



Observatorio

del Transporte y la Logística en ESPAÑA

Movilidad Urbana y Metropolitana: Un gran reto de las ciudades del siglo XXI

Enero 2020



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

observatoriotransporte.mitma.es



***El presente informe se ha elaborado en la División de Estudios y Tecnología del Transporte
de la Secretaría General de Transportes y Movilidad,
con la colaboración del equipo técnico de***



RELACIÓN DE CONTENIDOS

Pág.

0	RESUMEN EJECUTIVO	5
1	INTRODUCCIÓN.....	7
2	CONTEXTO ACTUAL Y PREVISTO SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA SOCIEDAD, LA MOVILIDAD Y LAS CIUDADES.....	10
3	LA MOVILIDAD METROPOLITANA COMO SISTEMA.....	15
3.1	Movilidad metropolitana de viajeros	15
3.2	Movilidad metropolitana de mercancías.....	20
3.3	El papel de la Administración General del Estado en el sistema de movilidad.....	23
4	RELEVANCIA DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA	25
4.1	Demanda y distribución modal	25
4.2	Oferta de servicios	33
4.3	Infraestructuras	36
4.4	Variables socioeconómicas del sector empresarial.....	38
4.5	Externalidades.....	41
5	TENDENCIAS, MEDIDAS Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA	46
5.1	Planes de Movilidad Urbana Sostenible y Planes de Transporte al Trabajo.....	48
5.2	Delimitación de Zonas de Bajas Emisiones.....	52
5.3	Distribución Urbana de Mercancías y logística inteligente.....	53
5.4	Tendencias de pago en el transporte público	55
5.5	Plataformas multimodales de servicios de transporte público.....	56
5.6	Transporte urbano con vehículos de cero emisiones	60
5.7	Red de carga de vehículos eléctricos.....	64
5.8	Conducción autónoma en el transporte público.....	67
5.9	Transporte a la demanda en zonas urbanas poco densas	70
6	RETOS DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA EN ESPAÑA.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Competencias de las Autoridades de Transporte Público en España.	17
Tabla 2. Principales características socioeconómicas de las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. Año 2017	27
Tabla 3. Empresas, personas ocupadas, valor de la producción y valor añadido a coste de los factores en el transporte urbano y metropolitano de viajeros en España. 2016-2017	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Población residente en áreas urbanas y rurales (% respecto a la población total), 1950-2050	12
Gráfico 2. Pirámide de población de España (años 2018 y 2033)	14
Gráfico 3. Distribución modal media de los viajes en transporte público de 39 países de la UITP. 2015	25
Gráfico 4. Evolución del número de viajes (millones) realizados en transporte colectivo urbano y metropolitano por modo (2009 – 2018) y distribución modal media de los viajes en transporte urbano y metropolitano (2018)	26
Gráfico 5. Evolución de la relación entre el número de viajes en transporte colectivo y la población residente (2010 - 2018)	27
Gráfico 6. Reparto modal en diferentes áreas metropolitanas españolas y europeas.....	28
Gráfico 7. Reparto modal en transporte público en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas.....	29
Gráfico 8. Relación entre el índice de motorización y % uso vehículo privado en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas.....	30
Gráfico 9. Relación entre la densidad urbana y % uso modos de transporte sostenibles en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas	31
Gráfico 10. Relación entre el PIB per cápita y el % uso del transporte público en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas.....	31
Gráfico 11. Número de viajes en transporte público por habitante y año en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	32
Gráfico 12. Transporte intramunicipal de mercancías (miles de toneladas) realizado por vehículos pesados y su peso relativo en relación con el transporte total (%). 2002-2018	33
Gráfico 13. Oferta de transporte público por habitante (millones de vehículos-km/hab.) por modo en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	34
Gráfico 14. Oferta de servicios de transporte público por habitante (millones de vehículos-km/hab.) en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	35
Gráfico 15. Número de operaciones de transporte intramunicipal de mercancías (miles de operaciones) realizado por vehículos pesados españolas y su peso relativo con relación al transporte total (%). 2006-2018	35
Gráfico 16. Ratio kilómetros de red de transporte público en cada modo por cada 100.000 habitantes en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	36

Gráfico 17. Densidad de red de transporte público por modo por superficie (km red/1.000 km ²) de en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	37
Gráfico 18. Ratio paradas o estaciones de transporte público por modo y por cada 100.000 habitantes en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017	38
Gráfico 19. Número de empresas, personas ocupadas, valor de la producción y valor añadido bruto (millones de €) en el transporte urbano y metropolitano de viajeros en España y en las principales economías de la UE. 2011-2017	39
Gráfico 20. Productividad aparente del trabajo (miles de €) de las empresas de transporte urbano y metropolitano de viajeros en España y principales economías de la UE. 2011-2016	40
Gráfico 21. Tasa de inversión (%) de las empresas de transporte urbano y metropolitano en España y principales economías de la UE. 2011-2017	40
Gráfico 22. Evolución de las emisiones de sustancias acidificantes, precursores del ozono troposférico y material particulado procedentes del transporte urbano por carretera. 2000-2017 (2000=100)	41
Gráfico 23. Emisiones de gases de efecto invernadero (miles de toneladas de CO ₂ equivalente) del transporte por carretera en pauta urbana y total. 2000-2017	42
Gráfico 24. Participación en el número de accidentes con víctimas en carretera por ámbito de la vía. 2005-2017.	43
Gráfico 25. Evolución del número de víctimas mortales en carretera de ámbito urbano (2005-2017) y distribución de las víctimas en función del tipo de vehículo (2017)	43
Gráfico 26. Evolución del índice de letalidad por tipo de usuario. 2017	44
Gráfico 27. Relación entre el número medio de horas anuales en congestión en periodos punta y la población de su área metropolitana. 2018	45
Gráfico 28. Stock de automóviles eléctricos y cargadores de acceso público por país, 2018.	64
Gráfico 29. Evolución de los puntos de carga públicos en la Unión Europea.	65
Gráfico 30. Evolución de las relaciones "vehículos enchufables por cada punto de carga público" y "puntos de carga rápida (=>22 kW) por cada 100 km de autovía" en la Unión Europea.	65
Gráfico 31. Puntos de carga públicos por millón de habitantes y vehículos eléctricos por punto de carga en ciudades con una presencia importante de vehículos eléctricos (diciembre 2017).	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Elementos del sistema de movilidad metropolitana de viajeros	15
Figura 2. Oferta y demanda de servicios de transporte y logística en las ciudades.....	21
Figura 3. Elementos del sistema de movilidad metropolitana de mercancías.....	22
Figura 4. Concepto de movilidad sostenible	46
Figura 5. Visión esquematizada del enfoque A-S-I (Avoid / Shift / Improve)	47
Figura 6. Estado de elaboración de PMUS en municipios españoles con más de 15.000 habitantes (2019)	50
Figura 7. Indicadores del objetivo estratégico 5 de la Agenda Urbana Española.	52
Figura 8. Esquema MaaS	57
Figura 9. Interfaz de la aplicación móvil Whim.....	58
Figura 10. Paquetes tarifarios Whim Helsinki.....	58
Figura 11. Autobuses eléctricos articulados con sistema de recarga en terminal	62
Figura 12. Minibuses 100% eléctricos. Modelos Wolta y Gulliver U520ESP	63
Figura 13. Autobús pilotado de forma automatizada sin conductor en San Sebastián (2016)	69
Figura 14. Minibús que presta el servicio de transporte a la demanda en Barcelona	71
Figura 15. Coyuntura actual de la movilidad urbana y metropolitana	72

0 RESUMEN EJECUTIVO

La **sociedad y las ciudades** están experimentando **profundos cambios y transformaciones** que impactan en la movilidad urbana y metropolitana, como son la toma de conciencia medioambiental de los ciudadanos —en especial de los efectos que el transporte tiene sobre el medio ambiente y su salud—, el aumento de la población de las grandes áreas urbanas y de la extensión de las ciudades, el envejecimiento de la población, la irrupción de relevantes innovaciones tecnológicas, o los nuevos hábitos de consumo —como el comercio electrónico o la economía colaborativa—. Estos cambios se producen, además, en un contexto en el que **las ciudades han de ser protagonistas en la respuesta a los retos globales** de todo tipo, medioambientales, sociales, culturales, alimentarios y de salud, económicos y territoriales.

Todo ello está transformando no solo la movilidad urbana y metropolitana —que ha de adaptarse a este nuevo escenario—, sino también el propio concepto de movilidad. La movilidad urbana y metropolitana se concibe actualmente como un derecho, de modo que su finalidad no es exclusivamente la provisión y regulación de los servicios de transporte público —que también— sino que, además, tiene el objeto de satisfacer las necesidades de desplazamiento de los ciudadanos y de las mercancías en las ciudades, en condiciones de seguridad y bajo el principio de sostenibilidad. En esta concepción de la movilidad urbana y metropolitana, su desarrollo se produce mediante un sistema complejo en el que intervienen multitud de actores. El **ciudadano**, o el **cliente** en el caso de las mercancías, forma parte del núcleo del sistema de la movilidad, mientras que el resto de elementos —**infraestructuras, prestadores y operadores de servicios de movilidad y valor añadido, proveedores de tecnología**, y la **administración pública**— se relacionan entre ellos y tienen funciones orientadas a satisfacer las necesidades de movilidad de ciudadanos y el desplazamiento de las mercancías.

La **administración pública es, sin duda, un actor principal en la movilidad urbana y metropolitana**. Forman parte de ella las administraciones de distinto ámbito geográfico —local, autonómica y estatal— con competencia en materia de transporte y tráfico, pero también otras áreas de la administración que se interrelacionan con las anteriores (urbanismo, medio ambiente, energía, economía, salud, etc.), lo que requiere una intensa labor de coordinación y cooperación. La administración es un actor más relevante en la movilidad de viajeros que en la de mercancías, por su papel como planificador y proveedor de servicios de transporte público. En este campo, destaca la función que llevan a cabo los Ayuntamientos y las Comunidades Autónomas, y en particular las **22 Autoridades de Transporte Público (ATP) que hay en España**, que son entes públicos que coordinan los servicios de transporte público de viajeros en un área metropolitana. Por su parte, la Administración General del Estado (AGE), aun cuando posee limitadas competencias en la movilidad urbana y metropolitana, lleva a cabo también algunas funciones que inciden en este ámbito de la movilidad que se refieren a: planificación y elaboración de estrategias, provisión y explotación de infraestructuras, provisión de servicios de transporte —como las cercanías ferroviarias operadas por Renfe—, regulación, financiación, fiscalidad, colaboración, divulgación, impulso de medidas, etc.

La movilidad urbana y metropolitana garantiza los **desplazamientos cotidianos** de los ciudadanos y permite asimismo satisfacer las **necesidades de abastecimiento de la ciudad**. Y en la movilidad de los ciudadanos, el transporte público es la espina dorsal del sistema de movilidad de las ciudades que, además, supone un elemento de cohesión social. En las ciudades se llevan a cabo el **89% de los viajes totales realizados en España en modos de transporte colectivo**, siendo el 11% restante viajes en ámbito interurbano. En las áreas metropolitanas de Bilbao, Barcelona o Madrid, entre el 20% y 30% de los viajes se llevan a cabo en medios colectivos, mientras que entre un 30% y 40% se efectúan en vehículo privado, y el porcentaje restante (entre un 30% y un 50%) a pie o en bicicleta. Además, el **autobús es el modo de transporte colectivo predominante en términos generales**, aunque en determinadas áreas metropolitanas, como Bilbao, Barcelona o Madrid, son los viajes en modos ferroviarios los más numerosos. En España, son las mayores áreas metropolitanas —como Madrid o Barcelona— las que proporcionan una mayor oferta de transporte por habitante (en vehículos-km por habitante), y estas cifras son superiores también a las de la mayoría de las áreas europeas que se han estudiado en este informe. Sin embargo, las áreas metropolitanas españolas de menor tamaño cuentan con una

oferta de transporte por habitante menor que otras ciudades europeas analizadas. Por su parte, la dotación de redes de transporte (en kilómetros por habitante) de las ciudades españolas es, en general, comparable con la de otras ciudades europeas, aunque con algunas diferencias: en las ciudades españolas los valores de dotación de infraestructuras son superiores en redes de metro y autobús, pero inferiores en lo que respecta al tranvía o metro ligero. En cuanto al ferrocarril suburbano, con la excepción de Berlín que destaca especialmente por su alta densidad de red, el resto de las áreas metropolitanas españolas y europeas que se han estudiado presentan valores comparables entre sí.

Por otro lado, la movilidad urbana y metropolitana genera también una serie de **externalidades negativas**. Uno de los costes externos más importantes causados por el transporte en las ciudades es la contaminación atmosférica. A pesar de que desde comienzos del milenio se ha producido una considerable disminución de las emisiones contaminantes producidas por el transporte, debido principalmente a la mejora tecnológica de motores y combustibles, las principales ciudades españolas siguen teniendo problemas de **calidad del aire**. En ellas, se produce una mayor concentración de contaminantes en el aire, lo que afecta negativamente a la salud de sus habitantes. Además, la movilidad que se desarrolla en las ciudades también emite **gases de efecto invernadero (GEI)**, que representan el 8% del total de las emisiones nacionales de GEI y que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático, y origina otras externalidades como **accidentes de tráfico, congestión y ruido**.

En la transformación que se está produciendo en la movilidad urbana y metropolitana, derivada de la necesidad de dar respuesta a los diferentes retos y cambios antes mencionados, se pueden identificar diferentes **tendencias**. Una de ellas es el cambio en las políticas de movilidad, con un **enfoque orientado a la demanda**, y en el que se coloca al ciudadano y al beneficio social en el centro. Una segunda tendencia es la **propagación del enfoque A-S-I (Avoid-Shift-Improve)** que busca reducir la necesidad de viajar, disminuir las distancias de viaje, aumentar la proporción de los modos de transporte más sostenibles y mejorar la eficiencia energética de los vehículos. Asimismo, estas políticas van acompañadas de una serie de buenas prácticas. Algunas de las que han resultado exitosas y que podrían ser replicables en otros contextos son los planes de movilidad urbana sostenible y los planes de transporte al trabajo, la delimitación de zonas de bajas emisiones, las relativas a la distribución urbana de mercancías y la logística inteligente, las nuevas fórmulas de pago en el transporte público, el desarrollo de plataformas multimodales de servicios de transporte público, la movilidad con vehículos de transporte urbano de cero emisiones, el despliegue de la red de carga de vehículos eléctricos, la introducción de conducción autónoma en el transporte público, o la implementación del transporte a la demanda en zonas poco densas.

Y de cara a un futuro próximo, se identifica que en el ámbito de la movilidad urbana y metropolitana será necesario contar con una mayor agilidad en la regulación de servicios y negocios debidos al desarrollo tecnológico, dar respuesta a los nuevos patrones de movilidad que están surgiendo, tomar medidas adicionales dirigidas a atajar el problema de la emergencia ambiental y climática, e **intensificar la colaboración entre los diferentes actores** del sistema de la movilidad para ofrecer alternativas y soluciones óptimas a las necesidades de movilidad de los ciudadanos y de las mercancías.

1 INTRODUCCIÓN

El **transporte** es una actividad fundamental para el desarrollo de la economía. Además de garantizar la movilidad de las personas, resulta imprescindible para el aprovisionamiento y la distribución de mercancías, la exportación de bienes y el desarrollo de la industria del turismo. El sistema de transporte está, por tanto, **muy ligado a la competitividad y productividad** de sectores importantes de la economía, además de constituir un elemento de **cohesión social y territorial**.

En el **ámbito metropolitano**, la movilidad entendida como el conjunto de desplazamientos de personas y mercancías que se producen en su entorno, garantiza los **desplazamientos cotidianos** de los ciudadanos – tanto los obligados para acudir diariamente a sus puestos de trabajo o centros de estudio, como los desplazamientos por otros motivos– y permite satisfacer las **necesidades de abastecimiento de la ciudad** y también, parcialmente, **el transporte de los bienes producidos dentro de la ciudad hacia el exterior**. Ambos tipos de movilidad, de los ciudadanos y de las mercancías, se producen en las ciudades y deben convivir con el resto de las funciones urbanas.

Asimismo, la movilidad urbana y metropolitana es especialmente relevante en el desarrollo de las ciudades y en la calidad de vida de los ciudadanos, posibilitando el crecimiento y la creación de empleo¹. **Constituye un elemento esencial de cohesión e inserción social**, de modo que las políticas están cada vez más orientadas a ofrecer el **acceso a soluciones de movilidad de forma equitativa** y con independencia de las circunstancias socioeconómicas, de edad, género o discapacidad. Y es precisamente el **sistema de transporte de las ciudades** el instrumento sobre el que reside y se articula esta movilidad.

La movilidad en las ciudades ha ido evolucionando en paralelo al desarrollo de las **grandes áreas metropolitanas**, basadas en un núcleo central y una órbita de ciudades satélites con múltiples relaciones de dependencia con la urbe principal. Este fenómeno de dispersión, que continúa produciéndose en la actualidad en numerosas ciudades españolas, unido al aumento de la población urbana, es posiblemente uno de los factores que más influye en el **aumento de la movilidad metropolitana y en un mayor uso del vehículo privado** frente a otras soluciones más eficientes y sostenibles. De hecho, las previsiones a nivel global² señalan que **la demanda de transporte urbano de pasajeros crecerá intensamente en los próximos años** (un 60-70% para 2050) y que este aumento de demanda será más relevante en el caso de la movilidad motorizada (un aumento del 94% entre 2015 y 2050).

La actividad del transporte produce, no obstante, una serie de **impactos negativos o externalidades**: emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, ruido, accidentes, congestión, etc. que **repercuten fundamentalmente y de forma negativa en la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, la economía, y el clima del planeta**. Las áreas metropolitanas y, principalmente, los centros urbanos son polos de generación de actividad y, por tanto, de movilidad, de manera que los impactos negativos asociados al transporte se concentran en ellos.

Las actividades que se desarrollan en las ciudades –industria, tráfico rodado, calefacciones, etc.– generan **gases contaminantes y gases de efecto invernadero**. Muchas ciudades presentan altas concentraciones de contaminantes en el aire que se derivan –en gran medida pero no exclusivamente– del tráfico rodado, como son las partículas (PM) y los óxidos de nitrógeno (NOx), y ello a pesar de la mejora de los combustibles, la evolución de los estándares de emisión de los vehículos y el uso de tecnologías más limpias de la última década. Esta concentración de gases contaminantes en las ciudades tiene como consecuencia el empeoramiento de la calidad del aire en estos entornos –es decir, su efecto es local–, lo que afecta negativamente a la salud de sus habitantes.

¹ The future of cities: Opportunities, challenges and the way forward. European Commission, Joint Research Centre (2019)

² International Transport Forum (2017), ITF Transport Outlook 2017, OECD Publishing, Paris.

Asimismo, la quema de combustibles fósiles que se produce con el uso de vehículos con motores de combustión genera también emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), fundamentalmente dióxido de carbono (CO₂). La actividad del transporte —considerando todos los modos y todos los ámbitos: urbano, interurbano y rural— es una de las que más contribuye a las emisiones de GEI, junto con la industria y la agricultura, pues supone el 26,1% del total de las emisiones de GEI en España. Y la movilidad en las áreas metropolitanas españolas genera **una tercera parte de estas emisiones del transporte**³. A diferencia de las emisiones de los gases contaminantes mencionadas en el párrafo anterior —de efecto local—, el efecto de las emisiones de GEI se produce a largo plazo y a escala global, de manera que contribuyen al calentamiento de la atmósfera y al cambio climático.

La contaminación acústica es otro de los impactos del transporte que se acentúa en las ciudades, siendo el tráfico rodado la fuente de ruido más extendida (el 80% del ruido en las ciudades proviene del tráfico rodado⁴), seguida por el tráfico aéreo y ferroviario.

Por otro lado, la llegada de las **nuevas tecnologías y la digitalización** ha supuesto una transformación radical del transporte y la movilidad. No sólo está siendo esencial para la mejora de la seguridad y de la eficiencia del transporte, sino que está favoreciendo la aparición de nuevos servicios de movilidad que están cambiando la forma en la que los ciudadanos y las mercancías se mueven. Muchas de estas nuevas tecnologías y sistemas pueden contribuir además a la **descarbonización del transporte**. Igualmente, la tecnología también ha sido fundamental para la aparición del comercio electrónico, que ha modificado los hábitos de consumo de los ciudadanos y está transformando la distribución urbana de mercancías. Si bien, esta transformación también plantea nuevos retos.

Cabe reconocer que el proceso de globalización actual ha sido posible, en gran medida, por la utilización de modernos modos de transporte unidos a sofisticados sistemas telemáticos. La aparición de la micrologística, clave en el e-commerce y asociada a todo un conjunto de posibles alternativas (los modernos drones, la utilización no convencional de modos de transporte público como el metro o el tranvía, los túneles subterráneos, etc.) están teniendo ya, y tendrán en el futuro, un mayor impacto aún sobre las ciudades.

En definitiva, en estos últimos años el transporte y la movilidad están siendo protagonistas de **transformaciones disruptivas** sin precedentes, con dos vectores de cambio principales: la **descarbonización del transporte** en el marco del objetivo general de descarbonización de la economía a largo plazo (2050), y la **introducción de nuevas tecnologías y la digitalización de la movilidad**. Esta situación se une, en las áreas metropolitanas, al **fenómeno de expansión y de concentración y crecimiento de actividad** que se está produciendo a nivel global en las grandes urbes, y a las **nuevas pautas de movilidad** que se están generando en este ámbito.

En este contexto de transformación, la movilidad en las áreas metropolitanas supone un auténtico desafío, a la vez que tiene un papel crucial para lograr ciudades más sostenibles. En el marco de **Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible** aprobada por las Naciones Unidas, se incluye el transporte como parte de los objetivos esenciales de desarrollo, y concretamente, el indicador ODS⁵ 11.2 establece de aquí a 2030, el objetivo de “proporcionar acceso a sistemas de **transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles** para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad”.

En resumen, la movilidad urbana y metropolitana está siendo testigo —y lo será aún más en el futuro— de profundos cambios y transformaciones. Y, en este escenario, para poder satisfacer las necesidades de

³ Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

⁴ Estudio “Ruido y Salud” elaborado por DKV, GAES y ECODES (2012)

⁵ ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

movilidad en las ciudades, están surgiendo **nuevos planteamientos que tratan de adaptar los enfoques del pasado a este nuevo paradigma**. Por este motivo, este año se ha decidido desarrollar este informe monográfico del OTLE sobre esta temática, que se ha estructurado de la siguiente manera:

- El capítulo 2 presenta el **contexto actual** y previsto sobre la evolución de la sociedad, la movilidad y las ciudades.
- En el capítulo 3 se describe la **movilidad metropolitana como un sistema** cuya finalidad es satisfacer las necesidades de movilidad de ciudadanos y posibilitar el desplazamiento de las mercancías.
- En el capítulo 4 se profundiza sobre **la relevancia que tiene la movilidad urbana y metropolitana** en nuestro país desde las perspectivas económica y social, a partir del análisis de datos de infraestructuras, servicios, demanda, externalidades, etc.
- En el capítulo 5 se incluyen las **principales tendencias** de la movilidad urbana y metropolitana, y se identifican una serie de buenas prácticas.
- Por último, el capítulo 6 destaca, a modo de resumen, los **elementos** que conforman el panorama actual de la movilidad metropolitana en España, así como los **retos** que se derivan del mismo.

Como es habitual en los distintos informes monográficos que se han elaborado en el OTLE, el objetivo de este informe no consiste en plantear una descripción técnica detallada de los distintos temas propuestos. El propósito principal es poder ofrecer al lector una visión general de la movilidad metropolitana en nuestro país, la importancia que ésta ha adquirido en los últimos años, y las principales tendencias que se vislumbran a futuro.

No puede completarse esta introducción sin agradecer, desde la Secretaría General de Transportes y Movilidad y el equipo de la División de Estudios y Tecnología del Transporte del Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, la colaboración de la Autoridad del Transporte Metropolitano de Barcelona, la Autoridad del Transporte Metropolitano de Valencia, la Autoridad Territorial del Transporte de Gipuzkoa, el Consorcio de Transporte Metropolitano Área de Granada, el Consorcio de Transporte Metropolitano Área de Málaga, el Consorcio de Transporte Metropolitano Área de Sevilla, el Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza, la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona y otras Autoridades de Transporte Público, así como la participación de diferentes centros directivos del propio Ministerio, quienes han aportado contenidos, ideas y sugerencias al documento.

2 CONTEXTO ACTUAL Y PREVISTO SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA SOCIEDAD, LA MOVILIDAD Y LAS CIUDADES

En los últimos años la sociedad ha experimentado importantes transformaciones. La toma de conciencia medioambiental, la irrupción de relevantes innovaciones tecnológicas, el crecimiento demográfico en las áreas urbanas, el envejecimiento de la población o los nuevos hábitos de consumo son cambios relativamente recientes que están modificando no sólo las ciudades en sí mismas sino también el propio concepto de la movilidad.

A continuación se exponen de manera más detallada estas transformaciones sociales y se ponen en relación con las ciudades y la movilidad que en ellas se desarrolla.

La concienciación medioambiental y la orientación de las políticas en materia de movilidad

La preocupación por los **problemas medioambientales, y en particular por el cambio climático** surgió hace décadas, pero es ahora cuando hay un mayor grado de concienciación medioambiental y cuando los efectos del cambio climático se están tornando más notables. Los acuerdos de París en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 2015 o la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible han establecido, a nivel mundial, las líneas a seguir para tratar de reducir sus riesgos e impactos, líneas en las que el transporte y la movilidad tienen un peso significativo. Y es que el transporte es responsable del 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) emitidas en la Unión Europea⁶. La Unión Europea ha fijado como objetivo para 2030 una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 40% con respecto a 1990⁷, y la Comisión Europea –como parte del **European Green Deal**⁸– persigue aumentar este objetivo al menos al 50% y hasta el 55% de forma responsable. El objetivo estratégico europeo en materia de clima, que se recoge en la Comunicación de la Comisión “Un planeta limpio para todos”⁹ y sobre el que se fundamenta el citado Pacto Verde Europeo (*European Green Deal*), es lograr la neutralidad climática en 2050.

En España, el transporte supone el 26% de las emisiones GEI (88,9 ktCO₂-eq), y el transporte por carretera contribuye en mayor medida a estas emisiones (93% de las emisiones GEI del transporte; 82,7 ktCO₂-eq). Con el objetivo de disminuir las emisiones de GEI provenientes del transporte, el borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevé **para el año 2030 una reducción de las emisiones de GEI del transporte del 34%** respecto a los valores actuales¹⁰, y la declaración del Gobierno ante la emergencia climática ambiental incluye el objetivo de alcanzar la **neutralidad climática a más tardar en 2050**, sobre la base de un parque de turismos y de vehículos comerciales con emisiones de 0 gCO₂/km, un sistema eléctrico 100% renovable, y un sistema agrario neutro en CO₂ equivalente¹¹.

Pero además de la concienciación que tiene una gran parte de la sociedad por el efecto que los gases de efecto invernadero tienen sobre el fenómeno –de carácter global– del cambio climático, los habitantes de las

⁶ Según datos de Eurostat a 14 de noviembre de 2019. Se refiere a emisiones de GEI (dióxido de carbono, metano y óxido nítrico) ponderadas con el potencial de calentamiento global a 100 años (4º Informe de Evaluación del IPCC). Las emisiones de transporte no incluyen el transporte aéreo internacional, en tanto que las emisiones totales no incluyen las emisiones de las actividades de “Uso del suelo, cambios de uso del suelo y silvicultura” (LULUCF) ni los ítems pro-memoria.

⁷ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

⁸ The European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf

⁹ Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>

¹⁰ Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, de 20 de enero de 2020. https://www.miteco.gob.es/images/es/pniec_2021-2030_borradoractualizado_tcm30-506491.pdf

¹¹ Acuerdo del Consejo de Ministros por la que se aprueba la declaración del Gobierno ante la emergencia climática y ambiental. https://www.miteco.gob.es/es/prensa/declaracionemergenciaclimatica_tcm30-506551.pdf

ciudades están preocupados por la mala calidad del aire producida por otros contaminantes atmosféricos – cuyo efecto es local– que se generan en el ámbito metropolitano y en gran medida por la actividad del transporte, ya que dicha contaminación tiene consecuencias directas sobre su salud. Según ATUC (Asociación de transportes públicos urbanos y metropolitanos), **el tráfico rodado es la causa del 50% de las emisiones contaminantes en las ciudades españolas**¹². Por otro lado, la Agencia Europea de Medio Ambiente¹³ estima que en España la contaminación atmosférica provocó en el año 2016 unas 33.300 muertes prematuras (24.100 muertes por partículas finas, 7.700 por dióxido de nitrógeno y 1.500 por ozono).

Las administraciones públicas de diferentes ámbitos –europea, nacional, autonómica y local– **han venido promoviendo distintas políticas para reducir la contaminación atmosférica producida por el tráfico rodado**. Algunos ejemplos de estas políticas, **fundamentalmente basadas en incentivos y regulaciones de diferentes tipos**, son las regulaciones relativas a los límites de emisión de los vehículos nuevos, las medidas fiscales, las ayudas para la renovación de las flotas, las ayudas para la compra de vehículos de bajas emisiones, la financiación de planes de movilidad al trabajo, o el establecimiento de zonas de bajas emisiones en las ciudades.

En este sentido, en muchas ciudades del mundo y en algunas ciudades españolas se han establecido **zonas de bajas emisiones**, que suponen restricciones de circulación para los vehículos más antiguos impulsados por motores de combustión, y que fomentan el uso de vehículos y modos de transporte más limpios.

Todas estas medidas contribuirán a transformar la movilidad del futuro en las ciudades, donde el impacto de las emisiones contaminantes en la calidad del aire y en la salud de los ciudadanos es particularmente notable, y donde **la población urbana está creciendo de forma exponencial**.

El fenómeno de concentración de la población en las ciudades y el crecimiento demográfico

Según los datos de Naciones Unidas¹⁴, en la actualidad el 55% de la población mundial (4.235 millones de personas) reside en áreas urbanas, con la previsión de que el 68% de la población mundial vivirá en zonas urbanas en el año 2050. Y a esta predicción se unen las perspectivas de crecimiento demográfico que estiman que para ese mismo año la población mundial habrá aumentado un 30%. Ello supone que de aquí a 2050 cerca de 2.500 millones de personas más vivirán dentro de los núcleos urbanos, donde se triplicarán, o incluso cuadruplicarán, los desplazamientos. En el gráfico 1 se muestra la evolución histórica de la población residente en las áreas urbanas y rurales en cada continente, y su previsión a futuro, y donde se observa que en Europa el 74% de la población reside actualmente en áreas urbanas, y con la previsión de que supere el 80% en el año 2050.

En España, la población urbana supone un 82% del total, y se concentra en una extensión que ocupa el 20,5% de la superficie total del país¹⁵. Entre 1981 y 2017 la población española creció en casi 9 millones de habitantes, pasando de 37,6 a 46,5 millones habitantes (+24%)¹⁶. En este periodo, **uno de los protagonistas claros de la transformación del sistema de poblamiento español han sido las grandes áreas urbanas de más de 50.000 habitantes**, que han aumentado su población en casi 7,8 millones de habitantes, pasando de 24,4 a 32,2 millones (+32%). Este crecimiento concentra casi el 80% del conjunto del aumento poblacional de España durante el período, y ha sido por tanto el principal receptor territorial del aumento demográfico.

¹² Comunicado oficial de ATUC. El transporte público urge a disminuir los vehículos en marcha. Año 2018 https://www.atuc.es/sites/default/files/comunicados/el_transporte_publico_urge_a_disminuir_los_vehiculos_en_marcha.pdf

¹³ Air quality in Europe. EEA (2018) <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>

¹⁴ <https://www.un.org>

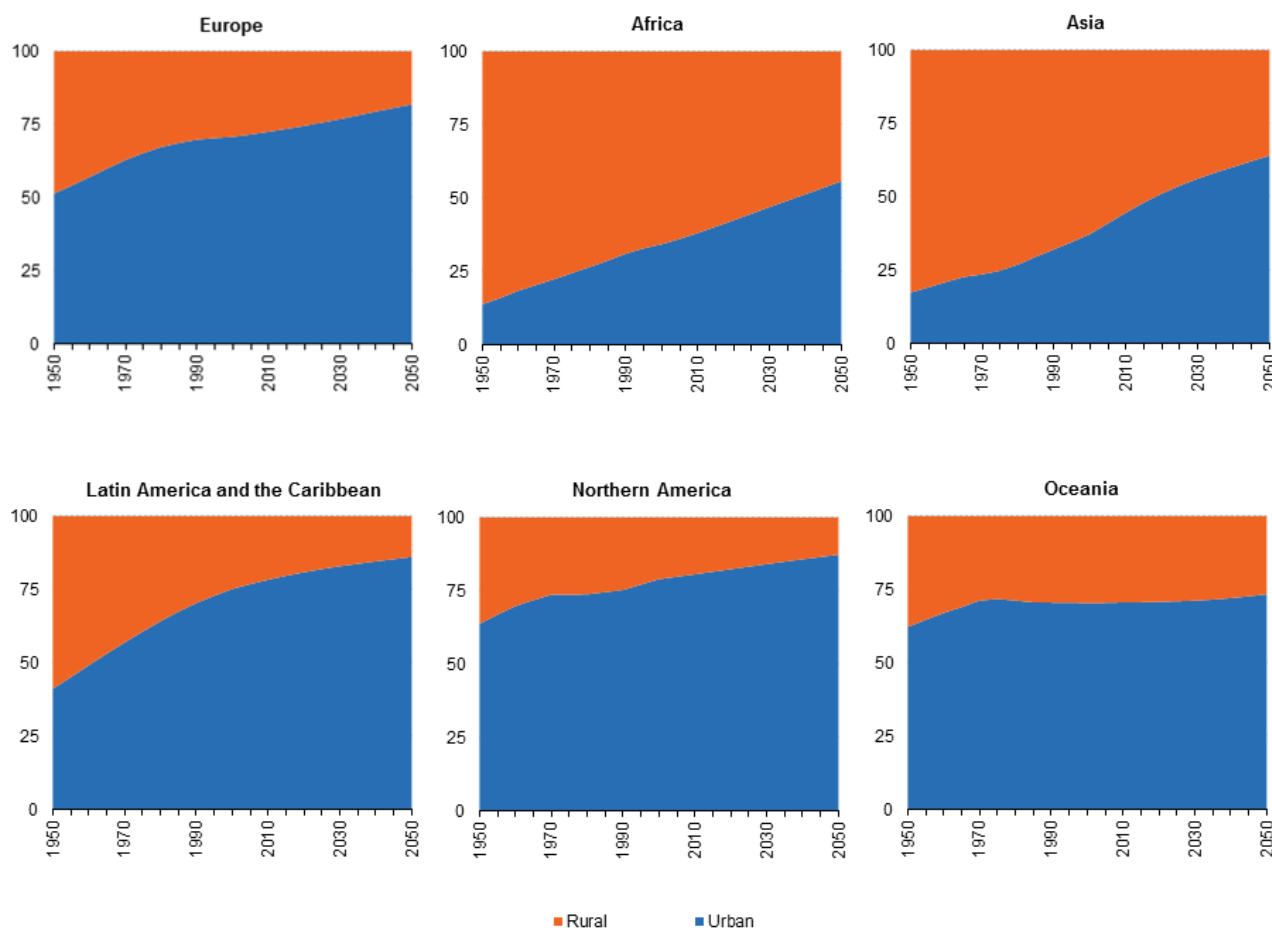
¹⁵ Ministerio de Fomento (2018). AREAS URBANAS EN ESPAÑA 2018. 40 años de las ciudades españolas. DG de Arquitectura, Vivienda y Suelo; SG de Suelo, Información y Evaluación. <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BAW058>

¹⁶ Estadística de Población residente en España. Instituto Nacional de Estadística.

Asimismo, el aumento del volumen de población en España también se ha traducido en el **fortalecimiento del sistema de pequeños y medianos núcleos urbanos** –de entre 10.000 y 50.000 habitantes–, de manera que el número de municipios de este tamaño ha aumentado de 447 a 605 municipios durante el citado periodo.

Conviene señalar que este rápido crecimiento demográfico en las ciudades se produce actualmente –y se ha venido produciendo en el pasado– en paralelo a un proceso de generación y crecimiento de las áreas metropolitanas compuestas por un núcleo central y una órbita de ciudades satélites, con alta densidad de población y con relaciones radiales de diversa índole (empleo, comercio, ocio, cultura, educación...) con la urbe principal. Esta **expansión urbana** se inició gracias a la popularización del uso del vehículo privado, que supuso desplazamientos más rápidos y, en consecuencia, posibilitó la deslocalización de la residencia y de las empresas. Esta expansión trajo consigo un sistema de transporte basado en el desarrollo de infraestructuras viarias que posibilitasen el **uso del vehículo privado**, junto a la aparición de **modos de transporte masivos** como el ferrocarril o el tranvía.

Gráfico 1. Población residente en áreas urbanas y rurales (% respecto a la población total), 1950-2050



Fuente: Perspectivas de urbanización mundial. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2014)

El acceso al transporte como elemento de cohesión social

Por otro lado, el **transporte supone un elemento de cohesión social** y cada vez más las políticas públicas se orientan a garantizar un acceso de la ciudadanía a la movilidad en condiciones de igualdad, con el objetivo de que no haya diferencias en este acceso en función de las condiciones socioeconómicas, la edad, el género o la discapacidad. Pese a ello, según la encuesta de presupuestos familiares (EPF) del INE, los hogares con menor nivel de renta dedican un menor porcentaje de sus gastos al transporte. Así, con datos de 2018, los hogares con ingresos netos mensuales inferiores a 1.000 € dedican un 7,7% de sus gastos al transporte, mientras

que los hogares con ingresos por encima de los 2.000 € mensuales gastan un 13,7% del total. Estos resultados pueden estar relacionados con una menor accesibilidad al transporte de los hogares con menos recursos, que se materializaría en un menor acceso a las actividades cotidianas y a las oportunidades que ofrece la ciudad. En cuestiones de género, también la EPF para el año 2018 muestra que las mujeres dedican menos presupuesto al transporte; sin embargo, la parte de presupuesto que destinan al transporte público es mayor que en el caso de los hombres, que dedican una mayor cantidad a la adquisición y uso del vehículo privado.

Las nuevas tecnologías al servicio del transporte y la movilidad

Otro de los factores que más están contribuyendo a la transformación de la movilidad es la **irrupción de la tecnología**. Los avances tecnológicos están revolucionando todos y cada uno de los elementos que componen el sistema, desde los vehículos, que son cada vez más automatizados y conectados, hasta las infraestructuras y los propios modelos de negocio, con la proliferación de los **servicios de movilidad compartida** basados en el uso de aplicaciones móviles (car-sharing, moto-sharing, car-pooling, patinetes eléctricos y bicicletas) o la generalización del uso de los VTC (vehículos de turismo con conductor) en muchas ciudades. Por otro lado, el Big Data, el Internet de las cosas y la inteligencia artificial están permitiendo informar en tiempo real de muchos aspectos relacionados con la actividad del transporte, tanto de personas como de mercancías, lo que resulta especialmente útil no solo para optimizar la gestión del tráfico, sino también para mejorar la seguridad en la conducción, para obtener una planificación de rutas mucho más eficiente y efectiva y, en consecuencia, más sostenible, o para reducir los costes de operación de operadores tanto públicos como privados, entre otros muchos aspectos.

Otra de las consecuencias de los avances tecnológicos en el transporte es la **aparición de nuevos actores**, lo que enriquece el ecosistema de la movilidad y las posibles soluciones a las diferentes necesidades de los ciudadanos, pero que a la vez puede conllevar algunos nuevos retos. A modo de ejemplo, pueden derivarse nuevas necesidades de regulación por parte de la administración, de manera que la entrada de estos nuevos actores permita una coexistencia en una ciudad sostenible.

En algunas actividades del transporte y la logística han surgido **intermediarios 2.0** que suelen ofrecer mayores posibilidades de elección y que reducen, en general, los costes del servicio a los usuarios, a la vez que digitalizan los procesos. En la actualidad, el uso de aparcamientos públicos o el reparto de paquetería son ejemplos muy extendidos de este tipo de plataformas.

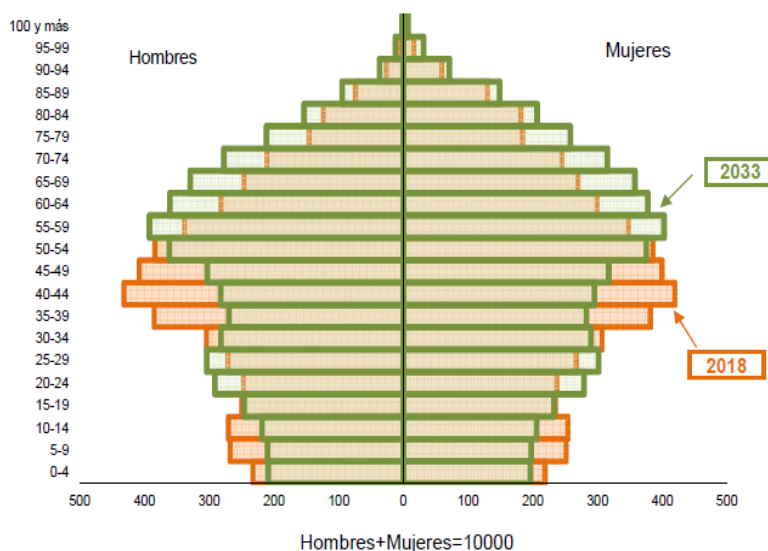
Los nuevos hábitos de consumo y el envejecimiento de la población

A su vez, la irrupción de la tecnología también ha permitido el crecimiento del **comercio electrónico**, que está impactando radicalmente en los **hábitos de consumo** y está suponiendo una auténtica revolución en la distribución urbana de mercancías. Los servicios con entregas casi inmediatas suponen un reto para las cadenas de distribución, y obligan a replantear las estrategias actuales de reparto para evitar que el comercio digital derive en problemas para las ciudades en términos de congestión, contaminación, etc.

Los cambios en los hábitos de consumo no son la única transformación remarcable de nuestra sociedad desde el punto de vista de la movilidad. El aumento de la esperanza de vida y el **envejecimiento de la población** es otro factor determinante. De hecho, en 2018 y por primera vez en la historia, las personas de 65 años o más superaron en número a los niños menores de cinco años en todo el mundo. Según Naciones Unidas¹⁷, en 2050 una de cada seis personas tendrá más de 65 años (16%), cuando en la actualidad es una de cada 11 (9%). En el caso concreto de Europa se estima que en 2050 el 25% de la población podría tener 65 años o más. En España, el 19,2% de la población tenía en 2018 una edad de 65 años o más, siendo la edad media de la población de 43,1 años, 10 años superior a la edad media de la población en el año 1978. Y según las previsiones del INE, para 2033 un cuarto de la población española será mayor de 65 años.

¹⁷ Informe "Perspectivas de la población mundial 2019", Naciones Unidas.

Gráfico 2. Pirámide de población de España (años 2018 y 2033)



Fuente: Proyecciones de Población 2018. INE (2018)

Por lo que respecta a la movilidad de las personas de mayor edad, se trata de un colectivo que en general utiliza poco el coche propio y, consecuentemente, tiene una mayor disposición a caminar y a utilizar el transporte público. Sin embargo, por lo general, suelen ser personas menos familiarizadas con las nuevas tecnologías, lo que plantea un reto importante de cara a diseñar una movilidad futura que se adapte a sus necesidades y capacidades.

En el lado opuesto se encuentran las generaciones más jóvenes, en general muy familiarizadas con la tecnología y con un alto grado de concienciación medioambiental. A la vez, cuentan generalmente con salarios más bajos y una mayor inestabilidad en el empleo que las mismas generaciones de décadas anteriores. Son generaciones que cada vez más optan por el **consumo colaborativo** basado en el acceso a bienes o servicios de uso compartido. Se trata de un modelo de consumo que prima el uso frente a la propiedad, y que ya ha revolucionado algunos sectores, como por ejemplo el del turismo. Las plataformas digitales en las que se basa el consumo colaborativo permiten la interacción entre los prestadores y consumidores de una determinada actividad y, por lo general, cuentan con un sistema de evaluación de usuarios que proporciona la confianza necesaria para llevar a cabo tal actividad.

En el caso del transporte, un ejemplo representativo de economía colaborativa son las plataformas que ofrecen servicios de *car-pooling*. Estos cambios de comportamiento en los consumidores se aprecian asimismo en la provisión de vehículos, desde las fórmulas de *leasing* para disponer de un vehículo sin costes de adquisición ni mantenimiento, hasta los servicios de *car-sharing* comentados anteriormente.

3 LA MOVILIDAD METROPOLITANA COMO SISTEMA

En el ámbito de la movilidad metropolitana confluyen multitud de actores cuyo fin último es satisfacer las necesidades de movilidad de los ciudadanos y las generadas por las mercancías destinadas a abastecer a la ciudad o los bienes que se producen dentro de ellas.

Desde esta perspectiva, en este capítulo se analiza la movilidad metropolitana concebida como un sistema, con **múltiples actores, componentes o elementos** —algunos de los cuales se relacionan entre sí— y en el que el usuario y sus necesidades de movilidad constituyen el centro del sistema. Además, cabe señalar que no se trata de un sistema independiente, sino que además **se interrelaciona con otros ámbitos de la movilidad** que pueden confluir en las ciudades, como es la movilidad interurbana.

3.1 Movilidad metropolitana de viajeros

El sistema de movilidad metropolitana de viajeros tiene como **protagonista al ciudadano**, y el resto de los elementos tienen funciones orientadas a satisfacer sus necesidades de movilidad. Este sistema incluye los siguientes elementos:

Figura 1. Elementos del sistema de movilidad metropolitana de viajeros



Fuente: elaboración propia del OTLE

- **Administración Pública:** La movilidad es un fenómeno muy complejo que está relacionado con diferentes ámbitos de la Administración (transporte, tráfico, urbanismo, medio ambiente, energía, economía, salud, etc.) y, en el ámbito metropolitano, afecta a varios niveles administrativos (administración local, autonómica, nacional y europeo).

Los municipios son competentes en la planificación urbanística, es decir, en la forma en la que se ordena, se transforma, se desenvuelven todas las actividades y crece la propia ciudad. Asimismo llevan a cabo la planificación, ordenación, gestión, inspección y sanción de los servicios urbanos de transporte público de

viajeros que se lleven a cabo íntegramente dentro de sus términos municipales, además de otra serie de competencias en materia de movilidad.

En el ámbito de la movilidad metropolitana, que engloba a diferentes municipios que se relacionan con la ciudad central, también juegan un papel relevante las **comunidades autónomas**, pues éstas son competentes para planificar, gestionar y ordenar el transporte y la movilidad entre municipios de diferentes provincias dentro de una misma comunidad autónoma.

Si bien, los municipios integrados en el área metropolitana pueden ceder competencias en materia de transporte urbano a una **Autoridad de Transporte Público**¹⁸ (ATP). Esta es una entidad que coordina los medios de transporte colectivos existentes en un área metropolitana, lo que permite una planificación conjunta de los servicios y una definición coordinada de los programas de explotación de los distintos medios de transporte, así como una integración tarifaria de los diferentes servicios de transporte público.

En Europa, la primera ATP en crearse fue la STIF (Syndicat des Transports d'Île-de-France) en la región metropolitana de París (1959), aunque la mayoría se crearon a partir de 1980. En España no existía ningún marco de referencia institucional de las ATP, por lo que su desarrollo fue fruto de la necesidad de coordinación de la movilidad metropolitana¹⁹. En un primer momento las ATP se concibieron como estructuras organizativas que pretendían la mejora funcional del sistema de transporte público metropolitano y que surgieron a partir de acuerdos entre diferentes administraciones. La primera ATP en constituirse en España fue el Consorcio de Transportes de Bizkaia, en 1975, seguido por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, en 1985, y la Autoridad de Transporte Metropolitano de Barcelona, en 1997. A partir de entonces, comenzaron a crearse numerosos consorcios o ATP en las principales áreas metropolitanas españolas hasta llegar a un total de 22 ATP a día de hoy.

Tanto la naturaleza de estas ATP en España, como las funciones que tienen atribuidas, son bastante diferentes entre unas y otras. Así, la mayoría se constituyen como entidades públicas con personalidad jurídica propia, en forma de consorcio interadministrativo (ej.: Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Consorcios de Transporte Andaluces, las Autoridades Territoriales de la Movilidad -ATM-catalanas, etc.), aunque también hay entidades locales supramunicipales (Mancomunidad de la Comarca de Pamplona).

La Tabla 1 resume las principales competencias asignadas a algunas ATP españolas en sus ámbitos territoriales. Hay otros aspectos de la movilidad urbana que en general se quedan fuera del alcance de las ATP y es el Ayuntamiento el responsable de su regulación y ordenación. Es el caso de la ordenación del tráfico²⁰, los peatones, las bicicletas, el taxi, los servicios de movilidad compartida (*car-sharing*, *moto-sharing*, *bike-sharing*) o los nuevos vehículos de movilidad personal (VMP). Si bien, en lo relativo al *bike-sharing*, cabe señalar que algunas ATP —como por ejemplo el Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Málaga— integran en su tarjeta de transportes este servicio. En el caso de los VMP, la DGT (Dirección General de Tráfico) ha publicado en diciembre de 2019 la Instrucción 2019/S-149 TV-108 con el objetivo de establecer criterios clarificadores para los usuarios, los ayuntamientos y los agentes de la autoridad hasta que se publique la regulación formal que lo recoja y que actualmente está en trámite.

¹⁸ ATP es la denominación genérica que se establece en Europa para este tipo de organizaciones metropolitanas. En España, la mayoría de las ATP españolas participan en el Observatorio de la Movilidad Metropolitana (OMM). A nivel europeo, la Asociación Europea de Autoridades del Transporte Metropolitano (EMTA) aglutina las principales ATP de grandes aglomeraciones urbanas.

¹⁹ Informe del Observatorio de la movilidad metropolitana (OMM-2005). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid 2007.

²⁰ Ley RBRL Art 25.2. b) Ordenación del tráfico de vehículos y personas en las vías urbanas.

Tabla 1. Competencias de las Autoridades de Transporte Público en España.

	Planificación de infraestructuras para el TP de viajeros	Planificación y coordinación de los servicios de TP de viajeros	Coordinación con otras entidades	Acuerdos y/o contratos-programa con los operadores de transporte	Creación Marco tarifario común	Publicidad, información y relaciones con usuarios	Evaluación de las políticas de movilidad urbana	Promoción de la imagen común del sistema de TP	PMUS ²¹ municipios consorciados	Taxi
Consortio Regional de Transportes de Madrid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Plan Estratégico de Movilidad Sostenible de la C. de Madrid	✓		
ATM Barcelona ²²	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Elaboración de planes directores de movilidad	✓	Emisión de informes sobre PMUS	
Autoridad del Transporte Metropolitano de Valencia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Plan metropolitano de movilidad			
Consortio de Transporte Metropolitano Área de Sevilla ²³	✓ (solo autobús metropolitano)	✓ (solo autobús metropolitano)	✓	✓	✓	✓	Plan de Transporte Metropolitano	✓		
Consortio de Transportes de Bizkaia	✓ (solo metro)	✓	✓		✓	✓				
Consortio de Transportes de Asturias	✓	✓		✓	✓	✓				
Autoridad Única del Transporte de Gran Canaria	✓	✓		✓	✓	✓				
Consortio de Transportes de Mallorca	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Consortio de Transportes del Área de Zaragoza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aprobar el PMS del área de Zaragoza	✓	Promoción a la elaboración de PMUS	
Autoridad Territorial del Transporte de Gipuzkoa		✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Mancomunidad de la Comarca de Pamplona	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PMUS de la Comarca de Pamplona	✓		✓

Fuente: elaboración propia del OTLE con información de las ATP correspondientes

²¹ PMUS: Plan de movilidad urbana sostenible.

²² El ATM Camp de Tarragona, ATM del Área de Lleida y ATM Girona tienen competencias similares.

²³ Los Consorcios de Transporte metropolitano de las áreas de Sevilla, Bahía de Cádiz, Granada, Málaga, Campo de Gibraltar, Almería, Jaén, Córdoba y Costa de Huelva forman parte de la Red de Consorcios de Transporte de Andalucía, que funcionan en red, a fin de optimizar su gestión y la prestación de los servicios de transporte metropolitano en sus respectivas áreas, y tienen las mismas competencias.

En el ámbito de la seguridad vial y de la regulación de la circulación de los diferentes vehículos, las competencias recaen sobre la Dirección General de Tráfico (DGT) del Ministerio del Interior.

La **Administración General del Estado**, además de estas responsabilidades propias de la DGT, lleva a cabo también algunas políticas relacionadas con el transporte urbano y metropolitano. En el caso de las grandes áreas metropolitanas con servicios ferroviarios de Cercanías operados por Renfe, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana es el responsable de su planificación, existiendo una coordinación con las ATP correspondientes para una adecuada organización de los servicios y una integración adecuada de sus tarifas. En el epígrafe 3.3 se analiza en mayor detalle el papel de la Administración General del Estado en el ámbito de la movilidad urbana y metropolitana.

- Otro elemento importante es el **usuario del coche particular (o moto)**. Estos vehículos tienen una importancia fundamental en las ciudades por el espacio que ocupan —que suelen superar el 50% en las grandes ciudades como Madrid y Barcelona²⁴—, por el hecho de que además el 97% del tiempo están estacionados²⁵, por el uso que se hace de ellos y por los impactos negativos que su uso produce.
- Las **infraestructuras urbanas** (viario, líneas ferroviarias, intercambiadores, aparcamientos, estaciones, aceras, carriles bicis, etc.) posibilitan la utilización de los distintos modos y medios de transporte.

También formarían parte de este sistema las **infraestructuras** de transporte de competencia estatal, que satisfacen funciones y servicios de transporte con gran influencia en la movilidad urbana y metropolitana, como es el caso de las grandes estaciones ferroviarias²⁶, los puertos y los aeropuertos. La conexión con estas infraestructuras en las ciudades resulta de gran importancia e interés.

- **Empresas prestadoras de los servicios de transporte de viajeros (operadores de transporte)**. Se encargan de explotar los diferentes servicios de transporte planificados por la administración. Según la naturaleza de las empresas operadoras, se pueden distinguir operadores públicos, cuando actúan bajo gestión directa (ej.: EMT Madrid, TMB, EMT Málaga, TUSSEM, etc.), y operadores privados, cuando explotan el servicio de transporte en régimen de concesión (ej.: Autobús urbano de Zaragoza, operadores interurbanos integrados en el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, etc.).

Además del transporte colectivo, se encuentran los servicios públicos de transporte de viajeros en vehículos de turismo, en taxis y mediante el arrendamiento de vehículos con conductor (VTC), que son servicios puerta a puerta. Las competencias de regulación y otorgamiento de licencias de taxi son de las Comunidades Autónomas y Entes Locales, mientras que las licencias VTC son de titularidad estatal, ostentando las administraciones autonómicas competencias de gestión sobre la materia, por delegación del Estado. Cabe citar el caso de Pamplona, donde la gestión del servicio de taxi es supramunicipal y recae sobre la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

No obstante, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 91 de la LOTT, las licencias VTC únicamente habilitan para realizar transporte interurbano de viajeros, si bien existe un período transitorio para que hasta el 30 de septiembre de 2022 permitan realizar transporte urbano, plazo que puede ser ampliado hasta dos años más, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto-ley 13/2018, de 28 de

²⁴ Según "Normas Urbanísticas Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997" (revisado en diciembre de 2019) y "Normes Urbanístiques del Pla General Metropolità de Barcelona- Títol IV. Reglamentació detallada del sòl urbà - Capítol 3r. Règim dels usos - Secció 4a. Disposicions sobre estacionaments i aparcaments".

²⁵ Informe "Cuentas Ecológicas del Transporte". Ecologistas en Acción. 2014.

²⁶ A modo de ejemplo, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana está presente en el Consejo de Administración del Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM), lo que permite la integración tarifaria en la tarjeta de transporte público, y la coordinación de los distintos modos de transporte en los grandes intercambiadores (Atocha, Chamartín, etc.).

septiembre, 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.

- **Proveedores de servicios de movilidad.** En los últimos años, los avances tecnológicos unidos a los cambios en los hábitos de consumo, han provocado una revolución en la movilidad urbana y han permitido la aparición de nuevos servicios de movilidad. Entre estos, se encuentran los servicios de vehículo compartido sin base fija (*free-floating*), en los que el usuario alquila el vehículo, desde su smartphone, durante cortos períodos de tiempo, habitualmente por minutos u horas, y lo toma y lo deja en el propio viario. Son servicios muy atractivos para aquellos clientes que quieren hacer uso ocasional de un vehículo, ya que no tienen necesidad de adquirirlo en propiedad. Dentro de estos servicios destacan los servicios de coche compartido (*car-sharing*) por su uso mayoritario, seguido por los servicios de moto y bici compartida (*moto-sharing*, *bike-sharing*) y, en el último lugar, los patinetes compartidos. Los actores que pertenecen a este grupo de nuevos servicios de movilidad son principalmente las empresas proveedoras de los servicios (Sharenow -antiguo Car2go-, Emov, Zity, Wible, Whislife, Muving, eCooltra, loscoot, Movo, Acciona, Eskay, Voi, Scoot, Bolt, Circ, Jump Uber, etc.). La regulación de estos nuevos servicios de movilidad compartida es municipal y, por tanto, su presencia es muy diferente según las ciudades. Así, dentro de España, Madrid es la ciudad que presenta una mayor oferta de estos servicios. Sin embargo, Barcelona o Valencia no disponen a la fecha de elaboración de este informe de una regulación relativa al *car-sharing*. Barcelona cuenta, desde julio de 2019, con el decreto que regula la normativa de otorgamiento de licencias de motos eléctricas y bicicletas de uso compartido. El *moto-sharing* se encuentra presente en más ciudades: además de Madrid, hay servicios de *moto-sharing* en Barcelona, Valencia, Sevilla, Málaga, Zaragoza, Córdoba y Cádiz. Sin embargo, los patinetes compartidos solo se encuentran desplegados en Madrid, Málaga, Sevilla y Zaragoza.
- En todo este ecosistema de servicios de transporte y movilidad no pueden faltar los **proveedores de tecnología**, entre los que se encuentran los integradores de la tecnología, los desarrolladores de planificadores de transporte y los comercializadores de servicios. Son los encargados de integrar los servicios de movilidad en una plataforma para que el usuario final pueda planificar su viaje, o los encargados de poner en contacto al cliente con el operador del servicio de movilidad. A veces, pueden surgir iniciativas público-privadas para establecer ciertas sinergias. Es el caso, por ejemplo, de la empresa Moovit y la EMT de Madrid (operador público de autobús urbano), quienes han creado un acuerdo para que el operador utilice el Big Data de Moovit para ofrecer a los pasajeros una oferta de transporte público más eficiente.

Por último, merece la pena resaltar el concepto de **Mobility as a Service – MaaS** (movilidad como servicio) del que se viene hablando ya desde hace unos años. En España se encuentra en desarrollo, y ya está implantado en varias ciudades europeas (Helsinki, Amberes o West Midlands, con la plataforma Whim) o a nivel nacional (Dinamarca, con la app MinRejseplan). El concepto de MaaS consiste en la adquisición de servicios de movilidad a través de una plataforma que integra información en tiempo real sobre diferentes servicios de movilidad (públicos y privados), con un sistema de reserva, y un método de pago único para todos los servicios que se utilice. Según la UITP (Asociación Internacional del Transporte Público)²⁷ MaaS es la integración y el acceso a diferentes servicios de transporte (transporte público, coches compartidos, bicicletas compartidas, motos compartidas, taxis, etc.) en una única oferta de movilidad digital, con la movilidad activa y un sistema de transporte público eficiente como base. La principal ventaja de MaaS es su flexibilidad, ya que ofrece soluciones puerta a puerta combinando diferentes modos de transporte; y es esta flexibilidad la que puede resultar atractiva para atraer a los usuarios fieles del coche particular.

El número y heterogeneidad de actores implicados, unido a pautas de movilidad cada vez más complejas, el aumento de redes de transporte multimodales e intermodales y una rápida evolución de la demanda requieren

²⁷ Report "Mobility as a Service". UITP – International Association of Public Transport, April 2019.

una planificación flexible que permita adaptar la oferta y una actuación y gestión coordinada en los ámbitos urbano y metropolitano.

3.2 Movilidad metropolitana de mercancías

En el ámbito metropolitano confluyen las necesidades de movilidad derivadas del abastecimiento de bienes a la propia ciudad con las relativas al transporte de los bienes producidos en la propia ciudad y destinados a su consumo fuera de ella. Este último cobra cierta relevancia en las ciudades más industrializadas. Por esta razón, este epígrafe del documento se centra en la **distribución urbana de mercancías (DUM)**, por su importancia, su previsible crecimiento, los retos a los que se enfrenta, y los cambios que se están produciendo derivados de los nuevos hábitos de consumo.

La distribución urbana de mercancías, o de última milla, cubre el tramo entre el último lugar de almacenaje de un producto (centro de distribución) y el punto de entrega al consumidor final o al comercio minorista, y es uno de los elementos esenciales en la actividad socioeconómica de cualquier ciudad. Al mismo tiempo, ha de convivir y compartir el viario público con los vehículos destinados al transporte de viajeros y, dado su volumen, afecta de manera relevante al tráfico y a la circulación en la ciudad.

Esta distribución urbana de mercancías suele realizarse desde las **plataformas logísticas o centros de transporte** hasta los puntos de consumo final. Estas infraestructuras suelen ubicarse en puntos estratégicos, generalmente en las coronas o anillos metropolitanos de las ciudades, dado que se busca contar con una accesibilidad óptima que les permita ganar competitividad en términos de eficiencia y costes. Esto provoca que habitualmente este tipo de plataformas o centros se ubiquen próximos a vías de alta capacidad (autopistas y autovías) y en caso de plataformas multimodales también a líneas ferroviarias, puertos o aeropuertos.

En estas plataformas logísticas es donde se realizan las tradicionales funciones de transferencia modal, incrementándose los procesos de ruptura de carga, para su distribución en menores cantidades a los puntos de entrega final. Asimismo, en estos nodos es donde suelen realizarse diversas operaciones de valor añadido (embalajes, etiquetajes, empaquetamiento, etc.) que complementan las propias funciones de intercambio modal y almacenaje. En consecuencia, estas plataformas o centros cuentan con instalaciones muy diversas especializadas propias del transporte de mercancías (terminales intermodales, almacenes de stock y *cross-docking*, etc.) así como otro tipo de servicios auxiliares o complementarios a la propia actividad del transporte (aparcamientos de camiones, oficinas de transportistas y operadores logísticos, servicios de restauración, etc.).

En consecuencia, una vez que la mercancía se encuentra lista para ser expedida en estas plataformas o centros de transporte es cuando tiene lugar la distribución hasta los puntos de consumo final. Este transporte urbano de mercancías se puede llevar a cabo por medio de agentes **proveedores de servicios de transporte y logística** (es decir, por cuenta ajena), o por cuenta propia ("transporte privado"). La principal demanda urbana de servicios de transporte de mercancías y logística proviene de los establecimientos comerciales (entre los cuales sobresale el sector de hostelería y gastronomía, que requiere aprovisionamiento diario), los establecimientos empresariales industriales y los domicilios particulares.

Figura 2. Oferta y demanda de servicios de transporte y logística en las ciudades



Fuente: elaboración propia del OTLE adaptado de "Distribución urbana de mercancías: Estrategias con centros logísticos. Banco Interamericano de Desarrollo (2013)."

En los últimos años, los nuevos hábitos de consumo derivados del **comercio electrónico** han supuesto un crecimiento importante de la actividad económica, en general, y del reparto de mercancías en particular, ya que cualquier usuario se convierte en destino potencial para la distribución urbana de mercancías. Según el VI Estudio Anual de eCommerce en España, un 71% de los internautas españoles entre 16 y 65 años –20,3 millones de personas– adquiere productos online, porcentaje además que continúa creciendo cada año. Ello ha generado un aumento considerable en el número de desplazamientos realizados por los vehículos de distribución de mercancías, lo que a su vez ha conllevado un incremento del tráfico y, por tanto, de la congestión. Esta situación podría acentuarse en los próximos años ante las estimaciones previstas de crecimiento del comercio electrónico. Según estimaciones de AECOC, actualmente el 38% de los recorridos que realizan los vehículos en las ciudades se deben al transporte de mercancías, y se espera que en los próximos años dicho porcentaje crezca a un ritmo de un 8% anual²⁸.

Además de la previsión de aumento del número de destinatarios y de las entregas, se identifican otra serie de retos derivados de la DUM asociada al comercio electrónico, como es la posible menor eficiencia del transporte por un descenso del tamaño de los artículos y por entregas fallidas (el consumidor no está en su domicilio), o el aumento del número de desplazamientos cuando las empresas realizan entregas parciales sin necesidad de esperar al envío completo de los artículos del pedido.

Las principales externalidades negativas que genera la distribución urbana de mercancías son comunes a las generadas por la movilidad de viajeros: contaminación atmosférica y emisiones de gases de efecto invernadero, ruido, congestión, accidentes de tráfico y ocupación del espacio viario.

El sistema de movilidad de mercancías en las ciudades también está formado por diferentes actores. En el centro del sistema se encuentran los clientes, **demandantes de servicios de transporte y logística**, como son los establecimientos comerciales (sector *horeca* –hoteles, restaurantes y cafeterías–; distribuidor comercial en cadenas de tiendas; comercio tradicional; centros de trabajo, etc.), establecimientos empresariales industriales, y domicilios particulares (comercio electrónico minorista)²⁹. Otro elemento fundamental son las **administraciones públicas**, tanto locales como regionales y nacionales, que son las encargadas de hacer políticas municipales, regulaciones urbanas, planes de transporte urbano, incentivos, sensibilización, difusión y promoción, regulación de vehículos, etc., además de tener el liderazgo para conseguir la integración y consenso entre los actores implicados para que la DUM se desarrolle de manera positiva. A modo de ejemplo, en la

²⁸ Intervención del director de la cadena de suministro de la Asociación de Empresas de Fabricantes y Distribuidores (AECOC) en el 9º Congreso de Supply Chain. <https://www.transporte3.com/noticia/14612/asi-impactara-el-comercio-electronico-en-el-transporte-de-mercancias>

²⁹ Banco Interamericano de Desarrollo (2013). Distribución urbana de mercancías: Estrategias con centros logísticos. Antón, J. P.

región metropolitana de Barcelona se cuenta desde el año 2016 con la Mesa del sector logístico, ente en el que se agrupa el sector público y el sector privado, y que cuenta con un grupo específico dedicado a la DUM. Además de las administraciones públicas, se encuentran las **infraestructuras** de transporte, y las de carga y descarga o centros de distribución de mercancías. La localización de unos y otros, así como la optimización de rutas, influye en las distancias y los tiempos de entrega.

En el lado de la oferta, se encuentran los agentes **proveedores de servicios de transporte y logística**, como son los operadores logísticos, PEC (paquetería, express, correo), medios propios del fabricante, medios propios de un distribuidor comercial, los minoristas para su aprovisionamiento —que producen sus propios servicios de transporte y logística—, así como los proveedores de servicios de movilidad compartida para el transporte de mercancías. Por último, y al igual que ocurre en sistema de movilidad de viajeros, se incorporan los **proveedores de tecnología**: integradores de la tecnología, desarrolladores de planificadores de transporte y comercializadores de servicios. En este caso, se encargan de integrar los servicios de movilidad de mercancías en una plataforma para que el cliente pueda obtener su mercancía, o los encargados de poner en contacto al cliente con los operadores logísticos.

Figura 3. Elementos del sistema de movilidad metropolitana de mercancías



Fuente: elaboración propia del OTLE

Ambos sistemas, el de movilidad de viajeros y el de movilidad de mercancías, deben convivir en las ciudades y áreas metropolitanas, compartiendo viario y espacio público.

En apartados posteriores se describirán, de forma resumida, algunas iniciativas desarrolladas para mejorar la DUM.

3.3 El papel de la Administración General del Estado en el sistema de movilidad

La movilidad es un fenómeno muy complejo que está relacionado con diferentes áreas de la administración (transporte, tráfico, urbanismo, medio ambiente, energía, economía, salud, etc.) y que, en el ámbito metropolitano, afecta además a varios niveles administrativos (administración local, autonómica y nacional).

En las secciones precedentes ya se ha expuesto que las administraciones más implicadas en la movilidad urbana y metropolitana son la regional y la local, y que la Administración General del Estado (AGE) posee limitadas competencias. Sin embargo, el papel que ejerce la AGE resulta fundamental en diferentes campos:

- **Planificación:** mediante la elaboración de estrategias que orienten las políticas urbanas y metropolitanas, como la **Agenda Urbana Española** (2019), que establece acciones prioritarias que influyen en el sistema de movilidad urbana y metropolitana; o el **Plan Nacional de Territorios Inteligentes** (2017), para impulsar la aplicación de las tecnologías al funcionamiento de las ciudades y, especialmente, de las zonas rurales para mejorar la eficiencia y el desarrollo económico, social y ambiental de la ciudadanía.
- **Provisión y explotación de determinadas infraestructuras de transporte** que, formando parte de redes ferroviarias o viarias de interés general, o de puertos de ámbito estatal, dan servicio asimismo a desplazamientos metropolitanos. En este sentido, cabe destacar el papel del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en la red ferroviaria de **cercanías**.
- **Impulso de medidas de gestión de la demanda en accesos viarios de grandes ciudades**, que forman parte de la red de carreteras del Estado. Es el caso de la calzada BUS/VAO de la autovía A6 a la entrada/salida de Madrid que está reservada para la circulación de autobuses y vehículos de alta ocupación (2 o más ocupantes).
- **Financiación:** mediante la creación de programas que ayuden a financiar el desarrollo de planes de movilidad, o los programas destinados a la financiación de vehículos y pautas de movilidad menos contaminantes. Algunos ejemplos son el Programa de ayudas para actuaciones de cambio modal y uso más eficiente de los modos de transporte del IDAE³⁰, cuyo objetivo es favorecer un cambio en la movilidad de las personas y mercancías hacia modos más eficientes, así como hacer un mejor uso de los modos de transporte, reduciendo el consumo de energía final y las emisiones de CO₂ en el transporte. Este programa subvenciona los planes de transporte sostenible al centro de trabajo, la gestión de flotas de transporte de mercancías y viajeros por carretera y los cursos de conducción eficiente para conductores de vehículos industriales. Además, está el Programa de Incentivos a la Movilidad Eficiente y Sostenible (MOVES), también del IDAE, dirigido a incentivar la compra de vehículos propulsados con energías alternativas, instalar infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, el desarrollo de incentivos para implantar sistemas de préstamos de bicicletas eléctricas y la implantación de medidas recogidas en planes de transporte a los centros de trabajo.

También resultan determinantes las **compensaciones para la prestación de los servicios ferroviarios sujetos a Obligación de Servicio Público (OSP)**, que son Cercanías, Media Distancia, Ancho Métrico y AVANT. En el ámbito de competencia estatal dan servicio a más de 319 millones de viajeros al año en los trenes de cercanías de la red ferroviaria estatal, más 116 millones de viajeros en la red de Cataluña. En el último contrato firmado entre la Administración General del Estado y RENFE, el importe total de las compensaciones previstas en el período 2018-2027 asciende a 9.693,8 millones de euros.

- **Regulación:** en el ámbito de la seguridad vial, la regulación de tráfico y circulación de los diferentes vehículos, en legislación básica sobre protección del medioambiente, o en legislación básica en materia de suelo.

³⁰ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), entidad pública empresarial adscrita al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

- **Fiscalidad:** la Administración General del Estado posee competencias en materia fiscal y, en particular, en impuestos en el ámbito del transporte, como es por ejemplo el impuesto sobre hidrocarburos.
- **Gobernanza:** mediante la colaboración interadministrativa –en un marco de respeto a las competencias de cada administración–, y colaboración también con el sector privado y la sociedad civil, con el objetivo de alinear las actuaciones para garantizar su coherencia y compatibilidad.
- **Difusión e intercambio de información y conocimiento:** el papel de la AGE incluye la gestión y provisión de datos de movilidad, como también la difusión e intercambio de buenas prácticas que puedan ser replicables en otros ámbitos territoriales (principalmente locales). En lo referido a la difusión e intercambio de buenas prácticas, tanto las plataformas web en las que se contiene toda la información que pudiera ser relevante, como la creación y publicación expresa de “Guías” de orientación, son vías que ya están puestas en marcha por parte de la Administración General del Estado. Cabe mencionar la plataforma Web de movilidad sostenible³¹ y la Guía para implantar planes de transporte al trabajo (PTT) que proporciona IDAE y que ha llevada a cabo con la colaboración de CONAMA. La finalidad es facilitar a las empresas la implantación de estos PTT y conseguir el triple objetivo de “informar, concienciar y prestar recursos útiles a los usuarios –ciudadanos, empresas, instituciones– “para aplicar criterios de sostenibilidad a la movilidad de las ciudades y a la movilidad relacionada con los desplazamientos al puesto de trabajo. Otra actividad de concienciación y difusión de buenas prácticas en la que la AGE participa, a través del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, es la Semana Europea de la Movilidad. Esta iniciativa fomenta la participación de todos los sectores sociales, desde los ayuntamientos, a través de la implementación de medidas permanentes y organización de actividades durante la Semana, hasta organizaciones sociales, instituciones y empresas, a través de la realización de buenas prácticas, dando así a los sectores públicos y privados un papel protagonista y de responsabilidad compartida en la concienciación ciudadana para cambiar los hábitos de movilidad.

En cuanto al papel de la Administración en la gestión de los datos de movilidad, se centra en el establecimiento de estándares que normalicen esos datos y el desarrollo normativo necesario. En este proceso de disponer de datos fiables, de calidad y en tiempo real, la Administración, además, puede actuar como impulsor y facilitador. Es el caso del **Punto de Acceso Nacional de información sobre servicios de viajes multimodales en España**, actualmente en desarrollo, en el que el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana actúa como facilitador de datos de los diferentes modos de transporte a nivel nacional, regional y local en un repositorio único de datos abiertos de transporte.

³¹ <https://www.movilidad-idaes.es>

4 RELEVANCIA DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA

La movilidad urbana y metropolitana constituye un aspecto clave en el desarrollo socioeconómico de las ciudades. Influye de manera directa en su competitividad, empleo, desarrollo demográfico, etc. y es uno de los ámbitos que concentra grandes esfuerzos a la hora de afrontar los retos asociados a la protección del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático.

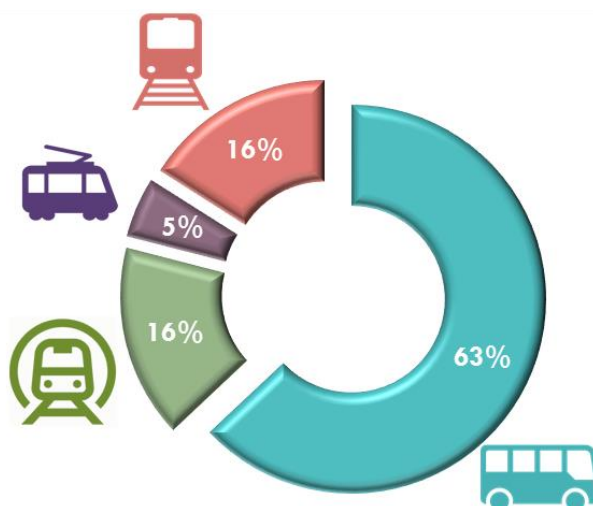
En línea con lo anterior, en este capítulo se aborda la importancia de la movilidad urbana y metropolitana aportando una serie de cifras e indicadores sobre los siguientes aspectos:

- **Demanda y distribución modal**, en función de las distintas perspectivas de la movilidad que se analicen (viajeros o mercancías).
- **Oferta de servicios** de transporte urbano y metropolitano, tanto de viajeros como de mercancías.
- **Infraestructuras** de transporte, analizando las asociadas con el transporte público.
- **Variables socioeconómicas** relacionadas con el sector del transporte urbano y metropolitano.
- **Externalidades** asociadas a este tipo de movilidad.

4.1 Demanda y distribución modal

A la hora de analizar la movilidad urbana y metropolitana de viajeros hay que resaltar la especial relevancia que tiene el transporte público en la movilidad de los ciudadanos. En particular, de acuerdo con los datos de la UITP (Union Internationale des Transports Publics), en 2015 se realizaron más de **245 mil millones de viajes en transporte público en los 39 países³² que se analizaron**. Los países analizados representaban aproximadamente la mitad de la población mundial en 2015. La distribución modal de los viajes en transporte público para los 39 países estudiados se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico 3. Distribución modal media de los viajes en transporte público de 39 países de la UITP. 2015



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la UITP

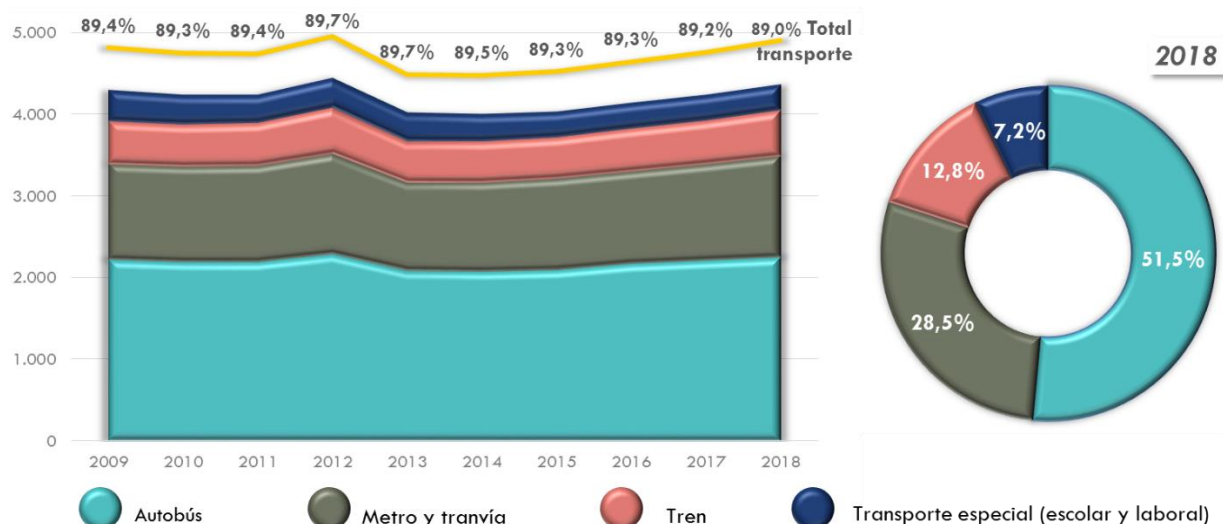
Por su parte, si se pone el foco en el **ámbito nacional**, el número total de viajes en transporte colectivo urbano y metropolitano en 2018 supera los **4.300 millones de viajeros³³**, lo que representa el 89% de los viajes

³² El estudio analizó 39 países de distintas regiones dentro de los que se incluían 27 países europeos, Estados Unidos y Canadá en América del Norte, Brasil en América del Sur, Ucrania y Rusia en la región euroasiática, China, Singapur, Corea del Sur y Japón en Asia, Australia y Nueva Zelanda en Oceanía además de Turquía.

³³ Según datos de la Estadística de Transporte de Viajeros. INE

totales realizados en territorio nacional en modos de transporte colectivo. Si se analiza la participación de los distintos modos, se observa que el autobús sigue siendo el predominante, con cifras próximas al 60%³⁴, mientras que los modos ferroviarios (metro, metro ligero, tranvía y tren de cercanías) representan el 40% restante, tal y como se muestra en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Evolución del número de viajes (millones) realizados en transporte colectivo urbano y metropolitano por modo (2009 – 2018) y distribución modal media de los viajes en transporte urbano y metropolitano (2018)



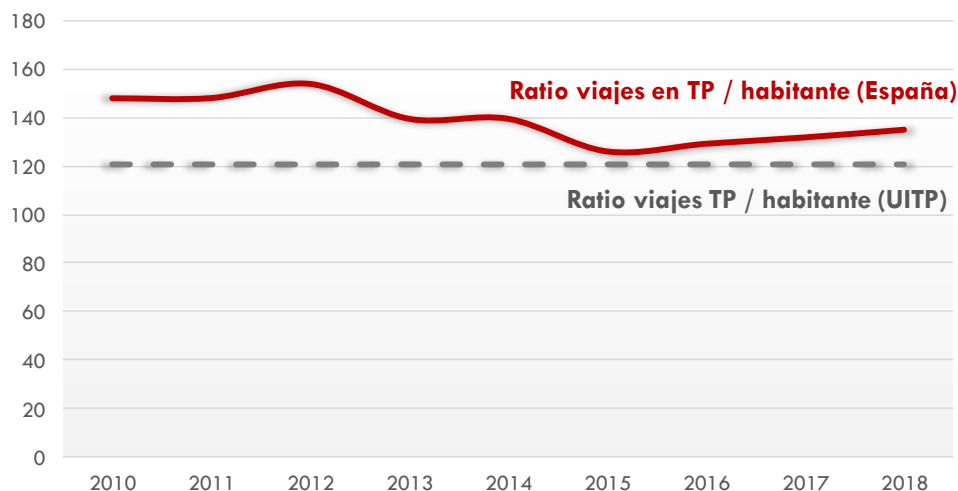
Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Estadística de Transporte de Viajeros. INE

Si se comparan los resultados del reparto modal obtenidos en España con la media de los países analizados por la UITP se observan valores similares, si bien en nuestro país los modos ferroviarios cuentan con una mayor participación. En particular, si se detrae del análisis anterior el transporte especial, se observa que en España más del 44% de los viajes urbanos y metropolitanos en transporte público en 2018 se llevaron a cabo en modos ferroviarios, frente al 37% en los 39 países analizados en el estudio de la UITP.

De otra parte, en términos de viajes anuales en transporte público por habitante en las áreas metropolitanas (movilidad en transporte público per cápita), se observan cifras similares a las obtenidas en el ámbito internacional (121 viajes por habitante y año), aunque algo superiores para algunos años en el caso español, como se expone en el Gráfico 5. También se observa cómo desde 2012 esta ratio disminuye de manera significativa hasta 2015, cuando vuelve a crecer, pero sin llegar a los valores de 2012.

³⁴ Se han considerado dentro del autobús el transporte especial (tanto el escolar como el laboral).

Gráfico 5. Evolución de la relación entre el número de viajes en transporte colectivo y la población residente (2010 - 2018)



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Estadística de Transporte de Viajeros y de la población en Áreas Urbanas Funcionales. INE

A continuación, se presentan los principales datos de algunas áreas metropolitanas españolas y europeas sobre población, densidad de población, PIB per cápita e índice de motorización con objeto de poder contextualizar los análisis comparativos que se llevan a cabo más adelante.

Tabla 2. Principales características socioeconómicas de las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. Año 2017

Área Metropolitana	Población (habitantes)	Densidad urbana de población (hab./km ²)	PIB per cápita (Euros/hab.)	Índice de motorización (coches/1.000 hab.)
Madrid ³⁵	6.507.184	7.068	32.857	530
Barcelona	3.247.281	24.935	28.862	402
Valencia	1.798.608	5.878	21.714	406
Sevilla	1.484.365	6.610	19.011	463
Bilbao ³⁵	1.148.302	4.707	30.378	439
Málaga	1.025.267	13.707	17.456	472
Zaragoza	772.999	270	26.414	535
París	12.246.200	4.489	55.227	420
Londres	8.826.939	8.471	52.059	299
Berlín	6.117.535	1.778	33.632	331
Ámsterdam	1.528.535	1.896	35.500	424
Helsinki	1.250.001	3.041	58.840	517

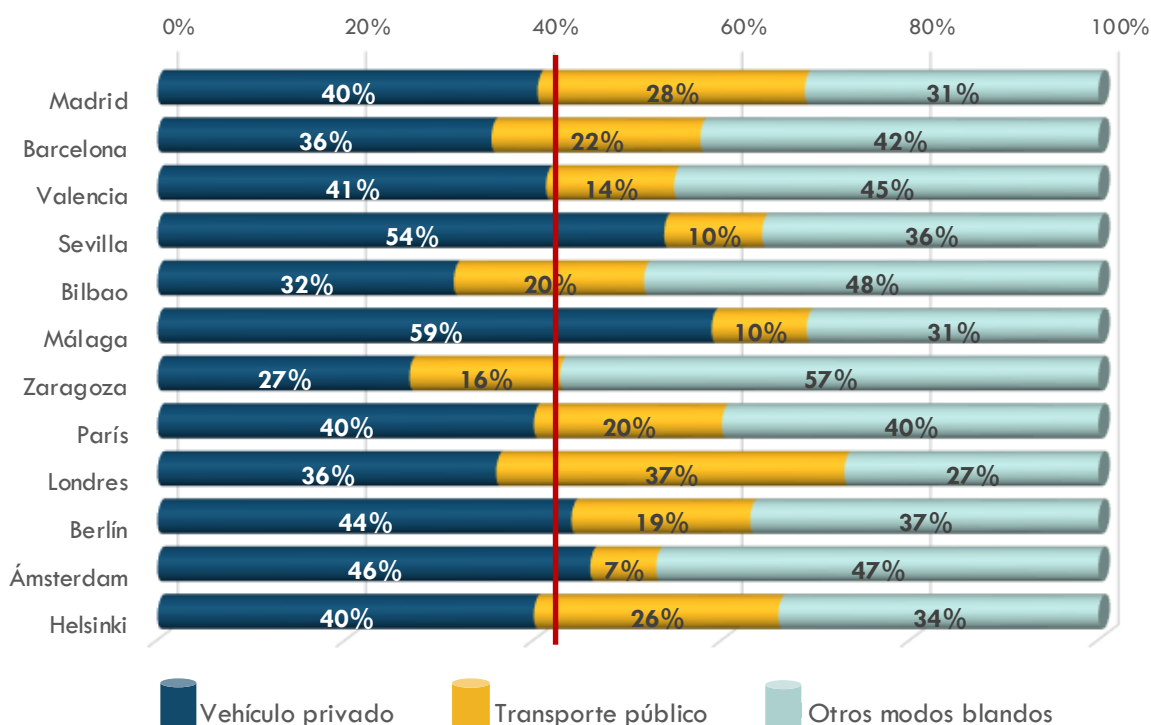
Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

En el siguiente gráfico se presenta una **comparativa del reparto modal por todos los motivos** en cada una de las áreas metropolitanas analizadas³⁶.

³⁵ A efectos de este informe, el área metropolitana de Madrid se corresponde con la provincia de Madrid, y el área metropolitana de Bilbao se corresponde con la provincia de Bizkaia.

³⁶ Los datos se obtienen de encuestas de movilidad realizadas en distintas fechas y con metodologías diferentes.

Gráfico 6. Reparto modal en diferentes áreas metropolitanas españolas y europeas



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Si se compara el **reparto modal de las principales áreas metropolitanas de nuestro país** (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao, Málaga y Zaragoza) y **las principales zonas metropolitanas europeas** (París, Londres, Berlín, Ámsterdam y Helsinki), pueden extraerse las siguientes conclusiones:

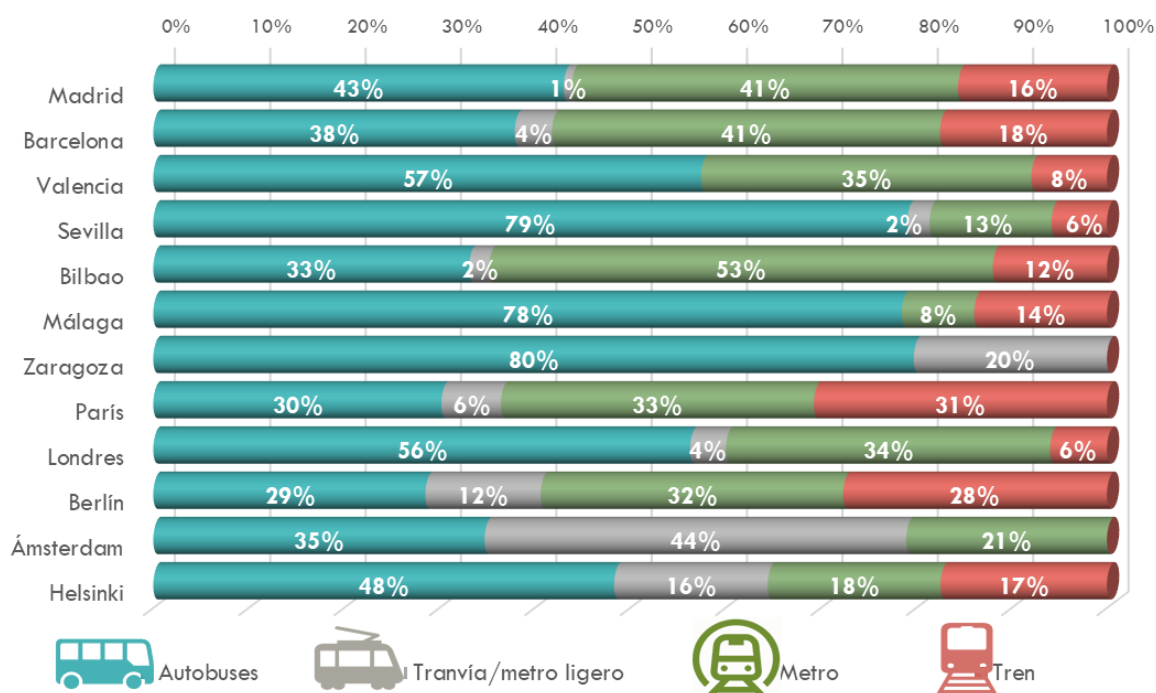
- La contribución del vehículo privado es similar, en valores medios, en las áreas metropolitanas consideradas. No obstante, las variaciones de la contribución del vehículo privado en la movilidad urbana y metropolitana tienen menos dispersión entre las ciudades europeas analizadas que entre las españolas.
- El peso del transporte público es ligeramente inferior en las áreas metropolitanas españolas analizadas que en las europeas (en términos medios).
- La participación de los modos blandos (peatón y bicicleta) es, en valores medios, mayor en las áreas metropolitanas españolas que en las europeas, pudiendo ser uno de los factores del mayor peso la mejor climatología, o la mayor densidad de las ciudades.

Si se analiza el **reparto modal considerando solo los viajes en transporte público** (Gráfico 7), se observan las siguientes pautas:

- La participación de los autobuses es la más elevada en términos medios. No obstante, se observa una mayor participación en aquellas áreas metropolitanas españolas de menor tamaño y con una red de transporte alternativo (tranvía, metro o tren) con menor cobertura que en las grandes urbes. Destaca el uso del autobús en Málaga y Zaragoza, que supera el 75% de la movilidad total en transporte público de estas ciudades. De otra parte, en las áreas metropolitanas europeas analizadas se observa también el predominio del uso del autobús, aunque algo menos acusado.
- El tranvía y metro ligero tienen una escasa participación en España (con la excepción de Zaragoza), que contrasta con una participación significativa en las principales áreas metropolitanas europeas analizadas, en especial en Ámsterdam donde aglutina el 40% de la movilidad en transporte público.

- La contribución del metro en la movilidad en transporte público es mayor en las áreas metropolitanas españolas analizadas que en las europeas, siendo su peso mayor en Valencia, Madrid, Barcelona y Bizkaia que en cualquiera de las áreas metropolitanas europeas analizadas. De ellas, Bizkaia es el área con mayor proporción de viajes en metro, alcanzando el 53% del total de viajes en transporte público.
- El ferrocarril de cercanías muestra un comportamiento poco homogéneo en las distintas áreas metropolitanas. Destaca la contribución que supone para áreas metropolitanas como París o Berlín, con cuotas cercanas al 30%, casi el doble de las que se alcanzan en Madrid y Barcelona, que son las ciudades españolas que cuentan con una mayor participación de este modo.

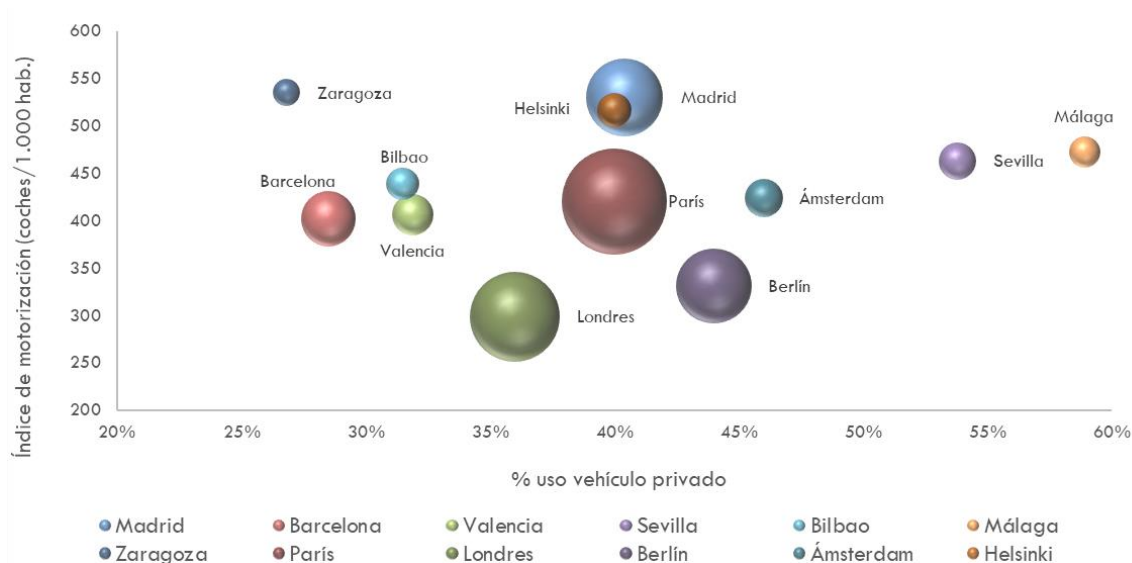
Gráfico 7. Reparto modal en transporte público en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

A continuación, se presentan distintas relaciones de varios indicadores con objeto de identificar tendencias. Así, en el Gráfico 8 se ha analizado la relación entre el índice de motorización de coches (número de coches por cada 1.000 habitantes) y la contribución del vehículo privado en el reparto modal, mostrándose también la población según el tamaño de la esfera de cada ciudad. Aun cuando no se observa una tendencia clara, sí que se intuye un cierto desplazamiento del peso del vehículo privado cuando aumenta el índice de motorización.

Gráfico 8. Relación entre el índice de motorización y % uso vehículo privado en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas

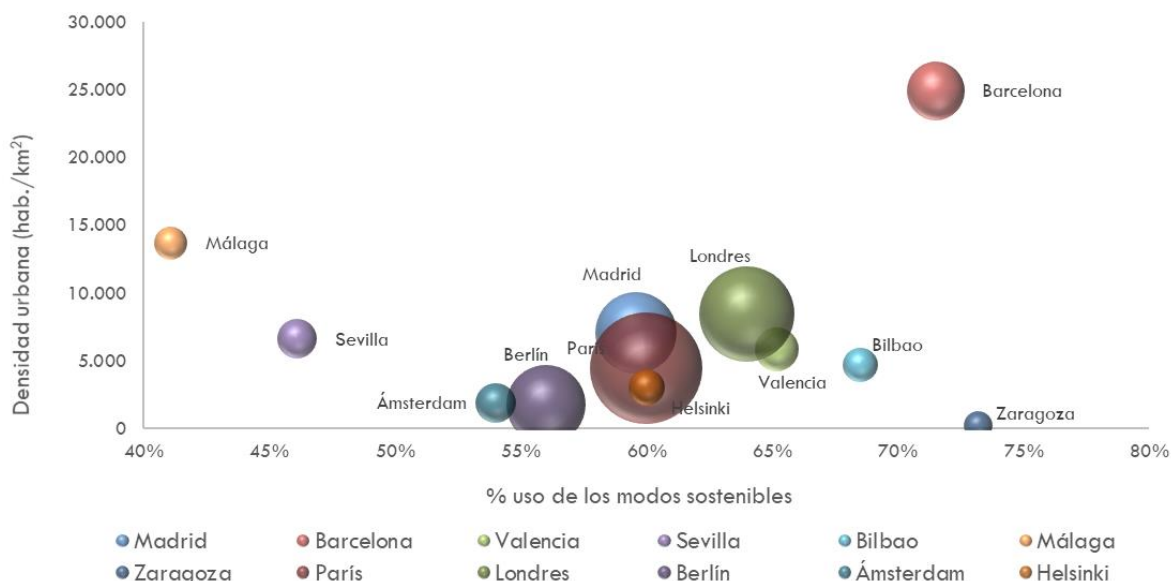


Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Otro de los factores que suele tenerse en cuenta a la hora de evaluar la movilidad en las áreas metropolitanas es la **densidad urbana**. En principio, aquellas áreas metropolitanas que son más “compactas” suelen tener una mayor contribución de los modos de transporte sostenibles³⁷. Sin embargo, ese principio no se observa de forma clara para el conjunto de las áreas metropolitanas evaluadas, dado que justo el área más densa (Málaga) es la que tiene una menor contribución del transporte sostenible, siendo la menos densa (Zaragoza) la que mayor. Dicho lo anterior, si no se consideran esas dos áreas en el análisis, sí que se observa una mayor contribución del transporte público y de los modos no motorizados (peatón y bicicleta) según aumenta la densidad urbana, como se puede observar en el Gráfico 9.

³⁷ Se entiende por medios de transporte urbano y metropolitano sostenibles tanto el transporte público como los desplazamientos que se realizan andando o en bicicleta.

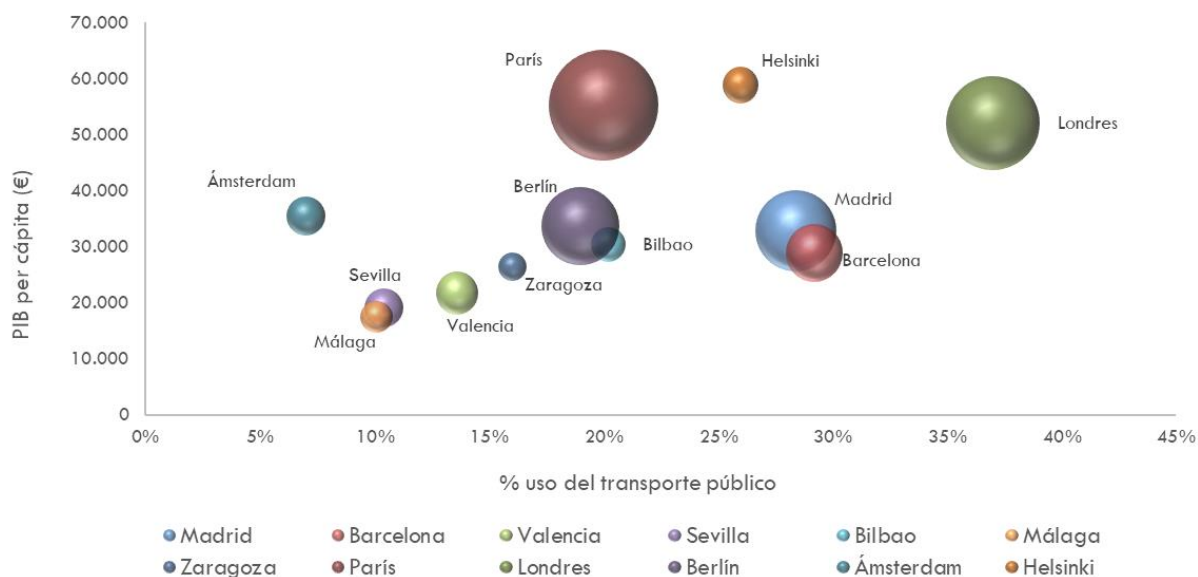
Gráfico 9. Relación entre la densidad urbana y % uso modos de transporte sostenibles en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Por su parte, otra variable que puede influir en la mayor o menor contribución del transporte público en la movilidad urbana y metropolitana es el **poder adquisitivo** de sus habitantes. En este sentido, si se analiza la cuota de utilización del transporte público en las áreas metropolitanas anteriores y se compara con el PIB per cápita se encuentra cierta correlación, a pesar de la heterogeneidad de los distintos emplazamientos, de manera que a mayor PIB per cápita, mayor participación del transporte público, tal y como puede apreciarse en el Gráfico 10.

Gráfico 10. Relación entre el PIB per cápita y el % uso del transporte público en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas

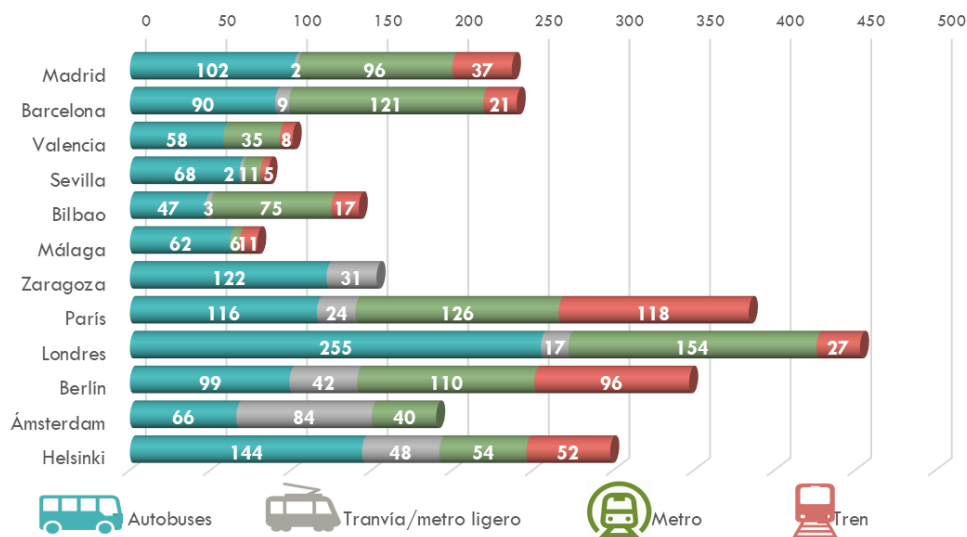


Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Si se compara el **número de viajes en transporte público por habitante y año**, en el Gráfico 11 se observa que las áreas metropolitanas europeas tienen un mayor grado de utilización del transporte público. En

particular, salvo Ámsterdam, el resto de las áreas consideradas presentan una movilidad en transporte público per cápita superior a cualquiera de las españolas.

Gráfico 11. Número de viajes en transporte público por habitante y año en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

En el ámbito de la movilidad urbana y metropolitana de viajeros, cobran protagonismo también las **nuevas formas de movilidad**, que van desde los servicios de coches compartidos (ya sean *one-way-trip* o *round-trip*) hasta los vehículos de movilidad personal. Aun cuando también deben considerarse a la hora de analizar la movilidad en las áreas metropolitanas, resulta complicado poder caracterizar la demanda registrada en estos servicios. Según los datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana, en 2017 operaban en Madrid 5 compañías de *car-sharing* y tres de *moto-sharing* que contaban con más de 400.000 inscritos en sus servicios³⁸.

De otra parte, en relación con la **distribución urbana de mercancías**, de acuerdo con los datos de la Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC), el transporte de mercancías intermunicipal superó los 245 millones de toneladas en 2018. No obstante, cabe precisar que esta cifra considera exclusivamente la mercancía movilizada por los vehículos pesados españoles (aquellos que superan las 3,5 toneladas de peso máximo autorizado) por lo que la importancia del transporte de mercancías en el ámbito urbano es aún mayor.

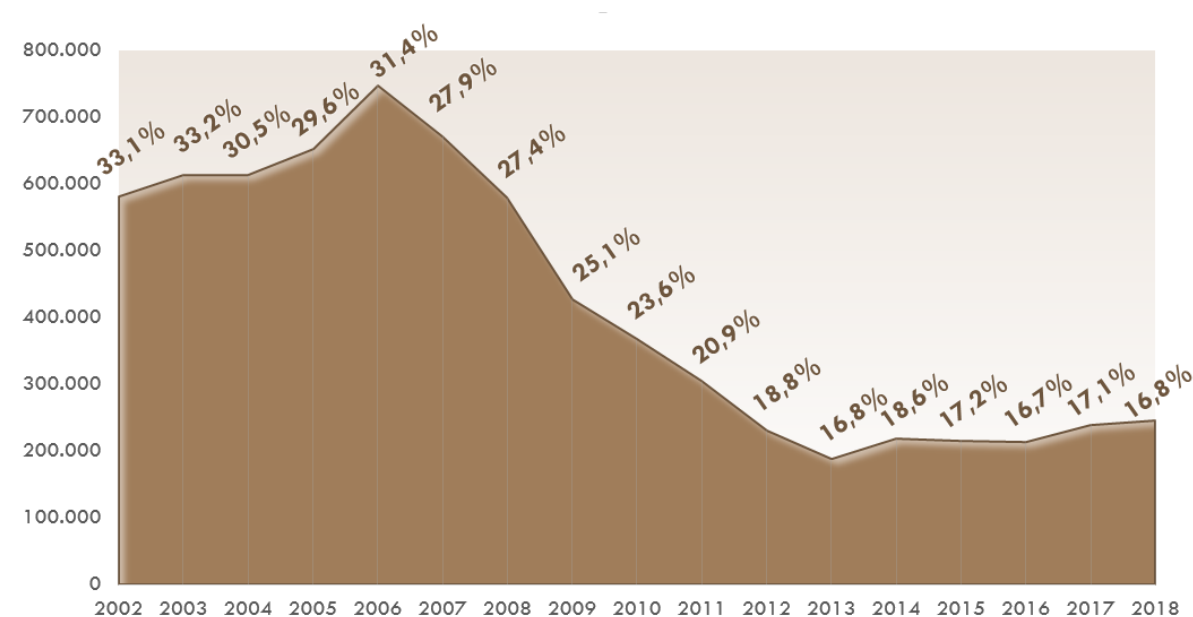
Si se analiza la evolución de las cifras suministradas por la EPTMC para este ámbito del transporte, se observan algunas particularidades:

- Su máximo se alcanza en 2006, y es ya en 2007 cuando empieza a disminuir el volumen de mercancías transportado en el ámbito municipal (un año antes que las cifras totales para el transporte de mercancías por carretera).
- Su participación respecto al total de mercancías por carretera transportadas por los vehículos españoles (medido en toneladas) casi alcanza el tercio en los primeros años del milenio. Sin embargo, tras la crisis y a pesar de la recuperación de los últimos años, esas cifras de peso relativo se encuentran muy lejos de ese 33%.

³⁸ De las 8 compañías que operaban en 2017, la cifra de inscritos sólo la suministraron 4 de ellas (3 de *car-sharing* y una de *moto-sharing*), por lo que el número de inscritos puede ser sensiblemente mayor.

A continuación, se muestra un gráfico donde pueden observarse las consideraciones previamente comentadas.

Gráfico 12. Transporte intramunicipal de mercancías (miles de toneladas) realizado por vehículos pesados y su peso relativo en relación con el transporte total (%). 2002-2018



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera

4.2 Oferta de servicios

En relación con la **oferta de servicios**, si se realiza una comparativa análoga a la realizada para la movilidad **de viajeros** entre las principales áreas metropolitanas españolas y las europeas³⁹, en términos de vehículos-km por habitante, se pueden inferir las siguientes conclusiones atendiendo a los Gráficos 13 y 14:

- Por un lado, la oferta global de servicios en las grandes áreas metropolitanas españolas (Madrid y Barcelona) es mayor (en vehículos-km por habitante) que en las áreas europeas analizadas (con la excepción de Helsinki).
- Por otro lado, en las áreas metropolitanas españolas de menor tamaño ocurre lo contrario. Es decir, la oferta en términos de vehículo-km por habitante es menor que en las áreas europeas analizadas.

Si se relacionan los datos de oferta de servicios con la movilidad per cápita, se puede concluir que la ocupación media de los vehículos de transporte público es menor en las áreas españolas, ya que con una oferta mayor, la demanda es menor.

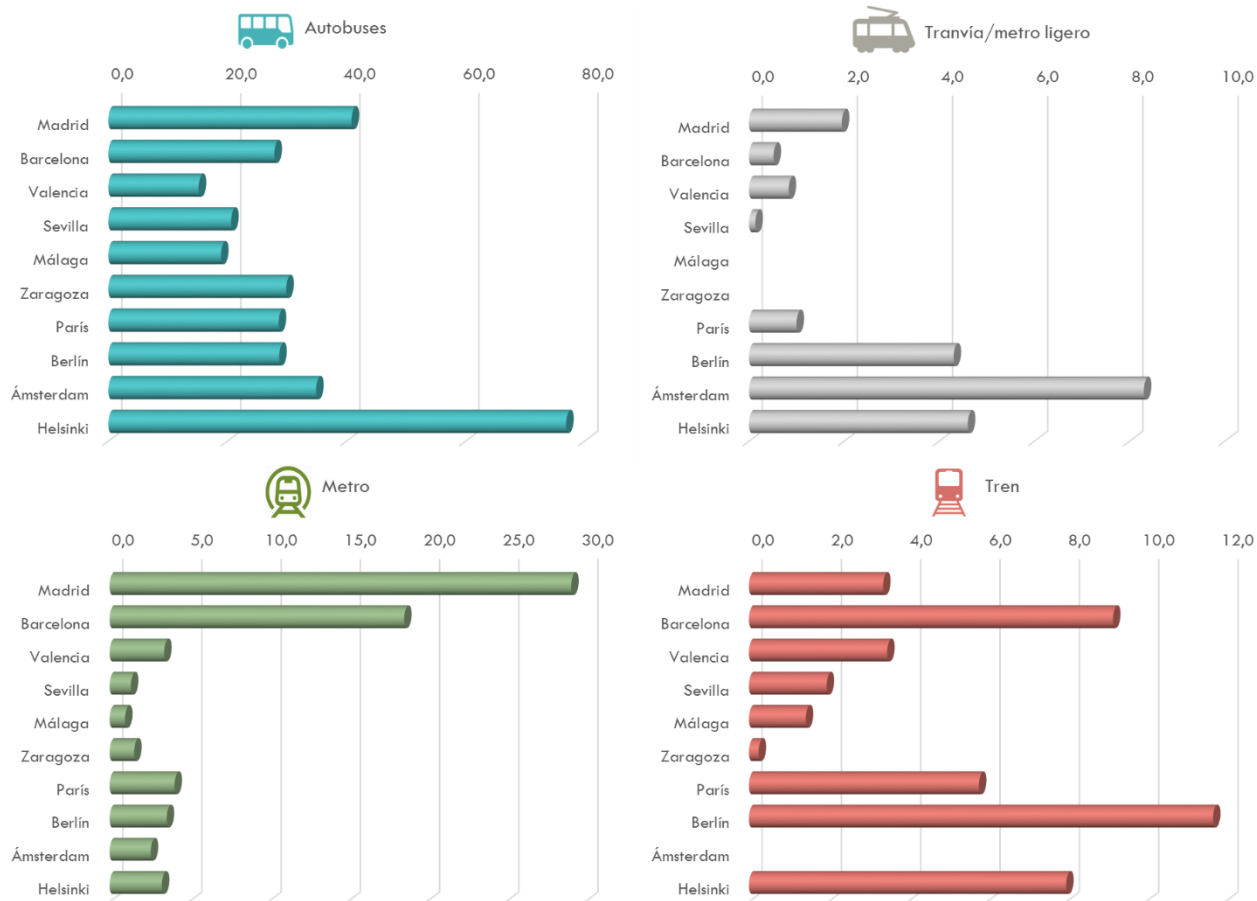
Por su parte, si se particulariza el análisis de la **oferta por modo de transporte público**, se observa lo siguiente, tal y como se muestra en el Gráfico 13:

- La oferta de autobuses por habitante es, con sus variaciones entre las respectivas áreas metropolitanas, comparable salvo para el caso de Helsinki, que presenta una oferta mucho mayor.
- El tranvía, o metro ligero, tiene una mayor oferta en las áreas metropolitanas europeas analizadas (en línea con las cifras de movilidad previamente analizadas).
- El metro cuenta con una mayor oferta en las áreas metropolitanas españolas, como ocurre también con las cifras de demanda en número de viajeros.

³⁹ Para esta comparativa se han excluido las áreas metropolitanas de Bilbao (Bizkaia) y Londres por no disponer de datos completos en todos los modos de transporte.

- El tren presenta una oferta más heterogénea en la comparativa entre áreas metropolitanas, si bien se observa una mayor representatividad en las áreas europeas (salvo el caso de Barcelona).

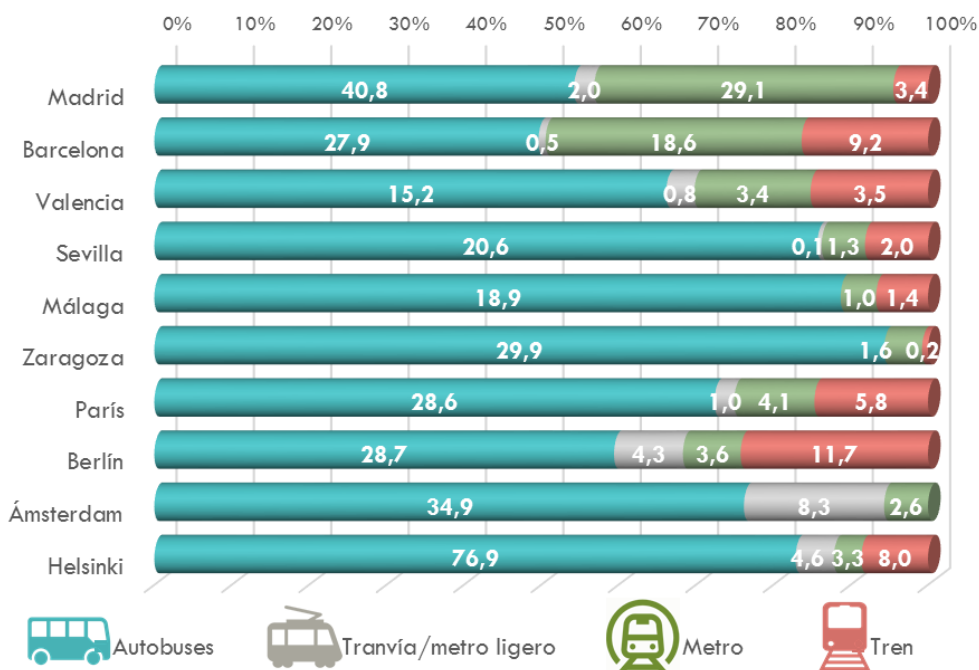
Gráfico 13. Oferta de transporte público por habitante (millones de vehículos-km/hab.) por modo en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

El Gráfico 14 presenta la distribución modal de los servicios de transporte público ofertados por habitante y año.

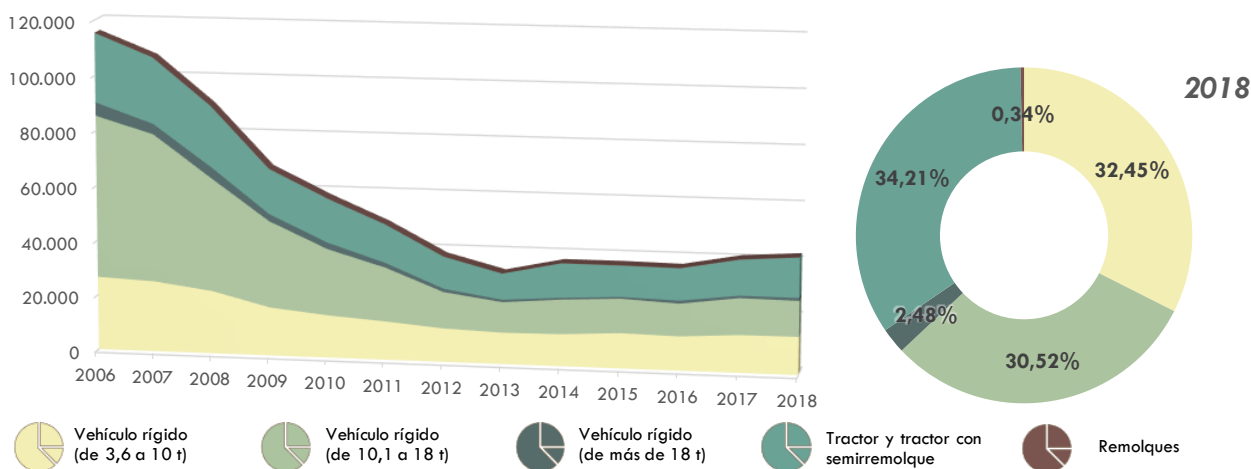
Gráfico 14. Oferta de servicios de transporte público por habitante (millones de vehículos-km/hab.) en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

En relación con la **distribución urbana de mercancías**, de acuerdo con los datos de la EPTMC y teniendo en cuenta las limitaciones comentadas en el epígrafe 4.1, se observa una disminución en el número de operaciones desde el año 2006 – en línea con las cifras de demanda –. No obstante, cabe destacar que la disminución en el número de operaciones ha sido de mayor intensidad en los vehículos rígidos más pesados (mayores de 10 toneladas de peso máximo autorizado) que, en los vehículos rígidos de menor capacidad de carga, como muestra el Gráfico 15.

Gráfico 15. Número de operaciones de transporte intramunicipal de mercancías (miles de operaciones) realizado por vehículos pesados españolas y su peso relativo con relación al transporte total (%). 2006-2018



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera

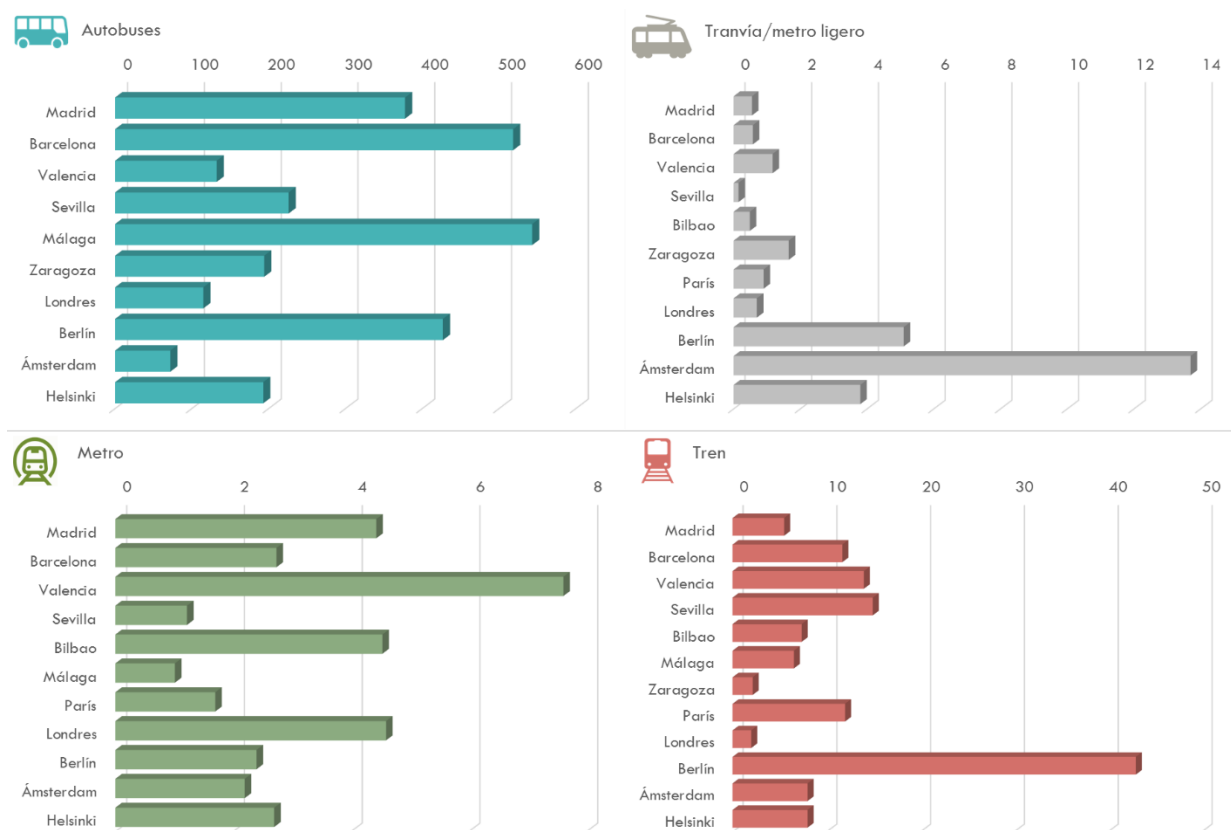
4.3 Infraestructuras

Las infraestructuras juegan un papel fundamental en el desarrollo del transporte urbano y metropolitano, ya que son necesarias para desarrollar la movilidad de viajeros (tanto en vehículo privado como en transporte colectivo) y la de mercancías. No obstante, la aproximación que se efectúa en este epígrafe consiste en analizar exclusivamente las infraestructuras de transporte público colectivo.

En consecuencia, al comparar la **ratio de kilómetros de red de transporte público por habitante** en diferentes ciudades europeas se observa lo siguiente (Gráfico 16):

- En las líneas de autobuses, los valores de la ratio en las distintas áreas metropolitanas españolas analizadas presentan valores comparables con las europeas, presentando en general valores superiores.
- En relación con el tranvía o metro ligero, y en consonancia con los datos de demanda y de oferta presentados en secciones anteriores, las áreas metropolitanas europeas analizadas presentan valores superiores de dotación de este tipo de infraestructura por habitante.
- Al respecto de la longitud de las líneas de metro por habitante, el comportamiento de las áreas metropolitanas españolas es similar a lo indicado para el autobús, es decir, en general la ratio es sensiblemente superior en las ciudades españolas que en las europeas.
- Finalmente, en lo que respecta al ferrocarril suburbano, con la excepción de Berlín que destaca por su gran densidad de red por habitante, el resto de las áreas analizadas presenta valores comparables entre sí y cercanos a los 10 km/habitante.

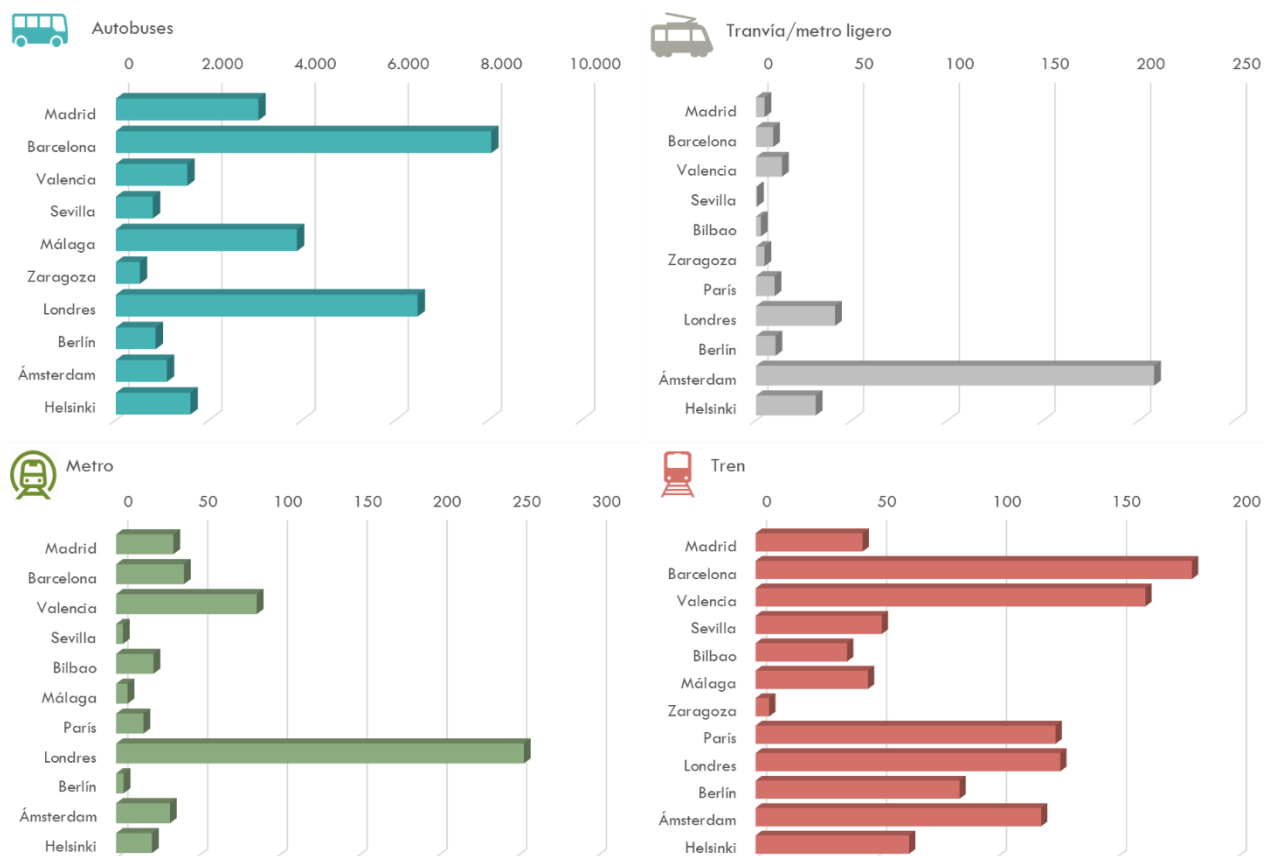
Gráfico 16. Ratio kilómetros de red de transporte público en cada modo por cada 100.000 habitantes en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Complementariamente al análisis anterior, si se analiza el cociente entre la longitud de red y la superficie, **densidad de red por superficie**, se observan gran parte de las consideraciones realizadas anteriormente para la densidad de red por habitante, salvo algunas particularidades generalmente en las áreas metropolitanas europeas (mayor cobertura de la red del área metropolitana de Londres y menor en la de Berlín), así como la mayor cobertura de las infraestructuras ferroviarias (tren) por superficie del área metropolitana en Barcelona y Valencia, como puede apreciarse en el gráfico siguiente.

Gráfico 17. Densidad de red de transporte público por modo por superficie (km red/1.000 km²) de en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017

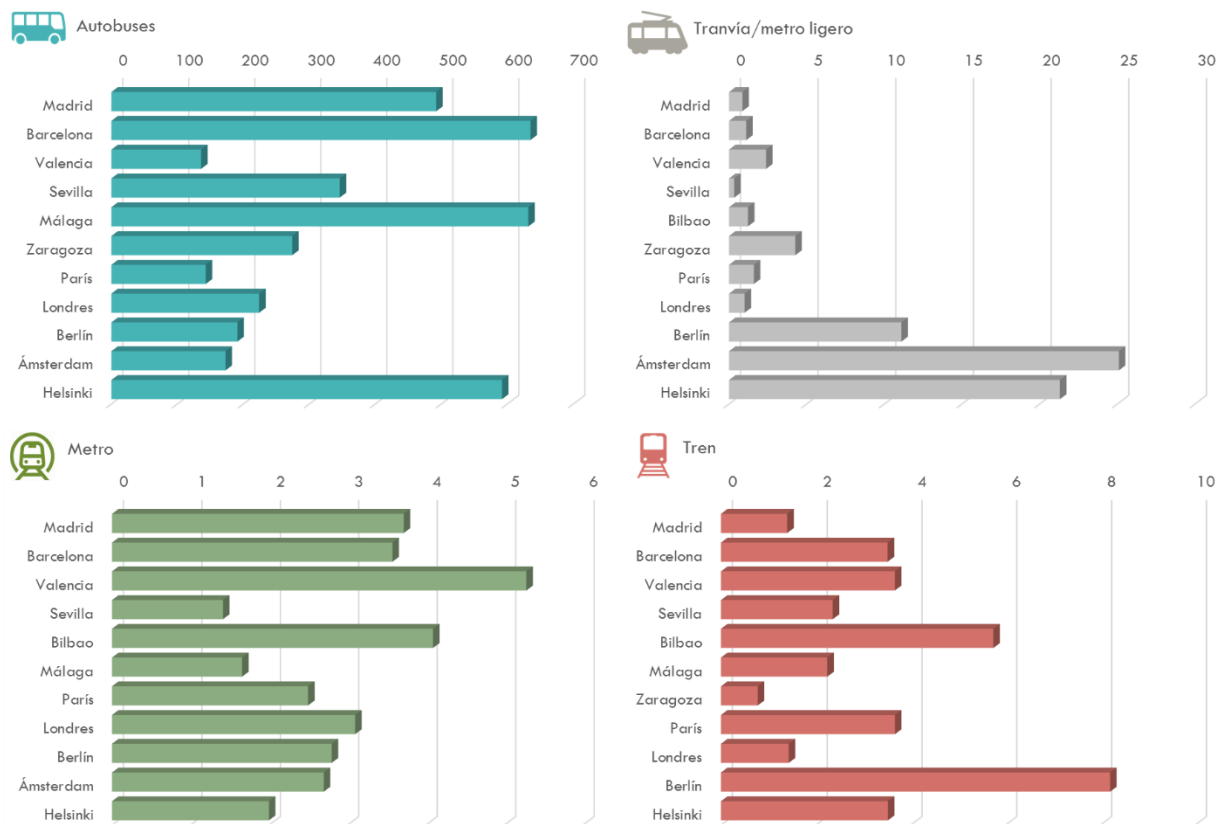


Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

Por último, si se pone el foco en el **número de paradas de transporte público por habitante**, las posibles conclusiones del análisis de esta ratio podrían ser las siguientes:

- La ratio de paradas de autobuses por habitante presenta valores superiores en las ciudades españolas que en las europeas analizadas.
- En el tranvía o metro ligero vuelve a observarse la mayor dotación de este tipo de infraestructuras en las áreas metropolitanas europeas.
- La ratio de estaciones de metro es mayor en las ciudades españolas, pero con menos preponderancia que en las relaciones previamente comentadas.
- Finalmente, en lo que respecta al ferrocarril, la ratio de estaciones por habitante continúa mostrando la superioridad de Berlín, aunque no tan marcada como en la relación de longitud de red y habitantes.

Gráfico 18. Ratio paradas o estaciones de transporte público por modo y por cada 100.000 habitantes en las principales áreas metropolitanas españolas y europeas. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Observatorio de la Movilidad Metropolitana y del EMTA Barometer

4.4 Variables socioeconómicas del sector empresarial

A lo largo del presente epígrafe se analizan los datos del sector del transporte urbano y metropolitano obtenidos de la Estadística Estructural de Empresas: Sector Servicios del INE y de la *Structural Business Statistic* – Services de Eurostat para la comparación internacional. En este sentido, hay que tener en cuenta que ambas estadísticas emplean las reglas y normas de la nomenclatura estadística de actividades económicas (CNAE y NACE, respectivamente) para asignar una determinada unidad productiva o empresa a un determinado sector de actividad. Esta asignación es directa en el caso de que la empresa realice una sola actividad económica. Sin embargo, en el caso en que una empresa realice varias actividades económicas (por ejemplo opere servicios de transporte de viajeros tanto en el ámbito urbano y metropolitano como en el interurbano), la actividad principal se determina, de forma general, sobre la base del valor añadido asociado a cada actividad, clasificándola dentro de la actividad que represente un mayor porcentaje.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el **sector del transporte urbano y metropolitano de viajeros**⁴⁰ en el ámbito de la Unión Europea contribuye decisivamente a atender las necesidades de este tipo de movilidad de los ciudadanos. Para ello, y de acuerdo con los datos de Eurostat para el año 2016, en el ámbito de la **Unión Europea** operan más de **15.000 empresas de transporte**, donde trabajan más de **870.000**

⁴⁰ El sector del transporte urbano y metropolitano de viajeros incluye las empresas que realizan actividades de transporte terrestre de pasajeros por sistemas de transporte urbanos o suburbanos. Puede incluir distintas formas de transporte terrestre, como autobuses, tranvías, trolebuses, ferrocarriles subterráneos y elevados, etc. No incluye los operadores de taxi ni alquiler de vehículos con conductor.

personas, con una producción estimada de más de 80.000 millones de Euros y un valor añadido de más de 47.000 millones de Euros.

Por su parte, si se analiza el sector del transporte urbano y metropolitano en España se observa un buen comportamiento en el último año con datos disponibles (2017), en el que se registraron aumentos en las cuatro variables mencionadas anteriormente respecto del año anterior, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

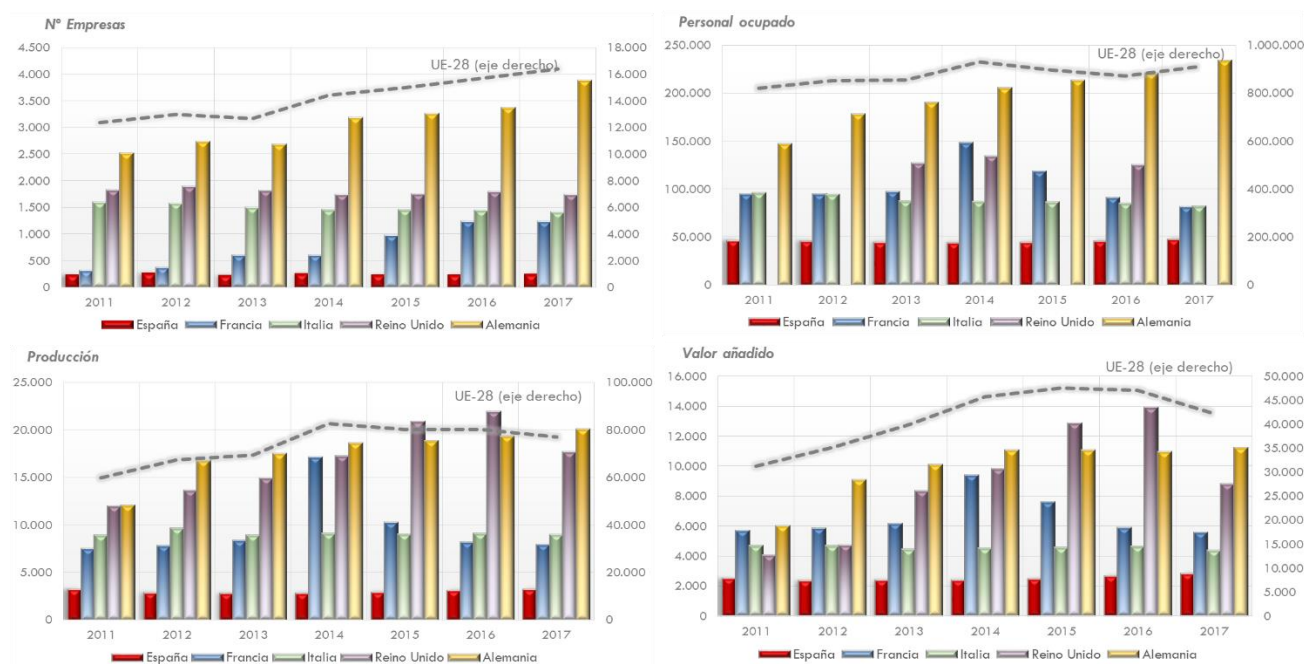
Tabla 3. Empresas, personas ocupadas, valor de la producción y valor añadido a coste de los factores en el transporte urbano y metropolitano de viajeros en España. 2016-2017

Magnitud	2016	2017	Var. 2017-16
Número de empresas	231	241	+4,3%
Personal ocupado	45.826	47.595	+3,9%
Valor de la producción (millones de €)	3.107,2	3.205,6	+3,2%
Valor añadido a coste de los factores (millones de €)	2.635,8	2.780,4	+5,5%

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la con datos de la Estadística Estructural de Empresas: Sector Servicios. INE

No obstante, de la comparación del sector con los principales países europeos (Alemania, Francia, Italia y Reino Unido), se observa que **España tiene un número de empresas muy reducido, un nivel de empleo bajo y unas cifras de producción y valor añadido también bajas**, como se muestra en el siguiente gráfico.

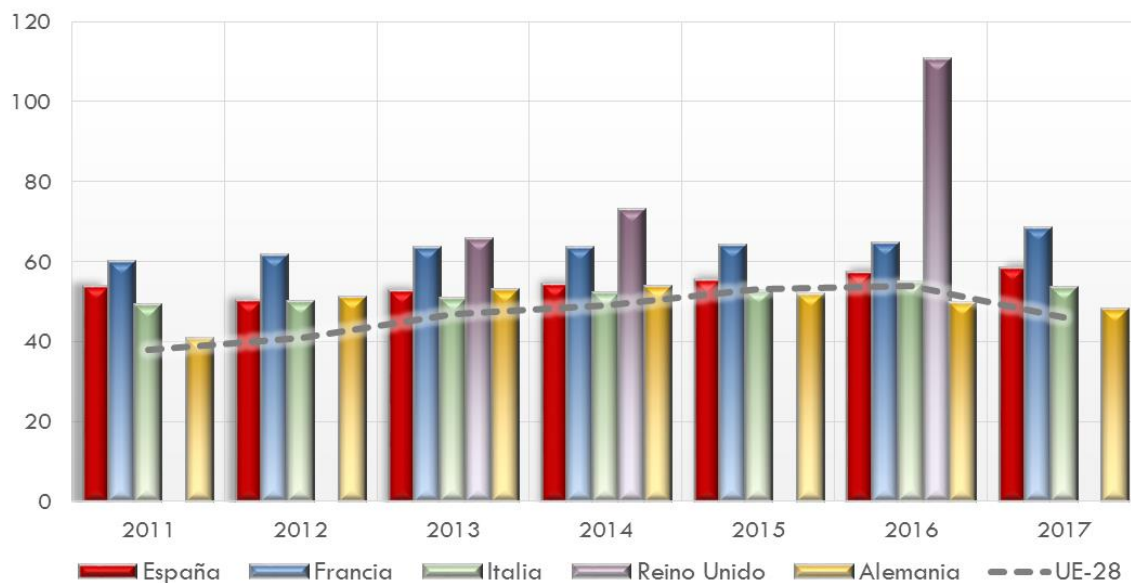
Gráfico 19. Número de empresas, personas ocupadas, valor de la producción y valor añadido bruto (millones de €) en el transporte urbano y metropolitano de viajeros en España y en las principales economías de la UE. 2011-2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de Eurostat

Sin embargo, en términos de **productividad aparente del trabajo**, **España muestra cifras positivas**, con valores superiores a la media europea y también a algunas de las grandes economías continentales, como Alemania o Italia.

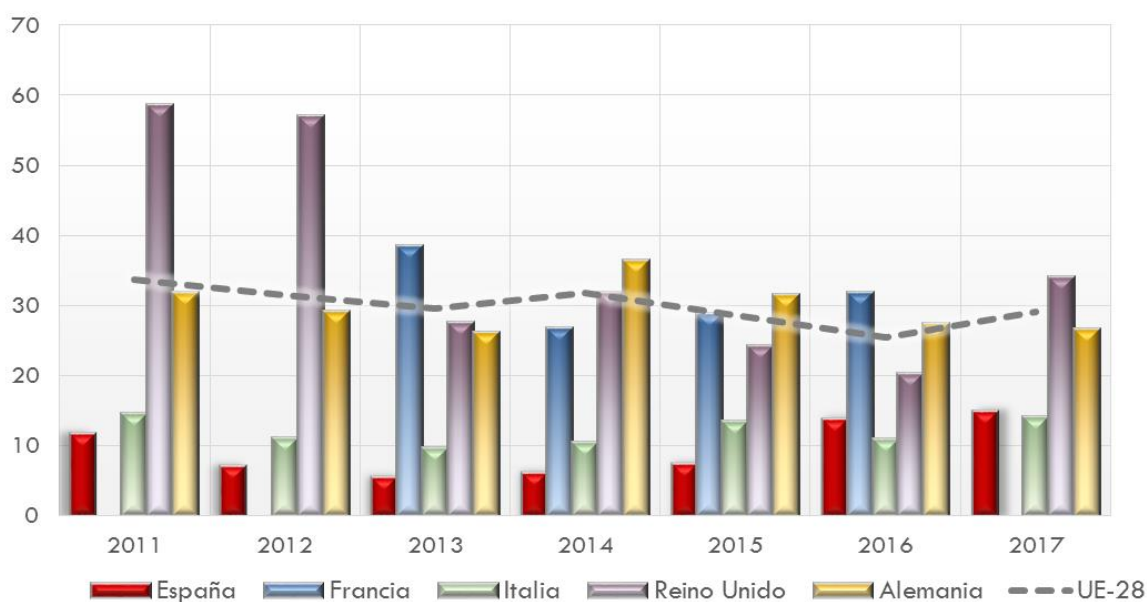
Gráfico 20. Productividad aparente del trabajo (miles de €) de las empresas de transporte urbano y metropolitano de viajeros en España y principales economías de la UE. 2011-2016



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de Eurostat

Sin embargo, en términos de inversión, **la tasa de inversión en España se encuentra claramente por debajo de los principales países europeos, así como de la media de la Unión**. Entre las posibles causas puede estar la crisis económica mundial, dado que los valores de los primeros años de la crisis se encuentran más próximos a las grandes economías que los actuales, a pesar de la recuperación de los últimos años.

Gráfico 21. Tasa de inversión (%) de las empresas de transporte urbano y metropolitano en España y principales economías de la UE. 2011-2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de Eurostat

Hay que tener en consideración que las cifras expuestas en este epígrafe no incluyen el transporte urbano y metropolitano de mercancías, así como la importancia de las infraestructuras y los proveedores tecnológicos en

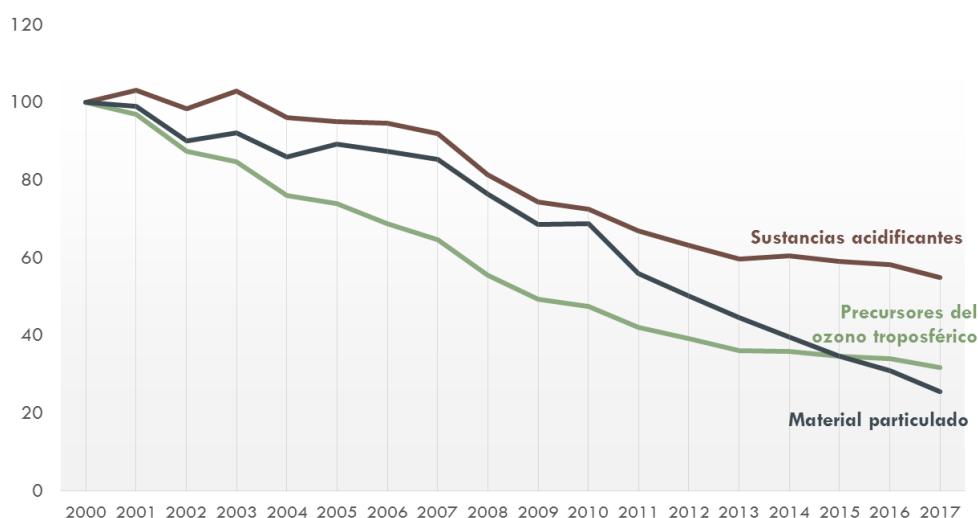
el desarrollo de este tipo de movilidad. En consecuencia, si bien los datos reflejan la relevancia del sector del transporte urbano y metropolitano de viajeros, el impacto e influencia global de este tipo de movilidad es mucho mayor que las cifras previamente expuestas.

4.5 Externalidades

Si bien las cifras e indicadores previamente comentados ponen de manifiesto la relevancia de la movilidad urbana y metropolitana en el desarrollo de las sociedades modernas, existen también una serie de externalidades negativas asociadas al transporte que, en algunos casos, se acentúan en el entorno urbano y metropolitano. En particular, la guía sobre costes externos del transporte de la Comisión Europea⁴¹, en su versión de 2019, define como externalidades la contaminación atmosférica, el cambio climático, los accidentes, la congestión, el ruido, las emisiones indirectas o diferidas, los daños a los ecosistemas naturales, así como otros posibles costes externos, como la contaminación de suelos o acuíferos.

Si bien no es objeto del presente informe analizar en detalle todas las posibles externalidades que el transporte urbano y metropolitano podría causar, sí que conviene poner de manifiesto aquellas que resultan más llamativas. En este sentido, uno de los costes externos más importantes causados por el transporte en las ciudades es la contaminación atmosférica, que empeora la calidad del aire y afecta negativamente a la salud de sus habitantes. Si se analizan las emisiones **de gases y partículas contaminantes**, se observa que el **transporte urbano y metropolitano por carretera ha experimentado una reducción considerable desde el comienzo del milenio**, principalmente debido a la mejora tecnológica de motores y combustibles. Concretamente, la reducción de las sustancias acidificantes⁴² superó el 40%, mientras que la experimentada por los precursores del ozono⁴³ y el material particulado alcanzó los dos tercios en el periodo 2000 – 2017, como refleja el gráfico a continuación.

Gráfico 22. Evolución de las emisiones de sustancias acidificantes, precursores del ozono troposférico y material particulado procedentes del transporte urbano por carretera. 2000-2017 (2000=100)



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

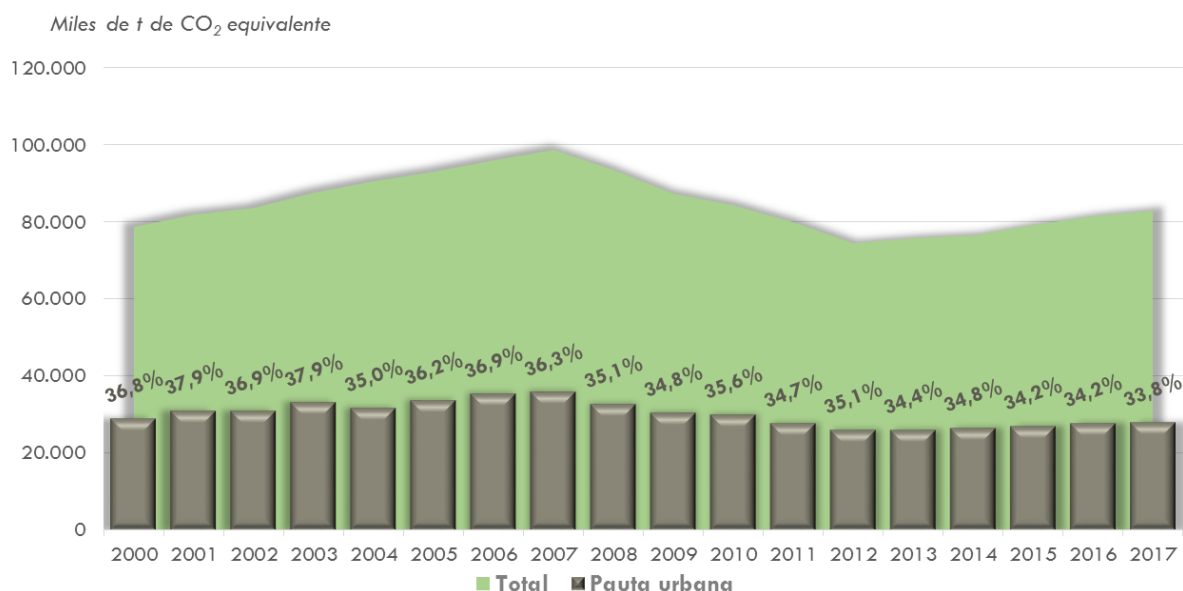
⁴¹ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf>

⁴² Incluye óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y amoníaco.

⁴³ Incluye óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles no metánicos, monóxido de carbono y metano.

Otra externalidad importante producida por el transporte es la emisión de gases de efecto invernadero, que contribuyen al cambio climático, cuyo efecto es global. En el Gráfico 23 se observa que **el transporte por carretera⁴⁴ en las zonas urbanas supone más de un tercio sobre el total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del transporte por carretera**, con cerca de 28 millones de toneladas de CO₂ equivalente emitidas en 2017.

Gráfico 23. Emisiones de gases de efecto invernadero (miles de toneladas de CO₂ equivalente) del transporte por carretera en pauta urbana y total. 2000-2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Además, las emisiones de GEI producidas en 2017 por el transporte urbano por carretera se encuentran en valores similares a los registrados en el año 2000, observándose tres diferentes fases:

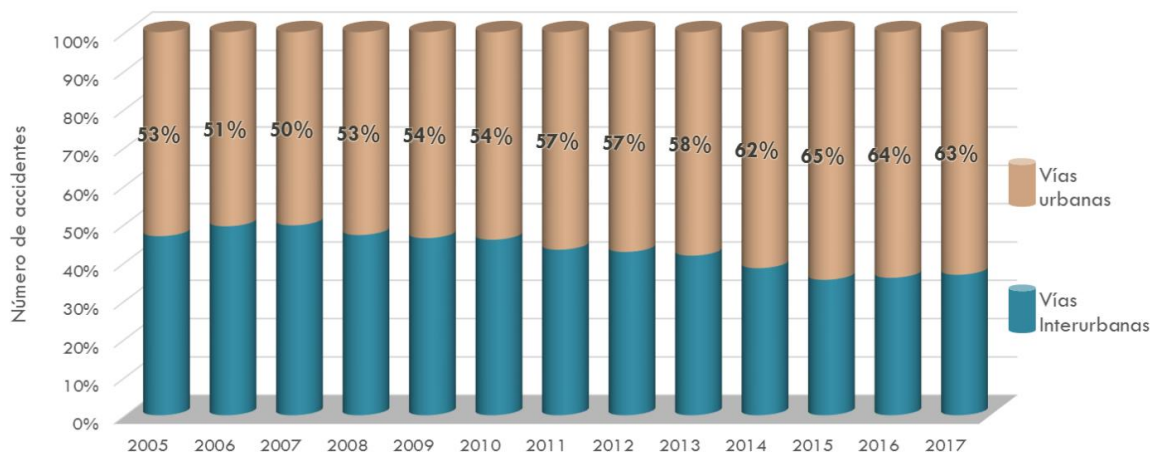
- Una primera fase, del 2000 al 2007, de crecimiento del volumen de emisiones de GEI, tanto en el ámbito urbano como en el total del transporte por carretera.
- Una segunda fase, que abarca el periodo entre el año 2008 y el 2012, de disminución de las emisiones de GEI tanto en el total como en el transporte urbano por carretera. Este periodo coincide con la crisis económica, en la que hubo un descenso de la movilidad en general y también de la movilidad urbana y metropolitana, motivado en dicho ámbito por un descenso de la actividad económica y un aumento del desempleo.
- Una tercera y última fase, en el periodo 2013 – 2017, en la que vuelven a crecer las emisiones de GEI.

Por otra parte, si se pone el foco en la **accidentalidad**, se observa cómo el porcentaje de **accidentes** en el ámbito urbano ha aumentado en el periodo 2005 – 2017, pasando de porcentajes similares en ambos ámbitos a una mayor contribución de los accidentes urbanos en las cifras totales de accidentalidad. Esta mayor participación de los accidentes en el ámbito urbano puede deberse, entre otros factores, a las modificaciones

⁴⁴ No se analizan las emisiones del transporte urbano y metropolitano por ferrocarril por no disponer de información al respecto. No obstante, dado que gran parte del transporte urbano y metropolitano por ferrocarril se lleva a cabo mediante tracción eléctrica, las emisiones directas de este modo de transporte serían bastante reducidas.

en el nivel de notificación de los accidentes no mortales en vías urbanas, tal y como se indica en el informe de la DGT "Las principales cifras de la siniestralidad vial. Edición ampliada España 2017".

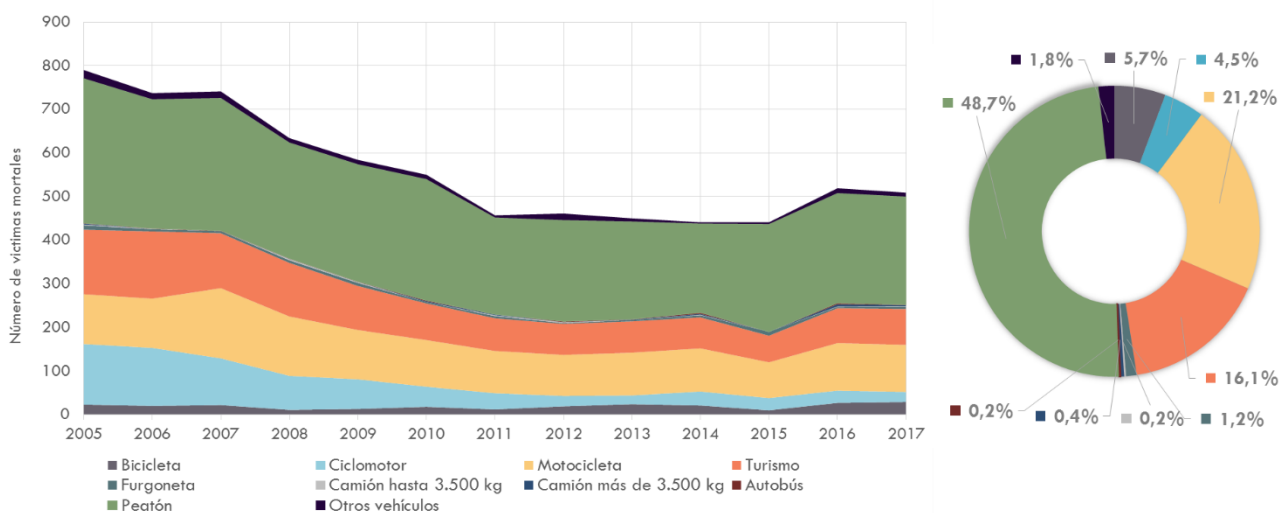
Gráfico 24. Participación en el número de accidentes con víctimas en carretera por ámbito de la vía. 2005-2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGT

En 2017 se contabilizaron 509 **víctimas mortales en accidentes de tráfico en ámbito urbano**. En el Gráfico 25 se observa que en el periodo 2005-2017 se ha producido una disminución del número de fallecidos en el ámbito urbano (-35,6%), aunque esta reducción es menos relevante que la de los fallecidos en vías interurbanas (-63,8%). Asimismo, se puede apreciar que **casi la mitad de las víctimas mortales en ámbito urbano son peatones** (en 2017, el 48,7%). Este hecho guarda relación con lo expresado en el epígrafe 4.1, en donde se observaba que un porcentaje significativo de los desplazamientos urbanos se realizan a pie. Los colectivos más vulnerables son los ocupantes de vehículos de dos ruedas y los peatones, ya que en 2017 representaron el 80% de los fallecidos y el 85% de los heridos hospitalizados.

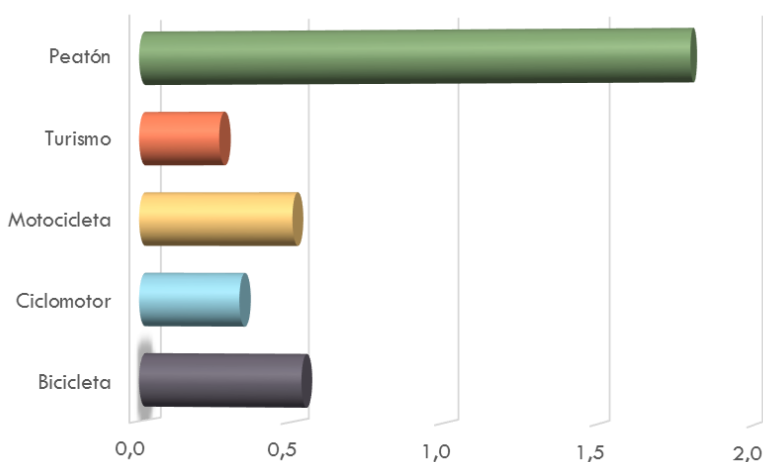
Gráfico 25. Evolución del número de víctimas mortales en carretera de ámbito urbano (2005-2017) y distribución de las víctimas en función del tipo de vehículo (2017)



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGT

Adicionalmente, el **índice de letalidad**⁴⁵ confirma que los peatones son los usuarios más vulnerables, al tener una probabilidad de fallecer en caso de accidente más de 6 veces superior a la de los ocupantes de un turismo, tal y como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico 26. Evolución del índice de letalidad por tipo de usuario. 2017



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGT

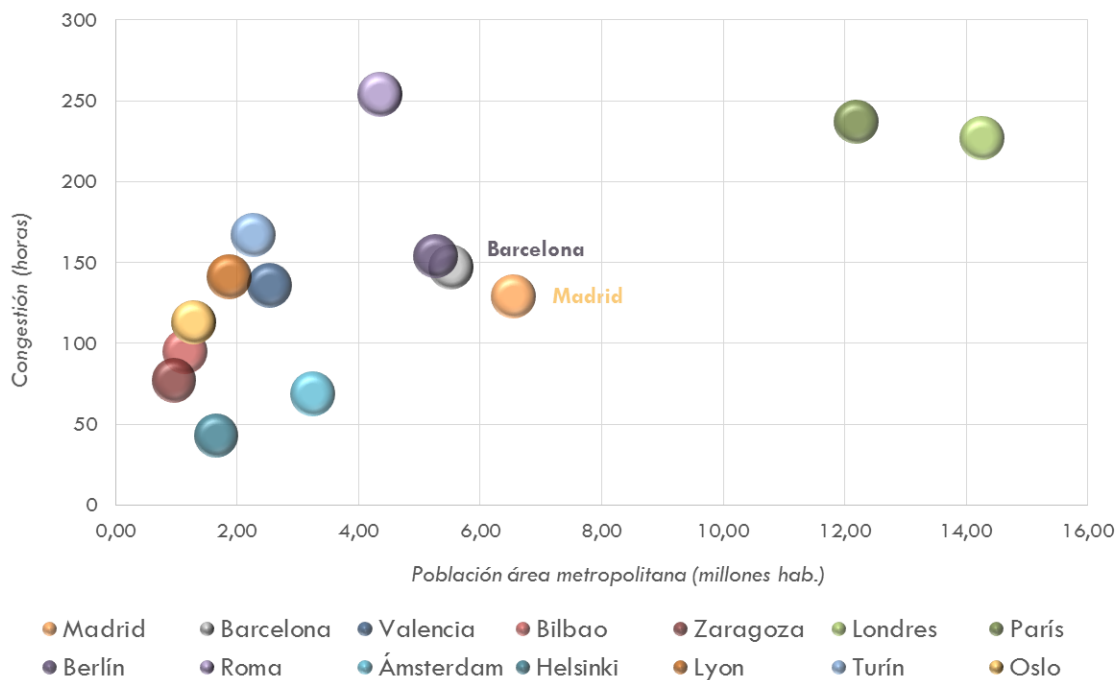
Por último, la **congestión** es otra de las externalidades negativas del transporte urbano y metropolitano que merece la pena analizar. En este sentido, si se compara el número medio de horas anuales de congestión en periodos punta⁴⁶ en las principales ciudades europeas y españolas (Gráfico 27), se observa lo siguiente:

- Las grandes urbes de Madrid y Barcelona muestran cifras de congestión menores que otras grandes capitales como Berlín o Roma, que cuentan con una población en su área metropolitana incluso menor.
- El resto de las ciudades españolas analizadas (Valencia, Bilbao y Zaragoza) tienen un comportamiento similar al de otras ciudades con poblaciones en su área metropolitana equivalentes, salvo para los casos de Ámsterdam y Helsinki, que muestran unos menores tiempos asociados a la congestión.
- Por último, las grandes capitales europeas como París o Londres tienen una relación entre las horas de congestión y la población de su área metropolitana inferior al resto de ciudades, salvo para el caso de Madrid, que tiene una ratio bastante similar.

⁴⁵ El índice de letalidad refleja la probabilidad de que una víctima en carretera sea mortal.

⁴⁶ Los datos se han obtenido del Inrix Global Traffic Scorecard. <http://inrix.com/scorecard/>

Gráfico 27. Relación entre el número medio de horas anuales en congestión en periodos punta y la población de su área metropolitana. 2018



Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos del Inrix Global Traffic Scorecard y de Eurostat

5 TENDENCIAS, MEDIDAS Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA

La movilidad sostenible es aquella *"capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicarse, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos básicos actuales o del futuro"*⁴⁷, es decir, sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

Para determinar el nivel de sostenibilidad de un modelo de movilidad concreto conviene centrarse en una serie de aspectos o principios básicos determinantes, como son la eficiencia y la seguridad, la accesibilidad universal o la calidad de vida de los ciudadanos. El principal objetivo de la **movilidad sostenible** es mejorar la eficiencia en el transporte en términos económicos, sociales y ambientales, optimizando recursos y fomentando el uso de los modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como son los modos no motorizados (a pie o en bicicleta), y el transporte público colectivo.

Otro de los objetivos básicos de la movilidad sostenible es reducir el riesgo de accidentes, poniendo especial interés en la protección de los colectivos más vulnerables, como son los peatones y ciclistas. A su vez, trata de garantizar el acceso universal al sistema de transporte a todos los ciudadanos, en especial a determinados colectivos con necesidades especiales, como son los mayores o las personas con movilidad reducida. Por último, la movilidad sostenible garantiza una mayor calidad de vida de los ciudadanos, un aire más limpio, da valor al tiempo perdido en congestiones de tráfico e internaliza los costes sociales y ambientales derivados del transporte. En la figura 4 a continuación se muestra un esquema del concepto de movilidad sostenible.

Figura 4. Concepto de movilidad sostenible



Fuente: Elaboración propia del OTLE

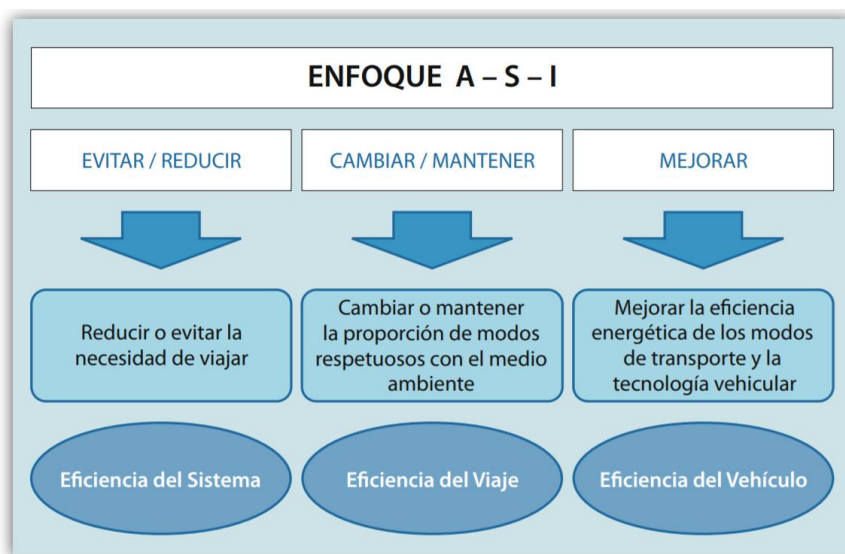
No obstante, la irrupción tecnológica y los cambios sociales experimentados durante los últimos años —descritos en anteriores capítulos— han motivado la evolución del concepto de movilidad sostenible hacia lo que hoy en día se conoce como una **movilidad sostenible e inteligente**. Apoyándose en la tecnología, la movilidad del futuro ha de conseguir un uso más eficiente de las infraestructuras, optimizar los servicios de transporte en

⁴⁷ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

términos de ocupación, inclusión y eficiencia, facilitar la intermodalidad e integración entre los distintos modos, y promover la logística inteligente y una movilidad para la última milla más eficiente. Es lo que se conoce como **Smart Mobility**.

Una de las principales tendencias en este sentido ha sido el paso de las políticas de *Push and Pull*, que buscaban fomentar los modos más sostenibles a medida que trataban de disuadir a los ciudadanos en el uso del vehículo privado, hacia políticas denominadas **A-S-I (Avoid / Shift / Improve)**, donde se introduce la necesidad de reducir distancias recorridas (*Avoid*) y se incentiva el trasvase modal hacia los modos más sostenibles (*Shift*), todo ello en un contexto de constante mejora tecnológica de los vehículos (*Improve*).

Figura 5. Visión esquematizada del enfoque A-S-I (Avoid / Shift / Improve)



Fuente: <https://www.sutp.org>

En términos generales, las **estrategias "Avoid"** buscan mejorar la eficiencia del sistema en su conjunto, tratando de reducir tanto la necesidad de viajar como las distancias a recorrer mediante una planificación integrada del transporte y los usos del suelo como elemento de gestión de la demanda de transporte. Un modelo de ciudad compacta, con mezcla de usos de suelo, reduce las distancias de desplazamiento, fomenta el transporte a pie y/o en bicicleta y reduce la necesidad de viajar en vehículo privado.

Las nuevas condiciones de movilidad requieren una planificación urbana que tenga en cuenta la integración física de los distintos usos del suelo para los servicios de transporte; la mejora de la logística urbana para reducir las emisiones de CO₂, la integración de estrategias, políticas, disciplinas y entidades administrativas; el impulso de una producción y un consumo de ámbito más local y la imprescindible coordinación entre el sector público y el privado, entre otros aspectos.

Tal y como propone la **Agenda Urbana Española** es preciso fomentar el modelo de ciudad compacta, con usos mixtos del suelo y abandonar los ineficientes modelos de crecimiento disperso de décadas pasadas. También encaja en ese paradigma la búsqueda de modelos territoriales y urbanos de proximidad, porque la proximidad a las actividades, los servicios, las dotaciones, los lugares de trabajo y de ocio, permiten, en general, afrontar de manera más eficiente uno de los grandes retos actuales del urbanismo: la gestión de la movilidad y los servicios de transporte urbanos y con ellos la calidad medioambiental.

Las necesidades de suministro de los habitantes de estas ciudades de "proximidad" deberían ser cubiertas por empresas de distribución, y dicho trabajo ha de ser previsto en el diseño y en la ordenación de los espacios públicos que contenga el planeamiento urbanístico. La ya citada Agenda Urbana Española propone establecer plataformas logísticas de distribución en cada barrio y gestionar la distribución de mercancías en las zonas

urbanas, maximizando los centros de consolidación/ruptura de cargas y evitando la distribución con bajo nivel de carga de furgonetas y camiones. Con ello es posible generar una accesibilidad más restringida, con vehículos más pequeños y en horarios más restringidos o más amplios según el tipo de unidad de carga.

Por su parte, las **políticas "Shift"** buscan mejorar la eficiencia de los viajes en las ciudades, favoreciendo –en el caso de la movilidad de viajeros– el trasvase modal desde el automóvil a los modos de transporte más sostenibles.

Finalmente, el **componente "Improve"** se centra en la tecnología de los vehículos para mejorar la eficiencia energética de los modos de transporte. Durante los últimos años, gran parte de los esfuerzos se han centrado en este tipo de estrategias, especialmente en la mejora de la eficiencia de los motores de combustión interna y el desarrollo de los vehículos de cero o bajas emisiones.

Si bien estas estrategias producen resultados incrementales, por sí solas no crean el cambio transformador necesario para mejorar drásticamente la movilidad en las ciudades. La tendencia actual se está centrando en el desarrollo de políticas de evitar (*Avoid*), basadas en el urbanismo y la planificación, y de cambiar (*Shift*), por ejemplo, con las restricciones de circulación de vehículos más contaminantes a los centros urbanos. Estas estrategias combinadas tienen un enorme potencial; además de los beneficios ambientales, las estrategias A-S-I también contribuyen a lograr ciudades más seguras, saludables y eficientes, en línea con muchos de los propósitos establecidos por la comunidad internacional en la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Otra de las principales tendencias en el sector es el **cambio de enfoque en las políticas inversoras**, que en la actualidad apuestan más por soluciones de movilidad basadas en la mejora y optimización de lo existente antes que en el desarrollo de nuevas infraestructuras y servicios que suponen grandes inversiones. Este enfoque se apoya en mayor medida en la implementación de tecnologías que permitan optimizar los servicios y mejorar la gestión de la demanda de transporte y, por otro, en la conservación de las infraestructuras y en la mejora de su eficiencia y capacidad.

Las políticas públicas desarrolladas en el ámbito de la movilidad se pueden diferenciar asimismo según **el organismo que las promueve**. A nivel estatal, en el ámbito de actuación de una administración con competencias limitadas en la movilidad metropolitana, las políticas se centran mayoritariamente en impulsar, coordinar y establecer recomendaciones y líneas estratégicas que aborden las principales cuestiones que caracterizan y condicionan la movilidad, en un marco de respeto a las competencias de otras administraciones. Mientras que, a nivel municipal, donde las Entidades Locales tienen atribuidas por ley⁴⁸ las competencias en materia de urbanismo, tráfico, estacionamiento de vehículos, movilidad y transporte colectivo urbano, las estrategias se convierten en regulaciones y medidas concretas con un impacto directo en la movilidad de las ciudades.

A continuación, se describen algunas experiencias o iniciativas de interés, tanto nacionales como internacionales, desarrolladas a distintos niveles y en ámbitos diferentes.

5.1 Planes de Movilidad Urbana Sostenible y Planes de Transporte al Trabajo

Los **Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)** son un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles en el espacio urbano, con una reducción en el consumo energético y las emisiones contaminantes, y logrando al mismo tiempo garantizar la calidad de vida de la ciudadanía⁴⁹. Buscan fomentar el transporte que haga compatible el crecimiento económico con la cohesión social, la seguridad vial y la protección del medio ambiente, garantizando así una mejor calidad de

⁴⁸ Artículo 25 de la Ley Reguladora de Bases del Régimen Local.

⁴⁹ Guía práctica para la elaboración de planes de movilidad urbana sostenible. IDAE, 2006 <https://www.idae.es/publicaciones/pmus-guia-practica-para-la-elaboracion-e-implantacion-de-planes-de-movilidad-urbana>

vida para los ciudadanos. Los PMUS tienen un ámbito de actuación local, aunque pueden desarrollarse a nivel supramunicipal cuando así lo acuerden los municipios que compartan un esquema de movilidad interdependiente por pertenecer todos ellos a una misma área metropolitana o mancomunidad, como por ejemplo el PMUS de la Comarca de Pamplona (2019) o el PMUS de la Mancomunidad de Municipios del Levante Almeriense (2012).

Probablemente el origen de los PMUS resida en los planes de desplazamiento urbano franceses impulsados por el Ministerio de Transportes francés en 1982 con la Ley de Orientación del Transporte Interior (*Loi d'Orientation des Transports Intérieurs*, LOTI), planes que pasaron a ser obligatorios en 1996 para las aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes.

En la actualidad, en España no se cuenta con una legislación nacional que regule la movilidad urbana en su conjunto. Si bien, la Agenda Urbana española, aun cuando es un documento estratégico sin rango normativo, incluye entre sus diez objetivos estratégicos la movilidad sostenible. Y para conseguir "potenciar los modos de transporte sostenibles" la primera acción que reclama es la adopción de medidas a través de planes de movilidad urbana sostenible. Entre estas medidas se incluyen las que reduzcan los viajes en transporte privado, las que fomenten los sistemas de transporte público eficientes y las que mejoren la calidad de los desplazamientos peatonales.

En todo caso, la **Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible**, estableció que las ciudades que quisieran recibir subvenciones estatales para el transporte público debían de tener un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). En su artículo 102 establece la obligación de contar con un PMUS para solicitar subvenciones al transporte público urbano o metropolitano. No obstante, apenas hoy existen documentos normativos que los regulen, a excepción de las legislaciones autonómicas de Cataluña (2003), Comunidad Valenciana (2011), Islas Baleares (2014) y Asturias (2018)⁵⁰, que sí disponen de normativa propia sobre esta materia. En otras comunidades autónomas, la regulación sobre los PMUS se encuentra en fase de anteproyecto o de proyecto de ley, como sucede en País Vasco, Navarra o Murcia. En el caso de Andalucía, la Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía⁵¹, regula la planificación en materia de cambio climático en su título II. Por un lado, regula el Plan Andaluz de Acción por el Clima, estableciendo su naturaleza jurídica y su contenido, y determinando la competencia y el procedimiento para la tramitación de su aprobación, y, por otro, regula la elaboración de planes municipales contra el cambio climático, que constituyen instrumentos de planificación complementarios al Plan Andaluz de Acción por el Clima, y que contemplan medidas para impulsar la transición energética en el seno de los planes de movilidad urbana.

Por su parte, la Ley 9/2003 de 13 de junio de Movilidad de Cataluña fue una ley pionera en Europa por ser la primera en regular los planes de movilidad en una norma regional. Entre sus características más destacables está la propuesta de una planificación integral del transporte y el urbanismo o el papel destacado que otorga a las autoridades de transporte metropolitano. También determina las necesidades de evaluación en el desarrollo de PMUS.

La relevancia de los PMUS se ha puesto de manifiesto también durante el periodo 2014-2020 de financiación de fondos FEDER, en el que las actuaciones de movilidad urbana de las **Estrategias de Desarrollo Urbano sostenible (EDUSI)**⁵² solo pueden cofinanciarse si dichas actuaciones están recogidas dentro de un PMUS, es decir, no como actuaciones aisladas sino dentro de una visión integrada y conjunta. Asimismo, la Agenda Urbana

⁵⁰ Ley 9/2003 de 13 de junio de Movilidad de Cataluña; Ley 6/2011 de 1 de abril de Movilidad de la Comunidad Valenciana; Ley 4/2014, de 20 de junio, de Transportes terrestres y movilidad sostenible de las Illes Balears; Ley 12/2018, de 23 de noviembre, de Transportes y Movilidad Sostenible, del Principado de Asturias.

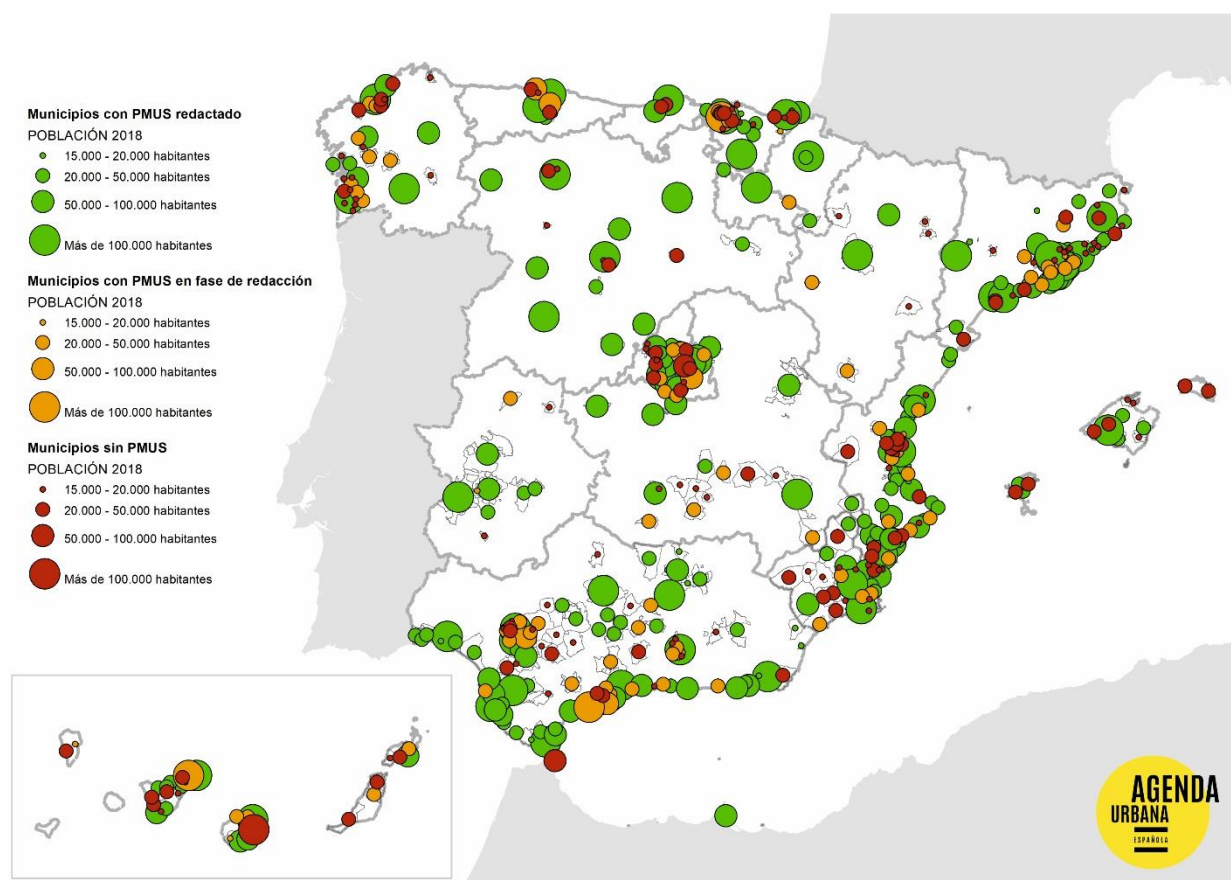
⁵¹ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-15238>

⁵² <http://www.rediniciativasurbanas.es/convocatoria-de-ayudas/estrategias-dusi>

Española⁵³ establece como uno de sus indicadores de seguimiento y evaluación⁵⁴ del objetivo estratégico 5 "Favorecer la proximidad y la movilidad sostenible", si la ciudad dispone de un PMUS para poder valorar si se han adoptado las medidas encaminadas a favorecer una movilidad sostenible y eficiente y en caso contrario, poder tomar las acciones correspondientes.

En España llevan redactándose PMUS desde hace más de una década. Según la base de datos descriptivos de la Agenda Urbana Española, en 2019 **el 92% de los municipios de más de 50.000 habitantes tenían un PMUS redactado**, frente al 18% en municipios de entre 15.000 y 20.000 habitantes. Además, un gran número de municipios se encuentran actualmente redactando sus respectivos planes de movilidad, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 6. Estado de elaboración de PMUS en municipios españoles con más de 15.000 habitantes (2019)



Fuente: Agenda Urbana Española⁵⁵.

Además de los PMUS, los **Planes de Transporte al Trabajo (PTT)** constituyen otro elemento importante en la consecución de una movilidad más sostenible. La concentración de desplazamientos en los centros de trabajo, especialmente en las grandes empresas o polígonos industriales, hace que sea necesaria la puesta en marcha de PTT. Estos planes incluyen un conjunto de medidas, elaboradas mediante un proceso participativo, que tienen por objeto racionalizar los desplazamientos al lugar de trabajo, tanto de sus propios empleados como de

⁵³ <http://www.aue.gob.es/>

⁵⁴ http://www.aue.gob.es/sites/aue/files/04_doc_indicadores_de_seguimiento_y_evaluacion_0.pdf

⁵⁵ Estos datos se recogen dentro de los Datos Descriptivos (D39) de la AUE: http://www.aue.gob.es/implementacion#Datos_descriptivos

clientes, proveedores y visitantes⁵⁶. Estas medidas van desde el facilitar el teletrabajo, ofrecer un cheque de transporte público o realizar campañas de información y concienciación de los trabajadores.

Del mismo modo que para los PMUS, la **Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible** establece que "... las Administraciones competentes fomentarán igualmente el desarrollo de planes de transporte de empresas o Planes de Transporte al Trabajo (PTT), con vistas a reducir el uso del automóvil y promover modos menos contaminantes en los desplazamientos de los trabajadores, planes que se han de tratar en el marco del diálogo social y son de carácter voluntario para las empresas". Algunas grandes empresas que ya han elaborado un PTT a nivel nacional son Iberdrola, Endesa o Liberty Seguros.

En Cataluña, el Decreto 152/2007⁵⁷ primero y, posteriormente el Acuerdo GOV/127/2014, de 23 de septiembre, supusieron la aprobación del segundo Plan de actuación para la mejora de la calidad del aire en las zonas de protección especial del ambiente atmosférico. Dicha regulación estableció la obligación de elaborar Planes de Desplazamiento en Empresa (PDE) para todos los centros generadores de movilidad que generen más de 5.000 viajes al día. Estos centros corresponden a establecimientos comerciales, individuales o colectivos, con superficie de venta superior a 5.000 m²; edificios para oficinas con un techo de más de 10.000 m²; instalaciones deportivas, lúdicas, culturales, con un aforo superior a 2.000 personas; clínicas, centros hospitalarios y similares con una capacidad superior a 200 camas; centros educativos con una capacidad superior a 1.000 alumnos; edificios, centros de trabajo y complejos donde trabajen más de 500 personas; y otras implantaciones que puedan generar de forma recurrente un número de viajes al día superior a 5.000.

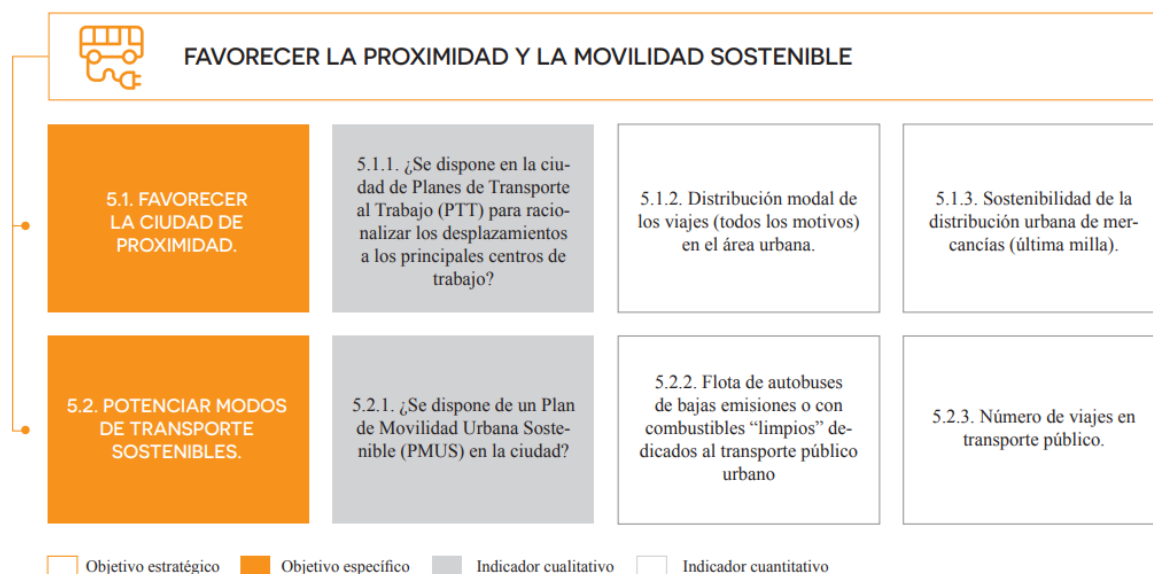
Conviene destacar algunos PTT para instituciones públicas, como el de la Diputación de Barcelona, que cuenta con casi 4.000 empleados, o los de los ayuntamientos de Rubí o San Cugat, así como los múltiples PTT llevados a cabo en empresas privadas, sobre todo en la provincia de Barcelona. Por citar algunos ejemplos, el PTT de la empresa proveedora de productos sanitarios B. Braun (con casi 2.000 empleados), que comenzó a elaborarse en 2015, o los PTT de Nissan (más de 4.000 empleados) o Roche (1.042 empleados), realizados en 2016 y 2017, respectivamente.

En la Agenda Urbana Española, al igual que ocurre con los PMUS, los PTT se recogen como un indicador cualitativo dentro del objetivo estratégico 5 con el fin de conocer si las empresas del municipio (individualmente o agrupadas) tienen planes vigentes para favorecer una movilidad sostenible y eficiente entre sus trabajadores y clientes.

⁵⁶ PTT: Planes de transporte al trabajo. Muévete con un plan. I.D.A.E. (2019) https://www.movilidad-idae.com/sites/default/files/2019-06/Guia-IDA-E-019_PTT.PDF

⁵⁷ 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.

Figura 7. Indicadores del objetivo estratégico 5 de la Agenda Urbana Española.



Fuente: Agenda Urbana Española (2019)

5.2 Delimitación de Zonas de Bajas Emisiones

Las **Zonas de Bajas Emisiones (ZBE)** son áreas en las que se restringe el acceso a los vehículos que no cumplan con determinadas exigencias, con el objetivo de mejorar la calidad del aire en las ciudades. Conviene recordar que el transporte es uno de los principales sectores responsables del deterioro de la calidad del aire en las ciudades debido a sus emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas. A modo de ejemplo, según los últimos datos publicados en el inventario anual de emisiones de contaminantes del Ayuntamiento de Madrid⁵⁸ correspondientes al año 2017, el sector transporte es responsable del 74% de las emisiones de NOx y del 63% de las partículas PM_{2,5} producidas en la ciudad, por lo que resulta necesario tomar medidas que limiten el acceso a los vehículos más contaminantes. Algunas zonas ZBE afectan únicamente a determinados tipos de vehículos (por ejemplo, a vehículos pesados) mientras que otras afectan a cualquier tipología.

La primera experiencia ZBE tuvo lugar en Estocolmo en 1996. Se trata de una ZBE para vehículos pesados que cubre todo el centro de la ciudad. Permite el acceso de camiones y autobuses que tengan menos de 6 años de antigüedad. Los vehículos Euro 5 y EEV se pueden conducir hasta finales de 2020. Además, a partir del 15 de enero de 2020 se puso en marcha otra zona de bajas emisiones en la calle Hornsgatan que afecta a turismos, minibuses y furgonetas, siendo el estándar mínimo requerido el Euro 5, y a partir del 1 de julio de 2022, será el Euro 6. Londres cuenta desde 2006 con un sistema de peaje urbano para acceder al centro de la ciudad; en abril de 2019 estableció una de las zonas ZBE más restrictivas, la denominada *Ultra Low Emission Zone* (ULEZ). En la actualidad ya son más de 200 las ciudades europeas que tienen delimitadas este tipo de zonas: Ámsterdam, Berlín, Bruselas, Lisboa, Milán o Múnich son algunos de los ejemplos más representativos⁵⁹. En España, Madrid y Barcelona ya cuentan con su propia ZBE.

Obviamente, no todas las ZBE se gestionan de la misma forma. Existen distintas aproximaciones, enfoques y niveles de restricción. Desde zonas cuyo acceso se gestiona por sistemas de peaje urbano, como Londres, a

⁵⁸ https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspInf/Energia/CC/04CambioClimatico/4aInventario/Ficheros/Inventario_emisiones_INV2017.pdf

⁵⁹ Low Emission Zones in Europe. Institute of Transport Economics Norway-TOI (2018) <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204>

zonas sin control de acceso físico en las que el control de detección de infracciones se realiza por otros medios, como es el caso de Madrid con las videocámaras.

Según la organización Transport and Environment (T&E)⁶⁰, la efectividad de una ZBE depende en gran medida de su planteamiento y diseño, por lo que aconsejan estudiar detalladamente y definir una serie de elementos clave antes de poner en marcha una ZBE, como son:

- La cobertura territorial: el tamaño de la ZBE es un factor clave, puesto que determina los residentes y trabajadores que se verán directamente afectados por la iniciativa y, en consecuencia, la flota de vehículos y servicios que se verán afectados por las restricciones que conlleve. Un ejemplo destacable por su envergadura es el caso de Bruselas, que desde 2018 cuenta con una ZBE que abarca 161 km², prácticamente toda la ciudad. En la actualidad se prohíbe la entrada a los vehículos diésel homologados bajo la normativa Euro 1, esto es, los matriculados con anterioridad a 1997, aunque esta normativa se irá endureciendo gradualmente hasta 2025, cuando solo podrán acceder a la ciudad los vehículos diésel Euro 6 y los vehículos de gasolina Euro 3 y posteriores.
- Los niveles de restricción: En este punto T&E señala que, por lo general, las zonas ZBE que solo permiten la circulación de los vehículos más limpios obtienen los mejores resultados.
- La política de sanciones: en Bruselas, durante los nueve primeros meses de implantación de la ZBE sólo se notificaba por escrito al propietario del vehículo infractor, y un estudio reciente reveló que las infracciones disminuyeron un 70% cuando se comenzó a sancionar económicamente a los infractores.
- Exenciones otorgadas: es importante considerar exenciones para ciertos colectivos o tipos de vehículos, pero deben otorgarse cuidadosamente. De lo contrario, existe el riesgo de crear "lagunas" en la regulación que condiciona la efectividad de la medida.
- Información y divulgación para que los usuarios se adapten a los cambios y modifiquen su comportamiento hacia el uso de formas de movilidad o vehículos más limpios. Se considera necesario definir y comunicar claramente las normas, los cambios esperados y el calendario previsto, tanto a ciudadanos como a turistas, a quienes la falta de información los lleva a infringir las normas sin ser plenamente conscientes.

Algunos gobiernos estatales están comenzando a promover este tipo de medidas en sus estrategias nacionales. Este es el caso del gobierno francés que, en el proyecto de ley para la orientación de la movilidad –*Loi d'Orientation des mobilités*, LOM–, ya promueve el desarrollo de ZBE cuya gestión se basa en el sistema de etiquetas adhesivas *Crit'air*⁶¹.

5.3 Distribución Urbana de Mercancías y logística inteligente

Durante los últimos años han surgido multitud de medidas e iniciativas que tratan de resolver o mitigar los problemas derivados de la distribución de mercancías en las ciudades, que han sido explicado en el apartado 3.2. La utilización de la tecnología y del Big Data está permitiendo mejorar su eficiencia para ir adaptándose al nuevo contexto actual y futuro.

Por un lado, la tecnología está permitiendo grandes avances en la **optimización de las rutas de distribución y en el desarrollo de planificadores de rutas dinámicas**. Por ejemplo, la cadena de supermercados Caprabo en 2017 implantó un nuevo sistema para diseñar rutas dinámicas en función del volumen a transportar denominado TMS (*Transport Management System*), con el que se ha conseguido una disminución del 10% en los recorridos efectuados por sus vehículos. Con ello la empresa ha podido reducir considerablemente la flota

⁶⁰ "Low-Emission Zones are a success - but they must now move to zero-emission mobility", Transport & Environment (2019) https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_09_Briefing_LEZ-ZEZ_final.pdf

⁶¹ El adhesivo *Crit'Air*, disponible en 6 colores, distingue entre vehículos antiguos y nuevos de las clases EURO 0 a 6.

necesaria para llevar a cabo sus actividades logísticas. Además, implantó un sistema de geoposicionamiento integrado con el TMS en todos sus vehículos que permite el control de los tiempos de entrega y retorno a la plataforma, así como conocer su posición en tiempo real.

Por otro lado, el almacenamiento masivo de datos, por ejemplo, sobre los hábitos de los consumidores, ha permitido elaborar modelos predictivos de distribución e incrementar la fiabilidad de las entregas. Esto permite ofrecer al usuario ventanas horarias más ajustadas, mejorar la productividad e informarle sobre la hora esperada de entrega. Además, se prevén otras futuras aplicaciones, como por ejemplo la reserva de espacio de estacionamiento en lugares con limitaciones horarias.

En cuanto a instalaciones, la búsqueda de soluciones para poder realizar las entregas a particulares cuando estos no se encuentran en su domicilio ha propiciado el desarrollo de nuevos sistemas de entrega y recogida de paquetería, como por ejemplo los puntos de recogida habilitados en determinados comercios (como los *Punto Pack* en floristerías, quioscos, librerías...) o los buzones o taquillas inteligentes tipo Citybox, cada vez más frecuentes en lugares públicos o en las zonas comunes de urbanizaciones residenciales. Asimismo, se está impulsando la instalación de consignas en oficinas y espacios públicos, e incluso existen iniciativas que dejan la mercancía en el coche o en casa del cliente, accediendo a estos espacios mediante una llave inteligente. DHL y la multinacional alemana del sector automovilístico Daimler llevan experimentando desde 2016 en distintas ciudades de Alemania la entrega de paquetes directamente en los maleteros de los coches Smart. El cliente del servicio "Smart ready to drop" genera a través de la App un código de uso único que permite al repartidor abrir el coche y dejar el paquete.

Igualmente, comienzan a habilitarse cada vez más **pequeñas instalaciones de almacenaje en el centro de las ciudades (almacenes urbanos)**, para tratar de proporcionar un mejor servicio a los clientes. En algunos países como Japón, esto se está concretando en plantas de pequeñas dimensiones con crecimiento vertical, mientras que en España se tiende más a la utilización de plantas bajas y sótanos⁶². Los almacenes urbanos se reservan para los stocks de productos con una mayor rotación, o bien funcionan como plataformas de *cross-docking*, que sin inventario ni *picking* (recolección), permiten transitar mercancías con diferentes destinos o consolidar mercancías provenientes de diferentes orígenes. En las grandes ciudades, ya se está invirtiendo en inmuebles para convertirlos en almacenes urbanos, como los que Amazon tiene en el céntrico barrio de Legazpi en Madrid o en pleno ensanche de Barcelona, destinados a preparar los pedidos de su servicio de entrega inmediata Amazon Prime Now. También se está promoviendo el uso dinámico de las plazas de carga y descarga o de carriles multiuso.

En el campo de los vehículos, la **adaptación de las flotas hacia soluciones más eficientes y respetuosas con el medio ambiente** es otra de las tendencias actuales en la logística urbana. Las iniciativas más comunes se centran en mejorar la eficiencia en el consumo de combustible de las flotas comerciales y, en consecuencia, en la reducción de las emisiones: formación en conducción eficiente, modificación de los motores y renovación de los vehículos. Aquí se incluye tanto la renovación de la flota existente —según los datos facilitados por la Dirección General de Tráfico, más del 63% de la flota de camiones y vehículos comerciales (furgonetas) tienen una antigüedad de 10 años o más— como la sustitución de algunos vehículos comerciales por otros menos convencionales como bicicletas, motos, etc. o por vehículos eléctricos o híbridos que, en definitiva, tienen menos restricciones de acceso en las grandes ciudades, son más silenciosos y producen menos emisiones. Desde hace años la empresa DHL emplea mensajeros en bicicleta para el envío urgente de paquetería en algunas ciudades alemanas, como Frankfurt o Berlín. Para ello dispone de dos tipos de servicios: el DHL Parcycle, una bici con caja de transporte de 140 litros de capacidad, y el Touring Bike DHL, donde los paquetes se llevan en la mochila del mensajero. La empresa también utiliza servicios similares en otros países como Francia, Gran Bretaña, Italia o Países Bajos.

⁶² "Retos y soluciones en la distribución urbana de mercancías" (<http://www.cadenadesuministro.es/noticias/retos-y-soluciones-en-la-distribucion-urbana-de-mercancias>)

Por último, Amazon lleva bastantes años tratando de lanzar su servicio Prime Air para la entrega de paquetes de pequeñas dimensiones mediante el uso de **drones**. El servicio fue anunciado por primera vez en 2013, pero no fue hasta 2016 cuando se realizó su primera y única entrega Prime Air con un dron en Cambridge, Reino Unido⁶³, como una experiencia piloto. Recientemente, acaba de presentar un nuevo modelo de dron híbrido con el que pretende comenzar a dar servicio en Estados Unidos, pero sin fecha confirmada para el lanzamiento del servicio.

5.4 Tendencias de pago en el transporte público

En los últimos años los **sistemas de pago (ticketing)** en los servicios de transporte público han evolucionado gracias a las nuevas tecnologías y al comercio electrónico. En el ámbito metropolitano, los medios de acceso y pago del servicio de transporte juegan un papel fundamental en los parámetros de calidad del servicio y en la experiencia del usuario. En una primera clasificación, se pueden distinguir dos grandes grupos de sistemas de pago: el tradicional y el BYO (Bring your own). En el primer caso, los soportes son *tokens*, billetes en papel, billetes magnéticos, y tarjetas sin contacto. En el caso del sistema BYO es el usuario el que aporta el soporte para su título: teléfono móvil, tarjeta bancaria, o ticket impreso en casa.

Actualmente, ya existen pocos servicios de transporte público que utilicen el billete magnético, pues se ha ido reemplazando por las **tarjetas sin contacto**, que son más rápidas a la hora de su validación y, además, pueden almacenar gran cantidad de información que es de mucha utilidad para gestores y planificadores. El pago con tarjetas sin contacto es una tecnología ampliamente implementada y utilizada en los servicios de transporte público de España. Permite a los conductores minimizar el manejo de efectivo, reduce el tiempo de acceso de los viajeros, lo que redundará en una mejora la velocidad comercial del servicio; además, se pueden crear multitud de tarifas personalizadas a cada grupo de usuarios con objeto de fidelizarlos.

De unos años a esta parte, se están probando diferentes tecnologías para el pago y validación en el transporte público para los desplazamientos diarios. Por un lado, los **códigos QR**, como en el caso de Tenerife (Ten+móvil), que permite una solución bastante económica y cómoda para el pago y validación tanto en autobuses como en el tranvía de Tenerife. El usuario solo necesita tener un terminal móvil con sistema Android o iOS con la aplicación descargada. Después, hay que formalizar la compra del título correspondiente desde el móvil, y una vez en el vehículo de transporte público se captura el código QR y se valida el título de viaje. Si se ha hecho correctamente, el registro del viaje aparecerá en la pestaña de recibos que deberá mostrar al conductor o revisor cuando se lo soliciten. Este sistema no requiere la instalación de máquinas validadoras en los vehículos, sino que basta con unas pegatinas con el código QR.

Posteriormente se comenzó a probar en nuestro país la **tecnología NFC** (*Near Field Communication*), que permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos para el intercambio de datos en cortas distancias (10 cm como máximo) basada en radio frecuencia RFID. Gracias a esta tecnología, rápida y segura, el pago y validación en medios de transporte es tan sencillo como aproximar el teléfono al dispositivo de cobro (máquina validadora) y automáticamente se produce la transacción. Para esto se necesitan móviles y tarjetas SIM compatibles con esta tecnología NFC. Además, los usuarios deben descargar una aplicación en el teléfono con la que pueden consultar sus movimientos y recargar sus títulos de transporte. En España, la primera ciudad en probar esta tecnología fue Valencia, seguida por Logroño, Málaga, San Sebastián, Madrid o Alicante. A pesar de ser una tecnología apropiada para su uso en el transporte público, pues ofrece una reducción significativa de costes y mejora la experiencia de usuario, tras varios años de pruebas y promoción desde algunas administraciones no ha conseguido implantarse de forma masiva en nuestro país. Actualmente no existen implantaciones comerciales que tengan una adopción significativa (superior al 1-2%)⁶⁴. Las principales razones

⁶³ <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>

⁶⁴ El futuro del pago en el transporte público: cloud y BYOT. Antonio Carmona, III Congreso Ciudades Inteligentes, 2017.

pueden atribuirse a problemas técnicos, como disponibilidad de NFC solo en terminales de gama media-alta y solo en terminales Android (no en iOS), problemas de usabilidad, etc.

Por último, la tarjeta bancaria con **tecnología EMV contactless**⁶⁵ es otro de los soportes que se está empezando a utilizar para pagar los servicios de transporte público. Independientemente de cuál sea la entidad financiera emisora, la tarjeta se convierte también en el billete de acceso al transporte y en el justificante de pago. La acción de pagar se convierte en algo prácticamente invisible para el usuario, ya que se realiza "mientras caminas" (*pay as you go*). Una de sus principales ventajas es que facilita el acceso al transporte público a los usuarios no frecuentes, que desconocen las tarifas o son turistas, y la tarjeta EMV contactless supondría un medio de pago más universal, cómodo y rápido⁶⁶. Además, se trata de un sistema de pago válido en todos los modos de transporte, lo que le confiere una visión integrada de todo el transporte. La posibilidad de adquirir un billete sencillo por una validación EMV hace que pueda reducirse, incluso eliminarse, el efectivo a bordo, con la consecuente reducción de tiempo dedicado a ello por parte del conductor. Por otro lado, cabe la posibilidad de expandir el rango de servicios en los que se utilizan las tarjetas, por ejemplo, mediante el establecimiento de políticas tarifarias integradas para usuarios de diferentes servicios (transporte público, *car-sharing*, bici pública, etc.).

En Londres, este soporte lleva utilizándose ya varios años, con unos resultados positivos. En el primer año, se redujeron los costes de venta un 6% sobre los ingresos tarifarios. Más del 40% de los viajes en metro, tren y autobús se paga con tarjetas *contactless*, y el número de usuarios sigue creciendo mes a mes. En Madrid, en el año 2017 se puso en marcha una experiencia piloto en las líneas de la EMT de Madrid 27 (Embajadores-Plaza de Castilla) y la Exprés del Aeropuerto (Atocha-Barajas). Tras esta prueba piloto, a lo largo de 2019 se ha incorporado el sistema de pago con tarjeta bancaria y dispositivos móviles en los autobuses de las líneas 27 y 70, sistema de pago que se ha extendido a todas las líneas de la red en diciembre de ese mismo año. Esta iniciativa forma parte del proyecto de EMT para el establecimiento de la Plataforma Integral de Pagos "EMTPay" y para la transición hacia los sistemas de pago *cashless* y *contactless* ('sin efectivo' y 'sin contacto') en todos los servicios que presta la compañía municipal, por lo que esta plataforma y su nuevo estándar de pagos, además de en los autobuses, podrá usarse, en el resto de servicios de EMT: BiciMAD, Teleférico, Aparcamientos y Grúa. Otra característica que pretende recoger la plataforma es el sistema post-pago, de manera que el usuario podrá utilizar y combinar los servicios de la EMT según sus necesidades, identificándose y pagando con su tarjeta o móvil, aplicando la mejor tarifa a cobrar al final del día.

5.5 Plataformas multimodales de servicios de transporte público

La **Movilidad como Servicio**, en inglés *Mobility as a Service* (MaaS), consiste en la integración de distintos modos y servicios de transporte, ofreciendo al usuario soluciones de movilidad personalizadas basadas en sus preferencias y necesidades individuales. Se trata de una **integración modal y tarifaria**, puesto que considera los diferentes modos como partes de un mismo sistema interrelacionado, permitiendo al usuario acceder a todos estos servicios mediante un único título de transporte. Esta integración se da también a **nivel administrativo**; las plataformas multimodales ofrecen información integrada de todos los servicios de transporte que engloban y permiten realizar todas las gestiones (desde las altas y bajas del servicio, hasta la planificación de ruta, consulta de disponibilidad, reserva de servicio, pago a través de un único canal, etc.) de forma centralizada en una única plataforma, habitualmente una aplicación móvil.

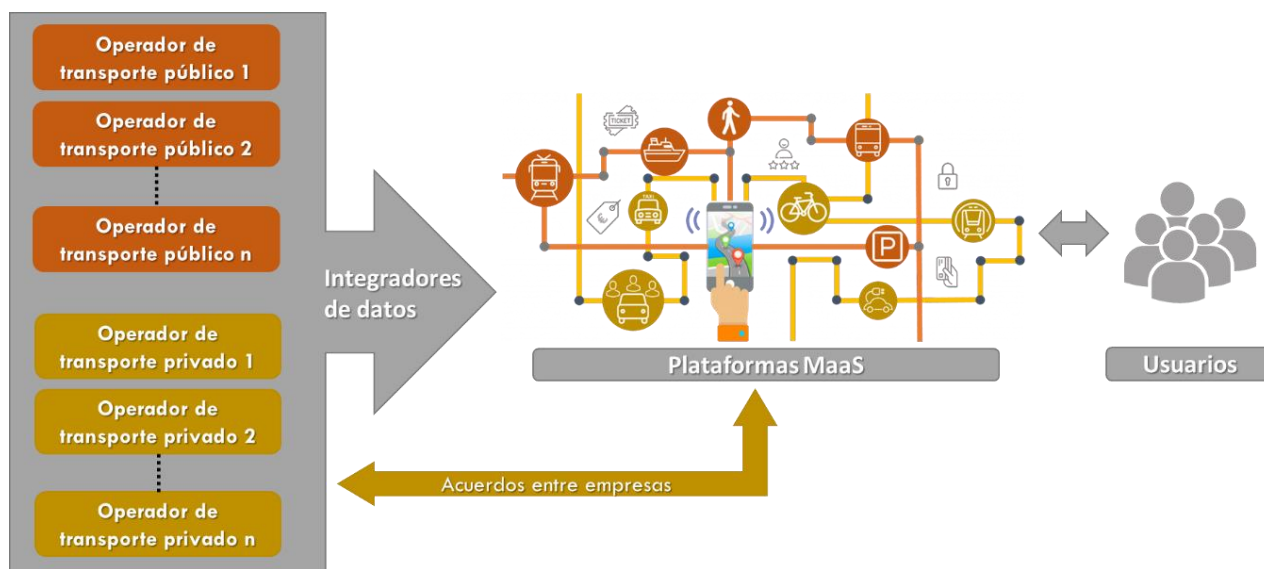
Probablemente, estas plataformas multimodales tengan su origen en las Autoridades de Transporte Público (ATP), cuyo desarrollo supuso ya una integración entre distintos modos y servicios de transporte público en las ciudades. Entre los principales logros de estas autoridades destacan la cooperación entre distintos operadores

⁶⁵ EMV es un estándar de interoperabilidad entre tarjetas de circuito integrado y terminales, donde EMV es el acrónimo de Europay MasterCard Visa.

⁶⁶ Aplicación del pago EMV contactless en el transporte metropolitano. Libro Blanco. MasterCard e ITS España, 2018.

de transporte para la prestación de servicios multimodales o la integración tarifaria de estos servicios, entre otros. Pero la irrupción tecnológica y los cambios sociales han facilitado el desarrollo de nuevas formas de movilidad promovidas por el sector privado, como las soluciones *car-sharing*, *moto-sharing*, etc. o los servicios VTC, nuevas formas que deben convivir con los servicios de transporte público más tradicionales. En este sentido, las nuevas **plataformas multimodales o plataformas MaaS** buscan satisfacer las necesidades de movilidad de sus usuarios ofreciendo distintas opciones de combinación de servicios de transporte multimodales, incluyendo tanto los modos de transporte público tradicionales como las nuevas formas de movilidad.

Figura 8. Esquema MaaS



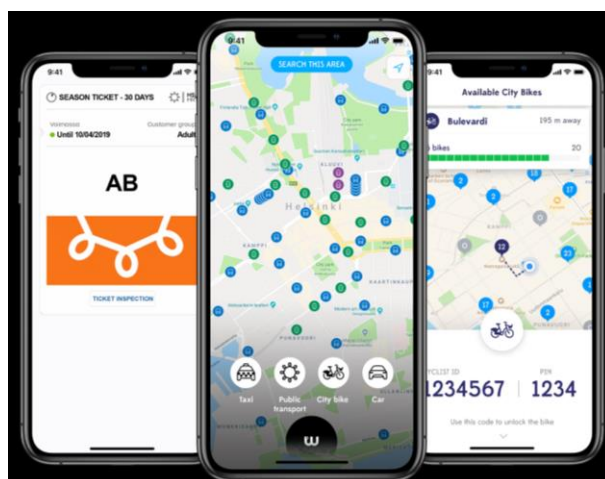
Fuente: Elaboración propia del OTLE

Entre las principales ventajas que ofrece la Movilidad como Servicio destaca la comodidad para el usuario; al estar todo integrado en una misma plataforma, se reducen las acciones necesarias y, en consecuencia, los tiempos. Otras ventajas que ofrece son la posibilidad de personalizar los servicios, la planificación de rutas en tiempo real teniendo en cuenta la congestión u otros aspectos (por ejemplo, la activación de protocolos por emisiones contaminantes) y la integración de los billetes en una misma aplicación de forma que no sea necesario obtener del título físico ni realizar el pago in situ. En lo relativo al pago, una de las funcionalidades más interesantes es el pago a cuenta, que consiste en calcular y aplicar la mejor tarifa existente en función del uso de servicios que se realice.

Otro aspecto de MaaS que conviene remarcar es que no solo se centra en la movilidad de personas, sino que también da cabida al transporte de mercancías, campo donde también puede resultar interesante la combinación de diferentes medios para la recogida y entrega de las mercancías en áreas urbanas. La optimización de la logística de las mercancías a través de una plataforma MaaS puede contribuir a reducir costes de transporte y tiempos, incrementando el grado de confianza en las empresas involucradas en este negocio.

En los últimos años han surgido algunas plataformas multimodales que conviene destacar. La primera de ellas es la **plataforma Whim**, que surge en 2016 en la ciudad de Helsinki (Finlandia) y que es propiedad de la empresa finlandesa MaaS Global, considerada el primer operador europeo MaaS. La plataforma integra como socios a las Autoridades de Transporte Público (ATP) competentes en la región, además de los operadores de transporte público, plataformas de contratación de servicios de taxi, operadores de *car-sharing* y *bike-sharing* y algunas empresas de alquiler de vehículos.

Figura 9. Interfaz de la aplicación móvil Whim



Fuente: <https://whimapp.com>

Ante la solicitud de un usuario para planificar un viaje entre un origen y un destino determinados, la App de Whim combina todos estos servicios de transporte disponibles ofreciendo distintas alternativas para que el usuario finalmente seleccione la que más se ajusta a sus necesidades. El pago de los servicios de transporte se realiza a través de la aplicación (pago por uso) o mediante prepago con suscripción mensual, aplicando distintas tarifas según el paquete mensual contratado por cada usuario. Por ejemplo, en el caso de Helsinki, se ofrecen diferentes paquetes de movilidad, que van desde un uso ilimitado de todos los modos y servicios de transporte adscritos a la plataforma a paquetes que solo incluyen determinados servicios de transporte o que tienen límite de gasto en otros, por ejemplo, en los servicios de taxi.

Figura 10. Paquetes tarifarios Whim Helsinki

Whim Urban 30	Whim Weekend	Whim Unlimited	Whim to Go
€59,7 / 30 days	€249 / 30 days	€499 / month	Pay as you go
30-day HSL ticket, City bike, and €10 taxis.	Weekend rental car, 30-day HSL ticket, city bike, and discounted taxis.	Unlimited access to car, taxi, public transport, and city bike.	Each trip is paid separately with no subscription fee.

Fuente: <https://whimapp.com>

En la actualidad, además de operar en Helsinki, Whim tiene presencia en otras ciudades europeas. En concreto en Birmingham (Reino Unido), Amberes (Bélgica) y Viena (Austria), aunque está previsto que se extienda a otras ciudades, como Londres o Estocolmo y otros países, como por ejemplo Japón o Singapur. Los agentes con los que se han convenido acuerdos para formar parte de la plataforma Whim en estas ciudades son:

- **Helsinki (Finlandia):** la Autoridad Regional de Transporte de Helsinki (HSL), el prestador HKL que opera los sistemas de metro, tranvía y tráfico marítimo de la ciudad, el sistema público de bicicletas Citybike, las plataformas de servicios de taxi Taksi Helsinki y Lähitaksi, y las empresas para el alquiler de vehículos y car-sharing Sixt, Hertz, Toyota rent y ALD car sharing.
- **Birmingham (Reino Unido):** la Autoridad de Transporte de la región de West-Midlands (Transport for West-Midlands - TfWM), la Network West Midlands, asociación entre TfWM y los operadores de autobuses, trenes y tranvías de la región, la plataforma de taxi Gett, el sistema público de bicicleta compartida Nextbike, y las empresas de alquiler de vehículos Sixt y Enterprise.

- **Amberes (Bélgica):** la sociedad pública de transporte de la Región Flamenca de Bélgica (De Lijn), el sistema público de bicicleta compartida Velo-Antwerpen, las plataformas de taxi Antwerp-Taxi y DTM Taxi, y las empresas de alquiler de vehículos Sixt.
- **Viena (Austria):** el operador de transporte público de la ciudad (Wiener Linien), el operador del tren al aeropuerto (CAT-City Airport Train) y la plataforma de servicios de taxi (Taxi 31300).

Finlandia ha sido precursora a nivel mundial en la puesta en marcha de servicios de movilidad integrada, y también ha sido pionera en el desarrollo de su regulación. En junio de 2018, el Gobierno Finlandés adoptó la **Ley de Servicios de Transporte**⁶⁷ para, entre otras cosas, regular la prestación de servicios de movilidad integrada orientados al cliente. La ley establece las condiciones previas para dar paso a la digitalización de los operadores de transporte y a los nuevos modelos de movilidad, promoviendo la libre competencia y la competitividad entre los prestadores de estos servicios, tanto para el transporte de personas como de mercancías. Conviene destacar que la nueva legislación ha supuesto grandes cambios en un mercado que hasta el momento estaba estrictamente regulado y regido por el sector público.

Desde la aparición de Whim han surgido multitud de plataformas similares. En Alemania, las aplicaciones móviles **Moovel App** y **Reach Now** (centrada solo en servicios de vehículo compartido) son plataformas multimodales del grupo Daimler AG (multinacional de la que es filial Mercedes-Benz o SMART, entre otras) que integran varios servicios de movilidad en ciudades como Dusseldorf, Hamburgo, Karlsruhe o Stuttgart. Con una operativa semejante a la de Whim, los proveedores asociados a estas plataformas son los operadores de *car-sharing* Car2go y DriveNow, de *bike-sharing* con Deezer Nextbike, de *e-scooters* con Tier, y en el caso de Moovel App los operadores de transporte público en autobús y por modos ferroviarios, y del colectivo del taxi con Freenow (mytaxi).

En Berlín, por citar otros ejemplos, ha surgido la aplicación móvil **Jelbi** mediante la cual se tiene acceso a todo el transporte público de las zonas tarifas A, B y C y a los servicios de vehículo compartido Millas (*car-sharing*), Deezer Nextbike (*bike-sharing*), Emmy (scooter eléctrico) y BerlKönig (*ride-sharing*). Se espera que próximamente se incorpore el taxi, y otros servicios de *car-sharing* Oply, Mobileee y Flinkster (de Deutsche Bahn) que sí están disponibles en las estaciones de Jelbi, pero que todavía no se pueden reservar a través de la aplicación. Por su parte, la Asociación de transporte y tarifas de Múnich (MVG) ha desarrollado su propia aplicación, **MVG App**, con funcionalidades similares a las vistas para otras plataformas. Las agencias gubernamentales del estado de Baviera, de la ciudad de Múnich y de los ocho distritos administrativos que la rodean unieron fuerzas para configurar la MVG, cuyo lema es "una red, un horario y un único billete". Su App integra a 40 operadores de transporte de viajeros dentro del área competencial de la MVG que prestan servicios de tren regional, urbano y metropolitano, metro, autobuses y tranvías.

En España, el ejemplo más representativo es la aplicación que ha desarrollado la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid, **MaaS Madrid**, que aglutina a la mayoría de los prestadores de servicios de movilidad en la capital. Actualmente ya está disponible la primera fase de la aplicación, que incorpora la información disponible del transporte público y de los servicios de movilidad compartida adheridos y redirige a las aplicaciones de cada uno de ellos para completar la reserva. Concretamente, incluye servicios de transporte colectivo (autobús urbano, Cercanías, Metro), el taxi, BiciMAD, servicios de *car-sharing* (Sharenow -antes Car2Go-, Wible, UbeeGo), de motos compartidas (Muving, eCooltra, loscoot, Acciona Motos) y de patinetes eléctricos (Movo, Tier, VOI, Flash). Además, permite configurarlo en función de las preferencias, por modo o por operador. En las próximas versiones está previsto contar con un planificador de viaje, para conocer las mejores opciones para ir de un punto a otro de la ciudad en función de las preferencias del usuario, así como las opciones de reserva, billeteaje y pago.

Por su parte, Renfe Operadora está desarrollando la plataforma **"Renfe as a Service"** (RaaS), que busca integrar en una misma plataforma diferentes modos y medios de transporte que permitan al cliente una solución

⁶⁷ <https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=246709>

de primera y última milla para organizar su viaje de principio a fin a través de un pago único y sin salir de la aplicación. RaaS persigue ser una plataforma abierta, pública e integradora, que incorpore la oferta de transporte público y privado más amplia posible.

5.6 Transporte urbano con vehículos de cero emisiones

La necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes en las ciudades —que afectan negativamente a la calidad del aire— está llevando a los responsables de la movilidad urbana a incorporar vehículos de cero emisiones en sus flotas, que además contribuyen a reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero —ligadas al cambio climático—. La movilidad eléctrica está muy presente en muchas ciudades en los **modos ferroviarios** (trenes de cercanías, metro y tranvía), donde este tipo de tracción es mayoritaria. También comienza a estar muy presente en las flotas de **taxis**, especialmente mediante vehículos híbridos. A modo de referencia, solo en la ciudad de Madrid los taxis híbridos suponen un 26%, mientras que los 100% eléctricos apenas alcanzan un 0,1%, según los últimos datos publicados por el Ayuntamiento de Madrid.

Del mismo modo, muchas administraciones están aprovechando la renovación de sus **flotas oficiales** para adquirir vehículos eléctricos o de bajas emisiones. Algunos ejemplos destacables a nivel mundial son las ciudades de Estocolmo, cuya flota oficial al completo está compuesta por vehículos eléctricos (800 automóviles), o Nueva York, donde más de 1.300 vehículos oficiales son eléctricos. Asimismo, en muchas ciudades chinas ya se obliga a que un determinado porcentaje de las adquisiciones de vehículos gubernamentales sea de vehículos eléctricos, como por ejemplo el 50% en Shanghái, el 80% en Zhengzhou, o el 100% en Pekín. En el ámbito de la Unión Europea, se ha publicado recientemente la Directiva 2019/1161⁶⁸ sobre la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes. Esta Directiva, basada en el papel ejemplarizante de la administración, establece los objetivos mínimos de vehículos limpios a alcanzar a nivel nacional en el conjunto de determinados contratos públicos en los que se empleen una serie de vehículos. Los objetivos se fijan para dos períodos de referencia diferentes, comprendidos entre 2021 y 2025, y desde 2026 a 2030.

La movilidad eléctrica también está presente en **otros medios de transporte urbano**, como son las motocicletas, las bicicletas de pedaleo asistido o los patinetes. Por otro lado, muchas ciudades importantes ya cuentan con sistemas de **car-sharing** mediante automóviles eléctricos o híbridos. Por poner un ejemplo, solo en Shanghái, el servicio EVCARD —presente en más de 40 ciudades en China— incluye más de 7.700 vehículos eléctricos. El servicio Autolib, que comenzó a operar en París en 2011 y fue pionero en el mundo, llegó a contar con una flota de más de 4.000 vehículos eléctricos. En la actualidad ya no está operativo, aunque se han implementado programas similares operados por la misma compañía en Londres y Los Ángeles, así como en otras ciudades francesas. Otro ejemplo destacable es el programa de uso compartido de automóviles eléctricos en Oslo, que lanzó el operador ferroviario noruego Norges Statsbaner AS en 2018 y que ya cuenta con 250 vehículos eléctricos. En otros casos, las principales compañías de fabricación de automóviles han creado flotas compartidas basadas en vehículos eléctricos, como Car2Go de Daimler (Mercedes), ReachNow (BMW) o E-share Mobi (Nissan), como ya se ha comentado en otras secciones del informe.

En este contexto, las ventas de vehículos híbridos y eléctricos han ido ganando peso de forma progresiva. Las **ventas mundiales aumentaron un 63% el año pasado**, superando por primera vez los 2 millones de unidades, lo que supone un 2,2% del total de ventas mundiales de vehículos en 2018⁶⁹.

Pero no solo los servicios de **car-sharing**, vehículos particulares y taxis contribuyen a este aumento. Las ventas de vehículos eléctricos para la **renovación de las flotas de autobuses de los operadores de transporte público**

⁶⁸ Directiva (UE) 2019/1161 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 por la que se modifica la Directiva 2009/33/CE relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes.

⁶⁹ The Electric Vehicle World Sales Database, 2019. <http://www.ev-volumes.com/>

también están creciendo de manera muy significativa. Según la Agencia Internacional de la Energía⁷⁰, la flota global de autobuses eléctricos creció aproximadamente un 25% entre 2018 y 2019, sobre todo debido al número de unidades eléctricas adquiridas en China. En 2018 había alrededor de 460.000 autobuses eléctricos en todo el mundo, de los cuales el 99% estaban en China. Eso convierte al gigante asiático en el líder global absoluto del transporte público con flota eléctrica, muy por encima de cualquier otra región de Europa y del mundo. Por su parte, Europa tenía 2.250 autobuses eléctricos y Estados Unidos apenas 300 unidades. La ciudad de Shenzhen, con 12 millones de habitantes, es líder a nivel mundial debido a que la totalidad de su flota de autobuses públicos (más de 16.000) es 100% eléctrica.

En Europa, en 2018 se adquirieron aproximadamente 1.200 unidades de autobuses eléctricos, frente a las 1.516 unidades que fueron solicitados el año anterior⁷¹. El conjunto formado por Francia, Reino Unido, Polonia, los países nórdicos, Países Bajos y Alemania representan más de la mitad del número total de autobuses eléctricos en Europa en la actualidad. En el norte de Europa, Suecia lidera el grupo con 245 buses eléctricos operativos. Le sigue Noruega, que es el país europeo con mayor penetración del vehículo eléctrico (más del 40% de sus ventas totales el año pasado) con 174 unidades operativas, y a mucha distancia Dinamarca, Finlandia e Islandia. **En España, en diciembre de 2018 se contaba con un total de 158 autobuses eléctricos**, incluidas 100 unidades de eléctricos puros (BEV), 8 autobuses eléctricos de autonomía extendida (EREV) y 50 híbridos enchufables (PHEV)⁷².

La iniciativa *Clean Bus Deployment*⁷³ fue lanzada por la Comisión Europea en julio de 2017. Con el acuerdo climático de París en vigor, la UE está más comprometida que nunca con una transición global hacia una economía baja en carbono, y señala a las autoridades locales y regionales como actores clave en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la mejora de los sistemas de transporte colectivo, haciéndolos más limpios, más eficientes y más sostenibles. A través de sus esfuerzos combinados, los signatarios de la "Declaración de intenciones de promover el despliegue a gran escala de autobuses limpios en Europa" se comprometen a hacer que esta transición a combustibles limpios se produzca. La iniciativa fue firmada por un gran número de ciudades, fabricantes de equipos originales y organizaciones de toda Europa.

Las principales ciudades europeas comprometidas con la mejora de la calidad del aire ya han puesto en marcha esquemas de renovación de flotas a gran escala. Según los últimos datos publicados por el operador de transporte público en autobús de Londres, Transport for London (TfL), en la actualidad cuentan con 155 autobuses eléctricos, 10 autobuses de pila de combustible (que utilizan hidrógeno como fuente de energía) y 3.669 híbridos, lo que la convierte en una de las flotas eco más grande de Europa y con grandes perspectivas de crecimiento, pues sus previsiones son que para 2037 la totalidad de la flota debe ser cero emisiones. Al igual que Londres, ciudades como Oslo o Copenhague tienen como objetivo disponer de una flota totalmente eléctrica para los próximos años. Asimismo, otras ciudades más pequeñas, como Roskilde (Dinamarca) de 50.000 habitantes, ya han sustituido toda su flota de autobuses por vehículos eléctricos⁷⁴.

En España, el interés por parte de las administraciones es creciente y cada vez son más los autobuses eléctricos que circulan por nuestras ciudades. De hecho, Barcelona comenzó a realizar pruebas con autobuses eléctricos

⁷⁰ Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility. International Energy Agency https://webstore.iea.org/download/direct/2807?fileName=Global_EV_Outlook_2019.pdf

⁷¹ www.sustainable-bus.com/news/650-electric-buses-delivered-in-europe-leader-vdl/

⁷² Informe sobre la aplicación del Marco de Acción Nacional de Energías Alternativas en el Transporte (elaborado en virtud de la Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos). 2019 <https://industria.gob.es/es-ES/Servicios/Documents/aplicacion-marco-energias-alternativas.pdf>

⁷³ https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cleanbus_en

⁷⁴ www.sustainable-bus.com/news/electric-buses-in-north-europe-to-rise-from-56-to-467-in-one-year/

en 2014, con motivo del **Proyecto ZeEUS** (Zero Emission Urban Bus System)⁷⁵ financiado por la Comisión Europea y coordinado por la Asociación Internacional de Transporte Público (UITP). En este proyecto participaron, además de Barcelona, ciudades como Londres, Glasgow, Estocolmo, Münster, Bonn, Pilsen o Cagliari. En el caso concreto de Barcelona el proyecto consistía en introducir en el servicio regular de TMB (Transportes Metropolitanos de Barcelona) 4 autobuses eléctricos con dos tecnologías diferentes: 2 autobuses estándar del modelo i2e de Irizar, equipados con baterías de carga nocturna, y 2 unidades Solaris Urbino 18e articulados, equipados con baterías que se cargan en la terminal durante el día. La primera fase de pruebas se llevó a cabo en 2014 con los autobuses i2e de Irizar. En septiembre de 2016 se presentó la estación de carga y los primeros articulados eléctricos Solaris Urbino en pruebas, que empezaron a circular con pasajeros en la línea H16 el 30 de enero de 2017. Estos vehículos articulados dan servicio durante todo el día gracias al sistema de carga de las baterías, que se cargan mediante un pantógrafo situado en el techo del vehículo, en una estación de la Zona Franca, ubicada a pocos metros de una de las terminales de la línea. En un intervalo de entre 5 y 8 minutos se carga hasta el 80% de la batería, y este tiempo es suficiente para que los autobuses puedan volver a realizar su recorrido. Endesa colaboró en este proyecto instalando y gestionando los puntos de recarga, cuyo estudio permitirá diseñar la infraestructura necesaria para la electrificación de la flota de autobuses de Barcelona.

Figura 11. Autobuses eléctricos articulados con sistema de recarga en terminal



Fuente: Transportes Metropolitanos de Barcelona

En la actualidad, la flota de TMB integra 351 vehículos híbridos y 9 eléctricos puros. El plan de renovación de flota de TMB para el período 2019-2021, acordado con la Autoridad del Transporte Metropolitano de Barcelona, supone una inversión de 115 millones de euros y la adquisición de 254 vehículos, incluyendo 23 autobuses articulados eléctricos y 6 minibuses de emisión cero que sustituirán a 29 autobuses diésel y de gas natural comprimido que están llegando al final de su vida útil. A esta inversión se ha de sumar la ejecución de las obras e infraestructuras necesarias para que los vehículos eléctricos sean operativos, que representan 20 millones de euros más. En total el plan supone una inversión de 135 millones de euros.

También conviene resaltar que TMB ha impulsado la fabricación, junto con otras tres empresas, de un prototipo de minibus 100% eléctrico para uso urbano intensivo, con una autonomía de 16 horas con el aire acondicionado en marcha. Son diversas, por lo tanto, las líneas de actuación de TMB en materia de movilidad eléctrica.

La Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid ha sido pionera en la incorporación de vehículos propulsados eléctricamente al servicio regular de viajeros con la creación, en 2008, de dos líneas urbanas equipadas con minibuses eléctricos. Una década después, en febrero de 2018, adquirió sus primeros autobuses de 12 m eléctricos, modelo i2e de Irizar, 15 unidades, y un año después incorporó otras 35 unidades por un total de 19,9 millones de euros. También en 2018 adquirió 18 minibuses eléctricos –2 del modelo Wolta de Car-bus y 16 del modelo Gulliver de TecnoBús– por un importe de 4,67 millones de euros. En la actualidad los

⁷⁵ <https://zeeus.eu/>

autobuses eléctricos representan el 2,35% del total de la flota, mientras que los propulsados por GNC suponen casi el 67%. El plan de renovación de la flota de la EMT para el periodo 2016-2020 contemplaba la adquisición de 1.222 nuevos autobuses. Hasta la fecha, se han adquirido más de 700, y el objetivo final es disponer de una flota compuesta únicamente por vehículos de cero o bajas emisiones para el año 2020.

Figura 12. Minibuses 100% eléctricos. Modelos Wolta y Gulliver U520ESP



Fuente: EMT Madrid

Además de esta fuerte inversión destinada a la renovación y ampliación del parque de autobuses de Madrid, también se han realizado actuaciones de mejora de los Centros de Operaciones al objeto de adecuar sus instalaciones técnicas a los nuevos sistemas de propulsión de los autobuses (GNC, híbridos, eléctricos e inducción) que superan los 18 millones de euros. En concreto, también hay que destacar el proyecto de remodelación integral del Centro de Operaciones de La Elipa, que en un futuro próximo estará dedicado exclusivamente a autobuses eléctricos. El presupuesto total de ejecución de esta nueva y pionera infraestructura, incluidos los costes de traslado de su actividad mientras duran las obras, ronda los 99 millones de euros⁷⁶.

También conviene destacar el caso de Badajoz o de San Sebastián, cuyas flotas de autobuses eléctricos son de las mayores de España. En 2014, Dbus (el operador de transporte urbano de San Sebastián) incorporó a su flota el primer autobús 100% eléctrico. En la actualidad ya tienen más 40 vehículos eléctricos o híbridos. En el caso de Badajoz, en abril de 2019 se invirtieron más de 7 millones de euros para la compra de 15 nuevos autobuses eléctricos que, junto a las unidades que ya tenían, suman un total de 42 autobuses eléctricos, un 40% de su flota actual. Pamplona convirtió hace algunos meses su línea 9 en la primera del Transporte Urbano Comarcal en operar en modo 100% eléctrico mediante 6 autobuses eléctricos cuya adquisición supuso una inversión de 2,5 millones de euros, además de 0,7 millones para la ejecución de las acometidas e instalación de los puntos de recarga en cabecera de línea. Además de estos 6 autobuses eléctricos puros, la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona cuenta con 40 autobuses híbridos, y desde el año 2017 sólo se incorporan autobuses híbridos o eléctricos a su flota.

Bilbao también incorporó el pasado mes de diciembre 2 nuevos autobuses eléctricos y 15 vehículos híbridos a la flota de su servicio de transporte urbano, con el objetivo de que el transporte colectivo de la ciudad sea más eficiente y sostenible. En su plan de electrificación de la movilidad, el Consistorio espera que para el año 2030 el 100% de la flota de transporte público de Bilbao esté compuesta por autobuses híbridos o eléctricos. Valencia adquirió 37 nuevos autobuses en 2018, de los cuales 35 son de tecnología híbrida y 2 eléctricos puros. Y lo mismo sucede en otras muchas ciudades de menor tamaño, como Irún, donde 4 autobuses eléctricos prestan servicio a la línea 1, la más utilizada del municipio. En definitiva, son muchos los ejemplos que ponen de manifiesto el creciente interés de las autoridades españolas por la electrificación del transporte público en autobús.

⁷⁶ <https://www.emtmadrid.es/getattachment/952e972b-aff8-4774-a66d-f815fc92bdfe/EMT-acomete-en-el-periodo-2016-2020-la-mayor-renov.aspx>

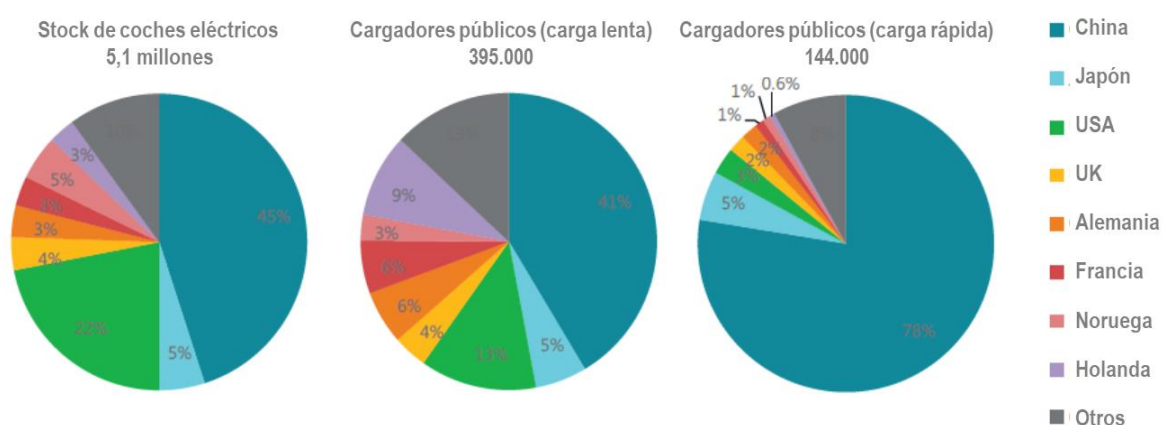
5.7 Red de carga de vehículos eléctricos

Tanto los vehículos eléctricos puros (BEV) como los híbridos enchufables (PHEV), incluyendo los de autonomía extendida tipo EREV o PHEV-RE⁷⁷, están equipados con baterías que han de recargarse mediante la conexión a la red eléctrica. Para ello, se cuenta con diferentes alternativas o modalidades de infraestructura de recarga que, a grandes rasgos, se pueden resumir en:

- **Puntos particulares de recarga**, situados en un garaje o vivienda privada, y que permiten la carga del vehículo cuando está estacionado, especialmente durante la noche.
- **Postes de recarga públicos**, situados en estacionamientos en la vía pública o en aparcamientos públicos.
- **Electrolineras**, o lo que es lo mismo, puntos de recarga rápida o semirrápida situados en estaciones de servicio o áreas de servicio, u otras zonas de alta afluencia o circulación de vehículos (grandes centros comerciales, garajes públicos, etc.), utilizadas principalmente para una recarga de ocasión o de emergencia. Los puntos de carga rápida consiguen recargar el 80% de la batería en 20 minutos, mientras que los de carga semirrápida proporcionan ese nivel de carga en unas 2 o 3 horas.
- Puntos de recarga en **instalaciones para flotas de vehículos** de transporte público y *car-sharing*.

El despliegue masivo del vehículo eléctrico en las ciudades está vinculado y muy condicionado por el desarrollo de la infraestructura de carga pública (postes de recarga públicos y electrolineras). Según la Agencia Internacional de la Energía⁷⁸, el número de cargadores de acceso público alcanzó los 539.000 en todo el mundo en 2018, un 24% más que en 2017. La tasa de crecimiento de las nuevas instalaciones de cargadores de acceso público se está desacelerando en comparación con años anteriores (30% en 2017, 80% en 2016). En 2018, China siguió siendo el país con la mayor infraestructura de carga de acceso público instalada, representando la mitad del total mundial (Gráfico 28). En ese mismo año, alrededor de un tercio de los cargadores de acceso público instalados en el mundo eran de carga rápida. En China, casi la mitad de los cargadores de acceso público recientemente instalados son de carga rápida, mientras que en Europa y Estados Unidos una gran mayoría son de carga lenta.

Gráfico 28. Stock de automóviles eléctricos y cargadores de acceso público por país, 2018.



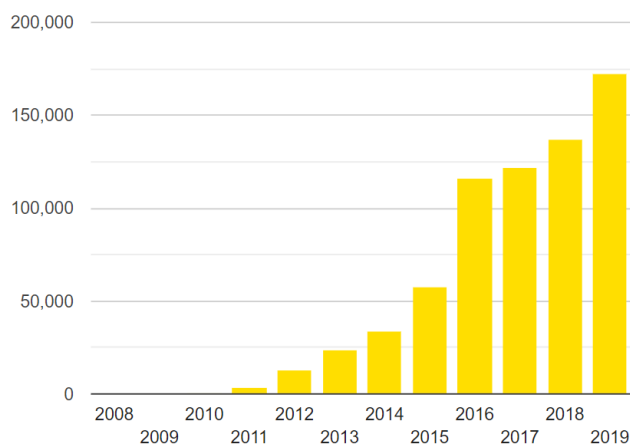
Fuente: Global EV Outlook 2019

⁷⁷ Cuentan con un pequeño motor de combustión que hace de generador, cargando linealmente la batería cuando ésta se descarga a un ritmo menor del de descarga, pero que permite ampliar su autonomía de forma muy significativa.

⁷⁸ Global EV Outlook 2019. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

Por otro lado, según los datos publicados en el Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos (EAFO)⁷⁹, los puntos de recarga de acceso público habilitados en el conjunto de países miembros de la Unión Europea son aproximadamente 172.500. En el gráfico 29 siguiente se muestra la evolución de estas infraestructuras.

Gráfico 29. Evolución de los puntos de carga públicos en la Unión Europea.

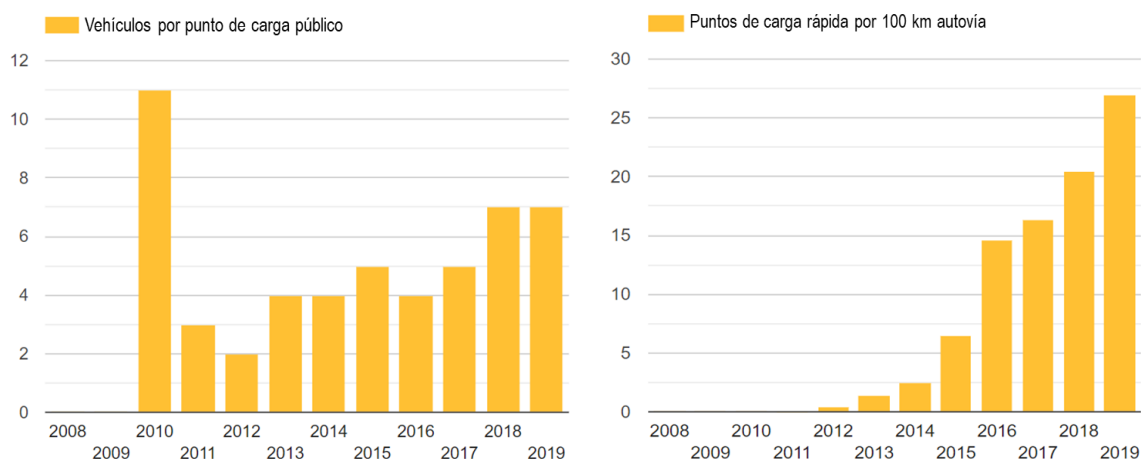


Fuente: European Alternative Fuels Observatory, 2019

Teniendo en cuenta que la misma fuente indica que en la Unión Europea hay en la actualidad 580.782 vehículos eléctricos puros (BEV) y 587.770 híbridos enchufables (PHEV), se estima que hay un punto de recarga público por cada 6-7 vehículos enchufables. El gráfico 30 muestra la evolución de esta relación, en el que se observa que prácticamente no varió entre 2018 y 2019, y que en dichos años fue superior al valor de años precedentes.

Otro dato interesante que publica el EAFO es el número de puntos públicos de recarga rápida –es decir, de potencia igual o superior a 22 kW–, que en 2019 superaban los 35.500. Ello supone, tal como se muestra en el gráfico 30, que por cada 100 km de carreteras de alta capacidad hay en torno a 27 puntos públicos de recarga rápida. Esta ratio ha ido creciendo de forma más o menos constante durante todos los años de la serie considerada por el EAFO.

Gráfico 30. Evolución de las relaciones “vehículos enchufables por cada punto de carga público” y “puntos de carga rápida (≥ 22 kW) por cada 100 km de autovía” en la Unión Europea.

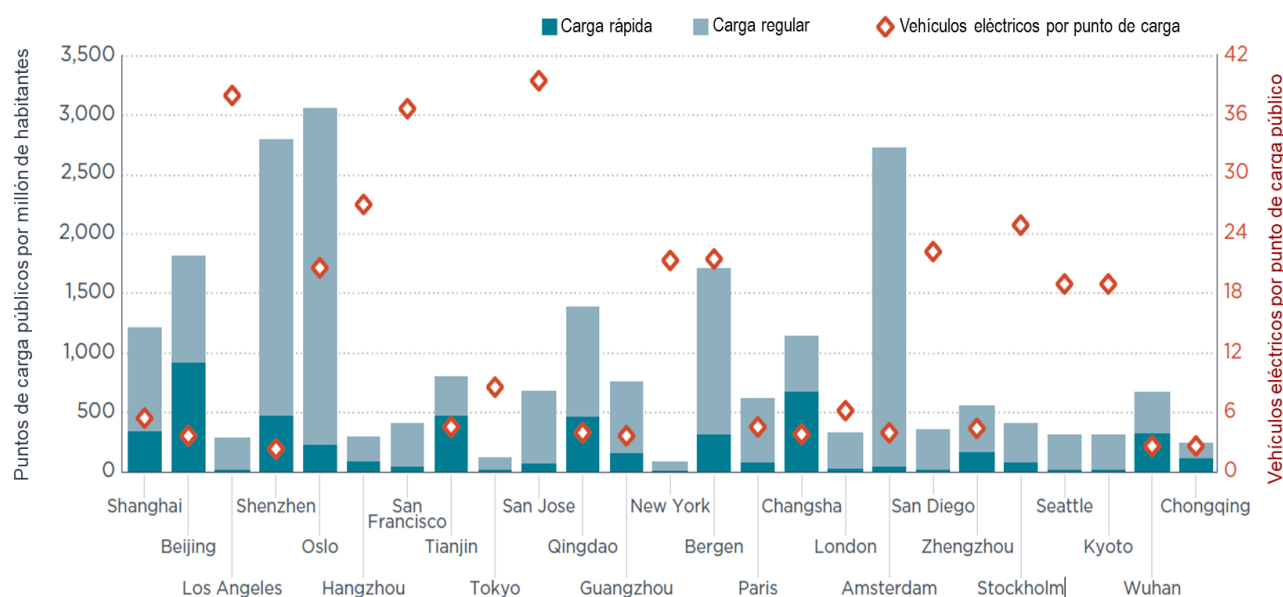


Fuente: European Alternative Fuels Observatory, 2019

⁷⁹ www.eafo.eu/countries/european-union/23640/summary

El ICCT (International Council on Clean Transportation), organización estadounidense sin ánimo de lucro, realiza análisis periódicos en diferentes ciudades del mundo para evaluar el grado de penetración de la movilidad eléctrica en cada una de ellas. Según sus últimos datos publicados a finales de 2017, Oslo es la ciudad con mayor número de puntos de recarga por millón de habitantes, seguida de cerca por la ciudad china de Shenzhen, y la ciudad de Ámsterdam⁸⁰.

Gráfico 31. Puntos de carga públicos por millón de habitantes y vehículos eléctricos por punto de carga en ciudades con una presencia importante de vehículos eléctricos (diciembre 2017).



Fuente: The International Council on Clean Transportation-ICCT

En 2017 los vehículos enchufables registrados en cada una de estas ciudades por cada punto de recarga público habilitado era similar a la media de la Unión Europea (en torno a 5), salvo en el caso de Oslo, donde esta relación ascendía hasta los 22 vehículos enchufables por punto de recarga. Es muy probable que estas cifras hayan cambiado sustancialmente a día de hoy, pero no se disponen de datos actualizados desagregados por ciudades.

En España, según el Informe sobre la aplicación del Marco de Acción Nacional de Energías Alternativas en el Transporte⁸¹, y de acuerdo a las estimaciones del sector, hay actualmente alrededor de 5.187 puntos de recarga públicos de todas las potencias en 3.085 estaciones de recarga. Tanto los planes de despliegue de infraestructura eléctrica que han dado a conocer las empresas y entidades públicas, como los que aún no han sido anunciados públicamente, junto con la evolución prevista del parque de vehículos eléctricos supondrán un aumento significativo del número de puntos de recarga en los próximos años.

Los datos del parque de vehículos de la DGT señalan que España, en septiembre de 2019 había un total de 21.601 turismos eléctricos puros (BEV), mientras que los híbridos enchufables (PHEV) son 15.299 y los turismos

⁸⁰ Electric vehicle capitals: Accelerating the global transition to electric drive. ICCT, 2018

⁸¹ Informe sobre la aplicación del Marco de Acción Nacional de Energías Alternativas en el Transporte (elaborado en virtud de la Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos), 2019. <https://industria.gob.es/es-ES/Servicios/Documents/aplicacion-marco-energias-alternativas.pdf>

eléctricos de autonomía extendida (EREV) son 1.354; por lo que se estima que hay unos 7,5 vehículos enchufables por cada punto de recarga público, cifra ligeramente superior a la media europea.

Conviene señalar que recientemente están surgiendo otras alternativas de recarga que mejoran la experiencia de carga pública de los usuarios como, por ejemplo, cargadores ultrarrápidos, la carga inalámbrica o los recambios de baterías. En cualquier caso, es preciso seguir aumentando el número de puntos de recarga para poder atender el crecimiento de demanda de vehículos eléctricos que se espera y, probablemente, será necesario acelerar el desarrollo de este tipo de infraestructura durante los próximos años.

En España, el **borrador del anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética**, de junio de 2019, incluye la creación de una plataforma de información sobre puntos de recarga, y la dotación de puntos de recarga de 50kW para conseguir una recarga rápida en instalaciones de suministro de combustibles y carburantes con determinado volumen de ventas. Asimismo, recoge que, desde 2021, cualquier nueva instalación de suministro de combustibles y carburantes, o que requiera una revisión del título administrativo, dispondrá de, al menos, una infraestructura de recarga eléctrica de potencia igual o superior a 50 kW.

En línea con lo anterior, conviene destacar que durante los últimos años han surgido plataformas colaborativas que localizan los puntos de recarga disponibles para facilitar información a los propietarios de vehículos eléctricos, como por ejemplo *Electromaps*⁸². La plataforma localiza en un mapa interactivo los puntos de recarga disponibles en un determinado territorio, tanto gratuitos como de pago. En este último caso, facilita además el pago a través de su aplicación móvil a aquellos usuarios que estén registrados (en la actualidad más de 63.000). La información de los puntos de recarga que se muestran, tanto en su web como en su aplicación móvil, proviene principalmente de las aportaciones individuales de los conductores de vehículos eléctricos, pero también de los propietarios de puntos de recarga y de los acuerdos que tienen con sus gestores y con las plataformas de *roaming*. Otros ejemplos de plataformas similares en Europa son *ChargeMap*, con un gran número de usuarios y con procesos de validación muy rigurosos, lo que hace que sus contenidos sean muy fiables y actualizados, o la App *Plugsurfing*, una de las más conocidas en Alemania.

Por último, cabe señalar que las **grandes compañías energéticas españolas están llevando a cabo planes** para el despliegue de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos en España. El plan "Smart Mobility" del grupo Iberdrola se marcó como objetivo que, para finales de 2019, las principales autovías y corredores de España, así como los espacios de acceso público de las principales ciudades de la geografía española, cuenten con una estación de recarga rápida al menos cada 100 km. Por su parte, el plan Endesa X pretende instalar más de 100.000 puntos de recarga en los próximos años, de los cuales unos 8.500 estarían destinados a la vía pública.

5.8 Conducción autónoma en el transporte público

La irrupción de los sistemas de conducción autónoma ya es una realidad. En la actualidad, numerosos fabricantes de automóviles y compañías tecnológicas están apostando por estos sistemas y, probablemente, revolucionen el sector en los próximos años. De los **6 niveles de automatización existentes**⁸³, aún se está en el nivel 2 (automatización parcial de la conducción), y todavía queda mucho camino por recorrer hasta alcanzar el nivel 5 de automatización completa, que no necesitaría la intervención del conductor. El avance en los niveles de automatización tiene implicaciones tecnológicas tanto sobre el vehículo, como sobre la propia infraestructura, además de otros aspectos legales, sociales, económicos, etc.⁸⁴

⁸² <https://www.electromaps.com/>

⁸³ Según la SAE (Sociedad de ingenieros automotrices) existen 6 niveles de automatización, que van del nivel 0, en el que no hay ninguna automatización de la conducción, y el nivel 5, donde no se requiere ninguna actuación por parte del conductor.

⁸⁴ Aplicaciones especiales de la conducción autónoma. Felipe Jiménez. Revista Obras Públicas 3604, diciembre 2018.

Tampoco se tiene la certeza de cómo van a impactar estos vehículos en la movilidad urbana, aunque sí que se espera una reducción de la accidentalidad —principalmente la debida a la eliminación de errores humanos— y una mejora de la fluidez y la eficiencia del tráfico rodado, lo que proporcionaría un mayor confort y posibilidades de aprovechamiento del tiempo. En el caso de la siniestralidad, aun cuando los accidentes de circulación constituyen eventos en los que habitualmente concurren múltiples causas, los tres principales factores concurrentes en los accidentes con víctimas y mortales son, según la DGT⁸⁵, las distracciones (32% en los accidentes mortales), la velocidad inadecuada (22% en los accidentes mortales) y el consumo de alcohol (21% en los accidentes mortales), por lo que el vehículo autónomo tiene un potencial de mejora en el campo de la seguridad. Sin embargo, aún se mantiene el debate ético en torno a diferentes situaciones en las que pueda encontrarse el algoritmo que utilice el vehículo (por ejemplo, cuál debería ser la decisión más adecuada por parte de un vehículo autónomo en escenarios hipotéticos donde están en riesgo diferentes vidas).

En el campo de la **automatización del transporte**, los trenes y metros fueron los primeros medios en automatizarse, dada la mayor facilidad del entorno en que se mueven. Actualmente muchas líneas ferroviarias funcionan sin conductor, con la intención de reducir costes y aumentar la frecuencia de servicio. La primera línea ferroviaria de transporte público sin conductor totalmente automatizada fue la Port Island Line en Kobe, Japón, en 1981. Y el segundo sistema ferroviario en el mundo (aunque la primera línea sin conductor en Europa) fue el Metro de Lille, en el norte de Francia, en 1983.

En nuestro país, en el año 2006, se puso en marcha un tren lanzadera automático (APM, *Authomated People Mover*) en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas para conectar la terminal T4 con la terminal T4S Satélite. El recorrido se realiza en poco más de 3 minutos y se encuentra operativo las 24 horas del día. En 2009, se inauguró la primera línea de metro automática en España, la Línea 9 del metro de Barcelona. Posteriormente se sumaron las líneas 10 y 11. En ellas, los trenes viajan sin conductor y todos los dispositivos de la estación se controlan también de forma remota desde un centro de control. Disponen del modo de conducción MTO (*Manless train operation*), sistema que permite la operación sin personal a bordo, y únicamente se cuenta con un técnico de operación de líneas automáticas. Permite mayor flexibilidad, desplazar a mayor cantidad de viajeros, y ofrece más seguridad. Según TMB, el operador del Metro de Barcelona, la automatización en la red de metro marca el camino hacia un mejor servicio, pues gracias a la conducción autónoma la seguridad técnica del metro aumenta y, además, la frecuencia de paso de los trenes puede ser mucho mayor con total seguridad y con la máxima regularidad, debido a los sofisticados sistemas de control y seguimiento. El aumento de las frecuencias en hora punta permite aumentar la capacidad de la red. Por lo general, los andenes de las líneas que funcionan sin conductor están provistos con puertas de andén que evitan caídas accidentales de objetos y personas en las vías.

En el transporte por carretera, la conducción autónoma está avanzando más rápidamente para los automóviles, aunque ya hay ejemplos de **autobuses y camiones** que incorporan este tipo de tecnología. En lo que a autobuses se refiere, ya se están llevando algunas pruebas en entornos urbanos, especialmente con microbuses y en entornos acotados (campus universitarios o empresariales). Los autobuses autónomos son capaces de reconocer semáforos, obstáculos y peatones. Aun cuando la tecnología está prácticamente lista, los marcos regulatorios aún no lo están, y posiblemente los usuarios tampoco. Diversas investigaciones acerca de la percepción y aceptación de la población sobre este tipo de autobuses confirman que aún hay muchas barreras a su puesta en marcha. Entre los aspectos positivos de los autobuses autónomos⁸⁶ están el potencial para aumentar la fiabilidad y puntualidad del servicio, el potencial para reducir costes de personal —principalmente por la eliminación de los conductores—, el potencial para aumentar la inversión (en infraestructuras y en vehículos) y, por ello, un posible efecto multiplicador, la flexibilidad para cambiar las rutas, horarios, etc., ya que los horarios no dependen de los conductores. Entre los aspectos negativos se encuentran el control de acceso

⁸⁵ Las principales cifras de la siniestralidad vial. Edición ampliada. Dirección General de Tráfico. 2018

⁸⁶ López-Lambas M.E. and Alonso, A. (2019). The driverless bus: an analysis of public perceptions and acceptability. Sustainability, 11, 4986.

al autobús, la inseguridad debido a la falta de personal que actúe en caso de incidencias (comprar un billete, necesidad de información, necesidades especiales para algún pasajero) y la falta de una autoridad en el autobús.

San Sebastián ha sido la primera ciudad española en poner en prueba, entre abril y julio de 2016, un autobús sin conductor, con una capacidad de diez plazas, y una ruta sencilla en el interior del Parque Tecnológico de San Sebastián, a una velocidad media de doce kilómetros por hora. Esto fue posible gracias al proyecto europeo CityMobil2⁸⁷. Se trata de un vehículo automatizado y eléctrico, que se utilizó como transporte de última milla, conectando el transporte público urbano con las empresas y centros del Parque Tecnológico, permitiendo que los trabajadores se acercasen a su punto concreto de trabajo en el vehículo en pruebas. Algunas conclusiones que se extrajeron al finalizar la prueba fueron que la seguridad de los vehículos a velocidades más altas debe probarse en futuros estudios, que la fiabilidad y robustez de la tecnología de automatización ha de mejorarse, y que los efectos de la meteorología (polvo, fuerte lluvia, granizo) en el rendimiento del vehículo fueron más significativos de lo previsto, lo que ocasionó dificultades para la correcta percepción de los obstáculos por los sensores.

Figura 13. Autobús pilotado de forma automatizada sin conductor en San Sebastián (2016)



Fuente: revista.dgt.es

En ámbito internacional también se han llevado a cabo experiencias de autobuses autónomos. Es el caso del operador suizo Carpostal-Postauto que, desde junio de 2016, opera dos lanzaderas autónomas eléctricas para pasajeros en el centro de la ciudad de Sion en un circuito de 1,5 km. Carpostal-Postauto pretendía probar la aceptación pública de este servicio, la integración de lanzaderas autónomas en zonas peatonales, así como ofrecer servicios adicionales donde anteriormente no se contaba con servicios de transporte público. Por otro lado, en la ciudad francesa de Lyon, Keolis operó un servicio de microbuses autónomo en las orillas del río Saona entre 2016 y 2017, con un recorrido de 1,35 km, con tres paradas, haciendo de enlace entre el centro comercial, donde llega la red de transporte público de la ciudad, y la zona más remota de oficinas modernas, proporcionando un fácil acceso a las empresas, así como a las áreas de restaurantes, entretenimiento y compras.

Otro ejemplo más reciente, es el microbús sin conductor que se probó en ocho ciudades de Cataluña (Sant Cugat del Vallés, Terrassa, Sabadell, Girona, El Vendrell, Reus, Martorell y Vic) entre septiembre y octubre de 2018. Bautizado como Erica –por las siglas de eléctrico, revolucionario, inteligente, compartido y amable–, efectuó pequeños recorridos lineales de un máximo de 500 metros de longitud en un espacio cerrado. El autobús circulaba a una velocidad de 18 km/h, tenía una capacidad para doce personas –seis sentadas y seis de pie– y era accesible para personas con movilidad reducida. Aunque no había ningún conductor, sí estuvo presente algún técnico durante el trayecto para informar a los pasajeros y solucionar cualquier problema. Erica es el

⁸⁷ CityMobil2: <https://cordis.europa.eu/project/rcn/105617/reporting/en>

primer autobús sin conductor 100% eléctrico que puede circular hasta 14 horas sin interrupción. La Generalitat de Cataluña organizó estas pruebas para dar a conocer este nuevo autobús autónomo, en colaboración con la Asociación de municipios por la movilidad y el transporte urbano (AMTU).

En el marco del proyecto de Investigación AUTOMOST⁸⁸, cuyo objetivo es desarrollar tecnologías que permitan la automatización de vehículos en aplicaciones de transporte urbano e industriales, de cara a incrementar significativamente la eficiencia, seguridad y sostenibilidad, se está probando un autobús autónomo de 55 plazas para transportar hasta el centro de la ciudad a los viajeros que llegan en crucero al Puerto de Málaga. Este autobús será además 100% eléctrico, y tendrá todo tipo de comunicaciones, un sistema de posicionamiento y guiado de alta precisión, y estará conectado a un centro de control desde el que se podrán indicar instrucciones concretas a cada unidad, así como llevar a cabo su monitorización y conocer su itinerario en tiempo real. El vehículo es automatizado, aunque también tendrá la opción de ser conducido por una persona y siempre habrá un conductor en su interior por motivos de seguridad.

El último ejemplo de autobús autónomo en España acaba de empezar a operar este mes de febrero en la Universidad Autónoma de Madrid. Se trata de un Easy Mile Z10, un vehículo eléctrico capaz de transportar hasta 12 pasajeros —seis sentados y seis de pie— y que recorre 3,8 km de forma autónoma por un carril exclusivo para él, realizando hasta siete paradas prefijadas. De momento, por motivos de seguridad, el autobús es monitorizado por un asistente a bordo. En esta iniciativa participan el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, la Universidad Autónoma de Madrid, la DGT, y la empresa ALSA que se encargará de la operación del vehículo.

En el caso de la conducción autónoma para el transporte de mercancías, se conocen aplicaciones tanto en media y larga distancia, en reparto, última milla, y también en recintos cerrados como almacenes logísticos, puertos, etc. En el caso de la movilidad metropolitana, se están probando diferentes soluciones para el reparto de paquetes e, incluso, comida a clientes con coches autónomos. Estos permiten al repartidor abandonar su vehículo mientras se aparca autónomamente, ahorrando tiempo de entregas en cada parada. Además, permiten la recogida del repartidor en un lugar diferente al de aparcamiento si este cubre una zona, edificio de oficinas o centro comercial y el lugar de término del reparto es distinto al de aparcamiento. Esto significa una reducción en los tiempos totales de entrega que puede contribuir a hacer la última milla más eficiente.

5.9 Transporte a la demanda en zonas urbanas poco densas

El transporte a la demanda es una modalidad de transporte que consiste en dar servicio de transporte público a ciertas zonas de baja densidad de población cuando realmente existe una demanda. Aunque parece un concepto nuevo, los sistemas de transporte colectivo "a la demanda" fueron introducidos a principios de los años setenta en Estados Unidos con el nombre de sistemas "dial-a-ride", con el propósito de adaptarse a las nuevas demandas de transporte⁸⁹. En Europa, las primeras experiencias de servicios de este tipo, denominados también Demand Responsive Transport (DRT), aparecen durante los años ochenta, y se llevan a cabo con aquellos grupos sociales más necesitados (PMR y ancianos), y en los países del norte de Europa con mayores rentas per cápita y unas poblaciones más envejecidas⁹⁰. En España existen servicios de transporte a la demanda desde principios de los 2000, aunque es ahora, gracias a las nuevas tecnologías, cuando este servicio puede gestionarse de una manera más ágil y eficiente. Las modalidades de servicios de transporte a la demanda son muy variadas, en función del itinerario (fijo o con algunas paradas a demanda), de los horarios

⁸⁸ AUTOMOST (2016-2019): <http://www.retevi.es/portfolio-items/proyecto-automost/>

⁸⁹ Celi, R. (1998) "Progetto di un Servizio di Trasporto a Chiamata in un'area suburbana del Comune di Terni". Tesi di Laurea, Università di Roma "La Sapienza", Italia, 1998.

⁹⁰ Metodología para la evaluación de un sistema de transporte optimizado a la demanda. Aplicación en el área metropolitana de Granada. Tesis Doctoral. Juan de Oña (2004).

(predeterminados o flexibles), de los puntos de carga y descarga, según el tipo de reserva, orientados al público en general o para determinados colectivos, etc.

En la actualidad los servicios de transporte a la demanda se consideran de especial interés para aquellas zonas rurales o de las coronas metropolitanas que cuenten con baja densidad de población, en las que el servicio regular de transporte público resulte totalmente ineficiente, y en las que la provisión de algún servicio de transporte público resulte esencial por cuestiones de interés público, inclusión y cohesión social, así como por motivos de sostenibilidad. Es una manera de proporcionar soluciones alternativas al uso del vehículo privado. Se trata de un servicio planificado para el usuario, que es quien se comunica con el operador para hacerle llegar sus necesidades de movilidad, a través de métodos telefónicos y/o telemáticos. Es decir, el servicio no se establece a no ser que haya una demanda previa del mismo. Y, sin embargo, no es un taxi⁹¹. En los últimos años han surgido diferentes servicios de transporte a la demanda en España, especialmente para atender la demanda en zonas rurales de Castilla y León, Galicia o Asturias.

En el ámbito metropolitano no se cuenta con muchas experiencias. Cabe destacar la llevada a cabo por el Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Málaga consistente en la conversión de una línea de transporte convencional (con horarios preestablecidos) a una línea de transporte a la demanda. Es el caso de la línea M-153 Hospital-Cártama-Maqueda del área metropolitana de Málaga, que se puso en servicio el 8 de octubre de 2018, y cuya implantación ha tenido un impacto muy positivo. Al tratarse de una línea que llevaba en servicio durante años, se ha podido comprobar que este sistema de transporte a la demanda ha permitido triplicar la demanda de viajeros y dividir por tres la tarifa técnica.

Asimismo es de interés el proyecto piloto de transporte a la demanda en el área metropolitana de Barcelona, inaugurado en enero de 2019. La experiencia piloto "El Meu Bus" (mi autobús) une el barrio de Torre Baró con Ciudad Meridiana. Como en casi todos los servicios de estas características, requiere que el usuario se registre previamente y que realice la reserva con antelación a través del teléfono o la app El Meu Bus. No hay un recorrido predeterminado, aunque tanto la recogida como la bajada de pasajeros se realiza en paradas habilitadas a tales efectos. El conductor dispone de la ruta a realizar, así como los nombres de los pasajeros que debe recoger, la hora y el lugar, y sus destinos. Además, el servicio está integrado tarifariamente en el sistema tarifario integrado del Área de Barcelona. Este proyecto piloto está financiado por el Ayuntamiento de Barcelona y el servicio es operado por Transports de Barcelona, S.A. La demanda media en día laborable es de unos 150 pasajeros, siendo el perfil horario bastante estable a lo largo del día. La acogida del servicio ha sido muy positiva, de modo que los objetivos que se marcaron para un periodo de 2 años ya se alcanzaron en los primeros 6 meses de funcionamiento. Esto ha empujado al Ayuntamiento de Barcelona a replicar el modelo próximamente en otros puntos de la ciudad.

Figura 14. Minibús que presta el servicio de transporte a la demanda en Barcelona



Fuente: TMB

⁹¹ <https://ecomovilidad.net/global/el-transporte-la-demanda-una-nueva-forma-de-transporte/>

6 RETOS DE LA MOVILIDAD METROPOLITANA EN ESPAÑA

A lo largo del presente informe monográfico se han ido desgranando las principales cifras, actores, medidas y tendencias presentes en el contexto actual de la movilidad urbana y metropolitana. A modo de resumen, en la siguiente figura se muestra de forma esquemática la coyuntura actual y futura del transporte urbano y metropolitano.

Figura 15. Coyuntura actual de la movilidad urbana y metropolitana



Fuente: Elaboración propia del OTLE

Ante este panorama actual, la movilidad urbana y metropolitana se enfrentará en los próximos años a una serie de retos. Entre dichos retos se encuentran los siguientes:

- **Dar respuesta a los nuevos patrones de movilidad**, propiciados por los cambios demográficos y sociales, y el creciente uso de la tecnología.
 - En el ámbito urbano y metropolitano resulta necesaria la cooperación entre las distintas Administraciones para que haya una **planificación integrada** de los usos del suelo y el transporte, y

se diseñen estructuras urbanas compactas polifuncionales que favorezcan los desplazamientos de proximidad, fomentando la mayor utilización de los modos de transporte más sostenibles (transporte público o modos no mecanizados). No obstante, la mezcla de usos en ocasiones resulta compleja, dada la creciente globalización de la economía, donde si bien la producción y el valor añadido siguen una clara tendencia al alza, cada vez existe un menor número de empresas y las que hay son cada vez más grandes, lo que puede resultar complicado a la hora de implantar usos terciarios mezclados con residenciales.

- En cuanto a los aspectos sociales, habrá que tener en cuenta las **necesidades de movilidad de una población cada vez más envejecida** que, además, no tiene tan interiorizado el uso de las nuevas tecnologías y, por tanto, de los nuevos servicios de movilidad. En consecuencia, el diseño de aplicaciones con interfaces sencillas, sumado a la difusión de las ventajas y del uso de estas nuevas tecnologías, así como la provisión de unos medios de transporte accesibles, juegan un papel determinante a la hora de mitigar el posible grado de exclusión de dicho colectivo.
- En lo que respecta a los **cambios en los hábitos de consumo**, juega un papel esencial la regulación, planificación y gestión de los servicios de transporte, tanto de viajeros como de mercancías. Es preciso contar con reglas de uso y circulación de ciertos vehículos, así como con regulación para la operación de vehículos compartidos en las ciudades. Este cambio de hábitos se puede aprovechar para conseguir una mayor preferencia por el transporte público, la movilidad compartida y el uso de modos no motorizados, implementando mejoras en la conectividad, los transbordos, los espacios para caminar y la experiencia del usuario.
- La **emergencia ambiental y climática**. La necesidad de luchar contra el cambio climático y de reducir la contaminación atmosférica generada en las ciudades son otros de los retos a abordar de manera más urgente. Resulta imprescindible conseguir una movilidad eficiente en relación con los recursos utilizados y que, además, sea medioambientalmente sostenible. En este sentido, la promoción y mejora del transporte público, la movilidad eléctrica, las zonas de bajas emisiones o la multimodalidad, tanto de pasajeros como de mercancías –ligado todo a la implantación de nuevas tecnologías– serán medidas esenciales para conseguir reducir las emisiones del transporte y los impactos negativos que estas provocan. La renovación del parque automovilístico es una cuestión que también es preciso abordar, ya que son los coches antiguos los que más energía consumen y los que más contaminan, además de ser menos seguros.
- La **aparición de nuevas tecnologías** puede favorecer, como se ha comentado en este informe y en el informe monográfico del OTLE publicado en marzo de 2019 y dedicado a “La transformación digital en el transporte”, la eficiencia, la sostenibilidad ambiental, la seguridad, o la multimodalidad entre otros beneficios. No obstante, este desarrollo tecnológico plantea una serie de desafíos, entre los que se encuentran los siguientes:
 - Minimizar el posible desfase entre la aparición de nuevas tecnologías aplicadas al transporte (como pueden ser los nuevos servicios de movilidad compartida o el vehículo autónomo) y la normativa que los regule. Ello demanda una **mayor agilidad** por parte de las distintas administraciones, que han de comprender el funcionamiento de las nuevas tecnologías y la forma en las que están impactando para, posteriormente, poder regular adecuadamente.
 - Las nuevas tecnologías proporcionan una cantidad de datos que provienen de los clientes de los diferentes servicios de movilidad y de comercio electrónico, y que son de gran utilidad para planificar y gestionar la movilidad urbana y metropolitana. Los tecnólogos y las empresas se enfrentan al reto, desde una perspectiva de **seguridad y privacidad**, de garantizar que los consumidores tengan el suficiente control sobre sus datos para prevenir el uso indiscriminado de estos a la vez que se mantiene su utilidad para extraer conocimiento, patrones y, en resumen, aportar valor al sistema.
 - La **atomización empresarial y administrativa** puede ralentizar la implantación de nuevas tecnologías (como por ejemplo las soluciones tipo MaaS), pero a su vez existe también el riesgo de que los servicios

tecnológicos acaben derivando, por las denominadas economías de red, en una empresa principal que desde el ámbito privado controle la gran mayoría del mercado.

- Los **tiempos de implantación e interiorización** por parte de los ciudadanos de algunas de las tecnologías pueden ser altos, lo que en ocasiones puede producir que surja una tecnología más avanzada o que las necesidades de los distintos actores hayan cambiado.
- La **ciberseguridad** es otro de los retos que se deriva del desarrollo tecnológico, y en el que se deben concentrar grandes esfuerzos. Además las cuestiones relativas a la privacidad, los aspectos relativos a la gestión de las infraestructuras y servicios de transporte cobran especial relevancia, tanto en el ámbito de la seguridad operacional como en la física.
- La **heterogeneidad** del sistema de movilidad y la **aparición de nuevos actores** plantea otro reto importante: disponer de una adecuada regulación, coordinación y colaboración. Esta colaboración no debe sólo restringirse a crear una serie de mecanismos para mejorarla, que también, sino a la hora de planificar soluciones integradas —entre las administraciones implicadas y los servicios que estas ofrecen, y también entre estas y el resto de actores— que permitan ofrecer alternativas y soluciones óptimas a las necesidades de movilidad de los ciudadanos y la posterior y constante revisión de las consecuencias que tienen las soluciones de movilidad implementadas, de forma que puedan incorporarse mejoras en las mismas como fruto del avance continuo.