades de inversión para absorber el incremento de la demanda.

La evidencia sugiere, por tanto, que la reducción del precio del transporte público no será efectiva si no va acompañada, por un lado, de una mayor internalización de los costes externos generados por el vehículo privado y, por otro, de mejoras sustanciales en la fiabilidad y el tiempo de viaje del transporte público. En las áreas urbanas españolas, estas mejoras deberían centrarse en los desplazamientos de entrada y salida de las ciudades, así como en los de carácter transversal. Si bien se han aprobado medidas para la mejora del ferrocarril de cercanías, el largo período que transcurre entre que su anuncio y su puesta en funcionamiento retrasará los efectos de estas actuaciones.

El resto de las políticas revisadas en este artículo pueden contribuir, en mayor o menor medida, a la descarbonización del transporte. No obstante, resulta esencial un diseño adecuado que tenga en cuenta las características específicas de cada ciudad.

La creación de carriles reservados para el autobús ofrece potencialmente resultados positivos sobre el bienestar. Sin embargo, los beneficios tendrán lugar siempre que haya separación efectiva de los distintos tipos de tráfico. En este sentido, la práctica de permitir el acceso a estos carriles a vehículos de cero emisiones no parece ir en la línea correcta.

En lo relativo a las ZBE, la evidencia indica que son una herramienta eficaz para reducir la contaminación atmosférica y mejorar la salud pública en áreas de alta densidad de población, siempre que la regulación sea suficientemente restrictiva. No obstante, su capacidad para reducir la congestión y contribuir de manera significativa a la descarbonización es limitada, debido a los efectos de sustitución del parque de vehículos, el desplazamiento espacial de los viajes y la demanda inducida que tienden a erosionar los beneficios iniciales sobre el

tráfico. Asimismo, estas medidas generan impactos distributivos y efectos indirectos relevantes sobre el comercio.

En cuanto al impulso a la movilidad activa, hay consenso sobre los beneficios sociales derivados de la mejora de la infraestructura ciclable continua y de calidad, sobre todo cuando se acompaña de medidas de promoción, aparcamientos seguros e integración con el transporte público. Sin embargo, la reasignación de espacio público basada en la restricción de capacidad al vehículo privado presenta una base empírica y metodológica mucho más frágil y no garantiza, por sí sola, mejoras en el bienestar social.

Para asegurar el éxito del paquete de medidas analizadas, estas no deberían concebirse como intervenciones autónomas y aisladas, sino como instrumentos complementarios integrados en una estrategia más amplia que internalice los costes externos del uso del automóvil, refuerce las alternativas de transporte sostenible y permita maximizar sus beneficios ambientales y sociales netos.

Por último, las políticas recientes han olvidado medidas que actúan directamente sobre las emisiones de los vehículos. Una posible vía de actuación sería ampliar el rango de variación del impuesto de matriculación en función de las emisiones de CO₂, que en España se limita a un intervalo muy reducido entre el 0 por 100 y el 14,7 por 100.

En la toma de decisiones existe un claro *trade-off* entre la efectividad de las políticas y su grado de aceptación social. En los últimos años, la aceptabilidad ha tendido a primar sobre la efectividad. Por ello, es necesario avanzar en el diseño de las medidas más efectivas, incorporando mecanismos que permitan compensar, al menos parcialmente, a los potenciales perdedores. En particular, para la regulación a través de precios resulta clave el uso de los ingresos recaudados, pudiendo incrementar el apoyo ciudadano si se reinvierten en mejoras para los usuarios que los sufren. Asimismo, también respalda la aceptabilidad la focalización de las compensaciones en colectivos vulnerables o especialmente afectados, mejorando la equidad vertical y la legitimidad de la intervención.

NOTAS

- (1) *Sustainable urban mobility plan*, por sus siglas en inglés.
- (2) Las inversiones en los apartados a y c las gestiona, mayoritariamente, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS), mientras que la electrificación del parque de vehículos lo gestiona el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico (MTERD).
- (3) Un 28 por 100 se ha destinado a la red convencional y un 58 por 100 a las líneas de alta velocidad.
- (4) Fuente: Precios de carburantes y combustibles. Informe mensual, diciembre, 2025, MTERD (accedido el 24 de enero de 2026).
- (5) En la literatura podemos encontrar que la elasticidad de la demanda a la tarifa se sitúa entre -0,1 y -0,75, mientras que la elasticidad respecto al nivel de servicio oscila entre 0,40 y 1,38. No obstante, existe una amplia variabilidad según el ámbito de análisis y el método empleado para su estimación (ver, por ejemplo, (Paulley et al., 2006; y Holmgren, 2007).
- (6) Sólo en 2025, el Ministerio ha abonado 735 millones de euros a comunidades autónomas, entidades locales y consorcios de transporte para financiar los descuentos (Nota de prensa, 5 de enero de 2026). A esto, además, hay que añadir las compensaciones a RENFE operadora por la gratuidad de los abonos y los descuentos para jóvenes, que suman unos 620 millones de euros más, según lo descrito en las cuentas consolidadas de dicha entidad (disponibles en: https://www.renfe.com/content/dam/renfe/es/Grupo-Empresa/Gobierno-corporativo-y-transparencia/cuentas-anuales/grupo-renfe/2024_InfAudit+CCAA+InfGestion+EINF_CONSO_FIRMADAS.pdf).
- (7) El impacto del COVID-19 se recoge mediante cinco variables ficticias que representan los distintos períodos de movilidad reducida a los que, con diferente intensidad, estuvo sometido el país entre marzo de 2020 y diciembre de 2021. La primera comprende el período entre el 14 de marzo y el 14 de abril de 2020; la segunda, entre el 15 de abril y el 18 de julio; la tercera, entre el 18 de julio y el 14 de diciembre; la cuarta, entre el 14 de diciembre de 2020 y el 7 de enero de 2021; y la quinta, entre el 8 de enero y el 26 de abril de 2021.

- (8) El impacto de los descuentos al transporte público se ha calculado como $(e^{\beta}-1)$.
- (9) Para un seguimiento de la ZBE puede consultarse el informe publicado por el Ayuntamiento de Barcelona (Aj.BCN, 2025).

BIBLIOGRAFÍA

- Agola, D., Hamel, C. y Amorim, M. (2025).** Identification of socio-demographic and attitudinal drivers of the usage of the Deutschlandticket. *Transportation Research Procedia*, 86, 755-761.
- Albalate, D., Borsati, M. y Gragera, A. (2024).** Free rides to cleaner air? Examining the impact of massive public transport fare discounts on air quality. *Economics of Transportation*, 40, 100380.
- Albalate, D. y Gragera, A. (2020).** The impact of curbside parking regulations on car ownership. *Regional Science and Urban Economics*, 81, 103518.
- Aldred, R. (2019).** Built environment interventions to increase active travel: a critical review and discussion. *Current Environmental Health Reports*, 6(4), 309-315.
- Aj.BCN. (2025).** Zona de Bajas Emisiones de Barcelona - Informe de seguimiento 2024, Gerencia de Servicios Urbanos y Mantenimiento del Espacio Público. https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/sites/default/files/es_ZBE_informe_AjBCN_v2024.pdf. Acceso: Diciembre 2025
- Andor, M. A., Dehos, F., Gillingham, K., Hansteen, S. y Tomberg, L. (2023).** Public transport pricing: An evaluation of the 9-Euro Ticket and an alternative policy proposal. *Ruhr Economic Papers*, N.º 1045.
- Asensio, J. y Matas, A. (2023).** *Transport Financing and Regional Development, Handbook on Transport Pricing and Financing*. En A. Tiracchini, D. Hörcher y E. Verhoef (eds), Chapter 18. Edward Elgar. ISBN: 978 180037554 3.
- Asensio, J., Matas, A. y Raymond, J. L. (2025).** Policies to reduce cars' emissions between the opposing forces of technological change and the demand for characteristics. *Working Paper*, 2502, Departament Economia Aplicada, UAB.
- Basso, L. J. y Silva, H. E. (2014).** Efficiency and substitutability of transit subsidies and other urban transport policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(4), 1-33.
- Bernardo, V., Fageda, X. y Flores-Fillol, R. (2021).** Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26, 100221.
- Buehler, R. y Dill, J. (2016).** Bikeway networks: a review of effects on cycling. *Transport Reviews*, 36(1), 9-27.
- Bull, O., Muñoz, J. C. y Silva, H. E. (2021).** The impact of fare-free public transport on travel behavior: Evidence from a randomized controlled trial. *Regional Science and Urban Economics*, 86, 103616.
- Cairns, S., Atkins, S. y Goodwin, P. (2002).** Disappearing traffic? The story so far. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, 15(19); 13-22.
- Cairns, S., Hass-Klau, C. y Goodwin, P. (1998).** *Traffic impact of highway capacity reductions. Assessment of Evidence*. Landor Publishing, London Transport, Department of Environment Transport and Regions.
- Cats, O., Susilo, Y. O. y Reimal, T. (2017).** The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallinn. *Transportation*, 44(5), 1083-1104.
- Codina, O., Maciejewska, M., Nadal, J. y Marquet, O. (2022).** Built environment bikeability as a predictor of cycling frequency: Lessons from Barcelona. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 16, 100725.
- Daniel, T., Gail, M. M. y Klotz, P. A. (2025).** From highway to rail? Germany's public transport ticket experiment. *MAGKS Joint Discussion Paper Series in Economics*, n.º 07-2025.
- Daniele, F., Segu, M., Bounie, D. y Camara, Y. (2022).** Bike-friendly cities: an opportunity for local businesses? Evidence from the city of Paris. *THEMA (Théorie Economique, Modélisation et Applications)*, N.º. 2022-09. Université de Cergy-Pontoise.
- DG Environment. (2004).** *Reclaiming city streets for people: Chaos or quality of life?*. Office for Official Publications of the European Communities. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/94a8a003-be86-467a-9a85-63a5d52bf7ae>

- DG MOVE. (2021).** *New EU Urban Mobility Framework*, European Commission. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport_en
- Duranton, G. y Turner, M. A. (2011).** The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616–52.
- Ellison, R. B., Greaves, S. P. y Hensher, D. A. (2013).** Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 23, 25–33.
- EMEF. (2022).** *Enquesta de mobilitat en dia feiner 2022*. Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. https://ca-sermetra.atm.cat/documents/662112/1182871/EMEF+2022_Informe+Resum+Executiu_DEF.pdf/37be5fc8-ffb4-75ef-1d3f-343c6c602695?t=1705318753472
- Estruch-Garcia, C., Solé Ollé, A., Tassinari, F. y Viladecans Marsal, E. (2024).** The electoral effects of banning cars from the streets: Evidence from Barcelona's superblocs. *IEB Working Paper*, 2025/01.
- Fearnley, N. (2013).** Free fares policies: impact on public transport mode share and other transport policy goals. *International Journal of Transportation*, 1(1), 75–90.
- Fosgerau, M., Łukawska, M., Paulsen, M. y Rasmussen, T. K. (2023).** Bikeability and the induced demand for cycling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(16), e2220515120.
- Galindo, J., Martínez, J. y Collado, N. (2023).** ¿Logró la subvención al transporte público metropolitano sacar coches de las ciudades? Un análisis con datos de tráfico en tiempo real de la ciudad de Madrid. *EsadeEcPol Policy Brief*, N.º 44, Esade. <https://doi.org/10.56269/20231016/JGA>
- Galdon-Sánchez, J. E., Gil, R., Holub, F. y Uriz-Uharte, G. (2023).** Social benefits and private costs of driving restriction policies: The impact of Madrid Central on congestion, pollution, and consumer spending. *Journal of the European Economic Association*, 21(3), 1227–1267.
- García-López, M. À., Pasidis, I. y Viladecans-Marsal, E. (2022).** Congestion in highways when tolls and railroads matter: evidence from European cities. *Journal of Economic Geography*, 22(5), 931–960.
- Gragera, A. (2025).** *The Economics of 'Reclaiming Public Space'*. Mimeo
- Gragera, A., Matas, A. y Perdiguero, J. (2025).** *Are fare discounts effective? Exploring its impact on public transport ridership and car substitution*. Mimeo.
- Gaus, D. y Link, H. (2025).** Public transport reliability and season ticket ownership: The case of the Deutschlandticket. *DIW Discussion Papers*, N.º 2124.
- González, F. y Silva, H. E. (2025).** JUE insight: Efficiency of bus priority infrastructure. *Journal of Urban Economics*, 146, 103751.
- Guajardo-Ortega, M. F. G. y Link, H. (2025).** Mode choice inertia and shock: Three months of almost fare-free public transport in Germany. *Economics of Transportation*, 41, 100382.
- Holmgren, J. (2007).** Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(10), 1021–1035.
- Lebrusán, I. y Toutouh, J. (2021).** Car restriction policies for better urban health: a low emission zone in Madrid, Spain. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 14(3), 333–342.
- Liebensteiner, M., Losert, J., Necker, S., Neumeier, F., Paetzold, J. y Wichert, S. (2025).** Germany's 9-Euro ticket: Impact of a cheap public transport ticket on mobility patterns and infrastructure quality. *In EconPol Forum*, 26(1), 45–48. Munich: CESifo GmbH.
- Loder, A., Cantner, F., Adenaw, L., Nachtigall, N., Ziegler, D., Gotzler, F. y Bogenberger, K. (2024).** Observing Germany's nationwide public transport fare policy experiment "9-Euro-Ticket"—Empirical findings from a panel study. *Case Studies on Transport Policy*, 15, 101148.
- Matas, A. y Perdiguero, J. (2022).** El transporte público urbano: financiación y uso. *Papeles de Economía Española*, 171, 109–176.
- MITECO. (2024).** *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-nid-edicion-2025-.pdf>

- Moncloa. (2025).** *El Gobierno descarta implantar nuevos peajes en la red de carreteras del Estado y mantendrá la política de bonificaciones.* La Moncloa, Gobierno de España. <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transportes-movilidad-sostenible/paginas/2025/140325-gobierno-descarta-nuevos-peajes.aspx>
- Moral-Carcedo, J. (2024).** Dissuasive effect of low emission zones on traffic: the case of Madrid Central. *Transportation*, 51(1), 25-49.
- Nello-Deakin, S. (2022).** Exploring traffic evaporation: Findings from tactical urbanism interventions in Barcelona. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4), 2430-2442.
- Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M. y White, P. (2006).** The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Policy*, 13(4), 295-306.
- Peters, J. F., Burguillo, M. y Arranz, J. M. (2021).** Low emission zones: Effects on alternative-fuel vehicle uptake and fleet CO₂ emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102882.
- Pucher, J., Dill, J. y Handy, S. (2010).** Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106-S125.
- Rich, J., Jensen, A. F., Pilegaard, N. y Hallberg, M. (2021).** Cost-benefit of bicycle infrastructure with e-bikes and cycle superhighways. *Case Studies on Transport Policy*, 9(2), 608-615.
- Russo, A., Adler, M. W. y Van Ommeren, J. N. (2022).** Dedicated bus lanes, bus speed and traffic congestion in Rome. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 160, 298-310.
- Sarmiento, L., Wägner, N. y Zaklan, A. (2023).** The air quality and well-being effects of low emission zones. *Journal of Public Economics*, 227, 105014.
- Sleiman, L. B. (2021).** *Are car-free centers detrimental to the periphery? Evidence from the pedestrianization of the Parisian riverbank* (Working Papers, n.º 2021-03. Center for Research in Economics and Statistics).
- Tassinari, F. (2024).** Low emission zones and traffic congestion: Evidence from Madrid Central. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 185, 104099.
- Tomeš, Z., Fitzová, H., Pařil, V., Rederer, V., Kordová, Z. y Kasa, M. (2022).** Fare discounts and free fares in long-distance public transport in central Europe. *Case Studies on Transport Policy*, 10(1), 507-517.
- UITP. (2020).** *Full free fare public transport: Objectives and alternatives.* The International Association of Public Transport. <https://www.uitp.org/wp-content/uploads/sites/7/2025/04/Policy-Brief-FullFreeFarePT-DEF-web.pdf>
- Wardman, M., Toner, J., Fearnley, N., Flügel, S. y Killi, M. (2018).** Review and meta-analysis of inter-modal cross-elasticity evidence. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 118, 662-681.

APÉNDICE

CUADRO A1
RESULTADO ESTIMACIÓN MODELOS DE DEMANDA

VARIABLE DEPENDIENTE: LN (VIAJEROS)	AUTOBÚS	METRO
ln (afiliados)	-0,0126 (0,0819)	0,338*** (0,0863)
Descuento-Barcelona	0,112*** (0,0234)	0,124*** (0,0248)
Descuento-Madrid	0,155*** (0,0269)	0,0845*** (0,0265)
Descuento-Málaga	0,120*** (0,0364)	0,256*** (0,0353)
Descuento-Sevilla	0,102*** (0,0299)	0,331*** (0,0375)
Descuento-Valencia	0,224*** (0,0329)	0,250*** (0,0694)
Madrid	0,709*** (0,0222)	0,371*** (0,0230)
Málaga	-1,530*** (0,120)	-3,707*** (0,122)
Sevilla	-1,003*** (0,105)	-2,861*** (0,110)
Valencia	-0,840*** (0,0834)	-1,500*** (0,0867)
Málaga (Metro)		0,789*** (0,0366)
COVID-19 (marzo-abril 2020)	-0,890*** (0,0887)	-0,985*** (0,102)
COVID-19 (abril-julio 2020)	-1,312*** (0,111)	-1,402*** (0,122)
COVID-19 (julio-diciembre 2020)	-0,474*** (0,0183)	-0,532*** (0,0259)
COVID-19 (diciembre 2020-enero 2021)	-0,437*** (0,0274)	-0,562*** (0,0332)
COVID-19 (enero 2021-abril 2021)	-0,582*** (0,0412)	-0,657*** (0,0266)
Constante	9,886*** (1,199)	5,405*** (1,264)
Var. Ficticias mensuales	Sí	Sí
Observaciones	794	794
R-cuadrado	0,974	0,991

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1