



Informe

El peaje urbano de congestión: Análisis y recomendaciones para la reducción de la congestión del tráfico y la polución del aire en Barcelona

© Instituto Ostrom, 2023
info@institutostrom.org
www.institutostrom.org

Revisión: Martí Jiménez-Mausbach

Título: El peaje urbano de congestión: Análisis y recomendaciones para la reducción de la congestión del tráfico y la polución del aire en Barcelona [Informe]
Autor: Mauricio Jiménez
Publicación: Septiembre 2023

Esta es una versión resumida del informe homónimo. Para mayores detalles consúltese el informe.

Algunos derechos reservados

Derechos y permisos

Esta publicación está sujeta a una Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)). Usted es libre de compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) este trabajo para cualquier propósito, incluso comercial, bajo las siguientes condiciones:

Atribución — Debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de manera tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.

Citar como: Jiménez, Mauricio. (2023). El peaje urbano de congestión: Análisis y recomendaciones para la reducción de la congestión del tráfico y la polución del aire en Barcelona [Policy brief]. Instituto Ostrom. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 4.0

Tabla de contenidos

Sobre el Instituto Ostrom	4
Resumen ejecutivo	6
1. Introducción	8
2. Análisis	10
2.1 Descripción del problema	10
2.2 Antecedentes	45
2.3 Políticas contra la congestión vehicular en perspectiva comparada	62
2.4 Economía política de los peajes de congestión y las zonas de bajas emisiones	84
3. Conclusiones	86
4. Recomendaciones	90
4.1 Peaje urbano de circulación de Barcelona (PUCB)	90
4.2 Medidas complementarias	130
5. Revisión de potenciales efectos indirectos indeseados	133
5.1 ¿Impacto sobre la actividad de los negocios?	133
5.2 ¿Impacto sobre el mercado de vivienda?	136
6. Comentarios finales	140
Apéndice A. Congestión en los tiempos de viaje en Barcelona	143
Apéndice B. Principales casos de peajes de congestión	145
1. Singapur: Area Licensing Scheme (ALS), Electronic Road Pricing (ERP)	145
2. Londres: London Congestion Charge (LCC)	148
3. Estocolmo: Stockholm Trängselskatt (STS)	151
4. Milán: Area C di Milano (ACM)	155
5. Gotemburgo: Göteborg Trängselskatt (GTS)	160
Apéndice C. Peajes de congestión, ¿un ejemplo de socialismo de mercado?	163
Apéndice D. Esbozo de propuesta de bonos transferibles de kilometraje	165
Apéndice E. Tipología de bienes y servicios según su acceso y consumo	167
Apéndice F. Cálculo de las tarifas de ejemplo de la tasa de congestión	168
Referencias	171
Legislación, normativas, tratados y proyectos referidos	227
Jurisprudencia, regulaciones y conclusiones de casos referidos	231

Sobre el Instituto Ostrom

El Instituto Ostrom es el think tank de política pública líder en Cataluña. Nuestros principios fundacionales son el reconocimiento del pluralismo, el ejercicio de la tolerancia, la salvaguardia de los derechos civiles, la defensa de las libertades individuales, la promoción de las instituciones inclusivas, el fomento de las sociedades abiertas, el impulso de la economía de libre mercado y la apuesta por la moderación fiscal.

Fundados en el 2016, somos un polo independiente y no partidista de conocimiento, debate y generación de ideas, comprometido con el pensamiento profundo y riguroso y con vocación de incidir de forma determinante en la opinión pública y las instituciones catalanas, a través de la investigación, la divulgación y la influencia en el debate público.

Nuestra plataforma se erige como una vía de participación e influencia en el debate social; un puente entre el mundo académico, la sociedad civil y los gestores públicos para aunar esfuerzos de cara a contribuir al progreso de la sociedad catalana.

Nuestra institución recibe su nombre en homenaje a Elinor Ostrom (1933-2012), Profesora Distinguida de la Universidad de Indiana, donde fue titular de la cátedra Arthur F. Bentley de Ciencia Política, y primera mujer galardonada con el Premio Nobel de Economía.

El Instituto está constituido por personas de generaciones y ámbitos profesionales muy diversos, que coinciden en la necesidad de proveer al país de una capacidad de análisis propio, independiente y riguroso. Busca también convertirse en una organización conectada a escala europea y mundial con instituciones líderes en el panorama liberal internacional.

Somos miembros de la Atlas Network, red integrada por más de quinientos think tanks de todo el mundo, entre los que destacan el Cato Institute y el American Enterprise Institute (AEI), en los Estados Unidos; el Fraser Institute, en Canadá; el Adam Smith Institute (ASI) y el Institute of Economic Affairs (IEA), en el Reino Unido; el Timbro, en Suecia; y el Centre for Civil Society, en la India.

«Uno no decide la verdad de un pensamiento según sea de derecha o de izquierda y menos según lo que la derecha y la izquierda decidan hacer con él».

Albert Camus
Carta a Jean-Paul Sartre, 30 de junio de 1952

«No se preservan nostálgicamente las cosas del pasado. Ni siquiera las mejores. Ni, desde luego, los privilegios. Se opta por lo que con más eficacia y menos coste conduce hacia un futuro mejor».

Ramon Trias Fargas
La política de lo imposible, 23 de junio de 1976

Resumen ejecutivo

Los vehículos de motor simplifican las actividades humanas, pero su uso tiene externalidades negativas que deberían ser tomadas en cuenta, como es el caso de la congestión y la contaminación urbanas. Este informe describe la problemática en Barcelona, compara alternativas de política pública y sugiere un proyecto de respuesta.

La capital catalana ostenta el infausto título de ciudad más congestionada de España. El 2022 registró una vez más los peores tiempos de viaje en el centro de la ciudad y en el área metropolitana. A nivel general, recorrer 10 km en el centro tomaba 18 min, pero llegaba a 21 min durante el pico de la tarde; distan del óptimo estimado, 14 min. En el área metropolitana, siendo 12 min el óptimo, se requerían 15 min 40 s a nivel general y 18 min durante el pico vespertino. Prepandemia, en el 2019, la ciudad tuvo un nivel de congestión promedio del 29 %, el porcentaje de tiempo extra que demandaba un viaje comparado con un escenario de tránsito fluido. Durante horas punta fue de 56 %, retrasos de 17 min por cada viaje de 30 min. Pérdidas que al año alcanzaban 128 h para un conductor o pasajero. Desajustes que fuerzan replanificaciones. Y al consumirse más recursos energéticos aumentan las emisiones. El tráfico rodado es la mayor fuente de gases de efecto invernadero (GEI) en Barcelona. También es el principal aportante de inmisiones de NOx y el segundo de PM10 y PM2.5; pesa más en las estaciones de medición de L'Eixample y Gràcia, representativas de la calidad del aire en el centro de la ciudad. Los niveles de NO2 ahí registrados han infringido los de la normativa de la UE reiteradamente.

La exposición a la polución aérea está asociada a una serie de efectos negativos de índole respiratoria, cardiovascular, obstétrica, neurocognitiva y psicológica; además de mortalidad por todas las causas. A su vez, la exposición a la contaminación acústica se asocia a la enfermedad coronaria y a la molestia intensa al ruido. Por su lado, la congestión abriría una brecha entre el crecimiento económico potencial de las metrópolis y el efectivo (productividad, inversiones, empleo, etc.). En definitiva, las externalidades negativas del tráfico viario tienen costes multimillonarios (personales, empresariales, sanitarios, laborales, energéticos y ambientales) que no asumen directamente sus responsables, sino que se pagan indirectamente de forma colectiva.

Seguir superando los valores límite europeos podría propiciar una sanción económica por parte del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE), multa que el Gobierno español estaría en capacidad de trasladar a los contribuyentes de la Generalitat o del Ajuntament. Lo hecho por el consistorio ha sido insuficiente. Subsidiar la compra de vehículos más ecológicos es inadecuado (baja coste-efectividad, inequidad y acaparabilidad). Las superilles y el urbanismo táctico deben rediseñarse para evitar crear atascos. Es indispensable mejorar el servicio de buses. La ZBE no basta para mitigar la contaminación ni solventa el problema de la congestión. Reducir los niveles medios anuales de NO2 y PM2.5 a los nuevos límites propuestos por la Comisión Europea evitaría cada año 525 casos de asma infantil, 110 de cáncer de pulmón y 1000 muertes en

Barcelona. Si se igualaran a los actuales baremos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el área metropolitana se salvarían 1554 vidas por efectos del NO₂ y 2215 por los de PM_{2.5}.

Cerca del 23 % de los desplazamientos en la ciudad son en vehículo privado. Gozan del 85 % de los carriles. Tan solo coches y motos rondan el 80 % del parque circulante. Mas en los traslados en coche irían de media 1.21 personas; en el área metropolitana, el 54 % con un ocupante y el 30 % con dos. Por eso, las emisiones (g/km/persona) de un coche o una moto son más del doble que las de un bus. La movilidad no laboral abarcaría en torno al 54 % de los viajes en coche y al 37 % en motos. ¿Principal razón para elegirlos? Comodidad, próxima al 40 %. Y el uso crece con el nivel de renta. Así, la gratuidad del espacio vial es ineficiente, regresiva y perjudicial para la sociedad. Su uso está socialmente subsidiado.

¿Qué hacer? Las expansiones viales servirían en situaciones específicas, pero solo aplazan el problema. Inducen la demanda de espacio viario, volviéndose ineficaces. Junto al alto coste, ineficientes. Favorecen más a quienes tienen mayor renta; de financiarse mediante un presupuesto general (es decir, por parte de todos), serán regresivas. Las restricciones por cantidades (número de placa o zonas de bajas emisiones) tienen una eficacia ambigua que decae al adquirirse nuevos vehículos. Pueden propiciar atascos fuera del área de aplicación. Lo prohibitivo las hace ineficientes. También son regresivas porque evitarlas o satisfacerlas se vincula al nivel de renta. Las restricciones por precios (peajes) atienden el problema de los costes subpreciados, son eficaces y duraderas. No prohíben, supeditan la circulación a un pago. Y como lo invertido se recupera con los ingresos, resultan muy eficientes. El diseño y los recursos les permitirían ser progresivas al destinar una parte a transferencias focalizadas.

Recayendo en las experiencias de Singapur, Londres, Estocolmo, Milán y Gotemburgo, se recomienda instaurar un peaje urbano de circulación con tarificación dinámica compuesto por una tasa de congestión según el tamaño vehicular y horarios y una tasa de emisiones según los factores de emisión y km recorridos para reducir la congestión, la polución aérea, el ruido viario y el efecto isla de calor. Sus ingresos permitirían repotenciar el servicio de buses, reforzar la atención sanitaria e instalar modernos purificadores de aire en puntos críticos. Mejoraría la calidad de vida en Barcelona al aportar eficiencia a la movilidad, facilitar la accesibilidad y disminuir la morbilidad cardiorrespiratoria.

1. Introducción

Gracias a los vehículos motorizados el transporte de personas y mercaderías es más sencillo. Posibilitan recorrer distancias en menor tiempo y trasladar cargas voluminosas o pesadas con un ínfimo esfuerzo humano. No obstante, hay tipos y fines de movilidad que hacen un uso más eficiente del espacio viario. Cien personas desplazándose en buses no afectarán el flujo del tránsito en una calle; yendo en coche, la lentitud estará garantizada –no llevan ni a la mitad de pasajeros que podrían–. Igualmente, quien emplea el vehículo con fines laborales y para trasladar herramientas pesadas o mercancías –poco factible por otros medios– hace un mejor uso del espacio que alguien haciéndolo con fines de ocio –y pudiendo ir en bus–. Que haya demasiados vehículos circulando en un área se torna problemático para la capacidad de la red. Ante la saturación de las vías, la velocidad cae en picada y la duración del recorrido se prolonga. Los atascos no solo impactan sobre quienes van en movilidad particular. Se padecen cuando el bus queda atrapado repetidamente por varios minutos. Y también perjudican a ciclistas, peatones y vecinos debido al empeoramiento de la calidad del aire y al ruido extra. La congestión, pues, afecta a diario a una miríada de personas y empresas. Todo esto genera distintos y cuantiosos costes. Un problema a atender.

El objetivo general de este informe es abogar por la instauración de un peaje urbano de circulación en el área de la actual ZBE Rondes de Barcelona dirigido a contrarrestar la congestión vial y la polución del aire. Tiene por objetivos específicos (1) mostrar la magnitud de los costes económicos directos e indirectos (personales, empresariales, sanitarios, laborales, energéticos y ambientales) vinculados al transporte rodado; (2) señalar los efectos de salud asociados a la polución del aire relacionada con el tráfico y con el ruido viario, así como su incidencia entre la población de la Ciutat Comtal; (3) advertir de las consecuencias legales del reiterado incumplimiento de la normativa europea relativa a la calidad del aire; (4) divulgar los resultados de análisis de políticas ejecutadas por el Ajuntament de Barcelona sobre la gestión del tránsito vehicular y la reducción de sus correspondientes emisiones; (5) exponer por qué el establecimiento de un peaje es preferible frente a otras alternativas; y (6) resaltar el potencial respaldo social a las restricciones del tráfico.

El documento no contiene ningún análisis empírico propio. Solo revisa, organiza y difunde la evidencia disponible. Las diversas estimaciones incluidas provienen de los estudios citados. Por eso, sería erróneo atribuirle la autoría de ellas. El informe consta de seis partes. La segunda, Análisis, es el cuerpo. Identifica y explica el problema al cual responder, así como sus repercusiones; repasa la situación de contaminación en la capital catalana, su evolución y las acciones tomadas por el consistorio para intentar revertirla; compara tres tipos de medidas contra la congestión a partir de su eficacia, eficiencia y equidad; e ilustra la distribución de costes y beneficios entre grupos poblacionales (no-conductores, exconductores y conductores). Conclusiones sintetiza los

hallazgos. En Recomendaciones se detalla una propuesta de peaje urbano de circulación para Barcelona. Aspira a contribuir al debate público sobre la idoneidad de una política como esta, cubriendo elementos más allá del diseño. No pretende equipararse a una memoria del análisis de impacto normativo ni a otra evaluación ex ante. La quinta parte aborda posibles efectos indeseados del proyecto. Comentarios finales sirve de cierre. Los apéndices desarrollan los principales casos de peajes de congestión, así como otras digresiones relacionadas con el contenido del documento.

2. Análisis

2.1 Descripción del problema

Los bienes pueden dividirse en cuatro categorías según sus rasgos de acceso (excluyentes o no excluyentes) y consumo (rival o no rival). Excluyente significa que su acceso a él puede restringirse; rival, que su consumo por uno impide o disminuye el de otra persona. Así, se tiene bienes privados (excluyentes y rivales), bienes club (excluyentes y no rivales), bienes comunes (no excluyentes y rivales) y bienes públicos (no excluyentes y no rivales). La red vial puede considerarse un recurso común¹. Un desafío latente entre estos es la tragedia de los comunes: buscando maximizar beneficios, la férrea renuencia a asumir costes individuales en pro de un uso responsable ocasionaría la degradación del bien hasta agotarlo. Solo regulaciones gubernamentales (comando y control) o la privatización (derechos de propiedad) evitarían el desenlace, sentenciaba el sentido común. Tras una ardua labor investigativa in situ, Elinor Ostrom² (2015 [1990]) demostró que bajo ciertas condiciones las comunidades de usuarios pueden alcanzar elementos de autogobernanza para una explotación sostenible. Normas culturales. Funcionan bien en comunidades pequeñas, mas no son una panacea. Contrarrestar con ellas la congestión en grandes ciudades es inviable.

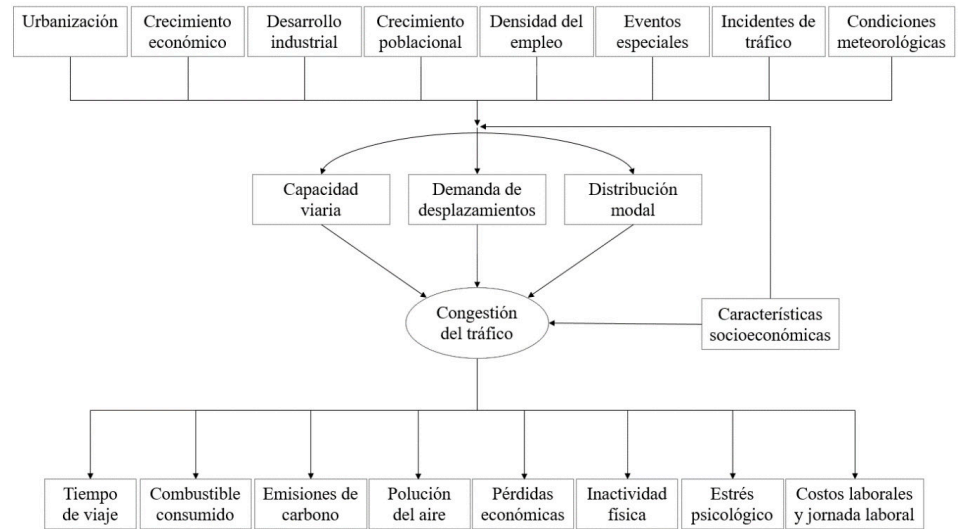
Rahman et al. (2022) indican que, dependiendo de cuándo ocurre, la congestión puede ser recurrente o no recurrente. La no recurrente obedece a imprevistos como incidentes de tráfico, condiciones meteorológicas y eventos especiales de diversa índole. No existe mucho margen para que las autoridades competentes puedan evitarla. Mientras tanto, la recurrente se produce de manera previsible en horarios en los que las vías son incapaces de absorber con normalidad la cantidad de vehículos transitando. Son las horas pico o punta de la mañana y de la tarde-noche, coincidentes con la mayoría de los desplazamientos por trabajo o estudios. A diferencia de la otra, sí está al alcance de las instituciones correspondientes reducirla; requiere voluntad, recursos financieros y políticas públicas basadas en la evidencia. Ahora, cuando se examina a la congestión se consideran tres dimensiones: intensidad (cuán severa es), extensión (cantidad de vías afectadas) y duración (número de horas en tal situación). Entre las distintas medidas existentes hay dos indicadores que cubren a las tres con efectividad. Primero, las horas de retraso. Calculan el tiempo extra que toma recorrer cierta distancia al comparar la velocidad bajo congestión con la de free-flow (alta fluidez). Segundo, los costes de la congestión. Cuantifican elementos como el valor del tiempo perdido, el del combustible extra y los costes operativos vehiculares adicionales.

¹ Cowen y Tabarrok (2015) ubican a las vías como bienes comunes; Mankiw (2012), como bienes comunes o bienes públicos dependiendo de si están congestionadas o no, lo cual implicaría un uso rival del espacio viario. Consúltense Benson (2017) para una discusión al respecto.

² En reconocimiento a sus contribuciones, la politóloga estadounidense fue galardonada con el Premio del Banco de Suecia en Ciencias Económicas en memoria de Alfred Nobel 2009. La primera mujer en recibirlo.

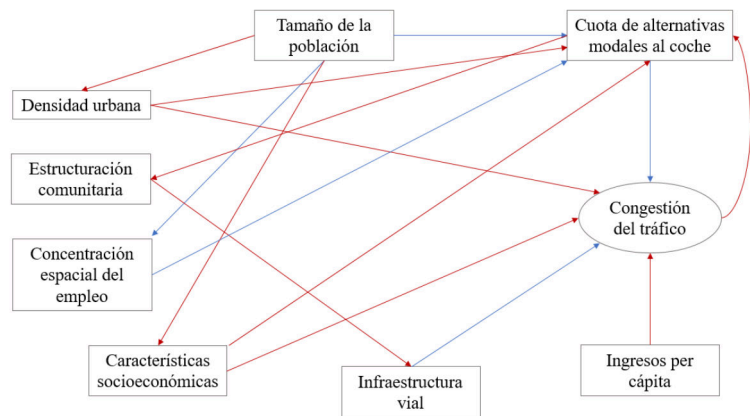
Los susodichos autores desarrollan un marco conceptual de análisis causa-efecto a partir de una amplia revisión bibliográfica sobre el problema. Como se aprecia en la Figura 1, hipotetizan que los factores en la fila superior son germinales para la congestión vial en las áreas urbanas, impactan indirectamente. Los de la segunda fila tienen un rol mediador, pero también son la causa próxima, su efecto es directo. En la tercera fila, el primer elemento por la derecha es un factor que incide por ambas vías. Por último, la fila inferior muestra las distintas consecuencias de la congestión, erosionantes de la calidad de vida.

Figura 1. Análisis causa-efecto de la congestión del tráfico (marco conceptual)



Notas: Versión original en inglés. Se añadió Polución del aire. Fuente: Rahman et al. (2022, p. 409).

Figura 2. Estructura del modelo explicativo de la congestión



Notas: Versión simplificada y traducida. Las líneas rojas indican acentuación; las azules, atenuación. Fuente: Rahman et al. (2022, p. 415).

Tras aplicar sobre una base de datos de 100 áreas metropolitanas de EE.UU. un modelo estadístico inspirado en aquel esquema causal, Rahman et al. (2022) muestran cómo la congestión urbana es un fenómeno complejo cuya magnitud se explica por relaciones directas e indirectas de promoción y mitigación entre diferentes variables observables e intervinientes (mediadoras) [Figura 2]. El tamaño de la población, los ingresos per cápita y la concentración espacial del empleo alimentan a la congestión; el número de habitantes ejerce la mayor influencia. Por otro lado, hallan efectos atenuantes de la infraestructura vial, la cuota de desplazamientos en modos ajenos al coche, la estructuración comunitaria (heterogeneidad y fragmentación geográfica poblacional y laboral); siendo el peso de las alternativas modales al coche lo más relevante. Llama la atención que los efectos indirectos, cuando los hay, pueden anular los directos, tal como sucede con las características socioeconómicas y la densidad urbana. ¿El resultado neto de ambas? Reducen la congestión.

Hay dos puntos muy interesantes, hasta contraintuitivos. Primero, la congestión se modera a sí misma. Cuando es recurrente, disuade el uso del vehículo propio para desplazamientos ocupacionales o el hacerlo en horas punta. Segundo, los ingresos per cápita poseen un efecto paliativo indirecto y otro estimulante directo. Este posibilita una mayor propiedad vehicular en el área y un uso más frecuente entre la población con ingresos más altos (distancia recorrida). Por el contrario, aquel se refleja en cambios conductuales: dejar de conducir, movilizándose por medios alternativos (Rahman et al., 2022). Los hallazgos son compatibles con las explicaciones comúnmente dadas. De hecho, es un buen complemento a lo sostenido por Downs (1992), quien apuntaba como factores causales de la congestión al crecimiento de la población y del empleo, un mayor uso del vehículo privado, una capacidad viaria relativamente fija y finita y costes de viaje subpreciados (*underpriced travel costs*). Particularmente, este último elemento es crucial para comprender a cabalidad el problema y pensar en respuestas eficaces, eficientes y equitativas a las externalidades³.

2.1.1 El tráfico, la congestión y las características de la movilidad en Barcelona

Un breve informe del Ajuntament de Barcelona (2023a)⁴ da cuenta de que, en conjunto, el tráfico durante días laborables⁵ en una serie de vías de la ciudad y en L'Eixample habría evolucionado de manera positiva desde el 2015 y 2017, respectivamente [Tabla 1 y Figura 3].

¹ Las externalidades pueden ser negativas o positivas. Respectivamente, son costes o beneficios externos que recaen sobre terceros (espectadores) en lugar de ser afrontados o recibidos por los responsables (consumidores o productores). Cuando su peso es considerable, el mercado no maximizará por sí mismo el excedente social (suma de los tres excedentes: del consumidor, del productor y de los espectadores). Una de las herramientas más comunes para internalizar externalidades es la fiscalidad pigouviana –por Arthur Pigou–. Por un lado, según el caso, aplica impuestos o tasas iguales al coste total promedio de las externalidades negativas, de manera que el resultado de añadirle el tributo al coste privado se equiparará al coste social. Por otro lado, otorga subsidios iguales al beneficio total promedio de las externalidades positivas, con lo cual el resultado de agregarle el subsidio al valor privado se equiparará al valor social. El uso de estos instrumentos permitiría que la cantidad demandada del bien corresponda a la del equilibrio eficiente (intersección entre la demanda y el precio de los costes o beneficios sociales). Ver Cowen y Tabarrok (2015, cap. 10).

² A pesar de que distintos medios de prensa difundieron los hallazgos del trabajo, al cierre de esta edición el documento no se encontraba disponible en el Repositori Obert de Coneixement de l'Ajuntament de Barcelona (BCNROC). Se pudo acceder a él gracias a un enlace en Verificat (2023).

³ El análisis solo considera los datos de martes a jueves.

El estudio se basa en la intensidad media diaria (IMD) del tráfico a partir del aforamiento recopilado por sensores viales. Expresa el volumen del tráfico en términos de la cantidad promedio de vehículos que circulan diariamente por una vía. Así, la IMD de vehículos transitando por las rondes y por las vías principales de acceso a la ciudad disminuyó un 2.09 % del 2015 al 2019, un 6.58 % del 2019 al 2022 y un 8.53 % del 2015 al 2022. A su vez, el volumen en L'Eixample se redujo un 17 % del 2017 al 2022; y si 350 000 vehículos cruzaban una sección central de él en el 2015, al 2022 eran 300 000 (-14.29 %).

Resulta interesante lo ocurrido con las calles de Aragó (a la altura de Bailèn) y de València (a la altura de Rambla de Catalunya), donde se ha redistribuido el espacio viario que estaba asignado al vehículo privado. En la primera se cedieron dos de los seis carriles existentes, uno fue para bicicletas y otro para buses; en la última, uno de los tres que había se convirtió en ciclovía (Ajuntament de Barcelona, 2023a). Los datos indican que del 2019 al 2022 el IMD cayó un 26.29 % en Aragó y un 10.60 % en València. Podría pensarse que esas calles absorberían parte del tráfico que deja de circular por otras vías que han sido pacificadas, como la av. Meridiana. Sin embargo, no ha sido así. En realidad, ese rol lo cumple la calle de Mallorca, cuyo IMD aumentó un 31.67 % en el mismo periodo. Con todo, la variación del volumen vehicular del 2019 al 2022 entre las tres fue de un -14.87 %.

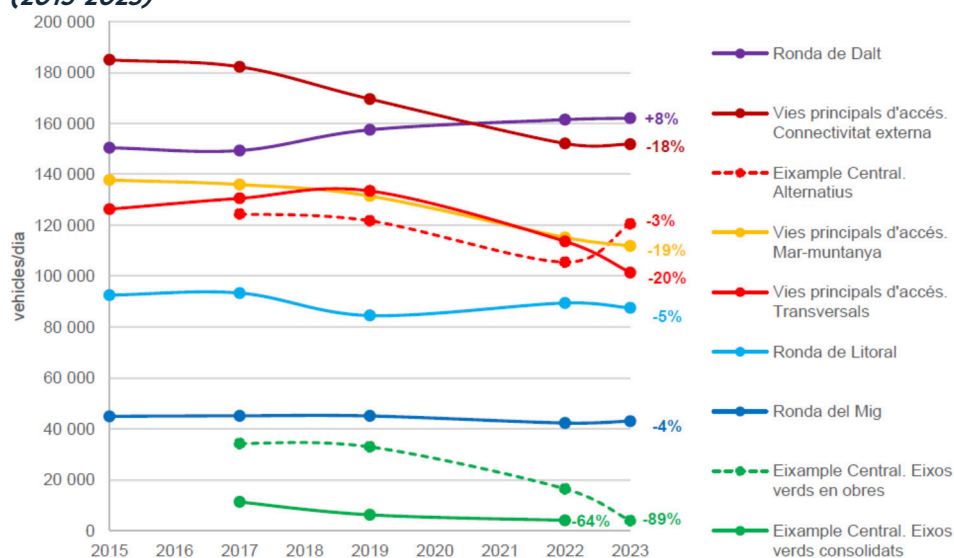
Tabla 1. Evolución del volumen vehicular medio diario en vías de Barcelona (2015-2022)

		IMD			Variación	
		2015	2019	2022	2015-2019	2019-2022
Rondes	de Dalt	150 435	157 506	161 489	+4.70%	+2.53%
	del Mig	44 832	45 021	42 251	+0.42%	-6.15%
	del Litoral	92 536	84 478	89 427	-8.71%	+5.86%
	Total	287 863	287 005	293 167	-0.30%	+2.15%
Vías principales de acceso (VPA)	Gran Via	60 888	55 321	51 802	-9.14%	-6.36%
	Diagonal	63 325	61 771	55 793	-2.45%	-9.68%
	Meridiana	60 765	52 497	44 505	-13.61%	-15.22%
	Subtotal CE ^a	184 978	169 589	152 100	-8.32%	-10.31%
	Aragó	73 975	84 252	62 101	+13.89%	-26.29%
	Mallorca	21 512	17 795	23 431	-17.28%	+31.67%
	València	30 824	31 409	28 080	+1.90%	-10.60%
	Subtotal T ^b	126 311	133 456	113 612	+5.66%	-14.87%
	Entença	13 184	14 000	14 251	+6.19%	+1.79%
	Numància	27 999	27 370	23 750	-2.25%	-13.23%
	Aribau	24 413	22 817	19 287	-6.54%	-15.47%
	Muntaner	28 247	25 022	18 676	-11.42%	-25.36%
	Pg. de Gràcia	9 297	8 886	8 495	-4.42%	-4.40%
	Balme	34 612	33 367	30 719	-3.60%	-7.94%
	Subtotal MM ^c	137 751	131 463	115 178	-4.56%	-12.39%
	Total	449 040	434 508	380 890	-3.24%	-12.34%
Rondes y VPA		736 903	721 513	674 057	-2.09%	-6.58%

Notas: El análisis del consistorio alude al IMD en días laborables, pero solo considera los datos de martes a jueves de cada año. Variaciones recalculadas para ser redondeadas al segundo decimal. Se añadió la variación 2019-2022. Por otra parte, se excluyó el IMD del 2023 y la variación 2015-2023 puesto que, por obvias razones, se refieren únicamente al primer trimestre. ^a CE = Vías de conectividad externa. ^b T = Vías transversales. ^c MM = Vías mar-montaña. Fuente: Modificación de la Tabla 1 en Ajuntament de Barcelona (2023a, p. 6).

Independientemente de que los datos de días laborables estén incompletos, habrá quienes encuentren tales hallazgos inverosímiles, pues contradicen su percepción de que el tráfico se ha mantenido o ha empeorado. Las encuestas durante la última campaña electoral reflejaban esas percepciones. Ahora, para las discusiones sobre el tema, se debe diferenciar el sentido que se le da a tráfico. Aunque no es extraño que se usen de manera indistinta, tráfico y congestión no son lo mismo. El número de vehículos circulando puede aumentar sin generar más congestión, si bien no ilimitadamente; asimismo, es posible que el volumen vehicular baje sin que la congestión se mitigue. Retomando parte de lo expuesto al inicio, los resultados estarán influidos por la capacidad viaria disponible y los costes del viaje. Y es que, para el asunto en cuestión, si bien redistribuir el espacio vial a favor de medios de movilidad activa y del transporte público contribuiría a reducir el número de coches y motos circulando, una potencial desventaja es que los que continúen haciéndolo dispondrán de menos carriles. El desajuste propiciaría que haya vías donde aumente la densidad del tráfico (la cantidad de vehículos respecto al espacio disponible). Un indicador de ello es el grado de saturación de una sección de vía, el cociente entre la intensidad media horaria (por lo general en hora punta) y la capacidad de la sección (Ajuntament de Barcelona, 2022a). Cuando alguien dice que el tráfico es pesado se referiría a que es denso. Expresa que el flujo es lento. Condiciones de congestión o «tráfico congestionado». Tal es punto de quienes perciben que el tráfico sigue igual o ha empeorado.

Figura 2. Evolución de la intensidad media diaria del tráfico en Barcelona (2015-2023)



Notas: La variación final es con respecto a la media diaria de martes a jueves durante el primer trimestre del año. El ámbito de L'Eixample central engloba al distrito de L'Eixample y a la trama Cerdà de los barrios de Baix Guinardó, de Horta-Guinardó; Camp de l'Arpa del Clot, el Clot y el Parc i la Llacuna del Poblenou, de Sant Martí; y Camp d'en Grassot i Gràcia Nova, de Gràcia. Las vías Alternativas de aquel son calles cercanas a los ejes verdes en el mismo sentido de circulación (Sepúlveda, Floridablanca, Manso, Aldana, Vilamarí, Viladomat, Villaroel, Roger de Llúria y pg. de Sant Joan). Los ejes verdes en obras son los de Consell de Cent (Vilamarí – pg. de Sant Joan), Rocafort (av. Roma – Gran Via), Borrell (av. Roma – Gran Via) y Girona (Diagonal – Gran Via). Los ejes verdes consolidados pertenecen al barrio de Sant Antoni, siendo los de Borrell (Gran Via – Paral·lel), Tamarit (Urgel – Calàbria) y Parlament (Urgell – Viladomat). Fuente: Ajuntament de Barcelona (2023a, p. 8).

Otro informe del Ajuntament de Barcelona abordaría las variaciones en el grado de saturación de las vías⁶. Muñoz (2023) brinda un resumen del contenido. Si bien entre febrero del 2019 y del 2023 la IMD en el conjunto de las vías del interior de la ciudad mostraría una reducción del 14.5 %, con la densidad del tráfico ocurriría lo contrario, sobre todo en las calles del entorno de los ejes verdes en construcción. En vías como València, Diputació, Balmes, Pau Claris y Aribau el tiempo con mayores niveles de saturación –nivel 4 (muy denso) y 5 (congestión)– se ha duplicado. Así, la circulación en el centro de L'Eixample estaría empeorando. Por ejemplo, frente a agosto del 2022, las líneas de bus que pasan por la calle València registraban una caída del 7 % en su velocidad comercial. Hay meses durante los cuales el tiempo con niveles elevados de saturación ha bordeado o superado el 4 % de todo el día. Por otra parte, en las rondes –donde la IMD creció un 3.5 %– esos momentos casi han llegado al 9 % de la jornada. De manera similar, en las vías de acceso se aproximan al 3.5 % pese a un descenso de la IMD del 9.4 %.

La compañía neerlandesa de sistemas de navegación vehicular TomTom publica anualmente perfiles de tráfico de una serie de ciudades como parte de su TomTom Traffic Index. El índice reporta la congestión en la red vial durante el año anterior sobre la base de los datos provistos por los usuarios de su servicio. Su métrica tradicional, el congestion level (%), reflejaba el tiempo extra que tomaba recorrer una vía respecto al requerido con alta fluidez de tránsito. La edición del 2023 la reemplaza por el travel time (min), referido al tiempo promedio que le tomó a un conductor recorrer 10 km. Asimismo, si antes las cifras se referían a la ciudad en general, ahora hace una distinción entre el centro de la ciudad (un radio de 5 km cubriendo la zona más concurrida)⁷ y el área metropolitana (un círculo abarcando a la ciudad y áreas rurales cercanas) (TomTom, 2023a). Aquí se revisarán los perfiles del 2022 y del 2019⁸.

TomTom (2023b, 2023c) muestra que el año pasado Barcelona volvió a registrar los peores tiempos de viaje entre las ciudades de España. Aunque han mejorado, los cambios podrían ser imperceptibles dada su pequeñez. En promedio, recorrer 10 km en el centro de la ciudad tomó 18 min (20 s menos que en el 2021, una variación de -1.80 %); en el área metropolitana, 15 min 40 s (10 s menos que en el 2021, una variación de -1.01 %). Respectivamente, estima en 14 min y 12 min el tiempo de viaje óptimo, aquel bajo condiciones de alta fluidez (TomTom, 2023c, 2023a). A partir de las diferencias puede calcularse el nivel de congestión promedio en cada ámbito. Así, en el 2022 el nivel de congestión en el centro habría sido de 28.57 % y en el área metropolitana de 30.58 %.

⁶ Al cierre de esta edición, el documento tampoco se hallaba en el BCNROC. No se encontró ningún enlace que permitiera acceder a su contenido, por eso la información sobre él es indirecta y poco detallada. Procede de una nota en el diario La Vanguardia. Curiosamente, su presencia mediática ha sido menor que la del primer análisis –cuyas conclusiones se esgrimieron en debates electorales–. Cabe preguntarse si la difusión de cada informe en el mismo contexto político ha estado condicionada por la (des)favorabilidad de sus resultados.

⁷ Como referencia, Google Maps indica que la ruta más corta desde la plaça de Catalunya al Museu de la Ciència CosmoCaixa es de 4.6 km; desde la plaça de les Glòries Catalanes a la plaça d'Espanya, 4.7 km. A su vez, 10 km es la distancia aprox. del Camp Nou al Centre de Convencions Internacional de Barcelona (yendo por la av. Diagonal) o del parc de la Trinitat Vella al Monument a Colom (yendo por la av. Meridiana).

⁸ Los datos del 2020 y 2021 no son una referencia adecuada por las medidas ante la pandemia de COVID-19.

Durante las horas punta de lunes a viernes las cifras eran mayores. Si en el centro la hora punta matinal llevaba el tiempo de viaje a 20 min (congestión: 42.85 %), la vespertina lo prolongaba a 21 min (50 %). Mientras tanto, en el área metropolitana durante ambas pasaba a 18 min (50 %) (TomTom, 2023c).

La Figura 3 y la Figura 5 muestran los tiempos de viaje de un recorrido de 10 km para cada hora desde las 06:00 a. m. hasta las 11:00 p. m. para cada día semana en el centro de la ciudad y en el área metropolitana, respectivamente. Por otro lado, los gráficos de la Figura 4 y de la Figura 6 reflejan perfiles horarios agregados (de lunes a viernes y de sábado a domingo) y diarios de la congestión desde las 00:00 hasta las 23:00 en cada ámbito. La congestión en cada hora ha sido calculada a partir de la diferencia entre el tiempo de viaje registrado (TVR) y el tiempo de viaje óptimo (TVO) en términos porcentuales⁹ [El Apéndice A contiene las tablas con los valores de congestión en los tiempos de viaje de recorridos de 10 km durante cada hora para cada día de la semana en el centro de la ciudad y en el área metropolitana].

Figura 3. Tiempos de viaje de 10 km en el centro de la ciudad de Barcelona (2022)

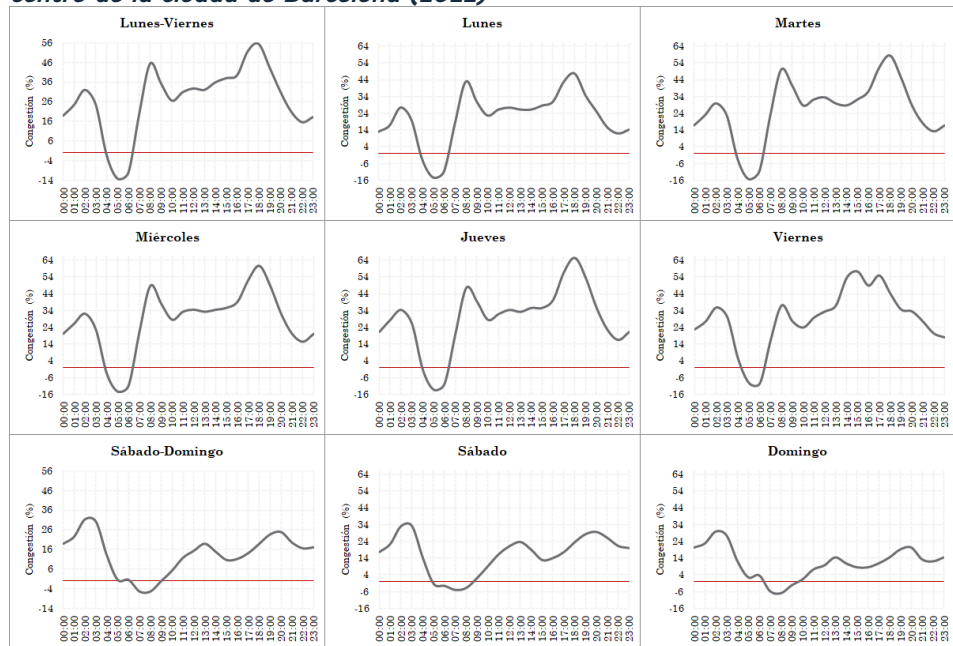
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
06:00 AM	12 min 30 s	12 min 30 s	12 min 30 s	12 min 40 s	12 min 40 s	13 min 40 s	14 min 30 s
	16 min 30 s	17 min 10 s	17 min	16 min 50 s	16 min 20 s	13 min 20 s	13 min 10 s
08:00 AM	20 min	21 min	20 min 50 s	20 min 40 s	19 min 10 s	13 min 30 s	13 min
	18 min 20 s	19 min 40 s	19 min 20 s	19 min 30 s	17 min 50 s	14 min 20 s	13 min 40 s
10:00 AM	17 min 10 s	18 min	18 min	18 min	17 min 20 s	15 min 20 s	14 min 10 s
	17 min 40 s	18 min 30 s	18 min 40 s	18 min 30 s	18 min 10 s	16 min 20 s	15 min
12:00 PM	17 min 50 s	18 min 40 s	18 min 50 s	18 min 50 s	18 min 40 s	17 min	15 min 20 s
	17 min 40 s	18 min 10 s	18 min 40 s	18 min 40 s	19 min 10 s	17 min 20 s	16 min
02:00 PM	17 min 40 s	18 min	18 min 50 s	19 min	21 min 30 s	16 min 40 s	15 min 30 s
	18 min	18 min 30 s	19 min	19 min	22 min	15 min 50 s	15 min 10 s
04:00 PM	18 min 20 s	19 min 10 s	19 min 30 s	19 min 40 s	20 min 50 s	16 min	15 min 10 s
	20 min	21 min 10 s	21 min 20 s	22 min	21 min 40 s	16 min 30 s	15 min 30 s
06:00 PM	20 min 40 s	22 min 10 s	22 min 30 s	23 min 10 s	20 min 10 s	17 min 20 s	16 min
	18 min 50 s	20 min 20 s	20 min 50 s	21 min 30 s	18 min 50 s	18 min	16 min 40 s
08:00 PM	17 min 30 s	18 min	18 min 30 s	19 min	18 min 40 s	18 min 10 s	16 min 50 s
	16 min 10 s	16 min 30 s	16 min 50 s	17 min 10 s	17 min 50 s	17 min 40 s	15 min 50 s
10:00 PM	15 min 40 s	15 min 50 s	16 min 10 s	16 min 20 s	16 min 50 s	17 min	15 min 40 s
	16 min	16 min 20 s	16 min 50 s	17 min	16 min 30 s	16 min 50 s	16 min

Nota: Tiempo de viaje óptimo = 14 min. Fuente: Modificación de la figura en TomTom (2023c).

⁹ La fórmula empleada es: $\frac{TRV-TV0}{TV0} \times 100$

Los gráficos de la Figura 4 y de la Figura 6 reflejan bien que la congestión es mucho más problemática durante los días de semana. De lunes a viernes, en el horario de 06:00-21:00 se observan dos claros picos (matinal y vespertino) que alcanzan valores máximos cerca de las 08:00 y de las 18:00, las horas punta. En el centro de la ciudad (Figura 4) el pico de la tarde es mayor, siendo que la diferencia respecto al de la mañana crece a diario. Los viernes tienen un patrón diferente: la congestión a las 8 h es más baja que en los otros cuatro días y los dos picos diarios ocurren por la tarde (a las 15 h y a las 17 h).

Figura 4. Congestión en los tiempos de viaje de recorridos de 10 km en el centro de la ciudad de Barcelona (2022)



Nota: La línea roja indica 0 % de congestión, i.e., tiempos de viaje iguales al óptimo (14 min).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en TomTom (2023c).

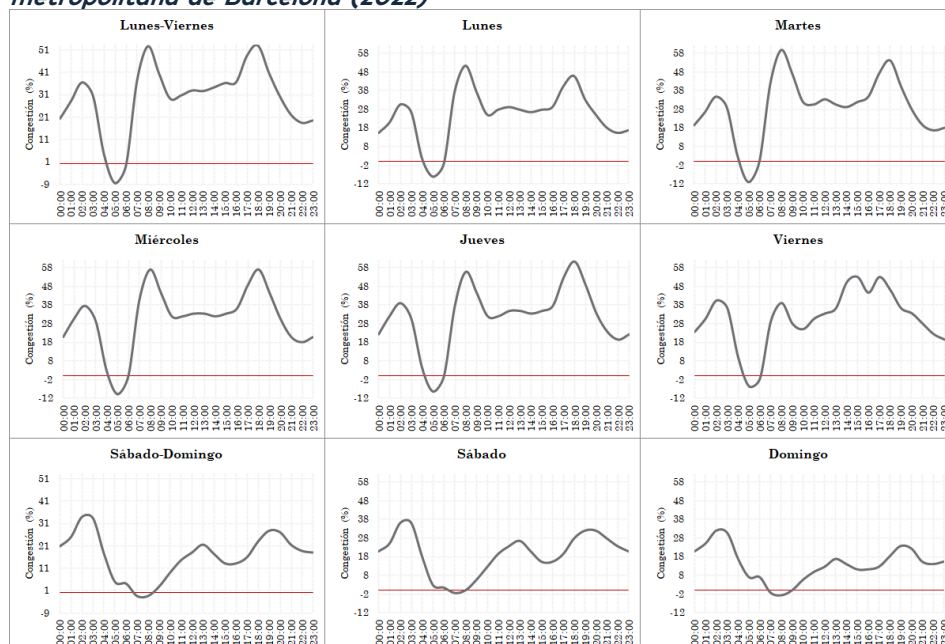
Figura 5. Tiempos de viaje de 10 km en el área metropolitana de Barcelona (2022)

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
06:00 AM	11 min 50 s	12 min	12 min	12 min	11 min 50 s	12 min 10 s	12 min 50 s
	16 min 30 s	17 min	16 min 50 s	16 min 30 s	15 min 30 s	11 min 50 s	11 min 50 s
08:00 AM	18 min 10 s	19 min 10 s	18 min 50 s	18 min 40 s	16 min 40 s	12 min	11 min 40 s
	16 min 30 s	17 min 40 s	17 min 20 s	17 min 20 s	15 min 20 s	12 min 40 s	12 min
10:00 AM	15 min	15 min 50 s	15 min 50 s	15 min 50 s	15 min	13 min 30 s	12 min 40 s
	15 min 20 s	15 min 40 s	15 min 50 s	15 min 50 s	15 min 40 s	14 min 20 s	13 min 10 s
12:00 PM	15 min 30 s	16 min	16 min	16 min 10 s	16 min	14 min 50 s	13 min 30 s
	15 min 20 s	15 min 40 s	16 min	16 min 10 s	16 min 20 s	15 min 10 s	14 min
02:00 PM	15 min 10 s	15 min 30 s	15 min 50 s	16 min	18 min	14 min 30 s	13 min 40 s
	15 min 20 s	15 min 50 s	16 min	16 min 10 s	18 min 20 s	13 min 50 s	13 min 20 s
04:00 PM	15 min 30 s	16 min 10 s	16 min 20 s	16 min 30 s	17 min 20 s	13 min 50 s	13 min 20 s
	16 min 50 s	17 min 40 s	17 min 50 s	18 min 20 s	18 min 20 s	14 min 20 s	13 min 30 s
06:00 PM	17 min 30 s	18 min 30 s	18 min 50 s	19 min 20 s	17 min 30 s	15 min 20 s	14 min 10 s
	16 min	16 min 50 s	17 min 20 s	17 min 50 s	16 min 20 s	15 min 50 s	14 min 50 s
08:00 PM	15 min	15 min 20 s	15 min 40 s	16 min	16 min	15 min 50 s	14 min 40 s
	14 min 10 s	14 min 20 s	14 min 30 s	14 min 50 s	15 min 20 s	15 min 20 s	13 min 50 s
10:00 PM	13 min 50 s	14 min	14 min 10 s	14 min 20 s	14 min 40 s	14 min 50 s	13 min 40 s
	14 min	14 min 10 s	14 min 30 s	14 min 40 s	14 min 20 s	14 min 30 s	13 min 50 s

Nota: Tiempo de viaje óptimo = 12 min. Fuente: Modificación de la figura en TomTom (2023c).

En el área metropolitana (Figura 6), el perfil horario agregado de lunes a viernes indica que el pico de la tarde apenas es mayor que el de la mañana. Los perfiles diarios también permiten notar cómo se altera la relación conforme se avanza en la semana. Si los lunes y martes el matinal lleva la ventaja, los miércoles se nivelan y los jueves y viernes el pico vespertino toma la delantera. Tal y como ocurre en el centro, los viernes tienen un patrón diferente (las horas punta no son las 8 h y 18 h, sino las 15 h y las 17 h).

Figura 6. Congestión en los tiempos de viaje de recorridos de 10 km en el área metropolitana de Barcelona (2022)



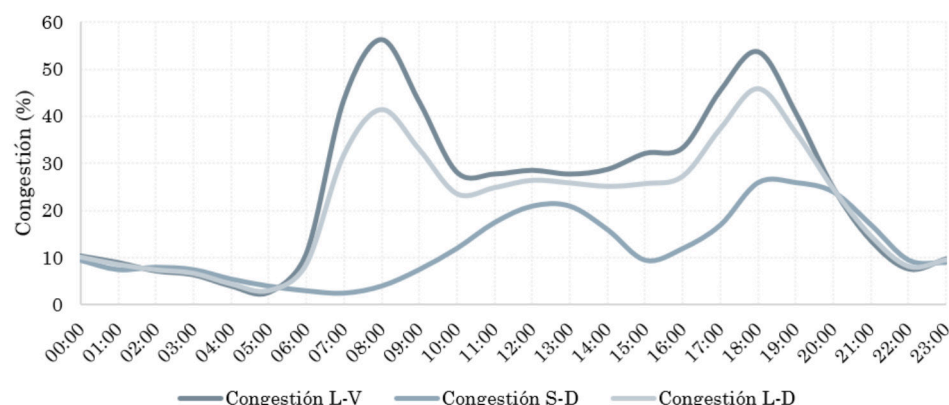
Nota: La línea roja indica 0 % de congestión, i.e., tiempos de viaje iguales al óptimo (12 min).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en TomTom (2023c).

Barcelona ya había encabezado el TomTom Traffic Index y el INRIX Global Congestion Impact Ranking a nivel de España en el 2019, como en otros años. Según TomTom (2020), el nivel de congestión en la ciudad fue de 29 %. En promedio, la duración de los recorridos fue un 29 % mayor que en condiciones de alta fluidez. Las horas punta de los días de semana tuvieron un 56 % de congestión [Figura 7], 17 minutos más por cada viaje de 30 minutos; el tiempo extra acumulado significó que una persona perdiera 128 horas (5 días y 8 horas) en el año. INRIX (2020) estimó la pérdida durante los picos en 78 horas (3 días y 6 horas) y la velocidad en la última milla (1.61 km) hacia el centro financiero durante horas punta en 12 mph (19.31 km/h)¹⁰. Sépase que en el 2019 la ciudad tenía una densidad de 8134 vehículos (4791 turismos) por km² y 499.8 (295 turismos) por cada 1000 habitantes (Ajuntament de Barcelona, 2020a)¹¹, pero sin considerar a los procedentes de otros municipios.

¹⁰ En el 2018 fueron 147 h (6 días y 3 h) y 9 mph (14.48 km/h) (INRIX, 2019). La diferencia se debe a un cambio metodológico que, al expandir el espacio de observación, incluyó a conductores con patrones de viaje distintos, lo cual redujo el promedio estimado en el 2019. En el 2022 habrían sido 47 h (-39.7 % respecto al 2019). En el área metropolitana, la velocidad durante los picos fue de 41.84 km/h (30.56 km/h el 2019); 56.33 km/h durante las horas valle entre picos (45.07 km/h el 2019). La velocidad en la última milla también fue de 19.31 km/h (INRIX, 2023, 2022). Con datos de TomTom (2023c), la velocidad durante los picos (a las 8 h y a las 18 h) en el respectivo ámbito habría sido de 32.70 km/h; y durante las horas valle (10:00-16:00), 37.66 km/h.

¹¹ El ámbito metropolitano tenía un total de 3 049 591 vehículos (2 026 850 turismos), 622 por cada 1000 habitantes (Institut d'Estadística de Catalunya [Idescat], 2020a).

Figura 7. Perfil horario agregado de la congestión en Barcelona (2019)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TomTom (2020).

Tabla 4. Tipología de los vehículos en Barcelona (2012 y 2016-2020)

Año	Turismos	MC	CM	Furgonetas	Camiones	Otros	Total
2012	584 848	213 857	82 743	29 810	25 094	31 962	968 332
2016	491 952	202 818	50 165	37 263	16 448	17 394	816 040
2017	491 258	208 454	48 951	37 553	16 107	17 744	820 067
2018	492 140	214 510	48 821	37 836	15 606	18 365	827 278
2019	486 403	216 737	49 209	39 311	16 057	17 084	824 801
2020	479 315	219 554	51 536	39 177	15 344	17 285	822 211

Nota: La categoría Otros se compone de remolques y semirremolques, vehículos de obras y servicios y autobuses. MC = Motocicletas, CM = Ciclomotores. Fuente: Ajuntament de Barcelona (2013, 2021a, p. 334).

Entre los impactos de la congestión sobre la calidad de vida urbana, los costes económicos y sobre la salud son los más preocupantes. La congestión tiene costes directos (valor del tiempo y combustible perdidos) e indirectos (encarecimiento de bienes y servicios) para hogares y empresas. Estos conllevan pérdidas de productividad. Y, por supuesto, un aumento de las emisiones contaminantes. Por ejemplo, en el 2013, el coste medio por coche para un hogar en París habría sido de 2752 €; para el total de hogares, 8802 millones (M) €; y el coste social por emisiones de CO₂eq¹², 4.2 M€ (Centre for Economics and Business Research [Cebr], 2014)¹³. Según TomTom Telematics (2017), solo por el tiempo perdido (119 horas), el coste empresarial¹⁴ de la congestión (31 %) en Barcelona en el 2016 habría sido de 175.5 M€. Ese año, el Reial Automòbil Club de Catalunya [RACC] (2016a) estimó en 137 M€ el coste anual de la congestión por horas perdidas, combustible y emisiones de CO₂ en los corredores¹⁵ de acceso a Barcelona. El 2019 se tasó en 169 M€; 528 € por usuario

¹² Métrica para reflejar y comparar el potencial de calentamiento global (GWP, en inglés) de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en términos de sus cantidades equivalentes de CO₂ (Eurostat, 2017a).

¹³ Basándose en datos de INRIX, el promedio anual de horas perdidas fue de 55.1, lo cual habría demandado un consumo extra de 99.01 litros de combustible por vehículo debido al idling (ralenti). La valorización del tiempo perdido usó el Planning Time Index, que suma aquel asignado por los usuarios para procurar puntualidad (la pérdida prevista durante el tráfico estacionario). Así, el promedio asciende hasta las 170.3 h en el 2013.

¹⁴ Producto de la multiplicación del salario mínimo interprofesional (SMI) por hora y el total de horas perdidas en los atascos por el conjunto de vehículos comerciales (camiones, furgonetas y autobuses) a nivel provincial.

¹⁵ La auditoría examinó la congestión en las 13 vías principales de los 6 corredores de acceso a la ciudad.

afectado (más de 320 000). Además, respecto al 2016, el tiempo perdido aumentó un 19.5 % y el volumen de vehículos un 14.6 % (RACC, 2019a).

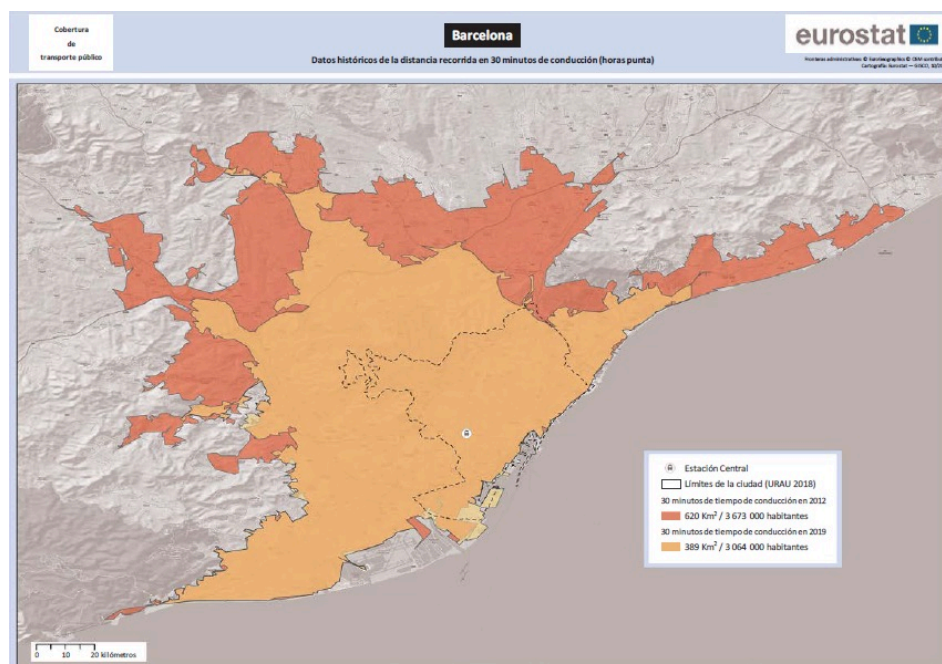
La gran cantidad de vehículos agrava la situación. Del 2012 al 2019, la distancia que logra recorrer un vehículo en 30 minutos durante horas punta se acortó [Figura 8] (Tribunal de Cuentas Europeo, 2020). Pese a que en ese período el parque vehicular censado en la ciudad se redujo un 14.82 % (143 531) el general y un 16.83 % (98 445) solo el de turismos, en la región metropolitana de Barcelona (RMB o ámbito metropolitano) crecieron un 5.35 % (155 091) y un 3.56 % (69 841) cada uno (Idescat, 2013, 2020b). Si la corona de afectación metropolitana¹⁶ contiene al 80 % de quienes trabajan en el municipio (RACC, 2016a, 2016b)¹⁷, la RMB incluiría casi al 100 %. En el 2017, un estudio de Barcelona Regional sobre el parque circulante para el Ajuntament de Barcelona, el ÀMB y el RACC halló que el 55.4 % de los vehículos identificados en la ciudad provenía de fuera; entre los turismos (sin taxis) era el 55.2 % (Barcelona Regional, 2017a)¹⁸. La composición del parque era mayoritariamente de turismos (53.1 %), seguido de motocicletas (15.9 %), furgonetas (13.3 %), taxis (9.1 %), camiones (4.2 %), ciclomotores (2.9 %), autobuses (1 %) y autocares (0.5 %) (Barcelona Regional, 2020).

¹⁶ Espacio definido por el RACC a partir del INRIX Drive Time, una unidad de distancia en minutos. Abarca un radio de 30 km desde el centro de Barcelona con límites en los municipios de Castelldefels, Martorell, Terrassa, Granollers y Mataró. No equivale a la primera corona metropolitana de Barcelona.

¹⁷ La auditoría del 2019 no está disponible, solo una nota de prensa; se recurrió a los documentos del 2016.

¹⁸ El trabajo identificó 176 365 vehículos de 228 565 observados en 31 puntos viarios –16 en Barcelona y 15 en el resto del área metropolitana de Barcelona (AMB)– durante los días laborables de marzo, abril y mayo del 2017. En el ámbito urbano (cinco municipios, contando Barcelona), el 46.8 % de las unidades identificadas eran externas; el 46.9 % entre los turismos. Además, los turismos eran el 57.2 % en ese ámbito y el 72.7 % en las vías rápidas; sin contar a los taxis (10.2 % y 1 %, respectivamente) (Barcelona Regional, 2017a).

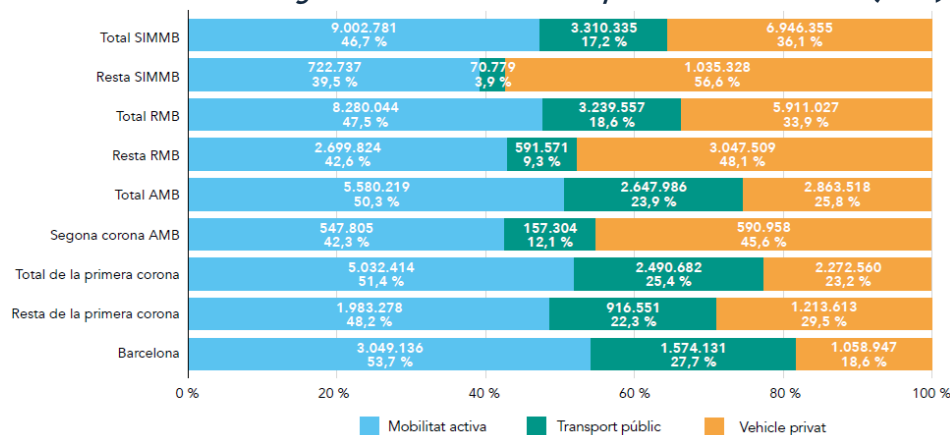
Figura 8. Accesibilidad en 30 minutos de conducción durante horas punta en Barcelona (2012 y 2019)



Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo (2020, p. 18).

Según la Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner (EMEF) 2019¹⁹, el uso del vehículo privado en días laborables aumenta al expandirse el ámbito de residencia observado [Figura 9]. Era el 33,9 % de los desplazamientos de quienes radican en la RMB, el 25,8 % para los del AMB y el 18,6 % para los de la ciudad (Ajuntament de Barcelona [AdB] et al., 2020)²⁰.

Figura 9. Modo de transporte de los desplazamientos de los residentes por ámbito del Sistema Integrado de Movilidad Metropolitana de Barcelona (2019)



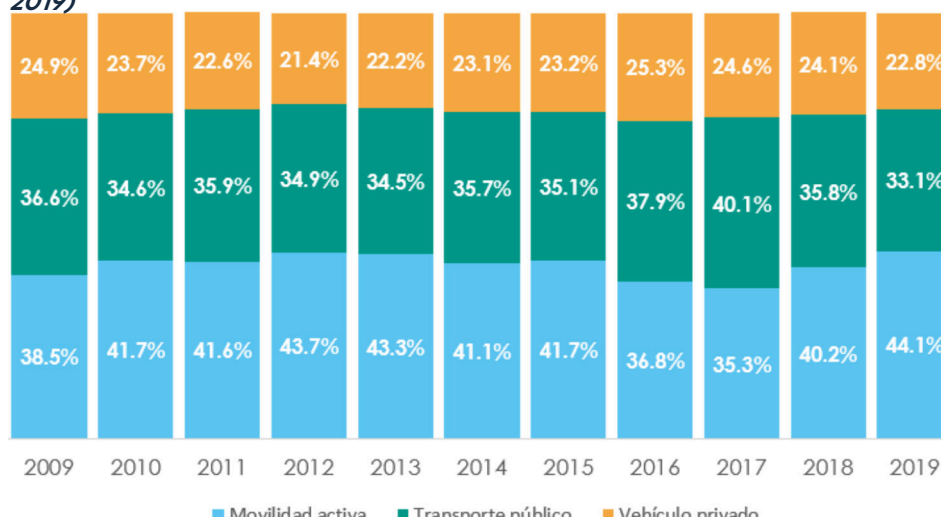
Nota: Para la EMEF, caminar, bicicleta, vehículo de movilidad personal (VMP) y silla de ruedas son movilidad activa; autobús, ferroviarios (metro, tranvía, trenes), autocar, taxi y vehículo de transporte con conductor (VTC), transporte público; y coche, moto, furgoneta y camión, vehículo privado. Fuente: AdB et al. (2020, p. 2).

¹⁹ Los resultados de la EMEF 2022 se publicaron el 11 de julio, durante el cierre de esta edición. No obstante, las variaciones en el uso del vehículo privado en la ciudad son mínimas. Véase IERMB (2023, pp. 94-100).

²⁰ En la EMEF 2017 era: 36,4 % en la RMB, 28,5 % en el AMB y 20,4 % en la ciudad (AdB et al., 2018).

En el 2019, durante un día laborable se realizaban cerca de 7 244 237 desplazamientos en la ciudad (el 72.1 %, internos; y el 27.9 %, de conexión)²¹. La distribución modal: movilidad activa, 44.1 %; transporte público, 33.1 %; y vehículo privado, 22.8 %. Repartición casi inalterada en la última década [Figura 10]. Volcándose a los viajes internos, el 13.9 % de ellos se hacían en vehículo particular; ese 13.9 % es igual al 44 % de todos los traslados en movilidad privada en Barcelona (el otro 56 % son los de conexión). El 10.03 % del total inicial. De todos los desplazamientos en moto y en coche en la ciudad, el 79 % y el 54 % eran de vecinos barceloneses, respectivamente. Por su motivación, el 52 % de los traslados en vehículo privado respondían a la movilidad ocupacional (trabajo o estudios) y su retorno a casa; el 48 % restante, a la personal (compras, ocio, acompañamiento o cuidado, paseos, visitas, gestiones, atención médica) y su retorno. El 37 % de todos los viajes en moto y el 54 % de los hechos en coche eran de índole personal. Mas los traslados en vehículo privado con destino a Barcelona (contando internos) por compras apenas sumaban el 9 % de todos los realizados para el mismo fin. Incluso era menor (1.4 %) por ocio, espectáculos, cine, restaurantes, deportes (Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona [IERMB], 2021). Los porqués de optar por este modo apuntan a problemas subyacentes en la movilidad urbana. Los tres principales que dieron las personas en la EMEF 2017: la comodidad, una oferta subóptima de transporte público y la mayor rapidez [Tabla 5] (AdB et al., 2018).

Figura 10. Evolución de la repartición modal de los viajes en Barcelona (2009-2019)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en IERMB (2020a, p. 86).

²¹ Los datos no coinciden con los de la Figura 9 porque aluden a conjuntos diferentes. Aquí el foco no recae sobre los desplazamientos que hacen los residentes, sino en los traslados que tienen como origen o destino a la ciudad, sean internos o de conexión, independientemente del lugar de residencia de las personas.

Tabla 5. Razones por las que se opta por la movilidad en vehículo privado (2017)

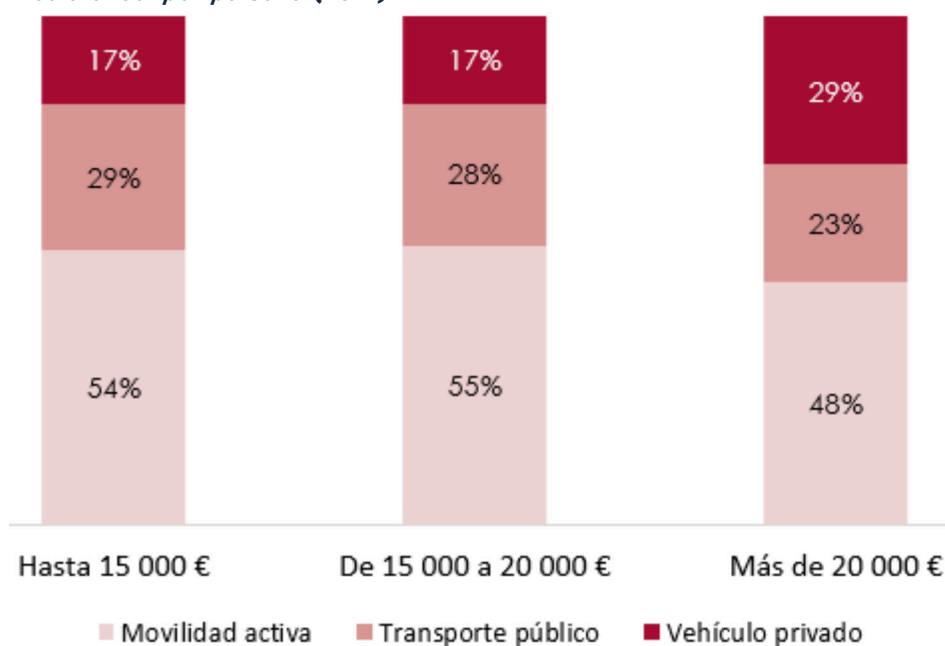
Motivos para utilizar el coche/moto	Ámbitos metropolitanos					Total STI
	BCN	Resto 1. ^a corona STI	Resto AMB	Resto RMB	Resto STI	
Es más cómodo	41.6%	42.2%	43.2%	38.7%	40.1%	40.7%
Falta de oferta / oferta inadecuada del TP	20.0%	22.8%	34.1%	36.5%	45.3%	30.3%
Es más rápido que el TP	30.6%	32.5%	33.6%	29.0%	22.0%	29.6%
Porque me llevan	16.2%	16.0%	7.1%	9.7%	6.9%	12.2%
Porque no tengo opción	7.7%	9.0%	8.6%	8.2%	8.7%	8.3%
Es más barato que el TP	6.1%	5.4%	10.0%	7.4%	6.7%	6.8%
Porque tengo más libertad	6.5%	5.0%	4.9%	6.5%	7.8%	6.2%
Es fácil aparcar allá donde voy	5.4%	5.8%	3.8%	3.8%	2.0%	4.4%
Hago muchas gestiones / acompaño a gente	5.2%	3.2%	3.4%	4.2%	3.6%	4.1%
Prefiero el transporte privado antes que el TP	3.2%	3.1%	3.8%	2.7%	4.2%	3.2%

Notas: Porcentaje sobre la base de personas; cada una podía dar hasta tres motivos. BCN = Barcelona, STI = Sistema tarifario integrado, AMB = Área metropolitana de Barcelona, RMB = Región metropolitana de Barcelona, TP = Transporte público. Original en catalán, traducción propia. Fuente: AdB et al. (2018, p. 11).

Resulta relevante fijarse en la relación entre aspectos socioeconómicos y las alternativas de movilidad. Entre residentes, el uso del vehículo privado es mayor (29 %) a partir de rentas medias anuales superiores a 20 000 €; crece en detrimento de los otros modos. El segmento medio y el bajo optan por la movilidad particular en la misma proporción (17 %); las ínfimas diferencias yacen en el transporte público (28 % vs. 29 %) y la movilidad activa (55 % vs. 54 %) [Figura 11] (IERMB, 2021). Hay cambios más claros al examinarlo por el nivel educativo. Conforme aumenta el grado de instrucción, también el uso del vehículo privado [Figura 12] (IERMB, 2020a). Los datos de la Enquesta de Mobilitat Quotidiana (EMQ) 2006²² sobre viajes de penetración a la ciudad en movilidad privada desde el AMB corroboran la tendencia [Figura 13]. Mientras que en el extremo más acomodado el uso del coche o moto llegaría al 85 %, en su opuesto sería del 36 %. En torno a dos de cada tres traslados corresponderían a familias cuya renta mensual superaría la media (Bel, 2019).

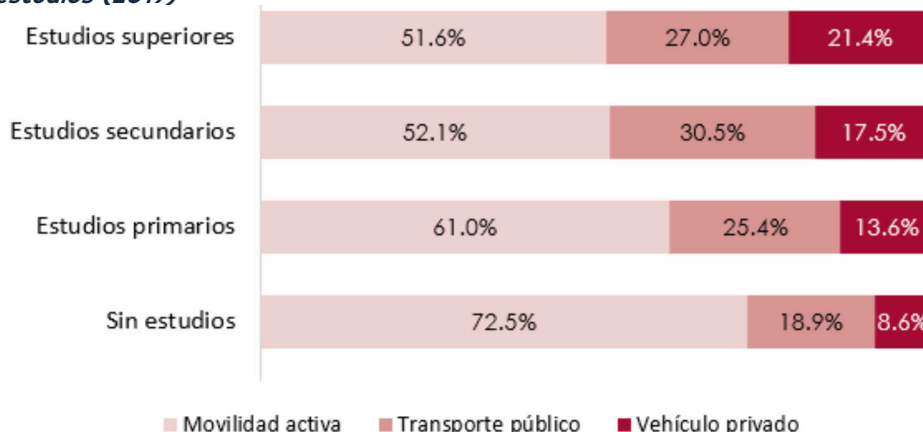
²² Revisar: <<https://iermb.uab.cat/es/encuestas/encuestas-de-movilidad/#75a48653-8a07-4>>.

Figura 11. Repartimiento modal de los residentes en Barcelona según la renta media anual por persona (2019)



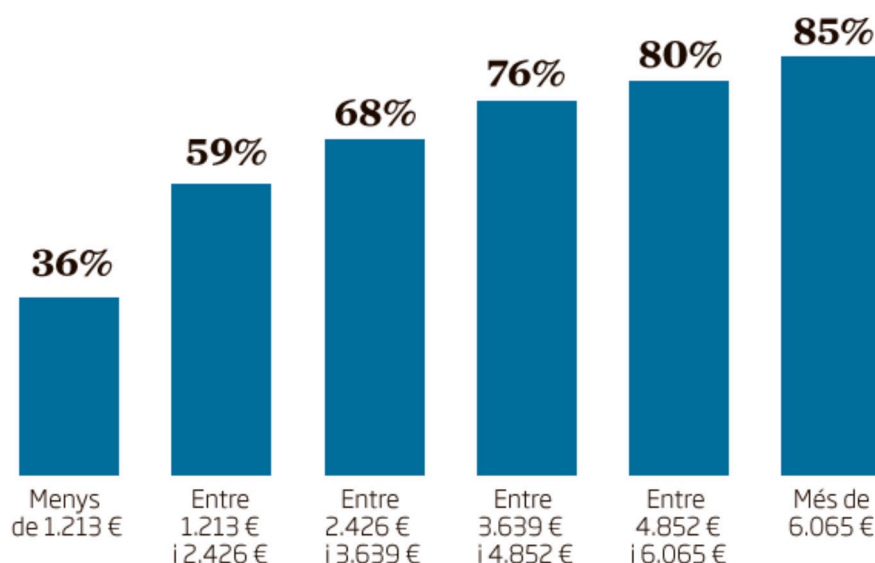
Notas: Se utilizaron los valores de renta media por persona de acuerdo con la sección censal de residencia. En el 2017, la renta media anual por persona en la ciudad fue de 20 128 € [1677.3 € al mes] (Ajuntament de Barcelona, 2021b), si bien la mediana es una estadística más adecuada. Las categorías mensuales serían: menos de 1250 €, de 1250 € a 1666.7 € y más de 1666.7 €. Versión original en catalán. La traducción es propia. Fuente: IERMB (2021, p. 29) a partir de la EMEF 2019 e INE (2017).

Figura 12. Repartimiento modal de los residentes en Barcelona por nivel de estudios (2019)



Nota: El 81 % de la población sin estudios es mayor de 64 años. Versión original en catalán. La traducción es propia. Fuente: IERMB (2020a, p. 61).

Figura 13. Porcentaje de utilización del vehículo privado en viajes de entrada a la ciudad desde el AMB según ingresos mensuales (2006)



Notas: Umbrales de renta ajustados por el índice de precios de consumo (IPC) desde el 2006. Incluye a conductores y acompañantes en coche y moto. Fuente: Bel (2019).

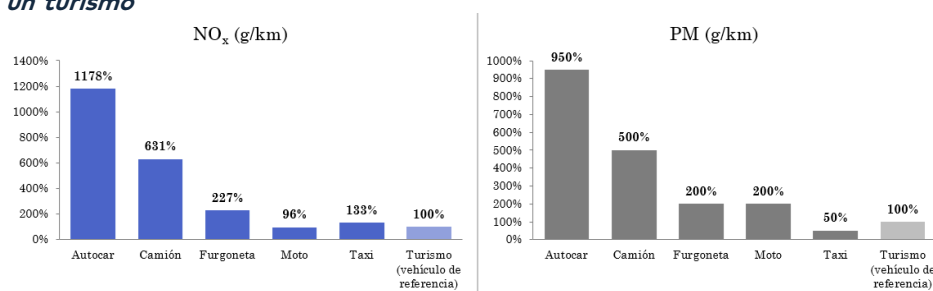
Dado que la contaminación es una consecuencia indeseada del transporte urbano motorizado, también se debe reparar en la susodicha relación desde un punto de vista medioambiental. Valiéndose de la EMQ 2006, Bel y Rosell (2017) investigaron el impacto de las características socioeconómicas sobre las emisiones de CO₂ de la movilidad urbana en los desplazamientos al interior del AMB²³. Hallaron que el 10 % superior de los contaminadores generaba el 49 % de todas las emisiones; el 20 % superior, el 74 %. Su análisis muestra que la probabilidad de ser un contaminador mayor crecía al percibirse más ingresos. Así, la probabilidad de que una persona cuya familia pertenecía al grupo con mayores ingresos mensuales (más de 5000 €) sea una contaminadora mayor cuadruplicaba la de alguien de una familia con menos de 1000 €. Si bien la probabilidad también se asociaba con el nivel de estudios, el tener solo secundaria confería una probabilidad más alta de ser un contaminador mayor que el contar con estudios superiores.

Por otro lado, comparando modos de transporte, se indica que, en promedio, un traslado en vehículo particular emitía 1258 g de CO₂, en tanto que un desplazamiento en transporte público producía 439 g, el 34.89 % de aquel (Bel y Rosell, 2017). El ya citado estudio de Barcelona Regional sobre el parque circulante echa más luces sobre este último punto. De un total de 92 365 vehículos con emisiones válidas en los tres ámbitos de observación (ciudad, ámbito urbano y vías rápidas), se encontró que la movilidad en turismos, taxis o motos solamente contamina menos que una unidad destinada al transporte colectivo (autocar) si se ignora la ocupación del vehículo [Figuras 14 y 15] (Barcelona Regional, 2017b). En el 2019, la ocupación media calculada de los coches durante los desplazamientos (internos o de conexión) en la ciudad

²³ El cálculo para la movilidad privada empleó la duración del trayecto, el factor de emisión (velocidad) y la ocupación. Para el transporte público se usó la distancia recorrida y el factor de emisión (pasajero-kilómetros). Las emisiones de la movilidad activa se igualaron a cero.

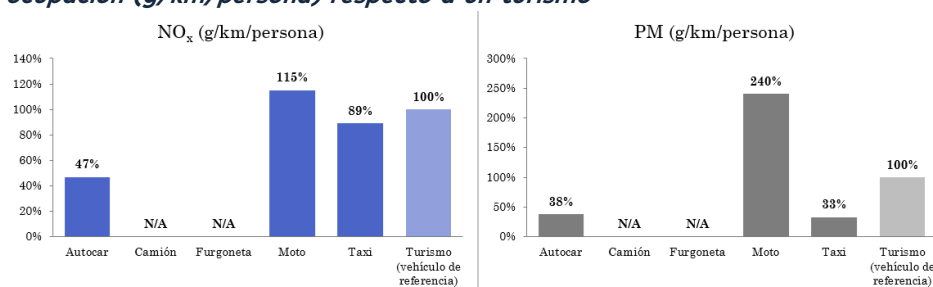
fue 1.21; la declarada, 1.65 (IERMB, 2020a). Con las mismas cifras de ocupación, el 54.4 % de los desplazamientos en coche en el AMB habría tenido solo un ocupante; el 29.8 %, dos; el 10.6 %, tres; y el 5.2 %, cuatro o más (IERMB, 2020b). Importa porque al ocupar más espacio por viajero que otros modos (bus, bici, etc.) la movilidad en coche hace un uso ineficiente del espacio público, máxime al viajar tan solo una persona. Las horas punta lo son porque la demanda de espacio vial excede la oferta. Si se produjese un trasvase modal de una parte de esos desplazamientos hacia la movilidad en transporte público o activa, la congestión disminuiría. Usar un medio que desperdicia espacio da comodidad a uno a costa de los demás. Perjuicio no intencional, sí, pero es una externalidad negativa.

Figura 14. Emisiones de los vehículos por distancia recorrida (g/km) respecto a un turismo



Notas: Versión original en catalán. La traducción es propia. Fuente: Barcelona Regional (2017, pp. 41).

Figura 15. Emisiones de los vehículos por distancia recorrida y promedio de ocupación (g/km/persona) respecto a un turismo



Notas: Ocupación promedio considerada: turismo, 1.2; taxi, 1.8; moto, 1; autocar, 30. Una objeción válida es que los buses no operan llevando 30 pasajeros todo el tiempo y que, a diferencia de otros vehículos, circulan permanentemente. Sin embargo, la cantidad de buses y autocares es minúscula comparada con la de turismos. Versión original en catalán. La traducción es propia. Fuente: Barcelona Regional (2017, pp. 41).

2.1.2 Impacto de la congestión en economías metropolitanas

Sweet (2011) señala que, atendiendo a su ocurrencia en el tiempo, los efectos estrictamente económicos de la congestión pueden ser de primer o de segundo orden. Los impactos de primer orden son los más inmediatos; afectan a los comportamientos de viaje y al servicio de transporte en una red vial específica. Sus costes corresponden al tiempo perdido por los retrasos y a la incertidumbre por tiempos de viaje poco fiables. Los impactos de segundo orden se producen en el mediano y largo plazo; afectan a las decisiones de ubicación de firmas y residentes. Sus costes corresponderían a la actividad económica no generada, lo cual conllevaría a un crecimiento inferior al potencial. Ya se ha hecho referencia a costes por el tiempo, combustible y emisiones extra en

la subsección previa, por lo que el foco ahora recaerá en los impactos de segundo orden.

Las economías metropolitanas constan de dos clases de industrias según el destino de su producción. Las industrias no comerciables ofrecen bienes y servicios dirigidos al consumo local (p. ej., inmobiliaria, retail, reparación y mantenimiento, hostelería y restauración). Por otro lado, las industrias comerciables tienen como principal mercado al extralocal (p. ej., manufacturera, consultoría, tecnologías de la información, ciencias de la vida). Conforme la estructura de empleo recaiga más en industrias comerciables, los ingresos promedio serían mayores (Rice y Venables, 2023). El nivel de riqueza de un área está influido por la combinación de industrias comerciables en las que se especializa, las cuales tienden a aglomerarse (Moretti, 2012). La aglomeración reporta beneficios gracias a las externalidades positivas de la concentración geográfica de personas y empresas en un mismo lugar. Rendimientos crecientes a escala. Hay dos tipos básicos de economías de aglomeración: las que surgen por la agrupación espacial de industrias (economías de localización) y las que surgen por la densidad de la actividad económica en un área (economías de urbanización). Se erigen sobre un mercado laboral común con trabajadores cualificados y especializados, compartir una amplia gama proveedores, aprender de derrames de conocimiento y el ahorro de costes de transporte (Strange, 2018; Giuliano et al., 2019; Bolter y Robey, 2020). Dicha reducción de costes va más allá del desplazamiento de personas y el transporte de bienes, abarca la comunicación de ideas²⁴ (Glaeser, 2010). Una interacción fluida en entornos así facilita la generación y difusión de ideas, productos y procesos que individuos y firmas pueden aprovechar. Todo ello impulsa la productividad y el crecimiento económico (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018).

Entre las industrias comerciables, los sectores más innovadores se apoyan de manera crucial en las habilidades cognitivas, insumos ideacionales. ¿Por qué sería importante? Sucede que a nivel local la generación de empleo en dichos sectores tiene un efecto multiplicador sobre los puestos de trabajo creados en las industrias no comerciables. Un estudio enfocado en 227 regiones de la UE-27 durante el periodo 2000-2011 estimó que cada empleo adicional en alta tecnología²⁵ fomentaba la creación de entre 3.94

²⁴ Por ejemplo, Moretti (2021) mostró que cuando un inventor destacado en EE.UU. (1971-2007) se mudaba a un área con un amplio clúster de firmas de sectores de alta tecnología, su producción anual de patentes crecía cuantitativa y cualitativamente. Refiriéndose al 2007, se estima que la relación entre la productividad individual y el tamaño del clúster sigue una razón de 0.0676 a 1 (0.0518-0.0923 a 1, dependiendo del modelo estadístico). Alude a la elasticidad. Es decir, el número de patentes que un investigador genera al año crece un 0.067 % con cada aumento del 1 % en la cantidad de científicos en su campo de estudio dentro del área donde reside. Asimismo, cada creación citaba un mayor número de patentes que la de un par en un clúster más pequeño; sugiriendo mayor conocimiento de las innovaciones existentes, en particular de las locales. Apoyándose en el anterior estudio, Gruber et al. (2023) compararon los susodichos beneficios con los costes localizados de emprender actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) en una muestra similar de urbes estadounidenses. La razón entre los costes y el tamaño del stock de científicos era de 0.0105 a 1. Los costes se distribuían en capital físico (56.9 %), salarios (38 %) e instalaciones (5.1 %). Para las firmas, reubicarse en una metrópoli con un stock más grande conlleva ganancias de productividad que sextuplican el tamaño de los nuevos costes. Pese a la no linealidad, la asociación se mantiene incluso para las áreas en el extremo de mayor concentración de I+D, si bien la diferencia es mucho menor.

²⁵ Goos et al. (2018) consideraron como empleos en alta tecnología a aquellos puestos en sectores manufactureros intensivos en tecnología, identificados mediante una elevada ratio de gasto en I+D sobre el valor añadido; en sectores de servicios intensivos en conocimiento, vistos a través de una elevada proporción de trabajadores con educación terciaria; y a

y 4.40 puestos de trabajo²⁶ en ocupaciones no-CTIM de las industrias de baja intensidad tecnológica. Se trataría de sectores más convencionales de la economía local con una demanda de personal poco cualificado. En los países del Sur de Europa el multiplicador laboral era más grande (5.23-5.81) (Goos et al., 2018). Resultados cercanos a los hallados en EE.UU. (Moretti, 2010) y –con menor calibre– Suecia (Moretti y Thulin, 2013) y Gran Bretaña (Lee y Clarke, 2019). Una mayor cantidad de trabajadores altamente cualificados en industrias con elevados niveles de productividad constituye un conjunto de consumidores cuyos salarios les posibilitan demandar más bienes y servicios, así como una disposición a pagar más por la calidad de ellos. Parte de su consumo se realizará localmente, beneficiando a industrias no comerciables. Los trabajadores con media o baja cualificación verían mejores ingresos (reales, no solo nominales)²⁷, aun cuando sean modestos (Kemeny y Osman, 2018). Entonces, la atracción y la continuidad de inversiones en los sectores más innovadores de la industria comerciable son sumamente relevantes para el crecimiento de las economías metropolitanas.

Dado que exhiben una mayor proclividad a aglomerarse, ¿se seguiría que las industrias comerciables son más sensibles a la congestión? Mejor aún, ¿hay alguna relación entre la congestión y el desempeño económico de un área metropolitana? Tiempos de viaje más dilatados entorpecen la interacción entre clientes, trabajadores y empresas. Cuando el problema es crónico y no decae con los años, sino que permanece constante o empeora, cabría que las pérdidas de productividad se refuercen al desincentivar nuevas inversiones por parte de firmas –sobre todo de las emergentes– y, a su vez, el lugar de residencia de trabajadores (Osman et al., 2019). Restaría atractivo al área frente a otras con características similares, pero menos congestionadas. Un perjuicio a su competitividad. ¿Podrían los costes de la congestión contrarrestar o superar los beneficios de aglomeración de grandes urbes?

En general, la evidencia disponible proviene de grandes urbes estadounidenses²⁸. Por un lado, un conjunto de estudios arroja ciertos prospectos negativos, siempre matizados. Hou (2016) muestra cómo la congestión impacta en la aglomeración a través de su influencia en las decisiones de ubicación intraurbana de firmas de distintos sectores²⁹ en el área metropolitana de Los Ángeles (2001-2005). Siendo una región policéntrica (varias ciudades importantes), las empresas de servicios de alto nivel eran

ocupaciones de CTIM –ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; lo que en inglés se denomina STEM– en sectores distintos a los dos anteriores.

²⁶ Un puesto extra en la industria de alta tecnología (bienes y servicios) tenía un multiplicador laboral de 5.15 a 5.30 en la industria de baja intensidad tecnológica. En tanto que por cada trabajo de CTIM se generaban de 4.56 a 5.36 empleos en ocupaciones no-CTIM (Goos et al., 2018).

²⁷ Es decir, se percibían mayores ingresos incluso considerando los cambios en el poder adquisitivo (el estudio ajustó los salarios nominales a un IPC local que combinó los precios locales del alquiler de vivienda y los precios nacionales de otros bienes y servicios para consumidores urbanos).

²⁸ Los trabajos revisados se enfocan en una o varias áreas estadísticas metropolitanas (MSA, por sus siglas en inglés), el equivalente a la(s) zona(s) urbana(s) funcional(es) (FUA, en inglés) en Europa.

²⁹ Los sectores analizados se relacionaban con la prestación de servicios de alto nivel y con la producción de bienes. Estos últimos eran comercio mayorista de bienes no duraderos y comercio minorista de ropa. Mientras que entre los primeros: asesoría legal; mercado de valores; cinematográfico; publicidad; telecomunicaciones; consultoría gerencial, científica y técnica; contabilidad; y diseño de sistemas informáticos.

sensibles a los retrasos entre centros (disuadía nuevos establecimientos, dispersándolos), pero no a los localizados (inducía nuevos, concentrándolos). Cuando el alcance es regional los desplazamientos del personal se encarecen, presionando los costes laborales al alza; ahora, como dichas actividades empresariales suelen recaer en interacciones presenciales³⁰, tolerarían la congestión local siempre que los beneficios de la proximidad lo valgan. Por otra parte, firmas del comercio mayorista y del retail de ropa evitaban centros muy congestionados a nivel local, aunque no aquellos cuyos retrasos afectaban conexiones intrarregionales. A pesar de que la decisión de las empresas incorpora otros aspectos (redes de contactos, comodidades locales, calidad de vida, personal cualificado, etc.) más allá de los costes de transporte³¹, factores como el precio del suelo, el alquiler de locales o los salarios están afectados por el valor de la proximidad (Holl, 2021). Inclusive, dado que las actuales tecnologías de producción y distribución son más sensibles al tiempo, los costes logísticos sustituirán a los de transporte como los de mayor envergadura: ahí entra el coste de oportunidad del tiempo perdido (Holl, 2021).

Analizando el rol retroalimentador de la congestión en el crecimiento del empleo en 85 áreas metropolitanas (1982-2003), Hymel (2009) observa que tiempos de viaje más dilatados erosionan el incremento de puestos laborales³². Si bien el efecto no era lineal, en las áreas intensamente congestionadas era más fuerte³³. Con datos de 86 regiones metropolitanas (1990-2010), Jin y Rafferty (2017) también muestran que incrementos en los tiempos de viaje eran negativos para el crecimiento de los ingresos y del empleo³⁴. Sweet (2014) investigó el impacto sobre el empleo (1993-2008) y sobre la productividad por trabajador (2001-2007) en 88 regiones metropolitanas. Promedios elevados de horas perdidas anuales y de tráfico diario se asociaban a cambios decrecientes en la generación de empleo³⁵; lo segundo también a una desaceleración del crecimiento de la productividad³⁶. Pero

³⁰ Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) ayudan, pero el conocimiento tácito y las ideas complejas no permiten prescindir completamente de la fisicidad.

³¹ Holl (2021) señala que el efecto de menores costes de transporte también es ambivalente: concentrador entre las firmas con altos costes de transporte; dispersante cuando son bajos, pues hace más viables zonas periféricas donde el resto de factores de producción son más baratos. Lo mismo aplicaría en los casos de empresas con múltiples unidades. Las actividades administrativas se desarrollan en centros urbanos; las de producción (p. ej., manufactura de bienes perecibles), en la periferia. Varía dependiendo del sector de especialización.

³² La elasticidad anualizada del crecimiento del empleo con respecto a las horas perdidas per cápita se estimó en -0.02. Ilustrándolo, al 2003, una reducción del 50 % en el nivel de congestión en Los Ángeles en 1990 podría haber contribuido a crear alrededor de 100 000 puestos de trabajo adicionales (Hymel, 2009).

³³ Un área con la misma cantidad de horas perdidas por persona que Los Ángeles en 1990 (50 h) sufriría una disminución del 4 % en la tasa de generación de empleo a largo plazo si la congestión aumentase un 10 % (Hymel, 2009).

³⁴ En promedio, cada aumento del 1 % en el nivel de congestión se asociaba con una reducción del crecimiento de los ingresos de un 0.19 % en la década de 1990 y de un 0.07 % en la del 2000; mientras tanto, el crecimiento del empleo durante la última década disminuía en 0.08 % (el efecto no era significativo para los 90) (Jin y Rafferty, 2017).

³⁵ Los efectos se manifestaban al registrarse valores sobre un umbral de 35 horas, equivalentes a demoras diarias superiores a 4.5 minutos en los desplazamientos laborales de ida hechos en auto. Respecto al tráfico promedio diario anual (TPDA), el umbral era de 11 300 vehículos por carril de autopista en la red viaria regional. Si una región con una pérdida media anual de 30 h tuviese una tasa de crecimiento del empleo igual a 1.46 %, con 85 h bajaría a 0.58 % (Sweet, 2014).

³⁶ Se estimó que la elasticidad anualizada de la productividad por trabajador respecto al TPDA sería de -0.022 o -0.033. Un aumento del 5 % en el TPDA se vincularía a una reducción del 0.11 % o 0.16 % en la tasa de crecimiento de la productividad (Sweet, 2014).

había una relación positiva entre niveles de congestión menos graves y el empleo creado. El quid de la diferencia sería la menor accesibilidad por vías saturadas. Fernald (1999) llegó a conclusiones cercanas tras examinar la relación entre expansiones viarias y la productividad en 29 sectores de la economía nacional (1953-1989). Vista a partir de las millas vehiculares recorridas (veh-mi), la congestión habría contribuido a reducciones en la productividad marginal privada respecto a la inversión en la red vial desde 1973; siendo los sectores no manufactureros más sensibles al fenómeno que los manufactureros. Que durante los años previos no importara reflejaría que antes la demanda de desplazamientos no desbordaba la capacidad de la red. Boarnet (1997) también señaló que la congestión predecía la producción bruta en condados de California (1977-1988), sugiriendo que mejorar la adecuación de la demanda a la capacidad de la infraestructura viaria traería beneficios económicos.

Burger et al. (2022) investigaron la relación entre la densidad urbana y la productividad laboral en más de 51 000 firmas ubicadas en 649 áreas metropolitanas de 98 economías en vías de desarrollo (países con ingresos bajos y medianos) durante el periodo 2009-2020. Observan que el tamaño promedio de las economías de aglomeración es comparable con el existente en los países desarrollados y que las firmas que más se benefician pertenecen en su mayoría a industrias comerciables. Sin embargo, tras restar los costes de la congestión, el crimen y la polución, hallan que una parte de las ganancias empresariales se pierden por deficiencias en la movilidad, que responden a medios de transporte limitados y (sobre todo) a la congestión; problemas que perjudican más a las firmas de industrias no comerciables.

Otros trabajos discrepan. Osman et al. (2019) hallaron que en el 2010 las empresas emergentes de ciertos sectores clave³⁷ de la industria comerciable del área de la bahía de San Francisco tenían más probabilidades de establecerse en lugares congestionados, priorizando la proximidad a otras firmas del sector antes que una movilidad rápida. En un estudio longitudinal de 89 regiones metropolitanas, Marshall y Dumbaugh (2020) encontraron que porcentajes superiores de veh-mi en condiciones de congestión durante horas punta se asociaban a mayores niveles de PIB per cápita y empleo. Asimismo, valores más altos de veh-mi por persona diarios se reflejaban en mayores niveles per cápita de PIB e ingresos, aunque también en menos nuevos puestos de trabajo³⁸. Que se conduzca más indica expansión económica, pero los autores observan que absorbería recursos asignables a inversiones. Mejoras salariales (que no compensarían los gastos extra)³⁹ a expensas de nuevas contrataciones. ¿Por qué la

³⁷ Manufactura de tecnología de la información, diseño de sistemas informáticos, biotecnología, mercado de valores, publicidad y –como control– supermercados.

³⁸ La elasticidad del PIB per cápita (2001-2011) con respecto a las veh-mi en condiciones de congestión durante horas punta fue de +0.32; en cambio, era +0.19 con respecto a las veh-mi por persona diarias. La elasticidad del crecimiento del empleo (2001-2011) con respecto a las veh-mi en condiciones de congestión durante horas punta fue de +0.90; en cambio, era -0.11 con respecto a las veh-mi por persona diarias. La elasticidad de los ingresos per cápita con respecto a las veh-mi por persona diarias fue +0.08 (2001-2011) y +0.29 (1982-2011) (Marshall y Dumbaugh, 2020). Cabe resaltar que, como en casos anteriores, los resultados de las estimaciones no implican causalidad.

³⁹ Para el área metropolitana promedio, suponiendo un aumento de 4 veh-mi por persona diarias (más de 2900 millones de millas adicionales al año), los ingresos per cápita crecerían un 1.6 %. Equivaldría a 601 €, pero los gastos extra asociados (solo) por concepto de la tarifa estándar por milla serían de 743.5 €. Un balance que empeoraría si se incorporase el valor del

economía no se resiente? Quizás los beneficios de aglomeración justifican los costes de la congestión.

Una lectura complementaria advertiría de la distinción entre movilidad y accesibilidad para entender las posibles consecuencias. Handy (2002) explica que la movilidad se toma como potencialidad de desplazarse. Mientras tanto, la accesibilidad es vista como potencialidad para involucrarse en actividades sociales y económicas; las oportunidades de interacción con personas, comercios, instituciones, amenidades, etc. alcanzables en cierto espacio. Incluye factores de impedancia (costes en tiempo y dinero de ir a un destino) y factores de atractivo (las cualidades de los destinos). Y la opcionalidad también tiene un peso. Más alternativas de destino y de modos de desplazarse impulsan la accesibilidad.

Las políticas de movilidad buscan facilitar los desplazamientos; las de accesibilidad, la conexión con los destinos demandados (bienes, servicios, centros laborales, etc.). Generalmente, mejorar la movilidad contribuye a la accesibilidad. Mas no es una condición suficiente ni necesaria. El impacto de la congestión sobre la accesibilidad se da por tres lados. Primero, la ralentización del tráfico acrecienta las impedancias. Segundo, su vínculo con la aglomeración garantiza un mínimo nada desdeñable de actividades. Tercero, siendo un fenómeno experimentado –a merced de evaluaciones subjetivas–, influiría en la decisión de dónde vivir, trabajar e ir durante el tiempo libre (Mondschein y Taylor, 2017). Una comunidad con vías muy congestionadas pero que alberga a poca distancia aquellos destinos demandados por sus miembros tendría mala movilidad y buena accesibilidad. Con los supuestos contrarios se tendría lo inverso (Handy, 2002). Mondschein y Taylor (2017) estudiaron cómo afectaban los retrasos por la congestión a los patrones de actividad (realización de desplazamientos) en la región metropolitana de Los Ángeles en el 2003 y sus conclusiones van en esa línea. Coexistían zonas con muy buena accesibilidad pese a registrar altos niveles de congestión y zonas donde las demoras conllevaban a una mala accesibilidad. La cuestión también estribaría en cómo se adaptan a la problemática. Thomas et al. (2018) estudiaron la influencia de la congestión y la cercanía en la accesibilidad al empleo en la región metropolitana de la bahía de San Francisco en el 2010. Si bien la primera es perjudicial, la ubicación era más relevante. Incluso así, ¿por qué habría que resignarse y esperar que la gente conviva sin más con los perjuicios ocasionados?

No existe un consenso sobre los efectos de la congestión en la economía. Los resultados son inconsistentes y la endogeneidad⁴⁰ sienta un reto adicional al intentar establecer relaciones causales. Con seguridad ocasiona y propaga pérdidas de eficiencia que abren una brecha entre el escenario con tráfico fluido y el real (menos agradable). El desperdicio de combustible es un gasto extra para los conductores. Ni qué decir del tiempo que estos y los pasajeros de buses pierden en los atascos. Fuerza

tiempo asignado (Marshall y Dumbaugh, 2020). [Estimaciones originales en USD (679 y 840 \$, respectivamente). Tipo de cambio en 2017: 1 EUR = 1.1297 USD (Eurostat, 2022a).]

⁴⁰ Tal como señalan los estudios revisados, las áreas urbanas más grandes, aquellas donde la actividad económica es mayor, también suelen ser las más congestionadas. Si la aglomeración se ve como una economía de escala, la congestión podría entenderse como una diseconomía de escala o un coste de aglomeración.

recoordinaciones. Contraría a la logística del transporte y distribución de mercancías. Ya sea que modifiquen sus cronogramas, aumenten inventarios o destinen más vehículos y personal, las empresas se verían en la necesidad de asignar recursos para sobreponerse a los imprevistos por tiempos de viaje inciertos (Economic Development Research Group, 2005; Weisbrod y Fitzroy, 2011). Sin embargo, distaría de ser una amenaza capaz de estancar la economía de las metrópolis.

Que la congestión reporte beneficios a una economía metropolitana es una sugerencia carente de asidero teórico, de ahí que no se afirme tal cosa. Por más que se asocie al volumen de la actividad económica, no es inevitable ni admisible que se torne caótica. Aglomeración y fluidez del tráfico no solo son compatibles, sino deseables. Su presencia tampoco es irrelevante, es una externalidad negativa que empeora otras, como la contaminación aérea y acústica. He ahí una razón más para combatirla: velar por la salud pública. Pero que la reducción de la congestión se traduzca en un incremento de actividades sociales y económicas dependerá de cómo se lidie con el problema (Mondschein y Taylor, 2017).

Con el fin de materializar una mayor parte de su potencial económico, las aglomeraciones con economías de localización y de urbanización podrían canalizar la creciente demanda de desplazamientos que viene junto con la densidad poblacional y mayores ingresos hacia alternativas que usan eficientemente el espacio público (el transporte colectivo, bicicletas o VMP). Distribuciones modales que recaigan con amplio margen en ellas serían más óptimas. Optar por el coche para movilizarse obedece a distintos motivos, pero no es económicamente deseable que su uso esté demasiado extendido. A diferencia del transporte de mercadería, tanto la movilidad ocupacional como la personal pueden realizarse por otros medios, más allá de comprensibles excepciones, como el traslado de cargas pesadas, personas con movilidad reducida o deficiencias en la red de transporte público (p. ej., falta de líneas de bus entre destinos o tiempos de viaje muy largos). Pero si la movilidad en vehículo particular está socialmente subsidiada (coste privado inferior al coste para la sociedad), lo esperable es que su demanda exceda la capacidad de oferta de espacio vial, es decir, que se produzcan atascos, sobre todo en horas punta.

Barcelona es un nodo de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) con mucho potencial para situarse como uno de los principales polos en Europa y el mundo. Figuró como la 7.ª ciudad con los mejores prospectos para la inversión en empresas emergentes, tecnología e innovación en la clasificación europea Tech Cities of the Future 2021 de la revista fDi Intelligence⁴¹. Pero no todas las evaluaciones son tan halagadoras. Apareció en el puesto 82 del Global Cities Talent Competitiveness Index 2022 elaborado por INSEAD (Institut Européen d'Administration des Affaires). El ranking valora la competitividad del talento en un modelo de insumo-producto (input-output model)⁴². Sin pretender

⁴¹ En alianza con la web de noticias tecnológicas TNW, la publicación –parte del servicio del Financial Times– evaluó a 76 ciudades europeas en cinco categorías: rentabilidad, potencial económico, captación de inversión extranjera directa, innovación y atraktividad y ecosistema de empresas emergentes. Disponible en <<https://www.fdiintelligence.com/content/rankings-and-awards/fdi-x-tnw-tech-cities-of-the-future-2021-the-winners-80076>>.

⁴² La edición del 2022 incluyó a 175 urbes metropolitanas de 79 países. El índice se compone

que listados como esos reflejen fielmente el atractivo y las aptitudes de las ciudades ni adjudicarles una influencia desmesurada, sus unidades compositivas son útiles para realizar comparaciones e identificar fortalezas y debilidades. Para entender que hay trabajo pendiente ni siquiera hace falta mirar a Ámsterdam (5.a y 11.a en los rankings, respectivamente), basta con Madrid (6.a y 70.a).

El progreso económico de las metrópolis necesita del crecimiento de las inversiones y del capital humano. Generar las condiciones que lo impulsen no depende exclusivamente de los gobiernos locales, una serie de cuestiones sobrepasan sus facultades y solo pueden ser atendidas por instituciones de alcance regional⁴³ y nacional⁴⁴. Mas las autoridades ediles no deben eludir responsabilidades sobre lo que sí les compete⁴⁵, como levantar vetos a proyectos de inversión local, simplificar trámites burocráticos, eliminar regulaciones innecesarias que obstaculizan y desincentivan la actividad económica, resguardar los derechos de propiedad, corregir fallas en la provisión de los servicios municipales, promover colaboraciones público-privadas, etc. Igualmente, emprender las acciones requeridas para mejorar la movilidad y la accesibilidad en el área metropolitana, contribuyendo a que el desplazamiento de las personas y el transporte de mercancías sean más eficientes y menos agobiantes. Parecerá intrascendente, pero cada aspecto cuenta para retener y atraer talento e inversiones. Sería un error caer en letargos autocomplacientes y no actuar en pro de una ciudad capaz de ofrecer una mejor calidad de vida que sus competidoras.

de 17 indicadores repartidos en 5 bloques (4 de insumos y 1 de productos). Por el lado de los insumos, mide la capacidad de posibilitar, atraer, desarrollar y retener talento (entre las variables del cuarto bloque están la calidad ambiental y los tiempos de viaje). Respecto a los productos, se enfoca en el impacto del talento y el grado de internacionalización. Para más detalles, consultar INSEAD (2022, pp. 14-16, 66-67 y 75-81).

⁴³ Para reformas a nivel autonómico revítese 50 propostes per Catalunya del Institut Ostrom (2021a). Asimismo, véase Jiménez-Mausbach et al. (2020), Valencia (2022) y Jiménez-Mausbach y Vila (2022).

⁴⁴ Para reformas a nivel nacional véase Instituto Ostrom (2023a).

⁴⁵ Para reformas a nivel municipal consúltese Institut Ostrom (2021b, 2023b).

2.1.3 Consecuencias en la salud asociadas a las externalidades del transporte vial

La congestión afecta a la salud física y mental. Los atascos implican mayor contaminación (del aire y acústica) y estrés. El transporte rodado contamina el aire liberando dos tipos de emisiones según su origen: las producidas por el motor de combustión (exhaust emissions o EE) y las derivadas del desgaste de frenos, neumáticos, asfalto y la resuspensión del polvo de las vías (non-exhaust emissions o NEE). Entre las EE hay compuestos que contribuyen al efecto invernadero –como los gases CO₂, CH₄, N₂O y ciertos HFC, o el carbono negro– y otros que si bien no lo hacen no dejan de ser dañinos –como el CO, los NO_x (NO y NO₂), C₆H₆, C₂₀H₁₂ y SO₂– (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2023; Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA], 2021). Los compuestos de las NEE integran el material particulado (PM, en inglés), partículas suspendidas. Durante el 2017, en la EEA-33 las NEE significaron el 63 % del PM₁₀ y el 46 % del PM_{2.5} emitidos por el transporte vial, no del total; el resto lo aportaron las EE (AEMA, 2019a). Las evaluaciones de la calidad del aire registran la concentración de un contaminante en microgramos por metro cúbico de aire (µg/m³). Tienden a fijarse en el NO₂ (dióxido de nitrógeno), PM₁₀ y PM_{2.5}.

El NO₂ es un gas tóxico. Cuando es de origen antropogénico proviene de la quema de combustibles fósiles en motores de vehículos, sistemas de calefacción y centrales eléctricas. Entre sus efectos está el incremento de síntomas de bronquitis en infantes con asma. Representa el principal aporte para la formación de aerosoles de nitrato, que son compuestos importantes para el PM_{2.5} y, con ayuda de la luz solar, de ozono (O₃). Por su parte, el PM es una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire como sólidos y líquidos. Se compone de hollín⁴⁶, polvo, agua, sales marinas, sulfatos, nitratos y amoníaco. Medido en micrones (1 µm = 0.001 mm), el PM de diámetro (Ø) ≤ 10 µm puede adentrarse en los pulmones; el de Ø ≤ 2.5 µm, ingresar al sistema sanguíneo y viajar por él (OMS, 2021a)⁴⁷. Como referencia, un cabello humano tiene un Ø de 50-70 µm (EPA, 2022a).

La Agència d'Energia de Barcelona (2021) calculó que el transporte originó el 27 % de las emisiones de GEI en Barcelona durante el 2019, superando a los sectores comercial (21 %), doméstico (21 %), puerto y aeropuerto (13 %), tratamiento de residuos sólidos urbanos (10 %) e industrial (8 %). En su última modelización de las inmisiones⁴⁸ en la ciudad, Barcelona Regional (2020) estimó que en el 2017 el tráfico viario habría sido fuente del 54 % de la concentración de NO_x (NO y NO₂), del 23.8 % de PM₁₀ y del 13 % de PM_{2.5}. Así, el transporte rodado es el principal aportante a las

⁴⁶ El hollín es el subproducto resultante de la combustión parcial de materiales compuestos de carbono. Sus finas partículas sólidas, de característico color negro o café, pueden contener elementos carcinógenos como el arsénico, cadmio o cromo ([U.S.] National Cancer Institute [NCI], 2015).

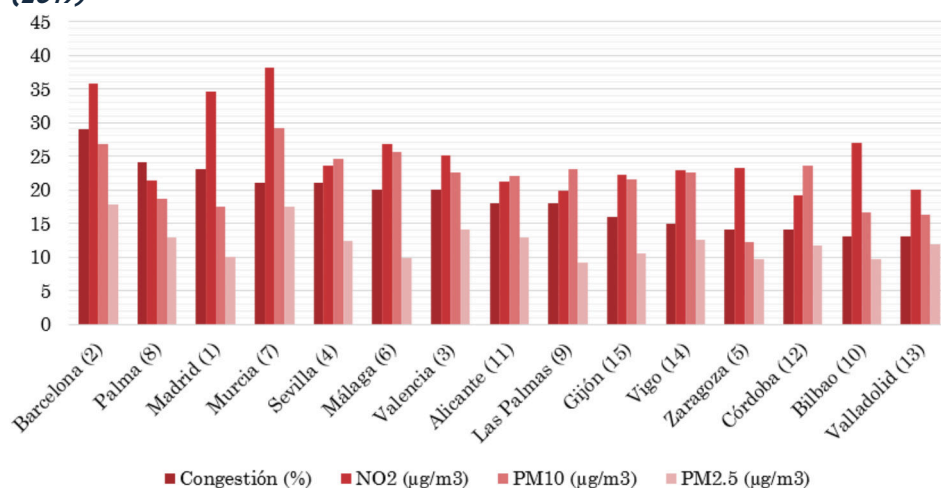
⁴⁷ Con más precisión, las partículas gruesas PM₁₀ son la porción inhalable que ingresa al respirar; las partículas finas PM_{2.5}, la porción torácica que accede a los pulmones por debajo de la laringe; las partículas finas PM₁, la porción respirable que puede llegar a los alvéolos pulmonares; las partículas ultrafinas PM_{0.1}, la porción capaz de atravesar la barrera alvéolo-capilar (aire-sangre) y adentrarse en los órganos (Piscitello et al., 2021).

⁴⁸ Las emisiones son la cantidad de contaminantes que una fuente libera a la atmósfera; las inmisiones, la concentración o nivel de un contaminante en un lugar específico (la calidad del aire) (Generalitat de Catalunya, 2023a). Por su proximidad a nivel de superficie, los vehículos suelen tener mayor peso en el porcentaje de inmisiones que en el de emisiones totales.

inmisiones de NOx; y el segundo para PM10 y PM2.5, detrás del peso del fondo regional (63.2 % y 77.1 %, respectivamente). Pero las contribuciones son mayores en las estaciones de medición de la calidad del aire ubicadas en L'Eixample (el 72.1 % de NOx, el 42.8 % de PM10 y el 26.1 % de PM2.5) y Gràcia (el 58.8 % de NOx, el 34.4 % de PM10 y el 16.6 % de PM2.5), representativas del centro de la ciudad.

En virtud de la mayor y mejor evidencia científica disponible, la Organización Mundial de la Salud (OMS) actualizó los baremos de calidad del aire establecidos en 2005. Las nuevas directrices mundiales recomiendan que las concentraciones medias anuales de NO₂, PM10 y PM2.5 no superen los 10 (antes 40), 15 (antes 20) y 5 (antes 10) µg/m³, respectivamente. Dichos niveles son los más bajos ante los cuales existen estudios epidemiológicos indicando relaciones entre la exposición y problemas de salud (p. ej., respiratorios, cardiovasculares, metabólicos, neurocognitivos y gestacionales) (OMS, 2021b). Barcelona, la ciudad más congestionada de España, los sobrepasa por mucho [Figura 16].

Figura 16. Congestión e inmisiones en las 15 ciudades más pobladas de España (2019)



Notas: Para las inmisiones se promediaron los valores anuales de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de cada ciudad. Área de estación: Urbana y Suburbana (solo urbanas para NO₂). Tipo de estación: Tráfico y Fondo urbano. La media de NO₂ en Barcelona (35.7 µg/m³) difiere de la reportada por la ASPB (39 µg/m³) para el mismo año. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TomTom (2021) y AEMA (2022).

Por el lado de la salud física, la exposición a la contaminación del aire relacionada con el tráfico (TRAP, por sus siglas en inglés) posibilitaría rutas metabólicas consistentes con estrés oxidativo y reacciones inflamatorias a nivel celular, procesos que durante el embarazo pueden dañar la placenta y sus funciones, estando ligados a complicaciones obstétricas y a patologías en el bebé (Yan et al., 2019; Ritz et al., 2022). Se han hallado partículas de carbono negro (BC, en inglés) acumuladas en el lado fetal y materno de la placenta (Bové et al., 2019); PM0.1 en células del tejido de la placenta (Liu et al., 2021); y BC en sangre del cordón umbilical, evidenciando la capacidad de ingresar al sistema circulatorio del feto y, por ende, a sus órganos (Bongaerts et al., 2022). Entre las adversidades asociadas a la exposición prenatal están la restricción del crecimiento fetal (Luo et al., 2021), preeclampsia (Pedersen et al., 2017; Yu et al., 2020), parto prematuro (Ju et al.,

2021), bajo peso al nacer (Li et al., 2020; Moghaddam Hosseini et al., 2022), alteraciones metabólicas (Johnson et al., 2021), función pulmonar deteriorada (Korten et al., 2017) y mayor riesgo de asma en la niñez y adolescencia (Bettiol et al., 2021). Durante la infancia, la exposición al BC, NO₂ o PM contribuiría al desarrollo de asma (Khreis et al., 2017; Han et al., 2021). Ante exposiciones a corto plazo, el NO₂, O₃ y SO₂ también exacerbarían los episodios de asma, incrementando las visitas a la sala de emergencias y las hospitalizaciones entre niños, adultos y ancianos (Zheng et al., 2021). Asimismo, el PM, NO₂, SO₂ y O₃ conllevan a un mayor riesgo de rinitis alérgica en general, sobre todo entre infantes y adolescentes (Li et al., 2022).

Existen asociaciones negativas entre el desarrollo neuropsicológico infantil y la exposición pre y posnatal a contaminantes aéreos (HAP⁴⁹, PM, NO₂, BC y O₃), si bien no siempre se relaciona con el tráfico (Suades-González et al., 2015; Loftus et al., 2019; Persico, 2021). Se han reportado reducciones en el cociente intelectual [CI] (Harris et al., 2015; Lertxundi et al., 2015; Porta et al., 2016; Lee, 2021), síntomas de trastorno por déficit de atención e hiperactividad [TDAH] (Costa et al., 2020; Lee, 2021) y mayor riesgo de trastorno del espectro autista [TEA] (Flores-Pajot et al., 2016) asociados a niveles de TRAP más altos.

Ocurre algo similar durante los años de formación educativa. El proyecto BREATHE⁵⁰ realizado en Barcelona investigó la evolución de funciones cognitivas en niños. Halló que en los colegios⁵¹ cuyo entorno tenía mayores niveles de TRAP los estudiantes presentaron un desarrollo cognitivo más bajo (que continuó tras tres años y medio), una maduración cerebral más lenta y mayor frecuencia de problemas conductuales (Instituto de Salud Global de Barcelona [ISGlobal], 2017); cabe mencionar que niveles de ruido vial más altos también se asociaron con dificultades para mantener la atención (Forns et al., 2016). Estudios sobre variaciones en el rendimiento académico coinciden en el pernicioso impacto cognitivo de la polución aérea. En Estados Unidos, una investigación encontró que cada aumento de 1 µg/m³ en el nivel de PM_{2.5} reducía en 0.02 desviaciones estándar (DS) las notas escolares de exámenes de Matemáticas y de Comprensión lectora con relación a un promedio de referencia nacional (Gilrairie y Zheng, 2022). Efectos negativos que también se acrecentarían en función de la frecuencia de episodios de alta contaminación (Mullen et al., 2020).

Un estudio basado en el conjunto de exámenes para obtener el certificado Bagrut en Israel –un requisito de admisión a la educación superior y para puestos de trabajo– encontró que aumentos en el nivel de PM_{2.5} en los días de las evaluaciones

⁴⁹ Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Son sustancias resultantes de la combustión incompleta de carbón, petróleo, gasolina, basura y tabaco. Se hallan en compuestos como el hollín ([U.S.] Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2016).

⁵⁰ Proyecto realizado entre el 2012 y 2013 con la participación de 2897 estudiantes de primaria (2.º a 4.º) de 39 escuelas (37 de Barcelona y 2 de Sant Cugat del Vallès). Más información en <<https://breathe.isglobal.org/>>. Estudios publicados disponibles en <<https://cordis.europa.eu/project/id/268479/results/es>>.

⁵¹ Unos se ubicaban en el centro de la ciudad, donde el tráfico es más intenso y congestionado; otros, en la periferia, donde es más ligero. El análisis de los aerosoles en el aire (interior y exterior) de un grupo de escuelas confirmó que la principal fuente eran los motores de combustión de los vehículos (van Drooge et al., 2020).

conllevaran a calificaciones más bajas en el mismo estudiante (Ebenstein et al., 2016). Análogamente, con referencia al examen de admisión nacional brasileño (ENEM, que se da en dos días) en los estados de Río de Janeiro y São Paulo, se estimó que incrementos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración diaria de PM10 conducían a una caída del 8 % de una DS en el puntaje de los postulantes (Carneiro et al., 2021). Heyes et al. (2023) se enfocaron en las notas de cursos de pregrado de una universidad canadiense cuyo entorno urbano (Ottawa) tiene bajos niveles de PM2.5 ($< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), pero incluso ahí hay un efecto causal negativo. A partir de las variaciones individuales (88 959 estudiantes en el periodo 2007-2019), detectan caídas en el desempeño cuando las concentraciones diarias son de 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comparado con días de 0-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En promedio, cada 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ extra en el nivel de PM2.5 en el día de un examen final ocasiona que las notas bajen en un 0.6 % de una DS. Y el efecto acumulativo de incrementos en los días previos también es perjudicial.

Existen también experimentos naturales que complementan la evidencia. Heissel et al. (2022) analizaron los cambios en el historial académico de estudiantes de Florida que al finalizar una etapa escolar pasaron a colegios cercanos a autopistas; unos se ubicaban en la dirección hacia la que el viento se dirigía (grupo de tratamiento, GT) y otros en aquella desde la que venía (grupo de control, GC). Las diferencias intergrupales entre las etapas evidencian que los alumnos en el GT pasaron a tener menores notas (en particular los que antes destacaban), más problemas de comportamiento y mayores tasas de ausentismo (en ambos, sobre todo los menos destacados) que de haber estudiado en una escuela del GC; siendo causa de ello las largas exposiciones a concentraciones más altas de TRAP (CO, NO₂ y PM10). Siguiendo un proceso inverso, Gilraine (2023)⁵² evaluó el efecto de la instalación de filtros de aire en las aulas de colegios dentro del radio de la fuga de gas del cañón de Aliso. La comparación de notas de exámenes de Matemáticas y de Lenguaje (Inglés) entre estudiantes de escuelas próximas dentro y fuera del radio (pero cuyas concentraciones de metano y compuestos orgánicos volátiles [COV] asociados al gas natural no eran anormales) arrojó que, de media, las calificaciones del primer grupo aumentaron en 0.1-0.2 DS⁵³ gracias a la caída en las inmisiones⁵⁴. Dado el nivel promedio externo de PM2.5 (7.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el periodo de las mediciones, cada reducción de un $\mu\text{g}/\text{m}^3$ subía las notas en 0.015-0.03 DS.

⁵² Se agradece la facilitación del documento al autor, Michael Gilraine, profesor de la Universidad de Nueva York (NYU) e investigador del National Bureau of Economic Research (NBER).

⁵³ A pesar de que la variación en las notas de Matemáticas y de Lenguaje fue similar (0.1-0.2 DS y 0.08-0.2 DS, en cada caso), el efecto solo fue estadísticamente significativo sobre las primeras.

⁵⁴ Tras estimar con cautela el gasto anual por aula (compra del equipo, energía consumida y mantenimiento), Gilraine (2023) señala que cada equipo demanda 680 \$ –unos 614.3 € [Tipo de cambio en 2016: 1 USD = 0.9034 EUR (Eurostat, 2022a)]–. Requiriéndose 1.5 filtros por aula, las mejoras en los exámenes costarían solo ~1000 \$ (~903.4 €). Apenas 40 \$ (36.1 €) por alumno al año, considerando clases de 25 estudiantes. Indica que su rentabilidad la convertiría en una de las medidas más coste-efectivas para mejorar el desempeño académico, superando a la reducción del tamaño de las clases, las tutorías intensivas, el programa preescolar Perry, las transferencias monetarias del crédito tributario por ingresos del trabajo (EITC, en inglés) y la educación temprana (programa Head Start).

La exposición a la TRAP también está asociada al deterioro cognitivo mayor durante la vejez, cuando el cerebro es más vulnerable a la neurotoxicidad de los contaminantes aéreos (Costa et al., 2020); aunque todavía no es concluyente, la evidencia epidemiológica existente cumple distintos requisitos para atribuir causalidad (Delgado-Saborit et al., 2021).

La inhalación de PM afecta la variabilidad del ritmo cardíaco, la presión arterial, el tono vascular, la coagulabilidad sanguínea y al sistema nervioso autónomo. En el corto plazo, la exposición aumenta la morbilidad cardiovascular al incrementar el riesgo de infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca y enfermedad coronaria; en el largo plazo, eleva y agrava los problemas cardiovasculares (disfunción endotelial, trombosis y aterosclerosis) (An et al., 2018). Similarmente, la exposición al BC se vincula con una mayor presión arterial diastólica y sistólica (Magalhaes et al., 2018); al CO, con el asma, bronquiectasias y neumonía; y la contaminación aérea también está asociada a la morbilidad y mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC] (Bălă et al., 2021). Además de hipertensión (Qin et al., 2021), la exposición a largo plazo al PM_{2.5}, PM₁₀ y NO₂ está ligada a un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas, por cáncer de pulmón⁵⁵, por enfermedades cardiovasculares y respiratorias (Chen y Hoek, 2020; Stieb et al., 2021; Huang et al., 2021).

Un estudio⁵⁶ realizado en São Paulo por Takano et al. (2019)⁵⁷ investigó la asociación entre la exposición a la polución del aire y el grado de antracosis pulmonar⁵⁸ inspeccionando la cantidad de

⁵⁵ Las enfermedades neoplásicas se presentan por la multiplicación descontrolada de células anormales (aquellas con mutaciones, de funcionamiento atípico) que se diseminan por el organismo. Las mutaciones oncogénicas se producen por errores en el código genético, pudiendo ser espontáneas, hereditarias o reactivas. Estas últimas surgen por daños a la estructura del ADN causados por agentes exógenos, como los contaminantes carcinógenos en el aire ([U.S.] NCI, 2021). Pese a que no todos los contaminantes son o contienen elementos carcinógenos, contribuyen al desarrollo de neoplasias a través de la inflamación crónica de tejidos del cuerpo. Sucede que las células portadoras de mutaciones se acumulan a lo largo de la vida, mas los cambios en los genes no suelen estar activados; la inflamación los activa (Swanton, 2022 como se citó en Smith, 2022). Aquello se desprende del estudio de Hill et al. (2023) que investigó el mecanismo a través de la incidencia de adenocarcinoma pulmonar, derivado de mutaciones en el gen EGFR (receptor del factor de crecimiento epidérmico, en inglés). Es un cáncer de pulmón común entre no fumadores y fumadores esporádicos. Con datos de más de 400 000 personas, el trabajo encuentra una asociación entre aumentos en los niveles de PM_{2.5} e incrementos del riesgo de dicho carcinoma. Después, sirviéndose de modelos animales funcionales –experimentos con ratones genéticamente modificados–, constatan que ante la exposición a la polución del aire el organismo envía macrófagos (un tipo de glóbulos blancos) a los pulmones, glóbulos que liberan interleucina-1β (una molécula proinflamatoria). El proceso indujo un estado celular alterado en los neumocitos tipo 2 que portaban la mutación, propiciando la formación de tumores en tejido aparentemente sano. A pesar de las limitaciones de los modelos animales, se infiere que la inflamación causada por la mala calidad del aire estimularía a las células con mutaciones oncogénicas preexistentes, facilitando el desarrollo de cáncer.

⁵⁶ Se agradece la facilitación de la referencia a Xavier Querol, líder del grupo de Geoquímica Ambiental e Investigación Atmosférica (EGAR) del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IDAEA-CSIC).

⁵⁷ El trabajo se realizó entre febrero del 2017 y junio del 2018. Combinó enfoques epidemiológicos, de análisis espacial y basados en necropsias (N = 413). La información referida a datos sociodemográficos, historial de salud, de residencia, ocupacionales, hábitos relativos al consumo o exposición al tabaco y características de movilidad se recopiló mediante cuestionarios a los familiares más cercanos.

⁵⁸ Forma leve de la neumoconiosis de los trabajadores del carbón, enfermedad laboral devenida por las reacciones de los pulmones ante la continua inhalación de polvo de carbón, que al almacenarse en los tejidos genera inflamación celular conducente a deterioros funcionales que pueden terminar en muerte prematura ([U.S.] National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2023). En el caso de la antracosis la reacción es motivada por la penetración de partículas de contaminantes aéreos simples o compuestos (BC, PM_x, NO_x, etc.) provenientes del entorno urbano (transporte viario, industria, etc.) en el árbol respiratorio. Se detecta por la presencia de manchas negras en los pulmones, además de ir acompañada de antracosis pleural. La acumulación de carbono es más duradera en la

rastros de carbono en la región pleural⁵⁹. No solo concluyó que la proporción de antracosis en los tejidos pleurales estaba positivamente asociada a la exposición a la TRAP y con la edad (señal de un patrón dependiente del tiempo), sino que además brindó una llamativa equivalencia. Tratándose de una megaurbe con una concentración media anual de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5, la comparación entre la contribución relativa al grado de antracosis pulmonar que hace el tabaco y la hecha por la polución del aire sugiere que las exposiciones por desplazamientos diarios de 1 hora equivaldrían a fumar 5 cigarrillos al día. Puesto de otro modo, en cuanto a su potencial antracosisgénico, respirar aire con 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 sería similar a fumar 1 cigarrillo diario. Quienes pasaron más tiempo en el tráfico tuvieron un mayor nivel de carbono depositado en los pulmones que el registrado por tabaquismo pasivo, algunos incluso se aproximaban a los del tabaquismo activo. La implicancia para las políticas de salud pública es que la reducción de la carga de enfermedad por contaminación aérea no depende solo de disminuir emisiones, sino también de la fluidez del tráfico; por lo tanto, las estrategias deberían incluir medidas para aliviar la congestión.

La equivalencia para la antracosis pulmonar, específica para la muestra analizada, se suma a otras existentes. Van der Zee et al. (2016) desarrollaron un método que expresa los riesgos para cuatro resultados de salud en términos de cigarrillos fumados pasivamente (CFP) por día⁶⁰. A diferencia de lo aportado por Takano et al. (2019), estas fueron elaboradas únicamente a partir de la evidencia epidemiológica disponible⁶¹, por eso tienen un carácter general susceptible de servir como referencia para distintos contextos. Las equivalencias se basan en estimaciones del tamaño del efecto sobre los cuatro resultados de salud incluidos por exposición al humo de tabaco ambiental (HTA)⁶² y por exposición a la concentración de NO₂, PM2.5, y BC. Una forma de entender los riesgos de salud asociados es comparar las cifras de la Tabla 6 con un escenario contrafáctico con aire puro. Los números corresponden a cada variación (Δ , delta) en la concentración media del contaminante en el aire, siendo $\Delta \text{ NO}_2 = +10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\Delta \text{ PM}_{2.5} = +10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $\Delta \text{ BC} = +1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por ejemplo, el riesgo de salud de cáncer de pulmón por la exposición a una concentración media anual de NO₂ igual a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivaldría a fumar pasivamente 6.8 cigarrillos diarios ($R \times \Delta: 1.7 \times 4$). El ejercicio puede repetirse para distintos niveles de inmisiones, no necesariamente uno de 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Como indican en el estudio, el método es una herramienta comunicativa para poner en perspectiva los riesgos de salud asociados a la exposición a un aire

pleura y en los ganglios linfáticos, por lo que pueden indicar el nivel de exposición a la polución del aire a lo largo del tiempo (Takano et al., 2019).

⁵⁹ La pleura es la membrana menuda que reviste el exterior de los pulmones y el interior de la cavidad torácica ([U.S.] National Library of Medicine [NLM], 2021).

⁶⁰ Los autores señalan que los efectos de salud de la polución aérea son más comparables con los del tabaquismo indirecto (involuntario o pasivo) que con los del directo (voluntario o activo) por las similitudes en las características de la relación exposición-respuesta.

⁶¹ Usó cifras de riesgo relativo (RR) procedentes de revisiones sistemáticas de la literatura y de metaanálisis propios a partir de los reportes publicados cuando los estimados no estaban disponibles.

⁶² Para las comparaciones entre riesgos de salud se convirtieron los efectos estimados de la exposición al HTA a CFP. Esto se hizo recurriendo a estimaciones de tabaquismo en interiores de vivienda a partir de supuestos informados por trabajos referidos a Europa Noroccidental y a EE.UU. sobre los hábitos de consumo de tabaco y el tiempo de permanencia en el hogar. Las equivalencias finales en términos de CFP al día dependen mucho de la cantidad asumida de CFP en interiores domésticos.

contaminado y los beneficios esperados u observados de acciones dirigidas a mejorar la calidad del aire. No pretende cuantificar la carga total de enfermedad por la polución aérea. Por eso, y por cuestiones internas a la construcción del método, la exactitud de las equivalencias estimadas diferirá según las características del área a la que se apliquen⁶³.

Tabla 6. Riesgos de salud del incremento en la concentración de contaminantes en el aire respirado expresados en el equivalente a cigarrillos diarios consumidos de manera indirecta (tabaquismo pasivo)

	Δ Concentración		
	NO ₂ 10 µg/m ³	BC 10 µg/m ³	PM _{2.5} 1 µg/m ³
Resultados de salud	Bajo peso al nacer ^a	1.3 (0.7) ^d	3.2 (2.7)
	Porcentaje de disminución de la función pulmonar (VEF ₁) ^b en niños en edad escolar	3.7 (2.0)	8.4 (3.3)
	Mortalidad cardiovascular	3.6 (0.8)	3.1 (1.1)
	Cáncer de pulmón	1.7 (0.6)	1.4 (1.4)
	Promedio aritmético de los cuatro resultados	2.5 (0.6)	4.0 (1.2)
	Promedio ponderado^c de los cuatro resultados	2.0 (0.4)	2.8 (0.8)

Notas: ^a Menor a 2500 g tras 37 semanas de gestación. ^b Volumen espiratorio forzado en 1 segundo. Cantidad (L) de aire exhalado durante el primer segundo de la acción después de una inhalación máxima. ^c Promedio calculado con la inversa de la varianza como ponderación de los cuatro efectos estimados. ^d Los paréntesis contienen el error estándar. Fuente: Van der Zee et al. (2016, p. 478).

Respecto a la salud mental, la exposición a corto plazo a la polución aérea (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, O₃ y CO) se relaciona con un incremento de riesgo de depresión (Borroni et al., 2022). Serían más susceptibles los jóvenes, las personas con menores ingresos y quienes trabajan al aire libre (Zhang et al., 2017). La exposición a largo plazo a la TRAP (PM_{2.5} y NO_x) está asociada a un mayor riesgo de sufrir trastornos mentales comunes, síntomas físicos indicativos de angustia mental y experiencias psicóticas (solo PM₁₀) (Bakolis et al., 2020). Adolescentes de 12 años expuestos a niveles más altos de TRAP durante la infancia han reportado mayores síntomas depresivos y de ansiedad (Yolton et al., 2019). Dada la compleja etiología de la depresión (van den Bosch y Meyer-Lindenberg, 2019), se apunta a reducir el efecto de un factor como parte de esfuerzos para aliviar y disminuir la incidencia, pero definitivamente no es el único ni el más importante elemento.

Pese a que la discusión sobre la contaminación atmosférica y el cambio climático se enmarcan en un ámbito global, no hay que obviar el calentamiento local. El efecto isla de calor urbana (ICU) es un fenómeno consistente en mayores temperaturas en las ciudades que en las zonas suburbanas o rurales más próximas (UN Environment Programme [UNEP], 2021). Participan en su ocurrencia el calor antropogénico, las condiciones meteorológicas y accidentes geográficos, las propiedades de los materiales de las superficies, la geometría de la infraestructura urbana y la falta de vegetación y masas de agua (EPA, 2022b). La ICU está ligada a la

⁶³ La reconstrucción ad hoc de la herramienta para actualizar los insumos usados en su desarrollo sería una labor bastante positiva con miras a aportarle mayor precisión a las estimaciones de equivalencias.

isla de polución urbana (IPU), fenómeno referido a mayores concentraciones de contaminantes en el aire de las ciudades que en el de zonas circundantes por las emisiones surgidas de actividades humanas (transporte, vivienda, industria, etc.) (Crutzen, 2004; Li et al., 2018). Ambos efectos se retroalimentan mediante el calor emanado de procesos de combustión, esos que producen EE. Junto con otras variables (la radiación solar, la velocidad y dirección del viento), entornos así multiplican las reacciones fotoquímicas e intensifican los perfiles térmicos locales. Modifican la estructura de la capa límite atmosférica y la altura de mezcla en las regiones metropolitanas. Bajo condiciones de viento desfavorables se propicia la formación de una boina de smog (Swamy et al., 2017). Es así como la ICU y la IPU entran en un círculo vicioso, pues los contaminantes se acumulan en vez de dispersarse, deteriorando aún más la calidad del aire. Y el O₃ generado contribuye a retener el calor. No haría falta decir que es peor durante episodios de alta contaminación (Ulpiani, 2021).

¿Cómo incide la ICU en la salud? Básicamente a través de las distintas formas de hipertermia. En el caso del estrés térmico por calor, entre otras reacciones, el cuerpo humano incrementa el flujo sanguíneo hacia la piel y secreta sudor, así disipa el excesivo calor corporal y refresca la piel. Mas el esfuerzo de bombear más sangre da cabida a problemas cardiovasculares potencialmente fatales. Igualmente, la hiperventilación inducida por el calor puede desencadenar estrés pulmonar, ocasionando lesiones o incluso insuficiencia respiratoria seguida de muerte (Piracha y Chaudhary, 2022). Iugman et al. (2023) investigaron el impacto de la ICU sobre la mortalidad entre personas de 20 años a más en 93 ciudades europeas durante el verano del 2015 (1 de junio al 31 de agosto). Barcelona habría tenido el porcentaje más alto de decesos anuales atribuibles a la ICU estival, 14.82 %. La temperatura media en el periodo fue de 25.82 °C; la del efecto ICU, 1.09 °C, pero alcanzando un máximo⁶⁴ de 2.26 °C. El 76.7 % de la población habría tenido exposición a un efecto ICU por encima de 1 °C. Se estimó que hubo aprox. 363 (312.73-425.94) muertes vinculadas a la ICU⁶⁵. Eso con temperaturas veraniegas moderadamente altas, durante olas de calor las cifras crecerían.

La contaminación acústica generada por el transporte rodado es otro problema a tratar. La AEMA (2020) estimó que en Europa el transporte rodado es responsable del 75 % de la carga de enfermedad⁶⁶ del ruido ambiental, muy por encima del ruido ferroviario (20 %), aéreo (4 %) o industrial (0.5 %). De acuerdo con las guías de ruido ambiental para Europa de la OMS (2018), los niveles de ruido vial deberían mantenerse por debajo de 53 decibeles (dB) Lden⁶⁷ y 45 dB Lnigh, ya que la evidencia existente

⁶⁴ Tabla general disponible en <<https://infogram.com/urban-heat-island-effect-in-europe-1hmr6g7rrvreoón>>.

⁶⁵ Como parte del análisis se calculó que si el 30 % de la superficie hubiese correspondido a cubierta arbórea podría haberse reducido la temperatura en 0.70 °C en promedio (0.89 °C a máximo), evitando cerca de 215 (205.60-220.98) fallecimientos, el 1.96 % de las defunciones anuales. La superficie arbolada en Barcelona en el 2015 llegaba apenas al 8.41 % del total (Iugman et al., 2023). Ciertamente, las respuestas incluyen aumentar la vegetación (parques, jardines verticales, techos verdes y sembrar árboles para dar sombra a superficies de asfalto y concreto), incrementar el albedo y la permeabilidad de las superficies e instaurar restricciones al tráfico viario como parte de estrategias de reducción de NO_x (Ulpiani, 2021).

⁶⁶ Comprende el impacto de la molestia intensa por ruido, trastorno grave del sueño, dificultades cognitivas en niños (problemas al leer) y enfermedad coronaria (incluyendo muerte prematura).

⁶⁷ Indicador que pondera el nivel promedio de presión sonora de todos los días (days), tardes

muestra una asociación entre niveles superiores y efectos adversos para la salud. Problemas como pérdidas en la capacidad auditiva y el acúfeno (tinnitus) podrían presentarse a raíz de exposiciones constantes, prolongadas y muy elevadas (> 70 dB Lden) (Wang et al., 2021), las cuales afectarían sobre todo a policías de tránsito (Tandel y Macwan, 2017) y conductores de camiones o buses (Pourabdian et al., 2019). También hay problemas no auditivos como los cardiovasculares, fisiológicos y psicológicos (Münzel et al., 2021). La exposición a largo plazo al ruido viario por encima de ciertos niveles puede resultar en enfermedades cardiovasculares y metabólicas⁶⁸, molestia por ruido y trastorno del sueño (OMS, 2018). Un estudio aporta más evidencia en ese sentido tras hallar que la exposición a largo plazo estaba asociada a un mayor riesgo de hipertensión arterial primaria incidente, el que aumentaría cuando coincide con altos niveles de polución aérea (PM2.5 y NO2) (Huang et al., 2023). Sépase que, a su vez, la hipertensión incrementa el riesgo de cardiopatía, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular ([U.S.] Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2021).

No menos importante es que movilizarse puede resultar estresante directa e indirectamente. Primero, por la incomodidad (ruido, emisiones, apiñamiento y personas agresivas) y frustración (por la imprevisibilidad y la falta de control). Segundo, porque consume tiempo que se dedicaría a otras tareas o al descanso y ocio (Rüger et al., 2017). Conducir por vías congestionadas se ha asociado a una mayor presión arterial diastólica y sistólica, la cual aumentaba conforme el viaje se prolongaba. De repetirse con frecuencia, podría devenir en hipertensión (Bou Samra et al., 2017). No sorprende que la movilidad pasiva (conducir o usar transporte público) esté más relacionada con el estrés percibido que las activas (caminar o usar bicicleta) (Sattler et al., 2020).

La contaminación aérea reduce la productividad laboral. Ocurre en puestos que requieren esfuerzo físico (p. ej., agricultura) y en los que recaen en habilidades cognitivas (sector servicios) (Persico, 2021). Síntomas como fatiga, impaciencia, irritabilidad, problemas de memoria y concentración pueden generarse incluso ante exposiciones a niveles bajos de polución (Aguilar-Gómez et al., 2022). Si la contaminación afecta la productividad de los operadores de call centers (una ocupación semicualificada) al disminuir la función cognitiva, el perjuicio podría ser mayor en las ocupaciones altamente calificadas (Chang et al., 2019). De hecho, la exposición transitoria a mayores niveles de inmisiones también se relaciona negativamente con el desempeño en actividades

(evenings) y noches (nights) en un año. Debido a la mayor sensibilidad al ruido durante la tarde (19:00-23:00) y la noche (23:00-07:00), a sus niveles medios se les añaden 5 y 10 dB, respectivamente.

⁶⁸ La relación entre la exposición al ruido y resultados de salud adversos puede verse esotérica. El investigador Julio Díaz provee una explicación accesible. A través del sistema nervioso, el organismo experimenta el ruido como una situación de peligro. Frente a una potencial amenaza, el sistema nervioso central acelera la frecuencia cardíaca (latidos por minuto), eleva la presión arterial y vierte cortisol (la hormona del estrés) y otras sustancias en el torrente sanguíneo como preparación para repeler una agresión. Díaz menciona que análisis de muestras de sangre tomadas a personas antes y después de ser expuestas a ruido como parte de estudios han arrojado niveles posexposición más altos de cortisol, colesterol y glucosa. No es un escenario donde haya un riesgo existencial, pero es la reacción del cuerpo. Así, la duración y repetición de la exposición son problemáticas, pues niveles altos de cortisol debilitan al sistema inmune, facilitando infecciones (p. ej., respiratorias) y una inflamación celular crónica (que conduce a otras patologías) (Díaz, 2023, como se citó en Mediavilla, 2023).

cognitivamente más demandantes, como al propiciar más errores; ocurriría en árbitros de béisbol profesional (Archsmith et al., 2018), jugadores de ajedrez (Künn et al., 2023), inversores bursátiles (Heyes et al., 2016; Huang et al., 2020; Kiihamäki et al., 2021; Ming Lee et al., 2022) y trabajadores de oficina (Cedeño Laurent et al., 2021). Valiéndose de un diseño experimental, una investigación corroboró que la exposición a niveles de polución (PM2.5) más altos en interiores y en exteriores (al desplazarse en auto) disminuía las capacidades cognitivas de los participantes comparado con su desempeño anterior en pruebas que dieron tras ser expuestos a concentraciones más bajas en interiores (Shehab y Pope, 2019). Así, ya que el rendimiento cognitivo está asociado con los resultados en el mercado laboral, como la productividad y los salarios (Lin et al., 2018; Persico, 2021), los efectos acumulativos de la exposición continua a contaminantes aéreos son un potencial detrimento para el futuro económico de las personas –de ahí el énfasis en disminuir las inmisiones en entornos educativos–.

En algunos casos, la contaminación también reduciría la oferta de trabajo, como por bajas laborales. La conjunción del efecto en la productividad y en la oferta de trabajo impactaría negativamente en las economías, tanto nacionales como regionales (Aguilar-Gómez et al., 2022). Precisamente, Dechezleprêtre et al. (2020) estudiaron el impacto de la polución aérea en la actividad económica agregada de las provincias (unidades territoriales NUTS 3) de los países de la UE en el período 2000-2015. Estiman que cada 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (~10 %) adicional en la concentración anual de PM2.5 causaba que el PIB real (precios constantes) de la unidad subnacional promedio se contrajese un 1.1 %. Además, el 95.6 % del efecto se debería a pérdidas de productividad laboral individuales y el 4.4 % restante a reducciones en la población. Y es que las consecuencias de la mala calidad no se limitan a la mortalidad⁶⁹. De acuerdo con Holub et al. (2020), la exposición a niveles más altos de PM10 entre trabajadores en España durante el período 2005-2014 condujo a una mayor incidencia de bajas laborales por enfermedad⁷⁰. Para tener una idea, la reducción en las concentraciones de PM10 entre esos años evitó más de 5.55 millones de días de ausencia por incapacidad temporal, lo cual habría costado 503 M€ por pérdidas de productividad, como mínimo. No obstante, si el nivel hubiese permanecido por debajo de 37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los beneficios acumulados habrían alcanzado los 613.2 M€.

Tampoco hay que olvidar que, según su gravedad, los resultados de salud acarrearán costes sanitarios. Ruiz-Páez et al. (2023)⁷¹ investigaron el efecto a corto plazo de la polución aérea y acústica sobre los ingresos hospitalarios no programados en la Comunidad

⁶⁹ Si a lo largo de la UE las concentraciones se redujesen un 10 %, el PIB real comunitario podría ascender en 150 000 M€, beneficios que sobrepasarían ampliamente al coste anual de reducir en un 25 % el nivel de PM_{2.5} en la Unión que había calculado la Comisión Europea (1200 M€) (Dechezleprêtre et al., 2020).

⁷⁰ Información de trabajadores afiliados a la Seguridad Social en 99 ciudades. Se usó la variación semanal del nivel de inmisiones en el municipio de residencia, tomando como episodios de alta contaminación a aquellos días que superasen el valor medio diario límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ definido por la normativa europea. Tales episodios sucedieron en el 7.4 % de los días comprendidos, pasando del 18.8 % en el 2005 a poco menos del 2 % en el 2014. La tasa de ausentismo laboral semanal promedio fue de 2.79 % (Holub et al., 2020).

⁷¹ Se agradece la facilitación del documento a Julio Díaz, coautor del estudio y codirector de la Unidad de Referencia en Cambio Climático, Salud y Medio Ambiente Urbano de la Escuela Nacional de Sanidad en el Instituto de Salud Carlos III (ENS-ISCIII).

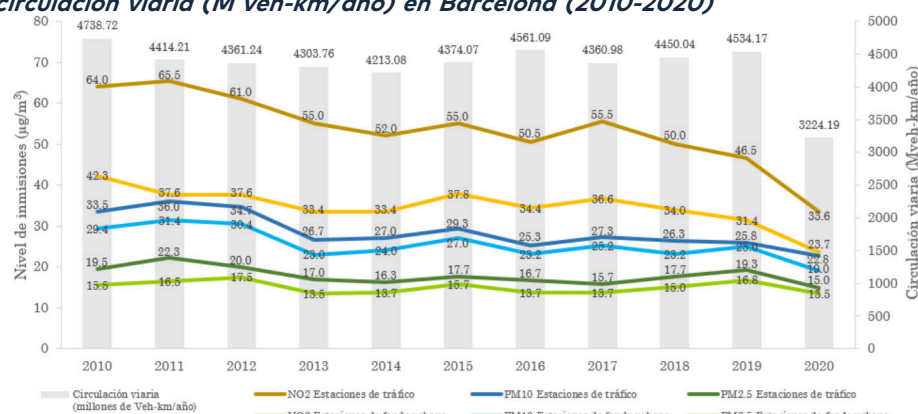
de Madrid (2013-2018). Cada año 8246 ingresos por causas naturales (no accidentes) eran atribuibles a la exposición general al NO₂ (2.37 % del total), con un coste hospitalario⁷² de 119 M€ aprox.; considerando solo causas respiratorias, 2728 (4.02 %), con costes en torno a los 39 M€. El sobrepaso del actual valor límite diario de la OMS implicó 2728 y 862 casos extra, respectivamente. Además, al ruido diurno-vespertino (dB(A) L7-23 h) se le adjudicaron 5685 admisiones anuales por causas naturales (1.6 %), por un valor cercano a los 82 M€; entre los ingresos por causas cardiovasculares serían 2432 casos (4.47 %), con un coste de alrededor de 35 M€. ¿Y se pretende conformarse con el mero cumplimiento de límites legales desfasados en lugar de tener la determinación de ir más allá?

2.2 Antecedentes

2.2.1 La calidad del aire y la contaminación acústica en Barcelona

Debido al incumplimiento de la normativa comunitaria de calidad del aire ambiente (Directiva 2008/50/CE) en las zonas urbanas de Madrid, Barcelona⁷³ y el Vallès-Baix Llobregat, la Comisión Europea denunció a España ante el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) en julio del 2019⁷⁴. La Comisaría de Medio Ambiente ya había advertido⁷⁵ sobre la necesidad de adoptar medidas para reducir las emisiones de NO₂, pero las administraciones correspondientes no lograron cumplir los objetivos. Vale indicar que los valores límite de NO₂ en el área metropolitana de Barcelona se infringieron desde que la Directiva entró en vigor el 2010 [Figura 17].

Figura 17. Evolución de la media anual de inmisiones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y de la circulación viaria (M veh-km/año) en Barcelona (2010-2020)



Fuente: Modificación del gráfico en Ajuntament de Barcelona (2022b, p. 45) para mostrar las concentraciones medias de NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} por tipo de estación, a partir de los datos en Contaminació Barcelona (2022).

⁷² Estimaciones a partir de los costes de los grupos relacionados por el diagnóstico (GRD), las hospitalizaciones entre la población económicamente activa (PEA) ocupada, el coste de la baja laboral por enfermedad (incapacidad temporal) y el coste del proceso hospitalario.

⁷³ El espacio corresponde a la zona de calidad del aire ES0901 Área de Barcelona, de 343.4 km² (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2022). Abarca a los municipios de Badalona, Barcelona, Castelldefels, Cerdanyola del Vallès, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Prat de Llobregat, Rubí, Sabadell, Sant Adrià del Besòs, Sant Boi de Llobregat, Sant Cugat del Vallès, Santa Coloma de Gramenet, Terrassa y Viladecans (Guerrero, 2022).

⁷⁴ Revisese: <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_19_4256>.

⁷⁵ Ver Síndic de Greuges de Catalunya (2019, pp. 9-11).

En su veredicto, la Sala Sexta del TJUE falló contra España porque «ha incumplido las obligaciones que le incumben [...] al no haber velado por que no se superase de forma sistemática y continuada [...] el valor límite anual fijado» en las tres zonas (STJUE de 22 de diciembre de 2022, C-125/20, apartado 190). La sentencia es solo declarativa ya que la Comisión no solicitó una multa. Cabe que el Ejecutivo de la Unión defina un plazo para adecuarse a lo estipulado. De reincidir se iniciaría un segundo recurso por doble falta, sujeto a una probable sanción económica con dos componentes⁷⁶: un monto por el periodo previo y otro por cada día persistente desde la segunda sentencia (Suanzes, 2022). Y pese a que la responsabilidad de pago recae sobre el Gobierno nacional, este puede trasladar la totalidad o una parte de la sanción a los autonómicos y municipales; en términos prácticos, a los contribuyentes de una de las dos administraciones subnacionales.

El informe de la Agència de Salut Pública de Barcelona [ASPB] (2020)⁷⁷ sobre la calidad del aire en el 2019 sirve como referencia para evaluar la contaminación en un contexto sin pandemia⁷⁸. Ese año, la media anual de inmisiones de NO₂ en las estaciones de vigilancia representativas del tráfico (47 µg/m³) superó el límite de la UE (40 µg/m³); en tanto que en las estaciones del fondo urbano sí se mantuvo por debajo (31 µg/m³). Ahora, pese a que la concentración media en la ciudad fue de 39 µg/m³, basta con que el valor límite se supere en una estación⁷⁹ para considerar que la normativa se ha transgredido⁸⁰. El 35 % de los habitantes estuvo expuesto a niveles de NO₂ por sobre el tope legal [Figura 18]. Por otro lado, los valores medios anuales de PM₁₀ (26 µg/m³) y PM_{2.5} (17 µg/m³) no excedieron los respectivos límites de 40 y 25 µg/m³ de la UE [Figura 19]. Mas debe saberse que la Comisión Europea (COM/2022/542 final) ha propuesto una revisión de la Directiva para establecer niveles límite menos laxos, los cuales se aplicarían desde el 2030⁸¹. Aspira a que las concentraciones medias anuales no excedan los 20 µg/m³ para NO₂ y PM₁₀, en tanto que el máximo para PM_{2.5} serían 10 µg/m³. Tales metas aún están lejos de cumplirse en Barcelona. Ni qué decir de los nuevos baremos de calidad del aire de la OMS para NO₂ (10 µg/m³), PM₁₀ (15 µg/m³) y PM_{2.5} (5 µg/m³). De hecho, casi el 100 % de la población habría

⁷⁶ España ya afronta una sanción de esta índole, la mayor de su historia, por el deficiente tratamiento de aguas residuales urbanas en nueve localidades (Planelles y de Miguel, 2020).

⁷⁷ Para facilitar la lectura se cita y referencia al autor corporativo, pero los autores personales del trabajo son Marc Rico, Laia Font, Jaume Arimon, Marc Marí, Anna Gómez y Elisenda Realp.

⁷⁸ Al cierre de esta edición, el informe sobre el 2022 todavía no estaba disponible.

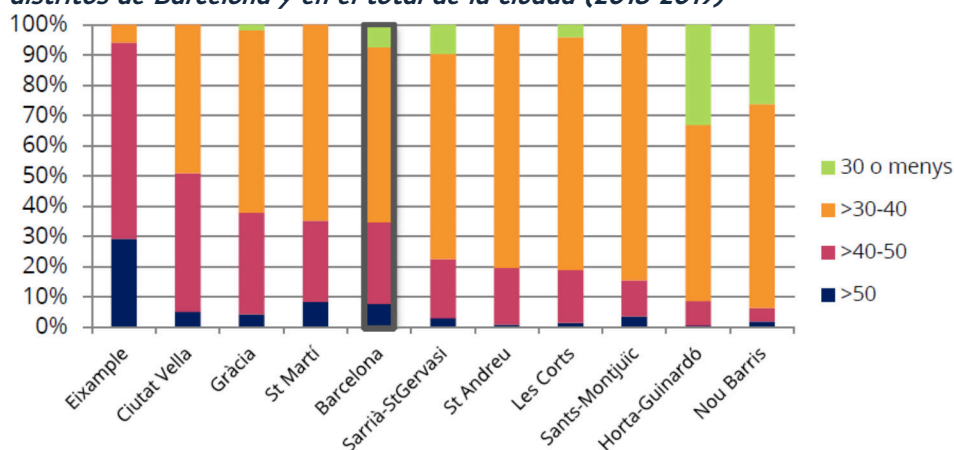
⁷⁹ Barcelona tiene 12 estaciones como parte de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA), una red cogestionada por el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat y la ASPB que mide el nivel de inmisiones de los principales contaminantes. Específicamente, la concentración de gases (NO_x, O₃, SO₂, CO), partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), metales (As, Cd, Ni y Pb) y orgánicos (HAP y COV). Se ubican en lugares representativos de las distintas vías de la trama urbana. Hay tres tipos de estaciones: de fondo urbano (Poblenou, parc de la Ciutadella, IES Verdaguer, Sants, Zona Universitària, Palau Reial y parc de la Vall d'Hebron), de fondo suburbano (IES Goya) y de tráfico (L'Eixample, Gràcia-Sant Gervasi, plaça de la Universitat y Meridiana). La última estación añadida fue la de la avenida Meridiana, en el 2020 (ASPB, 2017; Ajuntament de Barcelona, s.f.-a, 2020b; Generalitat de Catalunya, 2023b).

⁸⁰ Tampoco se respetaron los valores máximos horarios de la UE sobre NO₂ y PM₁₀, ni el valor máximo diario de PM_{2.5}. Con relación a los niveles de la OMS, hubo estaciones de vigilancia en las que también se excedió el límite de ozono, benceno y benzo(a)pireno.

⁸¹ La modificación también contempla reforzar el derecho al aire limpio y, con relación a ello, mejorar el acceso a la justicia. En su versión actual la normativa comunitaria no da cabida al reconocimiento de daños y perjuicios ante la polución aérea. Con los cambios propuestos las sanciones serían más efectivas y se ampararía el derecho de las personas a ser indemnizadas por afecciones de salud causadas por una mala calidad del aire. Ver: <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_22_6278>.

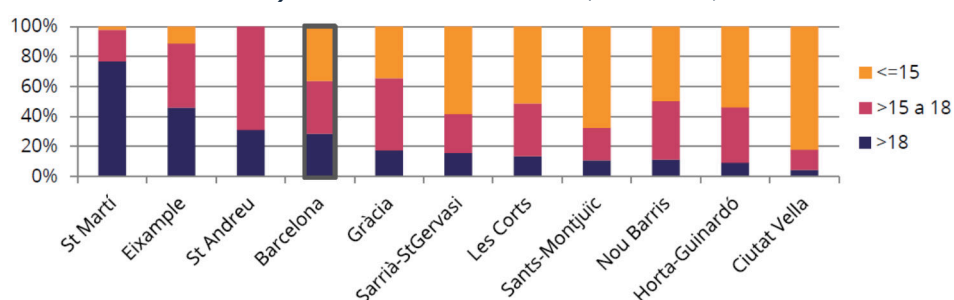
estado expuesta a niveles de NO₂ y PM_{2.5} mayores a los valores guía de la OMS.

Figura 18. Población expuesta a diferentes rangos de NO₂ (µg/m³) en los distritos de Barcelona y en el total de la ciudad (2018-2019)



Fuente: ASPB (2020, p. 31).

Figura 19. Población expuesta a diferentes rangos de PM_{2.5} (µg/m³) en los distritos de Barcelona y en el total de la ciudad (2018-2019)



Fuente: ASPB (2020, p. 31).

Los niveles de inmisiones son más altos en las estaciones de tráfico que en las del fondo urbano y la diferencia también es más pronunciada en los valores de NO₂ (48 %) que en los de PM₁₀ (12 %) o PM_{2.5} (16 %). Adicionalmente, el perfil semanal de inmisiones evidencia una mayor reducción en los niveles medios de NO₂ (18-22 %) que en los de PM₁₀ (10-13 %) y PM_{2.5} (6-7 %) durante los fines de semana. En la misma línea, el perfil diario indica que los picos de contaminación se alcanzan en las horas de mayor congestión, sobre todo en los niveles de NO₂, ya que en los de PM hay menor variabilidad (ASPB, 2020).

La polución del aire también afecta a las escuelas. Durante el 2018 y 2019, los 348 centros educativos de P3 a 6.o de primaria, con aproximadamente 122 500 menores, estuvieron expuestos a una media de 37 µg/m³ de NO₂. El 26 % (92) de esas instituciones, con alrededor de 30 000 infantes, se ubicaba en calles donde el nivel medio excedía el límite legal (ASPB, 2020). Sobre el mismo punto, una colaboración entre el diario El País y la consultora Lobelia Earth estimó que el 63 % de los centros se hallaba en calles cuya media horaria anual de NO₂ superaba el límite de la UE⁸². A las 9

⁸² Las cifras difieren con las de la ASPB (2020) por cuestiones metodológicas. La ASPB

am, hora de entrada más común, solo el entorno de 18 de 607 instituciones tenía niveles menores a 40 µg/m³. Ninguna guardería ni escuela primaria estaría expuesta a niveles aceptables según los nuevos estándares de la OMS (Grasso et al., 2022). Es positivo que, ante la presión de las familias, el Ajuntament haya emprendiendo el proyecto Protegim les escoles⁸³ para revertir el problema.

El exceso de inmisiones impacta en la morbilidad y mortalidad [Tablas 7 y 8]. Dados los niveles en el 2018-2019, la superación de medias anuales de 20 µg/m³ de NO₂ y 10 µg/m³ de PM_{2.5} habría ocasionado el 33 % (525) de los nuevos casos de asma infantil, el 11 % (110) de los nuevos casos de cáncer de pulmón y el 7 % (1000) de las muertes naturales (ASPB, 2020)⁸⁴. El ISGlobal (2023) presenta un ranking de mortalidad asociada a la polución aérea actualizando estimaciones a los valores de las directrices de la OMS (2021). De 858 ciudades europeas, el AMB⁸⁵ es 6.ª por la carga de mortalidad del NO₂ y 157.ª por la del PM_{2.5}. Podrían prevenirse 1554 muertes por efectos de NO₂ (base anual: 38.9 µg/m³) y 2215 por los de PM_{2.5} (16.8 µg/m³). El sector transporte (terrestre) contribuiría al 47.95 % de la mortalidad asociada al NO₂ y al 12.97 % de la de PM_{2.5}; el primero y el tercero en importancia, respectivamente.

Tabla 7. Incidencia de asma infantil, cáncer de pulmón y muertes naturales atribuibles a 1 µg/m³ de inmisiones de NO₂ y de PM_{2.5}

		Asma infantil	Cáncer de pulmón	Mortalidad natural
1 µg/m ³	NO ₂	Fracción atribuible	3%	0.4%
			(CI95%: 1-4.8%)	(CI95%: 0.1-0.8%)
		N.º casos anuales	45	4
	PM _{2.5}		(CI95%: 15-75)	(CI95%: 1-8)
		Fracción atribuible	1.2%	0.9%
			(CI95%: 0.5-1.7%)	(CI95%: 0.4-1.3%)
		N.º casos anuales	20	8
			(CI95%: 10-25)	(CI95%: 4-13)
				(IC95%: 60-120)

Fuente: Elaboración propia a partir de ASPB (2020).

extrapola valores registrados en las distintas estaciones de vigilancia a otros puntos de la ciudad con características equivalentes. En cambio, Lobelia empleó un modelo de dispersión atmosférica avalado por el Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos que incluye variables referidas al tráfico en autopistas y calles, la densidad poblacional y la meteorología. Menos relevante es que los datos de NO₂ usados por la consultora corresponden al 2018.

⁸³ Un aspecto a corregir entre los elementos del programa es la rigidez del sistema de multas por exceso de velocidad que se apoya en los radares instalados a inmediaciones de las escuelas. Sería preferible que las velocidades máximas estén adecuadas por días y horarios, sin que ello signifique flexibilizaciones excesivas e inseguras. Por ejemplo, no es muy comprensible que el límite sea el mismo un lunes a las 9 am y un jueves a las 11 pm. Puede dar la impresión de que la definición se guía por un criterio recaudatorio, pese a que no sea necesariamente el caso. Ver: <https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20230119/8688687/nuevos-radares-barcelona-funcionamiento-localizacion-multa.html>.

⁸⁴ Desde la ASPB se tomaron como referencia estos valores por haber sido recomendados por la OMS en un proyecto del 2013 (caso del NO₂) y en los niveles guía del 2005 (caso del

⁸⁵ Incluye a los municipios de Badalona, Barcelona, Castelldefels, Cerdanyola del Vallés, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Prat de Llobregat, Rubí, Sabadell, Sant Adrià de Besòs, Sant Boi de Llobregat, San Cugat del Vallés, Santa Coloma de Gramenet, Terrassa y Viladecans.

Tabla 8. Incidencia de asma infantil, cáncer de pulmón y muertes naturales atribuibles al exceso de contaminación del aire en Barcelona (2018-2019)

		Asma infantil^d	Cáncer de pulmón^e	Mortalidad natural^f
^aNO₂	Fracción atribuible	21% (CI95%: 9-27%)	7% (CI95%: 2-14%)	4% (IC95%: 2-5%)
	N.º casos anuales	325 (CI95%: 150-425)	70 (CI95%: 20-130)	600 (IC95%: 300-800)
^bPM_{2.5}	Fracción atribuible	19% (CI95%: 7-29%)	6% (CI95%: 3-9%)	4% (IC95%: 3-5%)
	N.º casos anuales	290 (CI95%: 100-450)	60 (CI95%: 30-90)	600 (IC95%: 400-800)
Total^c (Efecto conjunto)	Fracción atribuible	33% (CI95%: 13-48%)	11% (CI95%: 4-19%)	7% (IC95%: 4-9%)
	N.º casos anuales	525 (CI95%: 200-750)	110 (CI95%: 40-180)	1000 (IC95%: 600-1400)

Notas: ^a Emplea un límite de 20 µg/m³. ^b Emplea un límite de 10 µg/m³. ^c Considera un solapamiento de 30 % en los efectos de NO₂ y PM_{2.5}, aplicando la resta al impacto del NO₂. ^d Estimaciones de casos redondeadas a unidades de 25. ^e Estimaciones de casos redondeadas a la decena. ^f Estimaciones de muertes redondeadas a la centena. ^g Repárese en que los niveles límite considerados son iguales a los de la propuesta de revisión de la Comisión Europea (COM/2022/542 final). Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas correspondientes en ASPB (2020).

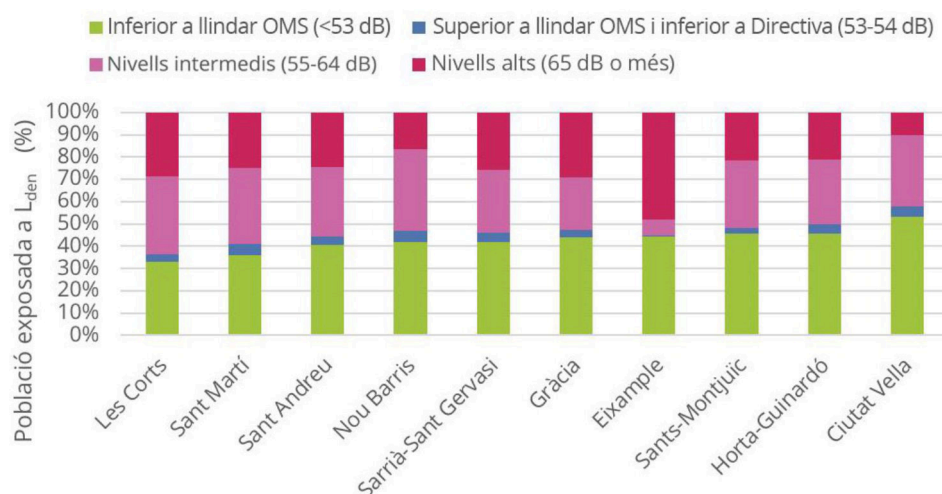
Lamentablemente, aquella no es la única contaminación generada. Como observa la ASPB (2022)⁸⁶, el último mapa estratégico de ruido en la ciudad –referido al 2017– señala al transporte rodado como el principal emisor de contaminación sonora. Tomando el indicador Lden, el 57 % de la población estaría expuesta a niveles considerados perjudiciales para la salud por las directrices sobre el ruido ambiental de la OMS; es más, el 27 % lo estaría a niveles altos (≥ 65 dB) [Figura 20]. Respecto a la normativa europea (Directiva 2002/49/CE), sería el 54 %. La superación del umbral de 53 dB Lden de la OMS implica que en torno al 16 % de los adultos en Barcelona padecerían una molestia intensa⁸⁷ atribuible al ruido del tráfico viario⁸⁸ (217 200 casos). El mismo exceso ocasionaría el 5 % (300 al año) de los nuevos casos de enfermedad coronaria y el 3 % (30 al año) de las muertes por dicha causa.

⁸⁶ Autores personales del informe: Laia Font, Anna Gómez, Laura Oliveras, Elisenda Realp y Carme Borell.

⁸⁷ La molestia por ruido (noise annoyance) es una respuesta múltiple de estrés al malestar, irritación, fastidio o angustia causados por uno o más sonidos cuya presencia perturba las actividades diarias. Puede constituir una afectación emocional, psicológica y social severa (ASPB, 2022).

⁸⁸ Pese a que el trastorno grave del sueño es otra consecuencia, el indicador usado para evaluar su impacto es el de L_{night}. Al tratarse de un horario sin congestión, las medidas para reducir el tráfico no serían las más adecuadas. En cambio, sí impactarán en lo que resume el L_{day} (07:00-19:00), según el cual el 50.55 % de la población estaría expuesta a niveles de ruido viario ≥ 55 dB(A) (Ajuntament Barcelona, s.f.-b).

Figura 20. Población expuesta a diferentes rangos de ruido vial (Lden) por distrito (2017)



Fuente: ASPB (2022, p. 19).

Tras conocer cómo la congestión y la contaminación vinculada al tráfico urbano afectarían la vida de las personas, se tendría una mejor idea de sus inmensos costes para la sociedad. Desde la consultora CE Delft (de Bruyn y de Vries, 2020) calcularon los costes sociales de salud⁸⁹ de la contaminación aérea⁹⁰ por NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} y O₃ en el 2018 para 432 ciudades europeas. Para Barcelona se arroja un coste total de 2020.4 M€ (el decimoséptimo más alto), 1256 € por habitante. Equivale al 3.9 % del PIB de la región metropolitana en el 2016. A nivel de las ciudades en general, cuando el número de vehículos por 1000 habitantes aumenta un 1 %, las concentraciones medias anuales de NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} se incrementan un 0.494 %, 0.49 % y 0.487 % en cada caso. Cuando el tiempo promedio de ir al trabajo se prolonga un 1 %, las concentraciones suben un 0.547 %, 0.29 % y 0.185 %, respectivamente. Y por cada 1 % más de traslados en auto, la media de inmisiones de NO₂ crece un 0.281 %.

El coste de la congestión para la ciudad de París en el 2013, después de sumar el impacto en los hogares y las emisiones extra de CO₂eq, fue de 8806.2 M€ (Cebr, 2014). ¿Cuál habría sido el coste para Barcelona en el 2019 si se considerasen también otros contaminantes (NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}) y los efectos en la salud más allá de los cardiorrespiratorios? Aunque difícil de estimar, no sería ingenuo creer que podría aproximarse a aquel de París. Lo que sí se sabe es que, de no tomar las medidas necesarias, el impacto económico (personal, empresarial, sanitario, laboral, energético y ambiental) se repetirá cada año. ¿Por qué tiene que soportar tal coste la población de Barcelona?

⁸⁹ Incluye 16 efectos en la salud atribuibles al NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}. En promedio, estiman que la mortalidad supone el 76.1 % del impacto de la polución aérea; la morbilidad y mortalidad infantil, el 23.9 % restante.

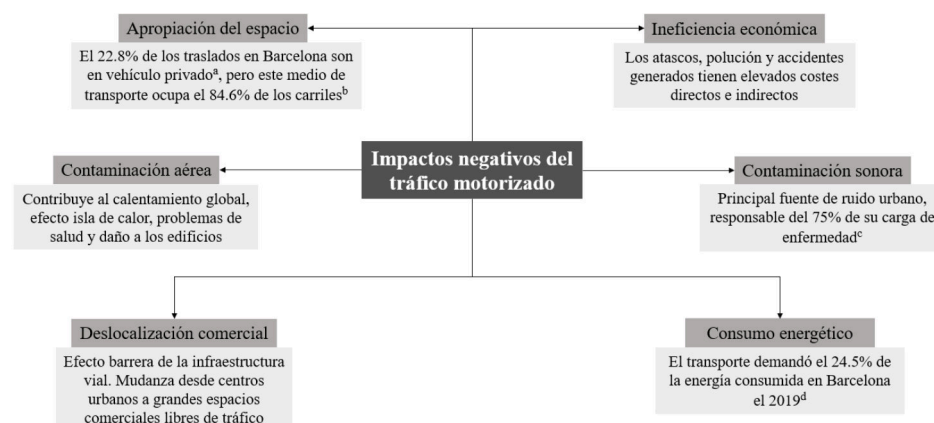
⁹⁰ El estudio usó datos sobre la calidad del aire. Ya que las especificaciones habrían exigido análisis más profundos, no se reparó en las cuotas de cada fuente contaminante (p. ej., no distingue al PM antropogénico del natural). De manera que el coste total es compartido por el transporte urbano y otros sectores. A pesar de ello, los impactos físicos vinculados a los niveles de concentración de contaminantes fueron monetizados en función de los costes de las externalidades de la movilidad y el transporte.

Tabla 9. Resumen de estimaciones del impacto del transporte rodado en Barcelona

Fuente	Año de referencia	Ámbito	Problema	Coste total (M€)	Coste individual	Horas perdidas
TomTom ^a	2016	Provincia	Congestión	175.5	351 €	119
RACC	2019	Corredores de acceso a la ciudad	Congestión	169	528 €	-
INRIX	2019	Área urbana ^b	Congestión	-	-	78
CE Delft ^c	2018	Ciudad	Polución aérea	2020.4	1256 €	-

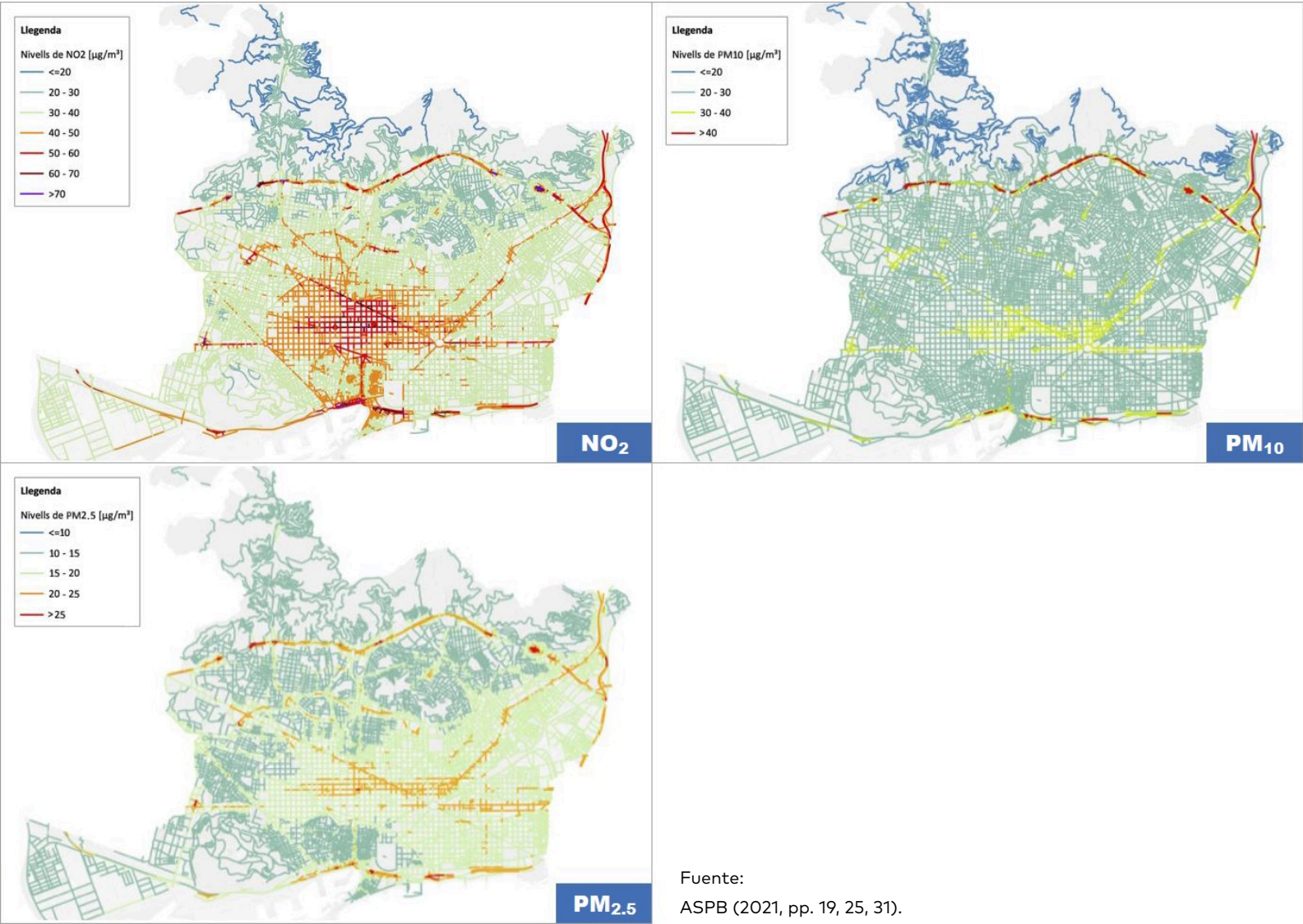
Notas: ^a Replicando el cálculo para el 2019 con datos de TomTom (2020) sobre horas perdidas (128 h), Idescat (2020c) sobre vehículos comerciales y el Ministerio de Trabajo y Economía Social [MITES] (s.f.) sobre el SMI por hora, se obtendría un coste total de 231.8 M€ y un coste individual de 480 €. ^b INRIX toma como área urbana a lo que Eurostat denomina Área funcional urbana (FUA, por sus siglas en inglés), una unidad espacial compuesta por la ciudad y por la zona de influencia en la movilidad al trabajo (commuting zone) (INRIX, 2012; Eurostat, 2017b, s.f.). ^c De Bruyn y de Vries (2020). Fuente: Elaboración propia a partir de TomTom (2017), RACC (2019a), INRIX (2020) y de Bruyn y de Vries (2020).

Figura 21. Impactos negativos del tráfico motorizado



Notas: ^a IERMB (2020a) a partir de la EMEF 2019, considerando desplazamientos internos y de conexión cuyo origen o destino es la ciudad, sin importar el lugar de residencia de quienes se movilizan. ^b Redacció 3/24 (2022) con datos del Ajuntament de Barcelona al 2021. ^c AEMA (2020) para áreas urbanas de Europa. ^d La Agència d'Energia de Barcelona (2021) da a entender que sería solo el transporte rodado. En Cataluña, el transporte de carretera usó el 33.49% de la energía consumida el 2019 (Institut Català d'Energia [ICAEN], 2021). Fuente: Modificación del diagrama en Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona (2015, p. 34) –a su vez, una edición del original en Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea [DG ENV Comisión Europea] (2004, p. 11)–.

Figura 22. Media anual de inmisiones de NO2, PM10 y PM2.5 (µg/m3) por tramos de calles en Barcelona (2019)



2.2.2 Medidas implementadas por el Ajuntament de Barcelona

El Ajuntament de Barcelona anunció en noviembre del 2016 un programa de 58 medidas contra la contaminación a ejecutarse entre el 2017 y el 2020. Era la respuesta al expediente abierto por la Comisión Europea contra España en julio del 2015 a razón de la superación de los límites de NO₂ en Madrid, Barcelona y el Vallès-Baix Llobregat. Entre las principales acciones: impulsar y mejorar el transporte público, promover el uso de la bicicleta (Bicing, carril bici, etc.)⁹¹, establecer el modelo de supermanzanas (SPM) y pacificación de calles, urbanismo táctico (UT), nueva regulación de los estacionamientos (tarifas por emisiones), incentivos para dar de baja vehículos viejos, impuesto sobre los vehículos de tracción mecánica (IVTM), fomentar⁹² la compra de vehículos eléctricos (VE)⁹³, distribución urbana de mercaderías, protocolos de actuación frente a episodios de alta contaminación e instauración de una zona de bajas emisiones (ZBE) (Síndic de Greuges de Catalunya, 2019).

Una de las políticas para reducir las emisiones (GEI o no) son las subvenciones a la compra de vehículos menos contaminantes. Tras examinar el programa de la Generalitat de Catalunya dirigido al sector del taxi, comercial y de servicios⁹⁴, el Observatori d'Anàlisi i Avaluació de Polítiques Públiques de la Universitat de Barcelona (Albalade y Rosell, 2020) concluyó que difícilmente se fomentaban adquisiciones: un impacto ambiental nulo. Las cuantías equivalían a un 13-15 % del precio de BEV y PHEV, 3-4 % del de HEV y 5-9 % del de los de gas (GLP y GNC); eran mínimas. El presupuesto para los primeros quedó casi íntegro; en cambio, el asignado a los dos últimos tipos se agotó satisfaciendo solo al 5.6 % de las solicitudes. Se priorizaba por orden de registro, las compras anteriores eran válidas y de resolución conjunta, no se atendía al tipo de coche sustituido ni se exigía desguazarlo. Así, los taxistas –cuyas peticiones ingresaron en masa al inicio de las convocatorias– acapararon el 91 % de las ayudas; nadie que adquirió un coche durante el plazo de la convocatoria del 2018 se benefició; y el 94 % de los taxistas con HEV compraron otro y consiguieron montos iguales que quienes cambiaron un diésel. Ya que el Àrea Metropolitana de Barcelona (ÀMB) prohibiría nuevos taxis diésel desde el 2019 y que habría más restricciones (p. ej., ZBE), la política parecía una transferencia de rentas de los contribuyentes a los beneficiados, que realizaban inversiones de interés propio y que

⁹¹ Vale mencionar que el servicio privado de alquiler de bicicletas presenta problemas. Desde los operadores se alude a cierto desinterés por parte del Ajuntament, el incivismo de usuarios que estacionan mal y el vandalismo contra las unidades. Revisar: <<https://elpais.com/espana/catalunya/2022-10-03/el-fiasco-de-las-bicis-de-alquiler-por-minutos-en-barcelona.html>>.

⁹² Subsidios a la compra y otros beneficios. El financiamiento para las adquisiciones provenía del Programa de Apoyo a la Movilidad Alternativa (Plan MOVALT Vehículos) del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (Ajuntament de Barcelona, 2018). Las bonificaciones adicionales se mantienen: 75 % de descuento en el IVTM y en peajes, exoneración del impuesto de matriculación, libre uso de carriles bus-VAO (vehículos de alta ocupación), aparcamiento gratuito en las plazas de área azul y tarifa mínima en las de área verde (Endolla Barcelona, s.f.; AREA, 2020).

⁹³ Los VE pueden ser de batería (BEV), de pila de hidrógeno (FCEV), híbridos enchufables (PHEV) o híbridos no enchufables (HEV); por sus siglas en inglés. Al depender del sistema de freno regenerativo para recargar su (pequeña) batería, los HEV no siempre se consideran VE. Los FCEV tampoco se conectan a una fuente externa, tienen un tanque para gas de hidrógeno comprimido (U.S. Department of Transportation [USDOT], 2023).

⁹⁴ Ver: <<https://web.gencat.cat/es/tramits/tramits-temes/Subvencio-per-al-foment-de-adquisicio-de-vehicles-electrics-i-de-baixes-emissions-taxis-us-comercial-altres-serveis>>.

eran rentables sin subvenciones. Conocidos los hallazgos, se canceló la convocatoria del 2020 (Albalade y Rosell, 2021).

Se trata de un problema común en estos programas. El Banco de España (2022) cita evidencia indicativa de que las primeras dos ediciones del Programa de Incentivos a la Movilidad Eficiente y Sostenible (Plan MOVES) no habrían incrementado de manera significativa la matrícula de vehículos de bajas emisiones. Puede colegirse que la contribución ambiental sería pequeña y cara. Sutilmente, el Banco apunta a la regresividad distributiva: crece la probabilidad de mayores ventas en los municipios más ricos y con más puntos de recarga⁹⁵. Téngase presente que la probabilidad de adquirir un coche en España es más grande entre los hogares con mayor renta que en los de menor [Tabla 10]. En particular en cuanto a uno nuevo se refiere, unas 222 veces más grande. Un aviso más de la potencial regresividad de los subsidios no vinculados al nivel de renta (Gago et al., 2021).

Tabla 10. Porcentaje de hogares españoles que compraron un automóvil en el último año, por deciles de renta equivalente⁹⁶ (2019)

Decil	Coche nuevo	Coche usado	Total
1	0.08 %	3.33 %	3.42 %
2	0.12 %	3.37 %	3.49 %
3	0.51 %	4.94 %	5.34 %
4	0.65 %	4.75 %	5.40 %
5	1.32 %	5.46 %	6.78 %
6	3.84 %	5.88 %	9.63 %
7	4.81 %	6.21 %	10.78 %
8	8.44 %	5.34 %	13.56 %
9	8.53 %	7.06 %	15.47 %
10	17.79 %	5.82 %	23.12 %

Nota: Cálculo de la renta equivalente acorde con la escala empleada por la OECD, que asigna un coeficiente igual a 1 para la cabeza de familia, 0.7 para miembros con al menos 14 años y 0.5 para los menores. Fuente: Gago et al., (2021, p. 13) a partir de la Encuesta de Presupuestos Familiares 2019 del INE.

Lo señalado por el Banco va en sintonía con estudios de otros casos. En EE.UU. y Canadá, ciñendo el impacto a sus efectos ambientales netos⁹⁷, los costes serían excesivos. Ni tras incluir las ganancias de consumidores y productores habría un saldo positivo (Clinton y Steinberg, 2019; Thorne y Hughes, 2019). Empeora al reparar en el coste de la ineficiencia asignativa⁹⁸ (deadweight loss)

⁹⁵ No sería extraño. Tanto la mayor capacidad adquisitiva como el mayor número de personas con esta permiten que las ventas en esos municipios sean más altas que en otros menos ricos. Y es previsible que, en el caso de los BEV y PHEV, también sean los municipios con una infraestructura de recarga más amplia.

⁹⁶ Para una definición de renta equivalente revítese <<https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=5780>>.

⁹⁷ El efecto ambiental neto (positivo o negativo) de la adopción de VE está ligado al peso de las renovables (y nuclear) en el mix eléctrico de un territorio. Si la energía de la red de recarga proviene mayoritariamente de fuentes fósiles, la contribución será menor o incluso negativa (Clinton y Steinberg, 2019; Thorne y Hughes, 2019). Las utilidades también obedecen al patrón de sustitución: menores si los VE se han preferido sobre otros cuyo motor ahorra combustible; mayores, si sobre otros que no o que son más grandes (Xing et al., 2021).

⁹⁸ También se conoce como pérdida irre recuperable de eficiencia o pérdida de peso muerto. Denota las pérdidas generadas (ganancias no concretadas o costes no evitados) por una asignación de recursos ineficiente ante el desequilibrio entre la oferta y la demanda de un bien o servicio. Puede ser causada por impuestos, subsidios, externalidades (negativas y positivas), monopolios, precios máximos o precios mínimos. Según corresponda, al encarecer (o abaratar) un bien o servicio por encima (por debajo) del precio eficiente, ocasiona que su demanda se ubique por debajo (por encima) de la cantidad eficiente. El valor del peso muerto equivale a un coste conducente a un menor bienestar social que al de aquel escenario

de los subsidios (uso de ingresos fiscales), sobre todo porque los polizones, indiferentes a las ayudas, serían cerca del 50 % de favorecidos (Irvine, 2017a). Y en un mercado concentrado en los segmentos de mayores ingresos⁹⁹ (Irvine, 2017b). De insistirse, deberían posibilitarles reemplazar un coche antiguo por un VE a las personas que sin ayudas no podrían cambiar el actual por ninguno. Focalizar en grupos de menor renta y condicionar por necesidad e intensidad de uso del vehículo permitiría subsidios más elevados, impulsando la coste-efectividad y equidad de la política (Xing et al., 2021; Eberhard, 2022). Incluso así, se debe evaluar su idoneidad y los costes de oportunidad.

Entre las medidas ejecutadas por el consistorio, la ZBE Rondes de Barcelona ha sido la más importante. De no ser por la pandemia, su impacto podría haberse evaluado mejor. Aun así, el informe de seguimiento publicado por el Ajuntament de Barcelona (2022b) contiene elementos útiles. Por ejemplo, si en noviembre del 2019 el 11-12 % de los vehículos que circulaban de lunes a viernes carecían de distintivo ambiental, en enero del 2020 disminuían al 8-9 %, a diciembre del 2020 eran el 4-5 % y para diciembre del 2021 solo representaban el 3-4 %. Además, entre el 21 de agosto del 2017 y el 31 de diciembre del 2021 se recibieron 16 683 solicitudes para obtener una T-verde¹⁰⁰. En lo que atañe a la polución, aunque en el 2021 la movilidad (veh-km/año) se elevó un 17 % respecto al 2020 (año de activación de la ZBE para turismos y motos), el crecimiento neto de las emisiones viarias fue menor: 3.69 % las de NOx, 12 % las de PM10 y 9 % las de PM2.5. Si en el 2021 el aumento de la movilidad pudo haber generado un 14.9 % más de emisiones de NOx, la renovación del parque automotor habría ayudado a reducirlas en un 11.21 %. Es decir, la mejora en los factores de emisión media de los vehículos (g/km) habría contrarrestado el 75.25 % de las potenciales emisiones del NOx derivadas del aumento de la movilidad. He ahí el porqué de que la variación en la cantidad de NOx haya sido solo de 3.69 % en el 2021. Con una movilidad igual a la del 2017, en el 2021 el sector viario habría emitido 31 % menos de NOx.

Por otra parte, la modelización de inmisiones de NO2 tomó como base las cifras de movilidad del 2017 y da valores para escenarios sin pandemia. Para la estación de L'Eixample, se calculó que en el 2021¹⁰¹ pudo haber una concentración media anual de 44 µg/m3 de NO2, un 7.17 % (3.4 µg/m3) menos respecto al estimado para el 2020. De esa reducción, la mejora del parque circulante (por renovaciones, desguace de vehículos antiguos y la restricción a las unidades sin distintivo ambiental) significó el 52.94 % (1.8 µg/m3); el resto obedecería a otros factores. Entre el monto simulado para el 2017 (59.3 µg/m3) y el de 2021 hubo una caída del 25.81 % (14.5 % por la mejora del parque y 11.3 % por otros factores). En la ciudad,

donde el equilibrio sí es el eficiente. Ver Cowen y Tabarrok (2015, pp. 102-109, 137-138, 150-152, 179-182, 241-242).

⁹⁹ Alrededor de distintos países, la titularidad de VE está asociada a niveles de ingresos y educativos más altos (Kumar y Alok, 2020). Noruega, con incentivos dádicos y que van más allá de los fiscales y monetarios (Levy et al., 2017), es un ejemplo de esto (Fevang et al., 2021); como lo es Irlanda (Caulfield et al., 2022).

¹⁰⁰ Consultar: <https://www.amb.cat/es/web/amb/seu-electronica/tramits/detall/-/tramit/targeta-t-verda/6546634/11696>.

¹⁰¹ La concentración media anual registrada en la estación de L'Eixample en el 2021, 37.47 µg/m³ (Contaminació Barcelona, 2022), no es directamente comparable con la simulación porque se dio con una circulación vehicular menor a la del 2017. Tampoco lo sería contrastar los valores del 2020 (registrado vs. estimado).

el nivel medio de NO₂ estimado para el 2021 (31.5 µg/m³) fue un 4.54 % (1.5 µg/m³) menor al del 2020. Respecto al estimado para el 2017 (42 µg/m³), baja un 25 % (10.24 % por la mejora del parque y 14.76 % por otros factores) (Ajuntament de Barcelona, 2022b). Teniendo presente el nivel medio anual de NO₂ en la ciudad en el 2017 (46.05 µg/m³) y 2019¹⁰² (38.95 µg/m³) se aprecia que la modelización subestima las inmisiones y sobreestimaría el efecto de los cambios en el parque circulante. Otro problema es que no distingue el impacto de otras políticas, como las SPM o el UT.

Las SPM, el UT y la ZBE restringen el tráfico viario. Las primeras reducen el espacio vial disponible; la última, la circulación de determinados vehículos. Pero ¿cuáles son sus efectos? Valiéndose de simulaciones computacionales, Rodríguez-Rey et al. (2022), investigadores del Barcelona Supercomputing Center, estimaron el impacto en las emisiones de NO_x, el volumen de vehículos y el nivel de NO₂ en el aire en las dos estaciones de tráfico de la ciudad bajo distintos escenarios¹⁰³. Aquel que combina SPM (8 proyectadas por el Ajuntament) y UT (eliminando 31.67 km de carriles para la movilidad privada) incrementaría un 0.1 % el total de emisiones de NO_x. El desvío del tráfico ocasionaría cuellos de botella y atascos en las calles adyacentes: redistribuye las emisiones¹⁰⁴. Así, una vía principal como la calle de Aragó presentaría reducciones de 17 % (1.3 kg NO_x/100 m²) en la cantidad de NO_x y de 24 % (21 000 vehículos/día) en el volumen del tráfico¹⁰⁵. Mas el NO_x aumentaría un 17 % (0.5 kg NO_x/100 m²) en calles contiguas como Tarragona o Viladomat (ubicada en una SPM)¹⁰⁶ por recibir más tránsito¹⁰⁷; el tráfico crecería un 30 % (6000 veh/día) y 125 % (5500 veh/día), respectivamente. Por ende, si el número de vehículos circulando no varía, el efecto conjunto de SPM y UT en las inmisiones de NO₂ sería pequeño y ambiguo¹⁰⁸ ($\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

¹⁰² Por si desea saberse, al promediar los niveles medios anuales registrados en todas las estaciones de medición de la ciudad se tiene una concentración de 28.65 µg/m³ para el 2020 y de 28.25 µg/m³ para el 2021 (Contaminació Barcelona, 2022).

¹⁰³ La modelización multiescalar permite estimaciones a 1 km² (mesoescala) y 20 m² (escala urbana a nivel de calle). El trabajo usó datos referidos al 2017: los de tráfico son de marzo y los de polución al periodo del 9 al 25 de noviembre. La simulación del periodo estudiado (escenario base) arrojó que la media diaria de inmisiones de NO₂ en la estación de L'Eixample sería de 63 µg/m³ y en la de Gràcia sería de 60 µg/m³. Frente a ello, la media anual observada de NO₂ (el nivel oficial) en la estación de L'Eixample fue de 59 µg/m³; en la de Gràcia, 52 µg/m³. Las concentraciones de PM no pudieron ser simuladas.

¹⁰⁴ Los autores no hallaron una relación lineal entre el volumen del tráfico y las emisiones de NO_x, con la salvedad de que la ausencia podría deberse a que la velocidad del tráfico también interviene, a que la presencia de otros elementos altera la cantidad de contaminantes y a que al sistema macroscópico le es problemático proyectar emisiones durante episodios de congestión (i.e., se subestima la cantidad producida de NO_x).

¹⁰⁵ Porcentaje cercano a la variación del IMD en el 2019-2022 (-26.29 %) en la misma calle [Tabla 1].

¹⁰⁶ Conforme con los resultados, se señala que las SPM grandes requerirían una pacificación integral para evitar que el desvío del tráfico y sus emisiones se concentren en unas calles. No ocurre lo mismo en las SPM pequeñas como la de Poble Nou o Sarrià, donde las emisiones de NO_x logran reducciones de hasta el 15 %.

¹⁰⁷ El informe del Ajuntament de Barcelona (2023a) sobre la evolución del IMD en el 2015-2023 no las incluye.

¹⁰⁸ Otro análisis halló efectos positivos del UT en once calles de L'Eixample, los niveles relativos de tráfico sugerirían cierta evaporación del mismo al compararse con otras calles (-14.8 %), aunque también hubo impactos ambivalentes en las inmediaciones (+0.7 %) y alrededores (-0.9 %). No obstante, como bien señala el autor, las intervenciones se ejecutaron durante la pandemia y las reducciones podrían adjudicarse, en parte, a desplazamientos no realizados (teletrabajo, caída en la afluencia de turistas y aumentos en la movilidad activa). Así, tanto por el corto tiempo estudiado (< 1 año) como por niveles de tráfico anormalmente bajos, los resultados no podrían tomarse como referencia para lo que ocurriría en un escenario pospandémico (Nello-Deakin, 2022).

Con un tráfico constante, el escenario que integra SPM, UT y ZBE (asumiendo que los vehículos vetados se reemplazan por Euro 6 nuevos) aplacaría las emisiones de NO_x en un 13.1 %. Respecto a la concentración de NO₂ estimada para el periodo estudiado, la media diaria bajaría entre un 10 % y 20 % (5-10 µg/m³) en las principales vías urbanas. Por último, un escenario donde las tres medidas van acompañadas de una hipotética caída del 25 % en la circulación de vehículos (meta del Plan de Movilidad Urbana) conseguiría reducir un 30 % las emisiones de NO_x. Similarmente, la media diaria de NO₂ descendería a 52.4 µg/m³ en la estación de L'Eixample y a 45.5 µg/m³ en la de Gràcia, variaciones de -26.6 % y -38 % en cada caso. Así, ningún escenario llevaría a la media anual por debajo del nivel límite (Rodríguez-Rey et al., 2022). Ahora, la modelización del escenario base sobreestimaba el nivel de inmisiones. Y debe mencionarse que la media anual de NO₂ en la estación de L'Eixample en el 2022 fue de 42.16 µg/m³ (Contaminació Barcelona, 2023).

Como era previsible, las restricciones al tráfico han generado malestar entre algunos sectores. Precisamente, la ZBE, que aplica en los días laborables de lunes a viernes desde las 7 h hasta las 20 h, ha sido objeto de quejas e impugnaciones. La Síndica de Greuges de Barcelona (2021) da cuenta de los motivos detrás de 354 quejas recibidas entre noviembre del 2017 y diciembre del 2020. Se objeta supeditar la circulación al etiquetado ambiental de la Dirección General de Tráfico (DGT), basado en la antigüedad de la unidad, antes que a los resultados de la inspección técnica de vehículos (ITV), que sí reflejan la capacidad de contaminación¹⁰⁹. Asimismo, el transporte público no siempre es una alternativa viable, sea por la falta de oferta en ciertos horarios (noche y madrugada) o zonas (polígonos industriales), sea por tomar más tiempo frente a la movilidad particular. También está el caso de quienes cuya actividad profesional hace necesario el uso del coche para llevar equipos, instrumentos o materiales. La adecuación vehicular mediante mejoras técnicas para obtener un distintivo de la DGT tampoco se ha contemplado, pese a la disposición de las personas afectadas. Comprar un vehículo menos contaminante no es una opción para la gente que requiere del auto, pero que no puede financiar tal gasto, como autónomos con bajos ingresos o próximos a jubilarse. La restricción de la ZBE repercute en empresas que no pueden afrontar la renovación de su flota, pero también sobre otros como los talleres de reparación. Entonces, incluso con las moratorias, el diseño de la ZBE puede perjudicar a grupos económicamente vulnerables.

Ante recursos contra la ordenanza de la ZBE que, entre otros motivos, aludían a aquellas cuestiones, la Sección Quinta de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Cataluña (TSJC) emitió un fallo por el cual anula la norma (STSJ Cataluña 970/2022, de 21 de marzo). Más allá de que la sentencia no es firme, hay fundamentos que son de especial

¹⁰⁹ Vale precisar que el etiquetado de la DGT se basa en las directivas europeas sobre emisiones vehiculares (normas Euro) y que el foco recae en las emisiones que degradan la calidad del aire (NO_x y PM). Las ZBE fijan estándares para esas emisiones –no las de GEI– porque su objetivo primordial es mejorar la calidad del aire. Se lo recuerda ante críticas sobre cómo la no consideración de las emisiones de CO en el etiquetado beneficia la circulación de ciertos vehículos en las ZBE (<<https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-05-09/coches-contaminantes-con-sello-ecologico-los-problemas-de-las-etiquetas-ambientales-de-la-dgt.html>>).

interés. Se observa que, por la extensión horaria, diaria y espacial, la ordenanza limita significativamente la utilidad de los vehículos afectados, sobre todo de los residentes, colisionando con el derecho a la movilidad y con la libertad de empresa. La resolución cuestiona que la ZBE abarque de manera uniforme a todo el tejido urbano cuando los valores límites europeos de NO₂ se superan solo en las dos estaciones de tráfico. También se pone de relieve que la habilitación para excluir a otras categorías cercaría la decisión de renovación hacia unidades más caras con etiqueta C o superiores para evitar futuras prohibiciones. En esa línea, ya que el sistema de la DGT se basa en la antigüedad y no ofrece vías asequibles¹¹⁰ que garanticen la homologación de vehículos sin distintivo, la circulación queda condicionada a la capacidad económica de tener una unidad con distintivo ambiental. Resulta más desfavorable para el uso profesional del vehículo, como el que hacen de él un sector de autónomos, microempresas o pymes.

Al entender de los magistrados, las moratorias no deben tomarse como ayudas, sino como excepciones a aplicar con igualdad de razón a todos los titulares perjudicados, no tan solo a quienes cumplen los criterios de vulnerabilidad económica fijados; de lo contrario, puede ser discriminatorio para el resto de los que no están en capacidad de asumir los gastos. Habría otro efecto discriminatorio con las autorizaciones para «acceder» a la ZBE (10 días al año), pues no reconoce que la situación de los residentes afectados dista de la de los no residentes; los primeros no «acceden», ya están ahí. Tampoco fueron contempladas las pérdidas recaudatorias en el IVTM por bajas vehiculares ni otras consecuencias fiscales a raíz de perturbar la actividad económica de determinados colectivos. Además, tratándose de medidas restrictivas de derechos, el consistorio no ponderó opciones menos severas. Por todo lo anterior, la Sentencia concluye que la ordenanza no se ajusta a los principios de buena regulación de idoneidad, necesidad y proporcionalidad. No está en entredicho la necesidad de mejorar la calidad del aire, la misma resolución así lo expresa. El inconveniente yace en las características establecidas por la ordenanza (STSJ Cataluña 970/2022, de 21 de marzo).

Las repercusiones del establecimiento de la ZBE han motivado la modificación de la norma. Para paliar el impacto negativo sobre ciertos colectivos, el Pleno del Ajuntament aprobó una serie de cambios que flexibilizan la circulación de los vehículos de estos. Los más resaltantes son los beneficios para los titulares de vehículos sin distintivo ambiental cuyos ingresos anuales sean menores al doble del indicador público de renta de efectos múltiples (IPREM) y al incremento por la cantidad de miembros del hogar. Quedan autorizados temporalmente los vehículos de uso profesional de las personas próximas a jubilarse. Las autorizaciones para los vehículos sin etiqueta aumentan a 24 al año. Además, se añaden más unidades a la categoría de vehículos singulares con

¹¹⁰ El fallo señala un estudio acerca de alternativas menos contaminantes para el mercado de furgonetas, camiones y autocares hecho por el RACC (2019b) a solicitud del Ajuntament. Respecto a mejoras mecánicas para reducir emisiones (retrofit), que pueden ser menores (SCR, EGR o LNT) o mayores (pasar del sistema a gasolina o diésel a uno eléctrico o a gas), conseguir una certificación ambiental de la DGT no es barato ni sencillo. Debido a las exigencias del protocolo, la homologación puede llegar a los 80 000 o 100 000 €. Aunque la suma para turismos sería menor, no dejaría de ser elevada (ver: <<https://club.autodoc.es/magazin/convertir-un-coche-electrico-retrofit-y-homologarlo>>). Lo peor es que la modernización no asegura obtener un distintivo, sino que acredita el cumplimiento de unos estándares de emisiones. Por eso la ordenanza no incluyó al retrofit.

autorización de circulación anual (Ajuntament de Barcelona, 2023b).

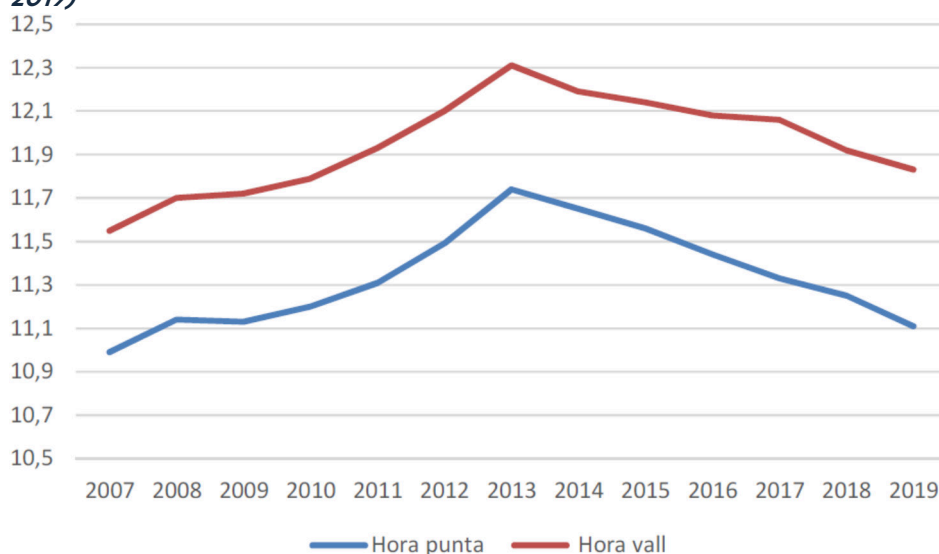
Nótese el dilema para el consistorio. A partir de los autos en su poder, el TJUE apreció que la ZBE Rondes de Barcelona tenía una efectividad limitada debido a los requisitos que supeditan su aplicación (STJUE de 22 de diciembre de 2022, C-125/20, apartado 174). Está pendiente un fallo en segunda instancia que confirme o revierta la primera sentencia del TSJC (STSJ Cataluña 970/2022, de 21 de marzo). Dado que la Ley de Cambio Climático y Transición Energética exige que los municipios con más de 50 000 habitantes cuenten con una ZBE (art. 14.3.a. Ley 7/2021, de 20 de mayo), tendría que elaborarse una nueva incluso si se revalidara la anulación de la ordenanza. Súmesele que el reglamento por el que se regulan las ZBE indica que los proyectos deberían permitir cumplir los valores límite legales o, en caso de que se superen, hacerlo en el menor tiempo posible (art. 7 Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre). Con la movilidad urbana acercándose a los niveles prepandemia, los datos sobre la calidad del aire en el 2022 informan que la media anual de inmisiones de NO₂ en la estación de L'Eixample fue de 42.16 µg/m³ (Contaminació Barcelona, 2023), infringiendo nuevamente la Directiva 2008/50/CE. Entonces, la ZBE Rondes de Barcelona todavía no ha logrado uno de sus cometidos y su actualización la hace menos estricta para un grupo de vehículos, contraviniendo al Real Decreto. ¿Cuán certero sería asumir que las modificaciones son del agrado de la Comisión? La denuncia a España fue por el periodo 2010-2018. En Barcelona se ha reincidido en la falta en el 2019 y 2022, lo del 2020 y 2021 fue un espejismo de la pandemia. Ojalá las autoridades competentes no se confíen de que Bruselas dará un plazo generoso antes de concretar una segunda demanda. No solo urge tomar medidas para cumplir con los niveles de la Directiva, sino también con los de la propuesta de actualización.

Como parte de un plan urbanístico que pasa por quitarle espacio al vehículo privado, entre 2015 y 2021 se eliminaron 132 km de carriles de circulación. La distribución del espacio viario entre los modos de transporte también varió. En el 2015, el 90 % de los carriles estaba destinado a coches y motos, el 5 % a autobuses y el 4 % a bicicletas. En el 2021, coches y motos pasaron ocupar el 84.6 % de los carriles, los autobuses el 7.4 % y las bicicletas el 8.1 % (Redacció 3/24, 2022). Se entiende que las modificaciones apelan a la expulsión del tráfico¹¹¹. Observado en varios casos y modelizaciones, es el efecto por el cual reducir el espacio viario disuade la demanda de desplazamientos en vehículos particulares (Cairns et al., 2002; DG ENV Comisión Europea, 2004; Ortigosa y Menéndez, 2014; International Transport Forum [ITF], 2021). Tanto las SPM como el UT se orientan a disuadir la demanda. Sin embargo, el transporte público aún presenta problemas. Las conexiones entre los municipios de la conurbación metropolitana y

¹¹¹ También conocido como evaporación del tráfico. Este efecto de desinducción de la demanda fungiría como la contracara de la ley de Downs, la cual se abordará más adelante. La expulsión del tránsito en vehículo particular se expresa en tres formas: tránsito desviado (o atraído), el de los que empiezan a circular por otras rutas o en otros horarios; tránsito convertido, el de los que ya no circulan porque sus usuarios optan por trasladarse en otros modos; y tránsito evaporado, el de los que dejan de circular porque sus usuarios ya no hacen ciertos desplazamientos (Valdés González-Roldán, 2008, como se citó en Ajuntament de Barcelona, 2022c).

el centro de la ciudad tienen margen para ser mejoradas¹¹². No son solo las repetidas incidencias¹¹³ en el servicio de Rodalies. Buena parte de la movilidad en vehículo privado hacia y desde los polígonos industriales se da porque las alternativas en bus son pocas o inexistentes para quienes trabajan en esos espacios (Síndica de Greuges de Barcelona, 2021; Síndic de Greuges de Catalunya, 2021). Asimismo, la velocidad comercial¹¹⁴ de los autobuses de Transports Metropolitans de Barcelona (TMB) ha disminuido de manera sostenida desde el 2013 [Figura 23].

Figura 23. Evolución de la velocidad comercial promedio (km/h) de los autobuses de Transports Metropolitans de Barcelona por tipo de hora (2007-2019)



Fuente: Ajuntament de Barcelona (2022d, p. 217) con datos de TMB (2020).

Tal y como se discutió en la primera sección, se entiende que la movilidad en vehículos privados repercute negativamente en uno de los modos del transporte público al hacer un uso ineficiente del espacio público, i.e., generar congestión. Frente a esa realidad, sin una significativa mejora previa de las alternativas de movilidad ni un adecuado sistema de incentivos, reducir el espacio disponible para los autos no desplegará todo el potencial que tendría para mejorar la calidad del aire al fomentar cambios hacia modos de transporte más eficientes y menos contaminantes (OECD, 2021). Hasta podría ser contraproducente si las emisiones extra por la congestión en las calles que reciben al tráfico desviado superan a la cantidad evitada gracias al evaporado o al convertido. Además, de no planificarse bien, las modificaciones del espacio viario (SPM, UT, Obrim carrers, etc.) pueden obstaculizar el tránsito de vehículos de emergencia, como los de bomberos¹¹⁵ y las

¹¹² Los atascos en las vías de acceso a Barcelona exponen los problemas en la oferta de transporte metropolitano, como bien se explica en una nota del diario El País: <<https://elpais.com/espana/catalunya/2022-04-09/los-atascos-en-glories-evidencian-la-falta-de-transporte-metropolitano-para-entrar-en-barcelona.html>>.

¹¹³ Para una ilustración del (recurrente) problema consúltase la nota del diario Ara sobre las incidencias ocurridas entre enero y octubre del 2022: <https://www.ara.cat/societat/mobilitat/balanc-rodalies-475-incidencies-greus-10-mesos_130_4604346.html>.

¹¹⁴ La velocidad comercial es la media resultante de dividir la distancia recorrida de un punto de origen a otro de destino entre el tiempo necesitado para ello, incorporando en la duración las distintas paradas operativas (paraderos, semáforos, terminales, etc.). No es solo la velocidad promedio en movimiento (Cortés et al., 2011).

¹¹⁵ Ver <<https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20230411/8888921/new-jersey-impide-paso-camion-bomberos-barcelona-servicio.html>>.

ambulancias¹¹⁶. No se niega que las medidas adoptadas por el Ajuntament buscan mejorar el entorno urbano y la calidad de vida en la ciudad, fines deseables, pero tampoco deben soslayarse los inconvenientes que se generan¹¹⁷. Hay aspectos a corregir en el diseño y la ejecución. Más allá de las SPM y el UT, atendiendo a la ZBE, existen alternativas que serían más efectivas y eficientes en un amplio sentido económico. Un programa para reducir los niveles de contaminación no puede dejar de lado la problemática de la congestión. En la siguiente sección se presentan las principales alternativas para contrarrestar el problema y se muestra por qué la opción más deseable es la instauración de un peaje urbano.

¹¹⁶ <<https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20220526/8294447/restricciones-viarias-complican-conduccion-ambulancias.html>>.

¹¹⁷ <<https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20220923/8540272/trafico-interior-barcelona-deviene-carrera-obstaculos.html>>.

2.3 Políticas contra la congestión vehicular en perspectiva comparada

Siguiendo a Subirats et al. (2008), una política pública tiene como fin solucionar un problema social enmarcado como un asunto de la esfera pública. Su evaluación busca examinar la validez de la teoría del cambio –el modelo de relaciones causales, base de su diseño– y el nivel al que se materializó al final. Los efectos reales de una política, sus impactos y resultados no se identifican mediante una mera comparación entre los valores-objetivo definidos durante la elaboración y los valores-reales medidos tras su aplicación. Tampoco se conocen a través de un simple contraste entre la situación anterior y posterior a su introducción, a manera de restar los cambios en las variables de interés y ya (¿cómo descontar la influencia de otros factores?), sino que requiere de una investigación profunda para cerciorarse de que los indicadores, métodos y escenarios seleccionados son los adecuados.

Subirats et al. (2008) indican que por lo general la valoración de los efectos de una política pública se lleva a cabo en función de tres criterios: efectividad, eficacia y eficiencia. La efectividad verifica la hipótesis de intervención. Mide la relación entre los cambios conductuales normativos y los positivos, se pregunta si ocurrió algo. Sin efectividad una política no puede ser eficaz. La eficacia verifica la hipótesis causal. Atiende a la relación entre los efectos esperados y los observados: ¿ocurrió lo que se tenía previsto? La eficiencia se ocupa de la relación entre costes y beneficios en la asignación de recursos. Para responder si se intervino de la forma más óptima se vale principalmente del análisis coste-beneficio (ACB) y del análisis coste-utilidad (ACU). Tiene relevancia cuando la eficacia ya ha sido empíricamente corroborada. Existen criterios adicionales, como la pertinencia (vínculo entre los objetivos y la naturaleza y gravedad del problema) y la eficiencia productiva (relaciona outputs y recursos invertidos, tomando solo los directos y materiales). Asimismo, si corresponde, se aplica el criterio de equidad. Repara en la incidencia distributiva de la política, ¿cómo se reparten los costes y beneficios entre los distintos segmentos de la población? Segmentos mayormente ordenados por nivel de ingresos. Dependiendo de quiénes sean los principales beneficiados de la actuación del Estado, una intervención puede ser regresiva (si los más ricos), neutra (si todos por igual) o progresiva (si los más pobres). Ello se invierte si el foco recae en señalar a los principales perjudicados (Litman, 2022).

Las intervenciones destinadas a combatir la congestión pueden agruparse en tres categorías: expansiones de la red viaria, restricciones por cantidades y restricciones por precios. Fageda y Flores-Fillol (2018) hacen un análisis en función de su eficacia, eficiencia y equidad. Esta sección toma su trabajo como guía para comparar las alternativas más resaltantes a las que podrían recurrir ciudades donde la frecuencia, extensión y duración de los atascos son graves.

2.3.1 Expansiones de la red viaria

Quizás una de las primeras medidas en las que se fija atención al pensar en respuestas a la congestión sea expandir la red vial. Las mejoras infraestructurales que aumentan la oferta de espacio viario parecen deseables a priori. Sin embargo, su impacto puede ser contraintuitivo. Hacen que el coste asociado al viaje en vehículo privado baje. Si hay más espacio, el tráfico fluye más rápido, se ahorra tiempo y dinero (combustible, aceite, etc.). Ceteris paribus, la cantidad de veh-km crecería porque el coste del viaje es menor. De ahí que incrementar el stock vial pueda inducir la demanda. Ocurre que la respuesta de los usuarios a los cambios en el coste del viaje varía en el tiempo. En el corto plazo, ante pocas alternativas, la cantidad demandada no se alteraría mucho. No obstante, a medida que el horizonte temporal crece, el comportamiento se ajustaría mejor a la situación porque la disponibilidad de opciones es mayor; en consecuencia, se esperaría que la demanda aumente de manera importante. Inicialmente los conductores son los mismos, después se suman los que hacían menos traslados en coche y luego quienes adquieren un vehículo. El fenómeno se conoce como la ley fundamental de la congestión de autopistas, ley de hierro de la congestión o ley de [Anthony] Downs –quien la planteó–. Básicamente, la demanda de desplazamientos en vehículos particulares crece en la misma proporción que la expansión vial (1:1). Es cierto que veh-km y congestión (medida en tiempos de viaje o velocidad) no son lo mismo, pero sirve como un indicador. Más veh-km sugieren que hay más vehículos desplazándose. Si el volumen vehicular transitando por las vías crece, la capacidad de absorción de ese flujo decrece; ergo la velocidad disminuirá, haciendo que los tiempos de viaje aumenten. La situación empeoraría durante horas punta, que es cuando el número de vehículos crece lo suficiente como para saturar vías. Entonces, siguiendo a la ley, en condiciones de congestión, la velocidad del flujo en una vía nueva o ampliada retornaría al nivel previo a la construcción.

Hay matices, como explican Ossokina et al., (2022). El desarrollo de la red viaria incluye la construcción de nuevas vías y el ensanchamiento de las ya existentes; hay más de un tipo de vías, como carreteras, autopistas, avenidas, calles, etc.; su importancia en la movilidad no es igual, por eso unas son principales y otras son secundarias; entre ellas también existen roles, pueden ser complementarias o sustitutas. Todo cuenta. Bien, construir autopistas mejora la cobertura de la red al permitir alcanzar más destinos y ofrecer rutas alternativas. Potencialmente, la disminución de los tiempos de viaje sería importante y se distribuiría a lo largo del día, no solo durante las horas punta. Su influencia sobre la estructuración espacial urbana (población y empleo) no es inmediata, así que los efectos generales solo se aprecian a largo plazo. Por otro lado, ampliar el ancho de las vías mejora la capacidad de absorción del tráfico. Los menores tiempos de viaje surgen por incrementos de la velocidad en los segmentos intervenidos, particularmente durante las horas punta. Fomenta ajustes en los patrones de desplazamiento: cambios horarios (p. ej., de horas pico hacia horas valle), espaciales (p.ej., de vías adyacentes hacia las ampliadas) y en la demanda total; debido a ello, sus impactos generales son ostensibles a corto plazo. Aunque

en el largo plazo los beneficios de ambos tipos de expansión infraestructural se atenúan hasta desaparecer a razón de la demanda inducida, en el intermedio las ganancias de bienestar de los ensanchamientos pueden ser significativas, lo cual reviste a los proyectos con un cariz de deseabilidad. Y son mucho menos costosos que nuevas autopistas. ¿Qué indica la evidencia?

En un estudio sobre la expansión de autopistas en las 545 FUA más grandes de la UE-28, García-López et al. (2022) concluyen que a largo plazo (20 años) la demanda inducida era más que proporcional al incremento de la oferta de espacio (elasticidad: +1.206), dejando sin resolver el problema de la congestión. Al fijarse en años específicos se obtuvieron efectos apuntando a lo mismo (1985, +1.832; 1995, +1.310; y 2005, +1.844). La descomposición del impacto entre el efecto de la capacidad (número de carriles) y el de la cobertura (longitud de la red) mostró que ambos estimulaban la cantidad de veh-km recorridos, siendo el primero (+2.198) más importante que el segundo (+1.146). El papel descongestionante de las expansiones de vías secundarias fue llamativo, sin dejar de ser diminuto (-0.029). Hsu y Zhang (2014) estimaron aumentos de la demanda más que proporcionales (+1.238 a +1.335) a la capacidad añadida a las vías expresas en 93 áreas de empleo urbano (UEA, en inglés) de Japón. Difieren con García-López et al. (2022) en la descomposición del efecto, pues en Japón la extensión de la cobertura de la red tiene un aporte más importante que la ampliación de la capacidad viaria al explicar la elasticidad mayor a +1.

Trabajos enfocados en EE.UU. siguen el patrón. Durantón y Turner (2011) calcularon que para un total de 228 áreas metropolitanas (MSA) los desplazamientos en coche experimentaban un incremento a largo plazo (20 años) acorde con la ley de hierro (+1.03). Visto por decenios, el efecto no era muy distinto¹¹⁸. Hymel (2019) hizo lo propio para los 50 estados y Washington D.C., obteniendo que la provisión de más millas (mi) de carriles de autopistas y otras vías de acceso limitado en áreas urbanas fomentaba el crecimiento de la distancia recorrida en vehículos tanto a corto (+0.322 a +0.369) como a largo plazo (+0.892 a +1.063). Tal es así que la capacidad viaria añadida sería cubierta al 58 %, 73.4 % y 90.1 % después de 2, 3 y 5 años, respectivamente; iría de la mano de una consecuente caída de las ganancias de tiempo. González y Marrero (2012) también hallan inducciones de la demanda en 16 regiones de España a corto (+0.113 a +0.174) y largo plazo (+0.267 a +0.305), si bien distan mucho de ser proporcionales. Dejan constancia de que el índice de motorización (vehículos por habitantes) acompaña al incremento del espacio viario (+0.454).

Otros trabajos han investigado los efectos de las inversiones infraestructurales en periodos más cortos. Chen y Klaiber (2020) reportan incrementos del tráfico a cuatro años esencialmente proporcionales (+0.993) a la expansión¹¹⁹ de vías municipales en un

¹¹⁸ Considerando las autopistas interestatales en todas las MSA, la demanda inducida era: +0.92 en 1983, +0.77 en 1993 y +0.76 en 2003. Los resultados bordeaban la proporcionalidad si se trataba solo de las autopistas interestatales en áreas urbanas (+1.06, 1983; +1.00, 1993; y +0.97, 2003). En cuanto a las principales vías urbanas, el incremento en los veh-km también era importante (+0.88, 1983; +0.80, 1993; y +0.70, 2003).

¹¹⁹ El registro de los datos es a partir de las líneas centrales para vehículos y mide la longitud en km de vías (general), no por km de carriles (capacidad viaria).

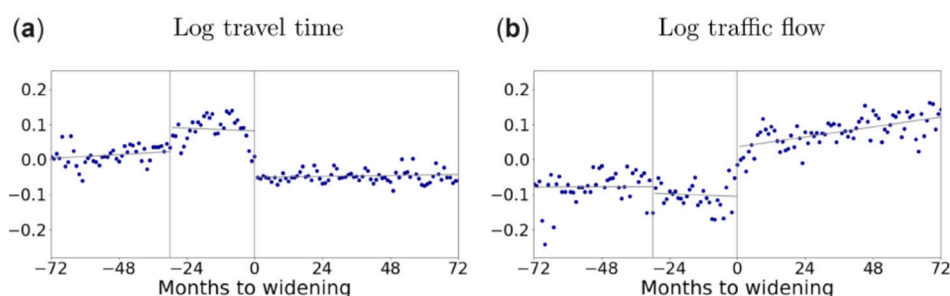
contexto de rápido crecimiento económico y urbano en 103 ciudades-prefectura (CP) de China. La gran cantidad de tráfico inducido habría contrarrestado la mayor parte del alivio de la congestión, si acaso no todo. Por ende, a menos que le acompañe una significativa modernización del parque vehicular capaz de reducir fuertemente sus emisiones, la construcción de más km de vías tampoco hará mucho por la calidad del aire y el ruido vial, hasta podría exacerbarlos.

Empleando datos de 157 áreas urbanas de EE.UU. en el 2014, Ewing et al. (2018) hallaron que, en general, una red vial más grande tenía un impacto paliativo sobre la congestión (horas de retraso anual per cápita). Buscando distinguir entre los efectos de expandir carriles de autopistas y los de invertir en aquellos de vías principales y secundarias, encuentran que acrecentar la oferta de espacio en autopistas conlleva directa e indirectamente a prolongar los tiempos de viaje por la demanda inducida. Mientras tanto, la expansión de las otras vías reduce los retrasos de manera directa, mas no ocurre lo mismo de forma indirecta. Ya que el componente mitigador es más fuerte que el acentuador, la ampliación de la capacidad del segundo tipo de vías es benevolente (-0.209). Incluso anula el efecto de las autopistas (+0.085). Gracias a eso las mejoras infraestructurales apaciguan levemente los retrasos. Aquí es oportuno resaltar la «enmienda» de Hsu y Zhang (2014) a la ley de Downs: Si las rutas alternativas a una principal suelen estar descongestionadas, al expandirse la capacidad de una autopista la velocidad de equilibrio en ella no es mayor a la existente antes debido al efecto de atracción sobre los conductores que usaban las otras rutas. El bienestar social mejoraría cuando la congestión está generalizada (no localizada) o cuando la utilidad de usar las vías opcionales aumenta (por mayor rapidez o cobertura de destinos). He de advertirse, pues, que la ley no aplica en todo tipo de vías, sino en las principales donde el flujo del tráfico está ralentizado. Rige a nivel «local» (tramos específicos). Por lo tanto, no debe interpretarse como si expandir la infraestructura vial fuese siempre y en todo lugar una medida equivocada.

Ossokina et al. (2022) abordaron la incidencia del ensanchamiento de autopistas en los Países Bajos¹²⁰ sobre la congestión en el corto plazo (hasta 6 años después de la ampliación). Un aspecto bastante útil del estudio es que pudo disponer de datos de la velocidad de los vehículos para dar cuenta de la congestión (tiempo de viaje en segundos por km) de una manera más directa. Otros trabajos han realizado aproximaciones a partir del flujo del tráfico (veh-km) porque carecían de la información necesaria, pero este reporta ambas métricas. La Figura 24 ilustra la evolución del tiempo de viaje y del flujo del tráfico antes, durante y después de las obras. Quedan patentes variaciones compatibles con efectos de mitigación de la congestión e inducción de la demanda, aunque únicamente son estadísticas descriptivas.

¹²⁰ El estudio afirma que la congestión en los Países Bajos se produce principalmente en las autopistas interurbanas. Al interior de las ciudades, donde está la mayor parte de las vías que no son autopistas, el problema no es tan acuciante gracias a altas tarifas de estacionamiento, reducciones en el espacio vial destinado al coche y el terreno ganado por la movilidad en bicicleta.

Figura 24. Evolución de la actividad del tráfico en los segmentos ensanchados de autopistas



Nota: Los valores graficados son (a) el tiempo de viaje y (b) el flujo del tráfico en los segmentos ensanchados; ambos son los promedios mensuales degradados por detector de tráfico y en su forma logarítmica. El periodo oscila entre 72 meses (6 años) antes y 72 meses después de la ampliación. Las líneas verticales marcan el inicio y final de las obras de construcción previas a la (re)apertura del tramo. Fuente: Ossokina et al. (2022, p. 11).

Más allá de las previsible alteraciones a nivel «local» (en los segmentos ampliados¹²¹), lo llamativo son los efectos a nivel «regional» (otros tramos dentro de un radio de 20 km). Los acortamientos de los tiempos de viaje no son desdeñables y persisten con el paso de los años, si bien van menguando un poco; ello concurre con crecimientos graduales del flujo vehicular, quid del debilitamiento de aquella influencia¹²². Se corrobora que expandir la capacidad viaria alivia la congestión en el corto plazo. Destáquese cómo la agilización se logró al eliminar cuellos de botella que no se trasladaron a otras partes de la red; en ese sentido, el impacto en las autopistas no intervenidas apunta a roles de complementariedad. Y pese a que el flujo del tráfico creció, no extinguió los beneficios descongestionantes. A grandes rasgos, los efectos se mantienen incluso incorporando los segmentos¹²³ de toda la red neerlandesa de autopistas interurbanas¹²⁴. ¿Lo vale? El análisis coste-beneficio¹²⁵ arrojó que las ganancias de bienestar acumuladas tras seis años representaban el 40.9 % (909 M€) de los costes de construcción y mantenimiento de aprox. 400 km de carriles extra (2220 M€). Una inversión aparentemente justificable en el corto plazo aun con posteriores pronósticos desfavorables. Si la ley de hierro de la congestión rige en un horizonte temporal más largo (p. ej., 20 años), las intervenciones no serían beneficiosas. Por el contrario, para el caso estudiado, los hallazgos dan la impresión de que los efectos se sostendrían pasados los seis años, dando un balance positivo (Ossokina et al., 2022). No hace falta decir que variará de país en país.

¹²¹ Entre el 2013 y el 2018 se ensacharon 16 segmentos.

¹²² Comparado con el periodo finalizado tres años antes del inicio de las obras, la elasticidad del tiempo de viaje a lo largo del día (05:00-21:00) respecto a los km de carriles añadidos se estimó en -0.957 para el primer año después de la reapertura y en -0.672 para el tercero. La estimación para el sexto año no alcanzó la significancia estadística. Similarmente, la elasticidad del flujo del tráfico respecto a los km de carriles añadidos fue +0.637 en el primer año y +0.625 en el cuarto. Para más detalles consúltase la Tabla 4 en Ossokina et al. (2022, p. 19).

¹²³ La longitud promedio de cada segmento es de 12 km y son para los dos sentidos de circulación.

¹²⁴ Datos disponibles en el Apéndice suplementario F, Tabla F3. El presente informe los reporta en la Tabla 12.

¹²⁵ Incluyó el tiempo perdido por las obras, las ganancias por el tiempo ahorrado, las ganancias por la fiabilidad del tiempo de viaje y los costes por la construcción y el mantenimiento de los carriles añadidos.

Tras investigar los determinantes de la velocidad del flujo vehicular en las 100 MSA más grandes de EE.UU., Couture et al. (2018) calcularon que solo por el valor del tiempo las pérdidas irreversibles de eficiencia por la congestión representarían al menos 5673.1 M€¹²⁶ cada año. ¿Más asfalto? No. Los elevados costes de construcción y mantenimiento¹²⁷ de la infraestructura vial hacen que gestionar la demanda de desplazamientos consiga mayores ganancias de bienestar que incrementar la oferta de espacio viario. Y es que un incremento del 1 % en el stock de vías aumenta la velocidad de equilibrio en apenas un 0.09 %. Con los datos de la muestra, implicaría un excedente del consumidor próximo a los 465.7 M€ anuales¹²⁸. ¿El coste de esa expansión del 1 %? Si son solo autopistas interestatales, 1227.7 M€ al año; si se trata de las principales vías urbanas demandaría 2540.2 M€, como mínimo. Quedaría muy lejos de ser una medida coste-efectiva. Las mejoras en la velocidad no son lo suficientemente sensibles al desarrollo de la infraestructura vial en grandes áreas urbanas; el porqué: la demanda inducida. En tales aglomeraciones la provisión de desplazamientos en coche posee ligeros rendimientos decrecientes a escala. Cabe recordar que al discutir la relación entre la congestión y el desempeño económico de las metrópolis se expuso cómo el tamaño de la ciudad y los retrasos en los tiempos de viaje estaban conectados.

Sintetizando, la expansión de vías es una medida cortoplacista para menguar la congestión. Hay consenso en que ampliar la cobertura de la red o la capacidad viaria de las autopistas estimula progresivamente el tráfico. No sorprende que las medidas que abaratan el coste privado de la movilidad particular alienten un mayor uso y propiedad de los vehículos. La evidencia apunta a la paulatina erosión de su eficacia para reducir los tiempos de viaje. Decae a medio plazo hasta desaparecer en el largo¹²⁹. Aun cuando también inducen el volumen vehicular, ensanchar vías principales y secundarias podría ser positivo en ciertos casos, como cuando la congestión está generalizada; si no, solo las vías secundarias. Pero tendría que realizarse junto con un fortalecimiento de las alternativas de movilidad y ejecutando políticas de gestión de la demanda. Otra desventaja es que exigen fuertes inversiones, con costes más elevados en núcleos urbanos maduros debido al precio del m², las redes de servicios básicos y el patrimonio arquitectónico (Fageda y Flores-Fillol, 2018). A medio y largo plazo resultan ser ineficientes¹³⁰. ¿Su impacto distributivo? Lo recaudado a través de

¹²⁶ Estimaciones originales en USD. Tipo de cambio en 2018: 1 EUR = 1.1810 USD (Eurostat, 2022a). Los montos en cada caso son 6700 M\$, 550 M\$, 1450 M\$ y 3000 M\$.

¹²⁷ Señalan que, normalmente, en EE.UU. se destinan cerca de 127 011 M€ (150 000 M\$) al año para la construcción y el mantenimiento de vías.

¹²⁸ Optando por otro valor de referencia (el sugerido para autopistas interestatales, no principales vías urbanas) en uno de los parámetros (elasticidad precio de la demanda de veh-km), la estimación arroja que un incremento del 1 % en el stock de vías aumenta la velocidad de equilibrio en un 0.03 %. Se traduciría en un excedente del consumidor en torno a los 157.4 M€ (186 M\$) anuales.

¹²⁹ Ni los baipases ni los distintos tipos de nudos viarios serían la excepción, pues el alivio inmediato de los retrasos se irá diluyendo (Nugmanova et al., 2019; Jovanović y Atelšek, 2021). Sí ayudaría modificar determinadas intersecciones de semáforos por turbo rotondas (Bai et al., 2021); las intersecciones de flujo continuo, aunque también útiles, acarrear problemas de seguridad que deberían considerarse previamente para minimizar riesgos (Abdelrahman et al., 2020).

¹³⁰ La estructura político-administrativa de incentivos en la que están inmersos los tomadores de decisiones y los intereses de los agentes económicos vinculados al transporte (constructoras, contratistas y sindicatos) dificultan virar hacia alternativas más eficientes. La continuidad del problema se toma como prueba de que se escatimaron recursos, i.e., no se construyó lo suficiente. Véase Zipper (2021) para casos en EE.UU.

los distintos impuestos aplicados a los vehículos debería bastar para financiar las inversiones y el mantenimiento de la red¹³¹. Dependiendo de su diseño, la equidad de esos gravámenes será negativa, neutra o positiva. Mas al no ocuparse del uso efectivo que se hace de las unidades, la variación del monto de las cargas respecto al nivel de renta sería menos progresiva que la de tributos cuyo peso sí recaiga en el uso real (las personas con mayor renta conducen con más frecuencia). Ello es dentro de quienes cuentan con propiedad vehicular. Ahora, en caso de que lo recaudado vaya a un presupuesto general o no alcance, el impacto cambia. Si el gasto lo financian todos los contribuyentes, las expansiones viarias serán regresivas.

3.3.3 Restricciones por cantidades: RNM y ZBE

Entre las restricciones por cantidades las hay por número de matrícula (RNM) y por emisiones contaminantes (las ZBE). A diferencia de las últimas, esencialmente orientadas a mejorar la calidad del aire, las primeras también se han dirigido a reducir la congestión¹³². Si a un grupo de vehículos se le impide circular en un área durante tales días u horas, se esperarían resultados positivos. Como recogen Guerra et al. (2022) y Calatayud et al. (2021), la evidencia acerca de las RNM es mixta. La literatura evalúa más los efectos en las inmisiones que en la movilidad (distribución modal) y el tráfico (volumen, velocidad o tiempo de viaje), aunque guardan relación. La mayoría de los estudios sobre urbes chinas halla impactos positivos, entre los casos latinoamericanos¹³³ hay más nulos o negativos, otros encuentran efectos decrecientes en el tiempo. Por medio están el diseño de la política y factores contextuales (alternativas de transporte, facilidad de adquirir otro vehículo, firmeza en la aplicación de la norma, etc.). Al tratar las respuestas de los afectados se suele enfatizar la compra de otro coche a fin de esquivar la prohibición, mas ocurriría en un pequeño porcentaje de hogares. Hay cambios menos graves como desplazarse cuando o por donde no existe restricciones, un mayor uso de taxis o desacatar la disposición (Guerra et al., 2022).

Respecto al coste regulatorio privado, se ha estimado que el monto anual soportado por el conjunto de conductores afectados en Ciudad de México sería tan elevado (de 312.4 M€ a 471.5 M€)¹³⁴ que incluso si la medida reportara beneficios no sería eficiente (Blackman et al, 2018); con un importe menos abultado (de 217.6

¹³¹ Para la situación en España véase: <<https://www.economiadigital.es/ideas/peajes-quien-dijo-peajes.html>>.

¹³² Las restricciones según el número de placa (par, impar o específicos) son más comunes en Latinoamérica y Asia (China e India) que en Europa. En Ciudad de México, Santiago de Chile, Pekín y otras ciudades chinas, París, Atenas y Nueva Delhi el motivo fue medioambiental; mientras tanto, en São Paulo, Bogotá y otras ciudades colombianas, La Paz, Quito y Lima fue la congestión (Rivas et al., 2019). No todas siguen vigentes.

¹³³ Quito es un caso peculiar. Las concentraciones de CO disminuyeron en los horarios de la medida y lo mismo habría ocurrido con el flujo de vehículos. Parte de ese resultado estaría influido por la menor capacidad adquisitiva frente a sus pares de México y Colombia, lo que limita más el porcentaje de quienes pueden adquirir otro coche; la incertidumbre en torno a la renovación de la medida (se evalúa cada seis meses), lo cual generaría reparos entre los hogares que quisieran eludir la prohibición vía un nuevo auto; y el ahínco en hacer cumplir la ordenanza (Carrillo et al., 2016). Pero el reasignar recursos policiales a esas labores de monitoreo habría posibilitado un incremento de la criminalidad en los límites de la zona de restricción (Carrillo et al., 2018).

¹³⁴ Estimación original en MXN. Tipo de cambio en 2013: 1 EUR = 16.9641 MXN (Eurostat, 2022b).

M€ a 448.8 M€)¹³⁵, en Pekín los costes no superarían los beneficios (Blackman et al., 2020). Por otro lado, un análisis para Lima señala que por los cambios en los tiempos de viaje (la congestión empeoró a nivel agregado) el impacto en el bienestar habría sido negativo; y esto sin incluir pérdidas por el aumento de emisiones y el mayor consumo de combustible (Salgado y Mitnik, 2021). Así, las RNM son de eficacia incierta, además de que tenderían a ser ineficientes y regresivas (Nie, 2017).

Con relación a las ZBE, Bernardo et al. (2021) examinaron los cambios en el nivel de PM2.5 y la congestión durante el periodo 2008-2016 en las 130 áreas urbanas más pobladas de Europa. La contaminación decrece de forma persistente; mientras tanto, la congestión crece con más claridad desde el 2012, en consonancia con la economía. Una divergencia posibilitada por mejoras tecnológicas y la renovación del parque vehicular. Hubo 33 ciudades que implementaron una ZBE, aquellas con concentraciones más altas de partículas. La intervención redujo las inmisiones en el área definida (2.5-8.5 %); incluso benefició a zonas contiguas (1.8 %). Así, cuando la calidad del aire es muy mala, las ZBE ayudan en el corto y mediano plazo. Sin embargo, independientemente de aspectos del diseño (extensión y severidad en la veda) y de la gravedad del problema, no mitigan la congestión. De modo que su hipotético impacto inmediato sobre ella, al menos para la muestra, queda en entredicho.

Los resultados de la ZBE Madrid Central van en la misma dirección. Salas et al. (2021) encuentran que el nivel de NO₂ cayó de manera importante en la estación ubicada en la ZBE (23-34 %, unos 11 µg/m³); incluso las estaciones adyacentes registraron leves descensos (1.8 µg/m³), sugiriendo que la desviación del tráfico no habría sido tan usual. Tassinari (2022) halla evidencia de que el tráfico aumentó (4 %) en el conjunto de la ciudad. Pese a una variación media de un -8.7 % del volumen en la ZBE, el desvío hacia vías del área no restringida contrarrestó el impacto. Además, el efecto inicial menguó hasta desaparecer en el séptimo mes, influido por el anuncio de la suspensión de las multas por parte de la gestión entrante¹³⁶ y por la renovación de la flota –pero hubo cierto cambio modal hacia el transporte público en los desplazamientos dirigidos a la ZBE–. Repárese en que un mayor volumen de tráfico puede empeorar la congestión en vías con menor capacidad durante horas punta.

Ocupándose de los costes, las ZBE demandan fuertes gastos de instalación y funcionamiento que no pueden ser restituidos. De modo que el bienestar social generado es crucial para su evaluación. Modelizaciones para la propuesta de una ZBE en el centro de Estocolmo estiman que los costes sociales son casi diez veces mayores que los beneficios proyectados en salud, lo cual desaconsejaría su instauración (Börjesson et al., 2021). Asimismo, al supeditar la circulación a un criterio cuya satisfacción está

¹³⁵ Estimación original en RMB (CNY). Tipo de cambio en 2016: 1 EUR = 7.3522 CNY (Eurostat, 2022b).

¹³⁶ El anuncio habría motivado a la Comisión Europea a reanudar el expediente contra España, cuando a mayo del 2018 este parecía paralizado a raíz de los planes anunciados y acciones tomadas por las autoridades correspondientes (Planells y de Miguel, 2019). Sentencias de por medio, Madrid Central fue anulada y una nueva ordenanza dio lugar a Madrid 360, un proyecto de ZBE por anillos. Para más información véase: <<https://www.madrid360.es/medio-ambiente/zonas-de-bajas-emisiones/>>.

asociada a la capacidad económica, las ZBE expulsan a los conductores de vehículos más antiguos, aquellos con menor renta.

Entonces, la efectividad de las restricciones por cantidades ante la polución aérea será parcial debido a que, si lo hay, su impacto en la reducción de km recorridos o en la congestión es decreciente, inclusive contraproducente. Tal como con la expansión del espacio viario, eventualmente puede inducir la demanda (Bernardo et al., 2021). Por más de que se trate de vehículos menos contaminantes, la congestión ocasiona un desperdicio de combustible, ergo mayor polución que en un escenario con tránsito fluido. Adicionalmente, las medidas se dirigen a las EE, dejando de lado a las NEE, producidas hasta por los BEV y FCEV. Un informe de la OECD (2020) proyectó que en las próximas décadas las NEE serán las principales aportantes de PM producido por el transporte rodado, muy por encima de las EE. Previsible, dado el progresivo paso a un parque automotor que generará menos EE. He ahí que a mediano y largo plazo ambas intervenciones se tornen ineficaces. Su viabilidad legal tampoco está garantizada. Si la libre circulación y la actividad económica se restringen y distorsionan en demasía, los fallos asistirán a quienes las recurran. Asimismo, el carácter indiscriminado de las prohibiciones las hace ineficientes: no consideran el valor dado a desplazarse en movilidad privada; por ende, personas con gran necesidad de usar el vehículo y alta valoración del tiempo carecen de una alternativa funcional. Dichos casos engrosarían el coste regulatorio privado, lo cual no ocurriría con otro esquema. Si sortear esas regulaciones pasa por adquirir una unidad menos contaminante, su incidencia en la equidad será regresiva dentro del conjunto de conductores; y subsanarlo vía exenciones –¿cómo?, si no– erosionará la eficacia de la política (Fageda y Flores-Fillol, 2018).

2.3.3 Restricciones por precios: peajes urbanos de congestión

Por último, las restricciones por precios. Consisten en instaurar un peaje urbano, haciendo que se pague una tasa¹³⁷. Según su ámbito, el modelo puede ser de corredor, cordón o área (Raux, 2021; Clements et al., 2020). Y el cobro puede ser por cada paso (corredor y cordón), por día (todos) o por la distancia recorrida (corredor y área). Abordan directamente los atascos. Intentan reflejar el valor de la externalidad negativa que el tránsito de un vehículo adicional le impone a los demás cuando el flujo es inadecuado. El coste externo sería el mayor tiempo de viaje para conductores y pasajeros. Pérdidas de productividad por el desperdicio de recursos energéticos y el coste de oportunidad del tiempo. Otros costes recaen sobre la sociedad en general, como los daños por la polución aérea y el ruido. Así, si no todo, el mecanismo promovería internalizar al menos una parte del coste marginal social. Sin peaje, el coste privado de desplazarse en un vehículo particular se queda en el combustible consumido o en la tarifa del

¹³⁷ Una tasa no es igual que un impuesto. A grandes rasgos, los impuestos son generales y no implican la contraprestación de un bien o servicio por parte del Estado, sus fines son única o primordialmente recaudatorios. En cambio, las tasas son particulares y están vinculadas al recibimiento de un bien, uso de un servicio o a la realización de ciertas actividades (obedeciendo a razones extrafiscales, como para mitigar perjuicios públicos ambientales, de salud, etc.). Spitzer (2003, p. 364-365) ofrece una clasificación sencilla. Para una revisión de impuestos y tasas sobre el transporte en Europa consúltese el reporte de CE Delft (Schroten et al., 2019).

taxi o VTC. La tasa encarece el viaje, aflora su coste. Según su elasticidad¹³⁸, al aumentar el precio, la cantidad demandada se reducirá. Se modificarán horarios, habrá cambios modales o se cancelarán traslados. Esa adecuación a la oferta de espacio vial existente reducirá la congestión (Fageda y Flores-Fillol, 2018; Vassallo, 2021).

Dada la rareza de los peajes de congestión y la distinta tipología de los datos, no se dispone de estudios empíricos que analicen de manera uniforme múltiples casos¹³⁹ (Bernardo et al., 2021). Se han instaurado en Singapur [SGP] (1975), Durham¹⁴⁰ (2002), Londres [LDN] (2003), Estocolmo [STH] (2006), La Valeta¹⁴¹ (2007), Milán [MI] (2012), Gotemburgo [GBG] (2013), Palermo¹⁴² (2016), Bergen¹⁴³ (2016) y Oslo¹⁴⁴ (2017). En Nueva York y en Roma empezarán en el 2024. La Tabla 11 brinda una visión general de los casos más resaltantes [Mayores detalles en el Apéndice B]. Como se observa, el cobro de una tasa de congestión redujo el volumen del tráfico que ingresaba a la zona de cargo en un 12-31 % en el primer período de funcionamiento. Habría posibilitado velocidades promedio más rápidas; por ende, menores tiempos de viaje. Un estudio acerca de intervenciones para reducir el uso del coche en ciudades europeas concluyó que las tasas de congestión eran las más efectivas de 12 medidas¹⁴⁵, sobre todo porque al aplicarse en una zona su alcance es mayor frente al de las dirigidas a grupos específicos (Kuss y Nicholas, 2022). Bien podría añadirse a ese conjunto de acciones las expansiones viarias, cuyo efecto sobre el volumen del tráfico contrasta con el de las restricciones por precios [Tabla 12].

¹³⁸ Mide la relación entre variables: en cuántas unidades varía Y en función del cambio en una unidad de X. Cuando se habla de la elasticidad de la demanda, suele referirse a la sensibilidad de la cantidad demandada por los consumidores o usuarios ante un cambio en el precio. Ver Cowen y Tabarrok (2015, cap. 5).

¹³⁹ El reto es similar para las revisiones sistemáticas o metaanálisis, aunque depende de los criterios de inclusión. Por ejemplo, al limitarse a estudios sobre ciudades de la UE, con revisión por pares, evaluación ex post (no ex ante, como simulaciones), evidencia cuantitativa de la efectividad de la intervención y publicados después del 2010, apenas se contará con cuatro artículos acerca de cuatro ciudades (Kuss y Nicholas, 2022).

¹⁴⁰ Ver: <<https://www.durham.gov.uk/article/3437/Durham-Peninsula-charging-zone>>.

¹⁴¹ Consultar: <<https://secure.cva.gov.mt/>>.

¹⁴² Ir a: <<https://www.comune.palermo.it/polizia-municipale-ztl.php>>.

¹⁴³ El cargo existe desde 1986 –el primero de Noruega–, pero recién en el 2016 se convirtió en una tasa de congestión (Isaksen y Johansen, 2021). Revisar: <<https://ferde.no/en/toll-stations-and-prices/bergen>>.

¹⁴⁴ Si bien el cobro en Oslo data de 1990, los distintos peajes de cordón noruegos se introdujeron para financiar proyectos de infraestructura vial. Recién en los últimos años algunos han sido modificados para ser tasas de congestión (Aasness y Odeck, 2023). Como los de Bergen y Oslo (<<https://www.visitoslo.com/en/transport/by-car/toll-ring/https://ferde.no/en/toll-stations-and-prices/kristiansand>>), también es la situación del peaje en Kristiansand (<>). El de Trondheim es un caso peculiar, culminó en el 2005 tras 15 años de vigencia, pero se reintrodujo en 2010 como parte de un paquete ambiental (<<https://miliopakken.no/about>>) (POLIS, 2019).

¹⁴⁵ Listado no ordinal: tasa de congestión, cargo por estacionamientos en el centro laboral, zona de tráfico limitado, control de aparcamientos y del tráfico, servicios de movilidad para desplazamientos laborales, servicios de movilidad universitaria, plan integrado de coche compartido, planificación de desplazamientos laborales, planificación de desplazamientos escolares, planificación de desplazamientos universitarios, planificación personalizada de desplazamientos y app de competición basada en el uso de movilidad sostenible.

Tabla 11. Resumen comparativo de los principales casos de peajes de congestión

Caso	Modelo (Control)	Tarifas ^a	Resultados		Aspectos financieros ^b	Análisis coste-beneficio ^b
			Movilidad	Ambientales		
SGP	Cordón (RFID) ^c	Por paso Según vehículo, hora y vía: 0 a 6.89€	Volumen del tráfico: -31 % (ALS ^e , 1988); -15 % (ERP ^f , 1999)	-	Inversión (ERP): 107.4 M€ (1995) Ingresos brutos (2014): 90.3 M€	-
LDN	Área (ANPR) ^d	Por día General: 17.59 €	Volumen del tráfico: -18 % (2003); -39 % (2014) ^g Congestión: -30 % (2003); -8 % (2008)	Inmisiones (2000-2007) CO: -6 a -9 % NO: -20 % PM ₁₀ : -20 % NO ₂ : +14 a +17 %	Inversión: 257.1 M€ (2002) Recuperada en 3 años Ingresos netos (2019): 184.6 M€ (65.6 % de los brutos)	Beneficios sociales anuales (2003): 72.2 M€ Inversión recuperada en 3.5 años
STH	Cordón (ANPR)	Por paso Según hora y temporada (baja o alta): 1.03 a 3.29 € 1.03 a 4.23 €	Volumen del tráfico: -22 % (2006); -29.8 % (2011) Tiempos de viaje: -30 a -50 % en vías principales (2006)	Inmisiones (2004-2010) NO ₂ : -11 a -19 % PM ₁₀ : -12 a -14 %	Inversión: 205.4 M€ (2007) Recuperada en 3.3 años Ingresos netos (2019): 157.7 M€ (95.9 % de los brutos)	Beneficios sociales anuales (2007): 70.7 a 78.9 M€ Inversión recuperada en 2.6 a 3 años
MI	Cordón (ANPR, RFID)	Por día Según vehículo, la general: 7.50 € ^h	Volumen del tráfico: -31.1 % (2012); -37.6 % (2019)	Emisiones (2012) NO _x : -18 % NO ₂ : -25 % PM ₁₀ : -18 % CO ₂ : -35 %	Inversión: ~40 mil € (2011) sobre el sistema de Ecopass Recuperada en < 1 año Ingresos netos (2019): ~30 M€ (~87.5 % de los brutos)	Beneficios anuales por menor contaminación aérea (2015): ~29.2 M€
GBG	Cordón (ANPR)	Por paso Según hora: 0.85 a 2.07 €	Volumen del tráfico: -12 % (2013)	Inmisiones (2010-2017) NO _x : -17 % PM ₁₀ : -19 %	Inversión: 87.8 M€ (2013) Recuperada en 1.5 años Ingresos netos (2019): 81.2 M€ (89.8 % de los brutos)	Beneficios sociales anuales (2013): 23.1 M€ Inversión recuperada en 3.8 años

Notas: ^a Tipo de cambio anual en el 2022 para SGD, GBP y SEK (Eurostat, 2023). ^b Precios corrientes. ^c Identificación por radiofrecuencia. También se alude al sistema como comunicaciones de corto alcance por radiofrecuencia (DSRC, en inglés). ^d Reconocimiento automático de placas. ^e Esquema de licencia de área. ^f Tarifificación vial electrónica. ^g No atribuible solo al peaje. ^h Hasta el 29/10/2023 son 5 €, pero desde el 30/10/2023 aumentarán todas, siendo 7.50 € la estándar. Fuente: Elaboración propia a partir de LTA (2023a, 2023b), Phang y Toh (2004), Chin (2005), Singapore Parliament (2015), para SGP; TfL (s.f.-a, 2007, 2020b), LATC (2017), Kearns (2014), Green et al. (2020), GLA (2006), Mahon y Sloan (2008), Santos y Shaffer (2004), para LDN; Transportstyrelsen (2020a, 2023a, 2023b), Eliasson (2008, 2021), Eliasson et al. (2009), Börjesson et al. (2012), Simeonova et al. (2021), Börjesson y Kristoffersson (2014), para STH; Comune di Milano (2020, 2022a, 2022b, 2023d), AMAT (2013, 2022), Beria (2016), Gibson y Carnovale (2015), para MI; Transportstyrelsen (2020a, 2020b), Börjesson y Kristoffersson (2015), Antonsson y Gård (2019), West y Börjesson (2020), Börjesson y Kristoffersson (2018), para GBG; y Santos (2005), Lehe (2019), Raux (2021), Santos y Caranzo (2022), para varios.

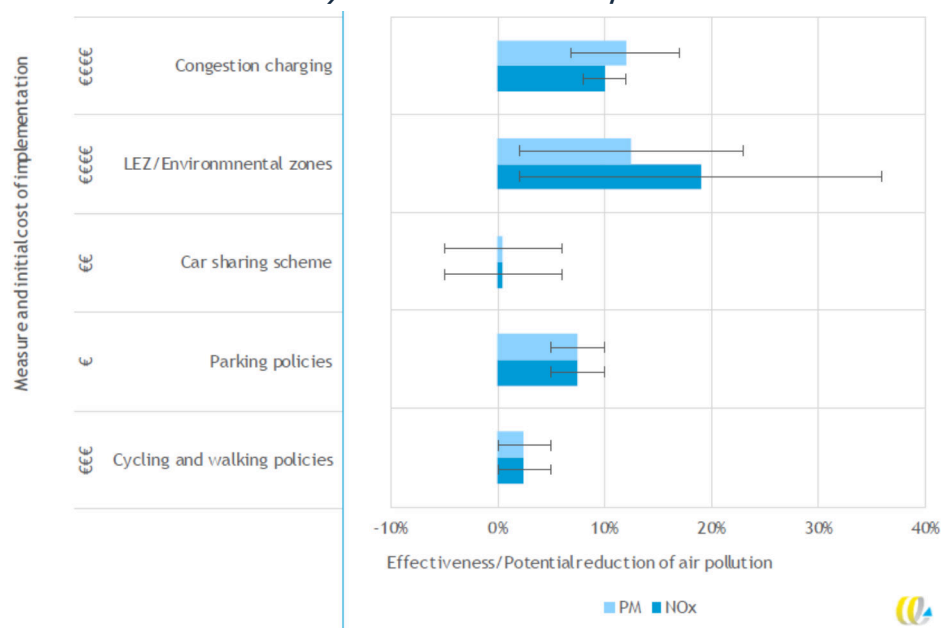
Tabla 12. Resumen de valores de elasticidad estimados de medidas contra la congestión

Elasticidad...	Valores estimados	Fuente
Expansión de vías	228 MSA de EE.UU. (1983-2003): +1.03 (autopistas interestatales, 20 años) +0.70 a +0.88 (ppal. vías urbanas, decenios)	Duranton y Turner (2011)
	16 regiones de España (1998-2006): +0.113 a +0.174 (autopistas, corto plazo) +0.267 a +0.305 (autopistas, largo plazo)	González y Marrero (2012)
	93 UEA de Japón (1990-2005): +1.238 a +1.335 (vías expresas nacionales)	Hsu y Zhang (2014)
	50 estados y D.C. en EE.UU. (1981-2015): +0.322 a +0.369 (autopistas, corto plazo) +0.892 a +1.063 (autopistas, largo plazo)	Hymel (2019)
	545 FUA de Europa (1985-2005): +1.206 (red de carreteras europeas, 20 años) +1.310 a +1.844 (idem, decenios)	García-López <i>et al.</i> (2022)
	del tráfico (veh-km o veh-mi) respecto a km o mi de carriles	
	103 CP de China (2011-2014): +0.993 (vías municipales urbanas)	Chen y Klaiber (2020)
	100 MSA de EE.UU. (1995-2008): +0.03 a + 0.09 (<i>stock</i> general de vías)	Couture <i>et al.</i> (2018)
	del tiempo de viaje respecto a km de carriles	
	260 segmentos de la red nacional de los Países Bajos (2013-2018): -0.609 (autopistas, 1 año después) -0.377 (autopistas, 6 años después)	Ossokina <i>et al.</i> (2022)
Restricciones por precios	Singapur: -0.15 (ALS, 1976) -0.12 a -0.35 (ERP, 1998)	Menon (2000)
	Londres (2003): -0.35 (todos los viajes) -0.55 (viajes sujetos a cobro)	Evans (2008)
	del n.º de autos ingresando a la ZCC ^a respecto a la tasa cobrada	
	Londres (2003): -1.32 (CGV sin los costes fijos) -2.10 (todos los CGV)	Santos y Shaffer (2004)
	del n.º de autos ingresando a la ZCC respecto al CGV ^b	
	Londres (2003): -2.02 (todos los viajes) -3.18 (viajes sujetos a cobro)	Evans (2008)
	del n.º de autos ingresando a la ZTL ^c respecto a la tasa de Ecopass	Croci y Ravazzi (2015)
Restricciones por precios	del n.º de vehículos cruzando el cordón por hora respecto al CMMV ^d (sin el coste del tiempo)	
	Estocolmo: -0.87 (2006); -1.24 (2014) Gotemburgo: -0.69 (2013); -0.52 (2015)	Börjesson y Kristoffersson (2018)

Notas: No se hallaron estimaciones de la elasticidad del volumen del tráfico en casos de restricciones por cantidades (ni para RNM ni para ZBE). ^a Zona de cobro por congestión. ^b Costes generales del viaje. ^c Zona de tráfico limitado. ^d Coste monetario medio del viaje. Fuente: Modificación de la Tabla 2 en Santos y Caranzo (2022, p. 6) sobre la elasticidad estimada en 4 estudios en torno a tasas de congestión y 1 de tasas de contaminación (Ecopass en Milán, ante la ausencia de cálculos para Area C).

Gracias a la disminución de la cantidad de vehículos circulando y al alivio de los atascos, en los casos de referencia hubo una consiguiente reducción del nivel de inmisiones [Tabla 11]. Y ya que el coste del viaje en movilidad privada se encare –lo cual desincentiva la realización de un conjunto de traslados en ese modo–, los peajes urbanos no dejan de lado a las NEE. La transición hacia un parque automotor menos contaminante es necesaria, no suficiente. ¿Mermaría la concentración de partículas en el aire y la congestión si todos los vehículos fueran «0 emisiones»? Las emisiones de CO₂ y de NO_x caerían en picada, no así las de partículas; indudablemente, los atascos se mostrarían sempiternos. CE Delft (Hoen et al., 2021) examinó el impacto de cinco políticas relacionadas con el transporte sobre la calidad del aire. Su reporte ubicó a los peajes de congestión como la segunda más efectiva para reducir las emisiones de PM y NO_x, solo por detrás de las ZBE [Figura 25]. Para las metrópolis en el Sur de Europa la disminución de los susodichos contaminantes se traduciría en una potencial reducción de entre 39 y 90.9 M€ en los costes sociales¹⁴⁶ por la polución aérea del transporte rodado [Tabla 13]. El límite máximo es menor que el de una ZBE (126.5 M€), pero ello es por estar acotado a solo una de las consecuencias negativas del tráfico vial.

Figura 25. Impacto potencial de cinco medidas relacionadas con el transporte sobre las emisiones de PM y NO_x en ciudades europeas



Fuente: Hoen et al. (2021, p. 4) de CE Delft.

¹⁴⁶ Alude a los costes sociales calculados en el reporte de CE Delft (de Bruyn y de Vries, 2020) –citado en la página 50–, pero promediados para las ciudades del sur.

Tabla 13. Estimaciones del impacto de medidas ligadas al transporte rodado en la polución aérea vinculada al tráfico viario en ciudades metropolitanas del Sur de Europa

	Valor de las reducciones de costes sociales (M€)	Cambio respecto al coste total (%)
Peaje de congestión	39 a 90.9	-1.1 a -2.6
ZBE	11.9 a 126.5	-0.3 a -3.7
Esquemas de coche compartido	Aprox. 27.2	-0.8
Políticas de estacionamientos	27.2 a 53.7	-0.8 a -1.6
Políticas de movilidad activa^b	0 a 27.2	-0 a -0.8

Notas: ^a De más de un millón de habitantes. ^b Traslados en bicicleta y a pie. Fuente: Hoen et al. (2021, p. 50) de CE Delft.

Las tasas de congestión son preferibles en términos económicos por los beneficios sociales asociados a la atenuación de las distintas externalidades negativas del tráfico rodado, no solo las de índole ambiental. Además, no existe parangón entre el tiempo de vida útil de un peaje y el de una ZBE. A diferencia de lo que ocurre con las ZBE, la eficacia de los peajes no tiene por qué tornarse decreciente a largo plazo, tal como enseñan las perfectibles experiencias de Estocolmo y Milán. Mantendrán su efecto siempre que las alternativas de movilidad sean viables y en tanto que los precios se actualicen para evitar la depreciación de la tarifa real por la inflación y los incrementos en los niveles de ingresos. Siguiendo a Santos y Caranzo (2022), podría objetarse que las tasas de congestión no son inmunes al fenómeno de la demanda inducida: habrá quienes conduzcan más o empiecen a hacerlo aprovechando las mejoras en los tiempos –léase menores costes generales del viaje–. Tal situación se contendría al establecer que el monto a abonar sea por la distancia recorrida, lo cual agrega vigor al (des)incentivo y supondría impactos positivos de mayor valor.

Los beneficios de la política dependen de distintos factores. Interactúan aspectos del diseño (modelo, cobro, tarifa, horario, zona de aplicación, los descuentos y exenciones) y las características de la ciudad (niveles de ingresos, la gravedad de la congestión, el sistema de transporte público, la distribución territorial de los centros de trabajo, el estado de la calidad del aire y las condiciones meteorológicas). Con todo, se trata de una intervención eficaz. Responden a la congestión y a la polución aérea.

Tanto la instalación de una ZBE como la de un peaje de congestión demandan una inversión considerable comparadas con otras intervenciones enfocadas en la movilidad urbana, aunque esas mismas son menos efectivas. Visto desde el lado financiero, un peaje es preferible porque el proyecto termina pagándose por sí solo. Una vez recuperado el gasto inicial se dispone de una mayor cantidad de recursos que podrían destinarse a partidas relativas al transporte, salud y medioambiente¹⁴⁷. Entonces, evaluaciones

¹⁴⁷ La brecha en la reducción de contaminantes entre las ZBE y los peajes podría acortarse (re)invirtiendo parte de los ingresos en la instalación de precipitadores electrostáticos (purificadores de aire) en las inmediaciones de puntos neurálgicos (p. ej.: guarderías, centros educativos, hospitales, residencias de mayores, parques infantiles, plazas, estacionamientos subterráneos, terminales de bus, túneles y avenidas principales). Hay trabajos que dan cuenta del potencial de dicha tecnología basada en la ionización positiva para la eliminación local de PM en garajes y zonas aledañas (un nivel de inmisión entre 10 % y 50 % menor) (Blocken et al., 2016) y a nivel de calle (hasta un 40 %) (Lauriks et al., 2021). Precisamente, el proyecto Lungs of the City en Eindhoven mostró la viabilidad técnica de la iniciativa para

guiadas por indicadores como el valor actual neto (VAN)¹⁴⁸, la tasa interna de retorno (TIR)¹⁴⁹ o la ratio de beneficios sobre costes (B/C)¹⁵⁰ previsiblemente recomendarían optar por un peaje urbano de congestión en vez de una ZBE. Sería menester dejarlo a los resultados de las evaluaciones debidas¹⁵¹.

Igual que con los beneficios, el excedente del consumidor (usuario de las vías) depende de la interacción de los ya mentados factores, así como de los aspectos que se decida observar. Por eso mismo los cálculos disponibles arrojan resultados discordantes: +12.7 M€¹⁵² en Londres (Santos y Schaffer, 2004), entre -30.1 M€ y +14 M€ en Estocolmo (Eliasson, 2009; Börjesson y Kristoffersson, 2014)¹⁵³ y -53.1 M€ en Gotemburgo¹⁵⁴ (West y Börjesson, 2020). En todo caso, la consecución de una distribución no dirigida de un recurso escaso hacia aquellos usos con mayor valor es lo que hace eficientes a las restricciones basadas en un sistema de precios. Quienes tengan una necesidad lo suficientemente imperiosa de desplazarse por la ciudad en movilidad privada durante horas punta lo podrán hacer con condiciones de tiempo más favorables por el desistimiento de otros con una menor disposición a pagar por el trayecto a realizar (Fageda y Flores-Fillol, 2018). No son prohibitivas, dan la opción de abonar por circular y de ajustar los patrones de desplazamiento a

mejorar la calidad del aire en entornos urbanos (ver: <<https://www.ens-cleanair.com/en/projects/lungs-of-the-city/>>). Otros equipos usan filtros combinados (combi filter), añaden una capa de carbón activado para absorber NO₂ y O₃ (ver: <<https://airfiltration.mann-hummel.com/en/products/outdoor-air-purifiers.html>>). Los del proyecto (de la calle) Neckartor en Stuttgart tendrían una eficacia de separación promedio de 80 % para NO₂ y PM₁₀ y de 50 % para PM_{2.5}; las inmisiones en el área disminuyeron 7.5 % en NO₂, 6.2 % en PM₁₀, 5.7 % en PM_{2.5} y 9.8 % en O₃ al emplear aquellos con carbón activado, superando a los filtros solo de partículas, salvo en PM₁₀ (Müller y Warth, 2020; Bächler et al., 2021). Incluso, la capacidad purificadora de la tecnología hace idóneo su acoplamiento al sistema de ventilación de infraestructuras como baipases. Hong Kong inauguró uno así en 2019. Desde el Highways Department hongkonés se declaró que reduciría de manera importante las inmisiones de PM y NO₂ del tráfico en el túnel (ver: <<https://www.camfil.com/en-ie/insights/sustainability/hong-kong-tunnel-case>>). Si el peaje quiere verse como pagar por contaminar, el dinero sirve para contrarrestar esas emisiones. La inversión se supeditaría a los resultados de un estudio piloto, así se sabría cuál equipo ofrece el mejor desempeño en puntos con altos niveles de polución o de especial interés, analizar la coste-efectividad del proyecto y si es adecuado escalarlo o no.

¹⁴⁸ «Valor actual de los flujos de beneficios netos de un proyecto público», según el Institut Català d'Avaluació de Polítiques Públiques [Ivàlua] (Raya y Moreno Torres, 2013, p. 48). La Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal [AIReF] (de Rus et al., 2020) apunta que puede ser financiero o social, así como positivo o negativo. Una evaluación financiera se ciñe al balance monetario del proyecto, para lo cual estima un VAN financiero (VANF). En cambio, con una mirada más amplia, la evaluación económica da cuenta del impacto en el bienestar a través del VAN social (VANS), se ocupa de beneficios y costes sociales. Son más que una mera resta. Además de su alcance, la distinción se debe a que el VANF y el VANS no necesariamente coinciden. Un proyecto puede ser rentable en términos financieros, pero no sociales y viceversa.

¹⁴⁹ «Tasa de rentabilidad que iguala a cero el valor actualizado neto del programa» (Raya y Moreno Torres, 2013, p. 49).

¹⁵⁰ «Cociente entre los beneficios y los costes de un programa público, ambos debidamente actualizados» (Raya y Moreno Torres, 2013, p. 49).

¹⁵¹ Revítese Jiménez-Mausbach y Vila (2021) sobre la importancia de que las intervenciones estatales se basen en la evidencia y cuenten con los análisis necesarios; casos de países donde la evaluación de políticas públicas está institucionalizada; y la situación en Cataluña y propuestas de reforma en su ámbito de acción.

¹⁵² Santos y Schaffer (2004) estimaron en 180 M€ los beneficios anuales para los usuarios. Restando el monto recaudo en el año financiero 2003/2004 por el cobro de la tasa (115.6 M€) y las penalidades impuestas (55.6 M€) (Greater London Authority [GLA], 2004), el excedente habría sido de 8.8 M€. Aplicando el tipo de cambio en 2003, 1 GBP = 1.4451 EUR (Eurostat, 2022d), se llega a los 12.7 M€.

¹⁵³ Börjesson y Kristoffersson (2014) incluyen el ahorro de tiempo fuera de la zona de cobro, la variación intraindividual en el valor del tiempo de viaje y la reducción de los retrasos de horarios; Eliasson (2009) no.

¹⁵⁴ Como se explica en el Apéndice B, el principal motivo detrás de la instauración de la tasa en Gotemburgo fue la necesidad de recaudar fondos para proyectos de infraestructura con el gobierno nacional. La congestión no era problemática. De ahí que los beneficios no compensen los costes afrontados por conductores y pasajeros.

otros horarios. La nueva asignación del espacio vial –emergida de miles de decisiones voluntarias y descentralizadas– tendría la facultad de incrementar el output económico de la ciudad. Optimizaría la vinculación entre habilidades y oportunidades en el mercado laboral, con lo cual impulsaría la productividad reportando beneficios de aglomeración como los provistos por proyectos de infraestructura (Perkins et al., 2018). Por ejemplo, el peaje de congestión en Estocolmo tendría efectos positivos en el mercado laboral por valor de 62 M€ anuales (Anderstig et al., 2016).

La última consideración es la equidad. Primero, el pago recae en quienes tienen vehículo(s), cuyos ingresos promedio superan a los de las personas sin uno. Debido al mayor uso del coche entre las personas de rentas más altas, en términos absolutos (la cantidad de dinero) el pago guardará una relación directa con el nivel de ingresos (a más ingresos, mayor el monto pagado). Sin embargo, en términos relativos (la cantidad como porcentaje de los ingresos) la relación será inversa (a más ingresos, menor el porcentaje destinado al pago) (Eliasson, 2016). Así, en general, su impacto distributivo se acercaría al de los impuestos al consumo (Eliasson, 2021). Estos son regresivos cuando la elasticidad del consumo respecto a los ingresos es menor a 1. Ya que el uso del vehículo privado no crece a proporción con los ingresos (1:1), los pagos por gravámenes asociados serán regresivos en términos relativos, aunque sea un poco (Eliasson, 2016). Eliasson et al. (2018) investigaron la incidencia en la equidad de un hipotético impuesto por km recorrido en toda Suecia, pero centrándose en las pérdidas de bienestar, vistas desde el excedente del consumidor¹⁵⁵. Hallaron que en términos relativos el impacto era progresivo casi a lo largo de la distribución de ingresos (octiles 2 a 7), es decir, las pérdidas de bienestar variaban en relación directa con el nivel de ingresos promedio de los grupos. No obstante, la relación era inversa en los extremos (octiles 1 y 8). Por eso, el índice de Suits¹⁵⁶ del impuesto era de -0.05¹⁵⁷ (-0.03 en grandes urbes). Apenas regresivo, pues las pérdidas relativas eran un 0.05 % mayores para los conductores más pobres en comparación con los más ricos¹⁵⁸. Mas si bien las

¹⁵⁵ Incluyen el coste monetario para quienes continúan manejando sin cambio alguno y las pérdidas de bienestar de quienes sí modifican su conducta. Al buscar analizar solo la distribución de las pérdidas, no incorporan ganancias de bienestar por mejoras en los tiempos de viaje ni por la reducción de la contaminación aérea y acústica. Además, es antes del uso de los ingresos recaudados (como para transferencias entre conductores). Definieron una tarifa de 0.147 SEK/km, equivalente a 0.016 €/km [Tipo de cambio en 2011: 1 SEK = 0.1107 EUR (Eurostat, 2022e)]. La cantidad pagada y el nivel de ingresos disponibles (ingresos después de impuestos y beneficios sociales) son los anuales.

¹⁵⁶ Junto con el de Kakwani (1977), el de Suits (1977) es uno de los índices comúnmente usados para evaluar y comparar la incidencia de distintos gravámenes en la equidad. Aunque el de Stroup (2005) está menos difundido, su metodología ofrece una medida más precisa y confiable que los otros dos. Stroup y Hubbard (2013) ilustran cómo los primeros yerran en reflejar conceptos tradicionales de progresividad fiscal, por lo cual sus estimaciones pierden fiabilidad conforme la progresividad del impuesto aumenta.

¹⁵⁷ El índice de Suits oscila entre -1 (extremadamente regresivo) y +1 (extremadamente progresivo). Si es 0 indica una proporcionalidad transversal a los grupos de ingresos (sean cuartiles, quintiles, sextiles, etc.), neutralidad característica de los impuestos de tipo único o planos. El valor refleja la diferencia de la incidencia distributiva relativa entre el grupo con el nivel de ingresos promedio más bajo y aquel con el más alto. Ilustrándolo, si el pago de un impuesto o tasa absorbe el 15 % de los ingresos del grupo de menor renta (p. ej., el decil 1) y el 5 % de los ingresos del de mayor renta (decil 10), el valor del índice será -0.10. Comunica que, en promedio, los más pobres destinan un 10 % más de sus ingresos al pago del tributo que los más ricos.

¹⁵⁸ Entre las personas del octil 1 las pérdidas representaban el 0.47 % de sus ingresos; entre las del 8, el 0.42 %

diferencias intergrupales serían pequeñas en promedio, las intragrupalas pueden ser sustantivas (antes de contar ganancias).

La literatura plantea un trade-off: a mayor eficiencia, menor equidad y viceversa. Pero con el diseño y la ejecución apropiados un esquema puede ser eficiente sin ser regresivo (Fageda y Flores-Fillol, 2018). Los paliativos vía descuentos y exenciones son habituales, pero no aconsejables [Revisar el Apéndice B]. Su concesión debilita o anula los (des)incentivos. Hay mejores herramientas para suavizar e incluso revertir el impacto sin erosionar la eficiencia.

Un primer paso es que el modelo sea de área y con cargo por la distancia recorrida en ella. No solo sería más eficaz y eficiente, sino que ahonda en la relación entre ingresos y consumo. Modelizaciones de distintos esquemas sustentan que la tasa por distancia constituye un escenario menos oneroso para colectivos vulnerables que uno de área con licencia diaria o uno de cordón (Bonsall y Kelly, 2005). La Tabla 14 contiene estimaciones del índice de Suits de tasas de congestión y de un impuesto por km recorridos. Una tarifa plana o variable por hora cuya validez sea diaria o por el paso bajo un pórtico tendería a ser menos equitativa porque no captará adecuadamente ese mayor uso que hacen las personas con rentas más altas. Hasta podría verse como si el sistema les condonase a quienes tienen mayores ingresos una parte más generosa del resarcimiento por las externalidades negativas producidas.

Tabla 14. Equidad distributiva de tributos asociados al uso del vehículo privado

Tributo [Existente/Hipotético]	Modelo de peaje (cobro)	Índice de Suits	Fuente
[H] Impuesto por km recorridos (grandes urbes de Suecia)^a	No aplica	-0.03 ^b	Eliasson <i>et al.</i> (2018)
[E] Tasa de congestión de Estocolmo (Suecia)	Cordón (por paso)	-0.09 ^c	Eliasson (2016)
[H] Tasa de congestión de Helsinki (Finlandia)	Área (por distancia recorrida)	-0.09 ^c	
[E] Tasa de congestión de Gotemburgo (Suecia)	Cordón (por paso)	-0.13 ^c	
[H] Tasa de congestión de Lyon (Francia)	Cordón (por día)	-0.16 ^c	

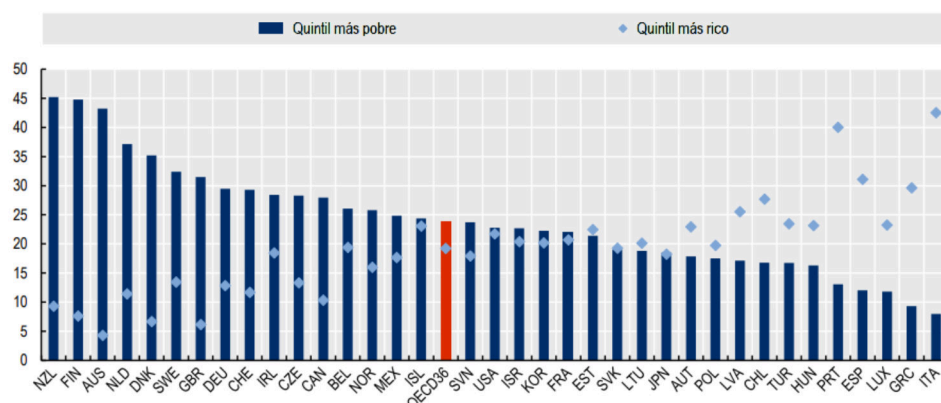
Notas: ^a Áreas urbanas correspondientes a las regiones metropolitanas de Estocolmo, Gotemburgo y Malmö; además de aquellas áreas donde el municipio principal tiene al menos 60 000 habitantes. ^b Pérdidas de bienestar relativas al nivel de ingresos disponibles. ^c Pago relativo al nivel de ingresos. Fuente: Elaboración propia.

Es previsible que lo anterior no garantizaría que nadie con una situación económica precaria encare una carga desmesurada respecto a sus ingresos. Frecuentemente se cuestiona la incidencia redistributiva de sistemas fiscales atendiendo solo al componente recaudatorio (la progresividad impositiva; la estructura tributaria, peso de los impuestos a la renta y de los impuestos al consumo; y los tipos que se aplican), pero la desigualdad final también depende del gasto (prestaciones sociales y transferencias). Detrás del énfasis en dar más peso a los impuestos indirectos hay una razón de eficiencia en atención a sus efectos dinámicos: distorsionarían menos la actividad económica (decisiones sobre inversiones y consumo con consecuencias en la generación de

empleo). Tanto por el alcance de este informe como por la ambigüedad de resultados en los estudios existentes no se ahondará en detalles. Se menciona para trazar un símil. Las tasas de congestión o la tarificación vial se comportan como un impuesto indirecto porque la tasa no varía según el nivel de ingresos. Pretender asemejarla a uno directo no reportará los mismos beneficios (pérdida de eficiencia) y significaría acercar su propósito a un afán recaudatorio (menor aceptabilidad pública).

¿Cómo mejorar la equidad de la política? El segundo paso será hacer un buen uso de los ingresos, i.e., el componente del gasto. Para el caso de Estocolmo, Eliasson y Mattsson (2006) muestran que destinar los recursos a mejorar el servicio de transporte público sería más provechoso para las personas con bajos ingresos; en cambio, rebajas generales de impuestos lo sería más para las de altos ingresos. Similarmente, Eliasson et al., (2018) observaron que redistribuir lo recaudado vía transferencias uniformes revertiría fuertemente la regresividad del índice de Suits y reforzaba la progresividad existente en los octiles intermedios al disminuir las pérdidas de bienestar. Lección obtenida: es más oportuno combinar inversiones generales (p. ej., plasmadas en mejoras al transporte público) y transferencias focalizadas en los percentiles con menores ingresos (o los más perjudicados). Precisamente, el Banco de España (2022) recomienda que la incidencia distributiva de la fiscalidad energético-ambiental se atienda a través del impuesto sobre la renta de las personas físicas (IRPF) mediante transferencias sujetas al nivel de renta. Las transferencias directas tienen bajos costes administrativos y basta con una fracción pequeña de las ganancias para conseguir un resultado progresivo (Gago et al., 2021). Vale recordar que, como muestra la Figura 26, para efectos de equidad no se trata solo de cuánto se transfiere, sino de cómo y a quiénes. En España se distribuye regresivamente¹⁵⁹. El 20 % de los hogares más pobres recibe menos del 15 % de las ayudas públicas; el 20 % de los hogares más ricos, sobre el 30 % (OECD, 2022).

Figura 26. Porcentaje del total de transferencias en efectivo entre personas en edad de trabajar, antes de la COVID-19 y de la crisis del coste de vida



Notas: Personas de 18 a 65 años, datos del 2017 o el último año previo a la pandemia de COVID-19. Comprende todas las transferencias sociales públicas en efectivo a nivel de hogar, incluyendo cualquier pensión de vejez. Los grupos de ingresos se refieren a los ingresos disponibles. Todos los ingresos fueron ajustados según el tamaño del hogar. Versión original en inglés. La traducción es propia. Fuente: OECD (2022, p. 8).

¹⁵⁹ Tómese como muestra lo ocurrido con las medidas de apoyo ante la crisis energética y el repunte de la inflación (García Miralles, 2023; Martínez et al., 2023; Almunia et al., 2023).

Las preocupaciones sobre el impacto distributivo suelen centrarse en la equidad vertical o intergrupar (quienes tienen más deben pagar más), pero también hay discusiones sobre la equidad horizontal o intragrupal (quienes tienen lo mismo deben pagar lo mismo). Las transferencias vinculadas al nivel de renta atajan la primera, pero no la segunda (Pizer y Sexton, 2019; Manville y Goldman, 2017). Piénsese en dos personas pertenecientes al decil más bajo cuyos ingresos y distancia entre su hogar y centro laboral son iguales. Por cuestiones de horarios, el transporte público queda descartado como alternativa para desplazarse al trabajo. Si una hace un uso más intensivo del coche –tiene un familiar con movilidad reducida–, el peaje consumirá un mayor porcentaje de sus ingresos. No obstante, las dos reciben una transferencia por la misma suma. La equidad vertical se torna positiva, no la horizontal. Esa desigualdad refleja el mayor uso del coche, no es infundada; la cuestión es si, en casos como ese, se puede hacer algo más. Para acortarla se requerirían transferencias en función del uso o establecer que, en cierto grado, los pagos de quienes se ubican en los deciles más bajos sean deducibles del IRPF. La pérdida de eficiencia dependerá de la generosidad del monto o descuento y de si se mantiene constante en el tiempo. Ya sea un «cheque verde» o una deducción en la declaración de la renta, lo importante es que no ocurra en sincronía con el uso (tarifas reducidas) para preservar la fuerza de los desincentivos.

Como Chronopoulos (2012), habrá quienes vean en los peajes una propuesta «neoliberal»¹⁶⁰ donde la movilidad es un asunto de capacidad adquisitiva y no un derecho¹⁶¹. Mejorarían los tiempos de viaje para los más adinerados al expulsar vía precios a los conductores con menos recursos. Aunque afectara a pocas personas de bajos ingresos, se sostiene que recaería sobre una cantidad mayor de las ubicadas en el medio de la distribución. Y es que detrás estaría la motivación de «restaurar un privilegio de clase a las élites» (Chronopoulos, 2012, p. 190).

Bien, nótese que toda alusión sutil o explícita a que las tasas de congestión u otras formas de tarificación vial equivalen a conculcar la libertad de circulación o el «derecho a la movilidad» incurre en tres errores. Primero, toma la parte por el todo, pues el vehículo privado no es la única forma de desplazarse. Segundo, entraña que la asignación de bienes a través del sistema de precios es menos idónea que otras alternativas (no mencionadas) para balancear eficiencia y equidad. Tercero, olvida que la contracara de las libertades son las responsabilidades y que la de los derechos

¹⁶⁰ Pese a su casi ubicua presencia en la academia, la política y los medios de comunicación, el término sigue siendo impreciso, cuando no un burdo espantapájaros con una marcada connotación negativa. Sobre su uso (y abuso), revítese Hartwich (2009), Boas y Gans-Morse (2009), Venugopal (2015) y Vallier (2021).

¹⁶¹ Quizás se intenta aludir al derecho a la libertad de circulación, pues ni la DUDH ni el Derecho de la UE incluyen un derecho a la movilidad. Tampoco lo recoge el Derecho de España. Asíumase que se lo reconociera como tal. En su caso, por el lado positivo, el Estado tendría la obligación de proveer los medios para su ejercicio (transporte público); por el negativo, estaría obligado a velar por que no se impida su ejercicio (transporte privado). Ahora, el ejercicio de los derechos no es irrestricto, se regulan y admiten límites para que no se vulneren los derechos de otras personas. Justamente, los peajes son restricciones (proporcionadas) para minimizar los perjuicios que un modo de movilidad elegido con libertad genera sobre los derechos de los demás. Sería como cuestionar que las aseguradoras de salud puedan cobrarles primas mayores a los fumadores –las que podrían disuadir el consumo de tabaco, reduciendo el humo insano al que exponen al resto en espacios públicos abiertos–. No se les obliga a fumar ni a contratar un seguro privado. Igual con la movilidad.

son los deberes. Debido a cuestiones sociodemográficas habrá más conductores que pertenezcan a los estratos entre los extremos. Igual que los impuestos directos e indirectos recaen sobre un mayor número de contribuyentes en el medio. Si la inquietud es esa, convendría rebajar impuestos –con una paralela reducción equivalente del gasto público, por supuesto–. Además, los peajes son progresivos en términos absolutos; mientras que su regresividad en términos relativos puede evitarse o revertirse a través del diseño y el uso de los recursos generados (Eliasson, 2016; Eliasson et al., 2018). Hasta cabe sopesar cuán necesario es revertir la (ligera) inequidad resultante cuando se debe al pago por los perjuicios que uno impone a los demás. Siendo parte de la fiscalidad energético-ambiental, los impuestos y tasas del transporte funcionan como correcciones de precios para que el coste del viaje refleje los costes sociales de sus externalidades negativas. El impuesto sobre hidrocarburos también tiene una regresividad relativa, ¿se elimina? No. La ausencia de impuestos y tasas entraña una movilidad privada socialmente subsidiada (Eliasson, 2021). Con la misma suspicacia de los críticos se diría que la oposición a los peajes buscaría reafirmar privilegios de grupo a los conductores: congestionar y contaminar con tranquilidad. Intentos de conservar la privatización de beneficios y la socialización de pérdidas.

Manville y Goldman (2017) desarrollan una refutación teórica y empírica a las objeciones que se escudan en la incidencia regresiva de los peajes de congestión. ¿Por qué tendría que permanecer «gratuito» el uso de la red viaria para los vehículos particulares solo porque un pequeño porcentaje de los conductores yacen bajo o bordean la línea de pobreza? Ni siquiera los víveres de la canasta básica de alimentos son «gratuitos». Y no es porque la producción y provisión recaiga en agentes privados. Hay mejores formas de atender la precariedad económica. Una red viaria libre de cargos no solo es ineficiente, sino que además es doblemente regresiva. Entre los conductores beneficia más a los de mayores ingresos (¿equidad vertical?); entre la población, la contaminación aérea y acústica perjudica más a los integrantes de hogares con menores ingresos, que ya de por sí presentan problemas de salud con más frecuencia. Se sobreestima el impacto negativo de actuar instaurando un peaje de congestión, pero se subestima el de permitir los atascos, la mala calidad del aire, la mayor emisión de GEI (¿equidad intergeneracional?) y el ruido. Notorio sesgo de status quo¹⁶².

Mediante un contrafáctico, Manville y Goldman (2017) ilustran muy bien el desafío para los opositores a la medida. Imagine una circunscripción donde la tarificación se aplica a toda la red viaria. Una serie de asociaciones impulsan la derogación de la normativa que la permite. Tal acción libraría a los conductores pobres de una carga (la suma a pagar), pero le impondría otras a la sociedad (la acentuación de las externalidades negativas). Con el peaje de congestión todas las personas respiran un aire menos contaminado y disfrutan de mejoras en los servicios de transporte y sanidad –siendo los pobres y vulnerables los mayores beneficiarios–. Además, los conductores pobres obtienen tiempos de viaje más cortos y una compensación (transferencia

¹⁶² Consultar: <<https://thedecisionlab.com/biases/status-quo-bias>>.

monetaria). Por el contrario, sin peaje desaparecerán esos beneficios y compensaciones. Y los pocos pobres que se beneficien serán adultos con los suficientes recursos como para conducir; mientras que la polución aérea es más dañina para las personas vulnerables (embarazadas, infantes, ancianas e inmunodeprimidas) y de economía más precaria. Semejante propuesta (¿antineoliberal?) levantaría suspicacia y escrutinio, así como llamados a la prudencia. Pero como la realidad es la inversa, ocurre lo contrario. Quizás a los detractores les preocupa más la aplicación de precios¹⁶³ que el impacto sobre los pobres.

Friedrich von Hayek (1945) hizo una exposición magistral de que un sistema de precios no solo responde a la cuestión de cómo asignar recursos, sino que también atiende a la no menos importante de cómo asegurar el mejor uso posible de ellos. Dos caras de la misma moneda. Bajo un sistema de precios, al agregarse sus decisiones, las personas determinan por sí solas la configuración de la asignación: quién obtiene qué y cuánto. Toman esas decisiones de acuerdo con la información que poseen, sus preferencias y circunstancias. Hace posible conseguir un resultado socialmente eficiente. Esta forma de planificación descentralizada, dispersa y autónoma se llama competencia¹⁶⁴. Hay que considerar que «un precio es una señal envuelta en un incentivo» (Cowen y Tabarrok, 2015, p. 120). Indiscutiblemente, respecto al asunto tratado, el mecanismo incentiva cambios conductuales sobre cómo desplazarse; si se continúa usando el vehículo particular, cuándo y cuánto. El precio señala la escasez del espacio en un momento dado y el coste social de las externalidades derivadas de la movilidad privada. No es necesario que corresponda a la cantidad exacta¹⁶⁵ para que dé buenos resultados. Como cada decisión arrojará un monto distinto, se realizarían aquellas opciones menos negativas para los demás, pues representarían un menor coste privado para el usuario. Variará en función del valor que cada conductor le adjudique al tiempo y su disposición a pagar, claro. Mas por sí mismo contribuye a alinear el interés particular (reducir gastos) con el interés colectivo (menos congestión y contaminación). Así, la tasa se sirve de la aversión a la pérdida¹⁶⁶ en pro de ganancias de bienestar. Cooperación social coordinada de forma impersonal mediante un mecanismo de precios¹⁶⁷. El

¹⁶³ Entre unos habría un interés personal, el cobro les afectaría. Para otros, la razón iría por la privatización de las vías o porque les parece que la medida no dista de pagar por saltarse la cola y lo estiman moralmente cuestionable. Vanoutrive (2017) va en esa línea. Básicamente, ese segundo grupo se opone a la mercantilización de determinados bienes y servicios. Al respecto, consúltese Brennan y Jaworski (2022 [2015], cap. 20 [17]).

¹⁶⁴ Valga explicitar la ironía de recurrir a *The Use of Knowledge in Society* –trabajo dentro del debate sobre el cálculo económico en el socialismo– para alegar por un peaje. Diríjase al Apéndice C para entender el porqué.

¹⁶⁵ Establecer tarifas iguales al coste marginal social es prácticamente imposible. Habría que calcular con exactitud el valor del perjuicio que cada vehículo extra circulando le impone al resto de usuarios de las vías (los que van en unidades privadas y los que van en bus) y a la sociedad. Demandaría conocer en tiempo real cuántos vehículos y usuarios hay en la red vial, cuántos han dejado de circular, cuántos empiezan a hacerlo, etc. Ante dicha imposibilidad se opta por establecer un(os) precio(s) que comuniquen(n) por lo menos una parte del coste social. Lo crucial es la señal de precios, sin que ello justifique tasas ineficientemente bajas.

¹⁶⁶ Revisar: <<https://thedecisionlab.com/biases/loss-aversion>>.

¹⁶⁷ Hay que precisar, no obstante, que no es un sistema de precios de mercado. Ni en el esquema de tarifa plana ni en el de variación horaria el precio surge de la libre interacción entre la oferta y la demanda. Por el contrario, se fijan de antemano por una institución pública, esto es, por el Estado. Tampoco sería un sistema de precios de mercado si dependiera de la empresa privada ganadora de una concesión, eso sería un monopolio (natural). Podría decirse que como su función consiste en corregir la incompletud de costes de viaje subpreciados algún rol he tener el Estado, quíerose o no. Grosso modo, sí. Al lidiar con externalidades negativas ortodoxamente se recurre a respuestas Estado-céntricas,

inconveniente con tarifas diferenciadas por nivel de renta es que distorsionan las señales y, por ende, alteran los (des)incentivos. Ocasionan pérdidas de eficiencia.

Recapitulando, las restricciones por precios son la mejor alternativa para dar respuesta a la congestión y a la contaminación generada por el transporte rodado en las ciudades. Su eficacia no decae a largo plazo en el mismo sentido que lo hacen las expansiones viarias y las restricciones por cantidades. Cuentan con una mayor eficiencia. Por un lado, permiten una asignación del espacio vial más próxima a la económicamente óptima, pues el uso se ajusta a aquellos fines por los que los usuarios están más dispuestos a pagar, presumiblemente, esos de alto valor. Por otro lado, generan ingresos; recuperando lo invertido tras unos cuantos años. Y los beneficios financieros pueden destinarse a distintos fines. A manera de ejemplo, piénsese en los siguientes cinco. (1) Mejorar el servicio de transporte público en virtud de que la movilidad en vehículo privado emplea más m² por ocupante y contribuye a ralentizar el tránsito de los buses, prolongando la duración del viaje para sus pasajeros. (2) Instalar semáforos inteligentes para gestionar el tráfico en tiempo real¹⁶⁸. (3) Reforzar el sistema sanitario para monitorear y tratar las morbilidades asociadas a la contaminación aérea y acústica generada por los vehículos. (4) Invertir en estrategias de reducción de la concentración de contaminantes en el aire para prevenir y mitigar sus consecuencias sobre la salud. (5) Dar mantenimiento a la red viaria ante el desgaste que le ocasionan a su superficie las unidades motorizadas.

Sumando las potenciales ganancias indirectas del gasto en los cinco fines con las ganancias obtenidas de manera directa (menores tiempos de viaje, emisiones y ruido), resultaría que los beneficios en el bienestar social excederían la suma de los costes de instalación y mantenimiento del peaje y de los costes para los consumidores. En cuanto a la equidad distributiva, aun cuando la frecuencia de los desplazamientos en movilidad privada aumenta junto con el nivel de renta, los posibles ligeros impactos regresivos podrían revertirse a través de transferencias monetarias o deducciones fiscales focalizadas en el quintil de menor renta. Financiado con los mismos recursos del peaje, además. La eficacia, eficiencia y equidad de la política se incrementaría si es el esquema de pago es por la distancia recorrida. Contextos donde la única problemática es la congestión harían más viables esquemas donde tras cubrir los costes del sistema solo una parte de lo ingresado va a (1), (2) y (5), siendo devuelta la diferencia; o contablemente neutros, que redistribuirían entre los usuarios la totalidad de las utilidades netas al término del año fiscal. Entonces, ¿por qué no instaurar un peaje urbano?

intervenciones públicas como prohibiciones, regulaciones o fiscalidad pigouviana (los peajes de congestión lo son). Sin embargo, un enfoque heterodoxo es acudir al libre mercado, mecanismos basados en derechos de propiedad, la comerciabilidad y el sistema de precios. Está anclado en el teorema de [Ronald] Coase. El teorema sostiene que en escenarios con derechos de propiedad bien definidos y costes de transacción lo suficientemente bajos, las partes interesadas podrán concretar acuerdos privados que mejoren el bienestar social (equilibrio eficiente); mejoras susceptibles de producirse a pesar de cómo estén adjudicados los derechos en el punto de partida (Coase, 1960). Una propuesta más alineada con el libre mercado consistiría en un sistema de bonos de kilometraje en movilidad privada [Véase el Apéndice D].

¹⁶⁸ Ver Ajuntament de Barcelona (2022d, p. 345) y <<https://motor.elpais.com/tecnologia/alemania-ya-prueba-los-semaforos-inteligentes/>>.

2.4 Economía política de los peajes de congestión y las zonas de bajas emisiones

Una última consideración es la viabilidad política o aceptabilidad pública de las restricciones. Fageda et al. (2022) desarrollan un análisis de la economía política de los peajes y de las ZBE: cómo afectan las medidas a grupos de la población y cuál era el consecuente respaldo social esperado. A grandes trazos, ambas intervenciones tendrían efectos parecidos sobre el bienestar de no-conductores, exconductores y conductores restantes; el peso poblacional –por ende, electoral– de cada grupo facilitaría la formación de una mayoría a favor de las políticas, siendo mejores las expectativas del peaje tras constatarse su eficacia y el buen uso de los ingresos. Otra posibilidad es combinar ambas restricciones, como ocurre en Londres, Estocolmo, Milán y Palermo. Mejor aún si rigen con distinciones horarias. Barcelona está inmersa en un contexto que la lleva en esa dirección. No puede prescindir de su ZBE –la Ley 7/2021 lo manda– y, a su vez, esta no ha sido suficiente para cumplir la Directiva 2008/50/EC ni responde a la congestión. Complementarla con un peaje parece evidente.

La Tabla 15 explica que los ganadores absolutos de las restricciones por precios integran la abrumadora mayoría que no recurre al vehículo privado para sus desplazamientos, se trata de quienes usan el transporte público u optan por la movilidad activa. Reciben prácticamente todos los beneficios sin coste alguno. Los exconductores resultan afectados al tener que dejar de usar el coche o la moto, pero también pueden disfrutar de casi todas las ganancias del esquema. Dependiendo de a cuánto ascienda la tarifa –aumenta el coste medio del viaje y, por tanto, lo ahorrado– y de cuán bien se inviertan los recursos, su situación será mejor o peor. A los conductores restantes podría atribuírseles un bienestar inferior al escenario sin peaje. Pero variará en función de la gravedad de la congestión y de la polución. Mientras más adversa la situación existente, mayor el valor de los beneficios. Una observación válida repararía en que la disposición a pagar sugiere una valoración del desplazamiento en vehículo privado y durante tal horario que supera los costes, justifica el pago. Bajo tales supuestos, su situación también es mejor que antes. Así, los partidarios del peaje serían más numerosos que los opositores (Fageda et al., 2022). Pero tampoco puede darse por sentado.

Tabla 15. Efectos del peaje por periodos horarios sobre los grupos poblacionales

Grupo poblacional	Peaje de congestión	
	Beneficios	Costes
N-C^a	Menor tiempo de viaje en bus, mejor calidad del aire y menor ruido	Ninguno
ExC^b en horas valle	Beneficios por el gasto de los ingresos (p. ej., mejoras en el servicio de buses)	Diferencia entre el valor de desplazarse en vehículo privado y el de hacerlo en transporte público o movilidad activa
ExC^b en horas punta	Menor tiempo de viaje, mejor calidad del aire y menor ruido Diferencia entre el pago de la tasa en hora punta y el de la hora valle Si califica, transferencias o deducciones a cuenta de los ingresos	Pago de la tasa en hora valle Diferencia entre el valor de desplazarse en horas punta y el de hacerlo en horas valle
CR^c en horas valle	Menor tiempo de viaje, mejor calidad del aire y menor ruido	Pago de la tasa en hora valle
CR^c en horas punta	Si califica, transferencias o deducciones a cuenta de los ingresos	Pago de la tasa en hora punta

Notas: ^a No-conductores. ^b Exconductores. ^c Conductores restantes. Fuente: Elaboración propia a partir de Fageda et al. (2022).

Por otro lado, como describe la Tabla 16, una ZBE cuya severidad se amolde a los periodos de demanda afectará a un menor conjunto de conductores con vehículos que no cumplen los estándares. Hace que un porcentaje de los exconductores en horas punta reprogramen sus traslados a horas valle en vez de impedirles circular todo el día. En cambio, los que manejan vehículos altamente contaminantes no podrían usarlos ni en horas valle. Todos los grupos se beneficiarían de la reducción de emisiones. Y es esperable que los tiempos de viaje se acorten ligeramente durante las horas punta, lo cual también beneficiaría un poco a los usuarios de las redes de buses. Como con el peaje, se conseguiría una opinión mayoritaria favorable a la ZBE. Combinar ambas medidas ayudaría a sortear problemas de aceptabilidad pública. Una opción sería fijar criterios para una ZBE diaria menos drástica y aplicar la tasa de congestión solo en horas punta (Fageda et al., 2022). Por supuesto, reducirá la eficacia y eficiencia.

Tabla 16. Efectos de la ZBE por periodos horarios sobre los grupos poblacionales

Grupo poblacional	Zona de Bajas Emisiones	
	Beneficios	Costes
N-C^a	Mejor calidad del aire, menor ruido y menor tiempo de viaje en bus durante horas punta	Ninguno
ExC^b en horas valle		Diferencia entre el valor de desplazarse en vehículo privado y el de hacerlo en transporte público o movilidad activa
ExC^b en horas punta	Mejor calidad del aire y menor ruido Poder seguir circulando, al menos en horas valle	Diferencia entre el valor de desplazarse en horas punta y el de hacerlo en horas valle
CR^c en horas valle	Mejor calidad del aire y menor ruido	Ninguno
CR^c en horas punta	Mejor calidad del aire, menor ruido y menor tiempo de viaje	

Notas: ^a No-conductores. ^b Exconductores. ^c Conductores restantes. Fuente: Elaboración propia a partir de Fageda et al. (2022).

3. Conclusiones

Los vehículos motorizados son una herramienta sumamente útil en el día a día de mucha gente, en el funcionamiento de la sociedad y la economía. Sin embargo, un uso relativamente extenso del vehículo privado puede tornarse problemático. Este informe ha dado cuenta de cómo el desajuste entre la cantidad de espacio vial disponible (oferta) y la requerida por los vehículos circulando (demanda) ocasiona que las vías se saturen y el tránsito se ralentice, dilatando la duración del viaje. Una pérdida de tiempo. Los usuarios de la red vial, incluyendo a los pasajeros de buses, «subsidian» entre todos con el valor de su tiempo el uso del vehículo privado ante costes de viaje incompletos y subpreciados para quienes van en coche o en moto. Aplacar el problema pasa por canalizar la demanda de desplazamientos hacia aquellos modos que hacen un uso más eficiente del espacio. Es decir, virar el foco del coche y las motos a los buses y bicicletas. Una política urbana y de movilidad centrada en conductores de vehículos particulares antes que en pasajeros del transporte colectivo, ciclistas y peatones es una forma de privatización de los beneficios y socialización de las pérdidas. Así, con relación a los objetivos específicos trazados, se llega a las conclusiones expuestas a continuación.

(1) El transporte rodado tiene onerosas externalidades negativas, siendo la congestión una que exacerba a las otras. No es solo que se pierdan minutos u horas; los desajustes en los horarios fuerzan a individuos y empresas a reordenar y reprogramar actividades ya planificadas. Al prolongarse la duración de los viajes, los motores consumen más recursos (improductivamente); en el caso de los convencionales queman más combustible. Incrementa las emisiones contaminantes, tanto de GEI (vinculados a la IPU e ICU) como de las que deterioran la calidad del aire (NO₂, PM, BC, etc.). Y los atascos también aumentan el ruido en las calles. Ambos tipos de contaminación (aérea y acústica) se traducen en gastos personales, sanitarios y laborales. En definitiva, las externalidades negativas del tráfico viario, agravadas por la congestión, representan multimillonarios costes que no asumen directamente los responsables, sino que se pagan indirectamente de forma colectiva. No es impreciso señalar que la movilidad en vehículo privado está socialmente subsidiada.

(2) La contaminación aérea y acústica afectan a las personas. De acuerdo con los estudios de cohortes, guías oficiales, revisiones sistemáticas y metaanálisis consultados, la exposición a la TRAP está asociada a una serie de efectos negativos de distinta índole: respiratorios (función pulmonar deteriorada, asma, rinitis alérgica, EPOC, cáncer de pulmón), cardiovasculares (hipertensión, enfermedad coronaria, infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca), obstétricos (restricción del crecimiento fetal, preeclampsia, parto prematuro, bajo peso al nacer), neurocognitivos (menor desarrollo cognitivo, maduración cerebral más lenta, problemas de memoria y concentración) y psicológicos (trastornos mentales comunes); además de mortalidad por todas las causas. Por su parte, la exposición a la contaminación acústica está asociada a la enfermedad coronaria y molestia intensa al

ruido. En Barcelona, la morbilidad (asma infantil, cáncer de pulmón, molestia al ruido, etc.) y la mortalidad (natural por todas las causas y por enfermedad coronaria) atribuibles a la TRAP y al ruido viario podrían reducirse si se lograra disminuir los niveles de contaminación aérea y acústica.

(3) El incumplimiento de los valores límite europeos de calidad del aire tiene consecuencias legales y hasta económicas para España, cuyo Gobierno podría trasladar una parte o el íntegro de una multa millonaria a la Generalitat o al Ajuntament, esto es, a sus contribuyentes. Omitiendo los dos primeros años de la pandemia, con circulaciones viarias (veh-km) menores a la regular, en la zona de calidad del aire de Barcelona –abarcadora de varios municipios del AMB– las concentraciones anuales de NO₂ en las estaciones de tráfico excedieron el límite fijado en la Directiva 2008/50/EC desde su entrada en vigor. Por eso, junto a lo sucedido en otras zonas urbanas, el TJUE falló contra España en diciembre pasado. Proceso por el periodo 2010-2018, mas en el 2019 y 2022 se reincidió en la falta. La Comisión Europea debe estar a la expectativa de lo que hagan las autoridades para definir un plazo de adecuación al fallo antes de una segunda denuncia potencialmente sujeta a una sanción económica. Urge actuar con vista a la ley, a la revisión propuesta por la Comisión y a los nuevos baremos de la OMS.

(4) Las medidas desplegadas por el Ajuntament contra la polución han sido insuficientes para cumplir la normativa comunitaria. Las ayudas a la compra de vehículos menos contaminantes son inadecuadas por su coste-efectividad, equidad y acaparabilidad; si se insiste tendrían que focalizarse. Se vio con una iniciativa de la Generalitat, mas el consistorio las ha brindado antes. La redistribución del espacio viario como herramienta de desinducción del tráfico es útil dependiendo del dónde, cómo y cuánto. Las SPM y el UT deben replantearse para evitar que propicien y reubiquen atascos. Modos de movilidad como la bicicleta o el transporte público tienen la obligación de ser alternativas viables al coche y la moto. Poco favor hace que las ciclovías carezcan de separaciones físicas para dar protección, que falten líneas de bus con la conurbación metropolitana y hacia espacios como los polígonos industriales o que las velocidades comerciales sean bajas. Aunque mitiga la contaminación, la ZBE Rondes no basta. Tampoco se ajusta a los principios de buena regulación de idoneidad, necesidad y proporcionalidad, como sentenció el TSJC. La actualización de la ordenanza intenta paliar el peso sobre los conductores vulnerables, pero a costa de su eficacia. Inconvenientes ausentes en otro tipo de restricciones que sí permitiría reducir la congestión.

(5) Por su eficacia, eficiencia y equidad, el mejor tipo de política contra la congestión de los tres revisados son las restricciones por precios. Las expansiones viarias, pese a servir bajo ciertas condiciones en determinados casos (ensanchar vías secundarias), son una respuesta cortoplacista; la inducción de la demanda las hace ineficaces a medio y largo plazo. Sumando su alto coste, ineficientes. Favorecen más a los segmentos con mayor renta. De financiarlas todos los contribuyentes, serán regresivas. Las restricciones por cantidades, usadas más contra la polución, tienen

una eficacia ambigua en el corto plazo que luego decae por la compra de nuevos vehículos. Se esperaría menos tráfico, pero pueden crear y reubicar atascos fuera del área de aplicación, posibilitando el incremento de emisiones. Al ser prohibiciones indiscriminadas, son ineficientes. Como sortearlas está ligado al nivel de renta también son regresivas, insalvable sin perder eficacia. Las restricciones por precios son más eficaces, actúan sobre costes subpreciados y su efecto se mantiene. En vez de prohibiciones ciegas, supeditan la circulación a un pago. Junto con que los ingresos generados cubren los costes de instalación del peaje tras unos años, resultan muy eficientes. Gracias al diseño del esquema y a esos recursos su incidencia distributiva es capaz de resultar progresiva, un porcentaje se destinaría a transferencias focalizadas en los conductores del quintil más bajo de renta y el resto podría reinvertirse en partidas que multipliquen los beneficios sociales de la política.

(6) Bien diseñadas, medidas como las ZBE, los peajes de congestión o una combinación de ambas pueden conseguir una mayoría social a su favor. Hay similitudes en su impacto sobre no-conductores, exconductores y conductores restantes, aunque los peajes reportarían ganancias de bienestar más grandes. Un peaje con variaciones horarias canaliza con más eficiencia la demanda de viajes en vehículo particular; además, los beneficios directos e indirectos de los que gozarían los conductores tienen el potencial de compensar los costes que afrontarían. Y la inmensa mayoría de quienes se desplazan en bus, bicicleta o a pie son los principales favorecidos. Mientras tanto, una ZBE, cuya rigidez se adecua a los periodos de demanda, permite que vehículos antes prohibidos de circular durante casi todo el día puedan hacerlo en ciertos horarios. Gana un poco de aceptabilidad, pero sacrifica eficacia. Tampoco hay tantos beneficios para el resto de grupos como con el peaje. La combinación de los dos tipos de restricciones podría ser una opción para balancear eficacia y respaldo.

Dichas conclusiones están ligadas a las características de la movilidad en Barcelona. La movilidad en vehículo privado (turismos, motos, furgonetas y camiones) constituye cerca del 23 % de todos los desplazamientos en la ciudad (internos y de conexión) durante un día laboral. Tiene destinado el 85 % de los carriles, frente al 7 % para buses y 8 % para bicis. Únicamente entre turismos, motocicletas, taxis y ciclomotores se ronda el 80 % del parque circulante. La ocupación media calculada de los coches circulando en la ciudad es de 1.21 personas; en el AMB, aprox. el 54 % de los desplazamientos se harían con apenas un ocupante y el 30 % solo con dos. Además, en torno al 54 % de los viajes en coche son de índole personal (compras, ocio, paseos, etc.), no laboral; en motos, el 37 %. Considerando las emisiones por distancia recorrida y ocupación media (g/km/persona), las del coche o la moto superan el doble de las que produce un bus. El principal motivo dado a por qué optar por movilizarse en coche o moto es la comodidad, próximo al 40 %. Comodidad obtenida a expensas de la incomodidad y salud del resto. Y el uso del vehículo privado aumenta en conformidad con el nivel de ingresos. En definitiva, un uso ineficiente del espacio vial, cuya gratuidad es regresiva y perjudica a los demás usuarios de la red y a la sociedad en general.

Por todo lo anterior, existe una imperiosa necesidad de instaurar un peaje urbano de circulación en Barcelona y en una parte de su área metropolitana para contrarrestar las externalidades del transporte rodado, en especial la congestión y la polución del aire. Las acciones ya ejecutadas deben acompañarse de un mecanismo que señalice los costes de las externalidades negativas que el uso del vehículo particular impone a los demás. De lo contrario, las medidas para fomentar cambios modales no explotarán todo su potencial. Introducir un peaje frustra la continuidad de la tragedia de los comunes. Con el esquema, el común (las vías) pasa a funcionar como un bien privado, sin que sea sinónimo de que su provisión recaerá en una empresa privada [Véase el Apéndice E]. El Ajuntament u otra institución pública podría encargarse de la administración y operación.

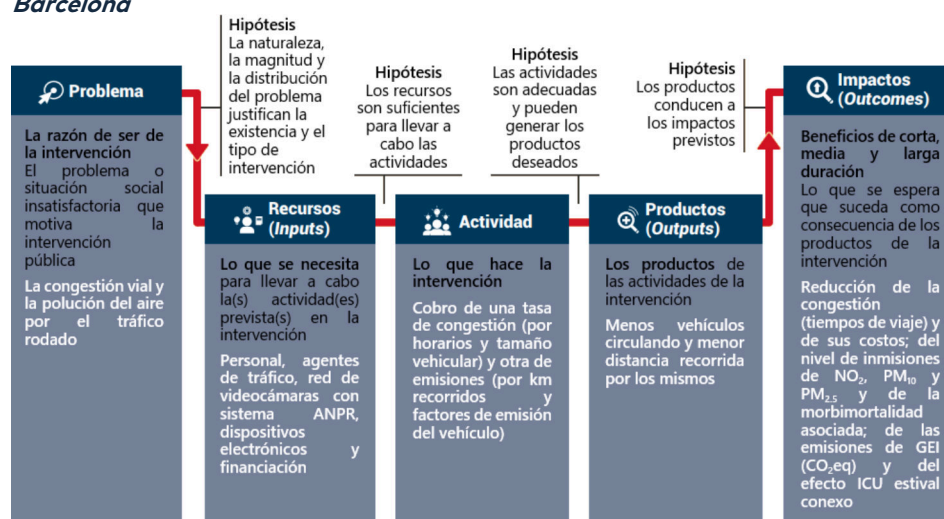
A pesar de que este trabajo ha procurado comunicar y organizar la evidencia en torno al problema, tiene al menos tres limitaciones. Carece de un análisis propio que modelice los potenciales resultados de un peaje en Barcelona. Circunscribe las alternativas de política a tres tipos, pese a alusiones secundarias. Y aunque ofrece una aproximación a los casos de peajes de congestión al sintetizar los estudios disponibles, la ausencia de evaluaciones homogéneas y conjuntas en la literatura es un inconveniente. Con todo, se espera que el documento pueda informar un mejor diseño de políticas públicas para reducir el problema de la congestión y polución urbanas. En el siguiente apartado, se desarrollan las recomendaciones técnicas para el diseño del peaje en Barcelona.

4. Recomendaciones

4.1 Peaje urbano de circulación de Barcelona (PUCB)

A partir de lo discutido y de lo aprendiendo de las experiencias de los cinco casos revisados, se recomienda instaurar un peaje urbano de circulación con tarificación dinámica compuesto por una tasa de congestión y una tasa de emisiones. La Figura 27 muestra la teoría del cambio de la intervención propuesta.

Figura 27. Cadena lógica (teoría del cambio) del Peatge urbà de circulació de Barcelona



Fuente: Modificación de la figura en Ivàlua (2020, p. 2) para adecuarla a la propuesta de peaje.

El PUCB se plantea como respuesta a la congestión y a la contaminación del aire por el tráfico rodado en la ciudad. Fija como población diana –la afectada por la problemática– a los usuarios de la red de buses de transporte público, a quienes usan el vehículo privado para sus desplazamientos, ciclistas, viandantes; residentes y transeúntes en general. La ejecución de la política requiere de personal para el centro de monitoreo, agentes de tráfico, una red de videocámaras con sistema ANPR, dispositivos electrónicos y presupuesto. Los tres primeros son recursos que ya se emplean en el funcionamiento de la ZBE Rondes, por lo que el financiamiento necesario será menor que si se empezara desde cero. La intervención consiste en cobrar una tasa de congestión acorde con el tamaño vehicular y el horario de circulación y una tasa de emisiones acorde con los factores de emisión (NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}) del vehículo y los km recorridos. Exigir un pago por circular en vehículos motorizados comunicaría parte de los costes sociales de las externalidades negativas del transporte rodado. Corrige el estado actual de costes privados de viaje subpreciosos. Ante el aumento (sinceramiento) del precio, la cantidad demandada de desplazamientos en vehículo particular disminuiría. El cuánto de eso dependerá de la elasticidad precio-demanda de los conductores. Como producto de las tasas habría menos vehículos circulando y los que continúen haciéndolo no solo dejarían de

concentrarse tanto en las horas punta, sino que también recorrerían un menor número de km. En cuanto a sus impactos, el peaje daría paso a un tráfico más fluido (menores tiempos de viaje) y que permitiría ahorrar recursos energéticos. Junto con la disminución de los atascos y de los veh-km, las emisiones (EE y NEE) del transporte rodado se reducirían. Así, mitigaría la congestión, la concentración de contaminantes en el aire y la cantidad de GEI sobre la ciudad. Indirectamente, también mermaría el ruido viario. En consecuencia, se esperarían efectos positivos sobre la velocidad comercial de la red de buses, los ingresos del transporte público, la actividad económica en el área, la morbilidad cardiorrespiratoria (p. ej., enfermedad coronaria, asma, cáncer de pulmón, etc.) y la brecha entre la temperatura media estival del centro de la ciudad y la de zonas suburbanas o rurales circundantes.

Antes de detallar las características del esquema propuesto deben hacerse dos precisiones. Primero, como ya se ha mencionado en el documento, la ZBE no se anularía. La legislación vigente las hace obligatorias para los municipios con más de 50 000 habitantes (art. 14.3.a. Ley 7/2021, de 20 de mayo). Tendrían que coexistir, lo cual no quita que se modifique la ordenanza de la ZBE para dar primacía al peaje, tal como se sugiere más adelante.

Segundo, se ha venido empleado indistintamente peaje y tasa para referirse a las restricciones por precios. En adelante, tomado como guía al artículo 1 de la Directiva 2011/76/UE¹⁶⁹, se entenderá por peaje al esquema de restricciones por precios a la circulación de vehículos motorizados basado en la tipología de la unidad y compuesto de una o más tasas. El importe específico a pagar por él se denominará monto del peaje o monto total. Una tasa será el tributo establecido por los costes externos del uso y/o por el uso de la infraestructura. Los precios de las tasas serán las tarifas. Y se aludirá al importe específico a pagar por cada tasa como monto por la tasa de [...] o monto subtotal por [...]. Sin más, ahora el diseño.

4.1.1 Objetivos

El esquema planteado tiene dos objetivos: reducir la congestión y mejorar la calidad del aire en la ciudad de Barcelona.

4.1.2 Ámbito geográfico, vigencia y modelo

La política se aplicaría sobre el área de la actual ZBE Rondes de Barcelona (aprox. 95 km²) [Figura 28], pero las tasas podrían diferir en su alcance dentro de ese espacio. Como se ha visto, la polución aérea generada por el tráfico no afecta solo a la capital catalana. De hecho, el proceso que terminó con el TJUE fallando contra España se refería a la zona urbana de Barcelona, correspondiente a la zona de calidad del aire ES0901 y que incluye a varios municipios. Por eso, aun cuando el espacio de la ZBE quede muy lejos de abarcar una buena parte de la susodicha zona de

¹⁶⁹ Normativa que modifica la Directiva 1999/62/CE, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras.

calidad del aire, se estima adecuado que el peaje no se circunscriba únicamente al municipio central.

Funcionaría en días laborables de lunes a viernes desde las 06:30 hasta las 20:30. La vigencia de las tasas podría variar dentro de ese horario. El peaje sería un modelo de área, la tasa de congestión se vincularía a los horarios durante los que se circula y la tasa de emisiones se asociaría con la distancia recorrida. La ZBE solo haría efectivo su carácter prohibitivo durante las horas punta de la mañana (07:30-08:30) y de la tarde-noche (17:30-18:30), el resto del día se levantarían sus vetos.

Figura 28. Área de aplicación de la ZBE Rondes de Barcelona



Fuente: Benavides (2017).

4.1.3 Tasas y tarifas

El PUCB se compondría de una tasa de congestión y una tasa de emisiones. A su vez, el importe a pagar por cada una es el producto de dos factores. En conjunto, comparado con un modelo de cordón o de licencia de área donde un solo pago es válido para todo el día, que el monto total del peaje dependa de los horarios durante los que se circula y de la distancia recorrida apuntaría a neutralizar el sesgo cognitivo de la falacia del coste hundido¹⁷⁰, pues desincentivaría que para compensar el dinero invertido en la compra del vehículo y de lo que deberá abonarse por circular se busque hacer la mayor cantidad posible de desplazamientos en dicho modo, aun cuando ello implique más costes para uno (combustible y tiempo perdido en el tráfico) y para el resto (emisiones, congestión y ruido).

Se recomienda que el ámbito de aplicación y horario de vigencia de las tasas sean iguales, pues facilitaría el control y sería más eficaz. Aun cuando la de congestión pudiese limitarse al municipio de Barcelona, las cámaras de la ZBE se aprovecharían mejor si los

¹⁷⁰ Ver: <<https://thedecisionlab.com/biases/the-sunk-cost-fallacy>>.

espacios coinciden. Ya que ambas tasas se cargarían por circular en el área de la ZBE, comprenderá a los vehículos que ingresan, a los que salen y a los que se mueven solo en el interior.

4.1.3.1. Tasa de congestión

Las tarifas de la tasa de congestión variarían según horarios y de acuerdo con la categoría de tamaño vehicular. En cuanto a la diferenciación horaria se asemejaría a la tarificación de los peajes de Singapur, Estocolmo y Gotemburgo; en contraposición con lo estático de los esquemas de Londres y Milán, cuyas tarifas no cambian con el paso de las horas y son válidas para todo el día. Aunque la variabilidad aportaría dinamismo, distarían de ser precios dinámicos propiamente dichos¹⁷¹, porque no cambiarían dependiendo del tráfico existente. Buscando reducir la arbitrariedad, las tarifas horarias se establecerían en consonancia con el nivel de congestión. Habría que definir un nivel de congestión de referencia (NCR)¹⁷², a modo de generar razones entre el NCR y los niveles de congestión en el día. La equivalencia al nivel de congestión de referencia (ENCR) serviría para calcular cuánto pagaría un vehículo (según su tamaño) por circular durante un horario, siendo conveniente que se trate de intervalos de 30 minutos, puesto que, comparado con unos de 1 h, reflejarían mejor las fluctuaciones del tráfico. Para obtener las tarifas, primero se determinaría un precio de referencia (PR)¹⁷³, cantidad a cobrarse al vehículo de referencia (VR) por circular durante un horario cuyo nivel de congestión es exactamente el NCR. EL PR también debería basarse en criterios técnicos, pero –como ya se ha señalado– no es indispensable que sea igual al coste marginal social. Incluso uno bajo y subjetivo ayudaría a mitigar la congestión.

Por otro lado, una SYM Symphony 125, un SEAT Mii y un Toyota Highlander, por dar unos ejemplos, son de diferentes dimensiones. Compararlos con furgonetas, limusinas, autocares y camiones hace más notorio el problema de tarifas indiferentes al tamaño vehicular. De ahí que considerarlo haría más justa, eficaz y eficiente a la tasa. La conexión con el precio se daría a través del vehículo de referencia, usando razones. Idealmente, se vincularía al área (m²) que cada uno ocupa, conociéndola a partir de sus medidas (ancho x longitud). O podría depender solo de la longitud (mm). Las equivalencias al tamaño del vehículo de referencia (ETVR) se estimarían de manera individual (para cada modelo) o por categorías (sea por m² o mm de longitud). Ahora, precisiones de esa índole demandarían un mayor esfuerzo. Requeriría que el sistema a usar calcule el área que ocupa cada modelo de vehículo o al menos que disponga de los datos de longitud. No es imposible, pero ciertamente torna más complejo al proceso¹⁷⁴.

¹⁷¹ Un ejemplo de tarificación dinámica y óptima se halla en Genser y Kouvelas (2022).

¹⁷² La definición debería seguir criterios técnicos.

¹⁷³ Van Essen et al. (2020a, pp. 103-120) y Schröder et al. (2023) ofrecen una metodología para estimar los costes de la congestión vial urbana.

¹⁷⁴ Supóngase que el peaje se sirva del sistema global de navegación por satélite de smartphones y, como respaldo, de un sistema de cámaras con reconocimiento automático de matrículas. Además, que se ejecute por medio de una aplicación móvil. Haciendo necesario registrar el número de placa del vehículo a usar se conocería el modelo de moto, turismo, furgoneta, etc. y sus dimensiones, si es que la DGT también cuenta con esa información. Para arrojar las dimensiones, ETVR y las tarifas para el vehículo en particular, el software requeriría de antemano datos como los de la DGT –el sistema de la ZBE Rondes ya emplea una base de datos de la DGT–. Si la Dirección careciera de ellos, habrían de

Si aquello no resultase ser un obstáculo y se optara por equivalencias menos meticulosas, podrían formarse grupos a partir de la longitud. En la UE los vehículos se clasifican de acuerdo con los estándares de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas [CEPE] (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7), pero no son categorías que se rijan por las dimensiones, sino por aspectos como la cilindrada del motor, la velocidad máxima, número de plazas, peso, etc. Así, las categorías (L, M, N, O, T, R, S y G) y sus subdivisiones no dependen de la longitud o el ancho¹⁷⁵. Otra categorización, basada en un documento de 1999 de la entonces Comisión de Comunidades Europeas sobre un caso de competencia (Case No COMP/M.1406 – Hyundai / KIA), alude al tamaño del vehículo, pero es únicamente para turismos¹⁷⁶ y solo nombra a los segmentos (A, B, C, D, E, F, J, M y S)¹⁷⁷, no especifica medidas. Simplificando, se tendrían vehículos muy pequeños, pequeños, medianos, grandes y muy grandes. Emularía la clasificación del ERP de Singapur. Así, fijando rangos de longitud y al pequeño como VR, las categorías podrían ser como las de la Tabla 18.

Tabla 18. Categorización y equivalencia de los vehículos según su tamaño

	Categoría	Longitud (mm)	Ejemplos genéricos ^a	ETVR ^b
MP	Vehículos muy pequeños	< 2300	Motos	0.5
P	Vehículos pequeños ^c	2300-4100	Coches urbanos	1
M	Vehículos medianos	4101-5600	Furgonetas	1.5
G	Vehículos grandes	5601-9000	Autocares	2.25
MG	Vehículos muy grandes	> 9000	Tráileres	3.25

Notas: ^a Para conocer las dimensiones de ciertos modelos de turismos con el fin de categorizarlos consúltese: <<https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/guia-medidas-coches-segmento/>>. ^b Equivalencia al tamaño del vehículo de referencia. ^c Podría separarse a los microcoches, añadiendo otra categoría (longitud: 2301-3000 mm) con una ETVR = 0.75 o incluso 0.60. Fuente: Elaboración propia.

Definiendo como NCR a uno del 15 %¹⁷⁸ –aquel en el que los recorridos duran un 15 % más que en condiciones de tránsito fluido–, generando horarios de 30 min y fijando al PR en 0.40 €, con niveles de congestión iguales a los del 2019¹⁷⁹ las tarifas serían las de la Tabla 20 [Descripción del cálculo en el Apéndice F]. He de subrayarse que el cargo sería por cada horario durante el cual se circula. No es que si se circula desde las 07:55 hasta las 08:25 deba pagarse solo lo correspondiente al de 07:30 a 08:00. En cuanto a los límites, los intervalos de 30 min no se superponen. Por ejemplo, que un horario sea de 07:30 a 08:00 y el siguiente de 08:00 a

conseguirse por otras vías (p.ej., consultando a los fabricantes o buscando bases de datos con las características de los vehículos). La idea es que previo al registro en la app el sistema ya tenga la información sobre los modelos de vehículos existentes en un ámbito territorial (dígase la provincia de Barcelona o Cataluña). Así, ingresado el número de matrícula, tras identificar al modelo lo buscaría en la base de datos, seguido de lo cual le mostraría al usuario las dimensiones, ETVR y las tarifas que le corresponden.

¹⁷⁵ Descripciones en: <<https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/vehicle-types>>.

¹⁷⁶ Vehículos de pasajeros con al menos cuatro ruedas y un máximo de nueve plazas (DGT, s.f.).

¹⁷⁷ Por ejemplo, el A es de minicoches; el E, de ejecutivos; el J, de los SUV. En webs especializadas pueden hallarse aspectos técnicos (<<https://club.autodoc.es/magazin/clasificacion-de-los-coches-por-segmento-y-carroceria>>), pero no parecen estar uniformizados.

¹⁷⁸ La elección de este nivel obedece exclusivamente a fines explicativos.

¹⁷⁹ En la última edición de sus reportes, TomTom ya no presenta las estadísticas sobre el nivel de congestión (%) como en años anteriores, por eso se toman las referidas al 2019 y no las correspondientes al 2022. A pesar de ello, como se notará indirectamente al contrastar la Figura 29 con la Figura 3 y la Figura 5, las intensidades horarias se mantienen.

Tabla 20. Ejemplo de precios de la tarificación horaria por categoría de tamaño vehicular para la tasa de congestión

Horario ^a	Categoría de tamaño vehicular ^b											
	MP (< 2300 mm)		P (2300-4100 mm)		M (4101-5600 mm)		G (5601-9000 mm)		MG (> 9000 mm)			
	Lun-Juev.	Vier.	Lun-Juev.	Vier.	Lun-Juev.	Vier.	Lun-Juev.	Vier.	Lun-Juev.	Vier.	Lun-Juev.	Vier.
06:30-07:00	0.48 €	0.44 €	0.96 €	0.88 €	1.44 €	1.32 €	2.16 €	1.98 €	3.12 €	2.86 €		
07:00-07:30	0.64 €	0.58 €	1.28 €	1.16 €	1.92 €	1.74 €	2.88 €	2.61 €	4.16 €	3.77 €		
07:30-08:00	0.72 €	0.66 €	1.44 €	1.32 €	2.16 €	1.98 €	3.24 €	2.97 €	4.68 €	4.29 €		
08:00-08:30	0.74 €	0.64 €	1.48 €	1.28 €	2.22 €	1.92 €	3.33 €	2.88 €	4.81 €	4.16 €		
08:30-09:00	0.64 €	0.54 €	1.28 €	1.08 €	1.92 €	1.62 €	2.88 €	2.43 €	4.16 €	3.51 €		
09:00-09:30	0.54 €	0.46 €	1.08 €	0.92 €	1.62 €	1.38 €	2.43 €	2.07 €	3.51 €	2.99 €		
09:30-10:00	0.44 €	0.38 €	0.88 €	0.76 €	1.32 €	1.14 €	1.98 €	1.71 €	2.86 €	2.47 €		
10:00-10:30	0.38 €	0.36 €	0.76 €	0.72 €	1.14 €	1.08 €	1.71 €	1.62 €	2.47 €	2.34 €		
10:30-11:00	0.38 €	0.38 €	0.76 €	0.76 €	1.14 €	1.14 €	1.71 €	1.71 €	2.47 €	2.47 €		
11:00-11:30	0.38 €	0.40 €	0.76 €	0.80 €	1.14 €	1.20 €	1.71 €	1.80 €	2.47 €	2.60 €		
11:30-12:00	0.38 €	0.40 €	0.76 €	0.80 €	1.14 €	1.20 €	1.71 €	1.80 €	2.47 €	2.60 €		
12:00-12:30	0.38 €	0.42 €	0.76 €	0.84 €	1.14 €	1.26 €	1.71 €	1.89 €	2.47 €	2.73 €		
12:30-13:00	0.36 €	0.44 €	0.72 €	0.88 €	1.08 €	1.32 €	1.62 €	1.98 €	2.34 €	2.86 €		
13:00-13:30	0.36 €	0.48 €	0.72 €	0.96 €	1.08 €	1.44 €	1.62 €	2.16 €	2.34 €	3.12 €		
13:30-14:00	0.34 €	0.58 €	0.68 €	1.16 €	1.02 €	1.74 €	1.53 €	2.61 €	2.21 €	3.77 €		
14:00-14:30	0.32 €	0.66 €	0.64 €	1.32 €	0.96 €	1.98 €	1.44 €	2.97 €	2.08 €	4.29 €		
14:30-15:00	0.34 €	0.72 €	0.68 €	1.44 €	1.02 €	2.16 €	1.53 €	3.24 €	2.21 €	4.68 €		
15:00-15:30	0.36 €	0.72 €	0.72 €	1.44 €	1.08 €	2.16 €	1.62 €	3.24 €	2.34 €	4.68 €		
15:30-16:00	0.38 €	0.66 €	0.76 €	1.32 €	1.14 €	1.98 €	1.71 €	2.97 €	2.47 €	4.29 €		
16:00-16:30	0.44 €	0.66 €	0.88 €	1.32 €	1.32 €	1.98 €	1.98 €	2.97 €	2.86 €	4.29 €		
16:30-17:00	0.54 €	0.68 €	1.08 €	1.36 €	1.62 €	2.04 €	2.43 €	3.06 €	3.51 €	4.42 €		
17:00-17:30	0.62 €	0.72 €	1.24 €	1.44 €	1.86 €	2.16 €	2.79 €	3.24 €	4.03 €	4.68 €		
17:30-18:00	0.70 €	0.68 €	1.40 €	1.36 €	2.10 €	2.04 €	3.15 €	3.06 €	4.55 €	4.42 €		
18:00-18:30	0.70 €	0.58 €	1.40 €	1.16 €	2.10 €	1.74 €	3.15 €	2.61 €	4.55 €	3.77 €		
18:30-19:00	0.60 €	0.50 €	1.20 €	1.00 €	1.80 €	1.50 €	2.70 €	2.25 €	3.90 €	3.25 €		
19:00-19:30	0.50 €	0.44 €	1.00 €	0.88 €	1.50 €	1.32 €	2.25 €	1.98 €	3.25 €	2.86 €		
19:30-20:00	0.38 €	0.40 €	0.76 €	0.80 €	1.14 €	1.20 €	1.71 €	1.80 €	2.47 €	2.60 €		
20:00-20:30	0.28 €	0.34 €	0.56 €	0.68 €	0.84 €	1.02 €	1.26 €	1.53 €	1.82 €	2.21 €		

Nota: Las tarifas indicadas son solo parte de un ejercicio explicativo, no son recomendaciones de precios para una futura tasa de congestión. ^a Tarificación horaria según ENCR, siendo 15 % el NCR y 0.40 € el precio sugerido para la UVR. ^b Tamaño vehicular según longitud. Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.2. Tasa de emisiones

Las tarifas de la tasa de emisiones se fijarían sobre la base de los factores de emisión (EF, en inglés) para categorías de vehículos. Un factor de emisión es la cantidad media estimada de un contaminante generada por una fuente respecto a las unidades de actividad (AEMA, 1999). Por ejemplo, en el transporte rodado, siendo la fuente un vehículo en particular, la actividad es la circulación, la unidad de la actividad se refiere a la distancia recorrida (km) y la cantidad del contaminante (CO₂, NO₂, PM_{2.5}, etc.) se expresa en términos de masa (g)¹⁸⁰; así, el factor de emisión de NO₂ para el vehículo sería, por decir, de 0.020 g/km. La cantidad varía en función de las características del vehículo, como el tipo (motos, turismos, de carga, etc.), la categoría (mini, pequeño, mediano, etc.), el combustible (gasolina, diésel, etanol, etc.), la normativa tecnológica (Pre ECE, ECE, Euro), entre otros aspectos más complejos. La monetización del impacto que tiene cierta cantidad de uno o más contaminantes (€/kg) posibilita definir precios que se correspondan con los factores de emisión (g/km), es decir, tarifas (€/km) por los costes externos de las emisiones generadas (EF). De este modo, la cuantía a pagar sería el producto de la tarifa para un vehículo en particular y de la distancia que ha recorrido en el área del peaje: $Q \text{ €} = P \text{ (Veh EF: €/km)} \times d \text{ (km)}$.

La EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook es una publicación de la AEMA para guiar las estimaciones de emisiones antropogénicas y naturales entre los Estados europeos comprendidos en el marco del Convenio de Ginebra sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia y de la Directiva 2016/2284/UE (AEMA, s.f.). En el caso del transporte rodado, proporciona EF según el nivel (tier) de complejidad de la metodología empleada (nivel 1, 2 o 3), con valores predeterminados comunes a todos los países. Así, brinda EF de distintos contaminantes¹⁸¹ para diferentes vehículos, incorporando características como las mencionadas en el párrafo anterior. La Tabla 21 contiene los EF de NO_x y PM_{2.5} derivadas de las EE para turismos medianos de gasolina y diésel¹⁸², mientras que la Tabla 22 muestra los de partículas derivadas de las NEE¹⁸³ para tipos de vehículos; valores procedentes de la última actualización a la versión del 2019 del Guidebook –si bien para las EE corresponderían a la versión del 2022–.

¹⁸⁰ Alternativamente, podría referirse al consumo de combustible, con la masa de combustible (kg) como unidad de la actividad.

¹⁸¹ Las estimaciones con la metodología de nivel 2 reportan valores para monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (NMVOC, en inglés), NO_x, óxido nítrico (N₂O), amoníaco (NH₃), plomo (Pb), CO₂ (por el aceite lubricante), PM_{2.5} y ciertos HAP (ideno[1,2,3-cd]pireno, benzo[k]fluoranteno, benzo[b]fluoranteno y

¹⁸² Los EF para vehículos con otras características pueden consultarse en las tablas de las páginas 25-32 en <<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>>.

¹⁸³ Originadas por el desgaste de los neumáticos y de los frenos. Los EF para las partículas procedentes del desgaste del asfalto y de la resuspensión del polvo de las vías pueden consultarse en las Tablas 3-2 y 3-8 de las páginas 15 y 20 en <<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-vi/view>>.

Tabla 21. Factores de emisión de NO_x y PM_{2.5} procedentes del tubo de escape para turismos medianos de gasolina y diésel estimados a partir de la metodología de nivel 2

Tecnología	Emisiones procedentes del tubo de escape (g/km)			
	Turismo de gasolina ^a		Turismo de diésel ^b	
	^c NO _x	^d PM _{2.5}	^c NO _x	^d PM _{2.5}
Pre ECE	2.53	0.0022	-	-
ECE 15/00-01	2.53	0.0022	-	-
ECE 15/02	2.40	0.0022	-	-
ECE 15/03	2.51	0.0022	-	-
ECE 15/04	2.66	0.0022	-	-
Open Loop	1.29	0.0022	-	-
Convencional	-	-	0.546	0.2209
Euro 1 - 91/441/EEC	0.485	0.0022	0.690	0.0842
Euro 2 - 94/12/EEC	0.255	0.0022	0.716	0.0548
Euro 3 - 98/69/ EC I	0.097	0.0011	0.773	0.0391
Euro 4 - 98/69/EC II	0.061	0.0011	0.58	0.0314
Euro 5 - EC 715/2007	0.061	0.0014	0.55	0.0021
Euro 6 a/b/c [G^e; D^f: PM_{2.5}]	0.061	0.0014	0.45	0.0015
Euro 6 hasta 2016 [D: NO_x]				
Euro 6 d-temp [G; D: PM_{2.5}]				
Euro 6 2017-2019 [D: NO_x]	0.061	0.0016	0.35	0.0015
Euro 6 d [G; D: PM_{2.5}]				
Euro 6 2020+ [D: NO_x]	0.061	0.0016	0.17	0.0015

Notas: ^a También llamada bencina. ^b También llamado gasóleo o gasoil. ^c Valores en términos de la cantidad equivalente de NO₂ (NO₂eq). ^d PM_{2.5} = PM₁₀ = partículas totales en suspensión (TSP, en inglés). ^e Para los EF de los turismos de gasolina. ^f Para los EF de los turismos de diésel. Fuente: Elaboración propia a partir de las Tablas 3-17 y 3-18 en AEMA (2019b, pp. 25-27).

Tabla 22. Factores de emisión de partículas procedentes del desgaste de los neumáticos y de los frenos por categorías de vehículos

Categoría vehicular		Emisiones no procedentes del tubo de escape (g/km)				
		Métodos del nivel 1			Métodos del nivel 2	
		Neumáticos y frenos			Neumáticos	Frenos
		TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	^a TSP	TSP
Motos		0.0083	0.0064	0.0034	0.0046	0.0037
Turismos	ICE ^b	0.0229	0.0184	0.0093	0.0107	0.0122
	HEV				0.0111	0.0097
	PHEV				0.0112	0.0066
	BEV				0.0116	0.0034
Carga ligera	N1: I	0.03427	0.0271	0.0139	0.0169	0.0122
	N1: II, III					0.0173
Carga pesada		0.0777	0.0590	0.0316	Ecuación ^c	Ecuación ^d

Notas: ^a Los EF de TSP no asumen que todo el material procedente del desgaste de los neumáticos por la fricción se convierta en partículas suspendidas. ^b Motor de combustión interna, por sus siglas en inglés. ^c Ecuación 3 en AEMA (2019c, p. 17). ^d Ecuación 6 en AEMA (2019c, p. 19). Fuente: Elaboración propia a partir de las Tablas 3-1, 3-4 y 3-6 en AEMA (2019c, pp. 14, 16 y 18).

Para la monetización podría usarse el Handbook on the external costs of transport elaborado por Van Essen et al. (2020a) de CE Delft para la Comisión Europea. No solo provee una metodología para valorizar los costes de las varias externalidades negativas del transporte, sino que también contiene estimaciones para cada país de la UE-28 y para el bloque en conjunto que pueden servir como una referencia base. Las de los costes de la polución del aire están basadas en el impacto de los contaminantes sobre la salud (mortalidad y morbilidad), la biodiversidad, los cultivos y los edificios y materiales. Es pertinente recordar que los impactos de los GEI corresponden a otro tipo de costes, relacionados con el cambio climático, por eso los cálculos los separan. Los factores de coste que brinda el manual están al nivel de precios del 2016 y ajustados por estándares de poder adquisitivo (PPS¹⁸⁴, en inglés), de modo que se expresan en términos del nivel medio de precios de la UE-28 en el 2016. En consecuencia, tendrían que actualizarse al nivel de cuando el peaje entre en funcionamiento y convertirse al de España. Lo más probable es que por lo bajo de las cantidades las diferencias debidas a la inflación sean ínfimas.

Bien, el coste medio de los daños causados por las emisiones¹⁸⁵ de NOx (en ciudades), PM10 (en general) y PM2.5 (en áreas metropolitanas)¹⁸⁶ en España se valora en 8.5 €/kg, 11.9 €/kg¹⁸⁷ y 348 €/kg, respectivamente (van Essen et al., 2020a). Llevando las cifras a gramos: 0.0085 €/g de NOx, 0.0119 €/g de PM10 y 0.348 €/g de PM2.5. Con ellas se podría calcular las tarifas para las categorías de vehículos a partir de los factores de emisión estimados por la AEMA (2019b [para EE], 2019c [para NEE]).

Aunque el manual incluye estimaciones referidas a la distancia recorrida, tienen algunos inconvenientes. Por ejemplo, la Tabla 23 muestra el coste promedio por tipo de vehículo, pero no son distinciones que concuerden con las hechas por la AEMA para los EF estimados con métodos del nivel 2, cuya especificidad parece más deseable. Asimismo, los costes son para los cinco contaminantes como grupo, no están individualizados. Esto último no es negativo, mas tendría que hacerse un cálculo separado para las NEE. Mientras tanto, los valores de la Tabla 24 forman parte de los estimados del coste marginal por tipo de vehículo y de vía para los países de la UE-28 en conjunto¹⁸⁸. Tal como en el caso anterior, considera las emisiones de los cinco contaminantes. La categorización se acerca más a la de la AEMA. Y aunque se trata de costes marginales, en el manual se sostiene que en buena cuenta serían iguales a los costes promedios porque a la luz evidencia epidemiológica la relación dosis-respuesta¹⁸⁹ entre las inmisiones y los efectos de salud (u otros daños, según corresponda) son casi lineales (van Essen et al., 2020a). Quizás lo problemático estaría en que no se vale de una misma unidad de distancia para todos los vehículos, sino que se vale de pasajero-

¹⁸⁴ Para una definición y explicación sobre los PPS consúltese: <[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Purchasing_power_standard_\(PPS\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Purchasing_power_standard_(PPS))>.

¹⁸⁵ También hay valores para las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), NH₃ y NMVOC; todos dentro de la categoría de contaminantes del aire.

¹⁸⁶ Ciudad o aglomeración con más de 500 000 habitantes.

¹⁸⁷ Los factores de costes de PM₁₀ pueden emplearse para valorizar las partículas de las NEE.

¹⁸⁸ Las estimaciones para países no están disponibles ni en el documento ni en el archivo Excel complementario.

¹⁸⁹ Relación entre la cantidad de exposición a una sustancia (la dosis) y los cambios resultantes en las funciones fisiológicas o en la salud (la respuesta) (ATSDR, 2009).

kilómetro¹⁹⁰ para motos, turismos, buses y autocares; vehículo-kilómetro¹⁹¹ para los vehículos de carga ligera; y tonelada-kilómetro¹⁹² para los vehículos de carga pesada.

Tabla 23. Coste promedio en España de la contaminación del aire generada por los vehículos, en euros por km recorrido (€/km) a nivel de precios del 2016

Categoría vehicular	Coste promedio (€/km)	
Motocicletas	0.00864	
Turismos	General	0.01048
	Gasolina	0.00440
	Diésel	0.01515
Carga ligera	Gasolina	0.01337
	Diésel	0.02729
Bus	0.06726	
Autocar	0.06724	
Carga pesada	0.06653	

Notas: Cifras originales en céntimos de euro. Aunque la unidad de distancia en la tabla original es vehículo-kilómetro (veh-km o vkm), es igual que km, pues se trata de la distancia que recorre el vehículo. No ocurría lo mismo si fuese el transporte de una tonelada de carga por un km (t-km o tkm) o el transporte de un pasajero por un km (p-km o pkm). Fuente: Extraído de la tercera tabla sobre los costes del transporte viario (Road) de la hoja AP_output en el archivo Excel elaborado por Van Essen et al. (2020b) como complemento del Handbook.

Tabla 24. Coste marginal en la UE-28 de la contaminación del aire generada por turismos medianos de gasolina y diésel, en euros por pasajero-km (€/pkm) a nivel de precios del 2016

Estándar de emisiones	Coste marginal (€/pkm)			
	Turismo de gasolina		Turismo de diésel	
	Autopista	Vía urbana	Autopista	Vía urbana
Euro 0	0.0453	0.0304	0.0611	0.0705
Euro 1	0.0086	0.0550	0.0421	0.0256
Euro 2	0.0036	0.0370	0.0251	0.0239
Euro 3	0.0170	0.0190	0.0247	0.0190
Euro 4	0.0120	0.0170	0.0167	0.0170
Euro 5	0.0120	0.0130	0.0093	0.0104
Euro 6	0.0120	0.0140	0.0077	0.0086

Notas: Cifras originales en céntimos de euro. Según se señala en el Handbook, a partir de la normativa Euro 2 los costes son prácticamente iguales entre las categorías de vehículos que usan el mismo combustible, aun cuando sean de distinto tamaño. Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla 19 en Van Essen et al. (2020a, pp. 58-67).

Si finalmente los precios estimados fuesen demasiado bajos y a raíz de ello su impacto sobre los km recorridos pudiera ser insignificante, cabría incluir a la mayoría de los otros costes del transporte que el manual monetiza¹⁹³. La Tabla 25 muestra las estimaciones de tales costes en España. Una de las desventajas es que no existen valores para combustibles distintos a la gasolina y al diésel en cuanto a los costes por la polución del aire, cambio climático y daño al hábitat se refiere; en esa línea, tampoco separa por las normativas de estándares de emisiones (Pre ECE, ECE, Euro). De la misma manera, a comparación de los ICE, los VE son silenciosos. Entonces, de optarse por la inclusión de los otros costes externos, tendrían que considerarse aspectos como los

¹⁹⁰ Revisar: <<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Passenger-kilometre>>.

¹⁹¹ Para una definición, buscar Vehicle-kilometre (vkm) en las notas metodológicas al final del artículo en: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_by_vehicle_characteristics>.

¹⁹² Ver: <[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Tonne-kilometre_\(tkm\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Tonne-kilometre_(tkm))>.

¹⁹³ Schröder et al. (2023) proponen otro método para estimar los costes externos del transporte (accidentes, cambio climático, congestión, efecto barrera, polución del aire, ruido, uso de la tierra) y los beneficios de salud de la movilidad activa.

mencionados. Y parece preferible que los costes de la polución del aire se adecúen a los EF de los vehículos.

Tabla 25. Costes promedio en España de las externalidades del transporte rodado, en euros por km recorrido (€/km) a nivel de precios del 2016

Categoría de vehículo	Coste promedio (€/km) ^a					Coste total (€/km) ^a
	Accidentes	Polución del aire	Cambio climático	Ruido	Daño al hábitat	
Motocicletas	0.09700	0.00864	0.00976	0.11700	0.00500	0.23740
General	0.06700	0.01048	0.01914	0.01600	0.01100	0.12362
Turismos	0.06700	0.00440	0.02090	0.01500	0.01100	0.11830
Gasolina	0.06700	0.01515	0.01780	0.01600	0.01100	0.12695
Diésel	0.09700	0.01337	0.02851	0.02100	0.01200	0.17188
Carga ligera	0.09700	0.02729	0.02832	0.02100	0.01200	0.18561
Gasolina	0.16300	0.06726	0.07868	0.15000	0.02800	0.48694
Diésel	0.16300	0.06724	0.07868	0.06300	0.02600	0.39792
Autocar	0.09100	0.06653	0.06291	0.08850 ^b	0.02900	0.33794
Carga pesada						

Notas: ^a La unidad monetaria en las estimaciones originales es c €; la de distancia, vkm, que viene a ser lo mismo que km recorridos. ^b Promedio de los valores estimados para los vehículos de carga de 3.5 a 7.5 t, de 7.5 a 16 t, de 16 a 32 t y de más de 32 t. Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas correspondientes en el archivo Excel preparado por Van Essen et al. (2020b) como complemento del Handbook.

¿Cómo se aplicarían las tarifas para cada vehículo? El peaje tendría que basarse en un sistema como el brevemente descrito en la nota al pie 174 para la tasa de congestión. Más adelante se abordará con detalle. Bueno, a partir del número de matrícula del vehículo se podrían conocer características relevantes como la categoría del vehículo (moto, turismo, furgoneta, etc.), el combustible de propulsión y la normativa Euro a la que pertenece. Es información con la que cuenta la DGT, como la contenida en la documentación del vehículo¹⁹⁴, sea en el permiso de circulación o en la tarjeta de inspección técnica de vehículos (ITV); o en los informes de vehículo¹⁹⁵, sea uno completo o uno de datos técnicos. Junto con la tecnología a emplear para el peaje, ello haría factible establecer una tasa como la propuesta, que recae en la distancia recorrida.

Unir el importe a los km recorridos captura con más precisión las externalidades negativas del tráfico viario. Contribuiría a un uso más eficiente de la infraestructura vial, puesto que desincentivaría hacer en vehículo privado aquellos recorridos de menor valor y que podrían realizarse en modos que ocupan menos espacio (transporte público o movilidad activa). También fomentaría que se evalúe mejor si vale la pena circular buscando un estacionamiento público en calzada en vez de aparcar en un garaje cercano¹⁹⁶. Los conductores tendrían que sopesar si lo que ahorrarán por la diferencia entre el precio socialmente

subsidiado¹⁹⁷ del primero y el precio del segundo¹⁹⁸ justifica el combustible extra, el tiempo perdido y el horario de circulación a añadirse al cálculo de la tasa de congestión y la distancia a sumarse al cálculo de la tasa de emisiones. ¿No llevaría a los conductores a optar por los garajes? Ojalá. El tráfico de agitación es el resultado de conductores que perjudican a los demás imponiéndoles los costes derivados (emisiones, ruido y congestión)¹⁹⁹ de su afán de circular buscando un aparcamiento cuya tarifa les permita ahorrarse gastos. Debe ser revertido.

En virtud del principio de no confiscatoriedad, habrá de establecerse un monto total máximo a partir del cual no se cobre más. De preferencia, que el límite varíe en consonancia con la categoría del vehículo (motos, turismos, buses y autocares, vehículos de carga ligera y vehículos de carga pesada), no solo con miras a distinguir los vehículos comerciales de los no comerciales, sino también porque las tarifas de las tasas difieren con relación al tipo de vehículo. Conforme se avance en la categoría, mayor será el límite. Y en vez de que llegado al monto máximo se deje de recolectar información, continuaría con el fin de que el análisis de los datos permita evaluar la idoneidad de la cuantía fijada. A pesar de que el límite está pensado para ser diario, cabría estudiarse si resultaría mejor uno semanal o mensual. Bajo tales condiciones, la diferencia entre la suma de los importes diarios y el monto máximo se reintegraría a los usuarios (vía transferencia bancaria o como crédito para cubrir parte de los cargos del siguiente periodo); no obstante, esto añadiría costes administrativos.

¹⁹⁷ Las tarifas son menores a las que existirían en un contexto donde el precio surge de la interacción entre la oferta y la demanda. Tales subvenciones contraen distintos efectos negativos. Por ejemplo, centrándose en Barcelona, Albalade y Gragera (2017) hallaron que tarifas más bajas de aparcamientos en calzada se asociaban con niveles más altos de tráfico de agitación en las áreas de la ciudad con alta demanda de espacios. Y ante la sobredemanda artificial, los operadores privados de garajes tenían la oportunidad de aumentar sus márgenes de ganancia, agravando las distorsiones en el mercado. Para más información sobre el problema revítese: <<https://www.economiadigital.es/ideas/por-que-los-aparcamientos-gratuitos-son-una-muy-mala-idea.html>>.

¹⁹⁸ Usando datos de una encuesta realizada en el 2016 en Barcelona a 576 usuarios de 61 garajes ubicados a lo largo de la ciudad, pero sobre todo en el distrito financiero y comercial central y áreas colindantes, Albalade y Gragera (2022) encontraron que un 82 % de los encuestados creía que la diferencia entre la tarifa media de los aparcamientos en calzada y la tarifa media de los aparcamientos en garaje era mayor a la existente. En promedio, se estimaba que era de 1.04 €/h, cuando en realidad era de 0.56 €/h, siendo más barato en calzada. Sin embargo, entre quienes buscaban espacios libres en la calle la diferencia atribuida era de 1.94 €/h, es decir, una brecha de 1.38 €/h entre lo real y lo supuesto. De modo que la preferencia por el primer tipo de estacionamientos estaría impulsada por percepciones erróneas.

¹⁹⁹ Consúltese: <<https://motor.elpais.com/actualidad/un-35-del-trafico-lo-generan-conductores-que-buscan-aparcamiento/>>.

4.1.4. Descuentos y exenciones

No es inusual que por cuestiones de aceptabilidad pública o como respuesta a peticiones de grupos organizados los esquemas de peaje concedan descuentos y exenciones. Sin embargo, sin reparar en la legitimidad o justicia de tales demandas, los tratos preferenciales deberían reducirse al mínimo. Hay que remarcar que todo favorecimiento debilitará la eficacia de las restricciones y disminuirá los ingresos destinados a contrapesar las externalidades negativas del tráfico rodado. Asimismo, el esquema ya incorpora una medida dirigida a los conductores ubicados en el quintil más bajo de renta para aminorar o revertir la potencial regresividad.

Se estima adecuado exonerar del peaje completo a los vehículos de emergencia (ambulancias, policiales, bomberos, grúas de remolque, militares), los que brinden servicios municipales (transporte público, limpieza, recogida de residuos), los dedicados al transporte colectivo ocupacional (escolar y laboral) y bicicletas y VMP. Las dos primeras ahorrarían los costes administrativos de la circulación de dinero (cobrar y pagar) que ya es del Estado (Sanginés-Uriarte Dooly y Trepas i Izquierdo, 2020) o que corresponde a concesionarios cuyos mayores costes operativos podrían alterar los términos contractuales y hacer que los ayuntamientos se los compensen. La exención de buses o autocares usados para la movilidad escolar o laboral se daría por su eficiente uso del espacio público y para no desincentivar que los colegios y empleadores interesados en ofrecer una alternativa propia para ir y regresar del centro educativo o laboral cubran rutas en las que la alternativa pública es poca o inadecuada; téngase presente que posibilitaría un menor uso del coche entre las familias de los estudiantes y los trabajadores. Por lo demás, las bicis y VMP ni acaparan espacio ni contaminan el aire.

Respecto a la tasa de congestión se contemplan prerrogativas a la distribución urbana de mercaderías (DUM)²⁰⁰ en reconocimiento de su particular situación. A diferencia de lo que sucede en otros casos, no existen alternativas viables al uso del vehículo privado para las actividades que realizan. ¿Habrá acaso quienes pretendan que los proveedores de fábricas, tiendas de comestibles, hospitales, etc. cumplan con sus entregas yendo en transporte público? Imposible para la distribución B2B. Similarmente, los repartos B2C no pueden prescindir de furgonetas o camiones para el arribo a los centros de distribución de mercancías (CDM) o a puntos de recogida. Y si bien para el tramo de última milla es factible valerse de otros medios²⁰¹, las cargas muy voluminosas o

²⁰⁰ Siguiendo a Barcelona Regional (s.f.) y al Ajuntament de Barcelona (2023c), el transporte de mercancías en las ciudades engloba a la distribución de empresa a empresa (business-to-business o B2B), la distribución de empresa a consumidor (business-to-consumer o B2C) y la distribución urbana de servicios (DUS). El B2B consiste en entregas programadas de periodicidad y volúmenes conocidos dirigidas a empresas, comercios, hostelería, etc.; ahí el tipo de mercancía determina cómo se la transporta. El B2C son repartos menos previsibles y sin un patrón claro (aunque con picos en fechas específicas), como ocurre con el comercio electrónico, el delivery de comida y la correspondencia (que puede ser consumer-to-consumer o C2C); el tiempo de entrega prima al definir cómo se suministra la mercancía. La DUS son labores que deben complementarse con el uso del vehículo privado para trasladar herramientas, bienes, materiales, etc. de gran peso o tamaño, como en asistencia técnica, mudanzas, reparaciones y mantenimiento, etc.; la misma actividad fija el medio por el cual se presta el servicio.

²⁰¹ No solo en bicicletas y triciclos (eléctricos o no), a futuro se sumarán robots autónomos (como el del proyecto LogiSmile liderado por el CARNET en Esplugues de Llobregat) y drones

pesadas y una cantidad inadecuada de CDM sientan límites. Tampoco es realista que las labores de la DUS se lleven a cabo en modos de movilidad ajenos al vehículo privado. Podría contraargumentarse que, sin que lo anterior deje de ser cierto, ni las furgonetas ni los camiones salen siempre desde su origen con la capacidad de carga a tope²⁰²; así, de empezar a repartir con un volumen equivalente a, por decir, el 75 % o menos de su capacidad, estarán haciendo un uso ineficiente del espacio viario. Ante la falta de datos de esa índole, pero en atención a las peculiaridades del sector, habría que evaluar un beneficio menos común. Los vehículos dedicados a la DUM pagarían la tasa únicamente cuando circulen durante las horas punta (07:00-09:00 y 17:00-19:00), con lo cual también se incentivaría que acomoden sus desplazamientos a las horas con menor afluencia de tráfico.

Los autocares y buses que ofrecen servicios de movilidad para excursiones, tours o eventos especiales (académicos, artísticos, científicos, deportivos, tecnológicos, etc.) no recibirían ningún descuento. Hasta las unidades del Barcelona Bus Turístic quedarían sujetas a este trato, pues dejarles de lado supondría una ventaja anticompetitiva frente al servicio privado, que no estaría eximido. Indudablemente son vehículos que hacen un uso eficiente del espacio, eso es inherente al tipo de servicio de transporte ofrecido: colectivo. Mas, paradójicamente, esa característica hace innecesaria alguna concesión. Trazando un símil, se asemejaría a los subsidios a la compra de VE, las adquisiciones se harían con o sin ellos. La demanda del servicio sería insensible a los aumentos del precio que generaría el peaje. Una excursión no contemplará como alternativa de movilidad el uso de coches o motos, ya sea para que partan desde un mismo punto o para que lleguen por su cuenta al destino. No. Van y regresan todos juntos en autocar(es). Con tours y eventos especiales ocurre lo mismo. Incluso, en estos dos últimos forma parte de un paquete de servicios. Por eso, exoneraciones o descuentos no serían justificables. Tampoco gozarían de beneficios los vehículos de autoescuelas. El usuario del servicio debería pagar por los costes externos que genera.

Una preocupación relevante es si los taxis y VTC adaptados para personas con movilidad reducida merecerían una excepción o descuento pensando en sus usuarios. En el caso del servicio público de transporte especial (STE)²⁰³, su provisión es complementaria al servicio regular cuando se satisface al menos una de tres condiciones²⁰⁴. Tratándose de un servicio de una institución estatal, los microbuses adaptados del STE sí estarían exonerados de todo el peaje, mas no así los taxis (adaptados o no). Primero, se cuenta con la alternativa del microbús adaptado. Segundo, incluir a los taxis exigiría incorporar también a los VTC. Tercero, no puede darse

mensajeros.

²⁰² Consultar: <<https://elpais.com/espana/catalunya/2020-10-18/barcelona-ensaya-la-entrega-de-paquetes-con-microhubs-de-ultima-milla.html>>.

²⁰³ Servicio del Institut Municipal de Persones amb Discapacitat (IMPD) del Ajuntament de Barcelona y del ÀMB. Brinda desplazamientos por los municipios de Barcelona, Badalona, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià de Besòs y Santa Coloma de Gramenet. Los potenciales beneficiarios residentes en otros municipios del área metropolitana deben consultar con su ayuntamiento la disponibilidad y condiciones del servicio (Ajuntament de Barcelona, s.f.-c; ÀMB, s.f.).

²⁰⁴ Si el servicio regular no está adaptado, si la distancia entre el origen o destino hasta la parada es excesiva (mayor a 400 m para personas en silla de ruedas manual o mayor a 100 m para personas con graves limitaciones pero que no van en silla de ruedas) o si requiere más de un transbordo (ÀMB, s.f.).

por sentado que el beneficio se trasladará de manera íntegra a la tarifa pagada por el usuario, discernir el porqué de las variaciones en los precios sería dificultoso y garantizar su cumplimiento acarrearía costes. Cuarto, hacerlo podría incentivar que haya más renovaciones vehiculares orientadas a los modelos de mayor tamaño (idóneos para ser adaptados) con el fin de disfrutar del beneficio siempre, dando pie a que quienes no tienen movilidad reducida accedan a él. Quizás sería mejor dar abonos vinculados al nivel de renta de las personas con Tarjeta Blanca²⁰⁵, equivaldrían a la diferencia que han pagado en la tarifa del taxi o VTC debido a la tasa de congestión y se efectuarían con posterioridad al uso, correspondiendo al último mes. Supeditarlos a encontrarse por debajo de un umbral de renta y que sea a posterioridad evitaría tanto una incidencia distributiva regresiva como fomentar el taxi o VTC en detrimento del microbús.

Los taxis y VTC dirigidos al público general tampoco deberían gozar de descuento alguno. ¿Se pretende ayudar a los conductores, a los usuarios o a ambos? Téngase en mente que se parte de una realidad regulatoria dual (unas reglas para taxis, otras para VTC; pese a ser intercambiables) donde hay normas de ámbito estatal (RDL 3/2018, de 20 de abril) y autonómico (DL 9/2022, de 5 de julio)²⁰⁶ que crean barreras de entrada y obstaculizan la actividad de nuevos operadores en el sector, yendo en detrimento de estos y, en última instancia, de los usuarios²⁰⁷. La Administración pública restringe de manera injustificada (contraria a los principios de buena regulación)²⁰⁸ la oferta del servicio de transporte urbano privado (límites cuantitativos vía número de licencias disponibles) y fija las tarifas del segmento del taxi en favor del interés particular de un grupo de presión (el gremio del taxi), favoreciéndole en cuanto que la cantidad artificialmente baja de unidades ofreciendo el servicio y la ausencia de competencia en tarifas entre taxistas le permite al gremio tener precios más altos que en un escenario donde no se configura un régimen de

²⁰⁵ Tarjeta para usar el STE y que puede solicitar toda persona con discapacidad grave y movilidad reducida empadronada en Barcelona. Su tramitación es gratuita y el precio del transporte depende del servicio solicitado (Ajuntament de Barcelona, s.f.-d, 2023d).

²⁰⁶ Este DL reemplaza casi en su totalidad al DL 4/2019, de 29 de enero, y se añade a restricciones previamente impuestas (DL 5/2017, de 1 de agosto; D 314/2016, de 8 de noviembre). En Cataluña hay una clara forma de captura regulatoria vía política contenciosa. De las protestas de mediados del 2014, del 2018 y de inicios del 2019 existe registro en la prensa de que se ha llegado a actos delictivos como agresiones físicas, daños a la propiedad vehicular e incluso su destrucción. Ante todo, acciones contra conductores de VTC, pero que también han sufrido taxistas que no acataban las huelgas y hasta periodistas (Mumbrú y Carranco, 2014; Redacció Ara, 2018; Redacció La Vanguardia, 2018; Catà Figuls, 2018, 2019; Benvenut, 2021). De hecho, la ACCO multó en julio a dos asociaciones de taxis por coordinar un boicot contra plataformas de VTC mediante presiones (amedrentamientos) a taxistas del AMB con el fin de disuadirlos o hacerles desistir de trabajar con tales empresas (Jiménez, 2023; Medina, 2023a). Frente a la sanción, la principal agrupación respondió con una llamativa advertencia de posibles enfrentamientos entre taxistas (Redacció 3/24, 2023); además de anunciar un bloqueo de vías en la ciudad para inicios de septiembre (Redacció El País, 2023). Nótese que las declaraciones de los líderes del gremio durante las protestas del 2022 e inicios del 2023 evidencian sus (exitosas) intenciones sobre el marco regulatorio. Habiendo sido aquellas normas fruto de las intimidaciones de los sindicatos del taxi, cabe preguntarse si en un futuro próximo los legisladores que tomen la posta abdicarán de su responsabilidad para con el interés general tal como hicieron sus antecesores. Por ejemplo, ¿sucumbirán a las amenazas neoluditas cuando sea factible ofrecer un servicio basado en vehículos autónomos capaz de competir con el de los operadores establecidos? De ser así, el taxi se anotaría un blockbuster regulatorio a expensas del consumidor.

²⁰⁷ Para más información revítese Jiménez-Mausbach (2022a), Doménech (2022) y Medina (2022, 2023b).

²⁰⁸ Consúltase Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia [CNMC] (2017) y Autoritat Catalana de la Competència [ACCO] (2016, 2017, 2019a, 2019b, 2022).

monopolio²⁰⁹. Ni qué decir de la exorbitante revalorización de las licencias de taxi en el mercado secundario (entre privados)²¹⁰ frente al valor en el primario (al otorgarlas el Estado).

Una exoneración o rebaja será provechosa para los consumidores siempre que el precio del servicio lo refleje. Ahora bien, la intención de conceder un beneficio con el fin de que no se le repercuta la tasa al usuario del transporte urbano privado tendría que repensarse. ¿Por qué no debería transferírsele si se trata de externalidades devenidas por el modo que ha elegido para movilizarse? El usuario decide ir en taxi o VTC en vez de desplazarse en transporte público. El planteamiento, pues, adolece de un error al buscar anular costes cuya inclusión en la tarifa del servicio estaría justificada. Además, dada la escandalosa influencia del gremio del taxi sobre los reguladores, ¿cómo garantizar que el subsidio a la demanda (la exención o descuento) no sea absorbido parcial o totalmente por el operador incumbente al presionar por tarifas fijas del servicio más altas? El sector tendría que desregularse.

Otorgar un beneficio para no afectar al taxi o VTC tampoco es adecuado. Si la preocupación es por los menores ingresos disponibles que percibirían los conductores, el esquema ya contempla transferencias en función del nivel de renta. Y no es irrelevante que una excepción o descuento generaría ventajas frente a segmentos del mercado que no disfrutarían del mismo trato pese a ofrecer un servicio (casi) sustitutivo, aun cuando sean menos convencionales (alquiler de vehículos por horas o días). En especial, ¿por qué agregar otro favorecimiento a la lista de los recibidos por el taxi? Los defensores del régimen monopolístico esgrimen que el del taxi es un servicio público. Yerran. Los taxis son vehículos privados que prestan un servicio de transporte privado con destinos directos que varían para satisfacer demandas individuales, no cubren rutas ya definidas ni se dirigen primordialmente al transporte colectivo. Quizás se apunta a que el taxi sería un servicio de interés general (SIG)²¹¹ –«servicio de interés público», según el ÀMB–, con más precisión, un servicio de interés económico general (SIEG)²¹². Sin embargo, tal como señala el abogado general del TJUE, Maciej Szpunar, en sus conclusiones

²⁰⁹ Un informe de la Subdirección de Análisis Económico de la CNMC estimó que en el 2016 el régimen de monopolio en el servicio de taxi en el ÀMB le habría ocasionado al conjunto de consumidores pérdidas de bienestar equivalentes a 61.4 M€ por sobrepagos del 12.3 % en la tarifa fijada; estimaciones de mínimos y que no incorporan ineficiencias productivas y dinámicas ni los costes del mayor tiempo de espera (CNMC, 2017).

²¹⁰ Con datos proporcionados por el Institut Metropolità del Taxi (IMET) del ÀMB, la CNMC (2017) indica que en el 2016 el precio de compra-venta en el mercado secundario en el ÀMB llegaba a los 134 115 €.

²¹¹ La Comisión Europea (s.f.) indica que las Administraciones públicas de los Estados de la UE pueden conferirle a un servicio el estatus de SIG con independencia de si su provisión recae en el Estado o en agentes privados, quedando sujeto a obligaciones específicas de servicio público. Los SIG se dividen en tres categorías: servicios de interés económico general, servicios no económicos y servicios sociales de interés general. Los primeros son los relevantes a efectos de lo aquí discutido. Se trata de servicios básicos brindados a cambio de un pago. Y aunque se rigen por las normas europeas de competencia y mercado interior, en casos de necesidad pueden admitir excepciones a fin de garantizar el acceso de la población a ellos. Ahora, la amplia potestad discrecional de los Estados para adjudicar la categoría no quita que se deba velar por que todos los servicios así definidos se adecúen a unos criterios mínimos comunes a todas las misiones del servicio en cuestión (Conclusiones del Abogado General del TJUE, presentadas el 15 de diciembre de 2022, C-50/21, apartado 63).

²¹² De acuerdo con la Comisión Europea (COM/2011/0900 final), los SIEG son actividades económicas cuyos resultados contribuyen al bien público general y que, en ausencia de la intervención estatal, el mercado no realizaría (o al menos no en los mismos términos de calidad, seguridad, asequibilidad, igualdad y universalidad). La obligación de servicio público se le impone al proveedor vía atribución, basándose en un criterio de interés general que garantice la prestación del servicio en las condiciones requeridas para ejecutar su misión.

sobre el asunto *Prestige and Limousine* (C-50/21, EU:C:2022:997)²¹³, es altamente cuestionable que se tome por SIEG a una parte (el subsegmento del taxi) y no al todo (el transporte local: público y privado). Y las pretendidas razones imperiosas de interés general para justificar las restricciones regulatorias son contradictorias, al tiempo que distan de ser idóneas y proporcionales.

Gestionar el tráfico, el uso del espacio público y proteger el medioambiente son razones de interés público, pero no se conciben con restricciones dirigidas solo a los nuevos operadores, aún más si no son objetivas ni imparciales. Si se alegará que el taxi sería un «servicio de interés público» en tanto alternativa al uso del vehículo propio, ¿por qué no los VTC si sirven a los mismos propósitos (máxime cuando son más pequeños que el coche promedio y mayoritariamente de bajas emisiones)? Incluso, habría de abarcarse al alquiler de vehículos (coches o motos) y a servicios de transporte privado colectivo (para excursiones, tours o eventos). Buscar asegurar la viabilidad y rentabilidad del servicio del taxi protegiendo su posición frente a retadores es perseguir objetivos económicos²¹⁴, lo cual nunca constituye una razón que justifique la restricción de una libertad fundamental (la de establecimiento) consagrada en el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (Conclusiones del Abogado General del TJUE, presentadas el 15 de diciembre de 2022, C-50/21; STJUE de 8 de junio de 2023, C-50/21). Extrapolando tales consideraciones al peaje, sería inadmisibles dar un beneficio a los taxis y no a VTC ni a vehículos de alquiler. Ya que beneficiar a todos iría contra razones de interés público, ninguno debería recibir una exención o descuento.

En cuanto a la tasa por emisiones, salvo el grupo que está exento de todo el peaje, cada quien tendrá que pagar completamente lo que corresponda²¹⁵. No existe lugar a exoneración o descuento para más vehículos. Ni siquiera los VE, lo cual no niega que sean una herramienta muy útil para reducir las emisiones de GEI del transporte rodado. Vista desde las emisiones del ciclo de vida²¹⁶, la cantidad atribuible a un VE es mucho menor²¹⁷ que la de un vehículo

²¹³ Conclusiones respecto a la petición de decisión prejudicial presentada por el TSJC ante el TJUE sobre si la norma del ÁMB que exige una segunda autorización para que los VTC operen en el ÁMB y que limita las licencias de servicios de VTC a 1 por cada 30 de las otorgadas al taxi es conforme o no al Derecho de la UE. El TJUE falló en junio (C-50/21, EU:C:2023:448) en el sentido propuesto por el abogado general, con un ligero matiz. Consúltese Medina (2023c), Jiménez-Mausbach (2023a), Loppacher y Grau (2023) y Doménech (2023).

²¹⁴ El Gobierno español ha emitido un Real Decreto-Ley que intenta eludir la sentencia del TJUE para satisfacer las exigencias del gremio del taxi en agravio de los VTC y usuarios. Ver: <<https://elpais.com/economia/2023-06-27/transportes-blinda-al-taxi-con-nuevas-limitaciones-a-los-vtc-tras-la-sentencia-europea.html>>.

²¹⁵ Regulando un asunto distinto al de un peaje como el propuesto, la Directiva 2011/76/UE (art. 1, numeral 2: Artículo 7 decies, apdo. 1) usada como guía obliga a los Estados miembros a no dar descuentos o reducciones en la tasa por costes externos –sí los permite en la tasa por uso de la infraestructura–. Dicho sea de paso, la Directiva se ocupa de dos costes externos: la contaminación atmosférica y a la contaminación acústica. Pese a que la congestión también lo es, aquí se ha convenido otorgar un beneficio sobre ella a la DUM en atención a su peculiar situación (ausencia de alternativas).

²¹⁶ Para los VE incluye las emisiones originadas por la extracción de los minerales, fabricación de las baterías, producción del vehículo y generación de la electricidad consumida; mientras tanto, para los vehículos con motor de combustión interna, las de la producción del vehículo y del ciclo del combustible (de la extracción al uso).

²¹⁷ En ocasiones se subestima el aporte de los VE a raíz de al menos seis errores: sobrestimar las emisiones por fabricar la batería, subestimar la vida útil de la batería, asumir un mix eléctrico invariable, recaer en pruebas de uso de energía (manejo) poco realistas, omitir las emisiones de la producción de combustible y carecer de una perspectiva sistémica (aplicación de la tecnología en otros procesos: uso de baterías en la maquinaria para extracción minera o en la producción de acero y aluminio; actividades ligadas a la industria automotriz).

convencional²¹⁸. Pero ese no es un objetivo principal. La tasa por emisiones sería un cargo referido a la polución por NO₂ y PM que se ajustaría a las características del vehículo; la reducción de los GEI emitidos sería un resultado conexo, pero indirecto. Un VE no emite NO₂, pero sí PM₁₀ y PM_{2.5}. Y si bien es menos que las de un vehículo de combustión promedio²¹⁹, es una situación que cambia si no posee un sistema de freno regenerativo²²⁰ ni pastillas de freno de bajo contenido metálico, sobre todo para modelos pesados, como los SUV (OECD, 2020; Beddows y Harrison, 2021; Liu et al., 2021; Woo et al., 2022). Entonces, se deja intacta a la tasa de emisiones con el fin de desincentivar recorridos innecesarios, fomentar que la renovación de los vehículos se incline por las opciones menos contaminantes y señalar la necesidad de desarrollar soluciones a las NEE, esto es, innovar.

Por último, los vehículos de los residentes –beneficiarios inmediatos de los efectos de la política y con distintas opciones para movilizarse– solo tendrían un descuento del 2 % en el monto total del peaje. Mientras tanto, los vehículos diplomáticos no tendrían por qué estar eximidos del pago²²¹ ni recibir un descuento, pero al final dependerá de la figura tributaria que se emplee para instaurar las tasas del peaje.

Se estima que las excepciones y descuentos contemplados se ajustarían a los principios de buena regulación de eficiencia, necesidad y proporcionalidad. En aras de la eficacia de la política, todo beneficio adicional deberá estar muy bien justificado, siendo consciente de su rol erosionante y de que fomentaría presiones de otros grupos para obtener lo mismo. También debe comprenderse que la cantidad de beneficiados abre la puerta al descrédito de la política. Se alegraría que no ha sido eficaz para mejorar la movilidad o la calidad del aire, pese a que sería una consecuencia directa de las exoneraciones y rebajas.

(Hoekstra, 2019). Asimismo, más allá de su imprecisión, las objeciones sobre insuficientes reservas de litio fallan al no prever el desarrollo de baterías alternativas, como las de sodio (Sekine, 2023). Y, entre otras normativas complementarias existentes, la UE cuenta con la Directiva 2006/66/CE sobre baterías, que regula su contenido, así como el tratamiento y reciclaje de los desechos bajo el principio de responsabilidad ampliada del productor (RAP); había sido modificada por última vez en el 2018, hasta que en junio pasado se aprobó actualizarla para hacerla más amplia, estricta y ambiciosa (Halleux, 2023; Parlamento Europeo, 2023).

²¹⁸ Incluso cuando la extracción de los minerales usados para fabricar las baterías sea relativamente intensiva en emisiones, las emisiones (CO₂eq) del ciclo de vida de los VE actualmente son menos de la mitad de las de los vehículos convencionales, sin olvidar que con electricidad generada por fuentes renovables serían la cuarta parte (International Energy Agency [IEA], 2021, 2022).

²¹⁹ Revisar la Tabla 3.4 en OECD (2020, p. 90) o, para una ilustración gráfica y observaciones importantes, ver <<https://twitter.com/AukeHoekstra/status/1341383355535937538>>.

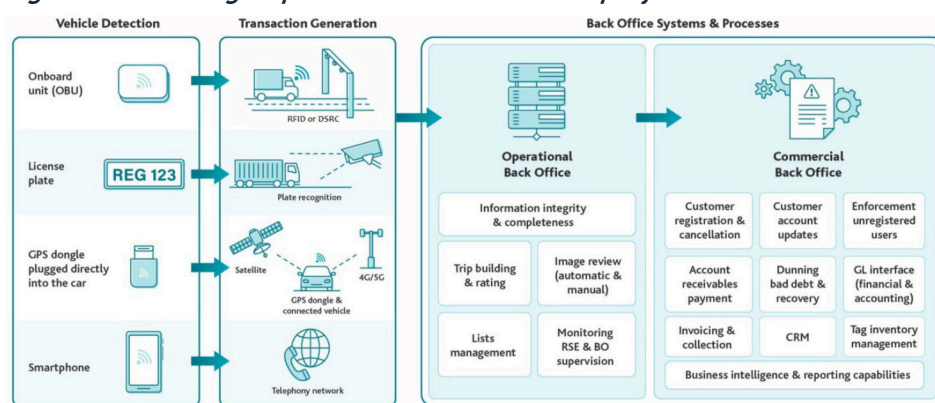
²²⁰ No obstante, el sistema de freno regenerativo no es inusual en los vehículos eléctricos, al menos entre los turismos (BEV, PHEV y HEV), ya que proporciona una fuente propia para cargar un poco la batería (convirtiendo la energía cinética en energía eléctrica). Es el caso de los Tesla (3, S, S Plaid, X y Y), el Nissan Leaf, el Chevrolet Volt, el Toyota Prius (PHEV y HEV), etc. Para una explicación del sistema véase: <<https://www.autodoc.es/info/frenado-regenerativo-funcion-y-componentes>>.

²²¹ La Convención de Viena sobre Relaciones Diplomáticas libra al Estado acreditante y al jefe de la misión de impuestos o gravámenes sobre los locales de la representación (art. 23, apdo. 1), mientras que la inmunidad diplomática de los agentes ante impuestos y gravámenes no les exceptúa de cargos por servicios prestados (art. 34, e). Ya que el peaje no afecta a las instalaciones de las misiones, sino que se trata de cargos (tasas) por los costes externos de circular en las vías, es decir, relacionadas con el uso de la infraestructura, la Convención no debería ampararles.

De considerarse que en vez de exoneraciones sería más apropiado dar descuentos, con miras a mantener intactos los (des)incentivos sobre los que se asienta el peaje, deberán hacerse efectivos en diferido. En lugar de establecer tarifas diferenciadas por medio de las cuales el beneficio concurre con el uso, sería preferible aplicarlo al monto (sub)total acumulado y que ocurra al final del año. Por ejemplo, si a lo largo de los doce meses alguien ha pagado un (sub)total de X € y pertenece a una categoría que goza de P % de descuento, el P % de X se le restituiría a través de una devolución directa o de deducciones por el mismo valor, sea en impuestos municipales (como el IVMT o el impuesto sobre actividades económicas [IAE]) o –previo acuerdo con la Generalitat– en el tramo autonómico del IRPF o del impuesto de sociedades (IS). He de escogerse el modo con el menor coste administrativo.

4.1.5 Sistema de control y mecanismo de cobro

Figura 30. Tecnologías para el funcionamiento de peajes de circulación



Fuente: EIT Urban Mobility (2022, p. 21).

De acuerdo con Clements et al. (2020), la tecnología a usar (sistema e instrumentos) será más o menos adecuada en función de los aspectos centrales del diseño (área de aplicación, tipo de modelo y características de las tasas), el presupuesto y los plazos deseables para la ejecución. Las alternativas para el elemento de detección e identificación del vehículo incluyen la placa, un transpondedor de radiofrecuencia (dígase on-board unit u OBU), un adaptador para señales satelitales (un GNSS dongle)²²² o un smartphone. Mientras tanto, entre las opciones para el sistema de control y generación del cargo están el sistema automático de reconocimiento de placas (ANPR), basado en cámaras de video; el sistema de comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC, en inglés)²²³, apoyado en las OBU y en pórticos electrónicos sobre las

²²² El dispositivo podría conectarse al vehículo a través del puerto de diagnósticos (OBD) o de un puerto USB. En cierto sentido, un GNSS dongle es una OBU con radionavegación y posicionamiento global satelital. Al medir la distancia recorrida, una OBU con GNSS posibilita incorporar en la tarificación los factores de emisión del vehículo y el número de ejes (revisar: <<https://www.ptolemus.com/what-is-an-obu-on-board-unit/>>). Pensando en el tamaño y las funcionalidades extra que podría tener una OBU (p. ej., reportes del tráfico y de tarifas dinámicas en tiempo real), se prefiere diferenciarlos.

²²³ Ukkusuri et al. (2008) señalan que el DSRC es una subcategoría del sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), pero el rango de frecuencias en el que opera se ubica en una banda del espectro electromagnético con mayor alcance, rapidez y capacidad que en las de los dispositivos RFID convencionales. Otra consideración importante es que estos últimos son mucho más baratos y sencillos, pudiendo ser etiquetas o tarjetas, que para esquemas de peaje son fácilmente incorporables a los vehículos.

vías o en pequeños equipos junto a ellas (roadside units o RSUs); el sistema de telefonía móvil²²⁴ (sea 4G LTE o 5G²²⁵), que recaería en una app para celulares; y el sistema global de navegación por satélite (GNSS)²²⁶, valiéndose de un GNSS dongle o un smartphone (Clements et al., 2020). La información se procesaría en un centro de operaciones y el software calcularía los montos subtotales y el total para cada vehículo, en tanto que cuestiones relacionadas al proceso de cobro se verían en el área comercial [Figura 30] (EIT Urban Mobility, 2022).

Clements et al. (2020) exponen que cada herramienta y sistema tiene pros y contras. Un sistema ANPR es barato, pero las cámaras no miden la distancia recorrida. Las OBU ayudarían según su tipología. Cuando son un instrumento de RFID convencional sirven para detectar el paso por una vía (ingreso o salida), pero requerirán pórticos cuya instalación y mantenimiento serían engorrosos; si son DSRC, se prescindiría de pórticos y podrían usarse para aproximarse a los veh-km, pero la cantidad de RSUs necesaria elevaría los gastos. El uso de smartphones permite un despliegue rápido, barato y de fácil actualización. Mediante una app y usando el GNSS del celular, aportaría la información sobre la hora de circulación y el kilometraje. El mismo software haría factible que el usuario visualice los importes por cada tasa y el total en tiempo real. La principal desventaja es depender de la cooperación del conductor. Una alternativa o medio de respaldo sería un GNSS dongle. En ambos casos habrá un coste por el paquete de datos móviles. La precisión de los datos de ubicación es otro punto importante, todavía más cuando la tasa de emisiones emplea los km recorridos solo dentro de unos límites para calcular el monto a pagar. El servicio de posicionamiento estándar (SPS) del GPS²²⁷ ofrecería lo necesario para un sistema básico de peaje, pero Galileo²²⁸ brinda un mayor ancho de banda (cantidad de información recibida) y exactitud en la localización (≤ 1 m), sobre todo en áreas urbanas bastante densas, donde la comunicación entre los satélites y los dispositivos no es ajena a interferencias en calles estrechas y con edificios altos (Clements et al., 2020). Pese a que la precisión a nivel de carril no es esencial para esta propuesta, que los instrumentos electrónicos se apoyen en el GNSS europeo aceleraría el paso hacia servicios de transporte más conectados (entre vehículos y con la infraestructura) para una movilidad más segura, confiable y eficiente^{https://www.youtube.com/watch?}

²²⁴ Zabic (2011, p. 42-43) describe otras opciones de posicionamiento basadas en la red de telefonía móvil, pero son menos precisas. Para una explicación sobre cómo funciona la red y las potencialidades del 5G, revítese el video disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=9EgXz1CEfQw&t=122s>>.

²²⁵ Próximamente, también se espera el despliegue comercial del 5G avanzado o 5G+, como ejemplo: <<https://www.lavanguardia.com/vida/20230213/8754078/orange-lanza-red-5g-100-espana-primera-teleco-comercializarla.html>>.

²²⁶ Existen cinco constelaciones de satélites GNSS: el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de EE.UU., el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS) de Rusia, el Sistema Global de Navegación por Satélite de Europa (Galileo), el Sistema de Navegación por Satélite BeiDou (BDS) de China, el Sistema por Satélite Cuasi Cental (QZSS) de Japón y el Sistema Regional de Navegación Satelital de la India (IRNSS).

²²⁷ El GPS proporciona dos servicios. El SPS está disponible para todos los usuarios; mientras tanto, el servicio de posicionamiento preciso (SP3) permanece reservado para usuarios autorizados, siendo más propicio para usos militares (Agencia Espacial Europea [ESA], 2020).

²²⁸ Con todo, el uso de Galileo no es excluyente. Está diseñado para ser interoperable con el GPS y el GLONASS, de modo que mejorará la cobertura actual para usuarios de múltiples constelaciones (Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial [EUSPA], 2023). Una breve visión general puede encontrarse en <<https://www.youtube.com/watch?v=JaudGwe34Ro>>.

v=OGnA-oiStJM229. La elección no sería disruptiva, pues una serie de dispositivos actuales ya son compatibles con Galileo (celulares, coches y OBU)²³⁰.

Debido a que las tarifas de la tasa de congestión no variarían en tiempo real según el tráfico observado ni distinguirían por vía y carril, el nivel de detalle sería menos exigente, aminorando la inversión requerida. La tasa por emisiones sí exigiría saber los km recorridos, pero que los precios se conozcan de antemano también evita la indispensabilidad de transmitir información sobre cambios en ellos. Y las ventajas de que el peaje se aplique en el área de la ZBE Rondes es tener accesos y salidas más controlables y contar con un sistema base de videocámaras como respaldo.

El mix ideal para el control y cobro del PUCB sería GNSS y red 5G con dongles instalados en todos los vehículos, pero los costes se elevarían en línea con la dimensión del parque vehicular a incluir. Si bien los gastos se recuperarían con los ingresos tras un cierto número de años, tardaría más en entrar en funcionamiento. De resultar que la inversión y el tiempo necesarios fuesen muy grandes, se podría sopesar una combinación que los reduzca (p. ej., limitando la instalación de dongles a los vehículos a título de una persona jurídica). Quizás la opción más barata y rápida sea usar el GNSS del teléfono móvil. El software a desarrollar podría configurarse en una aplicación exclusivamente para el PUCB o acoplarse a la app Trànsit²³¹ del Servei Català de Trànsit (SCT) de la Generalitat e integrar otras funciones²³². Trazando un símil, se parecería a las aplicaciones de VTC, cuyas tarifas de viaje se calculan según el horario, la distancia y duración del recorrido, la demanda, etc. Si el peaje se vale de smartphones (o dongles), los retos de depender de la cooperación del conductor se atajarían cotejando la información registrada por las cámaras para la tasa de congestión con la de la tasa de emisiones. Ante la falta de datos sobre esta –sin olvidar a quienes viven a inmediaciones de los límites–, el subtotal a cobrar podría corresponder a la distancia media recorrida por los vehículos durante el día, además de una posible multa. La sanción y la distancia asumida ascenderían conforme se reincida. Cual nudge²³³, colocar cerca del volante un

²²⁹ Véase: <<https://www.youtube.com/watch?v=OGnA-oiStJM>>.

²³⁰ La lista de smartphones se halla en <<https://www.usegalileo.eu/ES/inner.html#data=smartphone>>; para los coches, sin especificación, ver <<https://www.usegalileo.eu/ES/inner.html#data=road>>; y en cuanto a las OBU, para sistemas de peaje hay ocho modelos aptos (consultables en el enlace anterior).

²³¹ Trànsit permite ver el mapa del tráfico en tiempo real, junto con información sobre la densidad del tráfico, retenciones, obras, conos y meteorología; acceder a las imágenes de las videocámaras en las carreteras, pudiendo hacer una selección basada en preferencias predefinidas; conocer las restricciones de tráfico para el transporte de mercancías en fechas concretas; realizar trámites del procedimiento sancionador de tráfico, como consultar el expediente, identificar quién conducía en el momento de la infracción, presentar alegaciones y pagar la multa; consejos de viaje, de seguridad y ante situaciones meteorológicas adversas; y llamar al 112 (SCT, 2020; SCT, s.f.).

²³² Como las que brindaba la app del proyecto europeo C-MoBiLE. Durante sus estudios piloto (2017-2021), la iniciativa ofreció distintos servicios de sistemas inteligentes de transporte cooperativos (C-ITS) basados en comunicación celular (4G LTE). En Barcelona, una de las ciudades participantes (2020-2021), la aplicación advertía sobre la proximidad de obras viarias, el sentido actual de los carriles reversibles, la información de la señalética y los paneles de tráfico (también mediante sonido e incluyendo los avisos de la ZBE), indicaba la velocidad óptima para llegar a alcanzar la siguiente luz verde (GLOSA), entre otras funciones (ver: <<https://www.youtube.com/watch?v=ba5hcH5dQS8>>). Para más información consúltase Co-UMP (2021) o el informe final en C-MoBiLE (2021).

²³³ Para una breve guía sobre intervenciones basadas en la teoría del empujoncito (nudge theory) consúltase Sunstein (2014), de acceso libre en: <<http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:16205305>>.

sticker que recuerde usar la app le ayudaría al conductor a evitar incurrir en falta²³⁴.

¿Qué ocurriría con los vehículos que ingresan al área de cobro y que no están censados en alguno de los municipios de ella? Bastaría con puntos en los accesos y salidas de la ciudad, pues eventualmente tendrán que salir. Una alternativa –sobre todo para la tasa por emisiones– es establecer una cantidad promedio a ser cancelada en los puntos de acceso o salida en consonancia con las características del vehículo (tipo de vehículo, tamaño, combustible y categoría Euro), alquilar un dispositivo retornable al salir o hacer descargar y abrir la app antes de ingresar²³⁵. Tendría que balancearse el coste y la rapidez del proceso a fin de evitar colas en las vías de entrada. Para los vehículos de los residentes en el área de acción, es decir, aquellos que no ingresan, sino que ya están ahí, sí tendría que monitorearse la circulación mediante un dispositivo DSRC, un dongle o la misma aplicación al interior del área.

Respecto al cobro, desde la perspectiva del sistema, el mecanismo puede ser pasivo o activo (Christainsen, 2006). Hasta es viable dejar elegir cuál se prefiere. En un esquema pasivo el software únicamente envía el monto total y sería el usuario quien se encargue de cancelar el importe, operación realizable desde la app, una página web, bancos, supermercados o tiendas. Al contrario, en un esquema activo el cobro es automático, ya sea sincrónico o diferido, con lo cual el usuario solo se ocupa de mantener saldo suficiente en la «billetera» de la aplicación o en la tarjeta o cuenta bancaria vinculada. La automaticidad del cobro favorece a los usuarios al simplificarles el pago. Independientemente de ello, parece recomendable no exigir que haya un registro o pago previo a la circulación, algo inconveniente frente a situaciones imprevistas, como emergencias. Para reforzar el efecto conductual, al final de cada semana o a fin de mes podría enviarse un recibo digital resumiendo el monto total y el desglose por tasa correspondientes al periodo observado. De todos modos, dicha información estaría disponible en la app. Al crear una cuenta, el tipo de usuario dependería de si es para una persona física (solicitaría el número del permiso de conducir)²³⁶ o para una persona jurídica (solicitaría el NIF). Habría que añadir el número de placa del vehículo asociado, permitiendo registrar más de un vehículo (antes de manejar se seleccionaría uno)²³⁷.

²³⁴ Namazu et al. (2018) investigaron la efectividad de un nudge parecido a través de un experimento aleatorio de campo, una tarjeta en el parabrisas para recordarle a los usuarios de autos compartidos que inspeccionaran el vehículo antes de conducir, con el objetivo de comunicar posibles daños (abolladuras y similares) por quien lo usó antes. Hubo un total de 979 viajes. Comparado con la condición de control (sin recordatorio), la presencia del tratamiento impulsaba que más usuarios revisaran el coche, con la ratio de inspección siendo mucho mayor a lo largo de cuatro semanas. Además, que el cambio conductual continuara entre usuarios frecuentes después de que se retiró el recordatorio sugiere que la intervención lograría desarrollar un hábito. Con todo, pese a que la ratio en los vehículos con la tarjeta se incrementó hasta cerca del 50 % desde una base del 12 %, solo 1 de cada 2 usuarios examinaba el automóvil. Mas ocurría que el tiempo consumido en inspeccionar y reportar algún deterioro se le cargaba al usuario, lo cual habría influido en los resultados al desincentivar el comportamiento deseado. A la luz de lo anterior, se esperaba que el recordatorio para el peaje tenga una efectividad más alta.

²³⁵ En Singapur, los vehículos con registro de otro país pueden pagar un monto fijo válido para todo el día, instalar el dispositivo necesario o alquilar uno desmontable (junto con la tarjeta con saldo suficiente).

²³⁶ El número del carnet es el mismo que el del DNI y del NIE en la tarjeta de identidad de extranjero (TIE).

²³⁷ El sistema de cámaras ayudaría a controlar las selecciones fraudulentas (indicar uno que no es el que se usará) hechas para aprovechar el menor monto total que se derivaría de las

Para los vehículos a título de una persona física, si se usa una aplicación móvil la cantidad a pagar por el peaje le correspondería a quien esté manejando el vehículo, no necesariamente el titular; si es un dongle siempre recaerá sobre el titular. Las multas se impondrían por no efectuar el pago una vez vencido el plazo (p. ej., dos días), tanto si es en cobro pasivo o activo (al no disponer de saldo); y por reincidir en la no utilización de la app o del dongle. De ser legalmente posible, sería conveniente establecer las sanciones como un porcentaje de la renta o de los ingresos mensuales²³⁸ (p. ej., 1 %). La proporcionalidad haría que no sean ni muy bajas para unos ni muy altas para otros.

Barcelona se presenta al mundo como una smart city, en la vanguardia de la incorporación de las TIC al funcionamiento de la ciudad y a su entorno. Sería antitético que la ciudad sede del Smart City Expo World Congress, del Tomorrow.Mobility World Congress, del World Mobile Congress y que alberga al centro de la comunidad sobre movilidad urbana del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT Urban Mobility) de la UE no apueste por un sistema acorde con su posición. La región de Bruselas ya prueba la tarificación vial con GNSS²³⁹. Singapur hace lo propio con miras a su nuevo ERP y Londres apunta en la misma dirección. La capital catalana también puede decidir liderar el futuro de la movilidad urbana.

4.1.6 Destino de los ingresos generados

Descontados los costes operativos y de mantenimiento, los ingresos netos se destinarían a cinco rubros. (1) Pagar los servicios de la deuda, de haberse financiado parcial o totalmente con préstamos. (2) Mejorar (no abaratar) el servicio de la red de autobuses de transporte público, haciendo más cómodos a los buses (climatización), renovando la flota (con eléctricos, previo aumento de los puntos de recarga) o añadiendo nuevas líneas. (3) Cubrir parte de los costes sanitarios de ingresos hospitalarios por causas cardiorrespiratorias en los municipios del ámbito del PUCB, como también de medicamentos (p. ej., inhaladores para el asma). (4) Instalar purificadores de aire [Figura 31] en puntos críticos (p. ej., inmediaciones de guarderías, escuelas, hospitales, residencias geriátricas, plazas y avenidas principales), sujeto a los resultados de un proyecto piloto. (5) Financiar transferencias o deducciones a los conductores ubicados en el quintil de menor renta (Q1) que sigan haciendo uso de su vehículo; serían equivalentes a una mayor parte (%) de lo que hayan abonado por el peaje durante el último año, estableciendo un monto máximo (€) a ser compensado.

El porcentaje a asignar a cada una de aquellas cinco partidas de gasto dependerá de dónde provengan los fondos para la política, de los resultados del piloto de los purificadores de aire y cuánto (%) de los pagos de los conductores del Q1 deba compensarse para que

características del vehículo (tamaño o factores de emisión). Si el software no halla el número de matrícula del vehículo indicado en la base correspondiente a los que han circulado durante el día, procedería una multa.

²³⁸ Se asemejaría a las multas por exceso de velocidad que se imponen en Finlandia y Suiza (revisar <https://www.weforum.org/agenda/2018/06/in-finland-speeding-tickets-are-linked-to-your-income>).

²³⁹ Su proyecto SmartMove, por ahora voluntario, se sirve de una app móvil y el importe a pagar depende del horario, la distancia recorrida y el tamaño del motor del vehículo. Para el control usa un sistema ANPR. Más información en: <https://smartmove.brussels/content/smartmove/be/en/what.html>.

el peaje tenga una incidencia distributiva relativa progresiva. Nótese que una compensación como la sugerida impactaría positivamente en la equidad vertical y en la horizontal.

Como referencia, a nivel de hogares, la renta bruta media anual del Q1 en España en el 2020 era de 9747 €; la del Q2, 21 800 € (López Laborda et al., 2023). Identificar solo a los conductores beneficiarios sería sencillo si la Agencia Tributaria contase con los datos fiscales y la información sobre el nivel de renta de toda la PEA. Mas el sistema fiscal exceptúa del IRPF a las personas con rentas inferiores al mínimo de tributación, que para el 2023 se fijó en 15 000 € anuales (Real Decreto 1039/2022, de 27 de diciembre). E implica que un número de contribuyentes no están obligados a hacer la declaración. Así, un conjunto de ellos no está sujeto a las retenciones sobre los rendimientos del trabajo; mientras tanto, para el grupo al que sí se le aplican, el tipo es inferior al que se derivaría de presentar la declaración. Tal libramiento ocasiona vacíos informativos sobre los niveles de renta²⁴⁰, entre otros problemas. Dado que el umbral de 15 000 € cubriría a más del Q1, para compensar al 20 % de menor renta correspondería efectuar transferencias monetarias, no deducciones (por el hecho de que no existen retenciones). Sería igual si se ampliara al 30 % (hasta el decil 3) o al 40 % (Q2). Pese a que podría considerarse expandir las transferencias (o deducciones) a una mayor cantidad de conductores –disminuyendo el beneficio (%) conforme aumenta la renta– tampoco debe olvidarse que focalizar las compensaciones en los grupos más vulnerables es lo recomendable para no disminuir los recursos disponibles a destinarse a los otros fines.

Frente a lo anterior, ¿cómo vincular las compensaciones al nivel de renta de los conductores? Una opción es establecer que deban ser solicitadas. No obstante, es poco oportuna desde la visión de servir al ciudadano. Tras presentar la declaración del año más reciente o acreditar un nivel de renta anual declarado, la aprobación quedaría sujeta a hallarse por debajo de un umbral correspondiente a pertenecer al Q1 (o hasta el decil 3) de la distribución en Cataluña (n veces el IPREM). La cantidad a ser compensada equivaldría a un porcentaje de todo el importe que el conductor canceló en el último año por el peaje. Ciñéndose a quienes están exentos del IRPF, la compensación se efectuaría en una sola transferencia. Si se ampliara a quienes sí pagan el IRPF, serían deducciones en el tramo autonómico de este o en impuestos municipales. Con todo, la falta de conocimiento sobre la compensación entre potenciales beneficiarios impediría que la ayuda llegase a todos los que la necesitaran. No es adecuado.

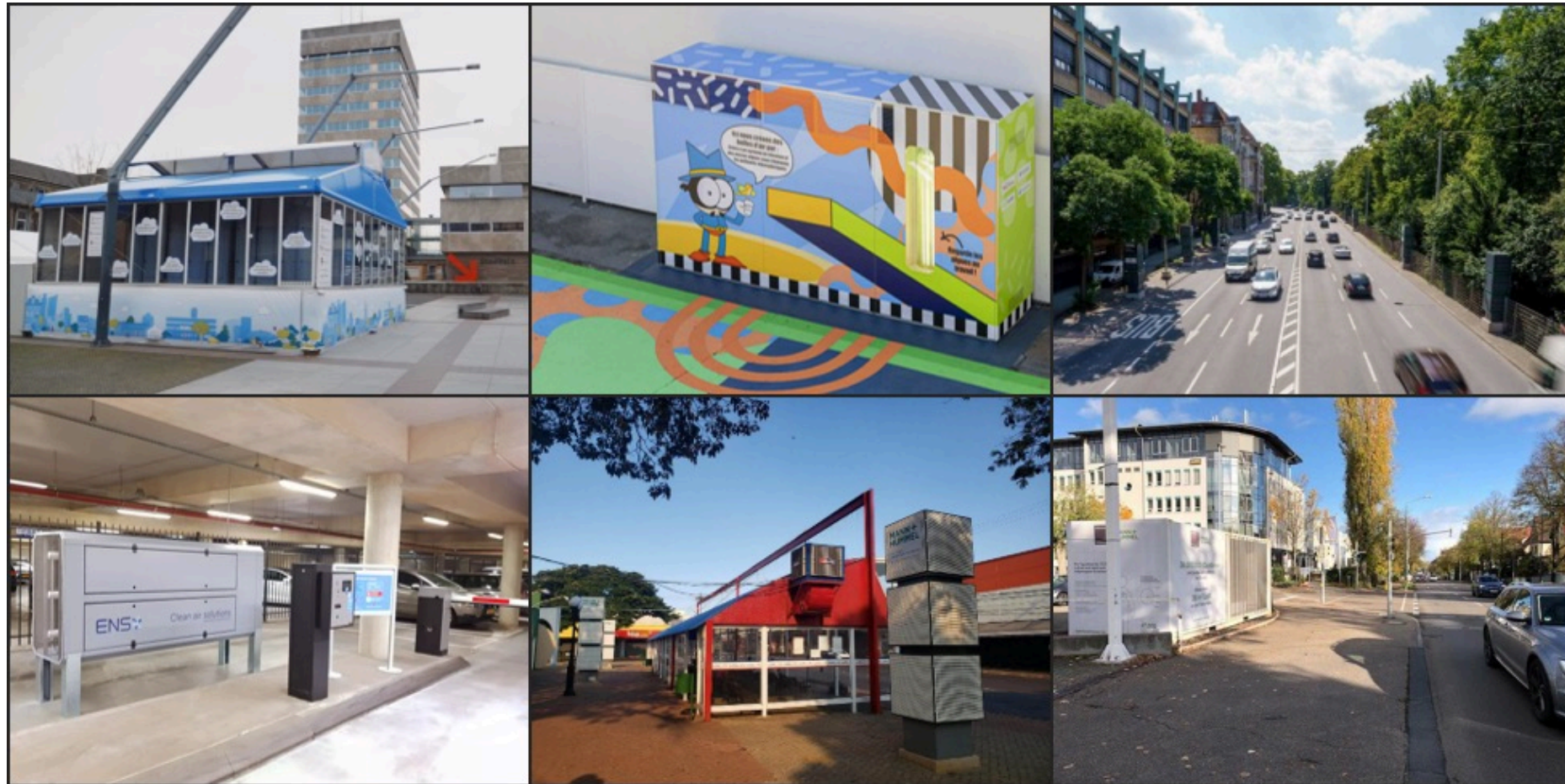
²⁴⁰ De la Torre Díaz y Victoria Lanzón (2023) señalan que el vacío referido a los no declarantes a los que sí se les efectúa retenciones en los ingresos podría llenarse introduciendo una deducción igual a la diferencia entre la retención por defecto y la cuota que correspondería de ser declarante. Promovería hacer la declaración sin elevar la carga impositiva que afrontan los contribuyentes con menos recursos, ayudando a extender la información disponible sobre las personas con ingresos por encima del umbral mínimo al máximo posible. Como complemento, si bien técnica y políticamente más intrincado, cabría establecer la obligatoriedad de la declaración de la renta para toda la PEA (ocupada y no ocupada), sin perjuicio fiscal alguno sobre el contribuyente que la realice e independientemente de que se perciban ingresos o no.

Otra opción sería otorgar un bono siguiendo un método de focalización inversa²⁴¹ (criterios de exclusión). Aunque es cierto que resultaría administrativamente más compleja, sería más favorable para la ciudadanía, pues le ahorraría la necesidad de realizar trámites. Considerando los datos para el conjunto de personas residentes en la provincia de Barcelona (o en Cataluña), primero se elaboraría un padrón siguiendo el procedimiento:

$$\begin{array}{c} \text{Población con edad} \geq 18 \text{ años} - \left(\begin{array}{l} \text{Personas con renta total} > R \\ \text{Personas con } n \text{ viviendas} > 1 \end{array} \right) \\ \downarrow \\ = \\ \text{Potenciales beneficiarios} \end{array}$$

²⁴¹ Durante la emergencia social por la pandemia de COVID-19, el Gobierno peruano empleó este método para definir a los hogares beneficiarios de nuevos bonos tras constatarse el inadecuado alcance de tres anteriores (menos beneficiarios de los debidos) basados en el de focalización directa (criterios de inclusión) debido a una serie de deficiencias en la información usada –discutidas por Alcázar et al. (2021)–. En Cataluña (y España), la baja informalidad laboral evitaría que se repitiesen los inconvenientes que contrajo la focalización inversa en el país sudamericano (más beneficiarios de los debidos).

Figura 31. Purificadores de aire externos instalados



Notas: [Esquina superior izquierda] Tienda con 30 equipos instalados como parte del proyecto Lungs of the City en Eindhoven (<<https://www.youtube.com/watch?v=8aiCOKLWpQ>>). [Esquina inferior izquierda] Equipo instalado en un estacionamiento. [Arriba en el centro] Equipo instalado en el 2020 a manera de proyecto piloto en una escuela de Poissy como parte de un programa del Gobierno de la Île-de-France para mejorar la calidad el aire. Codesarrollado por ENS, SUEZ y Fermentalg, el equipo combina distintas tecnologías para eliminar contaminantes aéreos (PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_{1} , NO_2 y COV) con la capacidad de las microalgas para absorber CO_2 , N y otros contaminantes y generar oxígeno. La biomasa vertida al alcantarillado se sumaría a otros desechos, con lo cual podría producirse biometano en las depuradoras de aguas residuales e inyectarse a la red abastecedora de gas (ver: <<https://elpais.com/publi-especial/biometano/>>). [Abajo en el centro] Equipos instalados en una parada de autobús en el municipio de Indaituba, estado de São Paulo. [Esquina superior derecha] Equipos instalados como parte del proyecto Neckartor en Stuttgart. Revisar: <<https://www.youtube.com/watch?v=-czGTqyZB8>>. [Esquina inferior derecha] Equipo instalado dentro de un contenedor en una calle de Ludwigsburg. Fuente: Composición propia a partir de Environmental Nano Solutions [ENS] (s.f.) y Mann+Hummel (s.f.).

La información sobre la población mayor de 18 años se basaría en datos de los DNI y de las TIE, bajo dominio del Ministerio del Interior²⁴²; la de los criterios eliminatorios (renta total²⁴³ y número de viviendas) procedería de los datos de las declaraciones de la renta²⁴⁴, en poder de la Agencia Tributaria. Lo ideal sería que el padrón lo creara una institución de alcance nacional, como el Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones (MISSEM), y para toda España –dando acceso a las administraciones subnacionales que lo necesiten–, pues serviría para articular una serie de políticas, posibilitando un gasto social más eficaz, eficiente y equitativo.

Ya con el padrón, lo siguiente sería que el software busque en ella a las personas que siguen conduciendo (información a partir de los importes cargados a los usuarios por el peaje). Cuando los números de identificación coincidan, el conductor será beneficiario efectivo. La compensación se concretaría vía transferencia bancaria, el número de cuenta provisto por la persona como dato fiscal a la Agencia Tributaria lo facilitaría; de no disponerse del dato²⁴⁵, se consultaría con las entidades financieras.

Si no existen impedimentos legales para que una administración local o autonómica acceda a toda la información necesaria, sería una mejor alternativa para efectuar las transferencias. Previendo los casos de quienes se muden a la provincia de Barcelona y, por ende, no estén en la base de datos del año, será necesario actualizar totalmente el padrón con una periodicidad semestral (ya no anual) o generar un registro de los nuevos usuarios de la app y cada tres meses enviar una solicitud a las instituciones correspondientes para que provean la información de esas personas. La ausencia de datos relativos a la declaración de la renta podría hacer que algunas integren automáticamente el padrón (dependerá de la cantidad de renta total definida como umbral); para las personas sobre las que sí haya información se aplicarían los criterios eliminatorios, quienes queden también se sumarían como potenciales beneficiarios.

²⁴² Si bien sustituir la información de personas con mayoría de edad por la de personas con permiso de conducir de la DGT delimitaría con más precisión a la población objetivo, tendría la desventaja de requerir actualizarla con más frecuencia. Repárese en que, al ser voluntario, el número de personas con carnet varía más y de forma menos predecible que el de mayores de 18 años.

²⁴³ Incluye rendimientos del trabajo, rendimientos del capital inmobiliario, rendimientos del capital mobiliario y rendimientos de actividades económicas; deja de lado las ganancias y pérdidas patrimoniales. Sería más simple hacer el descarte a partir de los contribuyentes con una renta total superior a una cantidad R € a definir que hacerlo por cada subgrupo (p. ej., trabajadores asalariados y pensionistas con rentas del trabajo > R₁, trabajadores autónomos con rentas de actividades económicas > R₁, personas con rentas del capital mobiliario e inmobiliario > R₂).

²⁴⁴ Vale recordar que, para la identificación, el NIF de las personas físicas es el mismo que el del DNI o el NIE.

²⁴⁵ A futuro, para evitar dificultades de esta índole, el Gobierno español podría disponer que a todo menor nacional o extranjero con más de cinco años de residencia se le genere una cuenta ID (DNI o NIE, según el caso) al cumplir la mayoría de edad. Valdría extenderlo a los ciudadanos mayores de 18 años sobre los que la Agencia Tributaria carezca de datos fiscales. La cuenta de ahorro serviría para recibir pagos, transferencias, bonos o devoluciones del Estado. Se abriría en el Instituto de Crédito Oficial (ICO). Desde ahí, si desea, la persona lo transferiría a otra cuenta bancaria suya. Generarla por defecto en el ICO evitaría los vacíos asociados a requerir la activación a solicitud y a tener que indicar un banco de preferencia. Además, sería compaginable con políticas para fomentar el ahorro previsional personal voluntario, sobre todo entre los más jóvenes. Al respecto, revítese Coll et al. (2020) y Jiménez-Mausbach (2021).

4.1.7. Resultados esperados

Lamentablemente, como se aclaró desde el inicio, este documento carece de un análisis estadístico que permita estimar el impacto de un peaje como el propuesto sobre la congestión y el nivel de inmisiones en la ciudad. Ante la ausencia de una simulación, la evidencia procedente de los casos analizados podría servir como guía, recordando que sería imprecisa. Los resultados dependen del diseño del peaje (modelo, tarifas, área, exenciones y descuentos, etc.), lo cual varía de ciudad en ciudad [Recuérdese la Tabla 11 y el Apéndice B]. Basándose en los datos recopilados sobre los peajes de congestión suecos y el singapurense –menos lejanos al PUCB–, la reducción del volumen del tráfico podría estar entre el 12-31 %; la de los tiempos de viaje, entre el 30-50 %; la de inmisiones de NOx, entre el 10-17 %; y la de inmisiones de PM10, entre el 7.6-19 %. Ahora bien, ello proviene de esquemas que siguen un modelo de cordón con similitudes a la tasa de congestión sugerida, pero no son iguales.

Los resultados del estudio AKTA²⁴⁶ en Copenhague también pueden ser informativos. Investigó los efectos de tres esquemas de tarificación vial (dos por distancia recorrida y uno con múltiples cordones) a través de un experimento de campo²⁴⁷. El de distancia recorrida con tarifas altas y a lo largo del día²⁴⁸ fue el más eficiente en cuanto a los cambios conductuales: comparado con el periodo de control²⁴⁹, redujo los veh-km por día un 12.4 % y disminuyó el número de desplazamientos diarios un 7.8 % (un 12 % en la hora punta matinal) (Nielsen y Sørensen, 2008). Posteriormente, un trabajo que simuló los impactos de cuatro esquemas de tarificación a nivel macro estimó que el más eficiente del AKTA reduciría los veh-km un 16.2 % en el municipio y que los tiempos de viaje en todo Copenhague (no solo en el municipio) bajarían un 13 % (Rich y Nielsen, 2007).

Por último, para Barcelona, Hormigo Ventura (2020) propone un modelo por el cual se separa la red viaria de la ciudad²⁵⁰ en dos

²⁴⁶ Conducción alternativa y cobro por congestión, por sus siglas en danés. Dentro del Quinto Programa Marco de Investigación, Desarrollo y Tecnología de la Comunidad Europea (1998-2002), el Programa de Crecimiento sobre Movilidad Sostenible e Intermodalidad contemplaba al proyecto PROGRESS, una iniciativa para investigar la viabilidad e impacto de distintos esquemas de tarificación vial en ocho ciudades europeas. AKTA fue el capítulo desarrollado en la capital danesa entre el 2001 y el 2003 (Nielsen y Sørensen, 2008; Community Research and Development Information Service [CORDIS], 2014).

²⁴⁷ Tuvo un total de 500 participantes (distribuidos en dos rondas de 200 y una de 100) a cuyos vehículos se les instaló un dispositivo GPS. El dispositivo mostraba en tiempo real la suma a cobrar. Si durante el periodo de tratamiento los participantes modificaban su uso del coche (dónde, cuándo y, si correspondía, cuánto circular), ganaban el dinero equivalente a la diferencia respecto al uso en un periodo de control. La primera ronda duró 16 semanas (8 para el control y 8 para el tratamiento); la segunda, 20 (10 y 10); la tercera, 26-28 (10-12 para el control y 16 para el tratamiento). En la tercera ronda solo se evaluó el diseño de distancia recorrida con tarifas altas y válido a lo largo del día (no solo durante horas punta), que había sido el más efectivo en las dos primeras; asimismo, el dinero se entregó al inicio del periodo de tratamiento (no al final, como antes) y una vez culminado debía pagarse el respectivo monto total (Nielsen y Sørensen, 2008).

²⁴⁸ En este esquema el precio por km variaba en función de la zona de circulación (cuatro niveles, con la tarifa aumentando según la cercanía al centro de la ciudad) y por periodo horario (la tarifa en las horas punta era el doble de la aplicada en horas valle). En horas punta era 1, 2, 3.50 y 5 DKK/km; en horas valle, 0.50, 1, 1.75 y 2.50 DKK/km. Por aquel entonces, 1 EUR = 7.50 DKK, aprox. (Nielsen y Sørensen, 2008).

²⁴⁹ Respuestas a partir de ~100 000 desplazamientos entre las dos primeras rondas. En la tercera los cambios fueron más pronunciados, pero las diferencias con los efectos de las dos previas no fueron estadísticamente significativas (Nielsen, 2004).

²⁵⁰ El ámbito de aplicación abarca al área del municipio que está ubicada entre las rondas y a pequeñas partes de los municipios de L'Hospitalet de Llobregat, Esplugues de Llobregat y Sant Adrià de Besòs.

niveles: una básica con tarificación por distancia recorrida y otra secundaria gratuita. Aquella ofrecería un mejor servicio (menores tiempos de viaje). Respecto a un escenario base sin peaje, la simulación predice que una tarifa fija y plana de 0.16 €/km en la red básica disminuiría un 21 % la cantidad de veh-km diarios (de 12.5 M veh-km a 9.8 M veh-km) y aumentaría la velocidad promedio un 39 % (de 26.2 km/h a 36.3 km/h). No obstante, en la red secundaria los veh-km diarios se incrementarían un 66 % (de 2.8 M veh-km a 4.6 M veh-km), lo cual ocasionaría un descenso del 24 % en la velocidad media (de 22.8 km/h a 17.3 km/h). Ahora, el trasvase modal de una parte de esos viajes hacia el transporte público mitigaría la intensidad del tráfico en la red secundaria. Implementado junto con mejoras a la red de buses y ferroviaria, se estima que el porcentaje más probable de cambio modal de aquellos desplazamientos que dejan de hacerse en vehículo privado sería del 85 % (en un rango de 50-100 %). Además, anualmente se evitaría la emisión de 343 t de NO_x y 6 t de PM₁₀. Dadas las particularidades del PUCB –el diseño de cada tasa y un ámbito de aplicación más extenso–, no parece inverosímil que sus resultados puedan superar a los estimados para la red básica, mas aclararlo sería tarea de un necesario estudio.

4.1.8. Potenciales costes y beneficios

Al no contar con estimaciones propias de los resultados de la política propuesta, tampoco se puede proveer un análisis de los costes y beneficios del proyecto en los términos que se ha planteado. Sin embargo, pueden tomarse como referencia las proyecciones de Hormigo Ventura (2020) para el modelo que sugiere²⁵¹. El autor calcula que la inversión requerida para ejecutar el peaje ascendería a ~94 M€²⁵². Los costes de operación y mantenimiento anuales sumarían ~10 M€²⁵³. Mientras tanto, los ingresos brutos llegarían a los 268 M€²⁵⁴ en el primer año. Descontando la inversión inicial y los costes de operación y mantenimiento, serían 164 M€ de ingresos netos en el primer año.

²⁵¹ Como el trabajo –una tesis doctoral– se realizó en el 2019, antes del contexto inflacionario imperante, las cifras que contiene tendrían que actualizarse al nivel de precios del año en curso.

²⁵² El monto total incluye los costes de: proyecto y estudios, 2.3 M€; señalización, 1.8 M€; cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV), 19.1 M€; paneles de mensajería variable (PMV), 12 M€; controladores lógicos programables (PLC) y estaciones remotas universales (ERU), 0.5 M€; obra civil, 3.2 M€; red de comunicaciones de acceso, 1.8 M€; electrónica de red, 1.1 M€; instalaciones eléctricas, 1.4 M€; centro de control de tráfico, 3.6 M€; y dispositivos OBU (solo para los turismos, furgonetas y camiones de los residentes), 47 M€. Todo eso es lo que necesitaría para empezar a funcionar. Deja de lado los gastos asociados a certificaciones del sistema, costes legales, costes de operadoras de telefonía móvil, pruebas piloto, campañas informativas y capacitación del personal.

²⁵³ Los costes de operación equivaldrían a un 7 % de los de la inversión, ~7 M€. Los de mantenimiento –preventivo (1.5 %, ~1 M€) y correctivo (2 %, ~2 M€)– se asemejarían al 3.5 % de lo invertido, ~3 M€.

²⁵⁴ El esquema en cuestión funcionaría 250 días al año. Generalmente, un año tiene 52 sábados y 52 domingos, por lo que los otros 11 días (365-104 = 261) serían feriados en los que no habría cobro alguno. Los impagos podrían hacer que la cifra disminuya, el autor supone que podrían significar alrededor del 25 % del importe cargado al conjunto de usuarios de la red básica. No contempla lo obtenido por el pago de multas.

En cuanto al análisis financiero²⁵⁵, Hormigo Ventura (2020) proyectó el balance monetario del primer año de funcionamiento para estimar la cuenta de explotación²⁵⁶ y la rentabilidad financiera para un ciclo de 10 años. Obtiene un VANF de 340 M€ y una TIR del 72 %. Tras un análisis de sensibilidad, halla que el riesgo de resultados negativos es virtualmente nulo, aun cuando le exigió una rentabilidad del 10 % de la inversión. Habría una probabilidad del 80 % de que el VANF esté en el rango de 148-332 M€ y de que la TIR se ubique entre el 50-71 %. En consecuencia, lo invertido se recuperaría en el segundo año de operación del peaje.

No es menos importante el análisis económico²⁵⁷, que abarca los efectos sobre el sistema de transporte, los costes del sistema de peaje, el impacto de la reducción de las externalidades negativas y el efecto sobre la salud de las personas. Los resultados arrojan que los beneficios netos en el primer año serían de 60 M€²⁵⁸; asimismo, el análisis de sensibilidad muestra que, con una probabilidad del 80 %, habría un balance positivo en el rango de 69-118 M€. Respecto a la rentabilidad social en un periodo de 10 años, el peaje tendría un VANS de 725 M€ y una TIR del 119 %. De acuerdo con el análisis de sensibilidad, el riesgo de resultados negativos es prácticamente cero. Al contrario, habría una probabilidad del 80 % de que el VANS se encuentre entre los 630-819 M€ y de que se consiga una TIR del 107-131 %; explicándose en gran medida por los beneficios ambientales. Por ende, en términos sociales, lo invertido se recuperaría en el primer año de funcionamiento (Hormigo Ventura, 2020).

A pesar de que aquellas estimaciones están sujetas a un diseño particular, sus paralelismos con el esquema del PUCB hacen concebible que los análisis a llevarse a cabo concluyan con pronósticos equiparables. Inclusive, no es osado creer que podrían ser mejores. No solo porque el ámbito sería más extenso y trataría a todas las vías por igual. El PUCB prescindiría de las OBU o por lo menos procuraría que su uso sea mínimo. Optar por smartphones es preferible en cuanto a los tiempos de ejecución del proyecto y del

²⁵⁵ Tanto este análisis como el análisis económico siguen las premisas de que el Ajuntament de Barcelona podría solventar la inversión sin buscar financiación extra y que la ejecución del proyecto tomaría 2 años (60 % en el primero y 40 % en el segundo). Del mismo modo, ambos incrementan el coste de la inversión un 5 % (4.7 M€) frente a posibles gastos adicionales, no toman en cuenta el coste marginal en los fondos públicos y emplean una tasa de descuento del 10 %. El periodo de 10 años se refiere al ciclo del proyecto, así que los dos años de ejecución –en los cuales no existen ingresos– forman parte de él. Por lo que concierne a los flujos de tráfico, los dos análisis suponen que permanecería constante en los 3 primeros años. La diferencia es que, tras esos 3 años, en el análisis financiero se asume que crecería un 1 % cada dos años y terminaría estabilizándose en los últimos 3 años. En cambio, el análisis económico presume que ese 1 % sería anual hasta el décimo año.

²⁵⁶ Incorpora aspectos que van más allá de la inversión, los costes de operación y mantenimiento y los ingresos. Por ejemplo, considera menores ingresos del impuesto sobre hidrocarburos, mayores costes de transporte, el coste de las exenciones (concedidas a autobuses, motocicletas, ciclomotores y VE), los impagos, amortización de la inversión, impuestos, etc. Más detalles en Hormigo Ventura (2020, pp. 253-259).

²⁵⁷ Junto con los elementos indicados en la nota al pie de página sobre el análisis financiero, en los cálculos que dan lugar a los valores expuestos se añaden otras consideraciones. Para más información, revísese Hormigo Ventura (2020, pp. 241-253).

²⁵⁸ Efectos sobre el sistema de transporte (108 M€): variación del bienestar de los viajes en la red básica (186 M€), variación del bienestar de los viajes en la red secundaria (-10 M€), variación del bienestar de los viajes que pasan al transporte público (-53 M€), variación del bienestar de los viajes desplazados del área entre las rondas (-27 M€), ahorro de los costes de funcionamiento del vehículo privado (42 M€) y costes de inversión y operación del transporte público adicional para atender el cambio modal (-30 M€). Coste del sistema del peaje urbano (-104 M€): inversión (-94 M€), operación (-7 M€) y mantenimiento (-3 M€). Impacto de la reducción de las externalidades negativas (19 M€): polución del aire (7 M€), ruido (8 M€) y cambio climático (4 M€). Efectos sobre la salud de las personas (37 M€): aumento del tiempo caminando (37 M€).

presupuesto a destinarle. En el análisis de Hormigo Ventura (2020) 47 M€ de los costes de la inversión son para cubrir la adquisición de las OBU, representan el 50 % del monto total. No obstante, cabría esperar un gasto más abultado si el PUCB se valiese de esos dispositivos. Téngase presente que el autor solo prevé que el Ajuntament corra con los gastos de las OBU para los vehículos sujetos al cobro y que son de sus residentes; los titulares de vehículos no exentos registrados en otros municipios tendrían que proporcionárselas por sí mismos –70 €, según estima–. Súmesele que los rápidos avances tecnológicos acortarían la vida útil de los equipos o los haría verse desfasados²⁵⁹. El autor asume una vida útil de cinco años. Frente a tal obsolescencia, es mucho más rentable centrarse en el software (la app), pues el hardware móvil (los smartphones) lo proporcionarán los usuarios. La omnipresencia de los celulares permitiría que el peaje entre en funcionamiento en menos de dos años, ahorrándole a las corporaciones locales o a los usuarios los gastos de adquisición, instalación, mantenimiento y actualización.

Ya que las OBU deben complementarse con otros instrumentos, usar smartphones evitaría los costes de los PLC y las ERU (0.5 M€). Asimismo, al tomar como base a la infraestructura de la ZBE Rondes ya se dispondría de una red de cámaras –y con ANPR–, de modo que, a lo mucho, el gasto se dirigiría a un ligero aumento del número de ellas, con lo cual el coste podría ser menor que el previsto en el esquema discutido (19.1 M€). Lo mismo puede decirse sobre el centro de control de tráfico (3.6 M€), instalaciones eléctricas (1.4 M€), obra civil (3.2 M€). Y los PMV (12 M€) no son indispensables. En cambio, habrá un desembolso extra por concepto del desarrollo de la app y los stickers recordatorios. Por lo que atañe a los costes de operación, se añadirían los de las compañías de telefonía (por los datos móviles). Para mejorar el balance entre ingresos y gastos sería positivo automatizar y digitalizar tantas tareas y procedimientos como sean posibles, empleando solo al personal estrictamente necesario²⁶⁰. Un futuro análisis financiero deberá considerar reducciones en la recaudación del IVMT e incrementos en lo ingresado por los abonos de transporte público. Igualmente, el análisis económico tendrá que incorporar el ahorro en gastos laborales y sanitarios derivados de bajas por enfermedad y hospitalizaciones por motivos respiratorios y cardiovasculares, respectivamente.

²⁵⁹ En Singapur, las OBU encargadas por el Gobierno para el nuevo ERP adolecen de este problema. Al respecto, sírvase consultar: <<https://www.todayonline.com/commentary/next-gen-erp-module-looks-its-stuck-past-raises-questions-rollout-govt-tech-projects>>.

²⁶⁰ Más allá de lo concerniente al PUCB, la Administración pública no debe quedar rezagada en la adecuación al cambio tecnológico, máxime cuando modernizarla mejoraría su eficiencia en beneficio de los ciudadanos como usuarios y contribuyentes. Ahora, sería un error que la digitalización vaya en desmedro de la calidad de los servicios y la atención brindados a la ciudadanía. Tómese como muestra lo discutido por Jiménez-Mausbach (2023b) sobre lo que ocurre con las citas previas electrónicas.

4.1.9 Financiamiento

Un siguiente punto es cómo se solventará la inversión. Es esencial no desequilibrar las cuentas municipales. Visto desde la capacidad o necesidad de financiación (CNF)²⁶¹, la AIREF (2023) prevé que el Ajuntament de Barcelona vuelva a incurrir en déficit este año²⁶², si bien ligero. Por ende, debe evitar reducciones de ingresos o incrementos de gasto que sean de carácter estructural en el actual ejercicio presupuestario, a menos que pueda garantizar permanentemente su financiación. Independientemente de que el proyecto no iniciaría su recorrido en el ejercicio 2023, sí supondría gastos de índole estructural: las nóminas del personal y el mantenimiento del sistema. No obstante, parte de los gastos corrientes ya estarían cubiertos, puesto que el peaje se desarrollaría sobre el sistema de la ZBE Rondes. Más importante aún, el PUCB financiaría sus propios gastos y se convertiría en una fuente de ingresos finalistas (los destinos señalados en páginas anteriores).

El presupuesto inicial del consistorio para el 2023 sirve de guía para conocer de cuántos recursos dispone el Ajuntament para su Programa de Inversiones Municipales. De lo asignado a gastos de capital en inversiones reales (695.6 M€) hay una reserva de 198.9 M€ para diferentes proyectos (Ajuntament de Barcelona, 2022e). Gran parte (125 M€) proviene de los fondos del programa NextGenerationEU (NGEU) y estaría parcialmente destinada a sufragar la superilla de L'Eixample (Blanchar, 2022a). Una menor cantidad (53.8 M€) corresponde a una reserva de gestión de la ciudad, un respaldo para inversiones –no es el fondo de contingencia para gastos corrientes– (Ajuntament de Barcelona, 2022f; Blanchar, 2022a). Aunque no se ha podido dar una cifra clara de cuánto demandaría la inversión para el peaje, la aproximación brindada sugiere que la magnitud no sería exorbitante. En todo caso, buscando reducir cualquier deuda a contraer para financiar el PUCB y la principal medida complementaria –mejorar el servicio de transporte público en buses–, cabría evaluar los gastos de la corporación (corrientes, de capital y financieros) para que, en la medida de lo posible, se efectúen reasignaciones en el presupuesto de este año o en el del 2024. Se identificarían aquellos cuya eficiencia es inadecuada, con el propósito de optimizarlos o recortarlos²⁶³; o los que por su bajo

²⁶¹ De acuerdo con el Ajuntament de Barcelona (s.f.-e, 2015), diferencia entre los ingresos no financieros (INF) y los gastos no financieros (GNF); todo en términos del Sistema Europeo de Cuentas (SEC). Cuando el resultado es positivo hay un superávit, significa que la administración tiene la capacidad de financiar sus GNF con sus INF; por el contrario, cuando el resultado es negativo hay un déficit, es decir, la administración tiene necesidad de financiamiento para cubrir sus GNF. A todo esto, entiéndase por «no financieros» a los ingresos (o gastos) corrientes y a los de capital, no los relativos a operaciones financieras –para ingresos: venta de activos, remanentes de tesorería, emisión de deuda y préstamos; para gastos: aportaciones de capital, préstamos y anticipos y amortizaciones de deuda–.

²⁶² En el 2022 la CNF equivalió a un déficit de 197 M€ (5.8 % de los INF), el cual difiere del que indica el Ajuntament de Barcelona (2023e) porque el dato del consistorio (-147 M€) no incorpora el efecto de la liquidación negativa de 2020 del sistema de financiación. De hecho, la AIREF (2023) también menciona que del 2020 al 2022 la corporación local registra cierres del ciclo presupuestario con un déficit promedio de 80 M€ anuales, depurando en el último año el impacto de la susodicha liquidación.

²⁶³ Hay quienes plantean un falso dilema entre la cantidad del gasto y la calidad de los servicios públicos. Sin embargo, ni los recortes conducen siempre a peores servicios ni los aumentos se reflejan siempre en mejores servicios. Más que cuánto se gasta es en qué y cómo se gasta. Es posible reducir gastos sin afectar la calidad del servicio, hasta podría mejorarse. Por ejemplo, cuando las deficiencias en la provisión de un servicio se deben a una innecesaria burocratización (alargando tiempos de espera), será oportuno eliminar procesos y recortar gastos de personal. Beneficiaría al usuario y aligeraría las cargas presupuestarias.

valor social y regresividad podrían eliminarse. Tampoco puede dejar de mencionarse que hará falta un acuerdo sobre cómo se distribuirán los gastos y los ingresos entre los municipios por los que se extendería el peaje.

4.1.10 Aceptabilidad pública

Los resultados de una encuesta realizada el 2021 por el Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública (GESOP)²⁶⁴ sugerían que el 51.5 % de los residentes del área metropolitana habría estado a favor de que en Barcelona se aplique una tasa de circulación para reducir el tráfico y mejorar la calidad del aire, en tanto que el 46.5 % se habría mostrado en contra. Si aquella diferencia perdurase, sentaría un escenario base bastante alentador de cara a la instauración de un peaje urbano. Sépase que el respaldo a políticas como la propuesta suele ser mayor una vez ejecutadas, pues las personas pueden cambiar de postura al notar cómo los resultados difieren de las creencias que tenían antes de que se implementara (Baranzini et al., 2021).

En un estudio sobre el diseño de un potencial peaje de congestión en Ginebra, Baranzini et al. (2021) hallaron que existía una relación inversa entre el nivel de respaldo y la cuantía de las tarifas; en cambio, era directa respecto a la cantidad de exenciones concedidas. No obstante, las personas rechazaban las exoneraciones a vehículos que ocupasen menos espacio (motos) o contaminaran menos (VE). Y las preferencias se inclinaban por un precio constante y predecible antes que uno variable. Aunque esto implicaría cierto trade-off entre la eficiencia del esquema y su aceptabilidad, atajar las asimetrías informativas aliviaría el dilema. Así, la provisión de información sobre los resultados esperados incrementó el respaldo a la política, particularmente el de los diseños más ambiciosos (complejos). Por eso he de comunicarse bien los problemas a resolver, el funcionamiento del esquema, las experiencias exitosas de otras ciudades y dar estimados de las mejoras que se conseguirían. Máxime dado que las personas tienden a sobreestimar las pérdidas y subestimar las ganancias, como las derivadas de la fiscalidad ambiental y de su capacidad para lograr cambios conductuales.

De manera similar, tras una revisión de ocho casos de proyectos de peaje –tanto ejecutados como frustrados–, Selmoune et al. (2020) sintetizan los cuatro factores más influyentes discutidos en la literatura: equidad, complejidad, incertinidad y privacidad. El factor de equidad se refiere al impacto distributivo sobre distintos grupos sociodemográficos, sea por niveles de ingresos, lugar de residencia o condiciones de discapacidad móvil. Junto con incluir aspectos que reduzcan los efectos negativos sobre colectivos vulnerables, debe hacerse comprender que el peaje le aportará justicia al uso de la red viaria y del sistema de transporte. Por ese lado, el tipo de tarificación (plana o variable, cargo por día o paso, diferenciada por vehículo, etc.) será más o menos idóneo. El factor de complejidad se vincula a lo anterior. Un esquema orientado a

²⁶⁴ La ficha técnica y los resultados están disponibles en: <https://drive.google.com/file/d/1C-mT7UG8qZjbKL-9HWdK2JkAkOCO_Um8/view>.

internalizar con precisión los costes externos será más eficiente, pero también más complejo y podría ser más difícil de entender.

A su vez, el factor de incertinidad compete a la incertidumbre en torno a la efectividad de la política y el destino de los ingresos. Tal como ya se comentó, a más conocimiento, mayor apoyo (Selmoune et al., 2020). Es muy importante recalcar que el peaje no se instauraría con ánimos recaudatorios, sino para contrarrestar las externalidades negativas del transporte rodado. De ahí la relevancia de definir con claridad el destino de los ingresos y el porqué de ellos (Baranzini et al., 2021). Visto desde el lado presupuestario y financiero del Ajuntament, serían ingresos finalistas. No podrían usarse para cubrir gastos distintos a los establecidos. Con todo, el énfasis no debe recaer en los ingresos que se generarían, sino en los resultados: las mejoras en los tiempos de viaje y en la calidad del aire (Manville y King, 2013). Al fin y al cabo, ese es el propósito de la intervención. Las expectativas ciudadanas tienen que gestionarse correctamente.

Por último, el factor de privacidad. Irremediablemente habrá preocupaciones referidas a la información personal que recolectaría el sistema. Aun cuando ciertos datos puedan anonimizarse, la información no podría ser completamente anónima debido al esquema propuesto; asimismo, incluso si se recae en un tercero ajeno al Estado, la gestión de datos por parte de un privado tampoco anularía todas las inquietudes. Entonces, se requeriría de un cifrado de datos, como de extremo a extremo –sobre todo si se usará una aplicación móvil–. Descentralizar las responsabilidades del sistema entre múltiples unidades de hardware en distintas ubicaciones también ayudaría a mitigar la vulnerabilidad y el impacto ante ciberataques (Clements et al., 2020), como los que sufrió en marzo el Hospital Clínic de Barcelona. Integrarlo a la Agència de Ciberseguretat de Catalunya (ACC) de la Generalitat brindaría más protección. Garantizar el apego a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre²⁶⁵; y considerar los anteriores detalles en el diseño del peaje disminuirían la oposición. Ahora, en línea con la campaña Mesurar per avançar del Instituto Ostrom (Jiménez-Mausbach y Vila, 2021), sería bueno que en cuanto sea posible al menos una parte de los datos puedan ser de acceso público con el fin de facilitar evaluaciones independientes de los distintos impactos de la política, así podrían corregirse o mejorarse aspectos del esquema.

²⁶⁵ Ley de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

4.1.11 Sustento legal y tramitación

Aunque el proyecto de ordenanza correspondiente se fundamentaría en normativas de nivel comunitario (art. 191.2 TFUE; art. 13.1, 24.1 y 24.2 Directiva 2008/50/EC)²⁶⁶, estatal (art. 43.1-43.2 y 45.1-45.2 CE; art. 25.2.b y 25.2.g Ley 7/1985; art. 5.3 y 16.4 Ley 34/2007; art. 3.3.c, 3.3.f y 14 RD 102/2011; art. 19.1-19.2.a y 27.1-27.3 Ley 33/2011; y art. 7.a y 7.g RDLeg 6/2015)²⁶⁷, autonómico (art. 27.1-27.2, 46.1-46.3, 84.2.h y 84.2.j EAC; art. 10.5.d y 11 Ley 22/1983; art. 66.3.b y 66.3.f DLeg 2/2003; D 226/2006; D 152/2007; art. 6.3.e Ley 18/2009; y art. 24.1.a Ley 16/2017)²⁶⁸ y local (art. 42.2-42.4, 93, 102, 103.b y 103.e Carta Municipal de Barcelona; y art. 18.1 Ley 1/2006)²⁶⁹, ¿tendría asidero en el ordenamiento financiero y tributario?

Hace un par de años la coalición de gobierno del consistorio le encargó a su Direcció dels Serveis Jurídics y a un grupo de expertos de la Universitat de Barcelona sendos informes sobre la posibilidad de implantar un peaje urbano de congestión²⁷⁰. Según señalan la Direcció de l'Àrea de Règim Jurídic del Ajuntament de Barcelona (Aguilar Camprubí, 2020) y Rozas et al. (2021), en la legislación española no se contempla tal figura. De modo que se necesitaría de una ley de alcance estatal o autonómico que habilite la creación de un tributo local (solo las Cortes Generales), prestación patrimonial pública no tributaria [PPPNT]²⁷¹ (solo las Cortes Generales) o un recargo municipal sobre alguno ya existente. Introducir el peaje como una contraprestación sinalagmática –i.e., un contrato bilateral– a manera de precio (público o privado) sería legalmente improcedente. Las vías públicas son parte del dominio público, por ende, su uso y aprovechamiento están excluidos de la

²⁶⁶ Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea; y Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

²⁶⁷ Constitución Española; Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local; Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera; Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire; Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública; Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

²⁶⁸ Estatut d'Autonomia de Catalunya (Ley Orgánica 6/2006, de 19 de julio, de reforma del Estatuto de Autonomía de Cataluña); Ley 22/1983, de 21 de noviembre, de protección del Ambiente Atmosférico; Decreto Legislativo 2/2003, de 28 de abril, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley municipal y de régimen local de Cataluña; Decreto 226/2006, de 23 de mayo, por el que se declaran zonas de protección especial del ambiente atmosférico diversos municipios de las comarcas del Barcelonès, el Vallès Oriental, el Vallès Occidental y el Baix Llobregat para el contaminante dióxido de nitrógeno y para las partículas; Decreto 152/2007, de 10 de julio, de aprobación del Plan de actuación para la mejora de la calidad del aire en los municipios declarados zonas de protección especial del ambiente atmosférico mediante el Decreto 226/2006, de 23 de mayo; Ley 18/2009, de 22 de octubre, de salud pública; y Ley 16/2017, de 1 de agosto, del cambio climático.

²⁶⁹ Aprobada por la Ley 22/1998, de 30 de diciembre, de la Carta Municipal de Barcelona; y Ley 1/2006, de 13 de marzo, por la que se regula el Régimen Especial del municipio de

²⁷⁰ Esto se conoció gracias a que, invocando la Ley de Transparencia, Contaminació Barcelona solicitó al Ajuntament compartirles cualquier informe existente sobre la viabilidad legal de establecer una tasa de congestión o de emisiones en la ciudad. Disponibles en: <<https://contaminacio.barcelona/2022/02/17/es-legal-establir-una-taxa-de-congestio-o-de-contaminacio/>>.

²⁷¹ Prestación patrimonial, en tanto que obliga a abonar cierta cantidad de dinero. Pública, puesto que tiene origen en la imposición coactiva de una ley. No tributaria, debido a que –sin impedimento a que también sirva para financiar gasto público– su principal propósito es orientar la conducta de las personas hacia la satisfacción de fines constitucionales y objetivos de políticas públicas, en este caso, disuadiendo acciones cuyos efectos son perjudiciales para el resto o al menos haciendo que se pague por ellos (Aguilar Camprubí, 2020; Rozas et al., 2021; Tavares, 2015). Los impuestos especiales (accisas, para la UE) – como los que se aplican a labores del tabaco, alcohol y bebidas alcohólicas, azúcar y bebidas azucaradas, hidrocarburos o juegos de azar– son instrumentos extrafiscales en esa línea.

libre contratación. De aquí que no pueda cobrarse por la circulación en sí misma (uso común general de tales vías). Y la consideración de un aprovechamiento especial es cuestionable. Por la naturaleza de la exacción, habría de configurarse como un tributo local extrafiscal o como una PPPNT de finalidad de regulación del tráfico y medioambiental. Y aunque podría prescindirse de aquellos procesos para instaurar el cargo, bastando con una ordenanza, no se descartarían cuestionamientos jurídicos.

Tampoco debe ignorarse el potencial problema de la doble imposición, que contravendría el principio de progresividad fiscal. Por eso es imperioso que la tasa de congestión y la de emisiones se distingan claramente de otros tributos, como el IVTM²⁷², el impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono de los vehículos de tracción mecánica (IEDC) o el impuesto de matriculación²⁷³. Asimismo, la figura que se elija condicionará el diseño del esquema. Si fuese un tributo local, ¿se lo definiría como tasa municipal o como impuesto propio local?, ¿y de qué tipo? No todas las opciones admitirían tarifas variables y acordes con las características del vehículo. En consecuencia, alterarían la eficacia, eficiencia y equidad de la política. He de observarse que, a diferencia de otras alternativas, la PPPNT expande la posibilidad de gestión y recaudación a entidades privadas o mixtas, lo cual sería objetable si se tratase de una tasa municipal (Aguilar Camprubí, 2020; Rozas et al., 2021).

Entonces, instaurar un peaje urbano no sería posible, por ahora. Tal como recuerda el RD 1052/2022, el MITECO ha preparado una guía con el fin de ayudar a los ayuntamientos a desarrollar una ZBE. Dicho documento, Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE), considera la posibilidad de un peaje: «El acceso y circulación en la ZBE puede incorporar el pago de una tasa o peaje, cuya cuantía puede además variar en función de las condiciones del vehículo, en base al principio "quien contamina paga" o de la congestión, en base al principio de "el usuario paga" (pago por uso del espacio público en condiciones de exceso de tráfico)» (MITECO, 2021, p. 22). Se infiere que la tarifa vinculada a las «condiciones del vehículo» respondería a los factores de emisión; mientras que la asociada a la congestión variaría por horarios. Y la explicación del último principio insinuaría un respaldo al planteamiento de que hay circunstancias en las que la circulación supone un aprovechamiento especial del dominio público local (las vías) –más allá de que dilucidarlo no sea competencia del Ejecutivo ni del Legislativo–.

Precisamente, en diciembre pasado el Gobierno validó el Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible²⁷⁴, uno de los compromisos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) acordado

²⁷² Conocido como impuesto de circulación, el IVTM grava la titularidad de los vehículos matriculados –en buena parte, pues, la propiedad vehicular–, sin reparos a que la cuota guarde relación con las características del motor y las emisiones contaminantes.

²⁷³ Idealmente, el hecho imponible debería ser el uso efectivo del vehículo, vinculado a la distancia recorrida. Un hipotético escenario donde los gravámenes estatales y autonómicos de esa índole –e incluso el especial sobre hidrocarburos– son reemplazados por un impuesto de infraestructura para el mantenimiento de las vías y otro a las emisiones de CO₂eq podría ser económica y fiscalmente más óptimo.

²⁷⁴ Había iniciado su tramitación parlamentaria por procedimiento de urgencia, con aprobación y entrada en vigor previstos para este año, pero la disolución de las Cortes Generales por el adelanto electoral suspendió el proceso –que también sufren otros proyectos, como el de la Ley de Esclerosis Lateral Amiotrófica–.

con la Comisión Europea para acceder a los fondos NGEU²⁷⁵. Viene a cuenta porque su Disposición final segunda modifica el Texto Refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales²⁷⁶. Añade una letra al apdo. 3²⁷⁷ del art. 20: «v) En las zonas de bajas emisiones, la circulación de vehículos que superen los límites o categorías máximas que se hayan establecido para circular por las mismas» (Proyecto de Ley 121/000136, de 2023, de Movilidad Sostenible). También agrega un párrafo a la letra a) del apdo. 1²⁷⁸ del art. 24, quedando redactada como:

“a) Con carácter general, tomando como referencia el valor que tendría en el mercado la utilidad derivada de dicha utilización o aprovechamiento, si los bienes afectados no fuesen de dominio público. A tal fin, las ordenanzas fiscales podrán señalar en cada caso, atendiendo a la naturaleza específica de la utilización privativa o del aprovechamiento especial de que se trate, los criterios y parámetros que permitan definir el valor de mercado de la utilidad derivada.

En los supuestos de aprovechamiento especial del dominio público local mediante la circulación en zonas de bajas emisiones de vehículos que superen los límites o categorías máximas de libre circulación, se podrá utilizar como valor de referencia de mercado el coste que hubiera tenido que abonar ese vehículo si hubiera estacionado en un aparcamiento público en lugar de circular por la zona calificada de bajas emisiones. (Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible, 121/000136)”

La aprobación del Proyecto habilitaría a los ayuntamientos a establecer la tasa o peaje. No obstante, si las adiciones al texto se leen en el sentido de que la(s) posible(s) tasa(s) por la circulación en las ZBE deberá(n) aplicarse solo a tales vehículos y con tarifas fijadas de acuerdo con ese método, irremediablemente constreñirán el diseño del esquema²⁷⁹. Es más, definir los vehículos sujetos al cobro usando aquellos términos será regresivo, aun cuando las categorías máximas (distintivo ambiental de la DGT) dependan de cada consistorio. Resulta previsible que serán los conductores con menor nivel de renta quienes soporten la tasa, ya que su propiedad vehicular tenderá a ser más antigua y, por ende, contaminante. La incidencia distributiva empeorará si, como

²⁷⁵ El acuerdo suscrito incluye introducir la tarificación vial en las carreteras del Estado (conforme al principio de «quien contamina paga»), cuyo inicio se fijaba en el 2024 (Maqueda, 2023). El Anteproyecto lo incorporaba, pero se dejó de lado en el Proyecto. Siendo figuras distintas, no afecta a la tasa por circular en las ZBE. Sobre la polémica generada en torno a los peajes en carreteras véase: <<https://cincodias.elpais.com/companias/2023-07-22/lo-que-realmente-ocurre-en-la-batalla-de-los-peajes.html>>.

²⁷⁶ Aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo.

²⁷⁷ «Conforme a lo previsto en el apartado 1 anterior, las entidades locales podrán establecer tasas por cualquier supuesto de utilización privativa o aprovechamiento especial del dominio público local, y en particular por los siguientes: [...]» (art. 20.3 Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo).

²⁷⁸ «El importe de las tasas previstas por la utilización privativa o el aprovechamiento especial del dominio público local se fijará de acuerdo con las siguientes reglas:» (art. 24.1 Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo).

²⁷⁹ No sería lo único cuestionable del Proyecto. De Rus (2022) brinda un análisis del Anteproyecto, cuyas observaciones, lamentablemente, todavía son válidas. Por ejemplo, es llamativo que siga omitiéndose una de las principales recomendaciones que hizo la AIReF (2020) en su Evaluación del Gasto Público 2019 sobre infraestructuras de transporte –pese a que el Proyecto sí considera otras propuestas del estudio–, a decir, la creación de un organismo independiente encargado de la evaluación de proyectos de movilidad e infraestructuras de transporte y con la capacidad de ejercer un control efectivo en los tres niveles de gobierno.

parece, el cálculo de la tarifa no guarda relación con el uso, que aumenta con el nivel de ingresos. Si en realidad lo añadido funciona como guía y descarta una lectura taxativa, podría establecerse un peaje cuyo esquema se aproxime al de una propuesta como la aquí sugerida. En todo caso, las nuevas Cortes deberán corregir el Proyecto.

Por otra parte, la tramitación replicaría el proceso seguido para la aprobación de la ZBE Rondes: una ordenanza fiscal del ÀMB, regulando elementos como las tarifas de la(s) tasa(s) y sus reglas de aplicación, la cuota tributaria, excepciones, bonificaciones, etc.; y ordenanzas municipales de los ayuntamientos con territorio comprendido en el ámbito de aplicación de la política, regulando los criterios de circulación.

En concordancia con una de las recomendaciones planteadas desde el Instituto Ostrom para facilitar la actividad empresarial en Cataluña (Jiménez-Mausbach y Vila, 2022), se sugiere que la aprobación de las normativas vaya acompañada de la derogación (o modificación) de otras, con el objetivo de aligerar la carga regulatoria²⁸⁰ sobre las actividades de las personas físicas y jurídicas. Es la regla del one-in, x-out (OIXO) adoptada por distintos países de la OECD como instrumento de políticas de compensación de costes regulatorios, con la cantidad de normas a eliminar dependiendo de si el mecanismo se ajusta a los costes netos que impondría una regulación extra²⁸¹ o si se simplifica en un número fijo (p.ej., que por cada regulación más se anulen dos) (Trnka y Thuerer, 2019). He de subrayarse que, así como no se trata de regular por regular²⁸², tampoco es una cuestión de desregular

²⁸⁰ Mora-Sanguinetti y Soler (2022) muestran que, respecto a 23 sectores económicos, durante el período 2010-2019 Cataluña fue la comunidad autónoma con el mayor volumen regulatorio medio anual: 905 normas. La cifra es casi el doble del promedio de las 17 CC.AA. (498) y cerca del triple de la comunidad con menor profusión legislativa, Madrid (323). Y la regulación sectorial ha ido creciendo con el paso de los años. Los datos del informe *La producción normativa en 2022* de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales [CEOE] (2023) van en la misma línea.

²⁸¹ Por ejemplo, si ocasionara un incremento neto de 100 €, tendría que anularse un número de regulaciones por el mismo valor (o más), de modo que el coste regulatorio neto soportado por los particulares no aumente.

²⁸² Ver: <<https://www.economiadigital.es/ideas/basta-de-leyes-chapuzas-legislar-menos-legislar-mejor.html>>.

por desregular²⁸³. Más que de cantidad²⁸⁴, es un asunto de calidad regulatoria²⁸⁵: considerar los efectos directos e indirectos²⁸⁶.

La normativa municipal más obvia a derogar sería la Ordenanza fiscal 3.20, relativa a la tasa por aprovechamiento especial del dominio público derivado de la distribución a destinos finales indicados por los consumidores de bienes adquiridos por comercio electrónico. Más conocida como «tasa Amazon», el tributo deja dudas²⁸⁷ sobre su aporte a las pymes catalanas²⁸⁸ y a la reducción de las emisiones y de la congestión en la ciudad. Desde el consistorio se ha sostenido que la tasa ayudará a igualar las condiciones entre el comercio electrónico y el comercio físico de proximidad²⁸⁹. Sin embargo, es desconcertante que el acortamiento de la brecha competitiva se persiga igualando hacia abajo y no hacia arriba, como sucedería si se facilitarían las actividades del comercio físico y su adaptación al cambio tecnológico. Mientras que el cibercomercio funciona 24/7, al físico se le restringen los horarios y días. Afortunadamente, los partidos

²⁸³ Repárese, pues, en aspectos como los señalados por Trnka y Thuerer (2019) a partir de las experiencias en países de la OECD o por Stanley (2023) y Bourne (2017) con relación al caso del Reino Unido, donde se introdujo por primera vez como one-in, one-out.

²⁸⁴ Según Mora-Sanguinetti y Pérez-Valls (2021), de media en España, un incremento del 1 % en el conjunto de normas promulgadas (a nivel estatal, regional, provincial y municipal) se asociaría con un 0.05 % menos de empresas en el ámbito local (provincial). Además, mientras que el efecto es ambiguo sobre las más pequeñas (las de personas físicas con actividades empresariales), es negativo sobre las más grandes (las sociedades limitadas). En ese sentido, obstruye el desarrollo de economías de escala, pues la fragmentación normativa subdivide al mercado. Una empresa que quiera operar en el mismo rubro en otro municipio, provincia o comunidad probablemente deberá adecuarse a un nuevo conjunto de normas que le acarrearán más costes administrativos. Disuade la expansión y especialización. Como apuntan los autores, la discontinuidad regulatoria sería un factor explicativo del predominio de las micro y pequeñas empresas en el tejido empresarial del país, lo cual tiene consecuencias económicas. Variables demográficas empresariales como el tamaño, la longevidad y la actividad principal influyen en la productividad, los salarios y la resiliencia ante las crisis; al respecto, y para más explicaciones de cómo la carga regulatoria repercute negativamente en el crecimiento de las empresas, véase Jiménez-Mausbach (2023c).

²⁸⁵ Viendo la calidad a partir de la complejidad regulatoria (CR) –con el inconveniente de no abarcar la adecuación del contenido a la evidencia empírica–, los legisladores y reguladores deberían ser conscientes de las ineficiencias económicas vinculadas a un stock normativo más intrincado. Así, recayendo en un índice compuesto por tres dimensiones (cantidad de normas, legibilidad e interconexión), Mora-Sanguinetti et al. (2023) encuentran que los incrementos en el índice de CR por parte de las 17 CC.AA. españolas para 23 sectores de actividad durante el periodo 1995-2020 habrían propiciado tasas de empleo más bajas, una intensidad laboral fuertemente reducida y menores tasas de inversión a nivel sectorial. Es decir, la CR tendría un efecto negativo sobre el empleo y el valor añadido. También hallan una relación inversa entre la CR y la cantidad de firmas en la economía regional (2004-2018), notando que el menor número de empresas responde a tasas de ingreso más bajas antes que a tasas de salida más altas. Además, el impacto negativo se concentra en las empresas más pequeñas y jóvenes y las del sector manufacturero. Y siendo que un crecimiento del 10 % en el volumen de normas se asocia con una caída relativa de ~0.5 % en la cantidad personas empleadas por microempresas (elasticidad: -0.0494) –menos de 10 trabajadores– y pequeñas empresas (-0.0481) –de 10 a 49 trabajadores–; entre las firmas con menos de 5 años la caída era de 0.9 % (-0.0912). Ilustrando las distorsiones generadas, si Andalucía y Cataluña tuviesen la misma cantidad de normativas extra que Madrid y el País Vasco, sus tasas de empleo serían un 1.41 % más altas y contarían con un 0.25 % más de empresas. Ocurre que las últimas son las dos CC.AA. con la menor CR, mientras que las primeras son las dos con la mayor CR.

²⁸⁶ La complejidad relacional –referencias internormativas– en las regulaciones que se suman al stock dificultan o ralentizan el funcionamiento del sistema judicial. Cuando este es ineficaz, su incidencia en la economía es negativa, como al reducir la vivienda en alquiler, el crédito o la inversión empresarial (Mora-Sanguinetti, 2022).

²⁸⁷ Consultar: <<https://www.economiadigital.es/ideas/quien-va-a-pagar-la-tasa-amazon.html>>.

²⁸⁸ Podría repetirse lo ocurrido con la «tasa Google» (el IDSD) del Gobierno español, también aplicada sobre la facturación de las grandes compañías digitales. Frente a ella, Google comunicó un recargo del 2 % para los anuncios en España (Jiménez, 2021a). Por su parte, Amazon decidió aumentar en un 3 % la comisión por el uso de su plataforma, repercutiéndoles el IDSD a las empresas vendedoras; siendo esperable, a su vez, que estas trasladasen una parte de ese coste a los consumidores (Solanas Alfaro, 2021; Jiménez, 2021b).

²⁸⁹ Tal como se recoge en Blanchar (2022b, 2023a) y Vila (2022).

que votaron a favor en el pleno del Consell Municipal ostentan una mayoría absoluta en el Parlament. Valdría modificar la Ley 18/2017, de 1 de agosto, de comercio, servicios y ferias. En específico, anular las letras a²⁹⁰, c²⁹¹ y d²⁹² del apdo. 2 del art. 36 – implicando dejar al art. 36 solo con el apdo. 1 y eliminar el apdo. 1 del art. 37–. También aminoraría los costes netos del peaje sobre los comercios que realizan entregas y no están excluidos del horario general que dicta dicha ley.

Como ya se indicó en páginas anteriores, las ordenanzas (del ÀMB y municipales) referidas a la ZBE deberán flexibilizarse para dar preeminencia al PUCB. Y en aras de aliviar el peso que tendría el peaje en la economía de las personas y empresas que hacen uso de vehículos privados, cabría reducir la cuota del IVTM a partir del segundo año de operación del esquema. La aprobación de la rebaja y su proporción dependerían de la cantidad de ingresos que genere el peaje y de cuánto de esos recursos se necesitaría para cubrir la menor recaudación por el IVMT sin afectar a las arcas municipales ni quitarles muchos fondos a los fines ya previstos para los recursos en cuestión.

²⁹⁰ «a) Los establecimientos comerciales no pueden permanecer abiertos ni llevar a cabo actividad de venta en los meses de octubre a mayo, ambos incluidos, entre las 21.00 h y las 6.00 h, y en los meses de junio a septiembre, ambos inclusive, de las 22.00 h a las 7.00 h» (art. 36.2.a Ley 18/2017, de 1 de agosto).

²⁹¹ «c) El número de domingos y festivos en los que pueden permanecer abiertos los establecimientos es de ocho al año. Cada ayuntamiento debe fijar dos festivos más para su ámbito territorial municipal, y deben comunicarse de acuerdo con lo que establezca una orden del departamento competente en materia de comercio» (art. 36.2.c Ley 18/2017, de 1 de agosto).

²⁹² «d) Los establecimientos comerciales deben permanecer cerrados con carácter general en los días 1 y 6 de enero, el domingo y el lunes de Pascua, 1 de mayo, 24 de junio, 11 de septiembre y los días 25 y 26 de diciembre» (art. 36.2.d Ley 18/2017, de 1 de agosto).

4.2 Medidas complementarias

Mientras el peaje esté en una fase de estudios preliminares, es imprescindible concretar mejoras en el servicio de transporte público. Desde el ÀMB y el Ajuntament de Barcelona las acciones tendrán que centrarse en el metro y la red de buses, sin olvidar lo que le compete a la Generalitat y al Gobierno estatal sobre otros medios ferroviarios. Los recursos deberán destinarse a aumentar la calidad del servicio, no a abaratar el precio de los abonos. Reducir las tarifas con el fin de fomentar un trasvase modal de usuarios del vehículo privado y mitigar la congestión no es recomendable.

Un experimento de campo en Santiago de Chile halló que proveer pases gratuitos para metro y bus aumentaba el número de viajes, pero el cambio respondía principalmente a nuevos desplazamientos en horas valle y por razones no ocupacionales (ocio, compras, visitas, etc.); así, no hubo impactos sustitutivos sobre la cantidad de viajes en coche (Bull et al., 2021). Tallin introdujo en 2013 la gratuidad del transporte público (buses y tranvía) para sus habitantes registrados, con el desenlace de que el cambio modal provino en mucha mayor medida de la cuota de traslados a pie que de la realizada en coches (Cats et al., 2017)²⁹³. En la ciudad checa de Frýdek-Místek los viajes en bus son gratuitos desde el 2011 y ocurre lo mismo, el tráfico permanece inafectado (Štraub, 2020). La evidencia no respalda la hipótesis de que la gratuidad pueda absorber por sí sola a una parte significativa de la cuota modal del vehículo privado –y conseguir un uso más eficiente del espacio viario–; la política tendría que acompañarse de otras medidas (Union Internationale des Transports Publics [UITP], 2020). Otro estudio encontró que los incrementos en la frecuencia del servicio conducían a una mayor cantidad de desplazamientos que las reducciones en los precios. Y mientras que con los primeros la proporción del cambio en la demanda estaba fuertemente influida por la magnitud del aumento, con los abaratamientos la relación no era significativa, lo cual implica que sus efectos son inciertos (Brechan, 2017). De esto se colige que los usuarios valoran más los tiempos del servicio que sus precios. No sorprende. Sirve de poco que las tarifas sean bajas si el uso del servicio quitará mucho tiempo. Es, pues, una cuestión de cuánto habrá que esperar por la siguiente unidad, cuánto demorará en llegar al destino, cuán comunes son las incidencias y cuánto tardan en solucionarse; la confiabilidad del servicio.

Tal como ya se ha adelantado, se tiene que reforzar la oferta de movilidad hacia y desde los polígonos industriales, al igual que las conexiones entre el centro y la periferia urbana. Abrir nuevas líneas de bus y expandir la flota existente (con unidades eléctricas, previo aumento de los puntos de recarga) para aumentar la frecuencia de paso, especialmente en las rutas con alta demanda. Una buena medida para que ganen velocidad es destinarles más carriles de uso exclusivo²⁹⁴ (Basso et al., 2019; Anas et al., 2021; Russo et al.,

²⁹³ De hecho, según la Riigikontroll [Oficina Nacional de Auditoría de Estonia] (2021), a pesar de que desde mediados del 2018 los viajes en las líneas de bus de los condados son gratuitos en la mayoría de las regiones de Estonia, el aumento de la demanda obedece más a pasajeros recurrentes. El número de usuarios que se desplazan en bus al trabajo no ha crecido significativamente; así, la cuota de viajes al trabajo en transporte público que se fijó como meta no se ha cumplido.

²⁹⁴ En Barcelona, los carriles bus-VAO no cumplieron los objetivos de uso por parte de

2022), así se aísla al transporte colectivo de los atascos y se lo hace más atractivo. También cabría mejorar la comodidad instalando sistemas de climatización.

Incrementar el precio de los aparcamientos en calzada mitigará aún más la congestión (Ostermeijer et al., 2022; Inci et al., 2017) y la polución del aire (Hoen et al., 2021). En Barcelona, con la ampliación regulatoria de ÀREA²⁹⁵, el alivio del tráfico de agitación que causaban los no residentes habría sido contrarrestado por el incentivo a la adquisición de propiedad vehicular, ya que ofrecía a los residentes aparcamiento preferencial y a un ínfimo precio, si no gratis. Dicho subsidio incrementó la tasa de motorización en los barrios por los que ÀREA se expandió y, previsiblemente, el uso del coche (Albalade y Gragera, 2020). Recortar las regresivas concesiones de las que gozan los residentes con vehículo contribuirá a internalizar las externalidades negativas del transporte rodado. Ahora, por el lado de los espacios para vehículos comerciales, no es adecuado seguir eliminando plazas de carga y descarga como ha venido ocurriendo con los chaflanes, pues, entre otros inconvenientes²⁹⁶, propicia que las unidades tengan que aparcar en doble fila –creando cuellos de botella y, por ende, mayores emisiones contaminantes–.

Hay una serie de medidas complementarias que podrían desplegarse para impulsar el uso de modos de transporte más eficientes y sostenibles. Sin embargo, sería un error creer que podrían implementarse sin el peaje y dar los mismos beneficios. Los hallazgos de Kristal y Whillans (2020) así lo exponen. En colaboración con un aeropuerto, investigaron cómo fomentar cambios modales en el desplazamiento de los trabajadores²⁹⁷. Probaron cuatro nudges a través de cinco experimentos de campo (N = 68 915) diseñados en torno a las preferencias manifestadas por el personal. ¿Resultados? Ninguna intervención fue eficaz²⁹⁸. El envío de cartas no incrementó los registros para carpooling; el envío de correos no conllevó a un mayor uso de carpooling entre los ya registrados; la provisión de pases con descuento no aumentó el uso de buses; y el envío de correos con planes de viaje personalizados no redujo el número de traslados en vehículos con un solo ocupante. Además, salvo en un experimento²⁹⁹, los efectos del tratamiento fueron estadísticamente equivalentes a cero. ¿Por qué? Primero, se lidiaba con un problema de acción colectiva, cuya resolución hace más salientes los costes personales (concentrados) que los beneficios sociales (dispersos); asimismo,

vehículos privados (Tribunal de Cuentas Europeo, 2020). Y verificar que los coches que usan el carril satisfagan el mínimo de ocupación puede ser problemático. Por eso, es preferible que los carriles sean únicamente para buses.

²⁹⁵ Sistema que ordena el estacionamiento en calzada al interior de la zona de regulación para disuadir los traslados en vehículo privado hacia ella: <<https://www.areaverda.cat/es/informacion/que-es-el-area>>.

²⁹⁶ Como los recogidos en: <<https://elpais.com/espana/catalunya/2022-10-31/el-caos-de-la-carga-y-descarga-en-barcelona-a-colau-le-diria-que-salga-a-repartir-con-la-carretilla.html>>.

²⁹⁷ Al operador le interesaba que quienes iban en coche y solos –el 49 % de sus más de 75 000 empleados– hicieran carpooling o eligieran medios más acordes con el cumplimiento de sus metas de sostenibilidad y capacidad consistentes en reducir la congestión.

²⁹⁸ Y a pesar de que el aeropuerto contaba con un servicio para coordinar el carpooling entre colegas, ofrecía viajes de regreso a casa 24/7 ante emergencias y aparcamiento preferencial a quienes compartían vehículo y estaba bien conectado con la infraestructura de transporte público (metro, ferroviario y bus).

²⁹⁹ El envío de cartas a fin de aumentar el registro para carpooling. También es cierto que su excepcional significancia estadística podría adjudicarse al tamaño de su muestra (N = 54 887).

las intervenciones no requerían modificar una acción específica, donde los nudges son más efectivos, sino el hábito de conducir al trabajo, un comportamiento constante y repetitivo más difícil de alterar. Segundo, lo que las personas expresan sobre impedimentos para movilizarse en otros medios y su interés por el cambio puede diferir de sus verdaderas intenciones. Tercero, los trabajadores no asumían el coste total de sus desplazamientos en coche debido a que se les otorgaba estacionamiento gratis y no tenían que pagar por las externalidades negativas derivadas de su circulación. En conclusión, mientras no se internalicen los costes que imponen a los demás, los beneficios privados de usar el coche seguirán superando a los de usar el transporte público.

5. Revisión de potenciales efectos indirectos indeseados

5.1 ¿Impacto sobre la actividad de los negocios?

El 2022 un grupo de asociaciones ecologistas y de vecinos presentó una propuesta de peaje urbano para Barcelona³⁰⁰. Entre las reacciones negativas que generó, están las provenientes de gremios de transporte, comercio y hostelería. Como se aprecia en las declaraciones recogidas por Blanchar (2022c), las críticas se dirigen a la no diferenciación entre el uso profesional y personal que se hace de los vehículos, el perjuicio a los autónomos y a las pequeñas empresas, la inadecuada oferta de transporte público, el actuar en contra de los vecinos y la pérdida de clientes. Tras todo lo que se ha expuesto en este documento, tales cuestionamientos son mucho menos válidos contra el diseño del PUCB. Primero, junto con los menores tiempos de viaje y el ahorro de combustible, el esquema otorgaría un beneficio en la tasa de congestión a los vehículos de la DUM; y vincularía el importe a pagar por la tasa de contaminación a los factores de emisión. Segundo, compensaría con transferencias monetarias (o deducciones en impuestos) parte de lo que paguen los conductores ubicados por debajo de cierto umbral de renta (o que facturen menos de cierto nivel, para las personas jurídicas). Tercero, vendría acompañado de mejoras en el transporte público. Cuarto, reduciría la polución del aire –todavía más si se instalan purificadores– y el ruido a los que están expuestos los vecinos. Quinto, exigiría eliminar las restricciones referidas a los días y horarios de apertura; y he de recordarse que el uso del vehículo privado es mínimo para acudir a establecimientos comerciales en la ciudad. No es difícil entender las inquietudes de los comercios, pero, como se expone a continuación, es improbable que sus temores se cumplan.

En Trondheim, Meland et al. (2010) señalan que a inicios de 1992³⁰¹ algunos negocios dentro del área del peaje vieron disminuir sus ventas, pero las distorsiones cesaron llegado el verano; la propia Cámara de Comercio de Trondheim aseguró en un informe que prácticamente no hubo ningún efecto negativo para los negocios del centro de la ciudad. Pese a que desde el 2000 hasta el 2006 la cuota de mercado del centro perdió terreno frente a otras zonas del municipio, las ventas netas al interior del anillo crecieron ligeramente. Y llamativamente, culminado el periodo por el cual se implementó, en el 2006 no se revirtió la tendencia de una menor participación del mercado ni se produjo un aumento inusitado de las ventas del retail.

En Londres, a nivel de la zona central³⁰², no hubo efectos a corto plazo (~1 año) sobre las ventas del sector retail; y las posibles redistribuciones internas a expensas de los comercios cuya clientela usa más el coche³⁰³ habrían sido pequeñas, dado que el retail de la zona central se concentra en el ámbito del LCC (Quddus et al., 2007; Quddus, Bell et al., 2007). Con tres años de funcionamiento, los análisis de tendencias comparativas en la facturación, las ganancias, el empleo y la población de empresas no arrojaron pruebas de efectos diferenciales significativos entre la zona del LCC y las zonas ajenas al cobro que indiquen impacto alguno (ni negativo ni positivo) sobre el desempeño empresarial agregado en el centro de Londres (TfL, 2006). A largo de cinco años, pese a que el retail, la restauración y la hostelería dentro del ámbito del peaje superaron a sus pares externos en los susodichos indicadores empresariales, era conforme con las trayectorias previas, volviendo a descartar efectos de la tasa de congestión sobre la actividad económica agregada (TfL, 2008).

En Estocolmo, una encuesta sobre las ventas de bienes duraderos en calles comerciales, malls y grandes almacenes en el centro durante la fase de prueba –que duró 7 meses– mostró que crecían en consonancia con la estadística nacional; igualmente con otros bienes (Eliasson, 2014). Asimismo, un análisis comparativo de los ingresos de comercios³⁰⁴ dentro y fuera del cordón antes, durante y después de la fase de prueba del peaje no halló efectos negativos atribuibles a la tasa, lo que se mantuvo al desagregar los datos para investigar impactos heterogéneos al interior del cordón (Daunfeldt et al., 2009). Tampoco se encontraron efectos estadísticamente significativos sobre las ventas agregadas en una versión del trabajo que amplió el periodo de estudio³⁰⁵ y el número de comercios³⁰⁶; ni a nivel individual para casi todos los establecimientos³⁰⁷; y de manera similar al contrastar la fase de prueba con la permanente³⁰⁸ (Daunfeldt et al., 2013). Tras cotejar las tendencias de facturación del comercio minorista, mayorista y de vehículos y combustibles, la Oficina de Tráfico de la ciudad

³⁰² Los dos estudios citados equiparan a Londres central –cubierto en gran parte por el LCC– con el área comprendida por el London Retail Sales Index del London Retail Consortium, que es solo un poco más grande.

³⁰³ Por ejemplo, dependiendo del modelo estadístico, las ventas semanales de la tienda John Lewis de Oxford Street –principal calle comercial de Londres central– habrían bajado un 5.52 % u 8.21 % a raíz del LCC; dándose el caso de que el porcentaje de clientes que iban en coche era más alto que el de las personas que lo usaban para hacer compras en la zona central en general (Quddus, Bell et al., 2007; Quddus et al., 2007).

³⁰⁴ El grupo de tratamiento (comercios dentro del cordón) se compuso de 9 centros comerciales y una muestra de tiendas de las principales calles comerciales de la ciudad; el de control, de 5 centros comerciales fuera del cordón y de los centros comerciales al interior del cordón antes y después del periodo de prueba.

³⁰⁵ Desde enero del 2004 hasta septiembre del 2008 (57 meses). El primer trabajo llegó a diciembre del 2006 (12 meses). La fase de prueba del peaje fue de enero a julio del 2006; la permanente inició en agosto del 2007.

³⁰⁶ En esta ocasión, la información procedió de 20 centros comerciales (8 de adentro y 12 de afuera) y la muestra de tiendas del primer trabajo. Siguió el mismo enfoque de tratamiento-control, pero añadiendo al grupo de control a 3 centros comerciales ubicados a menos de 5 km fuera del perímetro del cordón –los otros estaban a 5 o más km de distancia– con el fin de buscar efectos colaterales. Los tres «fronterizos» superaron en ventas al resto de los establecimientos (internos y externos) a lo largo del periodo de estudio, rechazando que se hayan visto particularmente favorecidos por alguna redistribución espacial de la actividad comercial.

³⁰⁷ Coincidentemente, uno de los dos centros comerciales que sí registraron menores ventas estuvo realizando obras de construcción durante la fase de prueba y la permanente del peaje; el otro emprendió una extensa reorganización durante la fase de prueba.

³⁰⁸ Hubo diferencias en tres establecimientos al interior del cordón. Positivas en dos centros comerciales y negativas en la muestra de tiendas, aunque en los tres casos el efecto fue bastante pequeño.

corroboró que, respecto al resto del condado, la actividad total³⁰⁹ en el centro no se vio perjudicada. De hecho, las ventas de los dos primeros fueron mayores en el centro, mas no se podía afirmar que se explicara por el peaje (Stockholms stad Trafikkontoret, 2009).

Vistos en bloque, de los casos con los que se dispone de evidencia podría concluirse que los peajes no afectarían ni para bien ni para mal las ventas de los comercios sitos en su ámbito de aplicación. Observando con perspicacia, alguien preguntaría si acaso el diseño del PUCB no configuraría un escenario que sí perjudique a los comercios, pues una de las tasas se asocia a la distancia recorrida, mientras que en aquellas ciudades no. Bien, primero, dependerá del punto de origen y de destino de los consumidores; podría decirse que favorecería al comercio de proximidad, pero las preferencias quedan sujetas a valoraciones sobre la calidad y precio de los bienes y servicios, las amenidades del entorno, la seguridad, el orden, la limpieza, etc. No son enteramente sustituibles. Quienes vivan fuera del área de cobro pueden acudir a establecimientos cercanos a sus domicilios, pero para disfrutar de los múltiples atractivos de Barcelona tendrán que ingresar. Segundo, el peaje solo se vincula a la circulación en el espacio de la ZBE, no cuenta la que ocurrió fuera, de modo que los conductores procedentes de otros municipios pagarían cual residentes de las calles limítrofes. Tercero, al subordinar el total a pagar a la intensidad del uso permite una mejor adecuación que un cargo fijo. Si el vehículo es imprescindible para sus fines, no dejarán de movilizarse en él, si no, optarán por el transporte público.

Hay que recordar las cifras correspondientes de distribución modal. Los datos de la EMEF 2019 indicaban que, incluyendo a los desplazamientos internos, los viajes en vehículo privado con destino a Barcelona por compras representaban el 9 % (7 % en coche y 2 % en moto) de todos los realizados para el mismo fin; en cambio, el 75 % se hacían a pie, en bici o VMP; y el 16 % en transporte público. Tratándose de traslados por ocio, espectáculos, cine, restaurantes y deportes, los realizados en coche (0.4 %) y moto (1 %) apenas sumaban el 1.4 % del total; en movilidad activa, el 69 %; y en transporte público, el 30 % (IERMB, 2021). Así, la abrumadora mayoría (91 % y 99 %, respectivamente) no se vale del vehículo privado para ese tipo de actividades. Hasta podría creerse que los menores tiempos de viaje en transporte público ayudarían a atraer más clientes. En todo caso, deberá hacerse el debido seguimiento: comparar las diferencias pre y post peaje entre muestras representativas de negocios dentro y fuera del ámbito de la ZBE Rondes de Barcelona. Ante efectos adversos, los consistorios podrían reducir cargas regulatorias soportadas por los comercios. Mas esas reducciones no tendría por qué estar supeditadas a la existencia de consecuencias negativas.

³⁰⁹ De enero del 2000 a junio del 2008. He de notarse que las fuentes empleadas solo tenían datos de las empresas activas con informes mensuales del impuesto sobre el valor añadido (IVA), es decir, aquellas con una facturación anual mínima de 40 M SEK –4.1 M€ al tipo de cambio en 2008: 1 EUR = 9.6152 SEK (Eurostat, 2022e)–. Pese a la pérdida de datos por aspectos como ese y a la dificultad de determinar la ubicación precisa de los comercios, la tendencia de las ventas en el conjunto del condado coincidía con la tendencia nacional, sugiriendo cierta representatividad.

4.2 ¿Impacto sobre el mercado de vivienda?

No se descarta que haya consecuencias indirectas sobre el mercado de vivienda como resultado de las mejoras en los tiempos de viaje, la calidad del aire y los niveles de ruido. En Londres, de media, las viviendas situadas dentro de la ZCC tenían un precio de compraventa un 2.84 % más alto que el de las de fuera (Tang, 2021)³¹⁰; la situación era similar si el periodo de estudio se alargaba, con el precio siendo un 3.68 % más caro al interior (Tang, 2016)³¹¹. Mientras tanto, para el caso de Singapur, un aumento en las tarifas del ERP no impactó en los precios de viviendas ni de oficinas, pero sí ocasionó que los de los locales comerciales dentro del área de cobro bajaran un 19 % con respecto al de los de fuera, en promedio (Agarwal et al., 2015)³¹². En Milán, la introducción de Ecopass provocó que los precios de las casas en Cerchia dei Bastioni se contrajeran un 1.2-1.8 % (variaba en función de las especificaciones) frente a los de las localizadas en el exterior (Percoco, 2014)³¹³. Sin embargo, al centrarse en el alquiler de viviendas y modificar el periodo de estudio, otro trabajo halló que las rentas al interior subieron en promedio un 0.75 %, comparado con la evolución en otras partes de la ciudad (D'Arcangelo y Percoco, 2015). La disonancia entre la compra y el alquiler podría explicarse porque los precios no siempre reflejarían bien el flujo de pagos futuros de la renta³¹⁴; porque los precios de alquiler son más sensibles a los cambios contextuales, dado que los plazos contractuales les permiten adecuarse más rápido a la oferta y demanda; o porque se empleó otra técnica y modelo estadístico (D'Arcangelo y Percoco, 2015)³¹⁵. En Kristiansand, el anillo de peaje haría que los precios de las viviendas sean en promedio un 6.9 % más alto adentro que afuera del perímetro (Theisen, 2020)³¹⁶.

Contrario a lo que se pensaría, no está claro que las diferencias

³¹⁰ Datos de transacciones entre enero del 2000 y diciembre del 2010 (cuando se revirtió la extensión de la zona de cargo) de viviendas ubicadas hasta a 1 km de distancia del límite (hacia dentro y hacia fuera) –para reducir el efecto de las diferencias entre barrios en las comparaciones de precios antes y después de la instauración del peaje–. He de anotarse que no hubo variaciones en los precios cuando se anunció la instauración ni en los primeros meses, reflejando el escepticismo en torno a la efectividad de la política. Sí hubo un efecto tras informarse de la extensión, previsible dado que ya se había experimentado y demostrado su efectividad. Ahora, la diferencia en el precio se pagaría a fin de vivir en un área con un 8.77 % menos de tráfico viario, con lo cual el autor estima una elasticidad del valor de las viviendas con respecto al tráfico de +0.30.

³¹¹ Del 2000 al 2015. Transacciones de viviendas situadas hasta 1 km de los límites. Los compradores estaban dispuestos a pagar la diferencia a cambio de residir en una zona con un 3.58 % menos de tráfico.

³¹² Se analizaron las diferencias en los precios entre los inmuebles dentro y fuera del cordón antes y después del incremento de la tarifa iniciado en noviembre del 2010, basándose en las transacciones inmobiliarias entre noviembre del 2007 y junio del 2013.

³¹³ Impacto estimado a través de una doble diferencia (temporal y espacial). Comprende las compraventas en el periodo 2006-2009 (2 años antes y 2 después del comienzo de la tasa de emisiones en enero del 2008).

³¹⁴ Implicaría una desconexión entre el coste de habitar una vivienda y la tasa de rentabilidad de mercado de la inversión. Bajo la premisa de eficiencia del mercado de vivienda, deberían ser iguales. Cuando se cumple, hay una correlación positiva entre los precios de venta de las viviendas y los de alquiler, ya que el precio de venta será igual al valor actual de los ingresos futuros que se obtendrían si se alquilara –esto es, el flujo de los pagos con el respectivo descuento por el valor del tiempo (coste de oportunidad de no disponer de todo el dinero hoy) y los riesgos asociados (incertidumbre sobre la seguridad jurídica, eventos económicos, tasas de interés, inflación, etc.)– (D'Arcangelo y Percoco, 2015).

³¹⁵ Aunque tanto el método de diferencias en diferencias como la diferencia en discontinuidades sirven para estimar el impacto causal de una intervención o evento a partir de la comparación de los resultados entre un grupo de tratamiento y uno de control, ni los «sujetos» se asignan del mismo modo ni los cambios se analizan igual. Además, para los alquileres se usaron datos correspondientes al periodo 2007-2012.

³¹⁶ El estudio se basó en las ventas del periodo 2010-2017 –durante el cual las tarifas se incrementaron en dos oportunidades– y el estimado corresponde al 2017. El peaje por ingresar al centro de la ciudad data de abril de 1992; en agosto de 1996 se suspendió

obedezcan al trato tarifario especial otorgado a los residentes³¹⁷; las mejoras en el entorno son más explicativas.

De lo discutido se anticiparía que, en general, los efectos supongan buenas noticias para los propietarios –salvo porque pagarían más en el impuesto sobre bienes inmuebles (IBI)–, pero malas para los inquilinos. No obstante, vale resaltar que en los casos revisados el peaje se circunscribe al centro de la ciudad; en cambio, el PUCB no se ciñe a L'Eixample, sino que abarca un ámbito bastante más amplio, por lo cual sería capaz de diluir los susodichos efectos. Con todo, traerá a colación preocupaciones por el impacto gentrificador de la política.

Las intervenciones que mejoran el entorno barrial tienen el potencial de desencadenar un proceso por el cual la revalorización inmobiliaria se torna económicamente inasumible para un porcentaje de vecinos con vivienda en régimen de alquiler, quedándose sin más opción que mudarse a zonas con precios más asequibles al no poder competir con la capacidad de gasto de los interesados en el lugar. Un ejemplo es la gentrificación verde, impulsada por la habilitación o expansión de áreas verdes, la reducción de niveles de contaminación o mayor tranquilidad. Esas acciones hacen que las viviendas se aprecien (Bockarjova et al., 2020). La relación con el fenómeno se ha investigado en distintas ciudades. Barcelona, por su lado, experimenta una gentrificación verde sostenida a largo plazo, cuya fuerza ha ido creciendo en la última década. Así, las obras inauguradas en el periodo 1990-1999 estaban positivamente asociadas con tendencias de gentrificación en el 2000-2016; pero el vínculo se acentuaba entre las obras del 1990-2009 y las tendencias del 2010-2016 (Anguelovski et al., 2022). La prensa ha hecho eco de procesos más recientes a cuenta de las superilles y los eixos verds de L'Eixample (Blanchar, 2017, 2023b; Gómez Urzaiz, 2023). Pero no implica que los ayuntamientos deban abstenerse de ejecutar políticas que mejoren el entorno³¹⁸.

Ya se ha expuesto los cuantiosos costes sociales de la congestión y la polución del aire. ¿Por qué habría de tomarse como válido el subterfugio de la gentrificación para justificar la inacción? ¿Acaso se admitiría no resolver los problemas con la recogida de residuos o la inseguridad? ¿Debería tenerse cuidado de no promover mucho la inversión privada en áreas estancadas para evitar desplazar a

temporalmente, reiniciándose en julio de 1997. Como la mayoría de los existentes en Noruega, se instaló con fines recaudatorios.

³¹⁷ En Milán, quienes vivían en el centro podían adquirir un permiso anual con un coste igual al 10 % de lo que se pagaría en todo un año por la tasa diaria de Ecopass. Llamativamente, la disminución del precio de las casas se aproximaba a lo que tendrían que abonar anualmente (Percoco, 2014). En contraposición, el incremento del alquiler excedía los gastos anuales para cuatro de las cinco categorías vehiculares –salvo la de los más contaminantes– (D'Arcangelo y Percoco, 2015), poniendo en duda que la variación sea monocausal (por el beneficio otorgado). En Londres, incluso cuando a los residentes también se les concede un descuento del 90 % en la tarifa, la revalorización no se debería al subsidio al que se accedería (Tang, 2021, 2016).

³¹⁸ Por ejemplo, aunque dilucidar causalidad entre el acceso a áreas verdes (la proximidad residencial y la cantidad) y los beneficios de salud es un reto –todavía más el identificar los potenciales mecanismos explicativos–, se sabe que se correlacionan con menores tasas de morbilidad (Twohig-Bennet y Jones, 2018) y de mortalidad (Rojas-Rueda et al., 2019). También se asocian con una mejor salud mental (Nieuwenhuijsen et al., 2022). Una evaluación de impacto estimó que el desarrollo del Pla de Eixos Verds disminuiría un 14.03 % los casos autopercebidos de mala salud mental, un 8.11 % el uso de ansiolíticos, un 13.37 % el uso de antidepresivos y un 13.37 % las visitas a especialistas entre los residentes adultos de la ciudad; como mínimo, ahorraría 45 M€ anuales en costes directos e indirectos relacionados a trastornos depresivos (Vidal Yáñez et al., 2023).

algunos residentes? ¿O no añadir nuevas estaciones de metro? Pretender que el haber vivido por un relativo largo tiempo en un lugar configure una suerte de derecho adquirido a seguir viviendo ahí no es realista. Y además hay formas eficientes de mejorar los entornos urbanos sin provocar que haya residentes marchándose por no poder asumir el gasto del alquiler (gentrificación sin desplazamiento)³¹⁹. Tampoco es que las tendencias de gentrificación en Barcelona estén influidas solo por las mejoras verdes (Anguelovski et al., 2022). No es el único ni el principal factor detrás del alza de precios en el mercado de vivienda.

Sí cabe evitar concentrar las actuaciones en barrios y distritos cuyos mercados de vivienda de por sí ya están bastante tensionados. Desplegarlas llegando a los barrios con menores ingresos y más alejados extendería los beneficios a un mayor porcentaje de la población. Así tampoco quedarían como proyectos ejecutados solo para los estratos con ingresos altos o sobre la mediana (Anguelovski et al., 2018; Bockarjova et al., 2020). Que sea la regla, no la excepción, mitigará la expulsión. Si todos disfrutan de lo mismo se anula o contrarresta el cariz de exclusividad por el cual los inmuebles adquieren un valor extra, prima que otros están dispuestos a pagar. La escasez de la condición (áreas verdes, aire más limpio, tráfico fluido, etc.) en el contexto de la ciudad encarece a la propiedad que la tiene. No deja de ser una relación entre la oferta y la demanda: el precio y la cantidad.

Precisamente, aquello es lo que subyace al problema de la vivienda en Barcelona. Si la demanda sobrepasa a la oferta –que además es rígida–, resulta lógico que los precios sean altos, los cuales están cumpliendo su función de señalar la disponibilidad del bien (escaso, en este caso). Controlar los precios sería contraproducente. Las acciones de las autoridades deben concentrarse en el problema de fondo: la insuficiente producción de vivienda.

Tal como hallan estudios empíricos, aun cuando no se trate de vivienda pública o subsidiada, la construcción de más edificios multifamiliares tiene externalidades positivas (efectos de oferta) que anulan las potenciales externalidades negativas (efectos de demanda), con un balance neto positivo. Pese a que hay quienes se oponen a esos proyectos inmobiliarios porque les atribuyen un impacto gentrificador, la relación es espuria³²⁰. Concurren porque es más probable que las inversiones se desarrollen en zonas que se están revalorizando y que, por las amenidades y características del entorno, atraen a personas con ingresos altos, pero la construcción por sí misma no gentrifica (Boustan et al., 2023). Ahora, a falta de nueva oferta, las personas interesadas competirán por las viviendas existentes con los arrendatarios incumbentes, ejerciendo más presión sobre los precios y, en última instancia,

³¹⁹ Pennington (2021) hace una distinción esencial para la discusión. Explica que el desplazamiento es la partida involuntaria de los residentes originales de una zona; en cambio, la gentrificación es el proceso de cambio sociodemográfico hacia una composición con ingresos medios más altos por la renovación y mejora cualitativa del entorno. Lo primero les ocurre a las personas; lo segundo, a un lugar. No obstante, ni todo proceso de gentrificación implica desplazamiento (p. ej., mudanza voluntaria o llegadas que no afectan la permanencia del resto) ni todo desplazamiento implica gentrificación (p. ej., reemplazos por personas de igual nivel económico).

³²⁰ Revésese Been et al. (2019) para una discusión (y refutación) teórica y empírica de otros argumentos de los «escépticos de la oferta privada».

reconfigurando la estructura sociodemográfica del barrio por desplazamientos involuntarios. Por eso son claves las nuevas promociones habitacionales. Disminuyen los precios del alquiler y de venta de las viviendas cercanas (Li, 2022; Pennington, 2021; Asquith et al., 2023), al tiempo que reducen el riesgo de desplazamiento y mejoran la calidad del entorno (Pennington, 2021). A nivel agregado (no solo en un barrio), una mayor cantidad de nuevos proyectos residenciales disminuye el precio de los alquileres en el conjunto de la ciudad gracias a que expanden las unidades que no son de estreno ofrecidas en arrendamiento (Mense, 2023); y los estratos con menores ingresos se beneficiarían incluso de las promociones orientadas al público de mayores ingresos (Nathanson, 2020). Todo se explica porque la nueva oferta genera un efecto dominó. Al mudarse a las nuevas unidades, los propietarios o inquilinos liberan la vivienda en la que estaban residiendo, a la cual accederían quienes alquilaban en otro lugar; a su vez, ellos dejarán pisos disponibles... Es un proceso concatenado que incluso a corto plazo alivia la presión sobre los precios en diversos barrios, especialmente en los segmentos de vivienda para personas con ingresos bajos (Mast, 2023; Bratu et al., 2023).

La expansión de la oferta privada es una condición necesaria, pero no suficiente para que la asequibilidad de la vivienda para las personas con bajos recursos se sostenga en el largo plazo (Been et al., 2019), sobre todo en contextos con elevada demanda (Molloy et al., 2022). Por eso es indispensable la provisión de VPO (y en especial de alquiler social), así los beneficios se refuerzan. Y es que, en general, la escasa oferta de vivienda en las urbes más importantes de los países no solo eleva el coste de vida en ellas, sino que también tiene repercusiones sobre la productividad, la innovación, la desigualdad, la natalidad y el cambio climático (Myers et al., 2021)³²¹. Reducir las externalidades negativas del tráfico rodado (congestión, polución del aire, ruido, GEI, ICU, etc.) también pasaría por incrementar la densidad en las ciudades (Ewing et al., 2018), pues la concentración espacial ayudaría a reducir la tasa de motorización. Asimismo, promover la movilidad en bicicleta (Wang y Zhou, 2017) y mejorar el servicio de transporte público (Beaudoin et al., 2015); dar opciones viables al uso del vehículo privado. Y, desde luego, introducir un mecanismo de coordinación social que alinee las preferencias de los agentes a los incentivos para que la red vial opere de manera eficiente: un peaje urbano de circulación.

³²¹ En un párrafo, el artículo (<<https://worksinprogress.co/issue/the-housing-theory-of-everything>>) alude al estudio de Hsieh y Moretti (2019) que estimó cuál habría sido la tasa de crecimiento de la producción agregada en EE.UU. si el nivel de las restricciones al desarrollo habitacional en Nueva York, San José y San Francisco hubiera sido igual al de la ciudad mediana del país –las normativas en aquellas tres son bastante restrictivas–. La premisa –verdadera, valga decir– es que recortar las trabas regulatorias permite una expansión de la oferta y, en consecuencia, que más trabajadores se puedan mudar a las que son urbes altamente productivas. Bien, a partir de los datos de 220 áreas metropolitanas para 1964 y 2009, el trabajo indica que el PIB de EE.UU. en el 2009 hubiera podido ser más alto que el registrado (~14.5 billones [B] de dólares [14.48×10^{12}]). ¿Cuánto? Un 3.7 % en un escenario con movilidad laboral imperfecta u 8.9 % en uno con movilidad laboral perfecta. Sin embargo, como observó Caplan (2021) y reconocieron los investigadores, hubo errores de cálculo. Las variaciones correctas habrían sido +14 % (movilidad laboral imperfecta) y +36 % (movilidad laboral perfecta). En esa línea, la masa salarial agregada habría podido crecer en 1.32 B\$ o 3.39 B\$, según el caso. Podría haberse traducido en incrementos nada despreciables en el salario medio anual de los empleados, si bien el monto dependería de los movimientos en el mercado laboral (variación neta en el número de trabajadores).

6. Comentarios finales

Este informe propone una política pública para contrarrestar los costes sociales del transporte viario. El proyecto se basa en la abundante evidencia científica disponible y su diseño está pensado para mejorar la eficacia, eficiencia y equidad de la intervención; en paralelo, da sugerencias para mitigar o anular consecuencias indeseadas. Como se ha constatado durante la revisión de la literatura, existe un consenso entre economistas sobre la idoneidad de la aplicación de precios para contrarrestar las consecuencias negativas del tráfico. Las tasas pigouvianas son instrumentos útiles para internalizar y reducir externalidades negativas. Es en virtud de los resultados de estudios de simulaciones y de casos reales por los que una serie de instituciones estatales, supranacionales y organismos internacionales recomiendan en publicaciones conexas que las ciudades congestionadas y contaminadas instauren un peaje urbano. No es ningún «antojo ideológico».

¿Puede ser controversial? Sí, como seguramente lo fueron en su momento las acciones públicas después de que la comunidad médica y científica expusiera la relación causal entre fumar y el cáncer de pulmón, entre otros efectos nocivos sobre la salud. No se toleraría que el agua que llega a los hogares fuese insalubre; sin embargo, pareciera que la calidad del aire es irrelevante (¿tragedia de los comunes?). La oposición que generaría la mera consideración del peaje es comprensible dados los sesgos cognitivos, el desconocimiento de los costes sociales de una movilidad privada subsidiada, la desconfianza en torno a los impactos positivos estimados y la reticencia a pagar por los perjuicios que uno impone a los demás al usar el vehículo particular.

Durante la última campaña municipal, desde distintas agrupaciones se reconoció a la congestión del tráfico y a la polución aérea como problemas a resolver. Pese a ello, la idea de un peaje urbano no era muy compartida. Abaratar los abonos de transporte no generará cambios modales por sí solos; de hecho, se perderían ingresos para mejorar la calidad del servicio. Reasignar a peatones y ciclistas espacios destinados a coches y motos puede disuadir el tráfico, pero los vehículos que sigan circulando tendrán menos carriles disponibles, lo cual haría que la congestión y las emisiones crezcan en otras vías. Tampoco será efectivo fomentar el carpooling. Impulsar la renovación del parque automotor hacia VE ayudará a aminorar las concentraciones de NO₂, pero no las de PM, ni aliviará la congestión. A diferencia de esas alternativas, el mecanismo de precios permitirá racionar el espacio viario e internalizar costes sociales. Coordinará impersonalmente las decisiones de movilización.

Una objeción común es el impacto en la economía local. Pero no queda claro por qué el escenario actual sería preferible a uno donde los problemas en cuestión se han mitigado. ¿La congestión no afecta a los negocios?, ¿las pérdidas de productividad por el tiempo perdido en los atascos y por los impactos de la contaminación en la salud son buenas para la economía?, ¿los costes sanitarios son deseables para la hacienda pública? Ya se ha

dado cuenta de que el peaje no perjudicaría la actividad comercial. Mas el apreciable interés por la economía local podría canalizarse hacia aligerar las cargas regulatorias, como las que restringen días y horarios de atención, limitan la competencia y obstaculizan inversiones; en fin, las normativas que merman el potencial de crecimiento económico de la ciudad.

Llama la atención que haya socialdemócratas y hasta «progresistas» que desestimen la introducción de un peaje urbano. Es difícil conciliar sus enarboladas ansias de justicia social y ambiental con la aceptación implícita de que la movilidad privada debe estar socialmente subsidiada, una situación distributivamente regresiva. Sorprende también el rechazo entre sectores del liberalismo y del conservadurismo. Tal vez no se repara en que la naturaleza del peaje no es recaudatoria. Es una tasa, no un impuesto. Ambas tradiciones políticas enfatizan la importancia de que las personas asuman las responsabilidades derivadas del ejercicio de su libertad, el deber de resarcir los daños que las acciones de uno infligen a los demás. ¿Por qué en este caso no serían válidos esos principios?, es incoherente. Quizás su componente medioambiental hace que se vea a la propuesta con recelo. ¿Pero por qué desperdiciar la oportunidad de enriquecer las discusiones aportando mejores alternativas?, ¿esas preocupaciones son incompatibles con ser liberal o conservador? Ciertos conservadores, en particular, parecen desconocer o haber olvidado que fue una de sus figuras internacionales quien contribuyó a poner el foco en el peligro que supone el calentamiento global³²²; Margaret Thatcher³²³. Como la ex primera ministra británica bien indicó³²⁴, a través de la puesta en práctica de los avances científico-tecnológicos, las regulaciones adecuadas y los incentivos económicos correctos, es posible compaginar el crecimiento económico con la protección del medioambiente³²⁵. El diseño de la política aquí recomendada incorpora tales elementos. Por ejemplo, al invertir parte de los ingresos en instalar purificadores de aire se reforzaría el impacto reductor sobre las emisiones, magnificando los beneficios de salud. Por sí solos los equipos no ayudarán tanto como con el peaje ni incidirán sobre la congestión.

«Primero hay que mejorar las conexiones del transporte público y la calidad del servicio; después se analizará el peaje». El Ajuntament no tiene competencias sobre todos los medios de transporte público, se requiere la colaboración de la Generalitat y del Gobierno central. Nada de ello quita que actúe sobre los que sí tiene facultades, coordinando con el AMB. Incrementar las líneas de bus, el número de unidades y la frecuencia de paso es lo más sencillo en el corto plazo. Reservar más carriles para su uso

³²² Para algunos, un tema de «progres[istas] urbanitas» o «élites globalistas». Pero es un error contraponer lo global con lo local y al campo con las ciudades, como si no fuese de interés común hacer un uso eficiente de los recursos. ¿Qué el calentamiento global carece de efectos locales, como las olas de calor e inundaciones? ¿Beneficia a los productores agropecuarios que el clima se altere?, ¿las sequías y lluvias torrenciales les generan ganancias? Obviamente, no solo es necesario actuar, sino que también lo es hacerlo bien. El progreso social no podrá continuar si las políticas están orientadas por el negacionismo o el catastrofismo.

³²³ Consultar: <<https://www.economist.com/open-future/2019/11/22/climate-freedom-and-denial-what-green-thatcherism-teaches-us-today>>.

³²⁴ Véase su minucioso y lúcido discurso ante la Asamblea General de la ONU el 8 de noviembre de 1989: <<https://www.youtube.com/watch?v=VnAzoDtwCBg>>.

³²⁵ En esencia, producir más con menos. Para muestra: <<https://ourworldindata.org/co2-gdp-decoupling>>.

exclusivo también aumentará la velocidad comercial. Son medidas a ejecutar en paralelo a la elaboración, aprobación y ejecución de la política, de modo que al entrar en operación las mejoras ya han tenido lugar. Es lo que hicieron otras ciudades que lo implementaron. El proceso no debería tardar mucho, sobre todo la ejecución, pues ya se cuenta con un sistema base (el de la ZBE) y no se necesitaría instalar dispositivos en todo el parque vehicular. Los tiempos dependerán de cuándo se promulgue el proyecto de ley que autoriza la instauración de peajes urbanos, pero se puede avanzar con distintos aspectos procedimentales. Hasta sería positivo emprender un piloto para evaluar la coste-efectividad de purificadores de aire externos o de filtros de aire internos (en guarderías y escuelas), así se sabrá a cuáles convendría más destinarles parte de los futuros ingresos del esquema. Las estimaciones de la ASPB (2020) arrojaban que a la diferencia entre las concentraciones promedio de NO₂ y PM_{2.5} en la ciudad en el 2018-2019 y niveles límite correspondientes a los de la propuesta de revisión de la Comisión Europea le eran atribuibles anualmente 525 casos de asma infantil, 110 de cáncer de pulmón y 1000 muertes naturales. Aun cuando al 2022 las concentraciones medias han bajado, todavía se ubican muy por encima de la actualización sugerida por el Ejecutivo europeo. Mientras más se aplase el peaje, mayor será el coste social acumulado. La inacción cuesta, y no solo dinero.

Apéndice A. Congestión en los tiempos de viaje en Barcelona

Tabla 2. Congestión en los tiempos de viaje para 10 km en el centro de la ciudad (2022)

Hora	Congestión (%)						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
00:00	13.07	16.64	20.21	21.43	22.64	17.86	20.21
01:00	16.64	22.64	26.21	28.57	27.36	22.64	22.64
02:00	27.36	29.79	32.14	34.50	35.71	33.36	29.79
03:00	20.21	22.64	22.64	26.21	29.79	33.36	27.36
04:00	-3.57	-3.57	-3.57	-1.21	4.79	14.29	11.93
05:00	-14.29	-15.50	-14.29	-13.07	-9.50	-1.21	2.36
06:00	-10.71	-10.71	-10.71	-9.50	-9.50	-2.36	3.57
07:00	17.86	22.64	21.43	20.21	16.64	-4.79	-5.93
08:00	42.86	50.00	48.79	47.64	36.93	-3.57	-7.14
09:00	30.93	40.50	38.07	39.29	27.36	2.36	-2.36
10:00	22.64	28.57	28.57	28.57	23.79	9.50	1.21
11:00	26.21	32.14	33.36	32.14	29.79	16.64	7.14
12:00	27.36	33.36	34.50	34.50	33.36	21.43	9.50
13:00	26.21	29.79	33.36	33.36	36.93	23.79	14.29
14:00	26.21	28.57	34.50	35.71	53.57	19.07	10.71
15:00	28.57	32.14	35.71	35.71	57.14	13.07	8.36
16:00	30.93	36.93	39.29	40.50	48.79	14.29	8.36
17:00	42.86	51.21	52.36	57.14	54.79	17.86	10.71
18:00	47.64	58.36	60.71	65.50	44.07	23.79	14.29
19:00	34.50	45.21	48.79	53.57	34.50	28.57	19.07
20:00	25.00	28.57	32.14	35.71	33.36	29.79	20.21
21:00	15.50	17.86	20.21	22.64	27.36	26.21	13.07
22:00	11.93	13.07	15.50	16.64	20.21	21.43	11.93
23:00	14.29	16.64	20.21	21.43	17.86	20.21	14.29

Notas: Los valores expresan la diferencia porcentual del tiempo de viaje registrado (TVR) respecto al tiempo de viaje óptimo (TVO) en el centro de la ciudad (14 min). Por encima del 0 % hay congestión; un valor negativo indica que el TVR es menor al TVO. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de tiempos de viaje en TomTom (2023c).

Tabla 3. Congestión en los tiempos de viaje para 10 km en el área metropolitana (2022)

Hora	Congestión (%)						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
00:00	15.25	19.42	20.83	22.25	23.58	20.83	20.83
01:00	20.83	26.42	30.58	31.92	30.58	25.00	25.00
02:00	30.58	34.75	37.50	38.92	40.25	36.08	31.92
03:00	26.42	29.17	29.17	30.58	36.08	36.08	30.58
04:00	1.42	2.75	2.75	4.17	9.75	18.08	16.67
05:00	-8.33	-11.08	-9.75	-8.33	-5.58	2.75	6.92
06:00	-1.42	0.00	0.00	0.00	-1.42	1.42	6.92
07:00	37.50	41.67	40.25	37.50	29.17	-1.42	-1.42
08:00	51.42	59.75	56.92	55.58	38.92	0.00	-2.75
09:00	37.50	47.25	44.42	44.42	27.75	5.58	0.00
10:00	25.00	31.92	31.92	31.92	25.00	12.50	5.58
11:00	27.75	30.58	31.92	31.92	30.58	19.42	9.75
12:00	29.17	33.33	33.33	34.75	33.33	23.58	12.50
13:00	27.75	30.58	33.33	34.75	36.08	26.42	16.67
14:00	26.42	29.17	31.92	33.33	50.00	20.83	13.92
15:00	27.75	31.92	33.33	34.75	52.75	15.25	11.08
16:00	29.17	34.75	36.08	37.50	44.42	15.25	11.08
17:00	40.25	47.25	48.58	52.75	52.75	19.42	12.50
18:00	45.83	54.17	56.92	61.08	45.83	27.75	18.08
19:00	33.33	40.25	44.42	48.58	36.08	31.92	23.58
20:00	25.00	27.75	30.58	33.33	33.33	31.92	22.25
21:00	18.08	19.42	20.83	23.58	27.75	27.75	15.25
22:00	15.25	16.67	18.08	19.42	22.25	23.58	13.92
23:00	16.67	18.08	20.83	22.25	19.42	20.83	15.25

Notas: Los valores expresan la diferencia porcentual del tiempo de viaje registrado (TVR) respecto al tiempo de viaje óptimo (TVO) en el área metropolitana (12 min). Por encima del 0 % hay congestión; un valor negativo indica que el TVR es menor al TVO. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de tiempos de viaje en TomTom (2023c).

Apéndice B. Principales casos de peajes de congestión

1. Singapur: Area Licensing Scheme (ALS), Electronic Road Pricing (ERP)

1.1. Inicio y objetivo

Desde el 2 de junio de 1975 como ALS. Convertido a ERP el 1 septiembre de 1998. Busca aliviar la congestión en el distrito financiero y algunas carreteras de acceso. Está orientado a mantener velocidades objetivo en un rango de 20-30 km/h en vías principales³²⁶ y de 45-65 km/h en las carreteras ([Singapore] Land Transport Authority [LTA], 2023a).

1.2. Vigencia, área y tipo de modelo

Funciona de lunes a sábado en el horario de 07:30 a 19:00, salvo feriados y la víspera de ciertas festividades (p. ej., Año Nuevo) (LTA, 2023a). La zona restringida (ZR) abarca 7 km² (1.2 % de la ciudad) bajo un modelo combinado de cordón y corredores (carreteras de acceso) (Santos, 2005; Santos y Caranzo, 2022).

1.3. Tarifas, descuentos y exenciones

La tarifa varía para cada categoría vehicular (4, por el tamaño) según la hora (intervalos de 30 min, pero los hay de 5 y de 20 min)³²⁷ y la ubicación del pórtico (clasificados en tres áreas de tráfico con subdivisiones) (LTA, 2023a). La categorización da índices con relación a un coche de pasajeros, el valor se denomina unidad de coche de pasajeros (PCU, en inglés) (Lehe, 2019). Los coches de pasajeros, taxis y vehículos de carga ligera tienen 1 PCU; las motocicletas, 0.5 PCU; los vehículos de carga pesada y buses pequeños, 1.5 PCU; y los vehículos de carga muy pesada y buses grandes, 2 PCU (Lehe, 2019). Se les cobra el producto de la tarifa estándar y de la PCU del vehículo³²⁸ (Lehe, 2019). Los montos se revisan (y publican) trimestralmente en consonancia con el desvío respecto a las velocidades objetivo (LTA, 2023a). Desde el 26 de junio el precio por paso para la categoría de 1 PCU varía entre 0 y 5 SGD, por lo cual los importes para el conjunto de vehículos oscilan entre 0 y 10 SGD (0-7 €)³²⁹ (LTA, 2023b). Los vehículos de emergencia están exentos del pago (D'Artagnan Consulting, 2018).

³²⁶ En áreas urbanas, velocidades en el rango de 20 a 40 km/h logran un uso más eficiente del espacio vial. Son lo suficientemente altas como para ofrecer una accesibilidad adecuada y, frente a velocidades superiores, reducen el consumo de espacio (indicador expresado en metros cuadrados por hora, m²·h) por vehículo, pues la distancia intervehicular para evitar accidentes es menor (Crozet y Mercier, 2018).

³²⁷ Desde el 2003, si entre intervalos de 30 min la tarifa varía en 1 SGD o más, los de 5 y 20 min (5-20-5) suben o bajan en un 50 % de la variación para desalentar que se (des)acelere para pagar menos (Lehe, 2019).

³²⁸ Por ejemplo, si a un coche de pasajeros se le cobra 4 SGD en un punto y momento dados; para un vehículo de carga pesada (1.5 PCU) serán 6 SGD.

³²⁹ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07): 1 SGD = 0.6925 EUR (Banco Central Europeo [BCE], 2023a).

1.4. Control y mecanismo de cobro

Operacionalmente, al inicio era un esquema de licencia de área (ALS, en inglés) válido para todo el día basado en papel; en 1998 pasó a una tarificación vial electrónica (ERP, en inglés), con un sistema de comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC, en inglés) que hace un cobro automático al detectar un dispositivo de identificación por radiofrecuencia (RFID, en inglés) instalado en los vehículos (in-vehicle unit o IU³³⁰, en inglés) cuando atraviesan un pórtico (Santos y Caranzo, 2022). Hay 77 pórticos (LTA, 2023a). El sistema electrónico permite efectuar el pago automático a través de una tarjeta de valor almacenado (SVC, en inglés) insertada en la IU o por una pasarela de pago (backend payment service) vinculada a una tarjeta de crédito o débito (LTA, 2023a; Raux, 2021).

1.5. Resultados

Tras cuatro semanas, cobrando 3 SGD, el ALS redujo el volumen de vehículos que ingresaban a la ZR en las horas punta matinales en un 45 % (76.2 % entre autos) respecto a marzo. La velocidad promedio pasó de 19 a 36 km/h (+89.47 %). Para 1988, con nuevos horarios y tarifas, pese a que el parque vehicular creció un 77 %, el tráfico era un 31 % menor (Phang y Toh, 2004; Chin, 2005). En 1994, con la inclusión de las horas valle intermedias, hubo una caída adicional del 9 % (Santos, 2005). En 1999, un año después del ERP, el tráfico diario era un 15 % menor que el del ALS. El permiso diario del ALS era de 2 o 3 SGD según hora valle o pico; los precios del ERP: de 0.50 a 2.50 SGD por cada paso, un desincentivo para hacer más viajes de los necesarios (Menon, 2000; Chin, 2005). En promedio, entre 1998 y 2012 el parque vehicular creció un 3 % cada año, pero el volumen del tráfico hacia la ZR apenas 0.8 % (Goh, 2014). Con todo, en el 2019 Singapur tuvo un 32 % de congestión respecto a un escenario con tráfico fluido (TomTom, 2022a). Si los precios de la tasa no siguen el aumento de los salarios, esta se tornará menos onerosa, debilitando su impacto.

1.6. Costes, ingresos y destino de los fondos

El ERP solo cubriría costes de operación y mantenimiento. Así, en aras de la neutralidad de ingresos, el monto de los distintos impuestos y tasas vehiculares³³¹ se han reducido vía reembolsos o deducciones (Raux, 2021; Christainsen, 2006). Cuando se adjudicó en 1995 el coste de instalación fue de 197 M SGD (107.4 M€)³³²; 100 M SGD correspondían a las IU (un millón de unidades) y 97 M SGD al resto del sistema. También se firmó un contrato de mantenimiento para el lustro 1998-2003 por 39 M SGD (21.2 M€) (Santos, 2005; Chin, 2010). En el 2008, tras restar los 25 M SGD

³³⁰ IU específica por categoría de vehículo (4), taxis (1) y vehículos de emergencia (1) (Lehe, 2019).

³³¹ Cinco gravámenes desincentivan la propiedad del vehículo particular: tarifa de registro, tarifa adicional de registro, cuota prima para un certificado de titularidad, impuesto de circulación y arancel selectivo (excise duty) (LTA, 2023c; Inland Revenue Authority of Singapore [IRAS], 2023).

³³² Tipo de cambio en 1995: 1 USD = 1.4171 SGD. Si subyace la paridad ECU-EUR: donde 1 ECU = 1.2935 USD; entonces, 1 EUR = 1.8330 SGD (Board of Governors of the [US] Federal Reserve System, 2022a, 2022b).

(12 M€)³³³ por gastos generales, el ERP tuvo ingresos netos de 100 M SGD (48.16 M€) (International Technology Scanning Program, 2010). No se tienen cifras actuales por la reticencia gubernamental a publicarlas –y proveerlas³³⁴– (Theseira, 2020), pero se sabe que en 2014 los ingresos sumaron 152 M SGD (90.3 M€)³³⁵, una caída desde los 160 M SGD de años previos (Singapore Parliament, 2015).

1.7. Modificaciones

Con los años se añadieron pórticos. El área y los horarios se han extendido. En 2016 se licitó la conversión del ERP en un sistema satelital (GNSS, en inglés) por 556 M SGD (363.9 M€)³³⁶. Inicialmente se proyectó una implementación progresiva desde el 2020, pero se postergó por la pandemia de COVID-19 y la crisis de semiconductores. Se espera que en la segunda mitad del año en curso empiece el reemplazo de la IU por un nuevo dispositivo con más funcionalidades (ubicación de los puntos de cargo, visualización de mapas, información del tráfico en tiempo real y alertas de seguridad). Permitirá prescindir de los abultados pórticos y sentará las bases para el futuro peaje por distancia recorrida (LTA, 2016, 2021; Theseira, 2020; [Singapore] Ministry of Transport, 2022).

1.8. Medidas complementarias

Junto con el peaje se ejecutaron mejoras en el sistema de transporte público (nuevas líneas de metro y bus, más buses con mayor frecuencia de paso y aire acondicionado) (D'Artagnan Consulting, 2018), incremento del 100 % de las tarifas de estacionamiento y nuevos aparcamientos disuasorios (park-and-ride) (Selmoune et al., 2020). En 1991 inició un esquema de coches de fin de semana (WCS, en inglés) para fomentar el uso solo en esos días (y en horas valle del resto), con la opción de adquirir cupones diarios para manejar en otros días y horarios por 20 SGD. Ofrecía descuentos y reembolsos en impuestos y tasas vehiculares por registrarse en el esquema (con placa distintiva). En 1994 se lanzó el de coches de horas valle (OPCS, en inglés), con las mismas condiciones, pero sin distinciones por la capacidad del motor (Phang y Toh, 2004). Actualmente hay tres esquemas³³⁷: WEC, OPC y ROPC. Los dos primeros son los sucesores de los originales y no admiten más registros; el último, una versión con horarios revisados (LTA, 2023d).

³³³ Tipo de cambio en 2008: 1 EUR = 2.0762 SGD [1 SGD = 0.4816 EUR] (Eurostat, 2022c).

³³⁴ Las solicitudes de información financiera realizadas directa e indirectamente para este informe fueron infructuosas. Por intermediación se pudo conocer que serían datos de carácter reservado.

³³⁵ Tipo de cambio en 2014: 1 EUR = 1.6823 SGD [1 SGD = 0.5944 EUR] (Eurostat, 2022c).

³³⁶ Tipo de cambio en 2016: 1 EUR = 1.5275 SGD [1 SGD = 0.6546 EUR] (Eurostat, 2022c).

³³⁷ Consultar: <<https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/buying/vehicle-types-and-registrations/car/off-peak-car-schemes.html>>.

2. Londres: London Congestion Charge (LCC)

2.1. Inicio y objetivo

Desde el 17 de febrero del 2003. Busca reducir la congestión al interior y alrededor del centro histórico y del distrito financiero y comercial, mejorar el transporte público, dar confiabilidad a los tiempos de viaje y hacer más eficiente el transporte urbano de bienes y servicios (Raux, 2021).

2.2. Vigencia, área y tipo de modelo

Funciona de lunes a viernes en el horario de 07:00 a 18:00; los sábados, domingos y feriados, de 12:00 a 18:00. No rige del 25 de diciembre al 1 de enero (Transport for London [TfL], s.f.-a). Cubre 21 km² en el centro de Londres (1.3 % del Gran Londres) bajo un modelo de área (Santos y Caranzo, 2022).

2.3. Tarifas, descuentos y exenciones

La tarifa por circular en la zona de cobro de congestión (ZCC) es de 15 £ (17.12 €)³³⁸, es única y de validez diaria (TfL, s.f.-a). Se sostuvo que la invariabilidad se debía a la elevada congestión a lo largo del día y no solo en los picos matinales y vespertinos (Santos, 2005).

Según TfL (s.f.-b), previo registro y su respectiva tasa, hay un descuento del 90 % para residentes y del 100 % para las personas con discapacidad móvil, vehículos de reparación, vehículos con 9 o más asientos (buses, autocares, etc.), triciclos motorizados y grúas de remolque. Hasta el 2025, los VE y los de hidrógeno pueden obtener un descuento. Exenciones para motocicletas, vehículos de emergencia, vehículos del Servicio Nacional de Salud (NHS), vehículos usados por personas con discapacidad, vehículos para más de una persona con discapacidad, taxis licenciados y VTC³³⁹ acondicionados para personas en silla de ruedas. Con registro, también están exentos los vehículos de guardacostas y autoridades portuarias, de las FF.AA., de la Agencia de Parques, unidades usadas por los distritos londinenses y de organizaciones de asistencia vial. El personal y los pacientes del NHS pueden obtener reembolsos.

2.4. Control y mecanismo de cobro

Usa una red de circuito cerrado de aprox. mil cámaras en puntos fijos y móviles con sistema de reconocimiento automático de placas (ANPR). El pago se efectúa por vía telefónica, SMS, internet o una máquina de manera previa o con posterioridad hasta la medianoche, cuando el software coteja las placas registradas con las que cancelaron el monto. Otra opción es el cobro automático mensual (AutoPay), vinculando una tarjeta de débito o crédito

³³⁸ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07): 1 GBP = 1.1411 EUR (BCE, 2023b).

³³⁹ Los VTC gozaron del mismo beneficio que los taxis hasta abril del 2019 (Lehe, 2019; BBC News, 2020).

(Raux, 2021; Lehe, 2019; Collinson, 2019; Santos, 2005; TfL, s.f.-c). Es posible pagar por adelantado (incluso 90 días antes) con la misma tarifa o con posterioridad (hasta la medianoche del tercer día) por 17.50 £ (19.97 €)³⁴⁰ (TfL, s.f.-c).

2.5. Resultados

En el primer año de funcionamiento la velocidad promedio diaria en el área pasó de 14.6 a 17.6 km/h (+20.54 %), eso se tradujo en menos retrasos en los tiempos de viaje respecto a un escenario con tráfico fluido, dando lugar a una caída del 30 % en la congestión (Lehe, 2019). Similarmente, el volumen de vehículos de cuatro ruedas o más ingresando a la ZCC se redujo un 18 % (33 % entre turistas) –la categoría general engloba a exentos y no exentos³⁴¹–; mientras que el de los que circulaban dentro de la ZCC disminuyó un 15 % (34 % entre turistas). La contracara fue el incremento de 4 % en el anillo vial que marca los límites de la ZCC, pero incluso ahí la congestión descendió un 15.78 % gracias a las medidas de gestión del tráfico (Santos, 2005; TfL, 2004, 2008).

Del 2002 al 2014, el volumen de vehículos ingresando al centro cayó un 39 %, si bien el impacto no es atribuible solo al peaje (London Assembly Transport Committee [LATC], 2017). Por otro lado, el efecto en la congestión se ha ido atenuando. En el 2008 fue solo un -4 % respecto al 2002 (Kearns, 2014). El retorno a niveles de congestión base se ha dado aun cuando ni la sutil tendencia decreciente de la movilidad privada en el repartimiento modal ni la del volumen del tráfico se han invertido (LATC, 2017; TfL, 2018, 2020a, 2021). Entre 2010 y 2019 la velocidad promedio se ralentizó (TfL, 2021); los tiempos de viaje aumentaron un 12 % cada año entre 2012 y 2015 (INRIX, 2016); y en el 2019 la congestión fue del 38 % (TomTom, 2022b).

Ya en el 2007 TfL había señalado que el alivio generado se mantenía cerca del 30 % si las comparaciones incorporaban las afectaciones al flujo del tráfico (Eliasson, 2021). Tales elementos eran la disminución del espacio vial para autos, (re)temporización de semáforos, desvíos por obras, límites de velocidad más estrictos y el gran aumento de VTC y repartidores (LATC, 2017; TfL, 2020a). La prodigalidad de descuentos y exenciones es un factor clave. En 2006, el 41 % de los vehículos accediendo al área estaban exentos del pago y solo el 40 % de los de cuatro ruedas o más pagaba la tarifa completa (TfL, 2007; Lehe, 2019). Un contrafáctico permitiría argüir que sería peor sin el LCC. Precisamente, un ejercicio así sostuvo que la velocidad podría ser entre un 20 y 35 % más lenta (Komanoff, 2017)³⁴².

³⁴⁰ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07).

³⁴¹ Idealmente, las variaciones reportadas deberían referirse únicamente a los vehículos sujetos al pago de la tasa; de lo contrario, las cifras se distorsionan por la cantidad de unidades cuyo coste general del viaje no se ha encarecido (por estar exentas del pago). No obstante, la complejidad del proceso dificulta tales estimaciones.

³⁴² El cálculo asumió que el volumen del tráfico entre 2002 y 2015 habría permanecido constante, lo cual omite la tendencia decreciente anterior al peaje. No obstante, para el límite mínimo se obvió el potencial incremento en el número de vehículos a raíz de la mayor cantidad de personas desplazándose al centro.

Cabe mencionar el impacto ambiental. En el primer año, la contribución directa del LCC en la reducción de emisiones en el centro habría sido de un 8 % sobre el NO_x y de un 7 % sobre el PM₁₀ (TfL, 2006). Respecto a las inmisiones medias anuales, una modelización arrojó que el primer cambio interanual en las concentraciones de NO₂ (-1.33 %) y PM₁₀ (-0.82 %) dentro de la CCZ y barrios contiguos habría sido menor a 1 µg/m³ (Tonne et al., 2008). Con datos del 2000 al 2007, Green et al. (2020) compararon el promedio de inmisiones de años previos al peaje con el de los posteriores. Estimaron que hubo reducciones en los niveles de CO (6-9 %), NO (20 % aprox.) y PM₁₀ (20 % aprox.); en cambio, se habría dado un aumento en los de NO₂ (14-17 %). Evidenciaría que el LCC mejoró la calidad del aire más allá de lo adjudicable a la disminución del volumen del tráfico, es decir, al aliviarse la congestión también se redujo la contaminación. Las caídas se explicarían por la menor presencia de vehículos particulares de petróleo (y vehículos en general); la subida, por el mayor número de unidades de diésel exentas circulando (buses y taxis), las cuales emiten mucho más NO₂. Si bien perfectible, el balance sería positivo.

2.6. Costes, ingresos y destino de los fondos

La inversión en el marco del LCC fue de 161.7 M£ (257.1 M€)³⁴³; 80.8 M£ por el sistema propiamente dicho y 80.9 M£ por medidas complementarias (gestión ambiental del tráfico, estacionamientos, semáforos, etc.) (Greater London Authority [GLA], 2006; TfL, 2007; Kearns, 2014). Tomando costes (de capital y de operación) e ingresos acumulados, el LCC original logró beneficios netos recién en el tercer año financiero (2005/2006) por 24 M£ (35 M€)³⁴⁴, el 3.54 % de las utilidades del periodo, aunque el balance cambió con la expansión del 2007 (Mahon y Sloan, 2008). Obteniendo beneficios sociales³⁴⁵ anuales netos equivalentes a 50 M£ (72.2 M€)³⁴⁶ (Santos y Shaffer, 2004), el conjunto de la inversión inicial se habría recuperado alrededor del tercer año y medio (3.5).

En el año 2019/2020 finalizado el 31 de marzo, el LCC percibió 247 M£ (281.3 M€)³⁴⁷ de ingresos y tuvo gastos operativos por 84.9 M£ (96.7 M€). Así, con 162.1 M£ (184.6 M€) de beneficios netos (65.62 % de las utilidades), aportó el 4.3 % de los ingresos de la autoridad competente del transporte (TfL, 2020b). Por ley, las ganancias se destinan al servicio de transporte público y su infraestructura (Raux, 2021; Santos y Caranzo, 2022).

³⁴³ Tipo de cambio en 2002: 1 EUR = 0.62883 GBP [1 GBP = 1.5901 EUR] (Eurostat, 2022d). Denotándose con «Divisa A/Divisa B = Tipo de cambio» donde la primera parte es la divisa base y la segunda es la divisa de cotización, se interpreta como que 1 unidad de la Divisa A equivale a X cantidad de la Divisa B, siendo X el tipo de cambio. Así, EUR/GBP = 0.62883 indica que 1 € vale 0.62883 £. Para saber el tipo de cambio inverso (Divisa B/Divisa A) divídase 1 entre X. ¿A cuántos euros equivale 1 libra? Haciendo la operación (1/0.62883) se tiene que GBP/EUR = 1.5901.

³⁴⁴ Tipo de cambio en 2005: 1 EUR = 0.68380 GBP [1 GBP = 1.4624 EUR] (Eurostat, 2022d).

³⁴⁵ Obvia los efectos sobre el ruido, la calidad del aire y las emisiones de CO₂. Tampoco se consideraron los ingresos anuales, cuya inclusión también implicaría extraer la suma del excedente del consumidor.

³⁴⁶ Tipo de cambio en 2003: 1 EUR = 0.69199 GBP [1 GBP = 1.4451 EUR] (Eurostat, 2022d).

³⁴⁷ Tipo de cambio en 2019: 1 EUR = 0.87777 GBP [1 GBP = 1.1392 EUR] (Eurostat, 2022d).

2.7. Modificaciones

La tarifa ha ido subiendo: de 5 £ (7.2 €)³⁴⁸ en 2003 pasó a 8 £ (2005), 10 £ (2011), 11.50 £ (2014), hasta las 15 £ (2020) de hoy (Lehe, 2019; Santos y Caranzo, 2022). Hubo una expansión del área en 2007 –que redujo en un 14 % el volumen de vehículos de 4 o más ruedas ingresando a esa subzona y en un 10 % el que circulaba al interior con respecto al del 2005/2006 (TfL, 2008)–, pero se revirtió en 2011. Desde el 2020 se incluyen los fines de semana y feriados. El horario en el 2003 era hasta las 18:30 (Santos y Caranzo, 2022; Lehe, 2019). En el 2006 se abre la alternativa de pagar hasta 24 h después (Pay Next Day) y en el 2011 se introduce AutoPay (Kearns, 2014). Con el tiempo se han instalado más cámaras. La administración londinense dio a conocer en enero del 2022 que está evaluando el reemplazo de las actuales restricciones al tráfico (tasa de congestión, ZBE y ZEUB) por una tasa basada en la distancia recorrida, horario de circulación, ubicación y emisiones contaminantes (GLA, 2022; Topham, 2022; O’Sullivan, 2022).

2.8. Medidas complementarias

A la par del LCC, se sumaron 300 buses, nuevas rutas y mayor frecuencia de paso en las existentes, más espacios de park-and-ride y mejoras ciclovías (Provonsha y Sifuentes, 2018). En febrero del 2008 se trazó una ZBE comprendiendo casi la totalidad del Gran Londres, la misma que veta a los vehículos pesados más contaminantes todo el año 24/7 (Santos y Caranzo, 2022; TfL, s.f.-d), salvo que paguen 100 o 300 £ (114.11 o 342.33 €)³⁴⁹ dependiendo del vehículo (TfL, s.f.-e). En octubre del 2017 se fijó una tasa de toxicidad (T-charge) de 10 £ (11.4 €)³⁵⁰ para los vehículos más antiguos y contaminantes circulando en la zona del LCC (Raux, 2021). En abril del 2019, se sustituye la T-charge por una zona de ultrabajas emisiones (ZUBE) que funciona 24/7 todo el año –excepto en Navidad– (Raux, 2021), si no se cumplen los estándares deben pagarse 12.50 £ (14.26 €)³⁵¹ para circular en el área (TfL, s.f.-f). En el 2021 la ZUBE se extendió a casi todo Londres interior (Santos y Caranzo, 2022) y desde el 29 de agosto del 2023 abarcará a todos los distritos londinenses (TfL, s.f.-g).

3. Estocolmo: Stockholm Trängselskatt (STS)

3.1. Inicio y objetivo

Fase de prueba: 03/01/2006-31/07/2006. Permanente desde el 1 de agosto del 2007. Apunta a reducir la congestión, mejorar el medioambiente y ayudar a financiar infraestructuras de transporte (Trafikverket [Administración de Transporte de Suecia], 2022).

³⁴⁸ Tipo de cambio en 2003.

³⁴⁹ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07).

³⁵⁰ Tipo de cambio en 2017: 1 EUR = 0.87667 GBP [1 GBP = 1.1406 EUR] (Eurostat, 2022d).

³⁵¹ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07).

3.2. Vigencia, área y tipo de modelo

Funciona de lunes a viernes en el horario de 06:00 a 18:30. Sin vigencia en fines de semana, feriados, víspera de ciertos feriados y julio (salvo los primeros cinco días laborables) (Transportstyrelsen [Agencia de Transporte de Suecia], 2023a, 2023b). Aprovechando que el centro se erigió sobre islas, se cubren 35 km² (18.7 % de la ciudad) bajo un modelo de cordón (Raux, 2021); el cargo se aplica al cruzarlo en dirección de ingreso o de salida (Transportstyrelsen, 2023a).

3.3. Tarifas, descuentos y exenciones

La tarifa por paso varía según la hora (intervalos de 30 min), pero es indistinta al tipo de vehículo. Los precios también cambian en función de la época del año (temporada alta o baja). Los importes actuales van de 11 a 35 SEK (0.97-3.09 €)³⁵² en temporada baja y de 11 a 45 SEK (0.98-3.97 €) en temporada alta. En temporada baja el cobro diario se detiene en 105 SEK (9.27 €); en alta, en 135 SEK (11.91 €) (Transportstyrelsen, 2023a).

Los vehículos de emergencia, buses grandes, motocicletas, coches diplomáticos, grúas móviles y vehículos militares están automáticamente exonerados; y tener un permiso de estacionamiento por discapacidad posibilita solicitar una dispensa (Transportstyrelsen, 2022a). Por tratarse de una isla cuya única conexión vial con el resto del país está dentro del cordón, los viajes directos³⁵³ entre Lidingö y zonas externas tampoco pagan cuantía alguna (Lehe, 2019). Dichas exoneraciones y otras que fueron anuladas –taxis en 2007 y vehículos de combustible alternativo en 2012– hicieron que los desplazamientos libres de pago representaran el 28 % del total en 2006, si bien bajaron al 25 % en 2011 y al 15 % después (Börjesson y Kristoffersson, 2018).

Hay otras consideraciones referidas a quién paga el cargo en los casos de vehículos de alquiler y vehículos de empresa (los de uso profesional y los de uso personal), qué desplazamientos en vehículo propio con fines laborales gozan de beneficios fiscales y las deducciones en el impuesto a la renta³⁵⁴ (Transportstyrelsen, 2023c). Sobre esto último, las desgravaciones pueden superar el 50 % e incluso llegar al 100 % en ciertos casos de personas naturales y jurídicas (Lehe, 2019; Börjesson et al., 2012).

3.4. Control y mecanismo de cobro

El STS emplea un sistema ANPR con cámaras instaladas en pórticos livianos. Hay 26 estaciones de pago (betalstationer) ubicados en vías de conexión (Transportstyrelsen, 2022b; Raux, 2021). Inicialmente hubo una coexistencia entre RFID y ANPR. A una parte del parque vehicular se le instaló un dispositivo que permitía identificarlos al pasar por los pórticos; las cámaras eran

³⁵² Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07): 1 SEK = 0.08824 EUR (BCE, 2023c).

³⁵³ Los que atraviesan dos puntos de control (siendo uno el de Lidingö) en un lapso de 30 minutos (Lehe, 2019).

³⁵⁴ Vale mencionar que la instauración del STS se posibilitó por la modificación de una ley y que, mediante ella, los peajes de congestión se definen como impuestos, no como tasas (Eliasson, 2009; Raux, 2021).

para los que carecían de él, teniendo un rol complementario. Ya que el ANPR funcionó mejor de lo esperado, tras la fase de prueba se dejaron de usar los transpondedores (Eliasson, 2008; Lehe, 2019; Jablonska, 2019). Los cargos pueden consultarse en línea, pero su abono es atrasado. A fin de mes, al titular se le notifica vía mensaje de voz del recibo («decisión fiscal») emitido por el monto acumulado en el mes calendario anterior. Hay cuatro modos de pago: débito directo, factura electrónica, transferencia bancaria o buzón digital (Transportstyrelsen, 2023d).

3.5. Resultados

Durante el periodo de prueba, el volumen vehicular traspasando el cordón se redujo un 22 % respecto a los mismos meses del 2005 (Eliasson, 2008). La congestión decreció con notoriedad en distintas vías de la ciudad (Eliasson, 2008; Eliasson et al., 2009). Los tiempos de viaje mejoraron un 30 % en el pico matinal y un 50 % en el vespertino (Eliasson et al., 2009; Eliasson, 2021). De abril del 2005 a abril del 2006 la cantidad de veh-km recorridos al interior del cordón disminuyó un 16 % al interior del cordón (Eliasson et al., 2009). Tal variación conllevó beneficios ambientales. Stockholms Luft-och Bulleranalys [SLB-analys] (2006), la unidad pública competente, estimó que la reducción anual de emisiones de CO₂ del tráfico sería del 13 % en el centro y del 5.4 % en toda la ciudad. Asimismo, calculó que gracias al STS las concentraciones medias anuales de NO_x y PM₁₀ en el centro de la ciudad descenderían en un 10 % y 7.6 %, respectivamente.

Simeonova et al. (2021) amplían el análisis a 72 meses (2004-2010) para evaluar el impacto del esquema en los niveles de cada periodo (prueba, intermedio y permanente) respecto al contexto prepeaje a través de las respectivas diferencias con los niveles promedio en los centros de un conjunto de ciudades que sirvieron como grupo de control. Frente a la media prepeaje, sus estimaciones indican que las inmisiones de NO₂ y PM₁₀ en el área dentro del cordón variaron en un -11.55 % y -12 % durante el periodo de prueba; -11.49 % y -7.54 %, durante el intermedio; y -18.58 % y -13.73 %, durante el permanente. De manera semejante, comparada con la tasa base en la ciudad antes del STS, la incidencia de ataques de asma infantil (0-5 años, los menores más vulnerables) que implicaban acudir al hospital también disminuyó durante cada periodo: 11.15 % en el de prueba, 29.80 % en el intermedio y 50.35 % en el permanente. Debe tenerse presente que la polución tiene un efecto acumulativo que tarda en revertirse, por eso la reducción inicial es la más baja y la final la más alta. Aunque el trabajo precisa que dichos beneficios de salud no podrían atribuírseles solo al peaje – los inhaladores posibilitan controlar las crisis asmáticas sin ir a la sala de emergencias–, ciertamente están asociados. Asimismo, reflejarían solo una parte del impacto sobre el asma. Y es que más allá de las edades y de la intensidad de la enfermedad, las mejoras en la calidad del aire contribuyen a que haya menos personas que la desarrollen; así, tampoco sufrirán crisis asmáticas.

Vale destacar la estabilidad del efecto sobre el volumen vehicular. Cuando se controla el impacto de factores impulsores del tráfico, el número de vehículos atravesando el cordón en el 2011 era un 22.3 % menor (29.8 % entre no exentos) al del 2005 (Börjesson et al., 2012). Estimaciones de efectos a largo plazo al 2014 no veían indicios de atenuación, sino lo contrario (Börjesson y Kristoffersson, 2018; Börjesson, 2018). Ahora, que la congestión durante el 2019 fuera del 27 % (TomTom, 2022c) puede servir para recalcar la necesidad de ceñir al mínimo los vehículos y viajes eximidos del pago³⁵⁵.

3.6. Costes, ingresos y destino de los fondos

La implementación demandó ~1900 M SEK (205.4 M€)³⁵⁶, mas la cantidad incluye una serie de gastos³⁵⁷ cuya clasificación como «costes de capital» sería imprecisa (Eliasson, 2009). Deteniéndose en lo requerido antes de su puesta en marcha serían 1050 M SEK (113.5 M€). Por el lado financiero, asumiendo el gasto inicial mayor, si los ingresos anuales netos eran de 584 M SEK (63.1 M€), el balance general recién habría sido positivo en torno a los tres años y medio (3.3). Sopesando costes y beneficios, con un bienestar social anual neto por valor de 654 M SEK³⁵⁸ (70.7 M€), los recursos invertidos se habrían recuperado en 3 años³⁵⁹ (Eliasson, 2009). Otra proyección tasó los beneficios sociales anuales netos en 78.9 M€³⁶⁰, implicando que el monto de los costes de capital se recolectaba cerca de los dos años y medio (2.6) (Börjesson y Kristoffersson, 2014).

En el 2019, el STS registró ingresos de 1685.9 M SEK³⁶¹ (156.6 M€)³⁶² y costes de operación por 68.5 M SEK (6.46 M€). Arrojó un saldo de 1617.4 M SEK (152.7 M€), el 95.9 % de las utilidades (Transportstyrelsen, 2020a). Los ingresos se destinan a obras de transporte público (carreteras, túneles, ampliaciones de metro, etc.) acordadas entre el Estado, la Región de Estocolmo y sus municipios (Trafikverket, 2022).

³⁵⁵ Por ejemplo, eliminar la exoneración de motocicletas y viajes desde o hacia Lidingö –cuya identificación habría elevado considerablemente los costes de capital y operación (Eliasson, 2008)–, al igual que ciertas deducciones (distributivamente regresivas) para vehículos de empresa (Eliasson, 2016; Börjesson, 2018).

³⁵⁶ Eliasson (2009) usó el tipo de cambio de septiembre del 2007: 1 EUR = 9.40 SEK. Para contrastarlo mejor con las cifras de Börjesson y Kristoffersson (2014), aquí se prefirió el anual del 2007: 1 EUR = 9.2501 SEK (Eurostat, 2022e).

³⁵⁷ Entre ellos: los de capital (considera capacitación del personal y verificar el adecuado funcionamiento del sistema), los operativos durante la fase de prueba y otros adicionales (señales de tráfico, informar al público, servicios de la autoridad tributaria y de la del cobro de deudas, los costes para la agencia de carreteras por finiquitar el periodo de prueba y evaluar sus resultados) (Eliasson, 2009).

³⁵⁸ Procedente del excedente del consumidor, -279 M SEK (-30.1 M€); los efectos sobre las externalidades, 211 M SEK (22.8 M€); los costes e ingresos para el gobierno, 606 M SEK (65.5 M€); y los efectos fiscales, 117 M SEK (12.6 M€) (Eliasson, 2009). Cantidades en euros de acuerdo con el tipo de cambio en 2007.

³⁵⁹ Eliasson (2009) lo fija en alrededor de 4.5 años.

³⁶⁰ Börjesson y Kristoffersson (2014) expresan todo en euros. Indican un tipo de cambio de 1 SEK = 0.1 EUR [1 EUR = 10 SEK]; así, en su artículo son 73 M€. Se reconvirtieron los montos con el tipo de cambio en 2007. Entre otras diferencias con la estimación hecha por Eliasson (2009), solo comprende el excedente del consumidor (14 M€) y los costes e ingresos para el gobierno (64.8 M€). Deja de lado los efectos sobre las externalidades negativas. Cantidades en euros de acuerdo con el tipo de cambio en 2007.

³⁶¹ Fueron 1560 M SEK por las tarifas en sí y 125.8 M SEK por concepto de moras (Transportstyrelsen, 2020a).

³⁶² Tipo de cambio en 2019: 1 EUR = 10.5891 SEK (Eurostat, 2022e).

3.7. Modificaciones

Cuando se introdujo en 2006, durante las horas punta (7:30-8:30 h y 16:00-17:00 h) se cobraban 20 SEK (2.1 €)³⁶³; en los periodos próximos de 30 minutos, 15 SEK (1.6 €); y durante el resto del día, 10 SEK (1 €) (Santos y Caranzo, 2022; Lehe 2019). El monto total diario máximo eran 60 SEK (2007), pasó por 105 SEK (2016) y llegó a las actuales 105 o 135 SEK (2020) (Santos y Caranzo, 2022). Los vehículos de combustible alternativo (ni gasolina ni diésel) dejaron de estar exentos en 2012 (Börjesson y Kristoffersson, 2018). Con diferencias mínimas, la tasa también se empezó a aplicar en 2016 a la única autopista que permanecía libre del cargo (Essingeleden); ese mismo año hubo incrementos de hasta un 75 % en las tasas (Börjesson y Kristoffersson, 2018; Lehe, 2019). En enero del 2020 se incluyeron los primeros cinco días laborables de julio debido a niveles de congestión similares a los regulares; asimismo, se distinguirían importes según sea temporada alta (del 1 de marzo al 22 de junio –día previo a la Noche de San Juan– y del 15 de agosto al 30 de noviembre) o baja (el resto del año, ya que en invierno e inicios de primavera hay menos congestión) (Transportstyrelsen, 2021a).

3.8. Medidas complementarias

Para abrirle camino, el proyecto estuvo acompañado por casi 200 buses extras y 16 nuevas líneas, más espacios de park-and-ride y mayor capacidad en los vagones de tren y metro (Eliasson, 2008).

4. Milán: Area C di Milano (ACM)

4.1. Inicio y objetivo

Fase de prueba: 16/01/2012-01/04/2013. Permanente desde el 2 de abril del 2013 (Comune di Milano, 2022a). Tiene por objetivo general mejorar la calidad de vida, la congestión y la seguridad de residentes, trabajadores, estudiantes y visitantes. De manera específica, reducir la congestión en Cerchia dei Bastioni (área C); impulsar el desarrollo del servicio de transporte público local; reducir accidentes de tráfico, los aparcamientos en calzada, el ruido y la contaminación del aire³⁶⁴; y conseguir recursos para la movilidad sostenible (Agenzia Mobilità, Ambiente e Territorio [AMAT], s.f.-a; Comune di Milano, 2022a).

³⁶³ Tipo de cambio en 2006: 1 EUR = 9.2544 SEK (Eurostat, 2022e).

³⁶⁴ Milán no solo es parte de una zona bastante industrializada y con una gran cantidad de vehículos diésel, sino que se ubica en el valle del río Po. La llanura está rodeada por los Alpes (norte y oeste), los Apeninos (sur) y el Adriático (este); lo cual propicia que haya relativamente muy poco viento. Esto es más problemático en Lombardía, pues la región yace en la parte occidental del valle. Así, dado que las masas de aire no circulan lo suficiente, la contaminación se acumula (Beria, 2016; Lehe, 2019).

4.2. Vigencia, área y tipo de modelo

Funciona de lunes a viernes en el horario de 07:30 a 19:30 (Comune di Milano, 2023a)³⁶⁵. Se aplica sobre una zona de tráfico limitado (ZTL)³⁶⁶ de 8.2 km² (4.4 % de la ciudad) siguiendo un modelo de cordón (Beria, 2016).

4.3. Tarifas, descuentos y exenciones

La tarifa por acceder a la ZTL es válida para todo el día. El precio es por categorías³⁶⁷. El estándar es de 5 €; para VTC con más de nueve plazas, según su peso, de 40-100 €. Adicionalmente, está prohibido el ingreso y la circulación de vehículos que no cumplen ciertos requerimientos ambientales, también el de aquellos de más de 7.5 m y, entre las 8 y 10 h, de los que transportan mercancías (Comune di Milano, 2022b, 2022c). En la práctica es un peaje de congestión combinado con una ZBE.

La Comune di Milano (2022b, 2022c, 2022d, 2022e, 2022f) y Urban Access Regulations in Europe (s.f.) detallan particularidades. Los residentes tienen 40 entradas gratuitas al año y pagan 2 € en las siguientes (descuento: 60 %). Las unidades de empresas registradas³⁶⁸ pagan 3 € (descuento: 40 %); igualmente si se aparca en los garajes concertados durante al menos una hora. Los VTC de más de nueve plazas usados para excursiones escolares han de abonar 5 € y los de movilidad escolar 15-40 € (descuento: 62.5-60 %). No se cobra la tasa a motos, ciclomotores ni VE³⁶⁹; vehículos de y para personas con discapacidad; coches usados por razones de salud; unidades de instituciones de asistencia social y sanitaria, así como del personal cuando es para uso oficial; vehículos de emergencia³⁷⁰ (ambulancias, bomberos, defensa civil), los de la Cruz Roja Italiana; unidades de las municipalidades milanesas y de la región lombarda; buses de transporte público; taxis y VTC de hasta nueve asientos; ni a la flota de las compañías de car sharing establecidas en la ciudad. Aunque el tributo es una tasa y no un impuesto, los coches de las delegaciones diplomáticas y consulares también están exonerados. Otros beneficios únicamente levantan vetos de acceso, mas no permiten prescindir del pago.

Desde el 30 de octubre de este año regirán cambios. Se especifica que el cobro también es por salir del Area C (Comune di Milano, 2023c). Las tarifas aumentarán: la general será de 7.50 €;

³⁶⁵ Al menos hasta inicios de junio se indicaba que en los días festivos no había cobro (Comune di Milano, 2023b), pero la actualización más reciente (13/07/2023) no hace mención alguna (Comune di Milano, 2023a).

³⁶⁶ Los municipios italianos pueden delimitar zonas con restricciones al tráfico en sus centros históricos.

³⁶⁷ Una tabla con las tarifas válidas hasta el 29 de octubre del año en curso se encuentra disponible en: <http://web.archive.org/web/20230714052953/https://www.comune.milano.it/documents/20126/526561/areaC_vecchieTariffe.pdf>.

³⁶⁸ Transporte de mercancías; actividades de construcción, instalación y mantenimiento y servicio a la vivienda y comercios; y servicios básicos (energía, agua y residuos) y telecomunicaciones (Comune di Milano, 2022d).

³⁶⁹ Los híbridos de clase M1 estuvieron exentos hasta septiembre del 2022 (Comune di Milano, 2022c).

³⁷⁰ Los policías, carabinieri y otros miembros de las FF.AA. domiciliados en cuarteles del municipio gozaron de las concesiones para residentes hasta febrero del 2019 (Comune di Milano, 2022c).

residentes, 3 €; vehículos de servicio registrados, 4.50 €; etc. (Comune di Milano, 2023d).

4.4. Control y mecanismo de cobro

El Area C se vale de un ANPR como sistema de control a través de cámaras equipadas en los 43 pórticos electrónicos de acceso (7 exclusivos para el transporte público). El billete puede comprarse por internet o vía telefónica (llamada o mensaje de texto) con anterioridad; mas debe activarse el día de su uso o hasta las 12 h del día siguiente. Hay una alternativa que emplea un dispositivo en el vehículo o la mera vinculación del número de placa para realizar recargos automáticos de cobro trimestral (Comune di Milano, 2022a, 2022c; Telepass, s.f.).

4.5. Resultados

El balance del peaje de congestión en el 2012 –activo por 196 días– fue positivo. Hubo una caída del 31.1 % respecto al 2011 en el volumen de tráfico ingresando a la ZTL. Los vehículos sujetos a pago representaron el 58.5 % de los accesos; los exentos, el 41.5 % restante (29.6 % los convencionales y 11.9 % los de bajas emisiones). Además, el 82.6 % eran autos de pasajeros (AMAT, 2022). Aunque en el conjunto de la ciudad también hubo una pequeña reducción, la diferencia entre los horarios (operativo o no) fue mínima (1 %) (Beria, 2016). Por otra parte, siempre frente al año anterior, la velocidad promedio de las líneas de transporte público en Cerchia dei Bastioni mejoró durante las horas punta matutinas entre un 1.53 % (8 am) y 6.15 % (9 am); en toda la ciudad, la variación fue de 1.09 % y 3.1 %, respectivamente (Mussone et al., 2015). De modo que la congestión se habría aliviado ligeramente incluso en vías que bordean el cordón (Crocì, 2016).

Durante la suspensión³⁷¹ del ACM las cifras regresaron a niveles del 2011, lo cual dejaría la influencia de factores exógenos en lo anecdótico (Beria, 2016). Así, un estudio estimó un aumento diario del 14.5 % (19 % entre los sujetos a cobro, si bien un descenso del 92 % entre motos aminoró el general) (Gibson y Carnovale, 2015). Cornago et al. (2023) también muestran que la suspensión causó que el uso diario del servicio de alquiler de bicicletas disminuyera un 5 % en el corto plazo; posteriormente, el acortar el horario del ACM los jueves redujo el uso un 8 % durante las horas afectadas. Otro aspecto a resaltar es que el número de vehículos de servicio creció desde enero hasta duplicarse a fin de año, el porqué de ello sería la mayor cantidad de actividades comerciales registrándose para obtener un descuento (Beria, 2016).

Por el lado ambiental, los datos de la AMAT sostienen que en el 2012 hubo una reducción de las emisiones diurnas promedio (kg/día) de NOx (16.6 %) y PM10 (20.7 %) respecto al 2011 (Sevino, 2022). Una simulación había calculado disminuciones de NOx (18 % en la ZTL; 4 % en la ciudad), NO2 (25 %, ZTL; 8 %, ciudad), PM10

³⁷¹ Una decisión del Consejo de Estado suspendió temporalmente el ACM entre el 26 de julio y el 16 de septiembre del 2012 (Percoco, 2013).

(18 %, ZTL; 8 %, ciudad) y CO₂ (35 %, ZTL; 10 %, ciudad) (AMAT, 2013). Sobre las inmisiones, dos evaluaciones empíricas coinciden en el impacto positivo, aunque con discrepancias. Gibson y Carnovale (2015) concluyen que la suspensión temporal conllevó incrementos en las concentraciones de CO (6 % dentro del área C), PM₁₀ (16.9 % afuera) y PM_{2.5} (21 % afuera). En cambio, fijándose en las semanas posteriores a la reintroducción, Percoco (2013) solo halló reducciones significativas en los niveles de CO, C₆H₆ y SO₂; además, indica que el efecto inicial –el de enero– desapareció a las pocas semanas. En todo caso, los dos trabajos convienen al señalar la inadecuada gratuidad del acceso para las motocicletas.

Visto desde el largo plazo, no existen indicios de atenuación alguna del efecto de la intervención. En el 2019, funcionando 253 días, el tráfico en el área C fue un 37.6 % menor que en 2011. Similarmente, la variación en las emisiones diurnas promedio (kg/día) fue del -66.6 % para el NO_x y del -59.7 % para el PM₁₀ (AMAT, 2022). No obstante, las cifras ambientales están muy influidas por las prohibiciones de acceso y por las mejoras tecnológicas (renovación del parque vehicular), sobre todo considerando que desde el 2015 hasta inicios del 2022 la Comune había destinado un total de 23.7 M€ en subsidios a la compra de vehículos menos contaminantes (Comune di Milano, 2022g). A pesar de ello, por más que la trayectoria es decreciente, las concentraciones medias anuales de NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} en la ciudad han superado reiteradamente³⁷² los límites de la UE. Ocurre en particular con las de NO₂³⁷³, sépase que en el 2019 el nivel de inmisiones en la ciudad fue de 44 µg/m³ (AMAT, 2020). Las características geográficas de la región lombarda y lo reducido del ámbito de aplicación del peaje afectan los resultados. Además, ese año el nivel de congestión en la ciudad fue del 31 % (TomTom, 2022d). He de saberse que los vehículos eximidos (los autorizados y los ecológicos) acumularon el 39.1 % de los accesos y que se ha reasignado espacio viario para peatones, bicicletas y transporte público (AMAT, 2022; Sevino, 2022).

4.6. Costes, ingresos y destino de los fondos

El ACM se implementó usando como base al sistema de Ecopass³⁷⁴ (de 2008), el esquema de tasa de contaminación al que sustituyó. Tratándose de gastos ya incurridos³⁷⁵, el coste de instalación fue

³⁷² Los límites de NO₂ se han trasgredido desde la entrada en vigor de la Directiva 2008/50/CE en 2010. Bien, el 2011, un año antes de Área C, el nivel de inmisiones fue de 65 µg/m³; en el 2012, habiendo operado durante 196 días, 62 µg/m³; en el 2013, con 253 días, 54 µg/m³; y en los siguientes años ha seguido disminuyendo. En cuanto al PM₁₀, la concentración en 2011 fue de 49 µg/m³; en el 2012, 43 µg/m³; en el 2013, 37 µg/m³; posteriormente ha fluctuado con una tendencia a la baja, en el 2019 llegó a 32 µg/m³. Por el lado del PM_{2.5}, en 2011 fue de 33 µg/m³; tanto en el 2012 como en el 2013, 30 µg/m³; y siendo que recién en el 2018 (23 µg/m³) y 2019 (21 µg/m³) ha logrado cumplir la normativa (AMAT, 2020).

³⁷³ La Comisión Europea remitió a Italia al TJUE en el 2019 debido a la constante transgresión de los umbrales máximos de NO₂, fijados por la Directiva 2008/50/EC. En mayo del año pasado el TJUE dictaminó que Italia había vulnerado la Directiva en 10 zonas de calidad del aire –Milán entre ellas– desde el 2010 hasta el 2018 (STJUE de 12 de mayo de 2022, C-573/19).

³⁷⁴ El esquema operó del 02/01/2008 al 31/12/2011. Clasificaba a los vehículos en cinco categorías según sus factores de emisión de PM₁₀. Las dos primeras (combustibles alternativos y Euro 3 o superiores) estaban exentas de la tasa; para las otras tres las tarifas eran de 2, 5 y 10 €. Inicialmente, cerca del 50 % del parque vehicular quedaba sujeto al cobro, pero la progresiva renovación hizo que el porcentaje fuera cayendo; al 2011 solo el 14 % de los vehículos que ingresaban a Cerchia dei Bastioni pagaba (D'Arcangelo y Percoco, 2015).

³⁷⁵ La instalación de Ecopass habría demandado 7 M€, excluyendo costes hundidos (Crocchi, 2016). Desde la AMAT se indicó que la inversión estuvo alrededor de los 10 M€.

bastante bajo (Beria, 2016). Habría rondado los 40 000 €³⁷⁶. Descontando de los ingresos³⁷⁷ (20.3 M€) los gastos operativos (7.1 M€), en el primer año hubo 13.2 M€ en beneficios netos (65 % de los brutos) (Comune di Milano, 2022a; Beria, 2016). Gibson y Carnovale (2015) estimaron que las mejoras en la calidad del aire por los cambios en las inmisiones de PM10 (1.9 µg/m³ al interior de la ZTL y 7.5 µg/m³ fuera de ella) habrían supuesto beneficios sociales por un total de 2988 M€. Frente a análisis coste-beneficio con balances positivos en el rango de 0.4-1.3 M€ para las mismas partículas bajo Ecopass, el trabajo advierte que el abultado monto debe ser tomado con cautela. Un ejercicio pesimista propio limitado al impacto al interior terminaría con 29.2 M€ en beneficios sociales.

En el año financiero 2019/2020 culminado el 31 de marzo, la tasa de congestión proporcionó 34.25 M€ de ingresos brutos³⁷⁸ (Comune di Milano, 2020). Asumiendo egresos de 4.25 M€ (de 4 a 4.5 M€; el 12 % de lo ingresado, aprox.)³⁷⁹, los beneficios netos habrían bordeado los 30 M€, cerca del 87.59 % total. Tal estimación de gastos iría en consonancia con los costes operativos y de mantenimiento que hubo en el 2015 –último año del que se encontraron datos³⁸⁰–, 3.8 M€ (Campus y Sevino, 2017). Los recursos obtenidos se destinan al transporte público y a otros modos de movilidad sostenible (Campus y Sevino, 2017; AMAT, s.f.-a).

4.7. Modificaciones

En septiembre del 2012, para promover compras y eventos culturales nocturnos, se dispuso que los jueves el horario terminaría a las 18 h (Lehe, 2019). La relación de vehículos cuyo tránsito seguía permitiéndose, los exentos del pago y beneficiarios de descuentos han ido disminuyendo en conformidad con estándares ambientales y de gestión del tráfico más estrictos (Lehe, 2019; Sevino, 2022). Y desde el 30 de octubre del 2023 habrá nuevas tarifas.

4.8. Medidas complementarias

Ecopass ya había sido parte de un paquete de políticas orientado a mejorar el transporte público; incluyó nuevas líneas de bus y aumentar su frecuencia, encarecer y restringir los estacionamientos en calles, espacios de park-and-ride y extensiones del metro (Rotaris et al., 2010). Cuando se celebró el referéndum que le abriría paso al ACM, se listó una serie de medidas específicas a ser financiadas con los ingresos de la nueva intervención y de las tarifas de los estacionamientos (p. ej., extender el horario nocturno del metro) (Beria, 2016). El 25 de

³⁷⁶ La literatura consultada no especifica la suma. En comunicación con la AMAT se pudo obtener un estimado. Se agradece a Valentino Sevino, director general de la AMAT, y a Paolo Campus, experto en movilidad del Área de Planificación y Seguimiento de la Movilidad de la AMAT, por su gentileza para atender las solicitudes de información realizadas.

³⁷⁷ Sin contar lo conseguido por las multas.

³⁷⁸ Los datos compartidos por la AMAT, previsiblemente una revisión de las cifras, dan cuenta de 34.5 M€.

³⁷⁹ Números provenientes de la AMAT, si bien se aclaró que no son los precisos.

³⁸⁰ Ni en el Bilancio Consolidato del Comune di Milano per l'esercizio 2019 ni en los anteriores se registran los costes operativos y de mantenimiento.

febrero del 2019 se instauró Area B³⁸¹, una ZBE que abarca 132 km² (72 % del municipio) y que veta la circulación de los vehículos más contaminantes³⁸², los de más de 12 m y aquellos que llevan mercancía peligrosa (AMAT, s.f.-b; EIT Urban Mobility, 2022).

5. Gotemburgo: Göteborg Trängselskatt (GTS)

5.1. Inicio y objetivo

Desde el 1 de enero del 2013. Si bien comparte los objetivos del STS de reducir la congestión y mejorar el medioambiente (Trafikverket, 2022), ambos son subalternos ya que su instauración resultó de la necesidad de recaudar fondos para poder cofinanciar proyectos infraestructurales con el gobierno nacional (Lehe, 2019; Börjesson y Kristoffersson, 2015).

5.2. Vigencia, área y tipo de modelo

Su vigencia es casi idéntica a la del sistema de la capital, con la salvedad de que la tasa queda sin efecto en todo julio (Transportstyrelsen, 2023e). Un modelo de cordón cubre el centro de la ciudad y es acompañado por dos «antenas» (corredores) que incluyen los accesos y salidas a los puentes y el túnel que cruzan el río, a fin de evitar el rat-running (uso de atajos) por carreteras y calles aledañas (Börjesson y Kristoffersson, 2015).

5.3. Tarifas, descuentos y exenciones

La variación tarifaria es como la de Estocolmo, aunque carece de distinciones por temporada. Los precios actuales van de 9 a 22 SEK (0.79-1.94 €)³⁸³. El máximo diario es de 60 SEK (5.29 €) (Transportstyrelsen, 2020b).

Posee casi los mismos descuentos, deducciones y exenciones que en Estocolmo. Una particularidad es la regla del paso múltiple: si un vehículo pasa por varios puntos en un lapso de 60 min, habrá un único cobro por el monto más alto de los pasos (Transportstyrelsen, 2020b). Por las exoneraciones, de los 120.6 millones de pasos en Gotemburgo en el 2013 no se gravó al 48.4 %; en la capital, al 19.3 % (Transportstyrelsen, 2014). El porcentaje diferiría por la susodicha regla. Hay un tratamiento especial para la zona de Backa: están libres del pago los vehículos que pasen entre ciertos puntos de cobro, que serían residentes; sí se lo

³⁸¹ Ver: <<https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-b/area-b-domande-e-risposte>>.

³⁸² La Comisión Europea había interpuesto una demanda contra Italia ante el TJUE en mayo del 2018 por la superación de los niveles límite de PM₁₀ establecidos en la Directiva 2008/50/EC en una serie de zonas de calidad del aire (incluyendo la correspondiente a la aglomeración de Milán). A fines del 2020 el TJUE sentenció que Italia había incumplido sus obligaciones para con la normativa europea en 27 zonas geográficas desde el 2008 hasta el 2017 (STJUE de 10 de noviembre de 2020, C-644/18). En el 2012 el TJUE ya había fallado contra Italia porque las concentraciones máximas de PM₁₀ definidas en la Directiva 1990/30/CE fueron excedidas en 55 zonas y aglomeraciones en el 2006 y 2007 (STJUE de 19 de diciembre de 2012, C-68/11).

³⁸³ Tipo de cambio en 2023 (01/01-01/07): 1 SEK = 0.08824 EUR (BCE, 2023c).

efectúa al tráfico de paso que cruce otros segmentos dentro de 30 min (Transportstyrelsen, 2021b).

5.4. Control y mecanismo de cobro

Usa el mismo sistema de control y cobro que el STS. Cuenta con 38 estaciones de pago (betalstationer) –las que pueden comprender más de un pórtico (ingreso y salida)– y 7 puntos de control (kontrollpunkter) (Transportstyrelsen, 2021c, 2021d).

5.5. Resultados

De acuerdo con Börjesson y Kristoffersson (2015), tras ocho meses, el volumen de tráfico atravesando el cordón se redujo un 12 % respecto al periodo del 2012. En el centro de la ciudad, el decrecimiento del volumen vehicular causado directamente por el peaje podría haber sido del 3-5 %. Aunque a raíz de los cambios de ruta algunas vías que bordean el cordón registraron variaciones importantes de tráfico (de 20 a 26 %), fueron capaces de absorberlo sin problemas. Incluso cuando la congestión se limitaba a un conjunto de enlaces, los tiempos de viaje también mejoraron, si bien en términos absolutos se trató de un progreso menor comparado con el de Estocolmo. Otro estudio de Börjesson y Kristoffersson (2018) da cuenta de que al 2015 se vislumbraban debilitamientos del efecto, si bien el año dista de ser una referencia adecuada. Nótese que, frente a la capital, se trata de una ciudad menos densa y cuya mayoría de centros laborales se ubican fuera del centro. Si las alternativas de transporte son pocas, la adaptación se tornará menos flexible. No extraña, pues, la baja cuota modal del transporte público. Con todo, la congestión en la ciudad no era grave. Tampoco lo fue en el 2019: 18 % (TomTom, 2022e).

Por otro lado, comparando diferencias entre los periodos pre y post implementación del peaje durante los años 2010-2017 contra las de otra ciudad (caso control), al GTS podría atribuírsele una disminución de las inmisiones de NOx y PM10 en la ciudad de 17 y 19 %, respectivamente. También hay evidencia de un efecto indirecto en una ciudad vecina, donde el nivel de NO2 mermó (Antonsson y Gård, 2019).

5.6. Costes, ingresos y destino de los fondos

La ejecución del GTS demandó 760 M SEK³⁸⁴ (87.8 M€) aprox., pero el coste de instalación (capital, pruebas, información y capacitación) rondó los 410 M SEK (47.3 M€), el resto fue para desarrollar un sistema central nacional de gestión de peajes. Ciñéndose a lo financiero, si las utilidades anuales netas

³⁸⁴ West y Börjesson (2020) solo expresan el monto en euros (76 M), indicando un tipo de cambio de 10 SEK = 1 EUR. Se optó por reconvertirlo usando el tipo de cambio en 2013: 1 EUR = 8.6515 SEK (Eurostat, 2022e). El reporte anual de la ciudad señala que en el 2012 se estimaba un coste de instalación del sistema (600 M SEK) menor al presupuestado (950 M SEK) (City of Gothenburg, 2013). Las 760 M SEK estarían cerca del punto medio (775 M SEK) entre lo estimado y lo presupuestado.

permanecían constantes en 493.9 M SEK (57 M€)³⁸⁵, el proyecto habría recuperado lo invertido en un año y medio (1.5). Incorporando efectos en el bienestar social, un análisis coste-beneficio indica que, con beneficios sociales anuales netos de 23.1 M€³⁸⁶, habría sido en menos de cuatro años (3.8) (West y Börjesson, 2020; Börjesson y Kristoffersson, 2018).

En el 2019, el GTS ingresó 957 M SEK³⁸⁷ (90.3 M€)³⁸⁸ y tuvo costes por 96.8 M SEK (9.1 M€). Beneficios netos de 860.2 M SEK (81.2 M€), el 89.8 % de las utilidades (Transportstyrelsen, 2020a). Ahora, el Acuerdo de Suecia Occidental³⁸⁹ estipula que el peaje aporte 14 000 M SEK³⁹⁰ (1318.3 M€)³⁹¹ al paquete de infraestructuras durante un periodo de 25 años (Trafikverket, 2022), equivaldría a 560 M SEK (52.7 M€) anuales.

5.7. Modificaciones

Hasta el 2014 se cobraban 18 SEK (1.9 €)³⁹² durante las horas punta (07:00-08:00 y 15:30-17:00); en los 30 minutos próximos, 13 SEK (1.4 €); y durante el resto del día, 8 SEK (0.8 €). Desde el 2015 los precios aumentaron un 22 % en horas punta y un 13 % en horas valle (Börjesson, 2018; Börjesson y Kristoffersson, 2018). La exención de Backa inició en mayo del 2018 (Transportstyrelsen, 2018).

5.8. Medidas complementarias

En paralelo al peaje, se ejecutaron medidas para mejorar el servicio de transporte público, sobre todo nuevas líneas de bus (Börjesson y Kristoffersson, 2015).

³⁸⁵ Tras descontar de los ingresos (625.6 M SEK) los costes operativos (131.7 M SEK). En tarifas se consiguieron 575.2 M SEK; por penalidades, 50.4 M SEK (Transportstyrelsen, 2014). El reporte municipal –que no menciona costes– apunta 710 M SEK en tarifas y 87.5 M SEK en moras; haciendo un total de 797.5 M SEK (92.1 M€) en ingresos brutos (City of Gothenburg, 2014). Números similares a los brindados en euros por Börjesson y Kristoffersson (2015), quienes anotan costes por 13.8 M€. Cifras en euros según el tipo de cambio en 2013.

³⁸⁶ Obtenido a partir del excedente del consumidor (-53.1 M€), los efectos sobre las externalidades (8 M€) y los costes e ingresos para el gobierno (68.1 M€) (West y Börjesson, 2020). Cifras en euros según el tipo de cambio en 2013; la suma original brindada en el estudio es de 20 M€.

³⁸⁷ Fueron 880.7 M SEK por la tarifa en sí y 76.3 M SEK por concepto de moras (Transportstyrelsen, 2020a).

³⁸⁸ Tipo de cambio en 2019: 1 EUR = 10.5891 SEK (Eurostat, 2022e).

³⁸⁹ Ver: <<https://bransch.trafikverket.se/vastsvenskpaketet>>.

³⁹⁰ Nivel de precios del 2009.

³⁹¹ Tipo de cambio en 2009: 1 EUR = 10.6191 SEK (Eurostat, 2022e).

³⁹² Tipo de cambio en 2014: 1 EUR = 9.0985 SEK (Eurostat, 2022e).

Apéndice C. Peajes de congestión, ¿un ejemplo de socialismo de mercado?

Lavoie (2015 [1985]) y Brus (2016 [1987]) explican que ante los señalamientos de Ludwig von Mises (1935 [1920]) sobre cómo bajo el socialismo la abolición de las instituciones promotoras de incentivos económicamente funcionales impediría el cálculo racional de la asignación de recursos para bienes de capital, Oskar Lange y Abba Lerner plantearon un modelo de socialismo de mercado. La junta central de planificación (JCP) fijaría precios arbitrarios y ordenaría a las empresas estatales producir a costes medios mínimos y producir cuanto iguale al precio ya definido el coste marginal. Ambas reglas permitirían replicar el nivel de inputs y outputs de una firma en el mercado competitivo. Variarían los precios atendiendo a si la oferta era inferior o superior a la demanda. Tras ese proceso iterativo de prueba y error, un algoritmo conseguiría la asignación racional de los recursos. Y es que Lange concebía al mercado como un dispositivo computacional para resolver un conjunto de ecuaciones. Aunque en su modelo los precios de los bienes de consumo y el trabajo sí se regirían por el mercado real, en una versión generalizada quedarían en manos de la JCP.

[Von] Hayek (1945) argumentó que la planificación centralizada –acotada o extendida– no puede operar con la misma eficiencia que la descentralizada debido a limitaciones de información (cuantitativa y cualitativa) y de capacidad de procesamiento. La JCP carece del conocimiento completo sobre la producción y el consumo. La información está dispersa en la sociedad y cambia constantemente. Incluso si lo tuviese, desborda la capacidad humana. Las decisiones tampoco se toman en un vacío, están sujetas a la influencia de factores de diversa índole. Además, no toda información es comunicable o resumible en un dato, como el conocimiento tácito (know-how). Es decir, el problema del cálculo y el del conocimiento no son meros desafíos computacionales para la asignación racional en una economía dirigida por el Estado. Ante ello, el sistema de precios de mercado no tiene rival. Sirve como una red de transmisión que envía señales informativas a lo largo y ancho de sus líneas compositivas, permitiendo la efectiva coordinación social de los planes de los distintos agentes. Mises recalcó que los precios debían emerger del mercado –de intercambiar bienes por dinero– para cumplir su función; en tanto que Hayek acotó que su rigidez –como topes máximos o mínimos– erosionaría ese rol (Horwitz, 2020).

Llegando al punto de este excursus, ¿sería una tasa de congestión un ejemplo de socialismo de mercado? Christainsen (2006) considera que sí: de socialismo, que las vías continúen siendo propiedad del Estado y que los precios se fijen «centralmente»; de mercado, que los precios se definan para adecuar la oferta y demanda de espacio viario. ¿Mas no es un caso peculiar? Queda fuera de discusión que su funcionamiento encaja en el modelo de Lange-Lerner. El ERP de Singapur es paradigmático, pues las

tarifas se revisan periódicamente para mantener una velocidad objetivo, que fungiría como punto de equilibrio. Los precios se suben o bajan dependiendo de cuánto se alejaron de la meta las velocidades en los últimos tres meses. No obstante, otros detalles levantan dudas. Considerando que los medios de producción no podrían ser privados, ¿cumple esto la construcción de vías? La tierra sería propiedad del Estado, ¿pero el resto (p. ej., la maquinaria)? Por otro lado, la naturaleza del bien no da mucho margen para que el nivel de outputs cambie a corto y medio plazo. Las dos reglas de la JCP no aplicarían aquí.

Vista su respuesta a las externalidades negativas del tráfico vial, las ZBE usan prohibiciones; las RNM, regulaciones; y los peajes de congestión, tasas pigouvianas. El quid de la disyuntiva es que el peaje de congestión busca internalizar externalidades negativas aplicando precios. Lo hace para corregir la situación de costes de viaje subpreciados. De modo que, aunque guarde semejanzas, parece impreciso entenderlo como una política socialista de mercado. Y, en cualquier caso, lo importante es si en términos de eficacia, eficiencia y equidad es mejor que las demás opciones para reducir la congestión. Comparativamente, son los resultados de la aplicación de precios lo que hace preferibles a los peajes frente a las expansiones viarias y a las restricciones por cantidades. De ahí la referencia a *The Use of Knowledge in Society*. No implica que los precios deban fijarse, bien podrían emerger de la oferta y demanda bajo un esquema inspirado en el ecologismo de libre mercado.

Apéndice D. Esbozo de propuesta de bonos transferibles de kilometraje

Todo residente de 18 a 65 años recibiría periódicamente bonos transferibles (acumulables o no) equivalentes a cierta cantidad de km motorizados (km-mot). Los bonos de kilometraje representan la potencial distancia a recorrer en vehículos motorizados particulares (sin incluir VMP). Igual número de km-mot para todos o una distribución dual: una pequeña cantidad fija transversal y otra grande variable inversamente proporcional al nivel de renta personal o al número de vehículos por hogar. La circulación vial dependería de la disponibilidad de km-mot en una cuenta vinculada al vehículo, distinguiendo por horarios, tamaño vehicular y factores de emisión el número de km-mot necesarios para recorrer 1 km. Se da por hecho el uso de un dispositivo con sistema global de navegación por satélite para el recuento de los km recorridos y restar su equivalencia según las tres distinciones a la cantidad de km-mot disponibles. El Estado se encargaría de emitir los bonos (digitales o físicos), habiendo estimado una cantidad eficiente a repartir; instalar y operar el sistema a usar, proveyendo una plataforma digital de economía colaborativa para la cesión, compra y venta de los bonos sujeto a una comisión solo para solventar gastos corrientes; velar por la aplicación de la normativa (control y sanción); y resolver reclamos y apelaciones.

Tras agotar su bonificación, quien desee seguir usando el vehículo deberá adquirir más km-mot en el mercado compuesto por todos los receptores del bono. El precio surgiría de la libre interacción entre los agentes. Se esperaría que el nivel converja hacia el equilibrio entre los km-mot demandados y ofertados, así como que el número de los comerciados sea el eficiente. Recayendo en aportes de la economía experimental sobre otros temas (no bonos de kilometraje), lo previsible sería que dichos resultados se repitan a microescala, alcanzando el equilibrio competitivo (Inoua y Smith, 2022a). La ausencia de costes de producción se compensaría con el coste de oportunidad reflejado en la mediana del precio al que se está ofertando y comprando cada km-mot, información visible en la plataforma. Aunque su naturaleza hace factible su reventa múltiples veces, simula un bien de consumo final –distinto a los activos financieros–, lo cual disiparía temores de alta volatilidad por especulación (Inoua y Smith, 2022b, 2023). Definir fechas de caducidad o un máximo de reventas zanjaría el tema. Las transacciones podrían configurarse en diferentes modelos (intercambios directos, precios publicados, subastas, etc.) a través de la plataforma (Inoua y Smith, 2021). A diferencia del peaje, los ingresos quedan en manos de los agentes privados. Cada persona decidiría por sí misma el mejor uso para el dinero. Respondería a la congestión, la TRAP, el ruido y los GEI generados por el tráfico viario.

No es una propuesta insólita. Una serie de estudios ha investigado distintos diseños y aspectos (eficacia, eficiencia, equidad, viabilidad, etc.) de medidas enmarcadas en las alternativas de

mercado (Raux, 2004, 2008; Buitelaar et al., 2007; Yang y Wang, 2011; Wada y Akamatsu, 2013; Xiao et al., 2013; Grant-Muller y Xu, 2014; Tian y Chiu, 2015; Dogterom et al., 2018a, 2018b; Brands et al., 2020; Krabbenborg et al., 2020, 2021; Li y Robusté, 2021; Candia y Verhoef, 2022). Valdría considerarlo como evolución de un peaje ya instaurado una vez recuperado lo invertido, cuando solo queden los costes operativos y de mantenimiento anuales. Socialización de los beneficios financieros vía privatización individualizada.

Apéndice E. Tipología de bienes y servicios según su acceso y consumo

Benson (2017) examinó la evolución histórica de los sistemas de provisión vial en el Reino Unido, concluyendo que allí las vías nunca son bienes públicos samuelsonianos; son bienes comunes. Ahora, su operación admite amoldarse a los cuatro tipos en función del contexto de arreglos institucionales en el que está inmersa su provisión –léase reglas formales e informales–. Remárquese, empero, que la categoría de público o privado no depende de quién lo provee, sino del acceso y consumo. Una cadena de supermercados no dejaría de ofrecer un servicio privado aun si fuese del Estado, no se refiere a público en esa acepción. Sí serían públicas en ese sentido (perteneciente o relativo al Estado) las eventuales pérdidas –a ser cubiertas por el contribuyente–. La Tabla 17 brinda ejemplos para los cuatro tipos de bienes y servicios.

Tabla 17. Ejemplos de bienes y servicios según su acceso y consumo

		Consumo	
		Rival	No rival
Acceso	Excluyente	privados	club
		Bienes	Bienes
	No excluyente	comunes	públicos
		Bienes	Bienes
		Libros	Conciertos
		Servicio de taxi	ChatGPT, Bing o Bard
		Vías con restricciones	Fundació Joan Miró
		Comida	Netflix
		Atmósfera	Seguridad ciudadana
		Lubinas en el río Ebre	Alumbrado de les Rambles
		Vías sin restricciones	Vigilancia epidemiológica
		Pastizales	Recogida de desechos

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice F. Cálculo de las tarifas de ejemplo de la tasa de congestión

Las tarifas de la tasa de congestión se calcularon siguiendo estos pasos:

1. A partir de los datos de congestión de la Figura 29 se calculó el nivel medio de lunes a jueves. El viernes presenta un patrón distinto, por eso se lo mantuvo separado. Los resultados se redondearon a la unidad, a semejanza de los del viernes.

Figura 29. Congestión del tráfico semanal por hora del día en Barcelona (2019)

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
12:00 AM	8%	10%	11%	11%	12%	9%	10%
	7%	9%	10%	9%	10%	7%	8%
02:00 AM	6%	8%	7%	7%	8%	8%	8%
	5%	7%	7%	6%	7%	8%	7%
04:00 AM	3%	4%	4%	4%	5%	6%	5%
	3%	3%	2%	2%	3%	4%	4%
06:00 AM	11%	11%	11%	11%	10%	3%	3%
	44%	45%	45%	43%	41%	3%	2%
08:00 AM	58%	57%	59%	56%	52%	5%	3%
	44%	45%	46%	44%	37%	9%	6%
10:00 AM	29%	29%	28%	29%	26%	14%	10%
	28%	27%	27%	28%	29%	21%	14%
12:00 PM	27%	28%	28%	29%	31%	25%	17%
	24%	26%	27%	29%	33%	25%	17%
02:00 PM	21%	24%	25%	27%	47%	19%	13%
	24%	25%	27%	29%	56%	11%	8%
04:00 PM	27%	28%	31%	33%	48%	13%	11%
	40%	43%	45%	48%	52%	18%	16%
06:00 PM	52%	54%	57%	59%	47%	26%	23%
	38%	41%	44%	46%	35%	28%	24%
08:00 PM	20%	23%	26%	27%	28%	27%	21%
	11%	12%	12%	14%	19%	20%	14%
10:00 PM	6%	7%	7%	8%	10%	11%	8%
	9%	10%	11%	11%	8%	10%	8%

Best time to avoid

Fuente: Modificación de la figura en TomTom (2020).

- Se calculó el nivel de congestión para los intermedios (HH:30) asumiendo una variación lineal: (1) dividiendo entre dos la diferencia que separaba a cada cambio de hora y (2) sumándole a la cantidad el nivel de congestión de la hora anterior. No se hicieron redondeos.

Hora	Congestión (%)		Hora	Congestión (%)
06:00	11		06:30	27.5
07:00	44	$+ 33 \div 2 \rightarrow 16.5 + 11 \rightarrow$	07:30	51
08:00	58	$+ 14 \div 2 \rightarrow 7 + 44 \rightarrow$	08:30	51.5
09:00	45	$- 13 \div 2 \rightarrow -6.5 + 58 \rightarrow$		

- Teniendo los niveles de congestión para las horas de interés, se calculó el nivel medio de cada horario de 30 minutos. Se obtuvo al promediar el nivel de congestión en las horas límite del intervalo, asumiendo una variación lineal. El resultado no se redondeó. Por ejemplo, para el horario 06:30-07:00 la congestión en los límites era de 27.5 (%) y 51 (%), respectivamente; entonces, el promedio fue 35.75 (%).
- Ya con el nivel de congestión medio de cada horario, se procedió a calcular la equivalencia al nivel de congestión de referencia (ENCR) para cada uno. Aquí se empleó un nivel de congestión de referencia (NCR) igual a 15 (%). Para hallar las razones se dividió al nivel de congestión de cada horario entre el NCR. El cociente es la ENCR. Por ejemplo, un horario durante el cual la congestión es de 30 (%) tiene una ENCR igual a 2. Cuando lo demandaba, el resultado se redondeó a décimas (primer decimal), es decir, considerando las centésimas (segundo decimal). Así, una ENCR igual a 3.2167 se redondeó a 3.20. La Tabla 19 contiene los resultados.
- Para llegar a las tarifas horarias primero se multiplicaron las ENCR por el precio de referencia (PR). El PR le corresponde al vehículo de referencia (VR) que circula durante un horario con una congestión igual al NCR (15 %). Solo con fines explicativos, para el ejercicio se usó un PR de 0.40 €. Una vez con los precios para el VR por circular en cada horario, lo segundo fue calcular las tarifas para las otras categorías de vehículos. Se multiplicaron los precios para el VR por la equivalencia al tamaño del vehículo de referencia (ETVR) [Tabla 18]. También podría hacerse directamente (ENCR $\times$ PR $\times$ ETVR). Por ejemplo, el precio para un coche urbano (categoría P) con una ETVR igual a 1 que circula en un horario con una ENCR igual a 2.4 sería de 0.96 €; para una moto (categoría MP, ETVR = 0.5), 0.43 €; para el típico SUV o furgoneta (categoría M, ETVR = 1.5), 1.44 €; para un autocar (categoría G, ETVR = 2.25), 2.16 €; y para un tráiler (categoría MG, ETVR = 3.25), 3.12 €. Las tarifas del ejercicio se muestran en la Tabla 20.

Tabla 19. Niveles de congestión promedio y ENCR de los horarios

Horario	Congestión Lun.-Juev.		Congestión Vier.	
	Nivel medio (%)	ENCR	Nivel medio (%)	ENCR
06:00-06:30	19.25	1.30	17.75	1.20
06:30-07:00	35.75	2.40	33.25	2.20
07:00-07:30	47.50	3.20	43.75	2.90
07:30-08:00	54.50	3.60	49.25	3.30
08:00-08:30	54.75	3.70	48.25	3.20
08:30-09:00	48.25	3.20	40.75	2.70
09:00-09:30	41.00	2.70	34.25	2.30
09:30-10:00	33.00	2.20	28.75	1.90
10:00-10:30	28.75	1.90	26.75	1.80
10:30-11:00	28.25	1.90	28.25	1.90
11:00-11:30	28.00	1.90	29.50	2.00
11:30-12:00	28.00	1.90	30.50	2.00
12:00-12:30	27.75	1.90	31.50	2.10
12:30-13:00	27.25	1.80	32.50	2.20
13:00-13:30	26.25	1.80	36.50	2.40
13:30-14:00	24.75	1.70	43.50	2.90
14:00-14:30	24.50	1.60	49.25	3.30
14:30-15:00	25.50	1.70	53.75	3.60
15:00-15:30	27.00	1.80	54.00	3.60
15:30-16:00	29.00	1.90	50.00	3.30
16:00-16:30	33.50	2.20	49.00	3.30
16:30-17:00	40.50	2.70	51.00	3.40
17:00-17:30	47.00	3.10	53.25	3.60
17:30-18:00	53.00	3.50	50.75	3.40
18:00-18:30	52.50	3.50	44.00	2.90
18:30-19:00	45.50	3.00	38.00	2.50
19:00-19:30	37.50	2.50	33.25	2.20
19:30-20:00	28.50	1.90	29.75	2.00
20:00-20:30	21.00	1.40	25.75	1.70
20:30-21:00	15.00	1.00	21.25	1.40

Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Aasness, M. A., & Odeck, J. (2023). Road users' attitudes towards transforming a flat rate cordon toll to a congestion charging system: The case of Oslo, Norway. *Research in Transportation Business & Management*, 100971. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.100971>

Abdelrahman, A., Abdel-Aty, M., Lee, J., Yue, L., & Al-Omari, M. M. A. (2020). Evaluation of displaced left-turn intersections. *Transportation Engineering*, 1, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100006>

Agarwal, S., Koo, K. M., & Sing, T. F. (2015). Impact of electronic road pricing on real estate prices in Singapore. *Journal of Urban Economics*, 90, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2015.09.004>

Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial. (2023, junio 5). What is Galileo? European Union Agency for the Space Programme (EUSPA). <https://www.euspa.europa.eu/european-space/galileo/What-Galileo>

Agència de Salut Pública de Barcelona. (2017). Vigilem la qualitat de l'aire a Barcelona [Infografia]. Agència de Salut Pública de Barcelona; Consorci Sanitari de Barcelona; Generalitat de Catalunya. http://web.archive.org/web/20220809021219/https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2017/11/Vigilem_la_qualitat_de_aire_Barcelona.pdf

Agència de Salut Pública de Barcelona. (2020). Avaluació de la qualitat de l'aire a Barcelona 2019 [Informe]. https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/10/Informe_qualitat-aire-2019.pdf

Agència de Salut Pública de Barcelona. (2022). Soroll ambiental i salut a la ciutat de Barcelona [Informe]. <https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2021/02/sorollambientalisalut-bcn2021-02.pdf>

Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona. (2015). Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2013-2018. https://www.barcelona.cat/mobilitat/sites/default/files/documents/pmu_bcn_2013-2018_introduccio_i_diagnosi.pdf

Agència d'Energia de Barcelona. (2021). Balanç d'energia i emissions de gasos amb efecte d'hivernacle de Barcelona 2019 [Informe]. <http://hdl.handle.net/11703/123636>

Agencia Espacial Europea. (2020, diciembre 4). GPS Performances. European Space Agency (ESA). https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_Performances

Agencia Europea de Medio Ambiente. (s. f.). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (1999). Guidelines for defining and documenting data on costs of possible environmental protection measures. Technical report No 27 [Informe]. <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC27>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2019a, diciembre 17). Emissions of air pollutants from transport. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-8>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2019b). Road transport 2019. En EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019 (October 2021). <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2019c). Road tyre and brake wear 2019. En EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019 (October 2019). <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-vi/view>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). Environmental noise in Europe, 2020. EEA Report No 22/2019 [Informe]. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/686249>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2021, septiembre 12). Air pollution sources. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1>

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2022). Dashboard (Tableau). Air quality statistics - expert viewer. European Environment Agency. <http://web.archive.org/web/20220526053519/https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-quality-statistics-expert-viewer> [El dashboard no funciona en la página archivada y ya no está disponible en la AEMA. Puede usarse la nueva versión: <https://eeadmz1-cws-wp-airO2.azurewebsites.net/index.php/users-corner/statistical-viewer/>]

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio. (s. f.-a). Area C. Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT). <https://www.amat-mi.it/it/progetti/area-c/>

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio. (s. f.-b). Area B. Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT). <https://www.amat-mi.it/it/progetti/area-b/>

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio. (2013). Monitoraggio Area C: Emissioni atmosferiche da traffico stradale in «Area C» nel periodo gennaio - dicembre 2012 [Informe]. <https://www.comune.milano.it/documents/20126/695537/Emissioni+da+traffico+-+gennaio-dicembre+2012.pdf/7563052d-8c77-9fe1-7767-d7ec53da007f?t=1572449703033>

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio. (2020). Piano Aria e Clima del Comune di Milano. Allegato 3. Relazione Tecnica: Qualità dell'aria [Plan Aire y Clima del Ayuntamiento de Milán. Anexo 3. Informe Técnico: Calidad del aire]. <https://www.comune.milano.it/documents/20126/430903598/sub+Allegato+3+-+Aria.pdf/418108ac-efe3-9fb6-b978-3d9106a37515?t=1652093230343>

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio. (2022). Area C: Sintesi di monitoraggio al 31 Dicembre 2021 [Presentación PPT]. <https://comune-milano.img.musvc2.net/static/105044/assets/2/Dieci%20anni%20di%20Area%20C%20-%20Dati%20Amat.pdf>

Aguilar Camprubí, A. (2020). Anàlisi preliminar sobre les possibilitats jurídiques d'establir un peatge urbà [Informe]. En Ajuntament de Barcelona (Ed.), Anàlisi per la possible implantació d'un peatge urbà a la ciutat de Barcelona (pp. 6-19). https://contaminacionet.files.wordpress.com/2022/02/annex_1-contaminacio.pdf

Aguilar-Gómez, S., Dwyer, H., Graff Zivin, J., & Neidell, M. (2022). This Is Air: The "Nonhealth" Effects of Air Pollution. *Annual Review of Resource Economics*, 14(1), 403-425. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-021816>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.-a). La red de vigilancia y previsión de la contaminación atmosférica. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/es/qualitat-de-laire/com-es-lluïta-contra-la-contaminacio/la-red-de-vigilancia-y-prevision-de-la>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.-b). Mapas de datos ambientales. Datos de calidad acústica. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/mapes-dades-ambientals/soroll/es/>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.-c). Servicio Público de Transporte Especial. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/accessible/es/quienes-somos/que-hacemos/servicios-las-personas-y-las-entidades/servicio-publico-de-transporte>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.-d). Obtención de la Tarjeta Blanca. Ajuntament de Barcelona. <http://web.archive.org/web/20230201230458/https://ajuntament.barcelona.cat/accessible/es/guia-recursos/obtencion-tarjeta-blanca>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.-e). Glosario de términos presupuestarios y financieros. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/estrategiaifinances/es/glossario-de-t%C3%A9rminos-presupuestarios-y-financieros>

Ajuntament de Barcelona. (2013). Tipología del parque de vehículos. Año 2012. Ajuntament de Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Transport_i_mobilitat/Mobilitat/Vehicles/Parc_de_vehicles/historic/a2012/typo/t02.htm

Ajuntament de Barcelona. (2015). Guia de conceptes bàsics del pressupost [Presentación PPT]. <https://ajuntament.barcelona.cat/estrategiaifinances/sites/default/files/>

Guia%20de%20conceptes%20b%C3%A0sics%20del%20pressupost.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2018). Mesura de govern: Estratègia de mobilitat elèctrica [Informe]. https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/109244/1/180309_MG%20Estrat%c3%a8gia%20VE_CEUM.PDF

Ajuntament de Barcelona. (2020a). Anuari Estadístic de la Ciutat de Barcelona 2020 [Informe]. https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/catala/Anuaris/Anuaris/anuari20/Anuari2020_AAFF.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2020b). Refuerzo de la red de vigilancia y control de la calidad del aire en la ciudad. Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/meridiana/es/noticia/refuerzo-de-la-red-de-vigilancia-y-control-de-la-calidad-del-aire-en-la-ciudad>

Ajuntament de Barcelona. (2021a). Anuari Estadístic de la Ciutat de Barcelona 2021 [Informe]. <https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/catala/Anuaris/Anuari/Anuari2021.pdf>

Ajuntament de Barcelona. (2021b). Renda bruta mitjana. Per persona (€/Any). Ajuntament de Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/castella/Estadistiques_per_temes/Economia/Renda_i_tributs/Renda_Tributaria/Renda_tributaria/T501.htm

Ajuntament de Barcelona. (2022a). Situació actual de la xarxa viària de L'Eixample. En Ajuntament de Barcelona (Ed.), Estudi impacte mobilitat 2023: Superilla Barcelona: Vol. I (pp. 86-191). https://ajuntament.barcelona.cat/superilles/sites/default/files/2022-03-28_ESTUDI_IMPACTE_MOBILITAT_2023_TOM_I_web.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2022b). Zona de Baixes Emissions Rondes de Barcelona. Informe d'implantació i seguiment. <https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2022/03/Informe-implantacio-ZBE-VFFFdef.pdf>

Ajuntament de Barcelona. (2022c). Desinducció del trànsit. En Ajuntament de Barcelona (Ed.), Estudi impacte mobilitat 2023: Superilla Barcelona: Vol. II (pp. 35-45). https://ajuntament.barcelona.cat/superilles/sites/default/files/2022-03-28_ESTUDI_IMPACTE_MOBILITAT_2023_TOM_II_web.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2022d). Pla de Mobilitat Urbana 2024. https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/128157/1/Pla%20de%20Mobilitat%20Urbana_bcn_2024.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2022e). Pressupost 2023. Memòria Explicativa. https://ajuntament.barcelona.cat/pressupostos2023/docs/2023/Memoria_explicativa_pressupost_Def_P23_231222.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2022f). Pressupost 2023. Llibre Verd. https://ajuntament.barcelona.cat/pressupostos2023/docs/2023/Llibre_Verd_Aprovacio_Definitiva_P23-Plenari_231222.pdf

Ajuntament de Barcelona. (2023a). Evolució del trànsit motoritzat a L'Eixample i a les principals vies d'accés a la ciutat 2015-2023 [Informe]. https://drive.google.com/file/d/1fXAq7padbl1QRM0HgpXdl_jNTUJCNB-c/view

Ajuntament de Barcelona. (2023b, enero 27). El Plenari aprova l'actualització de l'ordenança de la Zona de Baixes Emissions [Nota de premsa]. <https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/2023/01/27/el-plenari-aprova-lactualitzacio-de-lordenanca-de-la-zona-de-baixes-emissions/>

Ajuntament de Barcelona. (2023c). Distribución Urbana de Mercancías (DUM). Ajuntament de Barcelona. <https://www.barcelona.cat/mobilitat/es/servicios/distribucion-urbana-de-mercancias-dum>

Ajuntament de Barcelona. (2023d, abril 11). Servicio público de Transporte Especial para personas con discapacidad. Ajuntament de Barcelona. <https://seuelectronica.ajuntament.barcelona.cat/oficinavirtual/es/tramit/20190001346>

Ajuntament de Barcelona. (2023e). Resultado, Ingresos y Gastos en términos del Sistema Europeo de Cuentas (SEC). Ajuntament de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/estrategiaifinances/es/resultado-ingresos-y-gastos-en-t%C3%A9rminos-del-sistema-europeo-de-cuentas-sec>

Ajuntament de Barcelona, Autoritat del Transport Metropolità, Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona, Institut d'Estadística de Catalunya, & Associació de Municipis per a la Mobilitat i el Transport Urbà. (2018). EMEF 2017 Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner [Informe]. <http://hdl.handle.net/11703/115923>

Ajuntament de Barcelona, Autoritat del Transport Metropolità, Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona, Institut d'Estadística de Catalunya, & Associació de Municipis per a la Mobilitat i el Transport Urbà. (2020). EMEF19 Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner [Informe]. https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/119315/3/EMEF_2019_Fullet%c3%b3.pdf

Albalate, D., & Gragera, A. (2017). The determinants of garage prices and their interaction with curbside regulation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.009>

Albalate, D., & Gragera, A. (2020). The impact of curbside parking regulations on car ownership. *Regional Science and Urban Economics*, 81, 103518. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103518>

Albalate, D., & Gragera, A. (2022). Misinformation and misperception in the market for parking. *Travel Behaviour and Society*, 28, 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.005>

Albalate, D., & Rosell, J. (2020). Avaluació dels ajuts a la compra de vehicles de baixes emissions: Policy brief [Policy brief]. <https://hdl.handle.net/20.500.13045/606>

Albalade, D., & Rosell, J. (2021, noviembre 11). Evaluar el diseño de las políticas: los subsidios a la compra de vehículos de bajas emisiones para el servicio de taxi como ilustración. Nada es Gratis. <https://nadaesgratis.es/admin/evaluar-el-diseno-de-las-politicas-los-subsidios-a-la-compra-de-vehiculos-de-bajas-emisiones-para-el-servicios-de-taxi-como-ilustracion>

Alcázar, L., Rojas, V., & López de Romaña, E. (2021). Medidas de protección social del gobierno peruano en época de la Covid-19 [Informe]. Unicef. <https://www.unicef.org/peru/media/12981/file/Medidas%20de%20protecci%C3%B3n%20social%20del%20gobierno%20peruano%20en%20%C3%A9poca%20de%20COVID-19.pdf>

Almunia, M., Martínez Santos, J., & Martínez Jorge, Á. (2023). La reducción del IVA en los alimentos básicos: evaluación y recomendaciones (36; EsadeEcPol Brief). EsadeEcPol – Center for Economic Policy. <https://doi.org/10.56269/20230328/MA>

An, Z., Jin, Y., Li, J., Li, W., & Wu, W. (2018). Impact of Particulate Air Pollution on Cardiovascular Health. *Current Allergy and Asthma Reports*, 18(3), 15. <https://doi.org/10.1007/s11882-018-0768-8>

Anas, A., De Sarkar, S., & Timilsina, G. R. (2021). Bus Rapid Transit versus road expansion to alleviate congestion: A general equilibrium comparison. *Economics of Transportation*, 26-27, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100220>

Anderstig, C., Berglund, S., Eliasson, J., & Andersson, M. (2016). Congestion Charges and Labour Market Imperfections. *Journal of Transport Economics and Policy*, 50(2), 113-131. <https://www.jstor.org/stable/jtranseconpoli.50.2.0113>

Anguelovski, I., Connolly, J. J. T., Cole, H., Garcia-Lamarca, M., Triguero-Mas, M., Baró, F., Martín, N., Conesa, D., Shokry, G., del Pulgar, C. P., Ramos, L. A., Matheney, A., Gallez, E., Oscilowicz, E., Máñez, J. L., Sarzo, B., Beltrán, M. A., & Minaya, J. M. (2022). Green gentrification in European and North American cities. *Nature Communications*, 13, 3816. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31572-1>

Anguelovski, I., Connolly, J. J. T., Masip, L., & Pearsall, H. (2018). Assessing green gentrification in historically disenfranchised neighborhoods: a longitudinal and spatial analysis of Barcelona. *Urban Geography*, 39(3), 458-491. <https://doi.org/10.1080/02723638.2017.1349987>

Antonsson, E., & Gård, C. (2019). The Gothenburg congestion tax and air quality: A difference-in-difference analysis [Tesis de maestría, Göteborgs universitet]. <http://hdl.handle.net/2077/61946>

Archsmith, J., Heyes, A., & Saberian, S. (2018). Air Quality and Error Quantity: Pollution and Performance in a High-Skilled, Quality-Focused Occupation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(4), 827-863. <https://doi.org/10.1086/698728>

AREA. (2020, mayo 23). Se ponen en marcha las tarifas ambientales de estacionamiento regulado. AREA. <https://www.areaverda.cat/es/noticias/se-ponen-en-marcha-las-tarifas-ambientales-de-estacionamiento-regulado>

Àrea Metropolitana de Barcelona. (s. f.). Solicitud de transporte público especial para personas con movilidad reducida severa de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona. <https://www.amb.cat/es/web/amb/seu-electronica/tramits/detall/-/tramit/solicitud-de-transporte-publico-especial-para-personas-con-movilidad-reducida/331691/11696>

Asquith, B. J., Mast, E., & Reed, D. (2023). Local Effects of Large New Apartment Buildings in Low-Income Areas. *The Review of Economics and Statistics*, 105(2), 359-375. https://doi.org/10.1162/rest_a_01055

Associació de Promotors i Constructors d'Edificis de Catalunya, & Foment del Treball Nacional. (2022). La vivienda y su importancia económica y social [Informe]. APCE; Foment. https://www.foment.com/wp-content/uploads/2022/11/Informe-APCE-Foment_La-vivienda-y-su-importancia-econo%CC%81mica-y-social-2022_18112022.pdf

Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal. (2020). Evaluación del Gasto Público 2019. Estudio: Infraestructuras de transporte [Informe]. AIReF. https://www.airef.es/wp-content/uploads/2020/07/INFRAESTRUCTURAS/ESTUDIO_INFRAESTRUCTURAS_SPENDINGREVIEW.pdf

Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal. (2023). Informe complementario de evaluación individual de los Presupuestos para 2023 de las Corporaciones Locales – Informe 19/23. AIReF. <https://www.airef.es/wp-content/uploads/2023/04/INFORMES-INDIVIDUALES/Informe-complementario-evaluacion-individual-CLL-Presupuestos-Iniciales-2023.pdf>

Autoritat Catalana de la Competència. (2016). Informe de regulación sobre el Decreto 314/2016, de 8 de noviembre, por el que se determinan las condiciones específicas de contratación y comercialización de servicios de taxi y el régimen jurídico de la actividad de mediación – IR 26/2016. ACCO. https://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/actuacions/IR-26-2016-Decret-serveis-mediacio-taxi_-CAST.pdf

Autoritat Catalana de la Competència. (2017). Informe de regulación sobre el Decreto Ley 5/2017, de 1 de agosto, de medidas urgentes para la ordenación de los servicios de transporte de viajeros en vehículos de hasta nueve plazas – IR 31/2017. ACCO. https://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/actuacions/20170905_IR-31-2017-CAST-DEF.pdf

Autoritat Catalana de la Competència. (2019a). Informe de regulación sobre el Decreto ley 4/2019, de 29 de enero, de medidas urgentes en materia de transporte de viajeros mediante el alquiler de vehículos en conductor – IR 38/2019. ACCO. https://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/actuacions/20190206_ir_38_esp.pdf

Autoritat Catalana de la Competència. (2019b). Informe de regulación sobre el Reglamento por el que se establecen las condiciones de explotación de las autorizaciones de transporte de viajeros en vehículos con conductor de hasta nueve plazas (VTC), cuando prestan los servicios urbanos en el ámbito del Área Metropolitana de Barcelona – IR 39/2019. ACCO. https://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/actuacions/20190417_IR-39-2019-Reglament-AMB-serveis-urbans-VTC_DEF_CAST.pdf

Autoritat Catalana de la Competència. (2022). Informe de regulación sobre el Decreto Ley 9/2022, de 5 de julio, de medidas urgentes en materia de alquiler de vehículos con conductor – IR 61/2022. ACCO. https://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/actuacions/20220718_informe_regulacio_final_esp.pdf

Bächler, P., Müller, T. K., Warth, T., Yildiz, T., & Dittler, A. (2021). Impact of ambient air filters on PM concentration levels at an urban traffic hotspot (Stuttgart, Am Neckartor). *Atmospheric Pollution Research*, 12(6), 101059. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.101059>

Bai, Y., Zhang, X., & Nakamura, H. (2021). A comparative study on the operational performance between signalized turbo roundabouts and signalized intersections. *Asian Transport Studies*, 7, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2021.100033>

Bakolis, I., Hammoud, R., Stewart, R., Beevers, S., Dajnak, D., MacCrimmon, S., Broadbent, M., Pritchard, M., Shiode, N., Fecht, D., Gulliver, J., Hotopf, M., Hatch, S. L., & Mudway, I. S. (2021). Mental health consequences of urban air pollution: prospective population-based longitudinal survey. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 56(9), 1587-1599. <https://doi.org/10.1007/s00127-020-01966-x>

Bălă, G.-P., Râjnoveanu, R.-M., Tudorache, E., Motișan, R., & Oancea, C. (2021). Air pollution exposure—the (in)visible risk factor for respiratory diseases. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(16), 19615-19628. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13208-x>

Banco Central Europeo. (2023a, julio). Euro foreign exchange reference rates: Singapore dollar (SGD). European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-sgd.en.html

Banco Central Europeo. (2023b, julio). Euro foreign exchange reference rates: Pound sterling (GBP). European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-gbp.en.html

Banco Central Europeo. (2023c, julio). Euro foreign exchange reference rates: Swedish krona (SEK). European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-sek.en.html

Banco de España. (2022). Informe anual 2021. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/21102>

Baranzini, A., Carattini, S., & Tesauro, L. (2021). Designing Effective and Acceptable Road Pricing Schemes: Evidence from the Geneva Congestion Charge. *Environmental and Resource Economics*, 79(3), 417-482. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00564-y>

Barcelona Regional. (s. f.). DUM Data Center: Dades i documentació sobre la Distribució Urbana de Mercaderies (DUM). Barcelona Regional. <https://dum.bcnregional.com/>

Barcelona Regional. (2017a). Presentació de l'estudi: Caracterització dels vehicles i les seves emissions a l'àrea metropolitana de Barcelona [Dosier de premsa-Presentación PPT]. Ajuntament de Barcelona; Àrea Metropolitana de Barcelona (ÀMB); Reial Automòbil Club de Catalunya (RACC). https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2017/09/Dossier_estudi_RSD_lowres2.pdf

Barcelona Regional. (2017b). Caracterització del parc circulant de vehicles a l'àrea metropolitana de Barcelona – 2017 [Dosier de premsa]. Ajuntament de Barcelona; Àrea Metropolitana de Barcelona (ÀMB); Reial Automòbil Club de Catalunya (RACC). https://movilidad.racc.es/wp-content/uploads/importfichas/fichasFundacion/Multimedia/1428320923797/blob/Dossier_estudi_Vehicules%20i%20Emissions%20Area%20Metropolitana_OK.pdf

Barcelona Regional. (2020). Model de contaminació local de Barcelona – 2017 [Informe]. Ajuntament de Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/sites/default/files/qa_balanscontaminaciolocal2017.pdf

Basso, L. J., Feres, F., & Silva, H. E. (2019). The efficiency of bus rapid transit (BRT) systems: A dynamic congestion approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, 127, 47-71. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.06.012>

BBC News. (2020, agosto 5). Judges reject minicab congestion charge exemption. BBC News. <https://www.bbc.com/news/uk-england-london-53670091>

Beaudoin, J., Farzin, Y. H., & Lin Lawell, C.-Y. C. (2015). Public transit investment and sustainable transportation: A review of studies of transit's impact on traffic congestion and air quality. *Research in Transportation Economics*, 52, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.10.004>

Beddows, D. C. S., & Harrison, R. M. (2021). PM10 and PM2.5 emission factors for non-exhaust particles from road vehicles: Dependence upon vehicle mass and implications for battery electric vehicles. *Atmospheric Environment*, 244, 117886. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117886>

Been, V., Ellen, I. G., & O'Regan, K. (2019). Supply Skepticism: Housing Supply and Affordability. *Housing Policy Debate*, 29(1), 25-40. <https://doi.org/10.1080/10511482.2018.1476899>

Bel, G. (2019, mayo 8). Els efectes redistributius de la taxa de congestió. Ara. https://www.ara.cat/opinio/germa-bel-efectes-redistributius-taxa-congestio_129_2676011.html

Bel, G., & Rosell, J. (2017). The impact of socioeconomic characteristics on CO2 emissions associated with urban mobility: Inequality across individuals. *Energy Economics*, 64, 251-261. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.002>

Benavides, L. (2017, diciembre 14). La calidad del aire, cuestión de salud. El Periódico. <https://www.elperiodico.com/es/mas-barcelona/20171214/los-efectos-de-la-contaminacion-en-la-salud-6494385>

Benson, B. L. (2017). Are Roads Public Goods, Club Goods, Private Goods, or Common Pools? En *Explorations in Public Sector Economics* (pp. 171-213). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47828-9_11

Benvenuty, L. (2021, agosto 10). Escalada de violencia de la guerra de los taxistas contra Uber y Free Now. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20210810/7654819/escalada-violencia-guerra-taxistas-uber-free-now.html>

Beria, P. (2016). Effectiveness and monetary impact of Milan's road charge, one year after implementation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(7), 657-669. <https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1083638>

Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26-27, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221>

Bettiol, A., Gelain, E., Milanesio, E., Asta, F., & Rusconi, F. (2021). The first 1000 days of life: traffic-related air pollution and development of wheezing and asthma in childhood. A systematic review of birth cohort studies. *Environmental Health*, 20(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s12940-021-00728-9>

Blackman, A., Alpízar, F., Carlsson, F., & Planter, M. R. (2018). A Contingent Valuation Approach to Estimating Regulatory Costs: Mexico's Day without Driving Program. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(3), 607-641. <https://doi.org/10.1086/697416>

Blackman, A., Qin, P., & Yang, J. (2020). How costly are driving restrictions? Contingent valuation evidence from Beijing. *Journal of Environmental Economics and Management*, 104, 102366. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102366>

Blanchar, C. (2017, diciembre 26). Sant Antoni aguanta la respiración a cuatro meses de la reapertura. El País. https://elpais.com/ccaa/2017/12/26/catalunya/1514315440_790535.html

Blanchar, C. (2022a, noviembre 3). Colau destina una cuarta parte de las inversiones a su plan de transformación de calles y plazas de Barcelona. El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2022-11-03/colau-destina-una-cuarta-parte-de-las-inversiones-a-su-plan-de-transformacion-de-calles-y-plazas-de-barcelona.html>

Blanchar, C. (2022b, diciembre 2). Barcelona comenzará a cobrar en marzo la 'tasa Amazon': la pagarán los grandes operadores de reparto por aparcar al entregar a domicilio. El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2022-12-02/barcelona-comenzara-a-cobrar-en-marzo-la-tasa-amazon-la-pagaran-los-grandes-operadores-de-reparto-por-aparcar-al-entregar-a-domicilio.html>

Blanchar, C. (2022c, mayo 19). Transportistas y comerciantes rechazan la idea de un peaje de cuatro euros al día en Barcelona. El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2022-05-19/transportistas-y-comerciantes-rechazan-la-idea-de-un-peaje-de-cuatro-euros-al-dia-en-barcelona.html>

Blanchar, C. (2023a, marzo 2). La 'tasa Amazon' de Barcelona entra en vigor sin saber si repercutirá en los comercios o en los consumidores. El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2023-03-02/la-tasa-amazon-de-barcelona-entra-en-vigor-sin-saber-si-repercutira-en-los-comercios-o-en-los-consumidores.html>

Blanchar, C. (2023b, abril 17). Una vecina del Eixample de Barcelona: "No se puede vivir de alquiler en la Superilla, aquí no quedará nadie". El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2023-04-17/no-se-puede-vivir-de-alquiler-en-la-superilla-aqui-no-queda-nadie.html>

Blocken, B., Vervoort, R., & van Hooff, T. (2016). Reduction of outdoor particulate matter concentrations by local removal in semi-enclosed parking garages: A preliminary case study for Eindhoven city center. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 159, 80-98. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2016.10.008>

Boarnet, M. G. (1997). Infrastructure services and the productivity of public capital: The case of streets and highways. *National Tax Journal*, 50(1), 39-57. <https://doi.org/10.1086/NTJ41789242>

Boas, T. C., & Gans-Morse, J. (2009). Neoliberalism: From New Liberal Philosophy to Anti-Liberal Slogan. *Studies in Comparative International Development*, 44(2), 137-161. <https://doi.org/10.1007/s12116-009-9040-5>

Bockarjova, M., Botzen, W. J. W., van Schie, M. H., & Koetse, M. J. (2020). Property price effects of green interventions in cities: A meta-analysis and implications for gentrification. *Environmental Science & Policy*, 112, 293-304. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.06.024>

Bolter, K., & Robey, J. (2020). Agglomeration Economies: A Literature Review [Informe]. W. E. Upjohn Institute for Employment Research. <https://research.upjohn.org/reports/252/>

Bongaerts, E., Lecante, L. L., Bové, H., Roeffaers, M. B. J., Ameloot, M., Fowler, P. A., & Nawrot, T. S. (2022). Maternal exposure to ambient black carbon particles and their presence in maternal and fetal circulation and organs: an analysis of two independent population-based observational studies. *The Lancet Planetary Health*, 6(10), e804-e811. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00200-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00200-5)

- Bonsall, P., & Kelly, C. (2005). Road user charging and social exclusion: The impact of congestion charges on at-risk groups. *Transport Policy*, 12(5), 406-418. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.06.007>
- Börjesson, M. (2018). Long-Term Effects of the Swedish Congestion Charges (2018/14; ITF Discussion Papers). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/d944f94b-en>
- Börjesson, M., Bastian, A., & Eliasson, J. (2021). The economics of low emission zones. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 153, 99-114. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.016>
- Börjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M. B., & Brundell-Freij, K. (2012). The Stockholm congestion charges—5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt. *Transport Policy*, 20, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.11.001>
- Börjesson, M., & Kristoffersson, I. (2014). Assessing the welfare effects of congestion charges in a real world setting. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 70, 339-355. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.07.006>
- Börjesson, M., & Kristoffersson, I. (2015). The Gothenburg congestion charge. Effects, design and politics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75, 134-146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.011>
- Börjesson, M., & Kristoffersson, I. (2018). The Swedish congestion charges: Ten years on. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 35-51. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.11.001>
- Borroni, E., Pesatori, A. C., Bollati, V., Buoli, M., & Carugno, M. (2022). Air pollution exposure and depression: A comprehensive updated systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*, 292, 118245. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118245>
- Bou Samra, P., El Tomb, P., Hosni, M., Kassem, A., Rizk, R., Shayya, S., & Assaad, S. (2017). Traffic congestion and blood pressure elevation: A comparative cross-sectional study in Lebanon. *The Journal of Clinical Hypertension*, 19(12), 1366-1371. <https://doi.org/10.1111/jch.13102>
- Bourne, R. (2017, enero 31). President Trump's "One-in, Two-out" Rule: Lessons from the UK. Cato Institute. <https://www.cato.org/blog/president-trumps-one-two-out-rule-lessons-uk>
- Boustan, L., Margo, R. A., Miller, M. M., Reeves, J., & Steil, J. (2023). JUE Insight: Condominium development does not lead to gentrification. *Journal of Urban Economics*, 133, 103524. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2022.103524>
- Bové, H., Bongaerts, E., Slenders, E., Bijmens, E. M., Saenen, N. D., Gyselaers, W., Van Eyken, P., Plusquin, M., Roeffaers, M. B. J., Ameloot, M., & Nawrot, T. S. (2019). Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. *Nature Communications*, 10(1), 3866. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11654-3>

Brands, D. K., Verhoef, E. T., Knockaert, J., & Koster, P. R. (2020). Tradable permits to manage urban mobility: Market design and experimental implementation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137, 34-46. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.04.008>

Bratu, C., Harjunen, O., & Saarimaa, T. (2023). JUE Insight: City-wide effects of new housing supply: Evidence from moving chains. *Journal of Urban Economics*, 133, 103528. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2022.103528>

Brechan, I. (2017). Effect of Price Reduction and Increased Service Frequency on Public Transport Travel. *Journal of Public Transportation*, 20(1), 139-156. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.20.1.8>

Brennan, J., & Jaworski, P. (2022 [2015]). *Markets without Limits: Moral Virtues and Commercial Interests* (2.a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003164425>

Brus, W. (2016 [1987]). Market Socialism. En *The New Palgrave Dictionary of Economics* (pp. 1-11). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_1111-1

Buitelaar, E., Van der Heijden, R., & Argiolu, R. (2007). Managing Traffic by Privatization of Road Capacity: A Property Rights Approach. *Transport Reviews*, 27(6), 699-713. <https://doi.org/10.1080/01441640701262949>

Bull, O., Muñoz, J. C., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103616>

Burger, M., Ianchovichina, E., & Akbar, P. A. (2022). *Heterogeneous Agglomeration Economies in the Developing Countries: The Roles of Firm Characteristics, Sector Tradability, and Urban Mobility* (9954; Policy Research Working Papers). World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-9954>

Cairns, S., Atkins, S., & Goodwin, P. (2002). Disappearing traffic? The story so far. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*, 151(1), 13-22. <https://doi.org/10.1680/muen.2002.151.1.13>

Calatayud, A., Sánchez González, S., Bedoya Maya, F., Giraldez Zúñiga, F., & Márquez, J. M. (2021). *Congestión urbana en América Latina y el Caribe: Características, costos y mitigación* [Informe]. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0003149>

Campus, P., & Sevino, V. (2017). Charging scheme in city centre (AREA C) and other strategies in Milan [Presentación PPT]. Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT); International Transport Forum at the OECD. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/charging-scheme-other-strategies-milan.pdf>

Candia, D., & Verhoef, E. T. (2022). Tradable mobility permits in a monocentric city with pre-existing labor taxation: A general equilibrium perspective. *Transportation Research Part B*:

Methodological, 163, 145-165. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2022.07.002>

Caplan, B. (2021, abril 5). Hsieh-Moretti on Housing Regulation: A Gracious Admission of Error. Econlib. <https://www.econlib.org/a-correction-on-housing-regulation/>

Carneiro, J., Cole, M. A., & Strobl, E. (2021). The Effects of Air Pollution on Students' Cognitive Performance: Evidence from Brazilian University Entrance Tests. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 8(6), 1051-1077. <https://doi.org/10.1086/714671>

Carrillo, P. E., López-Luzuriaga, A., & Malik, A. S. (2018). Pollution or crime: The effect of driving restrictions on criminal activity. *Journal of Public Economics*, 164, 50-69. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.05.007>

Carrillo, P. E., Malik, A. S., & Yoo, Y. (2016). Driving restrictions that work? Quito's Pico y Placa Program. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, 49(4), 1536-1568. <https://doi.org/10.1111/caje.12243>

Catà Figuls, J. (2018, julio 31). "Que hagan huelga, pero que no nos tiren piedras". *El País*. https://elpais.com/economia/2018/07/30/actualidad/1532978641_632420.html

Catà Figuls, J. (2019, enero 19). Taxistas y los conductores VTC mantienen sus protestas pese a la oferta del Govern. *El País*. https://elpais.com/ccaa/2019/01/19/catalunya/1547901476_224711.html

Cats, O., Susilo, Y. O., & Reimal, T. (2017). The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallinn. *Transportation*, 44(5), 1083-1104. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9695-5>

Caulfield, B., Furszyfer, D., Stefaniec, A., & Foley, A. (2022). Measuring the equity impacts of government subsidies for electric vehicles. *Energy*, 248, 123588. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123588>

Cedeño Laurent, J. G., MacNaughton, P., Jones, E., Young, A. S., Bliss, M., Flanigan, S., Vallarino, J., Chen, L. J., Cao, X., & Allen, J. G. (2021). Associations between acute exposures to PM2.5 and carbon dioxide indoors and cognitive function in office workers: a multicountry longitudinal prospective observational study. *Environmental Research Letters*, 16(9), 094047. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1bd8>

Centre for Economics and Business Research. (2014). The future economic and environmental costs of gridlock in 2030. An assessment of the direct and indirect economic and environmental costs of idling in road traffic congestion to households in the UK, France, Germany and the USA [Informe]. Cebr. https://time.com/wp-content/uploads/2015/05/inrix_costs-of-congestion_cebr-report_v5_final.pdf

Chang, T. Y., Graff Zivin, J., Gross, T., & Neidell, M. (2019). The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call Center

Workers in China. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 151-172. <https://doi.org/10.1257/app.20160436>

Chen, J., & Hoek, G. (2020). Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 143, 105974. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105974>

Chen, W., & Klaiber, H. A. (2020). Does road expansion induce traffic? An evaluation of Vehicle-Kilometers Traveled in China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 104, 102387. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102387>

Chin, K.-K. (2005). Road Pricing – Singapore's 30 Years of Experience. CESifo DICE Report: Journal for Institutional Comparisons, 3(3), 12-16. <https://www.ifo.de/en/publications/2005/article-journal/road-pricing-singapores-30-years-experience>

Chin, K.-K. (2010). The Singapore Experience: The evolution of technologies, costs and benefits, and lessons learnt (2010/01; OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/5kmjp6fk71f6-en>

Christainsen, G. B. (2006). Road Pricing in Singapore after 30 Years. *Cato Journal*, 26(1), 71-88. <https://www.cato.org/sites/cato.org/files/serials/files/cato-journal/2006/1/cj26n1-4.pdf>

Chronopoulos, T. (2012). Congestion pricing: the political viability of a neoliberal spatial mobility proposal in London, Stockholm, and New York City. *Urban Research & Practice*, 5(2), 187-208. <https://doi.org/10.1080/17535069.2012.691617>

City of Gothenburg. (2013). City of Gothenburg Annual Report 2012 [Informe]. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/a7d27032-6158-4041-906d-9b126d7f53a0/City_of_Gothenburg_annual_report_2012.pdf?MOD=AJPERES

City of Gothenburg. (2014). City of Gothenburg Annual Report 2013 [Informe]. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/c4aaef87-4fc8-46cc-b80b-ebc643095f4d/City_of_Gothenburg_annual_report_2013.pdf?MOD=AJPERES

Clements, L. M., Kockelman, K. M., & Alexander, W. (2021). Technologies for congestion pricing. *Research in Transportation Economics*, 90, 100863. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100863>

Clinton, B. C., & Steinberg, D. C. (2019). Providing the Spark: Impact of financial incentives on battery electric vehicle adoption. *Journal of Environmental Economics and Management*, 98, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.102255>

C-Mobile. (2021). C-Mobile Project: Final brochure [Informe]. https://c-mobile-project.eu/wp-content/uploads/sites/19/2021/06/C-MOBILE_brochure_210x210_updated2021_v5.pdf

Coase, R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *The Journal of Law and Economics*, 3, 1-44. <https://doi.org/10.1086/466560>

Coll, F., Soriano, D., & López, J. F. (2020). Las pensiones en España: una propuesta de reforma real y sostenible [Informe]. Friedrich Naumann Foundation; Fundación Civismo; Instituto Juan de Mariana. <https://juandemariana.org/wp-content/uploads/2021/08/Informe.-Reforma-de-las-pensiones.pdf>

Collinson, P. (2019, enero 5). London's ultra-low emission zone: what you need to know. The Guardian. <https://www.theguardian.com/politics/2019/jan/05/londons-ultra-low-emission-zone-what-you-need-to-know>

Comisión Europea. (s. f.). Definición de servicios de interés general. European Commission. https://commission.europa.eu/topics/single-market/services-general-interest_es

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. (2017). Informe económico sobre el Decreto 314/2016, relativo a la actividad de mediación en los servicios de taxi en Cataluña - UM/010/17. CNMC. https://www.cnmc.es/sites/default/files/1693688_0.pdf

Community Research and Development Information Service. (2014, marzo 5). Fifth RTD Framework Programme, 1998-2002. CORDIS: EU research results. <https://cordis.europa.eu/programme/id/FP5>

Comune di Milano. (2020). Bilancio Consolidato del Comune di Milano per l'esercizio 2019 [Informe]. <https://www.comune.milano.it/documenti/20126/983060/Bilancio+consolidato+Comune+di+Milano+per+esercizio+2019.pdf/84180004-f2bb-b07a-d910-2b235eb20cf0?t=1611070898401>

Comune di Milano. (2022a, abril 28). Area C: motivazioni e risultati. Comune di Milano. <http://web.archive.org/web/20230409132151/https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c/area-c-motivazioni-e-risultati>

Comune di Milano. (2022b, octubre 11). Costi in dettaglio dei tagliandi di ingresso ad Area C. Comune di Milano. <https://web.archive.org/web/20230416193031/https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c/costo-ticket-area-c>

Comune di Milano. (2022c, octubre 4). Area C: domande e risposte [Área C: preguntas y respuestas]. Comune di Milano. <https://web.archive.org/web/20230420012604/https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c/area-c-domande-e-risposte>

Comune di Milano. (2022d, septiembre 30). Area C: agevolazioni per imprese con veicoli di servizio [Área C: facilidades para empresas con vehículos de servicio]. Comune di Milano. <http://web.archive.org/web/20230420212438/https://www.comune.milano.it/servizi/area-c-agevolazioni-per-imprese>

Comune di Milano. (2022e, noviembre 8). Area B, Area C e ZTL per veicoli con contrassegno disabilità [Área B, Área C y ZTL para vehículos con distintivo de discapacidad]. Comune di Milano. <https://web.archive.org/web/20230411022216/https://www.comune.milano.it/servizi/area-c-e-ztl-per-veicoli-con-contrassegno-disabilita>

Comune di Milano. (2022f, ottobre 4). Area C: agevolazioni per motivi di salute [Área C: facilidades por motivos de salud]. Comune di Milano. <http://web.archive.org/web/20230417195751/https://www.comune.milano.it/servizi/area-c-agevolazioni-per-motivi-di-salute>

Comune di Milano. (2022g, enero 15). Mobilità. Area C compie 10 anni: l'analisi dell'andamento del provvedimento nei dati di AMAT [Movilidad. Área C cumple 10 años: el análisis de la evolución de la medida en los datos de la AMAT] [Nota de prensa]. Comune di Milano. <https://www.comune.milano.it/-/mobilita.-area-c-compie-10-anni-l-analisi-dell-andamento-del-provvedimento-nei-dati-di-amat>

Comune di Milano. (2023a, julio 13). Area C. Comune di Milano. <https://web.archive.org/web/20230714024239/https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c>

Comune di Milano. (2023b, marzo 7). Area C. Comune di Milano. <https://web.archive.org/web/20230529180032/https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c>

Comune di Milano. (2023c, julio 13). Area C: acquista il ticket [Área C: compra el ticket]. Comune di Milano. <https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/area-c/area-c-acquista-il-ticket>

Comune di Milano. (2023d, julio). Area C: ticket in vigore dal 30 ottobre 2023. Comune di Milano. http://web.archive.org/web/20230714054858/https://www.comune.milano.it/documents/20126/526561/areaC_nuoveTariffe2023.pdf

Confederación Española de Organizaciones Empresariales. (2023). La producción normativa en 2022 [Informe]. https://www.ceoe.es/sites/ceoe-corporativo/files/content/file/2023/04/21/110/produccion_normativa_2022_2v.pdf

Contaminació Barcelona. (2022). Anuari de la contaminació a Barcelona 2021 [Informe]. <https://contaminacionet.files.wordpress.com/2022/01/anuari-contaminacio-2021-1.pdf>

Contaminació Barcelona. (2023, enero 2). Informe: la contaminació de desembre. Contaminació Barcelona. <https://contaminacio.barcelona/2023/01/02/informe-la-contaminacio-de-desembre/>

Cornago, E., Dimitropoulos, A., & Oueslati, W. (2023). The impact of urban road pricing on the use of bike sharing. *Journal of Environmental Economics and Management*, 120, 102821. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102821>

Cortés, C. E., Gibson, J., Gschwender, A., Munizaga, M., & Zúñiga, M. (2011). Commercial bus speed diagnosis based on GPS-monitored data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(4), 695-707. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.12.008>

Costa, L. G., Cole, T. B., Dao, K., Chang, Y.-C., Coburn, J., & Garrick, J. M. (2020). Effects of air pollution on the nervous system and its possible role in neurodevelopmental and neurodegenerative

disorders. *Pharmacology & Therapeutics*, 210, 107523. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107523>

Co-UMP. (2021). Urban Deployments: Barcelona. Cooperative Urban Mobility Portal. <https://co-ump.eu/urban-deployments-barcelona/>

Couture, V., Duranton, G., & Turner, M. A. (2018). Speed. *The Review of Economics and Statistics*, 100(4), 725-739. https://doi.org/10.1162/rest_a_00744

Cowen, T., & Tabarrok, A. (2015). *Modern Principles of Economics* (3.a ed.). Worth Publishers.

Croci, E. (2016). Urban Road Pricing: A Comparative Study on the Experiences of London, Stockholm and Milan. *Transportation Research Procedia*, 14, 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.062>

Croci, E., & Ravazzi, A. (2015). Urban road pricing: the experience of Milan. En L. Kreiser, M. S. Andersen, B. E. Olsen, S. Speck, J. E. Milne, & H. Ashiabor (Eds.), *Carbon Pricing: Design, Experiences and Issues*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781785360237.00022>

Crozet, Y., & Mercier, A. (2018). Urban Toll: Rethinking Acceptability Through Accessibility (2018/16; ITF Discussion Papers). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/af22477a-en>

Crutzen, P. J. (2004). New Directions: The growing urban heat and pollution «island» effect—impact on chemistry and climate. *Atmospheric Environment*, 38(21), 3539-3540. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.03.032>

D'Arcangelo, F. M., & Percoco, M. (2015). Housing rent and road pricing in Milan: Evidence from a geographical discontinuity approach. *Transport Policy*, 44, 108-116. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.07.004>

D'Artagnan Consulting. (2018). Review of international road pricing initiatives, previous reports and technologies for demand management purposes [Informe]. D'Artagnan Consulting; [New Zealand] Ministry of Transport. <https://www.transport.govt.nz/assets/Uploads/Report/DArtagnan-appendices-to-be-released.pdf>

Daunfeldt, S.-O., Rudholm, N., & Rämme, U. (2009). Congestion charges and retail revenues: Results from the Stockholm road pricing trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 306-309. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.09.005>

Daunfeldt, S.-O., Rudholm, N., & Rämme, U. (2013). Congestion charges in Stockholm: how have they affected retail revenues? *Transportmetrica A: Transport Science*, 9(3), 259-268. <https://doi.org/10.1080/18128602.2011.572570>

de Bruyn, S., & de Vries, J. (2020). Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport [Informe]. CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_

Delft_190272_Health_costs_of_air_pollution_in_European_cities_and_the_linkage_with_transport_Def.pdf

de la Torre Díaz, F., & Victoria Lanzón, C. (2023). Los efectos de la inflación en el IRPF de las rentas medias-bajas y cómo amortiguarlos mejor (45; EsadeEcPol Insight). EsadeEcPol – Center for Economic Policy. <https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/los-efectos-de-la-inflacion-en-el-irpf-de-las-rentas-medias-bajas-y-como-amortiguarlos-mejor/>

de Rus, G. (2022). La nueva política de transporte: Apuntes sobre el Anteproyecto de Ley de Movilidad Sostenible (2022-10; Colección Apuntes). Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea). <https://documentos.fedea.net/pubs/ap/2022/ap2022-10.pdf>

de Rus, G., Campos, J., Graham, D., Socorro, M. P., & Valido, J. (2020). Metodología para el análisis coste-beneficio de proyectos y políticas de transporte. En Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIReF) (Ed.), Evaluación del Gasto Público 2019. Estudio: Infraestructuras de transporte [Informe]. <https://www.airef.es/wp-content/uploads/2020/07/INFRAESTRUCTURAS/Anexo-2.-Metodolog%C3%ADa-para-el-an%C3%A1lisis-coste-beneficio-de-proyectos-y-pol%C3%ADticas-de-transporte.pdf>

Dechezleprêtre, A., Rivers, N., & Stadler, B. (2020). The economic cost of air pollution: Evidence from Europe (1584; OECD Economics Department Working Papers) [Versión de noviembre de 2020, alojada en un enlace de Sciences Po; la versión disponible en el repositorio de la OECD es de agosto de 2020]. OECD. [https://www.sciencespo.fr/departement-economics/sites/sciencespo.fr/departement-economics/files/air%20pollution%20\(5\).pdf](https://www.sciencespo.fr/departement-economics/sites/sciencespo.fr/departement-economics/files/air%20pollution%20(5).pdf)

Delgado-Saborit, J. M., Guercio, V., Gowers, A. M., Shaddick, G., Fox, N. C., & Love, S. (2021). A critical review of the epidemiological evidence of effects of air pollution on dementia, cognitive function and cognitive decline in adult population. *Science of The Total Environment*, 757, 143734. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143734>

Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea. (2004). Reclaiming city streets for people: Chaos or quality of life? [Informe]. European Commission. <https://op.europa.eu/s/yRo8>

Dirección General de Tráfico. (2022, noviembre 30). Viaja seguro: En coche. Dirección General de Tráfico. <https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/viaja-seguro/en-coche/>

Dogterom, N., Bao, Y., Xu, M., & Ettema, D. (2018). Acceptability of a tradable driving credit scheme in the Netherlands and Beijing. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 499-509. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.06.003>

Dogterom, N., Ettema, D., & Dijst, M. (2018). Behavioural effects of a tradable driving credit scheme: Results of an online stated adaptation experiment in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 52-64. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.11.004>

Doménech, G. (2022, julio 11). Sin pudor: Sobre el Decreto-Ley catalán de medidas urgentes de regulación de los VTC. Almacén de Derecho. <https://almacenederecho.org/sin-pudor-sobre-el-decreto-ley-catalan-de-medidas-urgentes-de-regulacion-de-los-vtc>

Doménech, G. (2023, junio 26). En Luxemburgo sí hay jueces. A propósito de la Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea en el caso de los VTC. Hay Derecho. <https://www.hayderecho.com/2023/06/26/en-luxemburgo-si-hay-jueces-a-proposito-de-la-sentencia-del-tribunal-de-justicia-de-la-union-europea-en-el-caso-de-los-vtc/>

Downs, A. (1992). *Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*. Brookings Institution.

Duranton, G., & Turner, M. A. (2011). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616-2652. <https://doi.org/10.1257/aer.101.6.2616>

Ebenstein, A., Lavy, V., & Roth, S. (2016). The Long-Run Economic Consequences of High-Stakes Examinations: Evidence from Transitory Variation in Pollution. *American Economic Journal: Applied Economics*, 8(4), 36-65. <https://doi.org/10.1257/app.20150213>

Eberhard, K. (2022, abril 25). Electric vehicle subsidies are going to the wrong drivers, and we're paying for it in carbon and cash. Niskanen Center. <https://www.niskanencenter.org/electric-vehicle-subsidies-are-going-to-the-wrong-drivers-and-were-paying-for-it-in-carbon-and-cash/>

Economic Development Research Group. (2005). *The Cost of Congestion to the Economy of the Portland Region* [Informe]. Portland Business Alliance; Metro; Port of Portland; Oregon Department of Transportation. https://www.wsdot.wa.gov/accountability/ssb5806/docs/3_Context_Constraints/TrafficData/2005_12_05.pdf

EIT Urban Mobility. (2022). *Urban Mobility Next 6. Urban vehicle access regulations: from design to implementation* [Informe]. European Institute of Innovation and Technology (EIT). https://www.eiturbanmobility.eu/wp-content/uploads/2022/10/EIT-UrbanMobilityNext6_HD2.pdf

Eliasson, J. (2008). Lessons from the Stockholm congestion charging trial. *Transport Policy*, 15(6), 395-404. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.12.004>

Eliasson, J. (2009). A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(4), 468-480. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.11.014>

Eliasson, J. (2014). *The Stockholm congestion charges: an overview* (2014:7; CTS Working Papers). Centrum för Transportstudier (CTS) [Centre for Transport Studies Stockholm]. <https://transportportal.se/swopec/cts2014-7.pdf>

Eliasson, J. (2016). Is congestion pricing fair? Consumer and citizen perspectives on equity effects. *Transport Policy*, 52, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.06.009>

Eliasson, J. (2021). Efficient transport pricing—why, what, and when? *Communications in Transportation Research*, 1, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.commtr.2021.100006>

Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., & Rosqvist, L. S. (2009). The Stockholm congestion – charging trial 2006: Overview of effects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.09.007>

Eliasson, J., & Mattsson, L.-G. (2006). Equity effects of congestion pricing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(7), 602-620. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.11.002>

Eliasson, J., Pyddoke, R., & Swärdh, J.-E. (2018). Distributional effects of taxes on car fuel, use, ownership and purchases. *Economics of Transportation*, 15, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2018.03.001>

Endolla Barcelona. (s. f.). Ventajas del uso del coche eléctrico en Barcelona. Endolla Barcelona. <https://endolla.barcelona/es>

Environmental Nano Solutions. (s. f.). Clean air solutions for urban areas. ENS. <https://www.ens-cleanair.com/en/solutions/urban/>

Eurostat. (s. f.). Spatial Units. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/cities/spatial-units>

Eurostat. (2017a, marzo 9). Glossary: Carbon dioxide equivalent. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent

Eurostat. (2017b, mayo 10). Archive: European cities - spatial dimension. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:European_cities_-_spatial_dimension

Eurostat. (2022a). Euro/ECU exchange rates - annual data: USD. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_6512674/default/table?lang=en

Eurostat. (2022b). Euro/ECU exchange rates - annual data: CNY, MXN, USD. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_4159563/default/table?lang=en

Eurostat. (2022c). Euro/ECU exchange rates - annual data: SGD. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_3583758/default/table?lang=en

Eurostat. (2022d). Euro/ECU exchange rates - annual data: GBP. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_5154428/default/table?lang=en

Eurostat. (2022e). Euro/ECU exchange rates - annual data: SEK. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_6501940/default/table?lang=en

Eurostat. (2023). Euro/ECU exchange rates - annual data: SEK, GBP, SGD. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ERT_BIL_EUR_A__custom_5153566/default/table?lang=en

Evans, R. (2008). Demand Elasticities for Car Trips to Central London as revealed by the Central London Congestion Charge [Informe]. Transport for London. <https://content.tfl.gov.uk/demand-elasticities-for-car-trips-to-central-london.pdf>

Ewing, R., Tian, G., & Lyons, T. (2018). Does compact development increase or reduce traffic congestion? *Cities*, 72, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.010>

Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2018). Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones (2018/04; Fedea Policy Papers). Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea). <https://documentos.fedea.net/pubs/fpp/2018/05/FPP2018-04.pdf>

Fageda, X., Flores-Fillol, R., & Theilen, B. (2022). Price versus quantity measures to deal with pollution and congestion in urban areas: A political economy approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 115, 102719. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102719>

Fernald, J. G. (1999). Roads to Prosperity? Assessing the Link Between Public Capital and Productivity. *American Economic Review*, 89(3), 619-638. <https://doi.org/10.1257/aer.89.3.619>

Fevang, E., Figenbaum, E., Fridstrøm, L., Halse, A. H., Hauge, K. E., Johansen, B. G., & Raaum, O. (2021). Who goes electric? The anatomy of electric car ownership in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92, 102727. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102727>

Flores-Pajot, M.-C., Ofner, M., Do, M. T., Lavigne, E., & Villeneuve, P. J. (2016). Childhood autism spectrum disorders and exposure to nitrogen dioxide, and particulate matter air pollution: A review and meta-analysis. *Environmental Research*, 151, 763-776. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.030>

Forns, J., Dadvand, P., Foraster, M., Alvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., Suades-Gonzalez, E., Garcia-Esteban, R., Esnaola, M., Cirach, M., Grellier, J., Basagaña, X., Querol, X., Guxens, M., Nieuwenhuijsen, M. J., & Sunyer, J. (2016). Traffic-Related Air Pollution, Noise at School, and Behavioral Problems in Barcelona Schoolchildren: A Cross-Sectional Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(4), 529-535. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409449>

Gago, A., Labeaga, J. M., & López-Otero, X. (2021). Cómo utilizar la fiscalidad energético-ambiental para una transición ecológica justa en España: una propuesta enfocada a los carburantes (11; EsadeEcPol Brief). EsadeEcPol – Center for Economic Policy. <https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/policy-brief-carburantes/>

García Miralles, E. (2023). Medidas de apoyo frente a la crisis energética y al repunte de la inflación: un análisis del coste y de los

efectos distribucionales de algunas de las actuaciones desplegadas según su grado de focalización. Boletín Económico, número 2023/T1, artículo 15. Banco de España. <https://doi.org/10.53479/29651>

García-López, M.-À., Pasidis, I., & Viladecans-Marsal, E. (2022). Congestion in highways when tolls and railroads matter: evidence from European cities. *Journal of Economic Geography*, 22(5), 931-960. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbab025>

Generalitat de Catalunya. (2023a, mayo 2). Qualitat a l'aire. Generalitat de Catalunya. <https://mediambient.gencat.cat/ca/dades-documentacio/atencio-a-la-ciutadania/preguntes-freqvents/atmosfera/qualitat-aire/index.html>

Generalitat de Catalunya. (2023b). Punts de mesurament i equipament de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica [Listado]. https://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/avaluacio/xarxa_de_vigilancia_i_previsio_de_la_contaminacio_atmosferica__xvpca/Equipament.pdf

Genser, A., & Kouvelas, A. (2022). Dynamic optimal congestion pricing in multi-region urban networks by application of a Multi-Layer-Neural network. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 134, 103485. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103485>

Gibson, M., & Carnovale, M. (2015). The effects of road pricing on driver behavior and air pollution. *Journal of Urban Economics*, 89, 62-73. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2015.06.005>

Gilraine, M. (2023). Air Filters, Pollution, and Student Achievement. *Journal of Human Resources*, 0421-11642R2. <https://doi.org/10.3368/jhr.0421-11642R2>

Gilraine, M., & Zheng, A. (2022). Air Pollution and Student Performance in the U.S. (30061; NBER Working Paper Series). National Bureau of Economic Research (NBER). <https://doi.org/10.3386/w30061>

Giuliano, G., Kang, S., & Yuan, Q. (2019). Agglomeration economies and evolving urban form. *The Annals of Regional Science*, 63(3), 377-398. <https://doi.org/10.1007/s00168-019-00957-4>

Glaeser, E. L. (2010). Introduction. En E. L. Glaeser (Ed.), *Agglomeration Economics* (pp. 1-14). The University of Chicago Press. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c7977/c7977.pdf>

Goh, S. X. (2014). Singapore's Experience in Road Pricing. En Energy Foundation China (Ed.), *International Best Practices for Congestion Charge and Low Emissions Zone [Informe]* (pp. 89-108). <https://www.efchina.org/Attachments/Report/reports-20140812-en/reports-20140812-en>

Gómez Urzaiz, B. (2023, mayo 19). ¡Socorro, mi barrio se está poniendo precioso! Así es la gentrificación, el miedo a las mejoras urbanas. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vivo/>

tendencias/20230519/8976281/socorro-mi-barrio-esta-poniendo-precioso-asi-gentriansiedad-miedo-mejoras-urbanas.html

González, R. M., & Marrero, G. A. (2012). Induced road traffic in Spanish regions: A dynamic panel data model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(3), 435-445. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.11.003>

Goos, M., Konings, J., & Vandeweyer, M. (2018). Local high-tech job multipliers in Europe. *Industrial and Corporate Change*, 27(4), 639-655. <https://doi.org/10.1093/icc/dty013>

Grant-Muller, S., & Xu, M. (2014). The Role of Tradable Credit Schemes in Road Traffic Congestion Management. *Transport Reviews*, 34(2), 128-149. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.880754>

Grasso, D., Medina, M. Á., & Sevillano Pires, L. (2022, febrero 13). ¿Qué aire respiran los niños de Madrid y Barcelona? En el 46% de los colegios se supera la contaminación permitida. *El País*. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-02-13/que-aire-respiran-los-ninos-de-madrid-y-barcelona-en-el-46-de-los-colegios-se-supera-la-contaminacion-permitida.html>

Greater London Authority. (2004, noviembre 17). Questions to the Mayor. Congestion Charge Revenue. Greater London Authority. <https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/congestion-charge-revenue>

Greater London Authority. (2006, septiembre 13). Questions to the Mayor. Congestion Charge Costs. Greater London Authority. <https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/congestion-charge-costs-1>

Greater London Authority. (2022, enero 18). Mayor announces bold plans to secure a green, clean future for London [Nota de prensa]. Greater London Authority. <https://www.london.gov.uk/press-releases/mayoral/mayor-announces-bold-plans-for-a-greener-london>

Green, C. P., Heywood, J. S., & Navarro Paniagua, M. (2020). Did the London congestion charge reduce pollution? *Regional Science and Urban Economics*, 84, 103573. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103573>

Gruber, J., Johnson, S., & Moretti, E. (2023). Place-Based Productivity and Costs in Science. *Entrepreneurship and Innovation Policy and the Economy*, 2, 167-184. <https://doi.org/10.1086/723239>

Guerra, E., Sandweiss, A., & Park, S. D. (2022). Does rationing really backfire? A critical review of the literature on license-plate-based driving restrictions. *Transport Reviews*, 42(5), 604-625. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1998244>

Gurrero, T. (2022, diciembre 22). Sentencia del Tribunal de la UE sobre la contaminación en Madrid y Barcelona: Dióxido de nitrógeno, el asesino silencioso. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es>

es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2022/12/22/63a4425121efa07b748b4583.html

Halleux, V. (2023). New EU regulatory framework for batteries. Setting sustainability requirements (PE 689.337; EU Legislation in Progress Briefings) [4.a versión, de junio de 2023]. European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI\(2021\)689337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337_EN.pdf)

Han, K., Ran, Z., Wang, X., Wu, Q., Zhan, N., Yi, Z., & Jin, T. (2021). Traffic-related organic and inorganic air pollution and risk of development of childhood asthma: A meta-analysis. *Environmental Research*, 194, 110493. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110493>

Handy, S. (2002). Accessibility- vs. Mobility-Enhancing Strategies for Addressing Automobile Dependence in the U.S. [Informe]. Institute of Transportation Studies at the University of California at Davis. <https://escholarship.org/uc/item/5kn4s4pb>

Harris, M. H., Gold, D. R., Rifas-Shiman, S. L., Melly, S. J., Zanoibetti, A., Coull, B. A., Schwartz, J. D., Gryparis, A., Kloog, I., Koutrakis, P., Bellinger, D. C., White, R. F., Sagiv, S. K., & Oken, E. (2015). Prenatal and Childhood Traffic-Related Pollution Exposure and Childhood Cognition in the Project Viva Cohort (Massachusetts, USA). *Environmental Health Perspectives*, 123(10), 1072-1078. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408803>

Hartwich, O. M. (2009). Neoliberalism: The Genesis of a Political Swearword (114; CIS Occasional Papers). The Centre for Independent Studies. <https://www.cis.org.au/wp-content/uploads/2015/07/op114.pdf>

Heissel, J. A., Persico, C., & Simon, D. (2022). Does Pollution Drive Achievement? The Effect of Traffic Pollution on Academic Performance. *Journal of Human Resources*, 57(3), 747-776. <https://doi.org/10.3368/jhr.57.3.1218-9903R2>

Heyes, A., Cook, N., & Rivers, N. (2023). Clean Air and Cognitive Productivity: Effect and Adaptation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*. <https://doi.org/10.1086/724951>

Heyes, A., Neidell, M., & Saberian, S. (2016). The Effect of Air Pollution on Investor Behavior: Evidence from the S&P 500 (22753; NBER Working Paper Series). National Bureau of Economic Research (NBER). <https://doi.org/10.3386/w22753>

Hill, W., Lim, E. L., Weeden, C. E., Lee, C., Augustine, M., Chen, K., Kuan, F.-C., Marongiu, F., Evans, E. J., Moore, D. A., Rodrigues, F. S., Pich, O., Bakker, B., Cha, H., Myers, R., van Maldegem, F., Boumelha, J., Veeriah, S., Rowan, A., ... Swanton, C. (2023). Lung adenocarcinoma promotion by air pollutants. *Nature*, 616(7955), 159-167. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05874-3>

Hoekstra, A. (2019). The Underestimated Potential of Battery Electric Vehicles to Reduce Emissions. *Joule*, 3(6), 1412-1414. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.06.002>

- Hoën, A., Hilster, D., Király, J., de Vries, J., & de Bruyn, S. (2021). Air pollution and transport policies at city level. Module 2: policy perspectives [Informe]. CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_200218_Air_pollution_and_transport_policies_at_city_level_Def-1.pdf
- Holl, A. (2021). Transport Cost and Location of Firms. En R. Vickerman (Ed.), *International Encyclopedia of Transportation* (Vol. 1, pp. 291-296). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10056-9>
- Holub, F., Hospido Quintana, L., & Wagner, U. J. (2020). Urban air pollution and sick leaves: evidence from social security data (2041; Documentos de Trabajo). Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/14512>
- Hormigo Ventura, J. P. (2020). Nuevo modelo de peaje urbano vinculado a una segregación del tráfico por niveles de calidad [Tesis de doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/334945>
- Horwitz, S. (2020). *Austrian Economics: An Introduction*. Cato Institute. <https://cdn.cato.org/libertarianismdotorg/books/AustrianEconomics.pdf>
- Hou, Y. (2016). Traffic congestion, polycentricity, and intraurban firm location choices: A nested logit model for the Los Angeles Metropolitan Area. *Journal of Regional Science*, 56(4), 683-716. <https://doi.org/10.1111/jors.12267>
- Hsieh, C.-T., & Moretti, E. (2019). Housing Constraints and Spatial Misallocation. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 11(2), 1-39. <https://doi.org/10.1257/mac.20170388>
- Hsu, W.-T., & Zhang, H. (2014). The fundamental law of highway congestion revisited: Evidence from national expressways in Japan. *Journal of Urban Economics*, 81, 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2014.02.002>
- Huang, J., Xu, N., & Yu, H. (2020). Pollution and Performance: Do Investors Make Worse Trades on Hazy Days? *Management Science*, 66(10), 4455-4476. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3402>
- Huang, J., Yang, T., Gulliver, J., Hansell, A. L., Mamouei, M., Cai, Y. S., & Rahimi, K. (2023). Road Traffic Noise and Incidence of Primary Hypertension. *JACC: Advances*, 2(2), 100262. <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2023.100262>
- Huang, S., Li, H., Wang, M., Qian, Y., Steenland, K., Caudle, W. M., Liu, Y., Sarnat, J., Papatheodorou, S., & Shi, L. (2021). Long-term exposure to nitrogen dioxide and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 776, 145968. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145968>
- Hymel, K. (2009). Does traffic congestion reduce employment growth? *Journal of Urban Economics*, 65(2), 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2008.11.002>

Hymel, K. (2019). If you build it, they will drive: Measuring induced demand for vehicle travel in urban areas. *Transport Policy*, 76, 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.12.006>

Inci, E., Ommeren, J. van, & Kobus, M. (2017). The external cruising costs of parking. *Journal of Economic Geography*, 17(6), 1301-1323. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbx004>

Inland Revenue Authority of Singapore. (2023, febrero 24). The Singapore tax system. Inland Revenue Authority of Singapore. <https://www.iras.gov.sg/who-we-are/what-we-do/taxes-in-singapore/the-singapore-tax-system>

Inoua, S. M., & Smith, V. L. (2021). Classical Theory of Competitive Market Price Formation (21-09; ESI Working Paper). Economic Science Institute at Chapman University. https://digitalcommons.chapman.edu/esi_working_papers/346/

Inoua, S. M., & Smith, V. L. (2022a). Neoclassical Supply and Demand, Experiments, and the Classical Theory of Price Formation. *History of Political Economy*, 54(1), 37-73. <https://doi.org/10.1215/00182702-9548323>

Inoua, S. M., & Smith, V. L. (2022b). Perishable goods versus re-tradable assets: A theoretical reappraisal of a fundamental dichotomy. En S. Füllbrunn & E. Haruvy (Eds.), *Handbook of Experimental Finance* (pp. 162-171). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800372337.00022>

Inoua, S. M., & Smith, V. L. (2023). A classical model of speculative asset price dynamics. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 37, 100780. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2022.100780>

INRIX. (2012, junio 21). La congestión del tráfico se desploma en todo el mundo: el Medidor INRIX del Tráfico ofrece una visión reveladora de las economías europeas [Nota de prensa]. INRIX. <https://inrix.com/press-releases/medidor-inrix-del-trafico-congestion-desploma/>

INRIX. (2016). London Congestion Trends [Informe]. <https://inrix.com/wp-content/uploads/2017/09/INRIX-London-Congestion-Trends-May16.pdf>

INRIX. (2019). INRIX Global Traffic Scorecard [Informe]. https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX_2018_Global_Traffic_Scorecard_Report__final_.pdf

INRIX. (2020). INRIX Global Traffic Scorecard [Informe]. https://ti.org/pdfs/INRIX_2019_Traffic_Scorecard_WEB.pdf

INRIX. (2022). Barcelona. INRIX. http://web.archive.org/web/20220802172310mp_/https://inrix.com/scorecard-city/?city=Barcelona&index=93

INRIX. (2023). Barcelona #99. INRIX. <https://inrix.com/scorecard-city-2022/?city=Barcelona&index=99>

INSEAD. (2022). The Global Talent Competitiveness Index 2022: The Tectonics of Talent: Is the World Drifting Towards Increased Talent Inequalities? [Informe]. (B. Lanvin & F. Monteiro, Eds.).

Executiu [Informe-Presentación PPT]. Ajuntament de Barcelona; Autoritat del Transport Metropolità. https://www.institutmetropoli.cat/wp-content/uploads/2023/07/EMEF_2022_Informe_Resum_Executiu.pdf

Institut Ostrom. (2021a). 50 propostes per Catalunya: Eleccions al Parlament de Catalunya 2021 [Decàlego]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2021/01/50-reformes-per-Catalunya-Eleccions-al-Parlament-de-Catalunya-2021-1.pdf>

Institut Ostrom. (2021b). La llar compartida a Barcelona i a Europa [Informe]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2021/03/Dossier-LaLlarCompartida.pdf>

Instituto Ostrom. (2023a). 10 propuestas de reforma para España [Decàlego]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2023/06/Decaleg-23-J.pdf>

Institut Ostrom. (2023b). 10 propostes per a Barcelona [Decàlego]. Institut Ostrom Catalunya. https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2023/02/10-propostes-Barcelona_Institut-Ostrom.pdf.pdf

Instituto de Salud Global de Barcelona. (2017, junio 21). BRain dEvelopment and Air polluTion ultrafine particles in scHool children. CORDIS: EU research results. <https://cordis.europa.eu/project/id/268479/reporting>

Instituto de Salud Global de Barcelona. (2023). ISGlobal – Ranking of Cities. Barcelona (área metropolitana). ISGlobal. <https://isglobalranking.org/es/city/barcelona-area-metropolitana/#air>

International Energy Agency. (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions [Informe]. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ff d2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>

International Energy Agency [@IEA]. (2022, mayo 8). Though mineral extraction is relatively emissions-intensive, the lifecycle emissions of EVs today are about 1/2 those of a traditional car & only 1/4 with clean electricity [Tweet] [Imagen adjunta]. Twitter. <https://twitter.com/IEA/status/1523313032998567941>

International Technology Scanning Program. (2010). Reducing Congestion and Funding Transportation Using Road Pricing in Europe and Singapore [Informe]. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA); American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO); National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). <https://international.fhwa.dot.gov/pubs/pl10030/pl10030.pdf>

International Transport Forum. (2021). Reversing Car Dependency. Summary and Conclusions (181; ITF Roundtable Reports). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/bebe3b6e-en>

Irvine, I. (2017a). Electric Vehicle Subsidies in the Era of Attribute-Based Regulations. *Canadian Public Policy*, 43(1), 50-60. <https://doi.org/10.3138/cpp.2016-010>

Irvine, I. (2017b). The Marginal Social Value of Electric Vehicle Subsidies – Preliminary Evidence. *Economics Bulletin*, 37(1), 137-148. <http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2017/Volume37/EB-17-V37-I1-P13.pdf>

Isaksen, E., & Johansen, B. (2021). Congestion pricing, air pollution, and individual-level behavioural responses (362; 390; Working Paper Series). Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment at LSE; Centre for Climate Change Economics and Policy at the University of Leeds and LSE. http://eprints.lse.ac.uk/111493/1/working_paper_362_congestion_pricing_air_pollution.pdf

lungman, T., Cirach, M., Marando, F., Pereira Barboza, E., Khomenko, S., Masselot, P., Quijal-Zamorano, M., Mueller, N., Gasparrini, A., Urquiza, J., Heris, M., Thondoo, M., & Nieuwenhuijsen, M. (2023). Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet*, 401(10376), 577-589. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02585-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02585-5)

Jablonska, J. (2019, octubre 17). How Stockholm broke its gridlock with congestion pricing. IBM. <https://www.ibm.com/blog/stockholm-congestion-pricing-iot-analytics-government/>

Jiménez, M. (2021a, marzo 3). Google cobrará un recargo del 2% a sus clientes publicitarios en España por la «Tasa Google». *Cinco Días*. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/03/03/companias/1614763156_334409.html

Jiménez, M. (2021b, enero 22). Amazon España elevará desde abril sus tarifas a las empresas que usan su plataforma por la «Tasa Google». *Cinco Días*. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/01/22/companias/1611316571_083277.html

Jiménez, M. (2023, agosto 1). La Autoridad de Competencia Catalana multa a Élite Taxi por boicotear a Uber en Barcelona. *Cinco Días*. <https://cincodias.elpais.com/companias/2023-08-01/la-autoridad-de-competencia-catalana-multa-a-elite-taxi-por-boicotear-a-uber-en-barcelona.html>

Jiménez-Mausbach, M. (2021, octubre 28). Pensiones, preguntas incómodas. *Economía Digital*. <https://www.economiadigital.es/ideas/pensiones-preguntas-incomodas.html>

Jiménez-Mausbach, M. (2022a, mayo 26). Vuelve la guerra del taxi... contra el consumidor. *Economía Digital*. <https://www.economiadigital.es/ideas/vuelve-la-guerra-del-taxi-contra-el-consumidor.html>

Jiménez-Mausbach, M. (2023a, junio 14). Nuestra regulación de los VTC no cabe en Europa. *Economía Digital*. <https://www.economiadigital.es/ideas/nuestra-regulacion-de-los-vtc-no-caben-en-europa.html>

Jiménez-Mausbach, M. (2023b, abril 5). ¿Burocracia digital obligatoria? La odisea de las citas previas. *Economía Digital*. <https://www.economiadigital.es/ideas/burocracia-digital-obligatoria-la-odisea-de-las-citas-previas.html>

Jiménez-Mausbach, M. (2023c, mayo 17). España necesita más grandes empresas. *Economía Digital*. <https://www.economiadigital.es/ideas/espana-grandes-empresas.html>

Jiménez-Mausbach, M., Valencia, G., & de Marcos, O. (2020). Innovació regulatòria en temps de pandèmia [Informe]. Institut Ostrom Catalunya. https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2020/11/White-paper_logos.pdf

Jiménez-Mausbach, M., & Vila, P. (2021). Mesurar per avançar: Anàlisi i recomanacions per a la sistematització de l'avaluació de polítiques públiques a Catalunya [Informe]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2022/10/mesurar-per-avanc%CC%A7ar-vPrint-1-1.pdf>

Jiménez-Mausbach, M., & Vila, P. (2022). Un país sense límits: anàlisi i recomanacions per a la facilitació de l'activitat empresarial a Catalunya [Informe]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2022/10/InstitutOstrom-Informe-UnPaisSenseLimits.pdf>

Jin, J., & Rafferty, P. (2017). Does congestion negatively affect income growth and employment growth? Empirical evidence from US metropolitan regions. *Transport Policy*, 55, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.12.003>

Johnson, N. M., Hoffmann, A. R., Behlen, J. C., Lau, C., Pendleton, D., Harvey, N., Shore, R., Li, Y., Chen, J., Tian, Y., & Zhang, R. (2021). Air pollution and children's health—a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12199-021-00995-5>

Jovanović, G., & Atelšek, R. (2021). Proposal of a highly effective and affordable highway interchange - ITL Interchange. *Transportation Research Procedia*, 55, 1098-1105. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.191>

Ju, L., Li, C., Yang, M., Sun, S., Zhang, Q., Cao, J., & Ding, R. (2021). Maternal air pollution exposure increases the risk of preterm birth: Evidence from the meta-analysis of cohort studies. *Environmental Research*, 202, 111654. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111654>

Kakwani, N. C. (1977). Measurement of Tax Progressivity: An International Comparison. *The Economic Journal*, 87(345), 71-80. <https://doi.org/10.2307/2231833>

Kearns, S. (2014). Congestion Charging in London. En *Energy Foundation China* (Ed.), *International Best Practices for Congestion Charge and Low Emissions Zone* [Informe] (pp. 7-50). <https://www.efchina.org/Attachments/Report/reports-20140812-en/reports-20140812-en>

- Kemeny, T., & Osman, T. (2018). The wider impacts of high-technology employment: Evidence from U.S. cities. *Research Policy*, 47(9), 1729-1740. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.06.005>
- Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K., & Nieuwenhuijsen, M. (2017). Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 100, 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.012>
- Kiihamäki, S.-P., Korhonen, M., & Jaakkola, J. J. K. (2021). Ambient particulate air pollution and daily stock market returns and volatility in 47 cities worldwide. *Scientific Reports*, 11(1), 8628. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88041-w>
- Komanoff, C. (2017). London Traffic Would Be At Least 20 Percent Slower Without Congestion Pricing. https://www.komanoff.net/cars_II/London-Traffic.pdf
- Korten, I., Ramsey, K., & Latzin, P. (2017). Air pollution during pregnancy and lung development in the child. *Paediatric Respiratory Reviews*, 21, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2016.08.008>
- Krabbenborg, L., Mouter, N., Molin, E., Annema, J. A., & van Wee, B. (2020). Exploring public perceptions of tradable credits for congestion management in urban areas. *Cities*, 107, 102877. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102877>
- Krabbenborg, L., van Langevelde-van Bergen, C., & Molin, E. (2021). Public support for tradable peak credit schemes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 145, 243-259. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.01.014>
- Kristal, A. S., & Whillans, A. V. (2020). What we can learn from five naturalistic field experiments that failed to shift commuter behaviour. *Nature Human Behaviour*, 4, 169-176. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0795-z>
- Kumar, R. R., & Alok, K. (2020). Adoption of electric vehicle: A literature review and prospects for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119911. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119911>
- Künn, S., Palacios, J., & Pestel, N. (2023). Indoor Air Quality and Strategic Decision Making. *Management Science*. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2022.4643>
- Kuss, P., & Nicholas, K. A. (2022). A dozen effective interventions to reduce car use in European cities: Lessons learned from a meta-analysis and transition management. *Case Studies on Transport Policy*, 10(3), 1494-1513. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.02.001>
- Lauriks, T., Longo, R., Baetens, D., Derudi, M., Parente, A., Bellemans, A., van Beeck, J., & Denys, S. (2021). Application of Improved CFD Modeling for Prediction and Mitigation of Traffic-Related Air Pollution Hotspots in a Realistic Urban Street. *Atmospheric Environment*, 246, 118127. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.118127>

Lavoie, D. (2015 [1985]). Rivalry and Central Planning: The Socialist Calculation Debate Reconsidered (P. J. Boettke & V. H. Storr, Eds.). Mercatus Center at George Mason University.

Lee, J.-T. (2021). Review of epidemiological studies on air pollution and health effects in children. *Clinical and Experimental Pediatrics*, 64(1), 3-11. <https://doi.org/10.3345/cep.2019.00843>

Lee, N., & Clarke, S. (2019). Do low-skilled workers gain from high-tech employment growth? High-technology multipliers, employment and wages in Britain. *Research Policy*, 48(9), 103803. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.05.012>

Lehe, L. (2019). Downtown congestion pricing in practice. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 100, 200-223. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.020>

Lertxundi, A., Baccini, M., Lertxundi, N., Fano, E., Aranbarri, A., Martínez, M. D., Ayerdi, M., Álvarez, J., Santa-Marina, L., Dorronsoro, M., & Ibarluzea, J. (2015). Exposure to fine particle matter, nitrogen dioxide and benzene during pregnancy and cognitive and psychomotor developments in children at 15 months of age. *Environment International*, 80, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.03.007>

Lévay, P. Z., Drossinos, Y., & Thiel, C. (2017). The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership. *Energy Policy*, 105, 524-533. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.02.054>

Li, C., Yang, M., Zhu, Z., Sun, S., Zhang, Q., Cao, J., & Ding, R. (2020). Maternal exposure to air pollution and the risk of low birth weight: A meta-analysis of cohort studies. *Environmental Research*, 190, 109970. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109970>

Li, H., Meier, F., Lee, X., Chakraborty, T., Liu, J., Schaap, M., & Sodoudi, S. (2018). Interaction between urban heat island and urban pollution island during summer in Berlin. *Science of The Total Environment*, 636, 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.254>

Li, S., & Robusté, F. (2021). From urban congestion pricing to tradable mobility credits: A review. *Transportation Research Procedia*, 58, 670-677. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.088>

Li, S., Wu, W., Wang, G., Zhang, X., Guo, Q., Wang, B., Cao, S., Yan, M., Pan, X., Xue, T., Gong, J., & Duan, X. (2022). Association between exposure to air pollution and risk of allergic rhinitis: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 205, 112472. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112472>

Li, X. (2022). Do new housing units in your backyard raise your rents? *Journal of Economic Geography*, 22(6), 1309-1352. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbab034>

Lin, D., Lutter, R., & Ruhm, C. J. (2018). Cognitive performance and labour market outcomes. *Labour Economics*, 51, 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2017.12.008>

Litman, T. (2022). Evaluating Transportation Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transport Planning [Informe] [Versión de diciembre de 2022]. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/equity.pdf>

Liu, Y., Chen, H., Gao, J., Li, Y., Dave, K., Chen, J., Federici, M., & Perricone, G. (2021). Comparative analysis of non-exhaust airborne particles from electric and internal combustion engine vehicles. *Journal of Hazardous Materials*, 420, 126626. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126626>

Loftus, C. T., Hazlehurst, M. F., Szpiro, A. A., Ni, Y., Tylavsky, F. A., Bush, N. R., Sathyanarayana, S., Carroll, K. N., Karr, C. J., & LeWinn, K. Z. (2019). Prenatal air pollution and childhood IQ: Preliminary evidence of effect modification by folate. *Environmental Research*, 176, 108505. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.05.036>

London Assembly Transport Committee. (2017). London stalling: Reducing traffic congestion in London [Informe]. London Assembly. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/london_stalling_-_reducing_traffic_congestion_in_london.pdf

López Laborda, J., Marín, C., & Onrubia, J. (2023). Observatorio sobre el reparto de los impuestos y las prestaciones entre los hogares españoles. Séptimo informe – 2019 y 2020 (2023/01; Fedea Estudios sobre la Economía Española). Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea). <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/2023/eee2023-01.pdf>

Loppacher, R., & Grau, S. (2023, junio 16). La defensa de la ciudadanía en la regulación de los taxis y las VTC. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/opinion/20230616/9044046/defensa-ciudadania-regulacion-taxis-vtc.html>

Luo, D., Kuang, T., Chen, Y.-X., Huang, Y.-H., Zhang, H., & Xia, Y.-Y. (2021). Air pollution and pregnancy outcomes based on exposure evaluation using a land use regression model: A systematic review. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 60(2), 193-215. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2021.01.004>

Magalhaes, S., Baumgartner, J., & Weichenthal, S. (2018). Impacts of exposure to black carbon, elemental carbon, and ultrafine particles from indoor and outdoor sources on blood pressure in adults: A review of epidemiological evidence. *Environmental Research*, 161, 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.030>

Mahon, C., & Sloan, A. (2008). London Under Livingstone: An evaluation of Labour's Mayor [Informe]. The Bow Group. <https://web.archive.org/web/20120125115422/http://www.bowgroup.org/files/bowgroup/London%20Under%20Livingstone%20-%20A%20Evaluation%20of%20Labour%27s%20Mayor.pdf>

Mankiw, G. (2012). Principios de Economía (6.a ed.). Cengage Learning.

Mann+Hummel. (s. f.). Purificadores de aire exterior. MANN+HUMMEL. <https://airfiltration.mann-hummel.com/es/productos/purificadores-de-aire-exterior.html>

Manville, M., & Goldman, E. (2018). Would Congestion Pricing Harm the Poor? Do Free Roads Help the Poor? *Journal of Planning Education and Research*, 38(3), 329-344. <https://doi.org/10.1177/0739456X17696944>

Manville, M., & King, D. (2013). Credible commitment and congestion pricing. *Transportation*, 40(2), 229-249. <https://doi.org/10.1007/s11116-012-9430-9>

Maqueda, A. (2023, julio 18). El Gobierno trata de excluir los peajes de las reformas pactadas con la UE. *El País*. <https://elpais.com/economia/2023-07-18/el-gobierno-trata-de-excluir-los-peajes-de-las-reformas-pactadas-con-la-ue.html>

Marshall, W. E., & Dumbaugh, E. (2020). Revisiting the relationship between traffic congestion and the economy: a longitudinal examination of U.S. metropolitan areas. *Transportation*, 47(1), 275-314. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9884-5>

Martínez, Á., Collado, N., & Galindo, J. (2023). A quién llegan los bonos energéticos: un análisis por nivel de renta y tipos de familia (47; EsadeEcPol Insight). *EsadeEcPol – Center for Economic Policy*. <https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/a-quien-llegan-los-bonos-energeticos-un-analisis-por-nivel-de-renta-y-tipos-de-familia/>

Mast, E. (2023). JUE Insight: The effect of new market-rate housing construction on the low-income housing market. *Journal of Urban Economics*, 133, 103383. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2021.103383>

Mediavilla, D. (2023, marzo 23). El ruido de los coches, el gran riesgo para la salud cardiaca que aún se ignora. *El País*. <https://elpais.com/salud-y-bienestar/2023-03-23/el-ruido-de-los-coches-el-gran-riesgo-para-la-salud-cardiaca-que-aun-se-ignora.html>

Medina, R. (2022, diciembre 22). VTCs i llibertat d'establiment: sempre ens quedarà Europa. *El Món*. <https://elmon.cat/moneconomia/opinio/vtcs-i-llibertat-destabliment-sempre-ens-quadara-europa-8513/>

Medina, R. (2023a, agosto 10). Competència, taxis i boicots. *El Món*. <https://elmon.cat/moneconomia/opinio/opinio-medina-competencia-taxis-boicots-33874/>

Medina, R. (2023b, marzo 9). Confirmat: Catalunya té vigent una normativa il·legal en matèria de VTCs. *El Món*. <https://elmon.cat/moneconomia/opinio/medina-opinio-normativa-vtc-illegal-16231/>

Medina, R. (2023c, junio 12). VTCs i restriccions injustificades: 'Europa no ho permetrà'. *El Món*. <https://elmon.cat/moneconomia/opinio/analisi/vtc-restriccions-europa-taxi-sentencia-27635/>

Meland, S., Tretvik, T., & Welde, M. (2010). The effects of removing the Trondheim toll cordon. *Transport Policy*, 17(6), 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.05.001>

Menon, A. (2000). ERP in Singapore – A perspective one year on. *Traffic Engineering and Control*, 41(2), 40-45.

Mense, A. (2023). Secondary housing supply (40; Geography and Environment Discussion Paper Series). LSE Department of Geography and Environment. <http://eprints.lse.ac.uk/id/eprint/118645>

Ming Lee, K. Y., Ling, P.-S., & Tan, C.-C. (2022). Does environmental issue matter? Effect of air pollution on the stock market performance. *Cogent Economics & Finance*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2117118>

Ministerio de Trabajo y Economía Social. (s. f.). El salario y tiempo de Trabajo: 13.2. El Salario Mínimo Interprofesional. Ministerio de Trabajo y Economía Social (MITES). https://www.mites.gob.es/es/guia/texto/guia_6/contenidos/guia_6_13_2.htm

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE) [Informe]. https://femp-fondos-europa.es/wp-content/uploads/2021/11/directrices_para_la_creacion_de_zbe.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). Zonificación de la calidad del aire en España. Año 2021 [Informe]. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/zonificacion_2021_tcm30-543239.pdf

Moghaddam Hosseini, V., Dowlatabadi, A., Najafi, M. L., Ghalenovi, M., Pajohanfar, N. S., Ghezi, S., Mehrabadi, S., Estiri, E. H., & Miri, M. (2022). Association of traffic-related air pollution with Newborn's anthropometric indexes at birth. *Environmental Research*, 204, 112000. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112000>

Molloy, R., Nathanson, C. G., & Paciorek, A. (2022). Housing supply and affordability: Evidence from rents, housing consumption and household location. *Journal of Urban Economics*, 129, 103427. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2022.103427>

Mondschein, A., & Taylor, B. D. (2017). Is traffic congestion overrated? Examining the highly variable effects of congestion on travel and accessibility. *Journal of Transport Geography*, 64, 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.007>

Mora-Sanguinetti, J. S. (2022). Las cuatrocientas mil normas de la democracia española. Cuantificación e impacto de la complejidad normativa de España. *Revista de las Cortes Generales*, (114), 231-253. <https://doi.org/10.33426/rcg/2022/114/1722>

Mora-Sanguinetti, J. S., & Pérez-Valls, R. (2021). How does regulatory complexity affect business demography? Evidence from Spain. *European Journal of Law and Economics*, 51(2), 203-242. <https://doi.org/10.1007/s10657-020-09650-w>

Mora-Sanguinetti, J. S., Quintana, J., Soler, I., & Spruk, R. (2023). Sector-level economic effects of regulatory complexity: evidence from Spain (2312; Documentos de Trabajo). Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/29854>

Mora-Sanguinetti, J. S., & Soler, I. (2022). La regulación sectorial en España. Resultados cuantitativos (2202; Documentos de Trabajo).

Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/20526>

Moretti, E. (2010). Local Multipliers. *American Economic Review*, 100(2), 373-377. <https://doi.org/10.1257/aer.100.2.373>

Moretti, E. (2012). *The New Geography of Jobs*. Houghton Mifflin Harcourt.

Moretti, E. (2021). The Effect of High-Tech Clusters on the Productivity of Top Inventors. *American Economic Review*, 111(10), 3328-3375. <https://doi.org/10.1257/aer.20191277>

Moretti, E., & Thulin, P. (2013). Local multipliers and human capital in the United States and Sweden. *Industrial and Corporate Change*, 22(1), 339-362. <https://doi.org/10.1093/icc/dts051>

Mullen, C., Grineski, S. E., Collins, T. W., & Mendoza, D. L. (2020). Effects of PM2.5 on Third Grade Students' Proficiency in Math and English Language Arts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6931. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186931>

Müller, T., & Warth, T. (2020). Effectiveness of filter columns in Stuttgart's «Am Neckartor» area. Final report [Informe]. MANN+HUMMEL. <https://airfiltration.mann-hummel.com/es/productos/purificadores-de-aire-exterior.html>

Mumbrú, J., & Carranco, R. (2014, junio 11). Dos heridos en las protestas de los taxistas de Barcelona contra Uber. *El País*. https://elpais.com/ccaa/2014/06/11/catalunya/1402497416_264927.html

Münzel, T., Sørensen, M., & Daiber, A. (2021). Transportation noise pollution and cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*, 18(9), 619-636. <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00532-5>

Muñoz, Ó. (2023, mayo 9). La congestión crece en el entorno de los futuros ejes verdes del Eixample. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20230509/8951697/congestion-crece-entorno-futuros-ejes-verdes-eixample.html>

Mussone, L., Grant-Muller, S., & Laird, J. (2015). Sensitivity analysis of traffic congestion costs in a network under a charging policy. *Case Studies on Transport Policy*, 3(1), 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2014.03.001>

Myers, J., Southwood, B., & Bowman, S. (2021, septiembre 14). The housing theory of everything. *Works in Progress*. <https://worksinprogress.co/issue/the-housing-theory-of-everything>

Namazu, M., Zhao, J., & Dowlatabadi, H. (2018). Nudging for responsible carsharing: using behavioral economics to change transportation behavior. *Transportation*, 45(1), 105-119. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9727-1>

Nathanson, C. (2020). *Trickle-Down Housing Economics* (Kellogg Working Papers). Kellogg School of Management at Northwestern University. <https://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/research/researchdetail?guid=65318863-3aab-11e9-91be-0242ac160003>

- Nello-Deakin, S. (2022). Exploring traffic evaporation: Findings from tactical urbanism interventions in Barcelona. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4), 2430-2442. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.11.003>
- Nie, Y. (Marco). (2017). Why is license plate rationing not a good transport policy? *Transportmetrica A: Transport Science*, 13(1), 1-23. <https://doi.org/10.1080/23249935.2016.1202354>
- Nielsen, O. A. (2004). Behavioral Responses to Road Pricing Schemes: Description of the Danish AKTA Experiment. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 8(4), 233-251. <https://doi.org/10.1080/15472450490495579>
- Nielsen, O. A., & Sørensen, M. V. (2008). The AKTA Road Pricing Experiment in Copenhagen. En C. Jensen-Butler, B. Sloth, M. M. Larsen, B. Madsen, & O. A. Nielsen (Eds.), *Road Pricing, the Economy and the Environment* (pp. 93-109). https://doi.org/10.1007/978-3-540-77150-0_6
- Nieuwenhuijsen, M. J., Dadvand, P., Márquez, S., Bartoll, X., Barboza, E. P., Cirach, M., Borrell, C., & Zijlema, W. L. (2022). The evaluation of the 3-30-300 green space rule and mental health. *Environmental Research*, 215(2), 114387. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114387>
- Nugmanova, A., Arndt, W.-H., Hossain, M. A., & Kim, J. R. (2019). Effectiveness of Ring Roads in Reducing Traffic Congestion in Cities for Long Run: Big Almaty Ring Road Case Study. *Sustainability*, 11(18), 4973. <https://doi.org/10.3390/su11184973>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *Productivity and Jobs in a Globalised World: (How) Can All Regions Benefit?* [Informe]. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264293137-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). *Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport* [Informe]. OECD. <https://doi.org/10.1787/4a4dc6ca-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Transport Strategies for Net-Zero Systems by Design* [Informe]. OECD. <https://doi.org/10.1787/0a20f779-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Income support for working-age individuals and their families* [Policy brief]. OECD. <https://www.oecd.org/social/Income-support-for-working-age-individuals-and-their-families.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Environmental noise guidelines for the European Region* [Informe]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289053563>
- Organización Mundial de la Salud. (2021a). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

Organización Mundial de la Salud. (2021b, septiembre 22). Contaminación del aire ambiente (exterior). World Health Organization. [http://web.archive.org/web/20220308152718/https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://web.archive.org/web/20220308152718/https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Ortigosa, J., & Menéndez, M. (2014). Traffic performance on quasi-grid urban structures. *Cities*, 36, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.08.006>

Osman, T., Thomas, T., Mondschein, A., & Taylor, B. D. (2019). Does traffic congestion influence the location of new business establishments? An analysis of the San Francisco Bay Area. *Urban Studies*, 56(5), 1026-1041. <https://doi.org/10.1177/0042098018784179>

Ossokina, I. V, van Ommeren, J., & van Mourik, H. (2022). Do highway widenings reduce congestion? *Journal of Economic Geography*. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbac034>

Ostermeijer, F., Koster, H., Nunes, L., & van Ommeren, J. (2022). Citywide parking policy and traffic: Evidence from Amsterdam. *Journal of Urban Economics*, 128, 103418. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2021.103418>

Ostrom, E. (2015 [1990]). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9781316423936>

O'Sullivan, F. (2022, enero 26). What Comes After London's Congestion Charge? Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-26/-pay-as-you-drive-fee-may-replace-london-congestion-charge>

Parlamento Europeo. (2023, junio 14). New EU rules for more sustainable and ethical batteries. European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20220228STO24218/new-eu-rules-for-more-sustainable-and-ethical-batteries>

Pedersen, M., Halldorsson, T. I., Olsen, S. F., Hjortebjerg, D., Ketzel, M., Grandström, C., Raaschou-Nielsen, O., & Sørensen, M. (2017). Impact of Road Traffic Pollution on Pre-eclampsia and Pregnancy-induced Hypertensive Disorders. *Epidemiology*, 28(1), 99-106. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000555>

Pennington, K. (2021). Does Building New Housing Cause Displacement? The Supply and Demand Effects of Construction in San Francisco (Working Paper) [Versión de agosto de 2021; una version anterior (de junio) se encuentra en el repositorio de Social Science Research Network (SSRN)]. https://www.dropbox.com/s/oplls6utgf7z6ih/Pennington_JMP.pdf?dl=0

Percoco, M. (2013). Is road pricing effective in abating pollution? Evidence from Milan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.09.004>

Percoco, M. (2014). The impact of road pricing on housing prices: Preliminary evidence from Milan. *Transportation Research Part A*:

Policy and Practice, 67, 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.07.006>

Perkins, S., Wagner, N., & Leung, J. (2018). The Social Impacts of Road Pricing. Summary and Conclusions (170; ITF Roundtable Reports). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/d6d56d2d-en>

Persico, C. (2021). How Exposure to Pollution Quietly Shapes the American Workforce and Economy [Informe]. Innovation Frontier Project of the Progressive Policy Institute. <https://innovationfrontier.org/wp-content/uploads/2021/08/How-Exposure-to-Pollution-Quietly-Shapes-the-American-Economy.pdf>

Phang, S.-Y., & Toh, R. S. (2004). Road Congestion Pricing in Singapore: 1975 to 2003. *Transportation Journal*, 43(2), 16-25. <http://www.jstor.org/stable/20713563>

Piracha, A., & Chaudhary, M. T. (2022). Urban Air Pollution, Urban Heat Island and Human Health: A Review of the Literature. *Sustainability*, 14(15), 9234. <https://doi.org/10.3390/su14159234>

Piscitello, A., Bianco, C., Casasso, A., & Sethi, R. (2021). Non-exhaust traffic emissions: Sources, characterization, and mitigation measures. *Science of The Total Environment*, 766, 144440. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144440>

Pizer, W. A., & Sexton, S. (2019). The Distributional Impacts of Energy Taxes. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(1), 104-123. <https://doi.org/10.1093/reep/rez021>

Planelles, M., & de Miguel, B. (2019, julio 24). El detonante de la denuncia de Bruselas por contaminación: Madrid Central. *El País*. https://elpais.com/sociedad/2019/07/24/actualidad/1563965529_548339.html

Planelles, M., & de Miguel, B. (2020, febrero 14). La falta de depuradoras lleva a España a pagar la mayor multa de su historia a la UE. *El País*. https://elpais.com/sociedad/2020/02/14/actualidad/1581683996_535412.html

Plataforma por la Calidad del Aire, Asociación para la Promoción del Transporte Público, Ecologistas en Acción de Cataluña, Eixample Respira, Bicicleta Club de Cataluña, Red de Justicia Climática, Cataluña Camina, & Asociación de Prevención de Accidentes de Tráfico. (2022). *Barcelona'22. De la ciudad de los coches a la ciudad de las personas* [Informe]. <https://www.barcelona22.net/files/DocTec-cast.pdf>

POLIS. (2019, diciembre 12). The city that said yes to tolls. POLIS Network. <https://www.polisnetwork.eu/article/the-city-that-said-yes-to-tolls/>

Porta, D., Narduzzi, S., Badaloni, C., Bucci, S., Cesaroni, G., Colelli, V., Davoli, M., Sunyer, J., Zirro, E., Schwartz, J., & Forastiere, F. (2016). Air Pollution and Cognitive Development at Age 7 in a Prospective Italian Birth Cohort. *Epidemiology*, 27(2), 228-236. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000405>

Provonsa, E., & Sifuentes, N. (2018). Road Pricing in London, Stockholm and Singapore: A Way Forward for New York City [Informe]. Tri-State Transportation Campaign. https://tstc.org/wp-content/uploads/2018/03/TSTC_A_Way_Forward_CPreport_1.4.18_medium.pdf

Qin, P., Luo, X., Zeng, Y., Zhang, Y., Li, Y., Wu, Y., Han, M., Qie, R., Wu, X., Liu, D., Huang, S., Zhao, Y., Feng, Y., Yang, X., Hu, F., Sun, X., Hu, D., & Zhang, M. (2021). Long-term association of ambient air pollution and hypertension in adults and in children: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 796, 148620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148620>

Quddus, M. A., Bell, M. G. H., Schmöcker, J.-D., & Fonzone, A. (2007). The impact of the congestion charge on the retail business in London: An econometric analysis. *Transport Policy*, 14(5), 433-444. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.008>

Quddus, M. A., Carmel, A., & Bell, M. G. H. (2007). The Impact of the Congestion Charge on Retail: The London Experience. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41(1), 113-133. <https://www.jstor.org/stable/20054006>

Rahman, Md. M., Najaf, P., Fields, M. G., & Thill, J.-C. (2022). Traffic congestion and its urban scale factors: Empirical evidence from American urban areas. *International Journal of Sustainable Transportation*, 16(5), 406-421. <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1885085>

Raux, C. (2004). The use of transferable permits in transport policy. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(3), 185-197. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2004.01.001>

Raux, C. (2008). Tradable driving rights in urban areas: their potential for tackling congestion and traffic-related pollution. En T. Rye & S. Ison (Eds.), *The Implementation and Effectiveness of Transport Demand Management Measures: An International Perspective* (pp. 95-120). <https://shs.hal.science/halshs-00185012v1>

Raux, C. (2021). Real-World Experiences of Congestion Pricing. En R. Vickerman (Ed.), *International Encyclopedia of Transportation* (Vol. 1, pp. 134-138). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10022-3>

Raya, J. M., & Moreno Torres, I. (2013). Guía práctica 9 - Introducción a la evaluación económica. Institut Català d'Avaluació de Polítiques Públiques (Ivàlua). https://ivalua.cat/sites/default/files/2020-01/30_10_2013_11_19_28_Guia09_ESP_Avaluacio-economica.pdf

Redacció 3/24. (2022, abril 20). La gesta d'entrar a Barcelona: menys carrils per al cotxe sense prou transport públic. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/324/menys-carrils-rodalies-congelada-i-obres-pendents-causes-de-les-cues-a-barcelona/noticia/3159228/>

Redacció 3/24. (2023, agosto 1). Sanció de més de 120.000 euros a Élite Taxi per la campanya de boicot a Uber i altres VTC. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/324/sancio-de-mes-de-120000-euros-a-elite-taxi-per-la-campanya-de-boicot-a-uber-i-altres-vtc/noticia/3244013/>

Redacció Ara. (2018, agosto 1). Un taxista agredeix un fòtograf de l'ARA. Ara. https://www.ara.cat/economia/taxista-agredeix-fotograf-ara_1_2732301.html

Redacción El País. (2023, agosto 2). Élite Taxi amenaza ahora con "bloquear" Barcelona durante la operación retorno. El País. <https://elpais.com/espana/catalunya/2023-08-02/elite-taxi-amenaza-ahora-con-bloquear-barcelona-durante-la-operacion-retorno.html>

Redacción La Vanguardia. (2018, julio 28). Un grupo de taxistas vuelca un coche VTC en el aeropuerto de Barcelona. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/economia/20180728/451130802625/huelga-taxistas-vuelcan-coche-aeropuerto-prat-uber-cabify.html>

Reial Automòbil Club de Catalunya. (2016a). Auditories de mobilitat: La congestió als corredors viaris d'accés a Barcelona [Informe]. https://movilidad.racc.es/wp-content/uploads/importfichas/fichasFundacion/Multimedia/1428318363542/blob/Congestio_accessosBCN_EST.pdf

Reial Automòbil Club de Catalunya. (2016b). Auditories RACC: La congestió als corredors viaris d'accés a Barcelona [Dosier de premsa-Presentación PPT]. https://movilidad.racc.es/wp-content/uploads/importfichas/fichasFundacion/Multimedia/1428318363468/blob/Congestio_accessosBCN_DP.pdf

Reial Automòbil Club de Catalunya. (2019a). La congestión en los accesos a Barcelona ya afecta a más de 320 000 personas cada día [Dosier de premsa]. https://movilidad.racc.es/wp-content/uploads/importfichas/fichasFundacion/Multimedia/1428326118567/blob/NP_RACC_CongestionAccesosBCN_ES.pdf

Reial Automòbil Club de Catalunya. (2019b). Anàlisi dels models de propulsió alternativa disponibles al mercat per a furgonetes, camions i autocars [Informe]. https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/sites/default/files/estudi_vehicles_alternatius_ajuntbcn.pdf

Rice, P. G., & Venables, A. J. (2023). Tradability, productivity, and regional disparities: theory and UK evidence (Department of Economics Discussion Paper Series). University of Oxford. <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:64b4d773-5ebb-4c1a-984d-dae7886a231c>

Rich, J., & Nielsen, O. A. (2007). A socio-economic assessment of proposed road user charging schemes in Copenhagen. *Transport Policy*, 14(4), 330-345. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.03.003>

Riigikontroll [Oficina Nacional de Auditoría de Estonia]. (2021). County public transport: Are public expenditures on county public

transport targeted and sustainable? Summary of audit results [Informe]. <https://www.riigikontroll.ee/Suhtedavalikkusega/Pressiteated/tabid/168/ItemId/1311/View/Docs/amid/557/language/en-US/Default.aspx> [Descarga automática]

Ritz, B., Yan, Q., He, D., Wu, J., Walker, D. I., Uppal, K., Jones, D. P., & Heck, J. E. (2022). Child serum metabolome and traffic-related air pollution exposure in pregnancy. *Environmental Research*, 203, 111907. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111907>

Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). Políticas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: Dónde estamos, cómo llegamos aquí y hacia dónde vamos [Informe]. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://doi.org/10.18235/0001737>

Rodríguez-Rey, D., Guevara, M., Linares, M. P., Casanovas, J., Armengol, J. M., Benavides, J., Soret, A., Jorba, O., Tena, C., & García-Pando, C. P. (2022). To what extent the traffic restriction policies applied in Barcelona city can improve its air quality? *Science of The Total Environment*, 807, 150743. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150743>

Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M. J., Gascon, M., Perez-Leon, D., & Mudu, P. (2019). Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *The Lancet Planetary Health*, 3(11), e469-e477. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30215-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30215-3)

Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (2010). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(5), 359-375. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.008>

Rozas, J.-A., Sanz, R., & Serrat, M. (2021). Informe sobre la viabilidad jurídica de un peaje de congestión. En Ajuntament de Barcelona (Ed.), *Anàlisi per la possible implantació d'un peatge urbà a la ciutat de Barcelona*. https://contaminacionet.files.wordpress.com/2022/02/annex_1-contaminacio.pdf

Rüger, H., Pfaff, S., Weishaar, H., & Wiernik, B. M. (2017). Does perceived stress mediate the relationship between commuting and health-related quality of life? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 50, 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.07.005>

Ruiz-Páez, R., Díaz, J., López-Bueno, J. A., Asensio, C., Ascaso, M. S., Saez, M., Luna, M. Y., Barceló, M. A., Navas, M. A., & Linares, C. (2023). Short-term effects of air pollution and noise on emergency hospital admissions in Madrid and economic assessment. *Environmental Research*, 219, 115147. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115147>

Russo, A., Adler, M. W., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.04.001>

- Salas, R., Pérez-Villadoniga, M. J., Prieto-Rodríguez, J., & Russo, A. (2021). Were traffic restrictions in Madrid effective at reducing NO₂ levels? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 91, 102689. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102689>
- Salgado, E., & Mitnik, Ó. A. (2021). Spatial and Time Spillovers of Driving Restrictions: Causal Evidence from Lima's Pico y Placa Policy (01278; IDB Working Paper Series). Inter-American Development Bank (IDB). <https://doi.org/10.18235/0003849>
- Sanginés-Urriarte Dooly, J., & Trepats Izquierdo, A. (2020). Circumventing traffic and pollution in Barcelona: Why congestion pricing is preferable to a low emission zone [Tesis de pregrado, Universitat Pompeu Fabra]. <http://hdl.handle.net/10230/45288>
- Santos, G. (2005). Urban Congestion Charging: A Comparison between London and Singapore. *Transport Reviews*, 25(5), 511-534. <https://doi.org/10.1080/01441640500064439>
- Santos, G., & Caranzo, A. (2022). Potential distributional impacts of road pricing: A case study. *Case Studies on Transport Policy*, 10(1), 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.07.015>
- Santos, G., & Shaffer, B. (2004). Preliminary Results of the London Congestion Charging Scheme. *Public Works Management & Policy*, 9(2), 164-181. <https://doi.org/10.1177/1087724X04268569>
- Sattler, M. C., Färber, T., Traußnig, K., Köberl, G., Paier, C., Dietz, P., & van Poppel, M. N. M. (2020). Cross-sectional association between active commuting and perceived commuting stress in Austrian adults: Results from the HOTway study. *Mental Health and Physical Activity*, 19, 100356. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2020.100356>
- Schröder, D., Kirn, L., Kinigadner, J., Loder, A., Blum, P., Xu, Y., & Lienkamp, M. (2023). Ending the myth of mobility at zero costs: An external cost analysis. *Research in Transportation Economics*, 97, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101246>
- Schroten, A., Scholten, P., van Wijngaarden, L., van Essen, H., Brambilla, M., Gatto, M., Maffii, S., Trosky, F., Kramer, H., Monden, R., Bertschmann, D., Killer, M., Greinus, A., Lambla, V., El Beyrouthy, K., Amaral, S., Nokes, T., & Coulon, A. (2019). Transport taxes and charges in Europe: An overview study of economic internalisation measures applied in Europe [Informe]. CE Delft; European Commission. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_4K83_Transport_taxes_and_charges_in_Europe_Final.pdf
- Sekine, Y. (2023, marzo 21). Electric Vehicle Battery Makers Test a Future Without Lithium. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-21/electric-vehicle-batteries-of-the-future-may-be-lithium-less>
- Selmoune, A., Cheng, Q., Wang, L., & Liu, Z. (2020). Influencing Factors in Congestion Pricing Acceptability: A Literature Review. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/4242964>

Servei Català de Trànsit. (s. f.). Servicios de la app Trànsit [Manual-Presentación PPT]. Generalitat de Catalunya. <https://transit.gencat.cat/web/.content/documents/gestions/manual-servei-App-transit-cast.pdf>

Servei Català de Trànsit. (2020, mayo 15). App Trànsit. Generalitat de Catalunya. https://transit.gencat.cat/es/informacio_viaria/estat_del_transit/app_transit_mobil/index.html

Sevino, V. (2022). AREA C and AREA B in Milan [Presentación PPT]. Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT). https://www.ruedelavenir.com/wp-content/uploads/2022/06/9_Milan_Area_C-Area_B-ENG.pdf

Shehab, M. A., & Pope, F. D. (2019). Effects of short-term exposure to particulate matter air pollution on cognitive performance. *Scientific Reports*, 9(1), 8237. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44561-0>

Shoup, D. C. (2006). Cruising for parking. *Transport Policy*, 13(6), 479-486. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.05.005>

Simeonova, E., Currie, J., Nilsson, P., & Walker, R. (2021). Congestion Pricing, Air Pollution, and Children's Health. *Journal of Human Resources*, 56(4), 971-996. <https://doi.org/10.3368/jhr.56.4.0218-9363R2>

Síndic de Greuges de Catalunya. (2019). La qualitat de l'aire a Catalunya: dèficits i recomanacions [Informe]. https://www.sindic.cat/site/unitFiles/6328/Informe%20qualitat%20aire_cat_ok.pdf

Síndic de Greuges de Catalunya. (2021). Informe al Parlament 2020. https://www.sindic.cat/site/unitFiles/7633/Informe%20al%20Parlament%202020_cat.pdf

Síndica de Greuges de Barcelona. (2021). Informe sobre la implementació de la Zona de Bajas Emisiones. https://www.sindicaturabarcelona.cat/wp-content/uploads/2021/04/ZBE_CAST.pdf

[Singapore] Land Transport Authority. (2016, febrero 25). Tender Awarded to Develop Next-Generation Electronic Road Pricing System [Nota de prensa]. Land Transport Authority. <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2016/2/2/tender-awarded-to-develop-next-generation-electronic-road-pricing-system.html>

[Singapore] Land Transport Authority. (2021, noviembre 17). Joint News Release by the Land Transport Authority (LTA), NCS Pte Ltd & MHI Asia Pacific Pte Ltd - Installation of On-Board Units for Next-Generation ERP System Delayed to 2023 Due to Global Microchip Shortage [Nota de prensa]. Land Transport Authority. <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2021/11/news-releases/installation-of-obu-for-next-generation-erp-system-delayed.html>

[Singapore] Land Transport Authority. (2023a, junio 16). Electronic Road Pricing (ERP). One Motoring. <https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/driving/ERP/ERP.html>

[Singapore] Land Transport Authority. (2023b, mayo 26). ERP Rate Table for Passenger Cars, Taxis and Light Goods Vehicles (With Effect from 26 June 2023). One Motoring. <https://onemotoring.lta.gov.sg/content/dam/onemotoring/Driving/pdf/26May2023/Cars%20-%2026%20June%202023.pdf>

[Singapore] Land Transport Authority. (2023c, junio 12). Vehicle Tax Structure. One Motoring. <https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/buying/upfront-vehicle-costs/tax-structure.html>

[Singapore] Land Transport Authority. (2023d, febrero 9). Off-Peak Car Schemes (OPC, ROPC, WEC). One Motoring. <https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/buying/vehicle-types-and-registrations/car/off-peak-car-schemes.html>

[Singapore] Ministry of Transport. (2022, marzo 21). How ERP works as a speed booster. Ministry of Transport. <https://www.mot.gov.sg/what-we-do/motoring-road-network-and-infrastructure/Electronic-Road-Pricing/Details/how-erp-works-as-a-speed-booster>

Singapore Parliament. (2015). Parliamentary Debates Official Report. Twelfth Parliament. Part II of Second Session: Wednesday, 11 March 2015 [Registro de debates parlamentarios] [Ver: Head W – Ministry of Transport (Committee of Supply)]. <https://sprs.parl.gov.sg/search/#/fullreport?sittingdate=11-03-2015>

Smith, J. (2022, septiembre 10). Scientists reveal how air pollution can cause lung cancer in people who have never smoked. Cancer Research UK: Cancer News. <https://news.cancerresearchuk.org/2022/09/10/scientists-reveal-how-air-pollution-can-cause-lung-cancer-in-people-who-have-never-smoked/>

Solanas Alfaro, P. (2021, enero 22). Amazon repercutirà en els venedors la taxa Google del govern espanyol. Ara. https://www.ara.cat/economia/amazon-repercutira-venedors-google-espanyol_1_3114552.html

Spitzer, H. D. (2003). Taxes vs. Fees: A Curious Confusion. *Gonzaga Law Review*, 38(2), 335-365. <https://blogs.gonzaga.edu/gulawreview/files/2011/02/Spitzer.pdf>

Stanley, M. (2023). Regulatory Budgets, One In/Three Out, etc. Regulation.org.uk. <https://www.regulation.org.uk/deregulation-regulatory-budgets.html>

Stieb, D. M., Berjawi, R., Emode, M., Zheng, C., Salama, D., Hocking, R., Lyrette, N., Matz, C., Lavigne, E., & Shin, H. H. (2021). Systematic review and meta-analysis of cohort studies of long term outdoor nitrogen dioxide exposure and mortality. *PLOS ONE*, 16(2), e0246451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246451>

Stockholms Luft-och Bulleranalys (SLB-analys) [(Unidad de Análisis del Aire y el Ruido de Estocolmo)]. (2006). The Stockholm Trial [Informe]. City of Stockholm Environment and Health Administration; Stockholm and Uppsala County Air Quality Associations. https://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf8/slb2006_004.pdf

Stockholms stad Trafikkontoret [Oficina de Tráfico de la ciudad de Estocolmo]. (2009). Analys av trafiken i Stockholm – med särskild fokus på effekterna av trängselskatten 2005-2008 [Análisis del tráfico en Estocolmo - con especial atención a los efectos del impuesto de congestión 2005-2008] [Informe]. <https://docplayer.se/8832085-Analys-av-trafiken-i-stockholm-med-sarskild-fokus-pa-effekterna-av-trangselskatten-2005-2008.html>

Strange, W. C. (2018). Urban Agglomeration. En *The New Palgrave Dictionary of Economics* (pp. 14118-14122). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95189-5_2838

Štraub, D. (2020). The Effects of Fare-Free Public Transport: A Lesson from Frýdek-Místek (Czechia). *Sustainability*, 12(21), 9111. <https://doi.org/10.3390/su12219111>

Stroup, M. D. (2005). An index for measuring tax progressivity. *Economics Letters*, 86(2), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2004.06.017>

Stroup, M. D., & Hubbard, K. (2013). An Improved Index and Estimation Method for Assessing Tax Progressivity (13-14; Mercatus Working Papers Series). Mercatus Center at George Mason University. <https://www.mercatus.org/research/working-papers/improved-index-and-estimation-method-assessing-tax-progressivity>

Suades-González, E., Gascon, M., Guxens, M., & Sunyer, J. (2015). Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence. *Endocrinology*, 156(10), 3473-3482. <https://doi.org/10.1210/en.2015-1403>

Suanzes, P. R. (2022, diciembre 22). La Justicia de la UE concluye que España no veló por calidad del aire de Madrid y Barcelona entre 2010 y 2018. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2022/12/22/63a41be6fdddf88a78b45ad.html>

Subirats, J., Knoepfel, P., Larrue, C., & Varone, F. (2008). Análisis y gestión de políticas públicas. Ariel.

Suits, D. B. (1977). Measurement of Tax Progressivity. *The American Economic Review*, 67(4), 747-752. <https://www.jstor.org/stable/1813408>

Sunstein, C. R. (2014). Nudging: A Very Short Guide. *Journal of Consumer Policy*, 37(4), 583-588. <https://doi.org/10.1007/s10603-014-9273-1>

Swamy, G., Nagendra, S. M. S., & Schlink, U. (2017). Urban heat island (UHI) influence on secondary pollutant formation in a tropical humid environment. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 67(10), 1080-1091. <https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1325417>

Sweet, M. (2011). Does Traffic Congestion Slow the Economy? *Journal of Planning Literature*, 26(4), 391-404. <https://doi.org/10.1177/0885412211409754>

Sweet, M. (2014). Traffic Congestion's Economic Impacts: Evidence from US Metropolitan Regions. *Urban Studies*, 51(10), 2088-2110. <https://doi.org/10.1177/0042098013505883>

Takano, A. P. C., Justo, L. T., dos Santos, N. V., Marquezini, M. V., de André, P. A., da Rocha, F. M. M., Pasqualucci, C. A., Barrozo, L. V., Singer, J. M., De André, C. D. S., Saldiva, P. H. N., & Veras, M. M. (2019). Pleural anthracosis as an indicator of lifetime exposure to urban air pollution: An autopsy-based study in Sao Paulo. *Environmental Research*, 173, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.006>

Tandel, B. N., & Macwan, J. E. M. (2017). Road Traffic Noise Exposure and Hearing Impairment Among Traffic Policemen in Surat, Western India. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 98(1-2), 101-105. <https://doi.org/10.1007/s40030-017-0210-6>

Tang, C. K. (2016). Traffic Externalities and Housing Prices: Evidence from the London Congestion Charge (205; SERC Discussion Papers). Spatial Economics Research Centre at LSE. <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/sercdp0205.pdf>

Tang, C. K. (2021). The Cost of Traffic: Evidence from the London Congestion Charge. *Journal of Urban Economics*, 121, 103302. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103302>

Tassinari, F. (2022). Low Emission Zones and Traffic Congestion: Evidence from Madrid Central (2022/04; IEB Working Papers). Institut d'Economia de Barcelona (IEB). <https://ieb.ub.edu/wp-content/uploads/2022/03/Doc2022-04.pdf>

Tavares, D. F. L. (2015). La tributación extrafiscal en el mercado financiero: posibilidades y límites jurídicos [Tesis de doctorado, Universitat de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/10803/368196>

Telepass. (s. f.). Make the most of Milan's city centre with Telepass Area C. Telepass. <http://web.archive.org/web/20230401204747/> <https://www.telepass.com/en/consumer/services/c-area-milan>

Theisen, T. (2020). The impact of an urban toll ring on housing prices. *Research in Transportation Economics*, 82, 100882. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100882>

Theseira, W. (2020). Congestion Control in Singapore (2020/10; ITF Discussion Papers). International Transport Forum at the OECD. <https://doi.org/10.1787/7d266609-en>

Thomas, T., Mondschein, A., Osman, T., & Taylor, B. D. (2018). Not so fast? Examining neighborhood-level effects of traffic congestion on job access. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 529-541. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.015>

Thorne, Z., & Hughes, L. (2019). Evaluating the effectiveness of electric vehicle subsidies in Canada. *Procedia Computer Science*, 155, 519-526. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.072>

Tian, Y., & Chiu, Y.-C. (2015). Day-to-Day Market Power and Efficiency in Tradable Mobility Credits. *International Journal of*

Transportation Science and Technology, 4(3), 209-227. <https://doi.org/10.1260/2046-0430.4.3.209>

TomTom. (2020). Barcelona traffic. TomTom. http://web.archive.org/web/20200921130213/https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/barcelona-traffic/

TomTom. (2021). Spain traffic. TomTom. http://web.archive.org/web/20210118234100/https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/spain-country-traffic/

TomTom. (2022a). Singapore traffic. TomTom. <http://web.archive.org/web/20221226062543/https://www.tomtom.com/traffic-index/singapore-traffic/>

TomTom. (2022b). London traffic. TomTom. <http://web.archive.org/web/20221011172826/https://www.tomtom.com/traffic-index/london-traffic/>

TomTom. (2022c). Stockholm traffic. TomTom. <http://web.archive.org/web/20221115114847/https://www.tomtom.com/traffic-index/stockholm-traffic/>

TomTom. (2022d). Milan traffic. TomTom. <http://web.archive.org/web/20221123111215/https://www.tomtom.com/traffic-index/milan-traffic/>

TomTom. (2022e). Gothenburg traffic. TomTom. <https://web.archive.org/web/20221006221228/https://www.tomtom.com/traffic-index/gothenburg-traffic/>

TomTom. (2023a). TomTom Traffic Index: About. TomTom. <https://www.tomtom.com/traffic-index/about/>

TomTom. (2023b). Spain traffic. TomTom. <https://www.tomtom.com/traffic-index/spain-country-traffic/>

TomTom. (2023c). Barcelona traffic. TomTom. <https://www.tomtom.com/traffic-index/barcelona-traffic/>

TomTom Telematics. (2017, diciembre 12). El coste de los atascos para las empresas. TomTom Telematics. http://web.archive.org/web/20190208093642/https://telematics.tomtom.com/es_es/webfleet/blog/coste-los-atascos-las-empresas/

Tonne, C., Beevers, S., Armstrong, B., Kelly, F., & Wilkinson, P. (2008). Air pollution and mortality benefits of the London Congestion Charge: spatial and socioeconomic inequalities. *Occupational and Environmental Medicine*, 65(9), 620-627. <https://doi.org/10.1136/oem.2007.036533>

Topham, G. (2022, enero 18). Sadiq Khan proposes journey charge for motorists in London. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/uk-news/2022/jan/18/sadiq-khan-proposes-journey-charge-for-motorists-in-london>

Trafikverket [Administración de Transporte de Suecia]. (2022, octubre 22). Trängselskatt och infrastrukturavgifter [Tasas de congestión e infraestructura]. Trafikverket. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/trangselskatt-och-infrastrukturavgifter/>

Transport for London. (s. f.-a). Congestion Charge. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge>

Transport for London. (s. f.-b). Discounts and exemptions. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/discounts-and-exemptions>

Transport for London. (s. f.-c). Congestion Charge payments. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge>

Transport for London. (s. f.-d). Low Emission Zone. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone>

Transport for London. (s. f.-e). How to pay a LEZ charge. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone/make-a-payment>

Transport for London. (s. f.-f). Ultra Low Emission Zone. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone>

Transport for London. (s. f.-g). ULEZ Expansion 2023. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/ulez-expansion-2023>

Transport for London. (2004). Congestion Charging Central London. Impacts monitoring: Second Annual Report [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/impacts-monitoring-report-2.pdf>

Transport for London. (2006). Central London Congestion Charging. Impacts monitoring: Fourth Annual Report [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/fourthannualreportfinal.pdf>

Transport for London. (2007). Central London Congestion Charging. Impacts monitoring: Fifth Annual Report [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/fifth-annual-impacts-monitoring-report-2007-07-07.pdf>

Transport for London. (2008). Central London Congestion Charging. Impacts monitoring: Sixth Annual Report [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-sixth-annual-report.pdf>

Transport for London. (2018). Travel in London. Report 11 [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-11.pdf>

Transport for London. (2020a). Travel in London. Report 13 [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-13.pdf>

Transport for London. (2020b). Annual Report and Statement of Accounts 2019/20 [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/tfl-annual-report-2019-20.pdf>

Transport for London. (2021). Travel in London. Report 14 [Informe]. <https://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-14.pdf>

Transportstyrelsen [Agencia de Transporte de Suecia]. (2014, septiembre 18). Vad kostar det att ta ut trängselskatt/

infrastrukturavgift? [¿Cuánto cuesta cobrar la tasa de congestión / tarifa de infraestructura?]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Press/Debattartiklar1/Vad-kostar-det-att-ta-ut-trangselskattinfrastrukturavgift-/>

Transportstyrelsen. (2018, marzo 16). Backaundantaget införs från och med den 1 maj 2018 [La exención posterior se introducirá a partir del 1 de mayo de 2018]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Nyhetsarkiv/2018/backaundantaget-infors-fran-och-med-den-1-maj-2018/>

Transportstyrelsen. (2020a). Årsredovisning 2019 [Reporte anual 2019] [Informe]. https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/om_oss/finansiering/arsredovisning/transportstyrelsen-arsredovisning-2019.pdf

Transportstyrelsen. (2020b, noviembre 11). Tider och belopp för trängselskatt i Göteborg [Horarios y tarifas de la tasa de congestión en Gotemburgo]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-goteborg/Tider-och-belopp-i-Goteborg/>

Transportstyrelsen. (2021a, junio 1). Stockholm congestion taxes modified on 1 January 2020. Transportstyrelsen. <https://web.archive.org/web/20210621155401/https://www.transportstyrelsen.se/en/road/road-tolls/Congestion-taxes-in-Stockholm-and-Goteborg/congestion-tax-in-stockholm/stockholm-congestion-taxes-modified-on-1-january-2020/>

Transportstyrelsen. (2021b, octubre 26). Undantag från trängselskatt i Backa [Exención de la tasa de congestión en Backa]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-goteborg/undantag-fran-trangselskatt-i-backa/>

Transportstyrelsen. (2021c, febrero 25). Betalstationernas placering i Göteborg [Ubicación de las estaciones de pago en Gotemburgo]. Transportstyrelsen. <http://web.archive.org/web/20230225214035/https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-goteborg/Betalstationerna/Betalstationernas-placering/>

Transportstyrelsen. (2021d, enero 27). Trängselskatt i Göteborg: Oversiktskarta betalstationernas [Tasa de congestión en Gotemburgo: Mapa de ubicación de las estaciones de pago]. Transportstyrelsen. <https://transportstyrelsen.se/globalassets/global/vag/trangselskatt/kartor-goteborg/oversiktskarta-gbg-20210127.pdf>

Transportstyrelsen. (2022a, diciembre 14). Undantag från trängselskatt [Exención de la tasa de congestión]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Undantag-fran-trangselskatt/>

Transportstyrelsen. (2022b, abril 25). Betalstationernas placering i Stockholm [Ubicación de las estaciones de pago en Estocolmo]. Transportstyrelsen. <http://web.archive.org/web/20230330235300/https://www.transportstyrelsen.se/sv/>

vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-stockholm/Betalstationerna/Betalstationernas-placering1/

Transportstyrelsen. (2023a, junio 23). Tider och belopp för trängselskatt i Stockholm [Horarios y tarifas de la tasa de congestión en Estocolmo]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-stockholm/tider-och-belopp/>

Transportstyrelsen. (2023b, enero 1). Dagar då trängselskatt inte tas ut i Stockholm [Días en los que no se cobra la tasa de congestión en Estocolmo]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-stockholm/tider-och-belopp/dagar-da-trangselskatt-inte-tas-ut-i-stockholm/>

Transportstyrelsen. (2023c, junio 29). Avdrag och förmånsbeskattning av trängselskatt [Deducción y tributación preferente de la tasa de congestión]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Betalning/Trangselskatt-for-leasingbilar/>

Transportstyrelsen. (2023d, junio 29). Betalning och avisering av trängselskatt [Pago y notificación de la tasa de congestión]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Betalning/>

Transportstyrelsen. (2023e, enero 1). Dagar då trängselskatt inte tas ut i Göteborg [Días en los que no se cobra la tasa de congestión en Gotemburgo]. Transportstyrelsen. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-goteborg/Tider-och-belopp-i-Goteborg/dagar-da-trangselskatt-inte-tas-ut-i-goteborg/>

Tribunal de Cuentas Europeo. (2020). Informe Especial 6/2020. Movilidad urbana sostenible en la UE: No es posible una mejora sustancial sin el compromiso de los Estados miembros. <https://www.eca.europa.eu/es/publications?did=53246>

Trnka, D., & Thuerer, Y. (2019). One-In, X-Out: Regulatory offsetting in selected OECD countries (11; OECD Regulatory Policy Working Papers). OECD. <https://doi.org/10.1787/67d71764-en>

Twohig-Bennett, C., & Jones, A. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research*, 166, 628-637. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030>

Ukkusuri, S. V., Karoonsoontawong, A., Waller, S. T., & Kockelman, K. M. (2008). Congestion pricing technologies: A comparative evaluation. En F. N. Gustavsson (Ed.), *New Transportation Research Progress* (pp. 121-142).

Ulpiani, G. (2021). On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. *Science of The Total Environment*, 751, 141727. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141727>

Union Internationale des Transports Publics. (2020). Full free fare public transport: Objectives and alternatives [Policy brief]. <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/09/Policy-Brief-FullFreeFarePT-DEF-web.pdf>

United Nations Environment Programme. (2021). Beating the Heat: A Sustainable Cooling Handbook for Cities [Informe]. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/37313>

Urban Access Regulations in Europe. (s. f.). Milan's Area C exemptions. Urban Access Regulations in Europe. <https://urbanaccessregulations.eu/milans-area-c-exemptions>

[U.S.] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2009, enero 1). Glossary of Terms: Dose-response relationship. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). <https://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html#Dose>

[U.S.] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2016, mayo 6). ToxFAQs™ - Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) [Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)]. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts69.html

[U.S.] Board of Governors of the Federal Reserve System. (2022a, octubre 1). Singapore Dollars to U.S. Dollar Spot Exchange Rate (AEXSIUS). FRED St. Louis FED. <https://fred.stlouisfed.org/series/AEXSIUS#0>

[U.S.] Board of Governors of the Federal Reserve System. (2022b, octubre 1). Foreign Exchange Rate: Euro Community (DISCONTINUED) (EXUSEC). FRED St. Louis FED. <https://fred.stlouisfed.org/series/EXUSEC#0>

[U.S.] Centers for Disease Control and Prevention. (2018, mayo 18). High Blood Pressure Symptoms and Causes. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/bloodpressure/about.htm>

U.S. Department of Transportation. (2023, junio 20). Vehicle Types. U.S. Department of Transportation. <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-basics/vehicle-types>

U.S. Environmental Protection Agency. (2022a, julio 18). Particulate Matter (PM) Basics. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>

U.S. Environmental Protection Agency. (2022b, septiembre 2). Learn About Heat Islands. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>

U.S. Environmental Protection Agency. (2023, febrero 15). Global Greenhouse Gas Emissions Data. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

[U.S.] National Cancer Institute. (2015, marzo 20). Hollín. National Cancer Institute at the National Institutes of Health. <https://www.>

cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/hollin

[U.S.] National Cancer Institute. (2021, mayo 5). ¿Qué es el cáncer? National Cancer Institute at the National Institutes of Health. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>

[U.S.] National Institute for Occupational Safety and Health. (2023, mayo 17). Pneumoconioses. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/pneumoconioses/default.html>

[U.S.] National Library of Medicine. (2021, abril 1). Trastornos pleurales. MedlinePlus. <https://medlineplus.gov/spanish/pleuraldisorders.html>

Valencia, G. (2022). Anàlisi de la regulació del sector del taxi i els VTC [Informe]. Institut Ostrom Catalunya. <https://www.institutostrom.org/wp-content/uploads/2022/06/informe-taxis-rtc-cat.pdf>

Vallier, K. (2021). Neoliberalism. En E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2022). <https://plato.stanford.edu/archives/win2022/entries/neoliberalism/>

van den Bosch, M., & Meyer-Lindenberg, A. (2019). Environmental Exposures and Depression: Biological Mechanisms and Epidemiological Evidence. *Annual Review of Public Health*, 40(1), 239-259. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040218-044106>

van der Zee, S. C., Fischer, P. H., & Hoek, G. (2016). Air pollution in perspective: Health risks of air pollution expressed in equivalent numbers of passively smoked cigarettes. *Environmental Research*, 148, 475-483. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.04.001>

van Drooge, B. L., Rivas, I., Querol, X., Sunyer, J., & Grimalt, J. O. (2020). Organic Air Quality Markers of Indoor and Outdoor PM_{2.5} Aerosols in Primary Schools from Barcelona. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3685. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103685>

van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schrotten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R., & El Beyrouthy, K. (2020a). Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1 [Informe]. CE Delft; European Commission. <https://data.europa.eu/doi/10.2832/51388>

van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schrotten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R., & El Beyrouthy, K. (2020b). Complete overview of country data for Handbook V1.1. [Archivo Excel]. CE Delft. <https://cedelft.eu/publications/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019/> [Descarga automática]

Vanoutrive, T. (2017). Don't think of them as roads. Think of them as road transport markets. *Progress in Planning*, 117, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2016.04.001>

Vassallo, J. M. (2021). Cost Functions for Road Transport. En R. Vickerman (Ed.), *International Encyclopedia of Transportation* (Vol. 1, pp. 13-19). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10003-X>

Venugopal, R. (2015). Neoliberalism as concept. *Economy and Society*, 44(2), 165-187. <https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013356>

Verificat. (2023, mayo 13). No hi ha dades per afirmar que al carrer València hi ha més embussos ni que generen "més contaminació". Verificat. <https://www.verificat.cat/fact-check/no-hi-ha-dades-per-afirmar-que-al-carrer-valencia-hi-ha-mes-embussos-ni-que-generen-mes-contaminacio>

Vidal Yáñez, D., Pereira Barboza, E., Cirach, M., Daher, C., Nieuwenhuijsen, M., & Mueller, N. (2023). An urban green space intervention with benefits for mental health: A health impact assessment of the Barcelona "Eixos Verds" Plan. *Environment International*, 174, 107880. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107880>

Vila, N. (2022, diciembre 2). Barcelona farà pagar a Amazon per l'entrega de paquets a domicili. Ara. https://www.ara.cat/societat/barcelona/barcelona-fara-pagar-amazon-l-entrega-paquets-domicili_1_4563775.html

von Hayek, F. A. (1945). The Use of Knowledge in Society. *The American Economic Review*, 35(4), 519-530. <https://www.jstor.org/stable/1809376>

von Mises, L. (1935 [1920]). Economic Calculation in the Socialist Commonwealth. En F. A. von Hayek (Ed.), *Collectivist Economic Planning* (pp. 87-130). Routledge & Kegan Paul Ltd. https://cdn.mises.org/Collectivist%20Economic%20Planning_2.pdf

Wada, K., & Akamatsu, T. (2013). A hybrid implementation mechanism of tradable network permits system which obviates path enumeration: An auction mechanism with day-to-day capacity control. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 60, 94-112. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.05.008>

Wang, M., & Zhou, X. (2017). Bike-sharing systems and congestion: Evidence from US cities. *Journal of Transport Geography*, 65, 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.10.022>

Wang, T.-C., Chang, T.-Y., Tyler, R. S., Hwang, B.-F., Chen, Y.-H., Wu, C.-M., Liu, C.-S., Chen, K.-C., Lin, C.-D., & Tsai, M.-H. (2021). Association between exposure to road traffic noise and hearing impairment: a case-control study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 19(2), 1483-1489. <https://doi.org/10.1007/s40201-021-00704-y>

Weisbrod, G., & Fitzroy, S. (2011). Traffic Congestion Effects on Supply Chains: Accounting for Behavioral Elements in Planning and Economic Impact Models. En S. Renko (Ed.), *Supply Chain Management - New Perspectives* (pp. 337-354). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/23057>

- West, J., & Börjesson, M. (2020). The Gothenburg congestion charges: cost-benefit analysis and distribution effects. *Transportation*, 47(1), 145-174. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9853-4>
- Woo, S.-H., Jang, H., Lee, S.-B., & Lee, S. (2022). Comparison of total PM emissions emitted from electric and internal combustion engine vehicles: An experimental analysis. *Science of The Total Environment*, 842, 156961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156961>
- Xiao, F., Qian, Z. (Sean), & Zhang, H. M. (2013). Managing bottleneck congestion with tradable credits. *Transportation Research Part B: Methodological*, 56, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2013.06.016>
- Xing, J., Leard, B., & Li, S. (2021). What does an electric vehicle replace? *Journal of Environmental Economics and Management*, 107, 102432. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102432>
- Yan, Q., Liew, Z., Uppal, K., Cui, X., Ling, C., Heck, J. E., von Ehrenstein, O. S., Wu, J., Walker, D. I., Jones, D. P., & Ritz, B. (2019). Maternal serum metabolome and traffic-related air pollution exposure in pregnancy. *Environment International*, 130, 104872. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.066>
- Yang, H., & Wang, X. (2011). Managing network mobility with tradable credits. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(3), 580-594. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2010.10.002>
- Yolton, K., Khoury, J. C., Burkle, J., LeMasters, G., Cecil, K., & Ryan, P. (2019). lifetime exposure to traffic-related air pollution and symptoms of depression and anxiety at age 12 years. *Environmental Research*, 173, 199-206. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.005>
- Yu, H., Yin, Y., Zhang, J., & Zhou, R. (2020). The impact of particulate matter 2.5 on the risk of preeclampsia: an updated systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(30), 37527-37539. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10112-8>
- Zabic, M. (2011). GNSS-based Road Charging Systems - Assessment of Vehicle Location Determination [Tesis de doctorado, Danmarks Tekniske Universitet]. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/gnss-based-road-charging-systems-assessment-of-vehicle-location-d>
- Zhang, X., Zhang, X., & Chen, X. (2017). Happiness in the air: How does a dirty sky affect mental health and subjective well-being? *Journal of Environmental Economics and Management*, 85, 81-94. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.04.001>
- Zheng, X., Orellano, P., Lin, H., Jiang, M., & Guan, W. (2021). Short-term exposure to ozone, nitrogen dioxide, and sulphur dioxide and emergency department visits and hospital admissions due to asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 150, 106435. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106435>

Zipper, D. (2018, septiembre 28). The Unstoppable Appeal of Highway Expansion. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/features/2021-09-28/why-widening-highways-doesn-t-bring-traffic-relief>

Legislación, normativas, tratados y proyectos referidos

Nivel supranacional (mundial y europeo)

Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles (R.E.3). Revision 7 (15 May 2023). United Nations Economic Commission for Europe. ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7 https://unece.org/sites/default/files/2023-05/ECE_TRANS_WP.29_78_Rev.7.pdf

Convención de Viena sobre Relaciones Diplomáticas, Viena, 18 de abril de 1961. Entrada en vigor el 24 de abril de 1964. Naciones Unidas, Treaty Series, vol. 500, p. 95. https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/9_1_1961.pdf

Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Un marco de calidad para los servicios de interés general en Europa. COM/2011/0900 final. Bruselas, 20 de diciembre de 2011. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52011DC0900>

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. Diario Oficial de la Unión Europea, L 189 de 18 de julio de 2002, pp. 12-25. <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/49/oj>

Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Diario Oficial de la Unión Europea, L 152 de 11 de junio de 2008, pp. 1-44. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>

Directiva 2011/76/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2011, por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras. Diario Oficial de la Unión Europea, L 269 de 14 de octubre de 2011, pp. 1-16. <http://data.europa.eu/eli/dir/2011/76/oj>

Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa (versión refundida). COM/2022/542 final. Autoría: Comisión Europea. Bruselas, 26 de octubre de 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>

Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. (Versión consolidada). Diario Oficial de la Unión Europea, C 202 de 7 de junio de 2016, pp. 47-359. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:C:2016:202:TOC>

Nivel estatal

Constitución Española. Boletín Oficial del Estado, núm. 311, de 29 de diciembre de 1978. [https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/\(1\)/con](https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/(1)/con)

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, núm. 294, de 6 de diciembre 12 de 2018. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3/con>

Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local. Boletín Oficial del Estado, núm. 80, de 3 de abril de 1985. <https://www.boe.es/eli/es/l/1985/04/02/7/con>

Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Boletín Oficial del Estado, núm. 121, de 21 de mayo de 2021, pp. 62009-62052. <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>

Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública. Boletín Oficial del Estado, núm. 240, de 05 de octubre de 2011. <https://www.boe.es/eli/es/l/2011/10/04/33/con>

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Boletín Oficial del Estado, núm. 275, de 16 de noviembre de 2007. <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/11/15/34/con>

Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible (121/000136). Autoría: Gobierno de España. Boletín Oficial de las Cortes Generales, serie A, núm. 136-1, de 27 de enero de 2023. Congreso de los Diputados, XIV Legislatura. https://www.congreso.es/public_oficiales/L14/CONG/BOCG/A/BOCG-14-A-136-1.PDF

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Boletín Oficial del Estado, núm. 25, de 29 de enero de 2011. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/01/28/102/con>

Real Decreto 1039/2022, de 27 de diciembre, por el que se modifican el Reglamento del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, aprobado por el Real Decreto 439/2007, de 30 de marzo, y el Reglamento General de las actuaciones y los procedimientos de gestión e inspección tributaria y de desarrollo de las normas comunes de los procedimientos de aplicación de los tributos, aprobado por el Real Decreto 1065/2007, de 27 de julio. Boletín Oficial del Estado, núm. 312, de 29 de diciembre de 2022, pp. 188276-188282. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/12/27/1039>

Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre, por el que se regulan las zonas de bajas emisiones. Boletín Oficial del Estado, núm. 311, de 28 de diciembre de 2022, pp. 185962-185981. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/12/27/1052/con>

Real Decreto-ley 3/2018, de 20 de abril, por el que se modifica la Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres, en materia de arrendamiento de vehículos con conductor. Boletín Oficial del Estado, núm. 97, de 21 de abril de 2018, pp. 41051-41053. <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2018/04/20/3>

Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. Boletín Oficial del Estado, núm. 59, de 9 de marzo de 2004. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2004/03/05/2/con>

Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial. Boletín Oficial del Estado, núm. 261, de 31 de octubre de 2015. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2015/10/30/6/con>

Nivel autonómico

Decreto 152/2007, de 10 de julio, de aprobación del Plan de actuación para la mejora de la calidad del aire en los municipios declarados zonas de protección especial del ambiente atmosférico mediante el Decreto 226/2006, de 23 de mayo. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 4924, de 12 de julio de 2007. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2007/07/10/152>

Decreto 226/2006, de 23 de mayo, por el que se declaran zonas de protección especial del ambiente atmosférico diversos municipios de las comarcas del Barcelonès, el Vallès Oriental, el Vallès Occidental y el Baix Llobregat para el contaminante dióxido de nitrógeno y para las partículas. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 4641, de 25 de mayo de 2006. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2006/05/23/226>

Decreto 314/2016, de 8 de noviembre, por el que se determinan las condiciones específicas de contratación y comercialización de servicios de taxi y el régimen jurídico de la actividad de mediación. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 7244, de 10 de noviembre de 2016. <https://dogc.gencat.cat/es/document-del-dogc/index.html?documentId=763493>

Decreto-ley 4/2019, de 29 de enero, de medidas urgentes en materia de transporte de viajeros mediante el alquiler de vehículos con conductor. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 7800, de 31 de enero de 2019. [https://www.boe.es/buscar/act.php?id=Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya-f-2019-90273](https://www.boe.es/buscar/act.php?id=Diari%20Oficial%20de%20la%20Generalitat%20de%20Catalunya-f-2019-90273)

Decreto-ley 5/2017, de 1 de agosto, de medidas urgentes para la ordenación de los servicios de transporte de viajeros en vehículos hasta nueve plazas. Boletín Oficial del Estado, núm. 234, de 28 de septiembre de 2017, pp. 94519-94524. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2017/08/01/5/con>

Decreto-ley 9/2022, de 5 de julio, de medidas urgentes en materia de alquiler de vehículos con conductor. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 8704, de 7 de julio de 2022; Boletín Oficial del Estado, núm. 192, de 11 de agosto de 2022. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2022/07/05/9/con>

Decreto Legislativo 2/2003, de 28 de abril, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley municipal y de régimen local de Cataluña. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 3887, de 20 de

mayo de 2003. [https://boe.es/buscar/act.php?id=Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya-f-2003-90008](https://boe.es/buscar/act.php?id=Diari%20Oficial%20de%20la%20Generalitat%20de%20Catalunya-f-2003-90008)

Ley 16/2017, de 1 de agosto, del cambio climático. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 7426, de 3 de agosto de 2017; Boletín Oficial del Estado, núm. 234, de 28 de septiembre de 2017. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2017/08/01/16/con>

Ley 18/2009, de 22 de octubre, de salud pública. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 5495, de 30/10/2009; Boletín Oficial del Estado, núm. 276, de 16 de noviembre de 2009. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2009/10/22/18/con>

Ley 18/2017, de 1 de agosto, de comercio, servicios y ferias. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 7426, de 3 de agosto de 2017; Boletín Oficial del Estado, núm. 240, de 5 de octubre de 2017. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2017/08/01/18/con>

Ley 22/1983, de 21 de noviembre, de protección del Ambiente Atmosférico. Boletín Oficial del Estado, núm. 17, de 20 de enero de 1984, pp. 1607-1610. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/1983/11/21/22/con>

Ley Orgánica 6/2006, de 19 de julio, de reforma del Estatuto de Autonomía de Cataluña. Boletín Oficial del Estado, núm. 172, de 20 de julio de 2006. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/07/19/6/con>

Nivel local (provincial, metropolitano y municipal)

Ley 1/2006, de 13 de marzo, por la que se regula el Régimen Especial del municipio de Barcelona. Boletín Oficial del Estado, núm. 62, de 14 de marzo de 2006. <https://www.boe.es/eli/es/l/2006/03/13/1/con>

Ley 22/1998, de 30 de diciembre, de la Carta Municipal de Barcelona. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 2801, de 8 de enero de 1999; Boletín Oficial del Estado, núm. 28, de 2 de febrero de 1999. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/1998/12/30/22/con>

Ordenanza fiscal 3.20, relativa a la tasa por aprovechamiento especial del dominio público derivado de la distribución a destinos finales indicados por los consumidores de bienes adquiridos por comercio electrónico. Butlletí Oficial de la Província de Barcelona, de 28 de febrero de 2023. CVE: 202310036205. <http://bop.diba.cat/anuncio/3399668/aprovacio-definitiva-de-l-ordenanca-fiscal-num-3-20-relativa-a-la-taxa-per-aprofitament-especial-del-domini-public-derivat-de-la-distribucio-a-destins-finals-indicats-pels-consumidors-de-bens-adquirits-per-comerc-electronic-ajuntament-de-barcelona>

Jurisprudencia, regulaciones y conclusiones de casos referidos

Nivel comunitario (UE)

Conclusiones del Abogado General del Tribunal de Justicia de la Unión Europea Sr. M. Szpunar, presentadas el 15 de diciembre de 2022. Asunto C-50/21, Prestige and Limousine, S. L. contra Área Metropolitana de Barcelona, Asociación Nacional del Taxi (ANTAXI), Asociación Profesional Elite Taxi, Sindicat del Taxi de Catalunya (STAC), TAPOCA VTC1 SL, Agrupació Taxis Companys. Petición de decisión prejudicial planteada por el Tribunal Superior de Justicia de Cataluña. ECLI:EU:C:2022:997. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/?uri=CELEX:62021CC0050>

Regulation (EEC) No 4064/89: Merger Procedure Article 6(1)(b) Decision. Commission of the European Communities, 17 de marzo de 1999. Case No COMP/M.1406 – Hyundai / KIA. https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m1406_en.pdf

Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Gran Sala) de 10 de noviembre de 2020. Asunto C-644/18, Comisión Europea contra República Italiana. ECLI:EU:C:2020:895. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/?uri=CELEX:62018CJ0644>

Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Sala Primera) de 19 de diciembre de 2012. Asunto C-68/11, Comisión Europea contra República Italiana. ECLI:EU:C:2012:815. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/?uri=CELEX:62011CJ0068>

Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Sala Primera) de 8 de junio de 2023. Asunto C-50/21, Prestige and Limousine S.L. contra Área Metropolitana de Barcelona y otros. Petición de decisión prejudicial planteada por el Tribunal Superior de Justicia de Cataluña. ECLI:EU:C:2023:448. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:62021CJ0050>

Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Sala Séptima) de 12 de mayo de 2022. Asunto C-573/19, Comisión Europea contra República Italiana. ECLI:EU:C:2022:380. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:62019CJ0573>

Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Sala Sexta) de 22 de diciembre de 2022. Asunto C-125/20, Comisión Europea contra Reino de España. ECLI:EU:C:2022:1025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:62020CJ0125>

Nivel regional

Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Cataluña (Sala de lo Contencioso-Administrativo, Sección Quinta) de 21 de marzo. Resolución 970/2022 (recurso 60/2020). ECLI:ES:TSJCAT:2022:1577. <https://www.poderjudicial.es/search/AN/0p0e0n0C0D0o0c0u0m0e0n0t0/25df652a70bb37a9dbae6b78bc818f0de72d6b2e0fb88e03>



www.institutostrom.org