

# EVALUACIÓN DE LAS DINÁMICAS DE TIEMPO Y COSTE EN EL TRANSPORTE METROPOLITANO EN ESPAÑA

Manuel Pérez Bravo  
José Carlos Romero Mora  
Antonio Francisco Rodríguez Matas  
Pedro Linares Llamas













# **EVALUACIÓN DE LAS DINÁMICAS DE TIEMPO Y COSTE EN EL TRANSPORTE METROPOLITANO EN ESPAÑA**

---

Manuel Pérez Bravo  
José Carlos Romero Mora  
Antonio Francisco Rodríguez Matas  
Pedro Linares Llamas

Funcas

**PATRONATO**

ISIDRO FAINÉ CASAS  
ANTONIO JESÚS ROMERO MORA  
FERNANDO CONLLEDO LANTERO  
ANTÓN JOSEBA ARRIOLA BONETA  
MANUEL AZUAGA MORENO  
CARLOS EGEA KRAUEL  
MIGUEL ÁNGEL ESCOTET ÁLVAREZ  
AMADO FRANCO LAHOZ  
JOSÉ MARÍA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN  
PEDRO ANTONIO MERINO GARCÍA  
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ

**DIRECTOR GENERAL**

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA

Impreso en España  
Edita: Funcas  
Caballero de Gracia, 28, 28013 - Madrid  
© Funcas

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISBN impreso: 979-13-87770-08-2  
ISBN digital: 979-13-87770-09-9  
Depósito legal: M-26741-2025  
Maquetación: Funcas

RESUMEN EJECUTIVO	13
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	19
Capítulo 2. METODOLOGÍA	25
2.1. Métricas de movilidad y desigualdad: accesibilidad y asequibilidad	27
2.2. Ámbito territorial y casos de estudio	30
2.3. Fuentes de datos y reconstrucción de la red de transporte	35
2.3.1. Datos sociodemográficos	35
2.3.2. Redes de transporte	36
2.4. Elaboración de las métricas de accesibilidad a partir de las matrices origen-destino	37
2.4.1. Análisis de la estructura funcional de la FUA	37
2.4.2. Distancias y tiempos de viaje	38
2.4.3. Cálculo del coste del transporte	41
Capítulo 3. RESULTADOS	43
3.1. Madrid	45
3.1.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes	45
3.1.2. Análisis de tiempos y costes	50
3.2. Sevilla	57
3.2.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes	57
3.2.2. Análisis de tiempos y costes	60
3.3. Bilbao	65
3.3.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes	65
3.3.2. Análisis de tiempos y costes	69
Capítulo 4. DISCUSIÓN	75
Capítulo 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	81
BIBLIOGRAFÍA	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Izquierda: zonas estadísticas de la Comunidad de Madrid (en azul), y demarcación de la FUA de Madrid (línea gruesa). Derecha: zonas de estudio de la FUA de Madrid, tomando la intersección con las zonas estadísticas e incluyendo los territorios extracomunitarios	32
Figura 2.	Izquierda: comarcas agrarias de la provincia de Sevilla (en azul), y demarcación de la FUA de Sevilla (línea gruesa). Derecha: zonas de estudio de la FUA de Sevilla, tomando la intersección con las comarcas agrarias, y añadiendo una zona que recoja el municipio capitalino	33
Figura 3.	Izquierda: subcomarcas de la provincia de Vizcaya (en azul), y demarcación de la FUA de Bilbao (línea gruesa). Derecha: zonas de estudio de la FUA de Bilbao, tomando la intersección con las subcomarcas e incluyendo los territorios extracomunitarios de Burgos	34
Figura 4.	Resumen de la metodología	35
Figura 5.	Ejemplo de división territorial: zonas de estudio (línea gruesa, naranja), distritos de movilidad (línea gruesa, roja), secciones censales (líneas grises)	36
Figura 6.	Ejemplo de la asignación de una parada representativa del sistema de transporte público en la FUA de Madrid	40
Figura 7.	Distribución espacial del IIA en la FUA de Madrid	46
Figura 8.	Mapas de distancia media de viaje por distrito, hacia destinos frecuentes (izquierda) y esporádicos (derecha)	47
Figura 9.	Distancias medianas de viaje por tipo de destino, en cada área de estudio	48
Figura 10.	Ajuste de la relación entre la distancia y la duración del viaje en transporte público en la FUA de Madrid. Se superponen: tiempo estimado en coche, tiempo de 30 minutos (referencia absoluta), y tiempo equivalente a dos veces la mediana de los viajes observados (2M, referencia relativa)	51

Figura 11. Mapas de tiempos medios de viaje en función del tipo de destino para cada distrito en la FUA de Madrid	53
Figura 12. Velocidad media equivalente del transporte público en cada área de estudio de la FUA de Madrid (izquierda), comparada con la ratio de tiempos de viaje entre transporte público y privado (derecha)	54
Figura 13. Mapas de porción de renta dedicada al transporte según modo en cada distrito de la FUA de Madrid (izquierda: transporte público, derecha: transporte privado)	55
Figura 14. Distribución espacial del IIA en la FUA de Sevilla	58
Figura 15. Mapas de distancia media de viaje por distrito, hacia destinos frecuentes (izquierda) y esporádicos (derecha)	59
Figura 16. Distancias medianas de viaje por tipo de destino, en cada área de estudio	59
Figura 17. Ajuste de la relación entre la distancia y la duración del viaje en transporte público en la FUA de Sevilla. Se superponen: tiempo estimado en coche, tiempo de 30 minutos (referencia absoluta), y tiempo equivalente a dos veces la mediana de los viajes observados (2m, referencia relativa)	61
Figura 18. Mapas de tiempos medios de viaje en función del tipo de destino para cada distrito en la FUA de Sevilla	62
Figura 19. Velocidad media equivalente del transporte público en cada área de estudio de la FUA de Sevilla (izquierda), comparada con la ratio de tiempos de viaje entre transporte público y privado (derecha)	63
Figura 20. Mapas de porción de renta dedicada al transporte según modo en cada distrito de la FUA de Sevilla (izquierda: transporte público, derecha: transporte privado)	64
Figura 21. Distribución espacial del IIA en la FUA de Bilbao	66
Figura 22. Mapas de distancia media de viaje por distrito, hacia destinos frecuentes (izquierda) y esporádicos (derecha)	67



Figura 23. Distancias medianas de viaje por tipo de destino, en cada área de estudio	68
Figura 24. Ajuste de la relación entre la distancia y la duración del viaje en transporte público en la FUA de Bilbao. Se superponen: tiempo estimado en coche, tiempo de 30 minutos (referencia absoluta), y tiempo equivalente a dos veces la mediana de los viajes observados (2m, referencia relativa)	69
Figura 25. Mapas de tiempos medios de viaje en función del tipo de destino para cada distrito en la FUA de Bilbao	71
Figura 26. Velocidad media equivalente del transporte público en cada área de estudio de la FUA de Bilbao (izquierda), comparada con la ratio de tiempos de viaje entre transporte público y privado (derecha)	71
Figura 27. Mapas de porción de renta dedicada al transporte según modo en cada distrito de la FUA de Bilbao (izquierda: transporte público, derecha: transporte privado)	73
Figura 28. Tiempo estimado de viaje en las tres FUAS analizadas, modelo <i>log-linear</i> ajustado de sus sistemas de transporte público, y medianas de tiempo de viaje en transporte público	78

## ÍNDICE DE CUADROS


Cuadro 1. Servicios de transporte público analizados	37
Cuadro 2. Ejemplo de registro de datos origen-destino	39





## **RESUMEN EJECUTIVO**





El acceso a una movilidad adecuada constituye un elemento fundamental para el desarrollo socioeconómico y para garantizar la igualdad de oportunidades en las áreas urbanas. Este estudio analiza con detalle cómo se desplazan los residentes de tres áreas urbanas funcionales (FUA) representativas (Madrid, Bilbao y Sevilla), a partir de la combinación de datos masivos anonimizados de telefonía móvil, las redes de transporte público existentes y la caracterización socioeconómica a escala censal. Esta integración permite aproximar con mayor precisión las desigualdades asociadas a la movilidad cotidiana, capturar diferencias espaciales en tiempos y costes, y entender qué factores territoriales y funcionales determinan esas brechas.

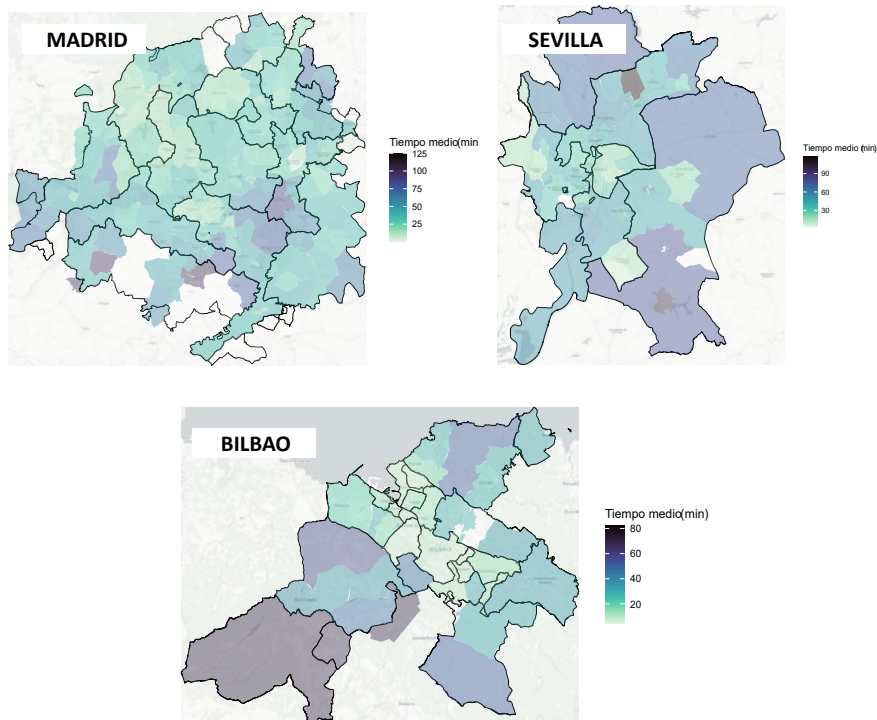
A pesar de las diferencias en escala, morfología y grado de integración del transporte público, los resultados muestran patrones estructurales comunes. En todas las ciudades analizadas, los núcleos urbanos concentran la mayor parte de la actividad y actúan como polos de atracción muy superiores al resto del territorio. En Madrid, por ejemplo, los distritos centrales reciben aproximadamente cuatro veces más viajes por motivos de actividad (trabajo, estudio u otros desplazamientos frecuentes) de los que generan sus propios residentes, lo que evidencia la fuerte concentración de empleos y servicios en la capital. Los subcentros metropolitanos, aunque con menor intensidad, también atraen entre un 50 % y un 150 % más desplazamientos de los que producen. En Bilbao y Sevilla se observa un patrón similar, aunque en un entorno urbano más compacto. En contraste, las áreas periféricas presentan un perfil predominantemente residencial y generan más viajes hacia los centros de los que reciben, lo que refleja una elevada dependencia funcional del núcleo metropolitano y una oferta local más limitada de empleo y servicios.

Este patrón radial de atracción y dispersión se refleja directamente en las distancias de desplazamiento. Las distancias medianas hacia actividades frecuentes (trabajo/estudio) muestran gradientes nítidos en las tres FUAs. En Madrid, los residentes del municipio capitalino recorren en torno a 28 km por viaje, mientras que en las coronas periféricas las distancias medianas por viaje aumentan de forma progresiva hasta situarse entre 30 y 60 km, especialmente en las sierras norte y sur y en los municipios extracomunitarios. En Sevilla, la transición desde el núcleo urbano, con una distancia mediana cercana a 15 km, hacia comarcas como Aljarafe, Vega o Campiña implica recorridos más largos, generalmente entre 15 y 30 km, reflejando una estructura metropolitana también dispersa. Bilbao, sin embargo, observa una mayor compacidad urbana que provoca distancias más

contenidas: la mayoría de los municipios presentan valores por debajo de 15 km, con los distritos centrales y colindantes frecuentemente por debajo de 10 km, mientras que las áreas más alejadas alcanzan distancias en torno a 20–25 km.

Por último, en las tres FUAs, los viajes hacia actividades no frecuentes (ocio, gestiones o visitas) son sistemáticamente más largos que los frecuentes. Este patrón refuerza el concepto de equilibrio o endogeneidad entre la oferta y la demanda de transporte. En otras palabras, los desplazamientos se ven influenciados por la oferta de transporte disponible, que responde a su vez a la demanda. Los viajes frecuentes, por su naturaleza repetitiva, tienen un mayor peso en las decisiones de movilidad, lo que a su vez modela la oferta.

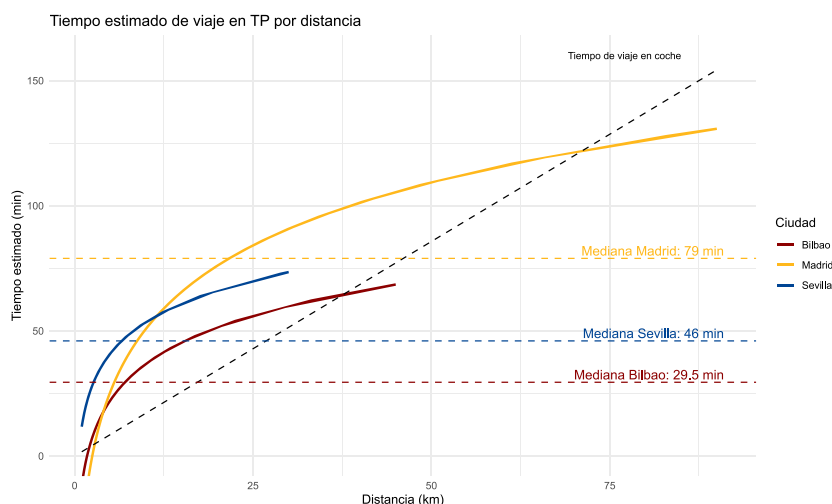
Los tiempos puerta a puerta confirman claramente la existencia de una penalización acumulativa en función de la distancia de viaje. En las tres FUAs, el tiempo de viaje crece muy rápido en los 10–20 km iniciales, como es habitual, coincidiendo con las coronas residenciales donde la oferta de transporte público empieza a ser menos eficiente, y se estabiliza a partir de ahí. Este patrón provoca que amplias zonas de Madrid y Sevilla superen con facilidad umbrales absolutos como los 30 minutos por trayecto. En Madrid, algunos corredores periféricos alcanzan 70–80 minutos en transporte público para desplazamientos frecuentes, mientras que en Sevilla zonas como la Campiña y la Sierra Sur se sitúan en el intervalo de



A. Mapas de tiempos medios de viaje para cada distrito de las FUAs.

40–55 minutos, ambos muy por encima de las medianas para los habitantes del municipio capitalino (30 minutos y 20 minutos, respectivamente). En Bilbao, aunque la misma dinámica esté presente, la compacidad urbana permite mantener tiempos medianos más contenidos, generalmente por debajo de los 30 minutos incluso en distritos más alejados.

Como vemos, la eficiencia del transporte público es un determinante esencial de estas desigualdades. Un indicador especialmente informativo es la velocidad equivalente que experimenta la mayoría de los usuarios. Si analizamos el percentil 80 de la distribución de velocidades (es decir, el valor por debajo del cual se sitúa el 80 % de los desplazamientos), observamos contrastes marcados entre ciudades. En Bilbao, esta velocidad alcanza 38,6 km/h, reflejando una red relativamente homogénea y eficiente incluso en trayectos de media distancia. En Madrid se sitúa en torno a 32 km/h, aunque con notables diferencias entre los corredores centrales y las coronas periféricas. En Sevilla, en cambio, la velocidad equivalente es de 19,3 km/h, lo que evidencia una menor eficiencia estructural del transporte público y explica en gran medida los mayores tiempos de viaje y la mayor dependencia del vehículo privado.



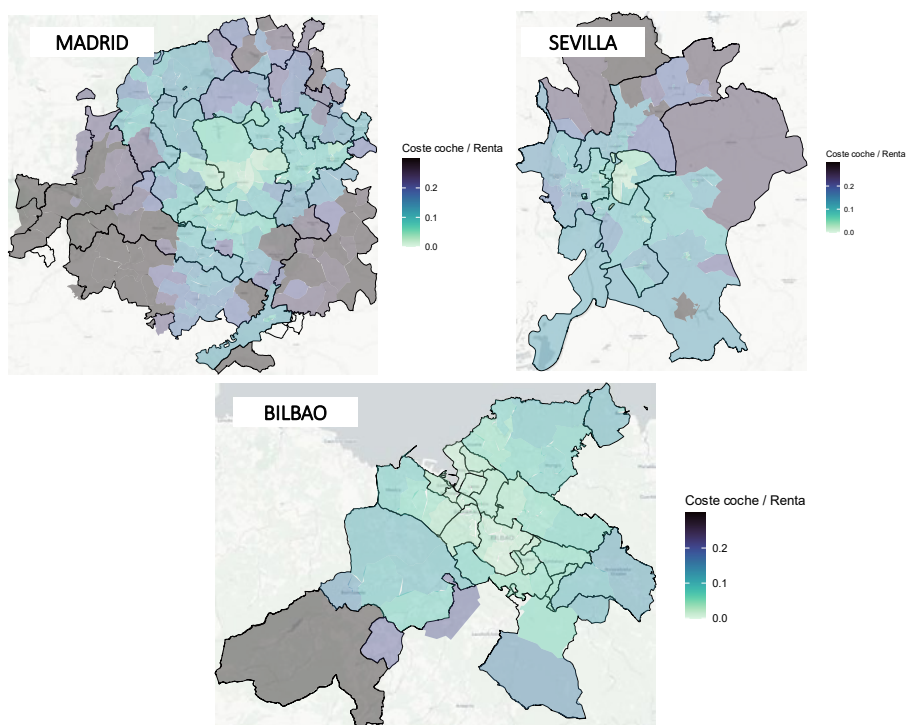
*B. Modelos log-lineal ajustados de los sistemas de transporte público de las FUAs analizadas (velocidad equivalente), y medianas de tiempo de viaje en transporte público.*

Las disparidades temporales se ven reforzadas por diferencias igualmente relevantes en términos de asequibilidad. El análisis del esfuerzo económico relativo muestra que, en muchas zonas periféricas, el coste asociado al uso del vehículo privado puede representar entre el 10 % y el 15 % de la renta mediana anual del hogar, situando a estos hogares en niveles compatibles con situaciones de vulnerabilidad económica. Esta carga está estrechamente vinculada a las distancias recorridas: cuanto mayor es la dispersión urbana y más lejos se encuentran las oportunidades respecto a las áreas residenciales, mayor es el gasto necesario para desplazarse



de forma cotidiana, desplazando a una parte de la población hacia umbrales críticos de asequibilidad. Cuando se consideran conjuntamente el tiempo y el coste de los desplazamientos, el patrón es todavía más claro. Los hogares con menores niveles de renta tienden a concentrarse en zonas donde ambas penalizaciones (tiempos elevados y altos costes de movilidad) se acumulan. Este solapamiento genera espacios territoriales de vulnerabilidad estructural que requieren una atención diferenciada en las políticas de transporte y planificación urbana.

Finalmente, aunque cada área metropolitana presenta una configuración propia, los resultados convergen en una conclusión común: las desigualdades en la movilidad cotidiana son el producto conjunto de la estructura funcional del territorio, la eficiencia del sistema de transporte público y la localización relativa de las oportunidades. Madrid muestra una complejidad policéntrica en la que la distancia y la dispersión amplifican brechas; Bilbao destaca por su compacidad y buen desempeño modal; Sevilla enfrenta limitaciones estructurales de oferta y conectividad que generen mayores tiempos y costes. En conjunto, estos hallazgos permiten identificar áreas donde sería prioritario actuar (coronas periféricas, corredores con baja velocidad equivalente, zonas con alta dependencia del coche) y establecen una base empírica para diseñar políticas de movilidad más equitativas y sensibles al territorio.




C. Mapas de costes medios de viaje en transporte privado para cada distrito de las FUAs.



**1**

## **INTRODUCCIÓN**





Cada día, millones de personas se desplazan por nuestras ciudades para ir al trabajo, estudiar, hacer la compra o acudir a una cita médica. Detrás de cada uno de esos trayectos cotidianos existe una red compleja de infraestructuras, horarios, precios y oportunidades que condiciona lo fácil o difícil que resulta llegar a destino. Es la propia configuración de esa red la que moldea los patrones de movilidad y determina en gran medida quién puede desplazarse, cuánto tiempo necesita y a qué coste. La movilidad no es, por tanto, un fenómeno neutro: la estructura del sistema de transporte genera oportunidades desiguales y, con ellas, desigualdades sociales que influyen en la vida cotidiana.

Es así como, cuando la movilidad es limitada o requiere un esfuerzo desproporcionado, el transporte puede alimentar dinámicas de exclusión social. En este sentido, la accesibilidad, entendida como la facilidad de alcanzar destinos en un tiempo razonable, y la asequibilidad (la capacidad de cubrir los costes de esos desplazamientos) del transporte se convierten en dimensiones clave para evaluar la equidad en los patrones de movilidad actuales. Analizar cómo ambas dimensiones se distribuyen en la población permite comprender hasta qué punto las redes urbanas de movilidad contribuyen a reducir o, por el contrario, a reforzar desigualdades. Estas dificultades para acceder a los lugares donde se concentran el empleo, la educación o los servicios básicos suelen además acumularse sobre otras formas de desventaja, como la residencial, la laboral o la energética, dando lugar a vulnerabilidades compuestas que no pueden abordarse mediante políticas sectoriales aisladas.

El análisis de estas desigualdades en la movilidad involucra tres niveles interrelacionados. En primer lugar, los patrones observados de movilidad muestran cómo se distribuyen las distancias, los tiempos y los costes reales de los desplazamientos puerta a puerta. En segundo lugar, las diferencias de accesibilidad y asequibilidad, que evidencian desigualdades intraurbanas y entre distintas áreas metropolitanas en la facilidad o dificultad para acceder a los servicios y oportunidades. Y, finalmente, la traducción de estas brechas en vulnerabilidad o pobreza de transporte, entendida como la exposición diferencial al riesgo de exclusión social derivado de las limitaciones de acceso. En este estudio, nos focalizaremos en los dos primeros niveles, analizando cómo las diferencias efectivas en tiempos y costes de desplazamiento se traducen en brechas de accesibilidad y asequibilidad dentro y entre áreas metropolitanas. Esta será la base para comprender en un futuro su posible relación con situaciones de vulnerabilidad o pobreza de transporte.

La literatura científica ofrece una amplia diversidad de métricas para medir las dimensiones de accesibilidad y la asequibilidad, basadas en distancias o tiempos de viaje hacia destinos de interés, cobertura espacial de la red, o proporción de gasto sobre la renta disponible. Por la dificultad para recabar datos de movilidad granulares, la mayoría de los trabajos utilizan aproximaciones indirectas para medir la accesibilidad (como la densidad de paradas o la distancia a estaciones) que pueden estar limitados para reflejar las condiciones efectivas de acceso o capturar la interacción entre el tiempo y el coste real de los desplazamientos. En cambio, la asequibilidad suele medirse a partir de las encuestas de gasto de los hogares, que permiten estimar la carga económica del transporte. No obstante, al no incorporar información sobre la disponibilidad y calidad de las opciones reales de movilidad, también ofrecen una visión parcial de las desigualdades de movilidad.

Por ello, el presente estudio propone analizar de forma integrada la accesibilidad y la asequibilidad del transporte urbano y metropolitano en España a partir de los datos de movilidad observada, evaluando su potencial para generar o amplificar las desigualdades sociales. El objetivo es medir cómo varían el tiempo y el coste de los desplazamientos cotidianos entre distintos grupos y territorios, identificando patrones de desigualdad. Para ello, construimos métricas comparables y reproducibles a partir de los datos de movilidad que sirvan de base para diagnósticos y políticas públicas orientadas a garantizar un acceso más equitativo a las oportunidades urbanas. De este modo, el estudio traslada la medición del fenómeno desde aproximaciones teóricas o espaciales hacia un enfoque empírico, centrado en la experiencia efectiva de la movilidad cotidiana.

Cabe remarcar que las desigualdades en la movilidad tienen una expresión particularmente intensa en el ámbito metropolitano, donde se concentra la mayoría de los desplazamientos de corta distancia y donde la distribución de las oportunidades es más heterogénea. En España, más del 80 % de los viajes diarios corresponden a trayectos metropolitanos, que suman alrededor de cien millones de desplazamientos y más de cuatrocientos millones de pasajeros-kilómetro cada día (MITMS, 2025). La vida cotidiana de la inmensa mayoría de la población se juega, por tanto, en este espacio metropolitano. Es aquí donde la calidad, el coste y la cobertura del transporte público, junto con la distribución residencial y laboral, determinan de manera más visible las desigualdades de acceso a las oportunidades.

Por tanto, y como primera aproximación, desarrollamos y aplicamos la metodología propuesta a tres casos de estudio representativos de la diversidad urbana española: Madrid, Bilbao y Sevilla. Estas tres áreas ofrecen un amplio abanico de contextos urbanos y socioeconómicos. Madrid, como gran metrópolis policéntrica y compleja, permite observar el efecto de la estructura radial del transporte y la relación entre distancia y oportunidad; Bilbao ejemplifica un modelo compacto y topográficamente condicionado, con una red densa pero limitada en expansión, y Sevilla representa una ciudad intermedia, con periferias extensas y una mayor dependencia del vehículo privado. Esta diversidad permite contrastar cómo distintos modelos urbanos y sistemas de transporte se traducen en condiciones efectivas de accesibilidad y asequibilidad.

La metodología utilizada se basa en la medición de tiempos y costes de desplazamiento, puerta a puerta, integrando datos de movilidad observada, redes de transporte público y caracterización socioeconómica del territorio. En concreto, se utilizan matrices origen–destino derivadas de telefonía móvil anonimizada que reflejan los desplazamientos reales de la población; redes de transporte público en formato GTFS<sup>1</sup>, que permiten calcular rutas y duraciones según los horarios y frecuencias reales; e información socioeconómica a escala censal, que contextualiza los resultados según niveles de renta y composición demográfica. A partir de estas fuentes, se estiman tiempos de viaje y costes monetarios representativos por franja horaria y modo de transporte, incluyendo tanto vehículo privado como transporte público. Con estos datos se construye un conjunto de métricas operativas de accesibilidad y asequibilidad, comparables entre áreas funcionales y reproducibles en el tiempo.

Este enfoque evita recurrir a *proxies* espaciales (como la distancia al centro o como la densidad de red) y permite medir la accesibilidad a partir de las condiciones reales de uso del sistema de transporte existente en un horizonte temporal medio. En dicho horizonte no se esperan transformaciones sustanciales en la estructura urbana o en la localización de actividades dentro del área, de modo que las condiciones espaciales pueden considerarse estables. Asimismo, ofrece una base reproducible y escalable que puede aplicarse a nuevas áreas o actualizarse periódicamente conforme se disponga de datos más recientes. Al integrar el tiempo y el coste en un mismo marco, el análisis captura las restricciones reales que afrontan los hogares y permite avanzar hacia una comprensión más completa de la desigualdad en la movilidad.

Esta propuesta, centrada en la movilidad observada, puede presentar algunas limitaciones. Al basarse exclusivamente en los desplazamientos realizados, el análisis puede subestimar necesidades de movilidad no satisfechas, es decir, aquellos viajes que no se producen por falta de oferta, de tiempo o de recursos económicos. En otras palabras, las personas que no viajan pueden decidirlo así porque el sistema de transporte no les ofrece alternativas viables. Además, el estudio no considera de forma explícita la movilidad potencial hacia otros destinos relevantes (como centros de empleo, educativos o sanitarios) que podrían suplir las necesidades de la población si existieran mejores condiciones de acceso. Este contraste entre los destinos observados y los destinos potenciales constituye un campo de investigación complementario, necesario para avanzar hacia una comprensión más completa del bienestar asociado a la accesibilidad y de las desigualdades derivadas de su distribución territorial.

En conjunto, el informe ofrece una contribución metodológica y empírica al estudio de las desigualdades en el transporte urbano en España. Desarrolla un marco de análisis que combina tiempos y costes observados, ofreciendo métricas

---

<sup>1</sup> Los datos GTFS (*General Transit Feed Specification*) son un formato estandarizado desarrollado por Google y la comunidad de transporte público para describir horarios, rutas, paradas y frecuencias de los servicios de transporte colectivo.

contrastables de accesibilidad y asequibilidad a escala metropolitana, a partir de las cuales identifica dónde y para quién fallan los sistemas de transporte. Este enfoque, a nuestro juicio, facilita el diseño de estrategias de movilidad más sensibles a la equidad territorial y social, y contribuye al avance de una agenda de movilidad sostenible e inclusiva basada en evidencia empírica.

El resto del documento se organiza como sigue. La siguiente sección describe la metodología y las fuentes de datos empleadas, explicando el proceso de construcción de las métricas de accesibilidad y asequibilidad. La tercera sección presenta los resultados para los tres casos de estudio: Madrid, Sevilla y Bilbao. La cuarta ofrece una discusión comparada de los hallazgos y sus posibles implicaciones para el diseño de política pública. Finalmente, la quinta sección recoge las principales conclusiones y las líneas de trabajo futuro.



## 2

## METODOLOGÍA





Como se ha anticipado en la introducción, este estudio aplica una metodología que mide de forma integrada el tiempo y el coste de los desplazamientos cotidianos en áreas metropolitanas, tanto en vehículo privado como en transporte público, a partir de lo cual analiza las diferencias de accesibilidad y asequibilidad que evidencian desigualdades intraurbanas y entre distintas áreas. El enfoque combina datos de movilidad observada (matrices origen–destino derivadas de telefonía móvil anonimizada) con redes de transporte público en formato GTFS, red viaria y datos socioeconómicos censales, lo que permite capturar las condiciones reales de acceso y superar las limitaciones de los enfoques basados en proximidad o potencial de viaje.

Esta sección se organiza en cuatro apartados que conectan la definición conceptual con su implementación empírica. En primer lugar, se hace una revisión de la literatura y una selección de métricas para las dimensiones de accesibilidad y asequibilidad. En segundo lugar, se describen la división espacial utilizada y el criterio de unificación de las áreas metropolitanas para asegurar coherencia y comparabilidad entre los tres casos de estudios, a saber, Madrid, Bilbao y Sevilla. En tercer lugar, se detallan las capas necesarias de datos en el proceso de depuración y la reconstrucción de la oferta real de transporte (horarios, frecuencias, transbordos), junto con los supuestos para red viaria y tarifas. Por último, a partir de matrices O-D, se detalla cómo se han integrado estas matrices de telefonía móvil con la red de transporte pública reconstruida a partir de los datos GTFS para calcular tiempos puerta a puerta, costes y esfuerzo económico relativo, así como razones transporte público (TP)-privado y velocidades equivalentes, generando métricas reproducibles y comparables entre territorios y grupos de renta.

## **2.1. MÉTRICAS DE MOVILIDAD Y DESIGUALDAD: ACCESIBILIDAD Y ASEQUIBILIDAD**

Con el objetivo de medir la accesibilidad efectiva de puerta a puerta, entendida como la posibilidad de alcanzar oportunidades en tiempo y costes razonables, y de incorporar la dimensión económica que condiciona dicha posibilidad, adoptamos el marco que la literatura ha ido consolidando como parte del paquete de métricas. La literatura inaugural de (Hansen, 1959) define la accesibilidad como el potencial de interacción entre localizaciones, ponderada por la dificultad de acceso entre dos lugares, basada en el cuadrado de la distancia entre ellos, e introdujo los modelos

gravitatorios que dieron origen a una amplia tradición académica. Posteriores aportaciones ampliaron el concepto para incluir dimensiones cualitativas (fiabilidad, confort), restricciones individuales (horarios laborales, responsabilidades de cuidado) y la noción de coste generalizado, que integra tiempo de viaje, gastos directos y penalizaciones por espera (Berechman, 1981; Geurs y van Wee, 2004; Ingram, 1971). Este marco permitió construir indicadores comparables entre modos y sistemas tarifarios, y sustenta nuestra aproximación empírica de accesibilidad entre dos localizaciones concretas.

Más recientemente, la “ciudad de los 15 minutos” (Moreno *et al.*, 2021) y los debates sobre movilidad pospandemia han reforzado el tránsito desde la movilidad (cantidad de viajes) hacia la accesibilidad (utilidad de los viajes), entendida como el acceso suficiente a oportunidades dentro de límites razonables de tiempo y coste (Bertolini, 2017). En contextos aplicados, la accesibilidad se ha consolidado como medida del desempeño del sistema de transporte, como muestran Oviedo y Guzman (2020) en Bogotá o Lunke (2022) en Oslo, mientras que el enfoque espaciotemporal de Hägerstrand ha permitido capturar restricciones personales y ventanas horarias (Tiznado *et al.*, 2024). En paralelo, los enfoques de equidad en transporte han señalado que las desigualdades no se explican solo por el tiempo necesario para alcanzar las oportunidades, sino también por el coste de hacerlo. Así, la accesibilidad debe complementarse con la noción de asequibilidad, entendida como la capacidad efectiva de los hogares para sostener económicamente sus desplazamientos (Lucas, 2012).

En conjunto, el marco conceptual de accesibilidad, ampliado con la asequibilidad como lectura distributiva del coste del acceso, ha evolucionado desde formulaciones centradas en la interacción espacial hacia enfoques más integrales que incorporan costes, restricciones individuales y calidad del servicio, situándose hoy como un indicador clave tanto del desempeño urbano como de la planificación de políticas de movilidad.

La evolución más actual ha estado marcada por una fuerte digitalización que permite mayor disponibilidad de datos abiertos, abriendo la puerta a mejorar sustancialmente la sofisticación de los análisis. En estos estudios se vislumbra también una diferenciación metodológica relevante entre dos enfoques: los modelos teóricos, más extendidos por su menor exigencia de datos y basados en *proxies* espaciales como la distancia a puntos de interés o la densidad de equipamientos; y los modelos empíricos basados en datos reales de movilidad (como registros de telefonía móvil o trayectos observados) que permiten representar con mayor fidelidad cómo se accede efectivamente a las oportunidades desde cada zona, aunque requieren una infraestructura analítica más compleja.

En definitiva, la evolución del concepto y los indicadores de accesibilidad refleja un tránsito desde aproximaciones puramente espaciales y estáticas hacia marcos más dinámicos y personalizados, donde el tiempo, el modo de transporte, las restricciones individuales y la calidad del servicio adquieren un protagonismo creciente.

Avanzar hacia metodologías que integren esta riqueza de datos es fundamental para mejorar el diagnóstico territorial y orientar políticas más ajustadas a las realidades urbanas contemporáneas. En este contexto, resulta pertinente analizar con detalle la aplicación de estas métricas para la accesibilidad urbana en España, donde persisten importantes desafíos de equidad territorial y de articulación metropolitana.

Como se ha venido indicando en secciones anteriores, en este estudio, proponemos un conjunto de métricas para evaluar de forma integrada la accesibilidad y la asequibilidad de la movilidad cotidiana. Estas métricas han sido seleccionadas en función de su capacidad de abarcar ambas dimensiones de la movilidad, por su relación directa con las principales palancas de política pública, la forma en la que permiten comparar patrones de movilidad intra e intermetropolitanos, y, por último, la reproductibilidad con las fuentes disponibles en otros territorios.

Así, el sistema de métricas propuesto permite estimar a la vez el tiempo necesario para realizar los desplazamientos, el desempeño del sistema de transporte público, la dependencia modal respecto al coche y la carga económica que afrontan los hogares. Leído en conjunto, ofrece una visión coherente de quién accede a qué, cuánto tarda y cuánto le cuesta, con capacidad para comparar dentro de cada área metropolitana y entre áreas funcionales, y para detectar desigualdades territoriales y socioeconómicas relevantes para la política pública. Con este objetivo, se proponen las siguientes métricas:

- **Tiempo puerta-a-puerta por trayecto (media ponderada y percentiles por distrito/OD).** Es la forma más directa de evaluar el acceso efectivo con datos de movilidad observada; permite comparar territorios dentro de una misma área metropolitana y distinguir viajes frecuentes y esporádicos. Lo acompañamos de umbrales:
  - 30 minutos como referencia absoluta (constante de viaje de Marchetti [1994a]).
  - 2 M (dos veces la mediana observada) como referencia relativa sensible al contexto local (Mattioli *et al.*, 2016 y 2018; Romero *et al.*, 2018).

Juntas ayudan a identificar tanto excesos universales de tiempo como sobrecargas específicas dentro de cada área de análisis.

- **Velocidad equivalente del transporte público (km/h).** Esta métrica sintética, obtenida a partir de la regresión de observaciones distancia-tiempo de viajes en transporte público en un ámbito metropolitano, resume la eficiencia espacial del sistema (conectividad, transbordos, frecuencias), de modo que podemos comparar áreas entre sí y estimar la homogeneidad/heterogeneidad interna. Es clave para interpretar correctamente el resto de las métricas y evitar diagnósticos engañosos cuando los viajes son muy cortos o largos.
- **Ratio de tiempos público/privado.** Esta métrica tiene por objetivo situar el desempeño del transporte público en relación con la alternativa privada y, por

tanto, informa sobre la dependencia modal del vehículo privado. Allí donde el TP no proporciona tiempos razonables, el territorio queda expuesto a una vulnerabilidad (transición energética, costes crecientes de operación, restricciones de acceso), que no se aprecia si solo miramos promedios de tiempos.

- **Esfuerzo económico relativo del transporte.** Mide el porcentaje de la renta mediana que supondría el uso del transporte público o del coche en cada distrito. Aporta la dimensión de asequibilidad y permite comparar territorialmente la carga monetaria de la movilidad. Combinado con las métricas de tiempo, muestra cómo los hogares equilibran tiempo y coste entre los modos disponibles, ofreciendo una lectura más completa de las desigualdades en movilidad y del espacio de intervención (tarifas, frecuencias, priorizaciones de red).

Estas métricas permiten identificar las distintas dimensiones que condicionan el acceso y el coste de la movilidad: (i) tiempos y umbrales localizan la carga temporal; (ii) la velocidad identifica la eficiencia de diseño del sistema de transporte; (iii) la ratio TP/privado dimensiona la brecha modal, y (iv) la capa de esfuerzo económico conecta accesibilidad con asequibilidad, acercando el análisis a la pobreza en transporte tal como la conceptualiza la literatura (Lucas *et al.*, 2016) y la política europea (Reglamento [EU] 2023/955).

Las cuatro métricas se presentan para los tres casos de estudio seleccionados, Madrid, Bilbao y Sevilla, que representan contextos urbanos diversos en escala, estructura y configuración metropolitana. Los tres primeros indicadores, centrados en el tiempo y desempeño del sistema, se analizan en el epígrafe “Tiempos de viaje”, mientras que la métrica de esfuerzo económico se desarrolla en el epígrafe “Costes de la movilidad” de cada caso de estudio.

## ■ 2.2. ÁMBITO TERRITORIAL Y CASOS DE ESTUDIO

Este estudio se centra en el análisis de la movilidad cotidiana en áreas urbanas, donde reside el 83,6 % de la población española, en especial en las grandes áreas urbanas (69,3 %). Estas áreas también concentran el 76 % del empleo (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2024), aun representando solo el 9,6 % del territorio nacional. Para las áreas urbanas se utiliza la definición elaborada por la OCDE y la Unión Europea (Dijkstra *et al.*, 2019; OECD, 2022), que identifica 81 áreas urbanas funcionales en España (FUA, por sus siglas en inglés). Estas son conjuntos de unidades locales (administrativas) contiguas compuestas por un “centro urbano” y sus unidades locales circundantes, casi siempre menos densamente pobladas, que forman parte del mercado laboral de la ciudad (la “zona de desplazamiento”). Para ser incluidas en la zona de desplazamiento, las unidades locales deben tener al menos un 15 % de su población activa desplazándose hacia la ciudad.

De las 81 FUAs de nuestro país, el presente informe analiza tres casos de estudio: Madrid, Sevilla y Bilbao. Este ejercicio pretende ser un primer paso en la elaboración de un estudio que incorpore todas las FUA del conjunto del Estado, siempre y cuando la disponibilidad de datos lo permita.

El análisis de los desplazamientos de la población española que aquí realizamos se basa en el procesado de un conjunto de datos masivos anonimizados, derivados de la geolocalización de más de 13 millones de líneas móviles en España durante el año 2024. Esta información, recopilada por el Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible (MITMS), incluye todos los movimientos independientemente del modo de transporte utilizado. El conjunto de datos recoge un total de 27.750 millones de desplazamientos entre 3.743 zonas del territorio nacional, además de 117 zonas ubicadas en Francia y Portugal. A partir de estos datos, como se describe con detalle más adelante, se calculan las distancias, así como los tiempos y los costes teóricos asociados tanto al transporte público como al privado. Posteriormente, con base en dichos cálculos, se realiza un análisis detallado de la accesibilidad de las zonas objeto de estudio.

Dado que la zonificación de movilidad adoptada por el MITMS es de un tamaño variable según la densidad de población, en las áreas densamente pobladas encontramos zonas inferiores a un municipio (comparables a los distritos urbanos), pero también aglutinando varios municipios si nos alejamos del centro urbano hacia zonas menos densamente pobladas. Por ello, para poder presentar resultados de una manera que permita identificar dinámicas territoriales diferenciadas, adoptamos una agrupación de zonas que se basa, dentro del centro urbano, en la división por distritos, y fuera del centro urbano, en la división por comarcas o subcomarcas. No existe una única división territorial supramunicipal estandarizada para los territorios que circundan un centro urbano. La Comunidad de Madrid, por ejemplo, presenta una división en zonas estadísticas que no está aplicada al resto de las FUAs del país. Si encontramos a nivel nacional las comarcas agrarias como división del medio rural, e incluso las subcomarcas en el País Vasco. Dada esta heterogeneidad, para el análisis de las tres FUAs de este estudio se propone un mapa de municipios adaptado a cada caso que nos permite analizar las diferencias entre territorios de una misma área funcional.

En Madrid, contamos con la división por zonas estadísticas antes mencionada, correspondiente a la división europea NUTS 4 (en desuso). Estas zonas estadísticas (Comunidad de Madrid, 2001) dividen a la Comunidad en nueve territorios: municipio de Madrid; norte, sur, este, sudoeste, sudoeste, nordeste metropolitanos, y las sierras norte y sur. Curiosamente, la FUA de Madrid, si bien comprende municipios de todos estos territorios, por un lado, no los incluye todos, y, por otro, incluye otros municipios extracomunitarios de las provincias de Toledo, Guadalajara y Ávila.

Así, se han reorganizado las zonas de la FUA de Madrid tomando esta clasificación de zonas estadísticas (únicamente la intersección), a la que se han sumado

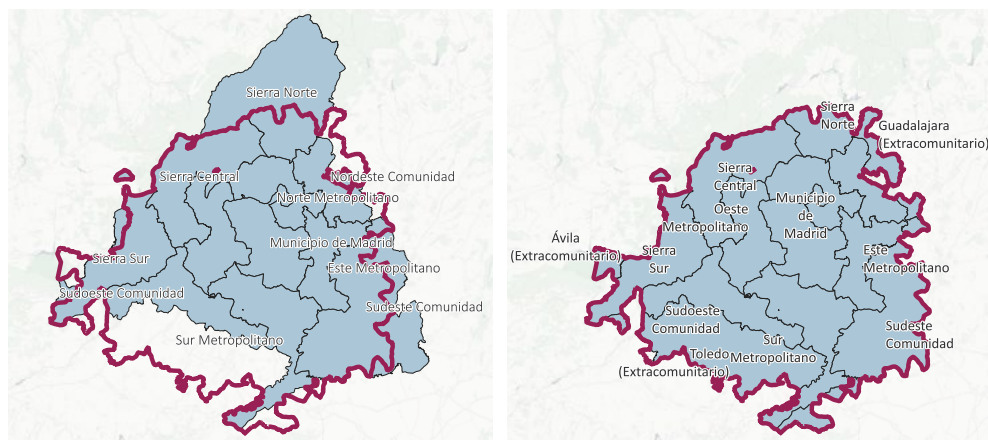
tres zonas más: áreas limítrofes extracomunitarias de Toledo, Ávila, y Guadalajara, como se muestra en la figura 1.

En Sevilla y Bilbao no contamos con una división estadística NUTS 4 como en Madrid. En estas FUAs, para poder dividir el territorio que comprende los municipios no capitalinos, se utilizan como base las comarcas agrarias, divisiones históricas que siguen reflejando hasta cierto punto una cohesión entre los municipios que comparten características similares, y en su mayoría, un municipio de referencia en el que se concentran los servicios. En esta línea, se está desarrollando en Europa (Dijkstra y Jacobs-Crisioni, 2024) una metodología que tendrá aplicación en España para definir áreas rurales funcionales, al igual que se definen las FUA.

En Sevilla, la provincia está dividida en siete comarcas: la sierra norte, La Vega, El Aljarafe, Las Marismas, La Campiña, la sierra sur, y Estepa. El municipio de Sevilla quedaría en esta clasificación dentro de La Vega. De nuevo, la FUA comprende municipios de varias de estas comarcas, pero no todos, y en este caso la FUA no excede los límites provinciales. Por claridad, se ha decidido nombrar a

Figura 1

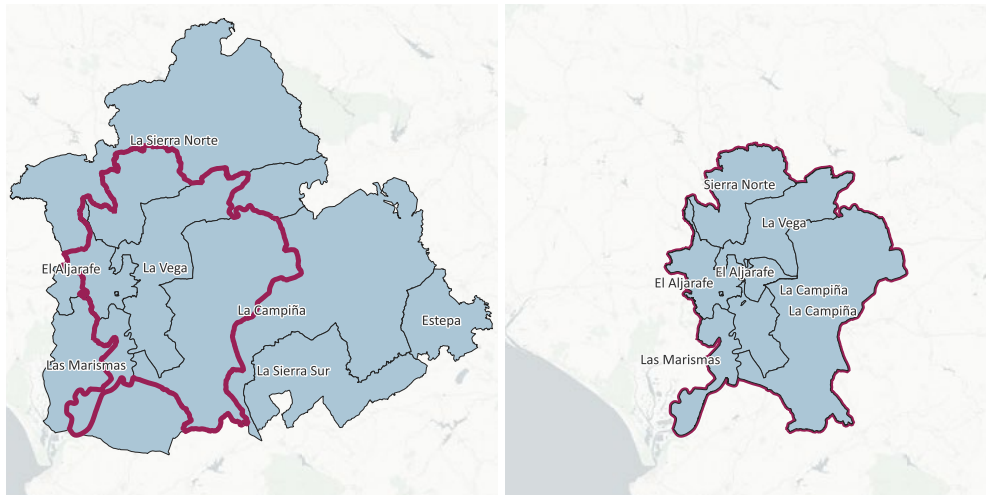
IZQUIERDA: ZONAS ESTADÍSTICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID (EN AZUL), Y DEMARCACIÓN DE LA FUA DE MADRID (LÍNEA GRUESA). DERECHA: ZONAS DE ESTUDIO DE LA FUA DE MADRID, TOMANDO LA INTERSECCIÓN CON LAS ZONAS ESTADÍSTICAS E INCLUYENDO LOS TERRITORIOS EXTRACOMUNITARIOS



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

IZQUIERDA: COMARCAS AGRARIAS DE LA PROVINCIA DE SEVILLA (EN AZUL), Y DEMARCACIÓN DE LA FUA DE SEVILLA (LÍNEA GRUESA).  
DERECHA: ZONAS DE ESTUDIO DE LA FUA DE SEVILLA, TOMANDO LA INTERSECCIÓN CON LAS COMARCAS AGRARIAS, Y AÑADIENDO UNA ZONA QUE RECOJA EL MUNICIPIO CAPITALINO



Fuente: Elaboración propia.

las zonas de intersección por su comarca de referencia, y se ha separado el municipio capitalino como una zona más (ver figura 2).

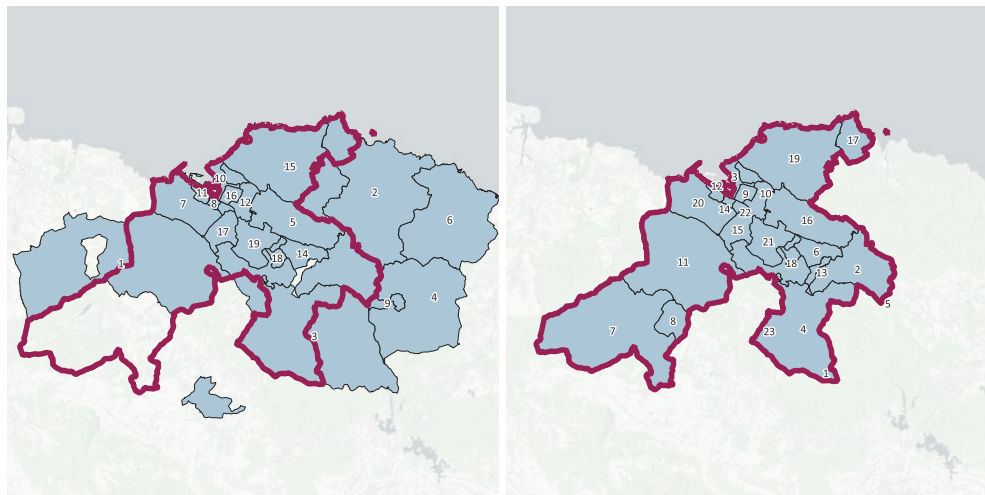
Por último, el caso de la FUA de Bilbao es quizá el más complejo para establecer una división territorial que represente la relación entre municipios. Las comarcas agrarias de Vizcaya son demasiado amplias para ser representativas en este caso, ya que la mayoría de la FUA de Bilbao quedaría dentro de una única comarca, la del Gran Bilbao, si bien tomaría parte también de Munguía, Duranguesado, Gernika-Bermeo, Encartaciones, e incluso de Merindades (en Burgos, Castilla-León).

Sin embargo, existe una división histórica por subcomarcas en el País Vasco que, para representar la FUA de Bilbao, propone una relación entre municipios más parecida a lo que se observa hoy en día en esta área urbana (Gobierno Vasco, 2015). Esta división en subcomarcas dejaría a la FUA de Bilbao repartida entre 19 territorios, que recogen, entre otros, las diferencias entre ambos márgenes de la Ría, y separa algunos de los municipios principales como son



Figura 3

IZQUIERDA: SUBCOMARCAS DE LA PROVINCIA DE VIZCAYA (EN AZUL), Y DEMARCACIÓN DE LA FUA DE BILBAO (LÍNEA GRUESA). DERECHA: ZONAS DE ESTUDIO DE LA FUA DE BILBAO, TOMANDO LA INTERSECCIÓN CON LAS SUBCOMARCAS E INCLUYENDO LOS TERRITORIOS EXTRACOMUNITARIOS DE BURGOS



Fuente: Elaboración propia.

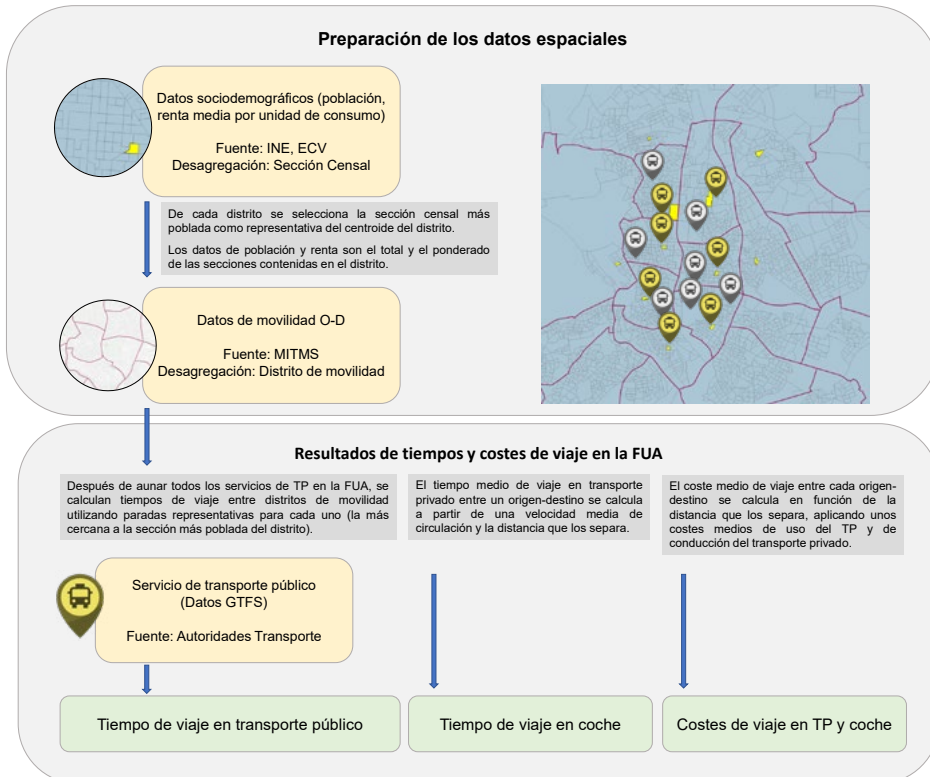
Barakaldo, Leioa, Sestao, Portugalete, etc. Dado el tamaño y el número elevado de zonas en las que queda dividido, se presenta la clasificación en forma numerada (ver figura 3).

Una vez definidas las áreas de estudio en cada FUA, se procede a realizar el estudio de patrones de movilidad que nos permitirá analizar las dinámicas de tiempos y costes de viaje en cada distrito.

La figura 4 resume el proceso completo de análisis de datos que propone el informe para cada FUA. Se parte de los datos sociodemográficos proporcionados por el INE, con los que obtenemos los datos de población y renta en cada distrito. A estos datos se le suman los de movilidad origen-destino proporcionados por el MITMS, y los datos de servicio de transporte público que ofrecen las diferentes autoridades del transporte en formato GTFS. Para el cálculo de tiempos de viaje en vehículo privado se toma una velocidad media de circulación, y para los costes de viaje tanto en transporte público como en vehículo privado, se toman unos costes nivelados por modo. Serán posteriormente estos cálculos los que constituirán la base para el análisis de accesibilidad-asequibilidad de las diferentes FUAs.

Figura 4

## RESUMEN DE LA METODOLOGÍA



Fuente: Elaboración propia.

## 2.3. FUENTES DE DATOS Y RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE

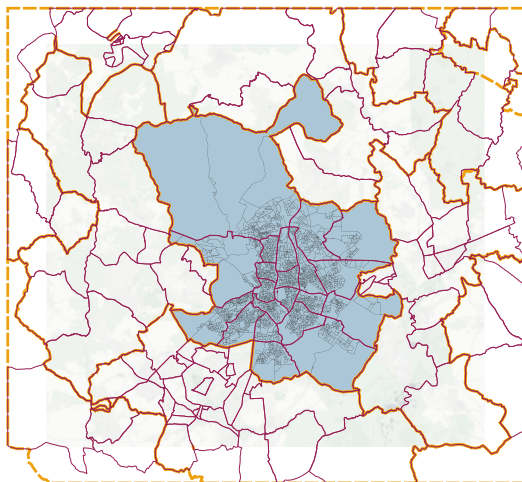
### 2.3.1. Datos sociodemográficos

Para poder caracterizar los distritos de movilidad definidos por el MITMS, se utilizan datos del INE (INE 2024), concretamente del *Atlas de Distribución de Renta de los Hogares*, el cual proporciona datos relativos a la renta y al riesgo de exclusión social en cada una de las secciones censales (divisiones del territorio inferiores a los distritos).

Para cada distrito, se pondera la renta por unidad de consumo para todas las secciones censales dentro del mismo por la población (figura 5). Si bien en cada distrito conviven secciones censales de diferente nivel económico, la heterogeneidad

Figura 5

EJEMPLO DE DIVISIÓN TERRITORIAL: ZONAS DE ESTUDIO (LÍNEA GRUESA, NARANJA), DISTRITOS DE MOVILIDAD (LÍNEA GRUESA, ROJA), SECCIONES CENSALES (LÍNEAS GRISES)



Fuente: Elaboración propia.

es lo suficientemente pequeña como para considerar una renta mediana por distrito como representativa del mismo.

### 2.3.2. Redes de transporte

Para el análisis de accesibilidad del transporte público se han utilizado datos GTFS (*General Transit Feed Specification*) actualizados para cada una de las tres áreas funcionales<sup>2</sup>. Estos ficheros incluyen información detallada sobre rutas, horarios, paradas y servicios del transporte público, y permiten reconstruir la oferta de transporte colectivo de forma precisa y localizada en cada territorio.

En cada una de las tres FUA analizadas, los servicios de transporte estudiados han sido los que detalla el cuadro 1.

Entre estos servicios de transporte público, el conjunto de datos para la FUA de Madrid contiene más de 14.500 paradas, más de 6.900 el de Sevilla, y más de

<sup>2</sup> Se excluyen, sin embargo, líneas de transporte público que realicen servicios dentro de un único distrito de movilidad. Esto es debido a que cada distrito está representado en los datos del sistema de transporte por el centroide de la sección censal más poblada del distrito y la parada de transporte más cercana; por lo tanto, no aporta información en este análisis considerar los desplazamientos intradistrito.

Cuadro 1

## SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO ANALIZADOS

	Madrid	Sevilla	Bilbao
Autobús urbano	EMT	TUSSAM	Bilbobus
Autobús metropolitano	Consortio Regional de Transportes de Madrid	Red de Consorcios de Transporte de Andalucía - Área de Sevilla	Bizkaibus
Metro	Consortio Regional de Transportes de Madrid	Metro de Sevilla	Metro de Bilbao
Tren de cercanías o regional	Renfe Cercanías	Renfe Cercanías	Euskotren Renfe Cercanías

4.580 el de Bilbao. Para asegurar la conexión con la red de transporte, cada sección se ha vinculado a la parada de transporte público más cercana (paradas GTFS) dentro de un radio máximo de 500 metros. La base espacial se ha construido sobre geometrías oficiales de secciones censales y municipios, proyectadas en coordenadas WGS84 (World Geodetic System, 1984)<sup>3</sup>.

## 2.4. ELABORACIÓN DE LAS MÉTRICAS DE ACCESIBILIDAD A PARTIR DE LAS MATRICES ORIGEN-DESTINO

Las matrices origen-destino (O-D) son tablas cuadradas en las que cada fila representa una zona de origen, cada columna una zona de destino y cada celda cuantifica los desplazamientos realizados entre ambas durante un intervalo temporal dado. Constituyen la piedra angular de esta modelización del transporte: permiten visualizar la intensidad y la dirección de los flujos de movilidad, calibrar modelos de demanda, identificar corredores críticos y anticipar el impacto de infraestructuras o políticas. Aunque históricamente se obtenían mediante encuestas domiciliarias o aforos de tráfico, hoy pueden construirse a partir de registros de telefonía móvil, transacciones de tarjetas de transporte, sensores GPS o combinaciones de fuentes, lo que incrementa su resolución espacial y temporal y reduce los costes de actualización. En el caso del MITMS, esas matrices O-D se derivan de datos móviles anonimizados y se enriquecen con metadatos sobre el modo de transporte, la franja horaria, el propósito del viaje y rasgos sociodemográficos<sup>4</sup>.

### 2.4.1. Análisis de la estructura funcional de la FUA

En este informe utilizamos el Índice de Intensidad de Atracción (IIA) como indicador sintético destinado a caracterizar la función estructural de cada territorio dentro del sistema metropolitano. El IIA mide la capacidad relativa de un distrito o municipio para

<sup>3</sup> Se trata de un sistema de referencia geodésico mundial utilizado para posicionar cualquier punto de la Tierra.

<sup>4</sup> <https://www.transportes.gob.es/ministerio/proyectos-singulares/estudios-de-movilidad-con-big-data/opendata-movilidad>

atraer desplazamientos con destino en actividades no residenciales (fundamentalmente trabajo, estudio u otras actividades) en comparación con los desplazamientos cuyo destino es el hogar. Formalmente, el índice se define como el cociente entre el número de viajes entrantes por motivos de actividad y el número de viajes entrantes por motivos residenciales en un periodo dado.

Desde una perspectiva interpretativa, valores del IIA superiores a la unidad se asocian con territorios que actúan como polos de actividad, es decir, áreas que atraen más viajes vinculados a funciones productivas, educativas o de servicios que desplazamientos hacia viviendas. En contraste, valores próximos o inferiores a uno reflejan zonas predominantemente residenciales o con un equilibrio más homogéneo entre viajes por actividad y viajes residenciales. Esta interpretación permite distinguir patrones espaciales de especialización funcional y aporta una medida comparativa entre territorios heterogéneos en tamaño y población.

Conviene señalar que el uso del IIA resulta metodológicamente más adecuado que la simple comparación de balances netos diarios de entradas y salidas. En la mayoría de los contextos metropolitanos, los flujos netos tienden a anularse a lo largo del día debido a la simetría entre viajes de ida y vuelta, de modo que las diferencias residuales suelen deberse únicamente a pernoctaciones fuera del hogar. El IIA, al centrarse en la intensidad relativa de atracción de actividades, proporciona una caracterización más informativa y estable del papel funcional de cada territorio en la estructura metropolitana.

### ■ 2.4.2. Distancias y tiempos de viaje

Los procedimientos descritos en esta sección constituyen la base empírica sobre la que se construyen tres de las cuatro métricas presentadas anteriormente (tiempo puerta a puerta, velocidad equivalente del transporte público, y ratio de tiempos TP/privado), aplicadas a los tres casos de estudio: Madrid, Bilbao y Sevilla.

A partir de la matriz origen-destino (OD) extraemos las *distancias medias de desplazamiento* desde cada distrito para alcanzar los diferentes destinos (frecuentes y esporádicos), como la distancia haversiana<sup>5</sup> entre los centroides de las secciones censales más pobladas de cada distrito. A partir de las distancias medias obtenemos, además de las necesidades de movilidad de cada distrito, una medida relativa de la compacidad del área urbana respecto a las otras.

Los *tiempos de desplazamiento* en el transporte público se han calculado a partir de un procedimiento sistemático en lenguaje de programación R, usando la función `gtfs_route()` del paquete `gtfsrouter`<sup>6</sup>, que permite estimar rutas y dura-

<sup>5</sup> Herramienta matemática utilizada para calcular la distancia entre dos puntos en la superficie de una esfera, como la Tierra, de los que conocemos su longitud y latitud.

<sup>6</sup> El paquete `gtfsrouter` está disponible y actualizado en Github <https://github.com/UrbanAnalyst/gtfsrouter> y en el repositorio CRAN <https://cran.r-project.org/web/packages/gtfsrouter/index.html>

ciones sobre la red real de transporte público. Se ha definido una franja horaria de análisis representativa de un momento de la semana donde el servicio de transporte público funciona con mayor frecuencia, esta franja es en día laborable (lunes, 8:00 AM). Se aplica este tiempo de viaje para todos los viajes sin importar la franja horaria donde se producen. Si bien esta simplificación puede suponer una cierta limitación para el cálculo de tiempos de viaje de forma realista, dado que el pico de viajes se produce en franjas con servicio similar al de esta, los resultados no muestran una gran variación cuando se aplican otras franjas representativas.

Para cada par origen-destino (OD) se ha computado la ruta óptima en transporte público, registrando el tiempo total de viaje (*duration*) y las líneas utilizadas. El algoritmo desarrollado gestiona el tratamiento de transferencias entre servicios de transporte colectivo y calcula la duración teórica en minutos totales de viaje entre origen y destino.

Cabe destacar que, entre las características del viaje registradas por el MITMS en el conjunto de datos de origen-destino, están: actividad de origen, actividad de destino, sexo, edad, o renta. Estas tres últimas son características poblaciones elevadas a partir de la muestra para el total de la población residente en cada distrito, y no están asignadas a cada viaje, por lo que en este análisis no las utilizamos de forma directa. Entre las actividades de origen y destino, encontramos “hogar”, “frecuente”, “trabajo/estudio”, y “no frecuente”. Sin embargo, la distinción entre “frecuente” y las actividades de “trabajo/estudio” no siempre puede hacerse de forma inequívoca a partir de la muestra tomada, por lo que en este análisis ambas categorías se han unido bajo “frecuentes”.

A modo de ejemplo, el cuadro 2 ilustra un registro de datos origen-destino simplificado, seleccionando solo las columnas utilizadas, de algunos registros de las matrices O-D obtenidas del MITMS para el cálculo de tiempos y costes de viaje. En este caso, se registran 686 viajes y 11.042 p.km entre el origen “4801307” y el destino “4801307”. El origen se corresponde con el distrito de Rekalde en Bilbao, y el destino con el distrito norte de Vitoria (Sansomendi-Arriaga).

Cuadro 2

## EJEMPLO DE REGISTRO DE DATOS ORIGEN-DESTINO

Id_origen	Id_destination	Activity_origin	Activity_destination	N_trips	Trips_total_length_km
4801307	4801307	frecuentes	hogar	686	11.042

Conviene subrayar que los flujos representados en los análisis no deben interpretarse como una representación física continua del desplazamiento de individuos a lo largo del día. Se trata, más bien, de una modelización que cuantifica las pro-

porciones de viajes por tipo de origen y destino, pero no conserva estrictamente la masa de individuos en tránsito. Esto se debe a varias razones. Por un lado, hay personas que acceden a la FUA desde fuera de sus límites administrativos (por ejemplo, desde provincias colindantes) y realizan actividades dentro sin que se registre su retorno. En consecuencia, los datos OD permiten analizar patrones generales de movilidad y su distribución espacial, pero no constituyen un sistema cerrado ni completamente conservativo desde el punto de vista de los flujos poblacionales.

Como decíamos anteriormente, los distritos de movilidad para los cuales contamos con datos de viajes presentan diferentes realidades económicas y también diferentes condiciones de disponibilidad (lejanía, frecuencia) del transporte público más cercano. Algunos distritos muy densamente poblados, como pueden ser aquellos del centro urbano, contienen cientos de paradas de transporte público, mientras los distritos menos densamente poblados pueden comprender municipios completos con una sola parada de transporte público. Con el fin de aportar un criterio que simplifique la heterogeneidad dentro de los datos disponibles, tomamos como representativa la parada de transporte público más cercana a la sección censal más poblada del distrito, como podemos ver en la figura 6, en la que los puntos azules representan las secciones censales más pobladas de cada distrito y los puntos rojos su parada de transporte público más cercana. Dentro de un mismo distrito, suponemos una distancia para llegar a la estación de transporte público representativa lo suficientemente pequeña para que el tiempo total de viaje no difiera significativamente del calculado.

Figura 6

### EJEMPLO DE LA ASIGNACIÓN DE UNA PARADA REPRESENTATIVA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA FUA DE MADRID



Fuente: Elaboración propia a partir de centroides + paradas seleccionadas.

A su vez, se ha estimado el tiempo de viaje equivalente en vehículo privado, suponiendo una velocidad media de circulación en la FUA de 35 km/h. En muchas ciudades europeas, la velocidad media de conducción en vías urbanas suele situarse entre los 30 y 40 km/h, especialmente cuando se tienen en cuenta factores como la congestión, los semáforos, las zonas residenciales y las limitaciones de tráfico. Estos valores indican que, aunque los vehículos puedan alcanzar velocidades superiores en tramos despejados, la media real de desplazamiento urbano se reduce debido a paradas frecuentes, limitaciones de circulación y mayor densidad peatonal. Por este motivo, en nuestro análisis elegimos esa velocidad de referencia de 35 km/h para estimar los tiempos de viaje en coche. Representa un valor intermedio realista dentro del rango urbano europeo, coherente con los condicionantes estructurales y operativos a los que se enfrenta la conducción en entornos metropolitanos (van Eggermond *et al.*, 2025).

El algoritmo utilizado para el cálculo del tiempo de transporte, así como para el resto de los resultados, considerando los datos Origen-Destino proporcionados por el MITMS y los datos de GTFS de las Autoridades del Transporte mencionadas, está disponible de forma pública en el repositorio de *Github* de este proyecto.

### ■ 2.4.3. Cálculo del coste del transporte

En esta sección se describe la base sobre la que se construye la cuarta métrica propuesta relacionada con la asequibilidad del transporte: el cálculo del esfuerzo económico requerido para la movilidad. En este caso, el coste de viaje en transporte público está normalmente dado por el coste de un billete entre zonas de transporte, y el del viaje en vehículo privado, por la distancia si consideramos un coste nivelado de la conducción.

El coste nivelado de la conducción es un indicador que expresa, en céntimos por kilómetro, cuánto cuesta realmente recorrer cada kilómetro en vehículo privado después de promediar todos los gastos a lo largo de su vida útil. Para estimarlo se suman el precio de compra (amortizado), el combustible o la energía eléctrica consumida, el mantenimiento, las reparaciones, el seguro, los impuestos y los costes de estacionamiento o peajes. Esa suma, actualizada a valor presente, se divide por el total de kilómetros que el vehículo recorrerá durante su vida económica. El resultado permite comparar de forma homogénea la asequibilidad del coche con la tarifa del transporte público, pues ambos se expresan ya como un coste unitario por distancia recorrida.

Para estimar los costes nivelados del transporte público, se han tomado como referencia los datos de los consorcios metropolitanos de transporte de Madrid, Sevilla y Bilbao. Aunque existen diferencias institucionales en la integración tarifaria y operativa entre estas áreas, los valores observados resultan muy similares. En el caso de Madrid, antes de la bonificación del transporte público superior al 50 % intro-



ducida por el Gobierno en septiembre de 2022, la recaudación media por viajero era de 0,65 euros (CRTM, 2021), mientras que durante la bonificación descendió a 0,31 euros (CRTM, 2023), con un coste real por viajero comprendido entre 1,69 euros y 2,21 euros. Considerando una distancia media de 7,1 km por trayecto, el coste medio total unitario puede estimarse en torno a 9,1 céntimos euro/km antes de la bonificación y 4,4 céntimos euro/km durante su vigencia. En Sevilla, la relación entre distancia y precio se ha obtenido a partir de una regresión lineal de puntos correspondientes a los principales municipios de cada área tarifaria, resultando en 9,1 céntimos euro/km para el billete sencillo y 4,2 céntimos euro/km para los desplazamientos con tarjeta de transporte bonificada (CTMAS, 2025). En Bilbao, los datos disponibles del Consorcio de Transportes de Bizkaia (2025) muestran valores equivalentes para los viajes con la tarjeta Barik bonificada, son también próximos a 4,2 céntimos euro/km. Para el caso del transporte privado, el coste medio nivelado de la conducción se estimó en 2023 en 35 céntimos euro/km, fuertemente condicionado por el precio de la energía (OTLE, 2023).

El coste anual del transporte por viaje se determina entonces a partir de la distancia de viaje tanto en transporte público como en transporte privado. Para calcular la porción de renta dedicada al transporte anualmente en cada distrito, se pondera el coste de todos los viajes que parten de cada uno de los distritos, tanto en transporte público como en privado, y se relacionan con la renta media anual por unidad de consumo (considerando que el coste medio por viaje obtenido se repite dos veces al día durante 260 días laborables de un año).

En conjunto, estos procedimientos descritos para la estimación de distancias, tiempos y costes constituyen la base operativa sobre la que se calculan las cuatro métricas de accesibilidad y asequibilidad definidas previamente: tiempo puerta a puerta, velocidad equivalente del transporte público, ratio TP/privado y esfuerzo económico relativo. La aplicación homogénea de esta metodología a las tres áreas urbanas funcionales (Madrid, Bilbao y Sevilla) permite realizar comparaciones consistentes entre contextos metropolitanos de distinta escala y estructura. Sobre esta base, los capítulos siguientes presentan los resultados obtenidos para cada grupo de métricas (los indicadores temporales en el epígrafe “Tiempos de transporte” y la dimensión económica en “Costes de transporte”) en los tres casos de estudio.



**3**

## **RESULTADOS**



Tras definir la metodología de análisis, esta sección presenta los resultados obtenidos para las áreas urbanas funcionales (FUA) seleccionadas. Se parte del estudio de Madrid, por su complejidad y representatividad, para luego abordar los casos de Sevilla y Bilbao. En cada ciudad, se analiza en primer lugar la estructura y los patrones de movilidad cotidianos, y en segundo lugar las diferencias espaciales en tiempo y coste de acceso a distintas actividades. El objetivo es, como se ha explicado anteriormente, identificar no solo las medias generales, sino también las desigualdades territoriales y los posibles factores que las explican, sentando así las bases para un diagnóstico comparado.

### ■ 3.1. MADRID

#### ■ 3.1.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes

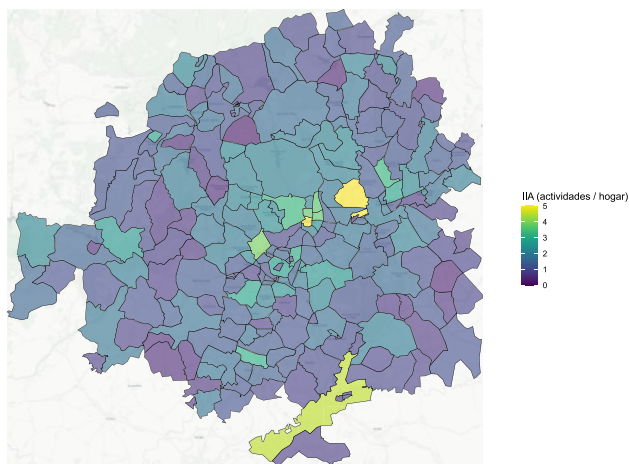
La FUA de Madrid suma alrededor del 10 % de los viajes producidos en el territorio nacional, incluyendo tanto los que se originan como los atraídos por el área urbana. Sin embargo, no todos los viajes que se producen en la FUA de Madrid son iguales atendiendo a su propósito ni sus características. Los desplazamientos que parten desde el hogar se distribuyen de la siguiente forma: un 26 % del total de viajes se dirigen a destinos frecuentes, con una distancia mediana de 7,1 km; y un 10 % hacia destinos esporádicos con distancias medias de 10 km. Alrededor de otro 36 % de los viajes son de vuelta al hogar desde destinos frecuentes y esporádicos, mientras el restante 28 % son viajes producidos entre destinos frecuentes y esporádicos. Cabe destacar que estos viajes no representan un ciclo cerrado que comience y termine en el hogar, ya que hay viajeros de fuera de la FUA de Madrid cuyo viaje hogar-frecuente u hogar-esporádico, no está contemplado. Sin embargo, sí están contemplados sus viajes dentro de la FUA de Madrid entre destinos frecuentes o esporádicos.

##### ■ *Estructura funcional*

La figura 7 representa la distribución espacial del índice de atracción de actividad (IIA) en la FUA de Madrid, evidenciando una jerarquía funcional claramente definida. Definimos el IIA como la capacidad relativa de cada distrito o municipio para atraer desplazamientos con destino en actividades no residenciales (principalmente trabajo, estudio o actividades frecuentes) en relación con los desplazamientos cuyo destino es el hogar. Se calcula como el cociente entre los viajes que llegan al territorio por motivos de actividad y los que llegan por motivos residenciales. De

Figura 7

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL IIA EN LA FUA DE MADRID



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

este modo, valores del IIA superiores a 1 indican territorios que atraen más viajes hacia actividades que a viviendas (perfil laboral o de servicios), mientras que valores próximos o inferiores a 1 reflejan zonas de carácter equilibrado o predominantemente residencial.

Conviene señalar que, al considerar el conjunto de un día, la suma neta de entradas y salidas de viajes tiende a equilibrarse en todos los distritos, ya que la mayoría de los desplazamientos de ida tienen su correspondiente regreso. Por ello, los balances netos diarios suelen ser cercanos a cero, y las diferencias observadas se deben principalmente a pernoctaciones fuera del hogar. En este contexto, el IIA ofrece una medida más adecuada para caracterizar la función estructural de cada territorio dentro del sistema metropolitano, al centrarse en la intensidad relativa de atracción de actividades.

El municipio de Madrid se configura como el principal polo de atracción de la región, con valores del IIA cercanos a cuatro en los distritos centrales. Esto implica que por cada viaje con destino residencial se registran alrededor de cuatro con destino en lugares de trabajo o estudio, lo que confirma la fuerte concentración de oportunidades en la capital.

En torno a este núcleo se dispone una red de subcentros metropolitanos (en los ejes sur, oeste, este y norte) con valores del IIA comprendidos entre 1,5 y 2,5. Estos municipios atraen entre un 50 % y un 150 % más de viajes a actividades de los que reciben hacia el hogar, desempeñando un papel intermedio entre la capital y

las áreas periféricas. Conformen, en conjunto, un anillo urbano-funcional que canaliza buena parte de los desplazamientos diarios generados en la región.

Las zonas del sudeste y suroeste de la Comunidad, junto con el ámbito extra-comunitario de la provincia de Toledo, muestran valores del IIA próximos a 1, lo que indica un perfil mixto en el que conviven usos residenciales y áreas de empleo comarcal. Por su parte, los territorios de sierra norte y el pequeño grupo de municipios limítrofes de Ávila registran valores inferiores a 1, evidenciando su carácter eminentemente residencial y su dependencia funcional de los grandes polos metropolitanos.

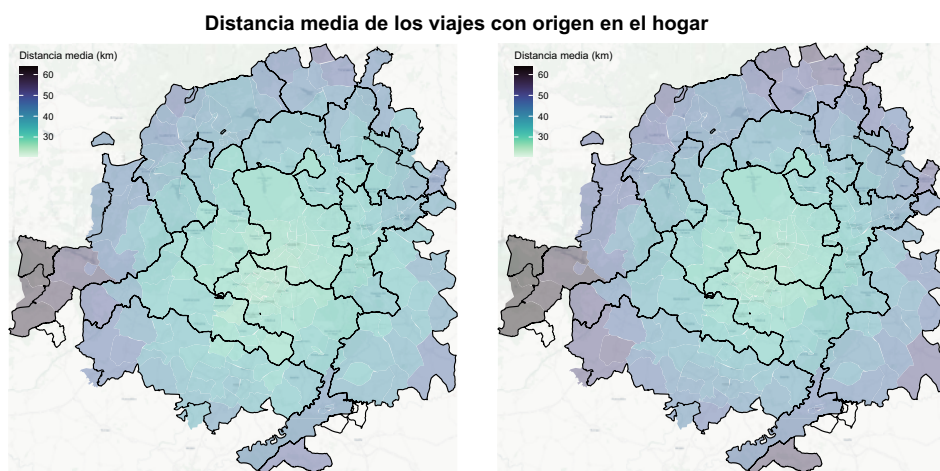
En conjunto, el patrón espacial del IIA confirma el carácter policéntrico de la FUA de Madrid. Aunque la capital concentra la mayoría de las oportunidades laborales y de servicios, el área metropolitana presenta varios nodos secundarios que contribuyen a diversificar la estructura funcional. En cambio, las zonas más periféricas conservan una especialización residencial y una elevada dependencia del transporte motorizado, lo que se traduce en mayores distancias medias recorridas y en una exposición más alta a los costes y tiempos de desplazamiento.

#### ■ *Análisis de las distancias de viaje*

En cuanto a las distancias de viaje para realizar cada tipo de actividad según el área de origen, estas crecen más rápido según nos alejamos del centro urbano hacia el sur que hacia el norte, indicando una mayor dispersión de las actividades en esta zona, especialmente en el suroeste (ver figura 8). Es decir, los habitantes

Figura 8

### MAPAS DE DISTANCIA MEDIA DE VIAJE POR DISTRITO, HACIA DESTINOS FRECUENTES (IZQUIERDA) Y ESPORÁDICOS (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

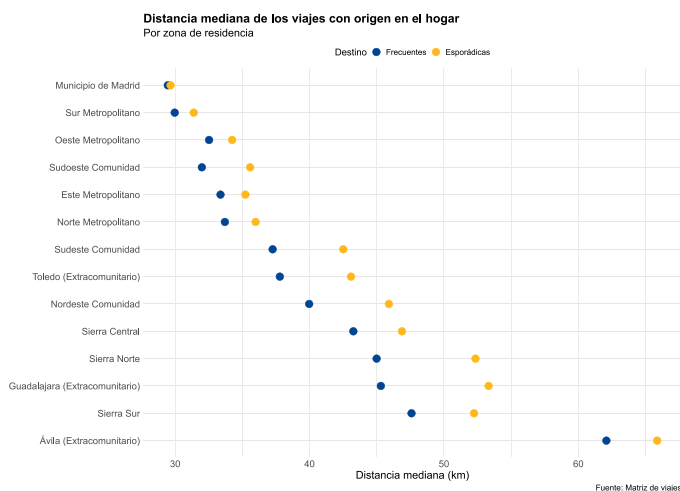
del suroeste necesitan recorrer mayores distancias para alcanzar sus destinos frecuentes y esporádicos que los habitantes del norte de la FUA, incluso situándose a una misma distancia del centro urbano.

Si agrupamos los distritos de Madrid en las áreas estadísticas anteriormente definidas, podemos observar con más detalle la variabilidad de las distancias de los viajes hacia distintos destinos, como actividades frecuentes, por ejemplo, trabajo o estudio, y actividades esporádicas. Este análisis permite entender mejor cómo la proximidad al centro de Madrid influye en la distancia media recorrida para diferentes tipos de desplazamientos.

La figura 9 detalla estas distancias medias de viaje para cada agrupación de distritos, de donde podemos extraer ciertas dinámicas territoriales imposibles de observar a nivel de distrito. En primer lugar, destacan aquellos grupos territoriales que presentan distancias más cortas en general. Esto es especialmente cierto para el municipio de Madrid, que tiene una distancia mediana de alrededor de 28 km para los viajes frecuentes. Las distancias hacia destinos esporádicos en esta zona también son relativamente bajas, lo que refleja la alta concentración de servicios y oportunidades. De manera similar, el sur metropolitano y el sudoeste de la Comunidad muestran distancias medianas de alrededor de 28-29 km para los viajes frecuentes, con valores también moderados para los viajes esporádicos. El oeste metropolitano y el este metropolitano siguen una tendencia parecida, con distancias de alrededor

Figura 9

### DISTANCIAS MEDIANAS DE VIAJE POR TIPO DE DESTINO, EN CADA ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes.

de 29-30 km para los viajes frecuentes. Estas áreas son, en su mayoría, cercanas al núcleo urbano, lo que facilita una mayor accesibilidad a actividades cotidianas y reduce la necesidad de viajes largos.

En un segundo grupo se encuentran territorios que muestran distancias intermedias, especialmente para los viajes frecuentes. Las zonas del sudeste y nordeste metropolitanos tienen distancias medianas que oscilan entre 33 y 35 km para los viajes hacia destinos frecuentes, lo que refleja una mayor distancia a los centros de actividad (estudio y trabajo, entre otros). Sin embargo, lo más destacado en estas áreas es que las distancias hacia destinos esporádicos son significativamente mayores. Las distancias hacia estos superan los 40 km, con una diferencia de más del 20 % respecto a las distancias para los viajes frecuentes. Esto indica que, aunque estas zonas aún tienen una cierta proximidad al centro laboral o de estudios, existe una mayor dispersión de las oportunidades en el territorio, lo que obliga a los residentes a realizar desplazamientos más largos cuando se dirigen a actividades no diarias.

Finalmente, el tercer grupo está compuesto por aquellas áreas periféricas donde las distancias son considerablemente más largas. Estas zonas, como la sierra norte y la sierra sur, presentan distancias medianas que superan los 40 km para los viajes frecuentes, y distancias hacia los destinos esporádicos aún mayores, alcanzando más de 50 km en algunos casos. Los municipios extracomunitarios de Ávila, Toledo y Guadalajara también muestran distancias significativas, con valores que oscilan entre 39 y 59 km para los viajes frecuentes, siendo Ávila la zona con las distancias más largas, alcanzando los 59,6 km para los viajes frecuentes y 64,1 km para los esporádicos. Este patrón refleja una fuerte dependencia de desplazamientos largos para acceder a servicios y oportunidades, lo que pone de manifiesto una desventaja territorial en términos de proximidad funcional a las actividades y centros urbanos.

En resumen, las áreas más cercanas al centro de Madrid, como el municipio de Madrid, el sur metropolitano y el sudoeste de la Comunidad, muestran distancias relativamente cortas tanto para los viajes frecuentes como esporádicos. Por otro lado, las áreas intermedias, como el sudeste y el nordeste metropolitanos, presentan distancias medianas moderadas, pero con una mayor disparidad entre las distancias hacia destinos frecuentes y esporádicos. Finalmente, las zonas periféricas, como las de la sierra norte, la sierra sur y los municipios extracomunitarios, exhiben las distancias más largas, especialmente para los viajes esporádicos, lo que resalta la desventaja en términos de proximidad funcional a las principales áreas urbanas.

Por último, se observa un patrón consistente y transversal: en todos los grupos analizados, los viajes hacia actividades no frecuentes (como ocio, visitas o gestiones) son sistemáticamente más largos que los dirigidos a actividades frecuentes. Este fenómeno refuerza el concepto de equilibrio entre la oferta y la demanda de transporte. En otras palabras, los desplazamientos se ven influenciados tanto por la oferta de transporte disponible como por la demanda de movilidad, lo que implica



una relación bidireccional. Los viajes frecuentes, debido a su naturaleza repetitiva y alta demanda, tienen un mayor peso en las decisiones de movilidad, lo que a su vez modela la oferta de transporte. Este equilibrio, o "endogeneidad", resalta la interacción dinámica entre ambos factores y cómo cada uno influye y es influido por el otro.

### ■ 3.1.2. Análisis de tiempos y costes

El tiempo y el coste de los desplazamientos son dos de los componentes más tangibles del acceso urbano. Si bien, como se describe en la introducción de este informe, la accesibilidad es un concepto amplio que integra factores espaciales, modales y sociales, su expresión más directa en la vida cotidiana se manifiesta en el tiempo requerido para llegar a un destino. En esta sección, abordamos esa realidad a partir del análisis conjunto de la duración y el coste monetario de los viajes urbanos, integrando información sobre la distancia recorrida, los tiempos de viaje modelados, y la comparación entre los modos disponibles.

#### ■ *Tiempos de viaje*

El análisis parte de la siguiente base conceptual: el coste generalizado de un viaje no se limita al desembolso económico (billetes, peajes, combustible), sino que incluye también el tiempo empleado y, en muchos casos, su fiabilidad. Como refleja claramente la literatura, el tiempo condiciona la posibilidad real de acceder a oportunidades urbanas. En entornos donde los ingresos son limitados y las jornadas están marcadas por múltiples responsabilidades, incluso pequeños incrementos en la duración del viaje pueden tener un impacto relevante en la calidad de vida.

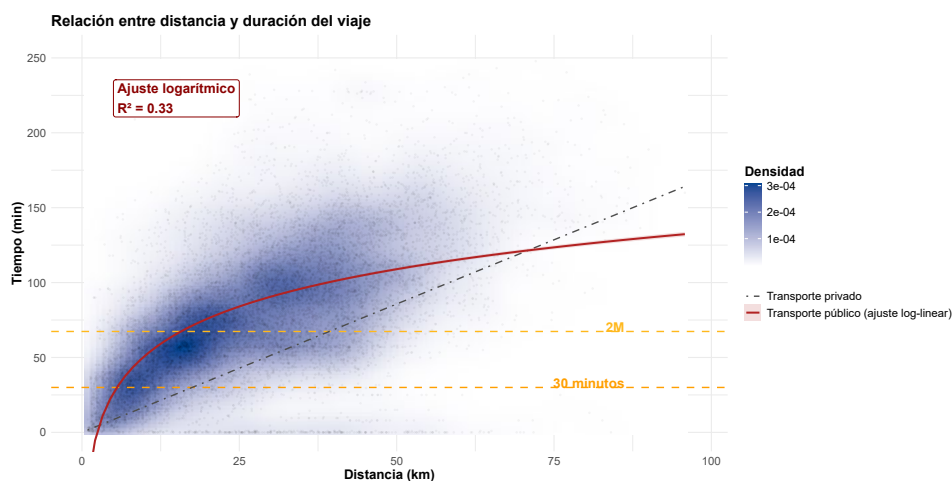
El ajuste *log-lineal* recogido en la figura 10, con una línea roja gruesa, entre la distancia y el tiempo de viaje en transporte público, es estimado a partir de los datos de movilidad observados y el tiempo de viaje modelado a partir de los datos GTFS en la FUA de Madrid, arrojando una relación positiva pero moderada, con un  $R^2$  de 0,36. Esto sugiere que, aunque la distancia recorrida explica una parte importante de la variación en los tiempos de viaje, existen otros factores como la conectividad modal que también influyen significativamente en la duración de los desplazamientos. En esta misma figura encontramos también la referencia absoluta de 30 minutos de viaje (línea de guiones, amarilla), de acuerdo con la teoría de la constante de (Marchetti, 1994b), valor que describe el tiempo medio de desplazamiento diario que se ha considerado aceptable de forma generalizada para distintas culturas y épocas en una hora al día. Este concepto, ampliamente utilizado en la literatura del transporte, sugiere que una dedicación mayor a los 30 minutos por trayecto podría resultar en un tiempo excesivo. No obstante, estudios más actuales observan cómo esta constante sí puede tener una cierta variación según el contexto y propósito del viaje.

En la misma figura encontramos también referencia a un indicador relativo de dedicación excepcionalmente alta de tiempo por viaje, equivalente a dos veces la mediana del tiempo por viaje (línea de guiones naranja). Destaca la diferencia entre

este umbral relativo y el absoluto de los 30 minutos anterior. En el caso de Madrid la línea de 2M se sitúa por encima de los 65 minutos, más del doble del indicador absoluto de 30 minutos. Por último, la figura contiene también una estimación del tiempo de viaje medio en transporte privado para cada distancia, para así poder comparar con el ajuste del tiempo dedicado en transporte público (línea de guiones y puntos, en color negro).

Figura 10

AJUSTE DE LA RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA Y LA DURACIÓN DEL VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO EN LA FUA DE MADRID. SE SUPERPONEN: TIEMPO ESTIMADO EN COCHE, TIEMPO DE 30 MINUTOS (REFERENCIA ABSOLUTA), Y TIEMPO EQUIVALENTE A DOS VECES LA MEDIANA DE LOS VIAJES OBSERVADOS (2M, REFERENCIA RELATIVA)



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes.

Para el total de los desplazamientos en la FUA de Madrid, la media ponderada del tiempo de viaje en transporte público es cercana a los 30 minutos, mientras la media ponderada de tiempo de viaje en coche es más cercana a los 13 minutos, un 54 % inferior.

Si consideramos el ajuste *log-lineal* del tiempo de viaje en transporte público como un indicador de la velocidad del sistema, los percentiles de velocidad indican que el 50 % de los viajes tienen velocidades inferiores a 20,5 km/h, y el 80 % se mantienen por debajo de los 32 km/h, lo cual confirma un rendimiento moderado del sistema de transporte, en línea con los valores esperados para viajes urbanos multimodales.

Por otra parte, el análisis de los viajes con duración excepcionalmente alta (mayor de dos veces la mediana de tiempo), revela que un 60 % de los desplazamientos superan el doble de la mediana general de tiempo. Este subconjunto de viajes representa situaciones potencialmente problemáticas desde el punto de vista del acceso efectivo, ya sea por la escasa conectividad, la lejanía del destino o las limitaciones estructurales del sistema de transporte.

El transporte privado suele ser más competitivo en distancias cortas, ya que, en entornos densamente poblados, el transporte público presenta más paradas y, por lo tanto, es más lento. Sin embargo, a medida que aumenta la distancia, existe un rango, generalmente entre 50 y 70 km, en el cual el transporte público se vuelve más competitivo frente al transporte privado. Esto se debe a que, en distancias más largas, la velocidad del transporte público mejora gracias a un menor número de paradas y el uso de vías más rápidas. Este comportamiento puede resultar contraintuitivo, ya que el transporte público tiende a tener una mayor tasa de utilización en distancias cortas y medias, mientras que el vehículo privado domina en viajes hacia zonas más alejadas y menos densamente pobladas.

Por ejemplo, en la FUA de Madrid, el trayecto medio de viaje en transporte público en 2018 fue de 7,1 km (OMM, Ministerio para la Transición Ecológica, 2019). Varias razones explican este fenómeno. En primer lugar, el transporte privado incurre en tiempos adicionales de aparcamiento en cada viaje, lo cual puede ser comparable al tiempo total de desplazamiento en trayectos cortos, lo que desincentiva su uso. Además, la velocidad del transporte privado en zonas densamente pobladas puede verse reducida durante las horas punta, mientras que el transporte público, en muchas ocasiones, dispone de carriles dedicados o infraestructuras exclusivas como el ferrocarril. Por último, en los centros urbanos se imponen restricciones al uso de vehículos privados, como la peatonalización de vías o la implementación de zonas de bajas emisiones. Otra razón que puede explicar la mayor cuota modal del transporte público en estos entornos es la frecuencia del servicio, que mejora la comodidad y reduce los tiempos de espera. Esta frecuencia, a su vez, es económicamente viable solo en contextos de alta densidad urbana, lo que refuerza la ventaja del transporte colectivo en ciudades compactas. En conjunto, estos factores pueden explicar por qué, aunque el transporte público pueda ser más lento en distancias cortas, es precisamente en estos entornos donde presenta una mayor utilización relativa.

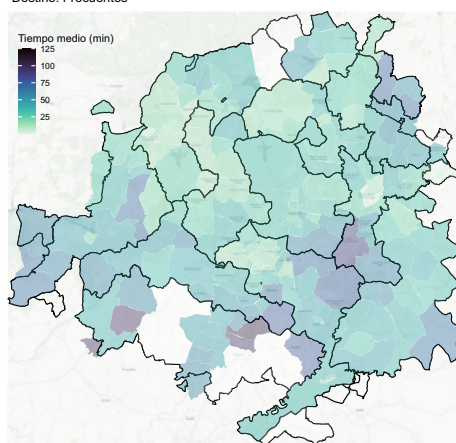
Desagregando territorialmente estos tiempos medios de viaje, la comparación revela una marcada desigualdad territorial en el desempeño del sistema de transporte público. En primer lugar, se observa que, en el municipio de Madrid y su entorno inmediato (como el sur y oeste metropolitano), los tiempos en TP son relativamente bajos para alcanzar tanto los destinos frecuentes como los esporádicos. En contraste, los grupos más periféricos presentan patrones divergentes: tiempos de viaje más largos en general en los distritos del sur de la FUA, comparados con los distritos del norte de la FUA. Sin embargo, algunos de estos grupos están entre aquellos con menores distancias de viaje (figura 9).

Figura 11

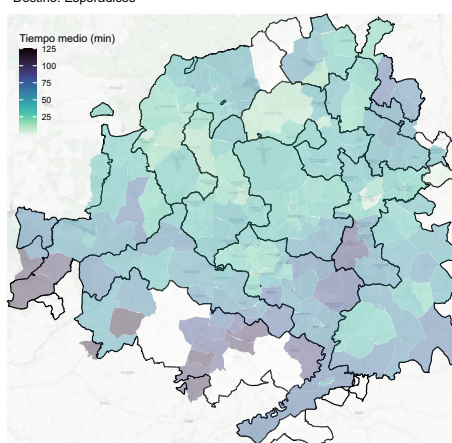
## MAPAS DE TIEMPOS MEDIOS DE VIAJE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE DESTINO PARA CADA DISTRITO EN LA FUA DE MADRID

### Tiempo medio de los viajes en transporte público

Destino: Frecuentes



Destino: Esporádicos



Fuente: Elaboración propia.

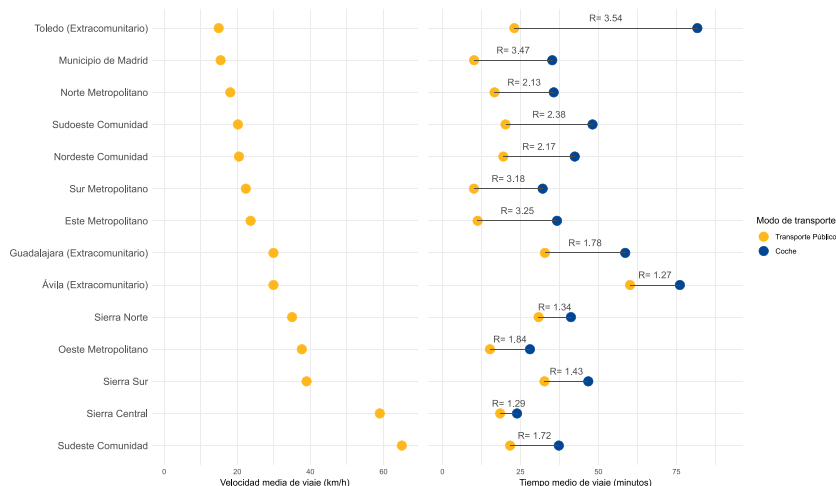
Para distinguir los casos en los que los largos tiempos de viaje en transporte público se deben a la distancia recorrida o a una baja eficiencia del sistema, se define una velocidad media de viaje equivalente del transporte público. Esta métrica actúa como un *proxy* de su capacidad para trasladar a los usuarios hasta sus destinos observados.

A continuación, se compara este tiempo de viaje, en términos absolutos, con el tiempo estimado que se requeriría para realizar el mismo trayecto en transporte privado. Esta comparación permite evaluar la eficiencia relativa del transporte público al contraponer su velocidad equivalente con una velocidad representativa del transporte rodado privado. En la figura 12, el gráfico de la izquierda recoge esta velocidad media equivalente del sistema de transporte público (aplicado a los viajes origen-destino observados, ponderados por la población que viaja entre cada par). El gráfico de la derecha resume los tiempos de viaje tanto en transporte público como en coche para alcanzar estos destinos, y subraya la ratio existente entre ellos, con valores desde 1,1 (tiempos muy parecidos entre transporte público y coche), hasta 3,2 (tiempos divergentes según modo).

Así, vemos cómo hay zonas donde una ratio alta no necesariamente implica un mal servicio, sino que responde a la propia naturaleza del trayecto. En el municipio de Madrid, por ejemplo, el viaje medio dura 34,5 minutos, frente a 10,9 en coche lo que nos da una ratio TP/privado de 3,16. A primera vista, esto podría parecer una fuerte desventaja. No obstante, la distancia estimada recorrida en TP supera los

Figura 12

# VELOCIDAD MEDIA EQUIVALENTE DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN CADA ÁREA DE ESTUDIO DE LA FUA DE MADRID (IZQUIERDA), COMPARADA CON LA RATIO DE TIEMPOS DE VIAJE ENTRE TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia.

5 km, con una velocidad media de casi 18 km/h, razonable para un entorno urbano denso y multimodal. En estos casos, el TP es penalizado no tanto por su baja eficiencia, sino por los condicionantes propios de los desplazamientos de corta y media distancia: alta densidad de paradas, tiempos de espera y transbordos. Pese a ello, el TP mantiene una alta cuota de utilización en estas zonas, gracias a la buena cobertura y a políticas de restricción al coche en el centro urbano.

En sentido opuesto, hay zonas donde la ratio TP/privado es baja, como en la sierra central (1,299) o sierra norte (1,34), pero esto no significa necesariamente que el TP sea competitivo. De hecho, estas regiones tiempos en TP relativamente altos, aunque tengan una mayor velocidad. Lo que ocurre es que el coche también sufre penalizaciones por las distancias y la conectividad vial, lo que reduce su ventaja relativa. En estos casos, la ratio baja refleja más una ineficiencia compartida que una mejora del TP.

Este análisis confirma que la ratio TP/privado es un indicador útil pero ambiguo, que solo adquiere valor interpretativo si se contextualiza con datos de velocidad y distancia. El verdadero objetivo, a nuestro juicio, no debería ser solo reducir el tiempo de viaje en TP, sino mejorar su eficiencia espacial, es decir, ofrecer velocidades competitivas adaptadas a la distancia del trayecto. En este sentido, se observa que los territorios con mejor desempeño relativo no son necesariamente los de

menor tiempo absoluto, sino aquellos donde el sistema logra ofrecer velocidades razonables en trayectos de extensión media, como el sur o el este metropolitano.

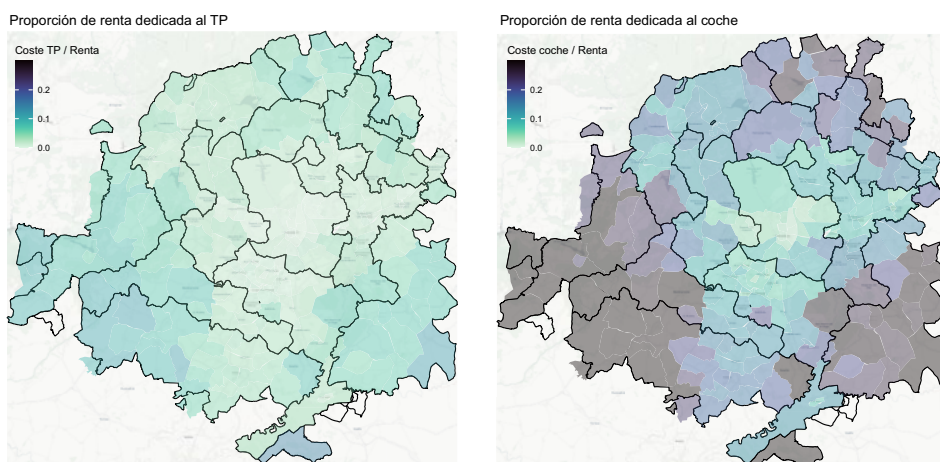
### ■ Costes de la movilidad

El análisis de la accesibilidad no puede limitarse únicamente a medir el tiempo necesario para alcanzar los destinos clave de la vida cotidiana; también debe considerar el esfuerzo económico que dicho acceso representa para los hogares. En línea con la literatura reciente sobre la pobreza de transporte y la accesibilidad, este informe incorpora métricas de coste monetario tanto para el transporte público como para el coche privado, evaluando su peso relativo respecto a la renta media disponible en cada zona de residencia. Esta aproximación permite capturar desigualdades que no siempre son visibles cuando se usan métricas agregadas o promedios metropolitanos, y pone el foco en la sostenibilidad social del sistema de movilidad.

A partir de los patrones observados en los viajes entre el hogar y las actividades frecuentes (incluyendo trabajo y estudio), se estima el coste anualizado del transporte para cada distrito, ponderado por volumen de viajes y población. Este coste se compara con la renta media anual disponible para obtener una medida de esfuerzo económico, expresada como proporción de la renta que los hogares deben dedicar al transporte en cada modo posible (transporte público y coche).

Figura 13

MAPAS DE PORCIÓN DE RENTA DEDICADA AL TRANSPORTE SEGÚN MODO EN CADA DISTRITO DE LA FUA DE MADRID (IZQUIERDA: TRANSPORTE PÚBLICO, DERECHA: TRANSPORTE PRIVADO)



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes y renta media por distrito.

Las métricas de coste económico de movilidad estimado revelan marcadas desigualdades entre zonas metropolitanas de Madrid, como podemos ver en la figura 13. En primer lugar, observamos que los distritos del núcleo urbano presentan los menores porcentajes de renta teórica necesaria para costear los desplazamientos obligatorios. En el municipio de Madrid, este esfuerzo relativo se sitúa en torno al 2,4 % para el transporte público y al 4,1 % para el coche. Estas cifras contrastan con los valores significativamente más altos que encontramos en la periferia. Por ejemplo, en municipios del entorno extracomunitario, como aquellos de Toledo o Ávila, el esfuerzo teórico para realizar estos trayectos asciende al 10,9 y al 8,8 % de la renta anual media en transporte público, respectivamente, y supera el 14–18 % si se utiliza coche privado. De forma similar, en zonas rurales como la sierra sur o el sudeste de la Comunidad, el uso del coche podría implicar destinar más del 16 % de la renta. Incluso dentro del área metropolitana, los valores en el sur o el este metropolitano se multiplican por dos o tres respecto a los del núcleo capitalino. Por poner en contexto en estos números, la *Encuesta de presupuestos familiares* del INE en 2023 indica que el gasto total en transporte de un hogar medio en España (incluyendo combustibles, compra y mantenimiento de vehículos privados, así como los gastos en transporte público) supuso el 11,6 % de sus ingresos.

En conjunto, los resultados para la FUA de Madrid ponen de manifiesto una estructura territorial marcada por fuertes contrastes en accesibilidad y esfuerzo económico, donde el municipio de Madrid actúa como epicentro funcional, combinando trayectos más cortos, tiempos más reducidos y un menor esfuerzo relativo tanto en transporte público como en coche. Este patrón se extiende parcialmente a zonas metropolitanas adyacentes como el sur o el oeste metropolitano, que, pese a tener mayores tiempos de viaje, mantienen una cierta eficiencia modal y un esfuerzo económico moderado. En el extremo opuesto, los municipios extracomunitarios conectados con Toledo, Ávila o Guadalajara y zonas rurales como la sierra sur o la sierra norte presentan las mayores desventajas relativas, tanto en términos de distancia y duración de los trayectos como de proporción de renta que sería necesaria para afrontar esos desplazamientos obligatorios. Las áreas intermedias, como el este metropolitano, el norte metropolitano, o el sudoeste de la Comunidad, configuran un gradiente funcional donde la accesibilidad y la asequibilidad disminuyen progresivamente con la distancia al centro, sin llegar a los niveles extremos de las zonas más periféricas. Estos contrastes reflejan no solo una brecha territorial en cuanto al acceso a oportunidades urbanas, sino también una carga considerable para ciertos grupos de población en función de su lugar de residencia.

Conviene añadir que esta situación que se acaba de describir no puede desvincularse del precio de la vivienda, que actúa como un factor de expulsión desde las zonas más centrales, bien conectadas y con mejores servicios, hacia áreas más periféricas y mal servidas por el transporte público. Los hogares con mayor vulnerabilidad socioeconómica se ven obligados a menudo a establecerse en estas zonas más alejadas como única alternativa viable dentro del mercado inmobiliario si excluimos la infravivienda. Así, se configura un equilibrio forzado entre el coste



de la vivienda y el del transporte: lo que se ahorra en alquiler o hipoteca se paga en tiempo y dinero invertidos en la movilidad cotidiana. Esta dinámica castiga a los hogares con menos recursos, que terminan dependiendo de un transporte que, o bien consume una porción excesiva de su tiempo diario, o bien impone un esfuerzo económico desproporcionado, agravando su situación de desigualdad y comprometiéndolo su acceso efectivo a las oportunidades urbanas.

## ■ 3.2. SEVILLA

### ■ 3.2.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes

Los desplazamientos dentro de la FUA de Sevilla (con origen y destino dentro de ella) representan el 2 % del total de desplazamientos anuales en el país, y al igual que en Madrid, no todos los desplazamientos que se producen en Sevilla son homogéneos ni en su propósito ni en sus características. Si nos centramos en los viajes que parten desde el hogar, un 29 % de los viajes se dirigen hacia destinos frecuentes, mientras un 8,5 % se dirigen hacia actividades esporádicas. Una porción similar son los viajes que parten de actividades frecuentes y esporádicas con destino al hogar, respectivamente. Los viajes entre actividades (intermedios en la jornada) representan el 41 % del total, superior a la porción que representan en Madrid. También son diferentes en cuanto a la distancia media de viaje por tipo de destino. En este caso, las distancias son menores: 5,1 km para destinos frecuentes, y 7 km para destinos esporádicos.

#### ● *Estructura funcional*

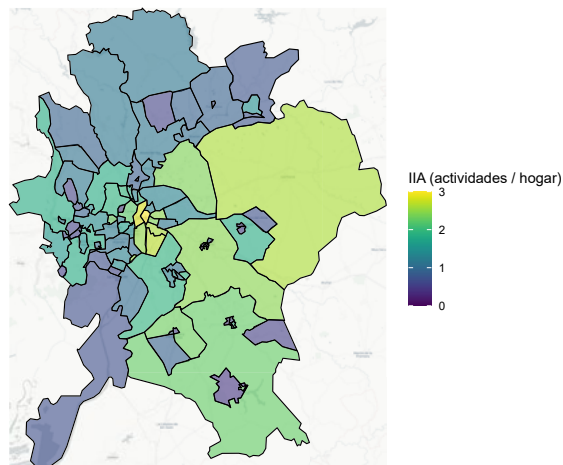
Al igual que en Madrid, la estructura funcional del territorio sevillano muestra una clara diferenciación entre áreas con notable actividad, y áreas más residenciales. El caso de Sevilla capital es análogo al del municipio de Madrid: concentra más del 48 % de todos los viajes con destinos frecuentes o esporádicos de la FUA, seguido de la Vega (24 %, algunos de ellos, municipios colindantes con la capital), y El Aljarafe (13 %). Comarcas como la sierra norte tienen un número de viajes atraídos parecido al número de viajes originados en esta comarca, mientras la comarca de Las Marismas es un claro emisor de viajes con menor capacidad de atracción de viajes.

La figura 14 muestra el patrón espacial del índice de atracción de actividades (IIA) en la FUA de Sevilla, que revela una estructura funcional claramente polarizada en torno al núcleo capitalino. Al igual que en Madrid, el municipio central destaca como principal polo de atracción metropolitana, concentrando la mayor proporción de desplazamientos con destino en actividades laborales o frecuentes. Los distritos de Sevilla capital alcanzan los valores más altos del IIA (en torno a 2), lo que significa que reciben aproximadamente el doble de viajes hacia lugares de actividad



Figura 14

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL IIA EN LA FUA DE SEVILLA



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

que por parte de sus propios residentes. Este comportamiento refleja la elevada centralidad funcional de la ciudad y su condición de nodo dominante en la organización espacial de la movilidad diaria.

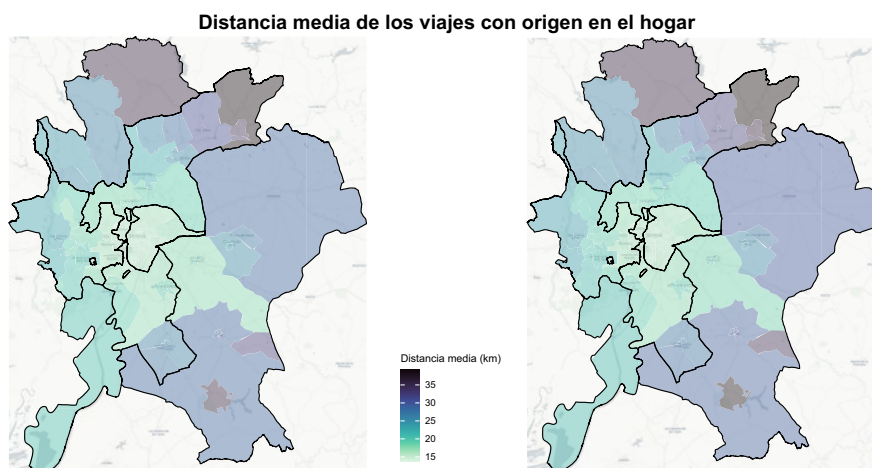
- *Análisis de las distancias de viaje*

Como ha puesto de manifiesto el análisis previo, el sistema de movilidad metropolitana en Sevilla combina un núcleo muy activo, algunos subcentros funcionales, y zonas periféricas eminentemente residenciales, lo que configura un patrón policéntrico desigual, con implicaciones claras para la planificación del transporte y la localización de servicios. Desde el punto de vista espacial, recogido en la figura 15, las distancias recorridas para acceder a actividades también permiten establecer diferencias funcionales dentro del área metropolitana de Sevilla. En primer lugar, destacan los territorios más centrales, como Sevilla capital, donde las distancias medianas para llegar a destinos frecuentes y no frecuentes son menores a los de la periferia. Sin embargo, vemos también diferencias entre las zonas periféricas: las distancias son más cortas para alcanzar estos destinos en el suroeste de la FUA, mientras que encontramos distancias generalmente más largas en el sureste y en el norte.

Así, podemos ver en la figura 16 cómo las distancias medias de viaje desde el municipio capitalino son de en torno a 15 km por trayecto, tanto para destinos frecuentes como esporádicos. Son también relativamente cortas las distancias hacia destinos frecuentes con origen en El Aljarafe, ya que muchos de sus municipios son colindantes con la capital o con polos de empleo dentro de la misma comarca.

Figura 15

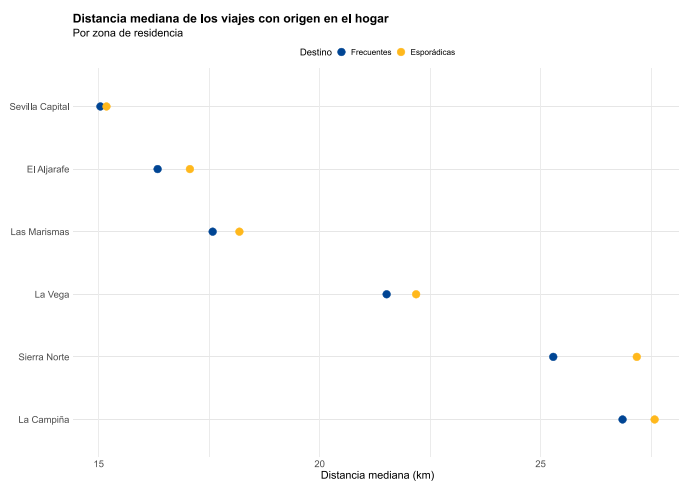
## MAPAS DE DISTANCIA MEDIA DE VIAJE POR DISTRITO, HACIA DESTINOS FRECUENTES (IZQUIERDA) Y ESPORÁDICOS (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

Figura 16

## DISTANCIAS MEDIANAS DE VIAJE POR TIPO DE DESTINO, EN CADA ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

Sin embargo, no ocurre lo mismo con los viajes hacia destinos esporádicos, ya que estos tienden a concentrarse en el núcleo capitalino, lo que implica trayectos más largos desde comarcas periféricas.

A medida que nos alejamos de la capital, se observa un aumento generalizado de las distancias medias de viaje, salvo algunas excepciones como las comarcas de Las Marismas y La Vega (suroeste de la FUA), donde las distancias medias registradas son más bajas que en otras zonas periféricas como la sierra norte o La Campiña (norte y sureste). Este patrón puede tener interpretaciones contrapuestas: por un lado, podría reflejar una mayor proximidad funcional, es decir, una cierta concentración local de actividades que reduce la necesidad de desplazarse lejos; por otro, también podría deberse a limitaciones en la conectividad o en la oferta de transporte, lo que restringe la movilidad efectiva de sus habitantes y da lugar a trayectos más cortos por necesidad, no por conveniencia.

Este tipo de patrones complejos exige una interpretación cuidadosa, donde la distancia media debe entenderse en el contexto del acceso a oportunidades y de las posibles barreras estructurales al desplazamiento.

Al igual que en Madrid, se observa un patrón generalizado: en todos los grupos analizados, los desplazamientos hacia actividades no frecuentes (como ocio, gestiones o visitas) presentan sistemáticamente mayores tiempos de viaje que aquellos dirigidos a actividades frecuentes o laborales. Este patrón refleja un equilibrio endógeno entre la demanda y la oferta de transporte: por un lado, las personas tienden a realizar más viajes hacia aquellos destinos que están mejor conectados; por otro, la planificación y localización de la oferta de transporte público responde a los destinos con mayor concentración de demanda recurrente. Esta relación bidireccional refuerza la eficiencia relativa del sistema para atender las necesidades cotidianas, mientras que penaliza los viajes menos frecuentes tanto en cobertura como en tiempos de acceso.

### ■ 3.2.2. Análisis de tiempos y costes

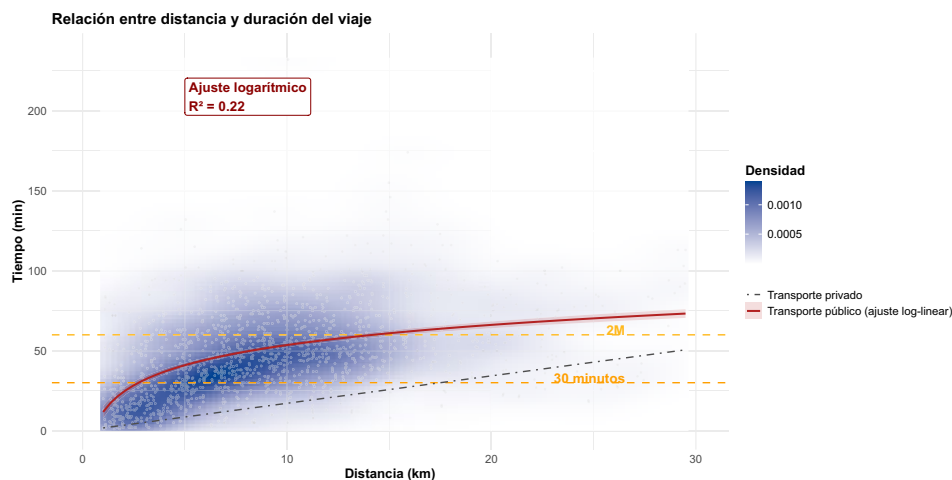
#### ● *Tiempos de viaje*

En el caso de la FUA de Sevilla, también se ha realizado un análisis detallado de los tiempos y costes de desplazamiento como elementos clave para evaluar la accesibilidad real de su sistema de transporte. Como ya se ha mencionado con anterioridad, si bien el concepto de accesibilidad es multidimensional, los datos de tiempo y coste permiten capturar de forma directa las condiciones de acceso cotidiano a las oportunidades urbanas, especialmente en contextos donde las restricciones económicas y temporales condicionan las posibilidades reales de movilidad.

El ajuste *log-lineal* recogido en la figura 17 entre la distancia y el tiempo de viaje en transporte público, estimado a partir de los datos de movilidad observados y el tiempo de viaje modelado a partir de los datos GTFS en la FUA de Sevilla,

Figura 17

**AJUSTE DE LA RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA Y LA DURACIÓN DEL VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO EN LA FUA DE SEVILLA. SE SUPERPONEN: TIEMPO ESTIMADO EN COCHE, TIEMPO DE 30 MINUTOS (REFERENCIA ABSOLUTA), Y TIEMPO EQUIVALENTE A DOS VECES LA MEDIANA DE LOS VIAJES OBSERVADOS (2M, REFERENCIA RELATIVA)**



Fuente: Elaboración propia.

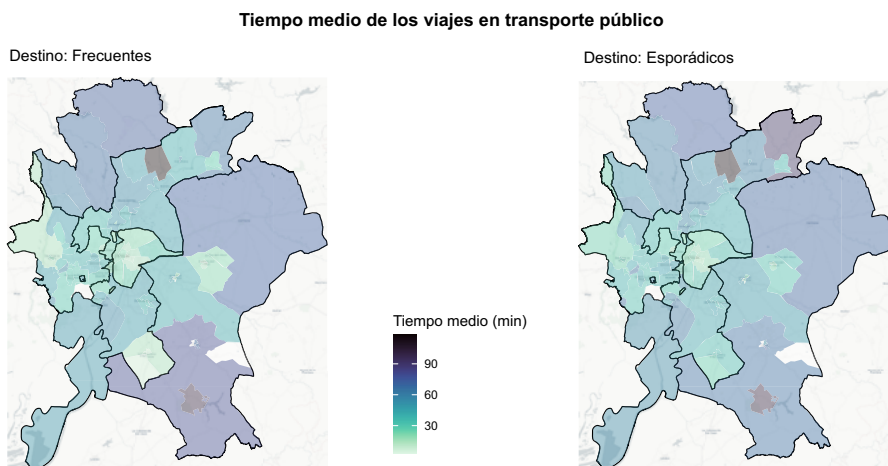
presenta una relación positiva entre distancia y duración del viaje, aunque con una capacidad explicativa de nuevo limitada ( $R^2 = 0.223$ ). Esto indica que, aunque la distancia sigue siendo un determinante relevante, existen otros factores —como la conectividad modal, las frecuencias o la fragmentación urbana— que explican buena parte de la variabilidad en los tiempos.

El análisis de velocidades medias por tramos de distancia confirma un rendimiento relativamente moderado. El 50 % de los viajes se realizan a velocidades inferiores a 11,7 km/h, y el 80 % no supera los 19,3 km/h, lo que sitúa a la red de transporte sevillana en una posición algo menos eficiente que la madrileña. El tramo de distancia media donde los tiempos entre transporte público y coche se igualan se situaría en torno a los 40 km, notablemente menor que el de Madrid. Este resultado está en línea con la hipótesis de que el transporte público tiene una menor velocidad y por lo tanto competitividad frente al transporte privado en entornos más densamente poblados debido a la mayor frecuencia de parada, y se vuelve más competitivo en tiempo según nos alejamos del centro urbano y las vías utilizadas son más rápidas. Dado que la FUA de Sevilla es menor en tamaño que la FUA de Madrid, la distancia a la cual el transporte público se vuelve competitivo en tiempo es menor que en Madrid (40 km frente a 65 km).

La comparación entre los tiempos medios de desplazamiento en transporte público entre los territorios dentro de la FUA de Sevilla (figura 18) pone de manifiesto desigualdades significativas en el desempeño y la competitividad del transporte colectivo. Aunque la distribución de estos tiempos guarda cierta similitud con la de las distancias recorridas, se observa una tendencia a la homogeneización de los tiempos de viaje en transporte público en las zonas periféricas. Esta convergencia de tiempos sugiere que las ventajas observadas en otras métricas, como la menor distancia media de viaje desde el suroeste de la FUA, se diluyen cuando se considera el desempeño efectivo del sistema de transporte colectivo. En consecuencia, esta aparente uniformidad podría estar reflejando una eficiencia limitada del transporte público en el conjunto de las comarcas que rodean al municipio capitalino, independientemente de su localización relativa.

Figura 18

### MAPAS DE TIEMPOS MEDIOS DE VIAJE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE DESTINO PARA CADA DISTRITO EN LA FUA DE SEVILLA

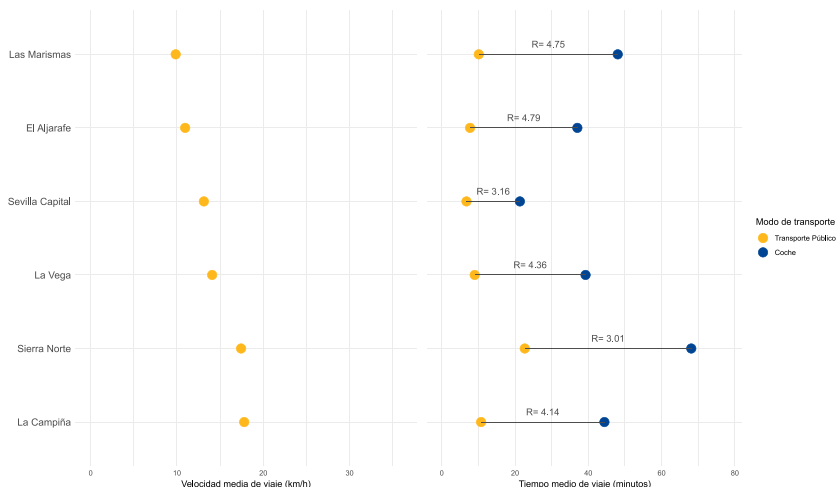


Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes y renta media por distrito

De forma análoga al análisis realizado para Madrid, en el caso de la FUA de Sevilla se calcula una velocidad media equivalente del transporte público, entendida como la razón entre la distancia recorrida y el tiempo de viaje observado en cada trayecto origen-destino. Esta métrica permite distinguir si los tiempos elevados de desplazamiento responden principalmente a la distancia o a una menor eficiencia del sistema colectivo. En la figura 19 se representan estos valores junto con una comparación directa con los tiempos estimados en transporte privado, lo que permite evaluar la competitividad relativa del transporte público en diferentes áreas del territorio.

Figura 19

VELOCIDAD MEDIA EQUIVALENTE DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN CADA ÁREA DE ESTUDIO DE LA FUA DE SEVILLA (IZQUIERDA), COMPARADA CON LA RATIO DE TIEMPOS DE VIAJE ENTRE TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia.

Áreas como El Aljarafe (ratio TP/privado de 4,79) y Las Marismas (ratio de 4,75), donde el tiempo de viaje en transporte público es significativamente más largo que en coche, lo que a primera vista podría indicar una desventaja estructural del transporte público. Sin embargo, la ratio elevada en estas zonas puede explicarse por la longitud de los trayectos y las distancias recorridas. El transporte público en estas áreas no está necesariamente penalizado por una baja eficiencia (tiene una alta velocidad en comparación con otras zonas), sino que se ve afectado por las características propias de los trayectos: largas distancias, alto número de paradas y tiempos de espera. En estos casos, la alta ratio refleja un desafío inherente a las distancias que cubre el transporte público, más que un desempeño deficiente del sistema. En Sevilla capital, la ratio TP/privado es de 3,19, con un tiempo de viaje de 20,7 minutos en transporte público frente a 7,12 minutos en coche. Aunque la ratio es alta, el tiempo en transporte público es relativamente corto, lo que sugiere que el sistema de transporte público en Sevilla capital está diseñado para trayectos más cortos y urbanos, con una mejor frecuencia y accesibilidad. En este contexto, el transporte público puede no ser tan eficiente como el coche en términos de tiempo, pero sigue siendo una opción muy utilizada debido a su alta frecuencia y la infraestructura disponible. Este es un caso en el que la alta ratio no implica un mal servicio, sino que refleja las características propias del trayecto y las ventajas del vehículo privado en distancias cortas.

Por otro lado, la sierra norte, con una ratio de 3,01, presenta tiempos de viaje más altos en transporte público (66,2 minutos) comparados con el coche (26,2 minutos), lo que indica un rendimiento relativamente bajo del sistema. Aunque la ratio TP/privado es baja, la situación de la sierra norte no debe interpretarse como una mejora del transporte público, sino como una ineficiencia compartida. En esta zona, tanto el transporte público como el vehículo privado sufren penalizaciones relacionadas con las distancias más largas y la conectividad vial limitada. Esto reduce la competitividad de ambos modos de transporte, y la ratio baja refleja una falta de eficiencia en ambos sistemas, más que una ventaja del transporte público.

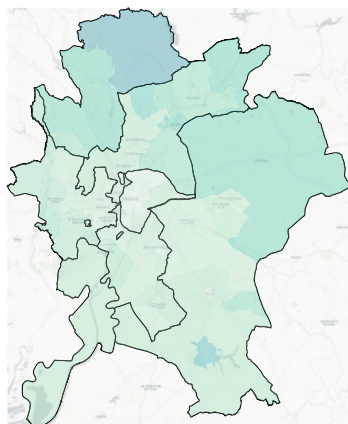
#### • Costes de la movilidad

A partir del coste anualizado estimado para estos trayectos, ponderado según la población y el volumen de viajes, se observa en la figura 20 una clara desigualdad estructural en el área metropolitana de Sevilla. En particular, los distritos más centrales presentan los niveles más bajos de esfuerzo económico relativo. En Sevilla capital, el porcentaje teórico de renta que un hogar necesitaría destinar al transporte se sitúa en torno al 2,0 % para el transporte público y al 3,3 % en el caso del coche.

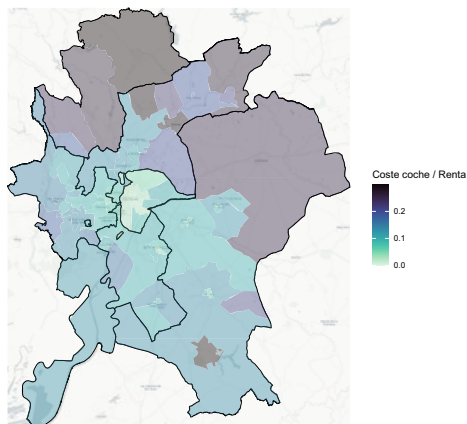
Figura 20

MAPAS DE PORCIÓN DE RENTA DEDICADA AL TRANSPORTE SEGÚN MODO EN CADA DISTRITO DE LA FUA DE SEVILLA (IZQUIERDA: TRANSPORTE PÚBLICO, DERECHA: TRANSPORTE PRIVADO)

Proporción de renta dedicada al TP



Proporción de renta dedicada al coche



Fuente: Elaboración propia.

Estos valores son coherentes con trayectos más cortos, mejor conectividad y mayor densidad de oportunidades urbanas.

Por el contrario, en zonas periféricas o de baja densidad poblacional, el coste relativo se incrementa de forma notable. En la sierra norte, por ejemplo, el esfuerzo económico se duplica respecto a la capital: se sitúa en torno al 6-12 % de la renta para el transporte público y puede superar el 20 % en el caso del coche. En este sentido, los costes monetarios refuerzan las desigualdades previamente observadas en distancia y duración de los trayectos.

Áreas intermedias como La Vega, Las Marismas o El Aljarafe presentan cifras más moderadas, aunque superiores a las de la capital. El esfuerzo económico oscila entre el 2 y el 8 % para el transporte público, y entre el 5-20 % en coche. Estos valores confirman una tendencia ya observada en la ciudad de Madrid: la asequibilidad del sistema de movilidad disminuye gradualmente con la distancia al núcleo urbano, incluso cuando los servicios de transporte están presentes.

En conjunto, la estructura territorial de la FUA de Sevilla refleja un gradiente de accesibilidad económica donde la carga monetaria asociada al transporte crece con la periferia. Este patrón no solo reproduce desigualdades de acceso a oportunidades, sino que penaliza económicamente a quienes residen en zonas más alejadas o menos densas, donde la dependencia del vehículo privado es mayor y la oferta de transporte público es menos eficiente o inexistente, algo que conecta con los problemas asociados al coste de la vivienda.

### ■ 3.3. BILBAO

#### ■ 3.3.1. Análisis de la estructura funcional y las distancias de viajes

Los desplazamientos dentro de la FUA de Bilbao (con origen y destino dentro de ella) representan el 1,6 % del total de desplazamientos anuales en el país, y al igual que en el resto de grandes áreas urbanas españolas, los desplazamientos diarios presentan una notable diversidad según su propósito y patrón espacial. Los viajes que parten del hogar con destinos frecuentes representan un 29,4 % de los viajes se dirigen hacia destinos frecuentes, mientras un 7 % se dirigen hacia actividades esporádicas. Una porción similar son los viajes que parten de actividades frecuentes y esporádicas con destino al hogar, respectivamente. Los viajes entre actividades (intermedios en la jornada) representan el 27,1 % del total, la menor porción de las tres áreas urbanas estudiadas, en línea con una menor ratio de viajes diarios por habitante.

##### ■ *Estructura funcional*

En cuanto a distancias de viaje, los desplazamientos observados en la FUA de Bilbao son los más cortos entre las tres áreas urbanas, con una distancia media



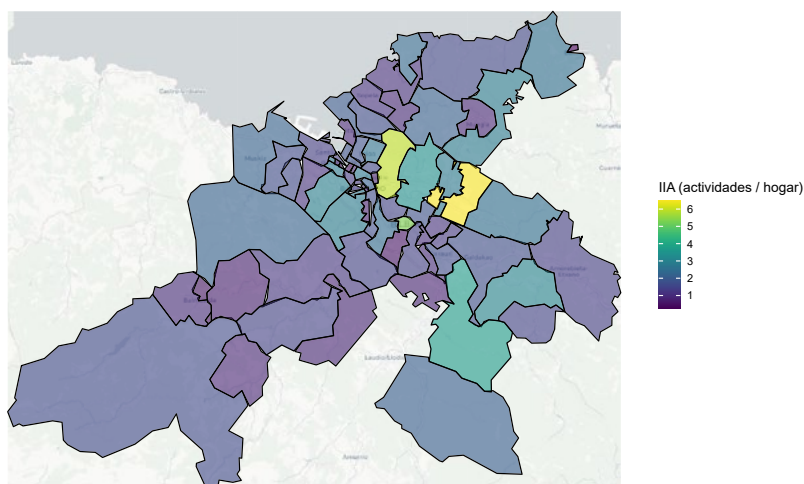
ponderada de 3,9 km a destinos frecuentes, y de 6,7 km a destinos esporádicos. Estos datos nos indican una mayor compacidad de la FUA, con distancias recorridas menores para alcanzar las actividades diarias.

Este patrón también se refleja en la estructura funcional del territorio bilbaíno, como vemos en la figura 21. El municipio de Bilbao destaca como principal polo de atracción de viajes, replicando el papel central que en sus respectivas áreas ejercen Madrid o Sevilla capital. En paralelo, cabría esperar que las áreas al norte y sur de Bilbao, más periféricas o menos densas, actúen como espacios predominantemente residenciales y emisores netos de movilidad, en línea con lo observado en zonas como la sierra norte de Madrid o Las Marismas en Sevilla. Sin embargo, observamos también que zonas como La Margen Derecha y Erandio, son claros atractores netos de viajes, igual que el municipio capitalino. Este contraste funcional entre el centro y la periferia parece una constante en las FUAs españolas, aunque sus expresiones concretas varían según la forma urbana, la red de transporte y la localización relativa de las oportunidades clave, como es el caso de Bilbao.

Por el contrario, las áreas situadas en el margen izquierdo y en el valle del Nervión, así como los municipios más periféricos del sur y sureste, presentan valores del IIA próximos o inferiores a 1. En ellas, el número de viajes atraídos por motivos de actividad es similar o menor que los viajes con destino en el hogar, lo que indica un perfil predominantemente residencial y emisor de movilidad. Este contraste funcional entre el centro y la periferia reproduce, con matices propios, la diná-

Figura 21

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL IIA EN LA FUA DE BILBAO



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB

mica observada en Madrid y Sevilla: los núcleos centrales y subcentrales actúan como atractores de viajes, mientras que las zonas más alejadas se especializan en la función residencial.

En conjunto, el análisis del IIA en Bilbao confirma la existencia de un sistema metropolitano compacto, pero funcionalmente diferenciado. La concentración de la actividad en la capital y en algunos municipios colindantes se combina con un tejido periférico de carácter residencial, configurando un patrón de movilidad característico de las áreas urbanas de alta densidad y buena accesibilidad.

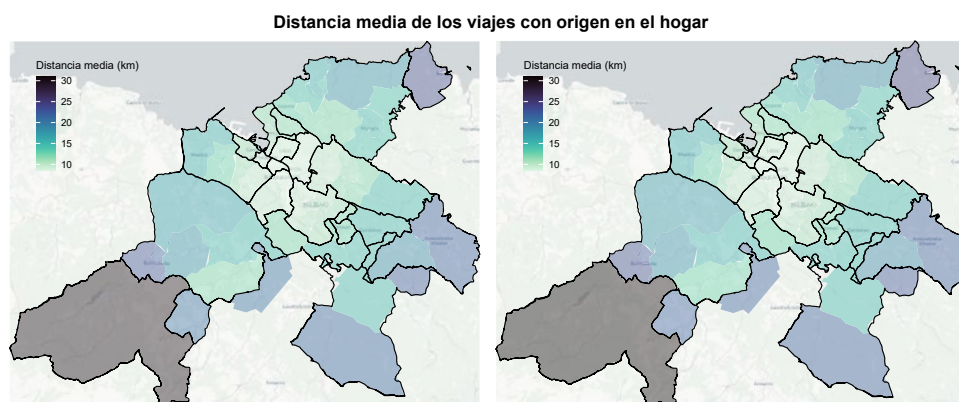
#### ■ *Análisis de las distancias de viaje*

Desde una perspectiva territorial, los mapas de la figura 22 muestran las distancias recorridas para acceder a distintas actividades dentro de la FUA. Bilbao y ambos márgenes de la Ría presentan distancias relativamente bajas de viaje hacia destinos frecuentes y esporádicos, de forma más homogénea que las otras dos áreas urbanas estudiadas. Así, podemos ver en esta figura como los tiempos de viaje aumentan únicamente cuando nos alejamos del municipio capitalino una distancia considerable, en los distritos más cercanos a sus propios límites.

En general, las distancias para alcanzar destinos frecuentes desde el centro de Bilbao son más cortas, especialmente en municipios cercanos como Barakaldo, Erandio y Leioa, donde las distancias medias oscilan entre 6,99 km y 12,3 km. Estos

Figura 22

### MAPAS DE DISTANCIA MEDIA DE VIAJE POR DISTRITO, HACIA DESTINOS FRECUENTES (IZQUIERDA) Y ESPORÁDICOS (DERECHA)



*Fuente:* Elaboración propia a partir de Matriz de viajes + fondo CartoDB.

datos (ver figura 23) indican que estos municipios tienen una alta conectividad con la capital, lo que facilita el acceso a los destinos de alta demanda. Además, estos municipios están bien conectados por la infraestructura de transporte público, lo que contribuye a tiempos de viaje más cortos.

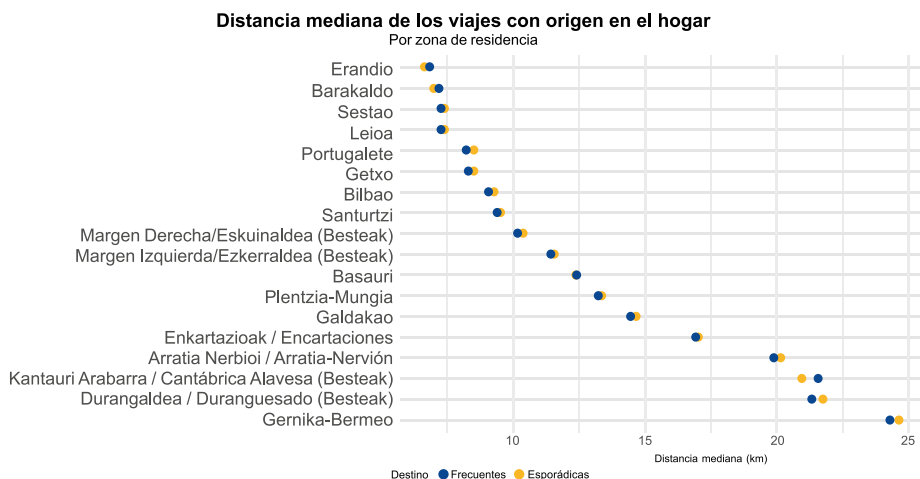
Sin embargo, las distancias hacia destinos esporádicos son generalmente mayores, como se observa en zonas como Durangaldea, Gernika-Bermeo y Kantauri Arabarra, donde oscilan entre 21,1 km y 25,0 km. Estas zonas, a pesar de estar relativamente alejadas de Bilbao, siguen siendo accesibles, aunque con trayectos más largos. La mayor distancia hacia estos destinos esporádicos puede ser indicativa de una mayor dispersión geográfica de las actividades, lo que incrementa los tiempos de desplazamiento y sugiere que, aunque el acceso a los destinos más frecuentes es fácil, las opciones para viajes menos comunes están más dispersas.

De manera similar a las zonas extracomunitarias de Ávila o la sierra norte en Madrid, las comarcas periféricas de Bilbao, como Gernika-Bermeo o Kantauri Arabarra, presentan una lejanía funcional con la capital, lo que sugiere que estas áreas podrían depender más del transporte privado para llegar a destinos fuera del centro urbano.

Por otro lado, municipios como Getxo y Portugalete, que están más cerca de la capital, tienen distancias medias de entre 7,57 km y 9,58 km hacia destinos frecuentes, lo que muestra una alta accesibilidad en el área metropolitana, con distancias

Figura 23

### DISTANCIAS MEDIANAS DE VIAJE POR TIPO DE DESTINO, EN CADA ÁREA DE ESTUDIO



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Matriz de viajes.

relativamente cortas para los viajes cotidianos. Estos municipios están mejor conectados y permiten trayectos más rápidos y eficientes en transporte público.

Al igual que en otras ciudades, en Bilbao se observa una tendencia común: los viajes hacia actividades no frecuentes (como ocio, gestiones o visitas) son sistemáticamente más largos que aquellos dirigidos a destinos laborales o cotidianos, pero con una menor diferencia que en las otras dos áreas estudiadas. Este patrón puede responder tanto a una menor frecuencia de estos desplazamientos como a una mayor concentración territorial de los servicios asociados, lo que genera trayectos más largos desde zonas residenciales. En conjunto, los datos confirman una estructura metropolitana relativamente accesible, pero con diferencias marcadas en la distribución espacial de las oportunidades urbanas.

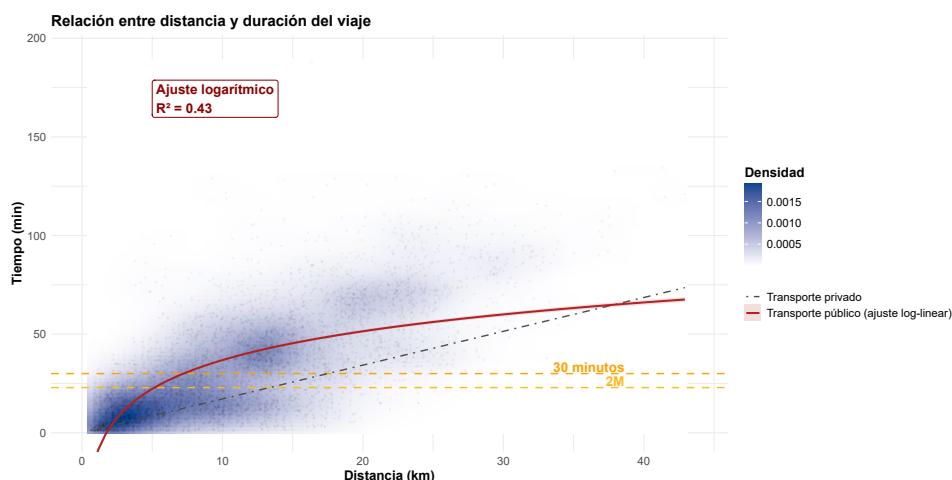
### 3.3.2. Análisis de tiempos y costes

#### ■ *Tiempos de viaje*

El modelo *log-lineal* ajustado recogido en la figura 24 sobre los datos de Bilbao muestra una relación positiva y relativamente robusta entre la distancia y la duración de los desplazamientos, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,43. Esta cifra

Figura 24

**AJUSTE DE LA RELACIÓN ENTRE LA DISTANCIA Y LA DURACIÓN DEL VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO EN LA FUA DE BILBAO. SE SUPERPONEN: TIEMPO ESTIMADO EN COCHE, TIEMPO DE 30 MINUTOS (REFERENCIA ABSOLUTA), Y TIEMPO EQUIVALENTE A DOS VECES LA MEDIANA DE LOS VIAJES OBSERVADOS (2M, REFERENCIA RELATIVA)**



Fuente: Elaboración propia.

es notablemente superior a la observada en Sevilla (0,22) o incluso en Madrid (0,36), lo que sugiere una mayor regularidad en la relación entre distancia y tiempo dentro del área metropolitana bilbaína. Una primera observación de los tiempos de viaje en la FUA de Bilbao es que el tiempo de viaje es significativamente menor a las otras dos FUA, con una mayor concentración por debajo del límite absoluto de 30 minutos.

El análisis de velocidades medias por tramos de distancia refuerza esta idea: el 50 % de los viajes se realizan a velocidades inferiores a 20,5 km/h, y el 80 % no supera los 38,6 km/h. Estas cifras son significativamente superiores a las registradas en Sevilla (11,7 km/h y 19,3 km/h, respectivamente), y sitúan a Bilbao en una posición relativamente favorable en términos de eficiencia de su sistema de transporte.

Un dato especialmente relevante para la FUA de Bilbao es que el punto medio en el que los tiempos de viaje entre el vehículo privado y el transporte público tienden a igualarse, se encuentra alrededor de los 35 km de distancia, una cifra que se sitúa entre los valores observados en Madrid y Sevilla. Este umbral sugiere un tamaño intermedio de la FUA de Bilbao en términos de distancia en la que el transporte público se vuelve competitivo en tiempo frente al coche.

Este hallazgo es coherente con la hipótesis de que el transporte público, debido a su menor velocidad y a la mayor frecuencia de paradas, es menos competitivo en zonas densamente pobladas. Sin embargo, a medida que nos alejamos del centro urbano y las rutas del transporte público utilizan vías más rápidas, se vuelve más eficiente. En comparación con Madrid y Sevilla, donde los umbrales son mayores (aproximadamente 65 km en Madrid y 40 km en Sevilla), la FUA de Bilbao muestra un punto de inflexión a una distancia menor, lo que refleja tanto la dimensión intermedia de su área metropolitana como las características de su infraestructura de transporte.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que, dentro del contexto urbano español, Bilbao presenta una estructura de movilidad eficiente en términos de relación entre distancia y tiempo, con trayectos relativamente breves, velocidades elevadas y un modelo predictivo con buena capacidad explicativa. Esta situación favorece la accesibilidad efectiva y refuerza la posición funcional del área metropolitana como un entorno denso, articulado y competitivo desde el punto de vista de la movilidad cotidiana.

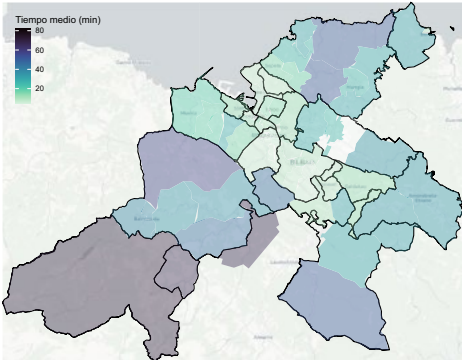
En la FUA de Bilbao, el análisis de los tiempos y las velocidades de los desplazamientos en transporte público pone de manifiesto diferencias entre zonas, aunque en buena medida reflejan el patrón espacial de las distancias. Por ello, en la figura 25 vemos unas diferencias en tiempos de viaje que reflejan de una forma más fiel que en las otras FUAs las distancias de viaje observadas en la figura 22.

Siguiendo la misma metodología aplicada en los casos de Madrid y Sevilla, para la FUA de Bilbao se calcula una velocidad media equivalente del transporte público, definida como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo medio observado entre cada par origen-destino. Esta medida permite analizar si los tiempos de desplazamiento responden principalmente a trayectos largos o a una menor eficiencia del sistema. La figura 26 presenta esta velocidad junto con los tiempos

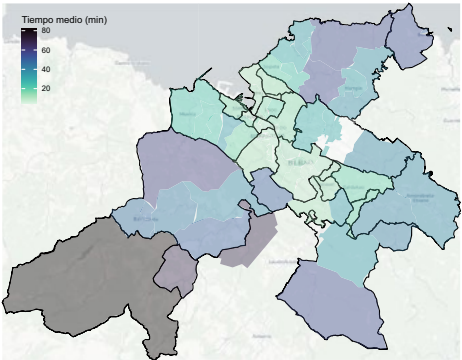
Figura 25  
MAPAS DE TIEMPOS MEDIOS DE VIAJE EN FUNCIÓN DEL TIPO DE DESTINO PARA CADA DISTRITO EN LA FUA DE BILBAO

Tiempo medio de los viajes en transporte público

Destino: Frecuentes

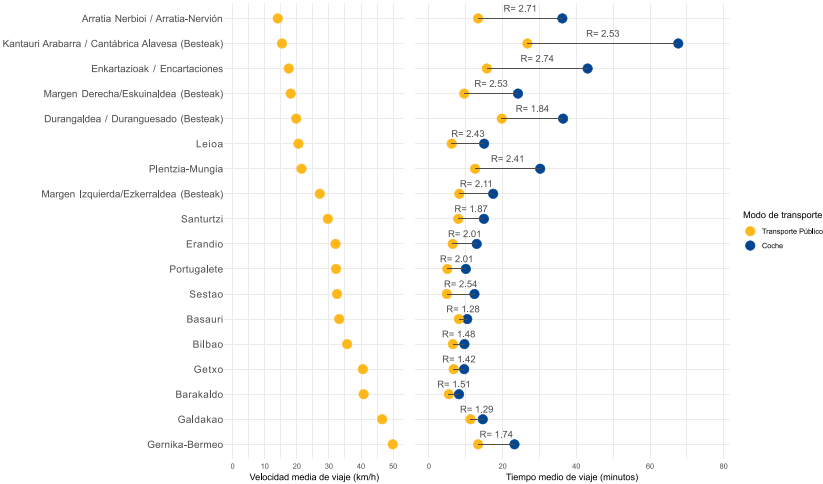


Destino: Esporádicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26  
VELOCIDAD MEDIA EQUIVALENTE DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN CADA ÁREA DE ESTUDIO DE LA FUA DE BILBAO (IZQUIERDA), COMPARADA CON LA RATIO DE TIEMPOS DE VIAJE ENTRE TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia.

estimados en transporte privado, permitiendo comparar ambos modos y evaluar en qué áreas el transporte público ofrece una alternativa competitiva en términos de tiempo.

En municipios como Barakaldo, Erandio, y Getxo, los tiempos de viaje en transporte público son relativamente cortos, con valores de 8,26 minutos en Barakaldo y 10,1 minutos en Getxo, lo que refleja una alta eficiencia del sistema debido a las distancias más cortas y la alta conectividad con el centro de Bilbao. Además, estos municipios muestran velocidades medias de transporte público de unos 40 km/hora tanto en Barakaldo como en Getxo, lo que sugiere un desempeño bastante competitivo en términos de velocidad en comparación con otras áreas.

En contraste, áreas más periféricas como Kantauri Arabarra, Durangaldea, y Gernika-Bermeo presentan tiempos de viaje más largos. Por ejemplo, en Durangaldea, el tiempo de viaje en transporte público es de 36,9 minutos, mientras que en Gernika-Bermeo alcanza los 29,4 minutos. A pesar de que estas áreas pueden tener velocidades medias en TP relativamente mayores (hasta 50 km/hora en Gernika-Bermeo), los tiempos largos reflejan una menor eficiencia del sistema en trayectos más largos y zonas más alejadas del centro urbano. Esta situación puede estar relacionada con menos opciones de rutas directas, lo que obliga a realizar más transbordos y a aumentar el tiempo de viaje.

Un caso interesante es el municipio de Bilbao, donde el tiempo medio de viaje en transporte público es de 9,63 minutos con una velocidad media de unos 35 km/hora, lo que muestra un sistema relativamente eficiente y competitivo en tiempos para trayectos urbanos más cortos. La ratio TP/privado en Bilbao es de 1,48, lo que sugiere que, si bien el coche es más rápido en términos absolutos, el transporte público sigue siendo una opción viable debido a la alta frecuencia y la buena conectividad. En zonas más alejadas, como Sestao (con una ratio TP/privado de 2,54 y tiempos en TP de 12,6 minutos), el sistema de transporte público también se enfrenta a limitaciones estructurales similares, como un número limitado de rutas o paradas más distanciadas, lo que aumenta los tiempos de viaje en comparación con el coche.

En general, la ratio TP/privado en la FUA de Bilbao varía significativamente según la distancia de los municipios respecto al centro. Los municipios más cercanos, como Barakaldo, Erandio y Getxo, muestran tiempos cortos en transporte público y buenas velocidades, lo que refleja una alta competitividad del sistema en áreas urbanas. En cambio, las zonas periféricas y rurales, como Kantauri Arabarra y Durangaldea, experimentan tiempos de viaje más largos debido a la infraestructura limitada y la menor densidad de población.

Este análisis confirma que el transporte público en Bilbao es eficiente en áreas urbanas densas, pero a medida que nos alejamos del centro, los tiempos de viaje se incrementan, lo que sugiere una desventaja estructural para las áreas más periféricas. Por lo tanto, la competitividad del transporte público depende en gran medida

de la densidad poblacional y la infraestructura disponible, y en zonas más alejadas, el vehículo privado sigue siendo la opción más eficiente.

### ■ Costes de la movilidad

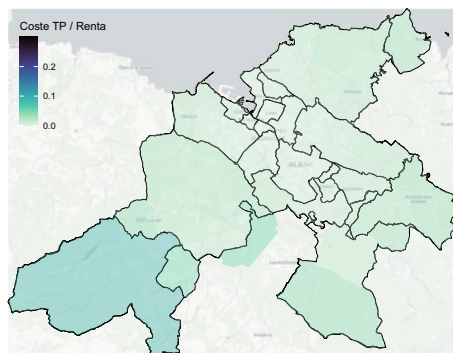
Como vemos en la figura 27, en el caso de Bilbao, los niveles de coste relativo del transporte en relación con la renta muestran una clara distinción entre el núcleo urbano y las zonas periféricas. Dentro de Bilbao, el coste teórico anual que un hogar debe destinar al transporte es relativamente bajo, con un 1,1 % de la renta para el transporte público y un 1,8 % para el uso del coche privado. Estos valores reflejan trayectos más cortos, una buena conectividad y una alta concentración de oportunidades urbanas, lo que hace que la movilidad sea más accesible en el centro de la ciudad. En este sentido, Bilbao muestra una ventaja estructural en comparación con otras áreas metropolitanas, como Sevilla, donde los valores de coste relativo son superiores.

A medida que se incrementa la distancia al centro urbano, también lo hace el esfuerzo económico necesario para acceder a los servicios mediante los distintos modos de transporte. En la comarca de Arratia Nerbioi/Arratia-Nervión, el esfuerzo relativo asociado al uso del transporte público se sitúa en un 5,63 %, mientras que en el caso del vehículo privado alcanza un notable 21,4 %. En otras zonas periféricas como Durangaldea (Duranguesado) y Enkartzioak (Encartaciones), el patrón

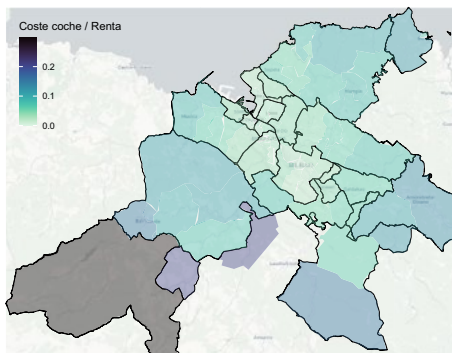
Figura 27

MAPAS DE PORCIÓN DE RENTA DEDICADA AL TRANSPORTE SEGÚN MODO EN CADA DISTRITO DE LA FUA DE BILBAO (IZQUIERDA: TRANSPORTE PÚBLICO, DERECHA: TRANSPORTE PRIVADO)

Proporción de renta dedicada al TP



Proporción de renta dedicada al coche



Fuente: Elaboración propia a partir de Matriz de viajes y renta media por distrito.



se repite: el esfuerzo en transporte público asciende al 4,01 y 5,14 %, respectivamente, mientras que en coche privado se sitúa en el 15,6 y 10,5 %. Estos valores evidencian un gradiente territorial en el coste relativo de la movilidad, especialmente acusado en el uso del transporte privado. Zonas más alejadas, como Plentzia-Mungia y Gernika-Bermeo, también muestran un incremento significativo en el esfuerzo económico, alcanzando un 2,2 % y 3,2 % para el transporte público, respectivamente, y valores del 8,0 % y 11,0 % para el vehículo privado. Este patrón refleja una tendencia estructural en Bilbao, donde las zonas periféricas enfrentan un coste relativo más alto debido a la distancia y la menor conectividad, lo que señala una mayor vulnerabilidad económica en estas áreas.



## 4

## DISCUSIÓN



Una vez presentados los resultados de los casos de estudio, esta sección se centra en la comparación de la accesibilidad y asequibilidad del transporte, medida en clave de distancias, tiempos y costes, de las tres FUAs analizadas.

Siguiendo la estructura aplicada a cada caso de estudio, en la que hemos comenzado caracterizando cómo es la movilidad en términos de estructura funcional y distancias, vemos cómo Madrid, Sevilla y Bilbao presentan niveles de movilidad diarios muy elevados, con un volumen de desplazamientos que refleja una fuerte dependencia de los sistemas de transporte para acceder a las oportunidades urbanas.

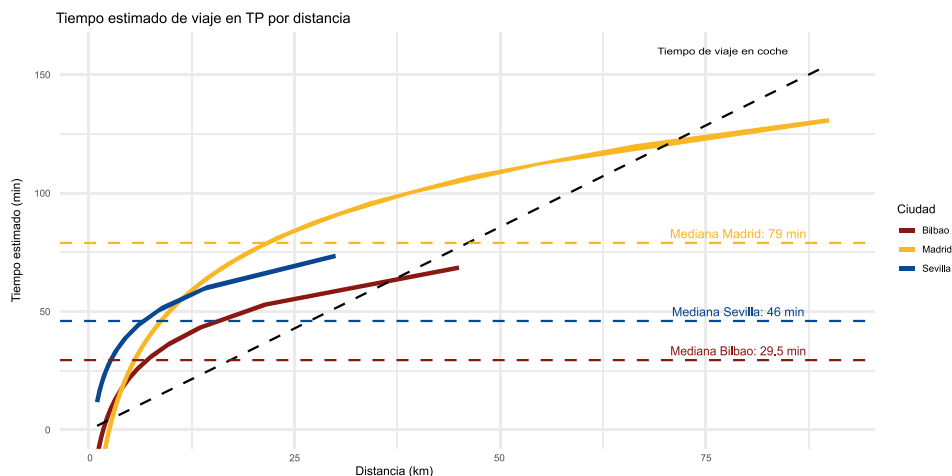
El análisis de la *estructura funcional* de las tres FUAs confirma a su vez la centralidad de los núcleos capitalinos como principales polos de atracción de viajes diarios. No obstante, el grado de polarización varía: Sevilla presenta el mayor saldo neto positivo de atracción, seguida por Madrid, mientras que, en Bilbao, esta centralidad es algo más atenuada, en parte por su menor tamaño. Cada área cuenta con zonas metropolitanas que actúan como subcentros funcionales, atrayendo un número moderado de desplazamientos, junto a áreas periféricas con un perfil claramente residencial. Estas últimas, como la sierra norte de Madrid o el sur de Bilbao, presentan un saldo negativo y concentran buena parte de los trayectos de salida. Este patrón de polarización centro-periferia refuerza la importancia de desarrollar políticas de transporte que no se limiten a conectar con la capital, sino que también articulen eficazmente los ejes transversales entre núcleos secundarios.

En términos de *distancias de viaje*, las características espaciales de estos desplazamientos difieren sustancialmente entre las tres áreas. Bilbao destaca por su compacidad territorial: las distancias entre residencia y destino son sistemáticamente menores que en Sevilla o Madrid, lo que posibilita trayectos más cortos y eficientes. Esta compacidad se traduce en una menor dispersión de los flujos de viaje y en una mejor correspondencia entre estructura urbana y eficiencia modal. Madrid, por el contrario, presenta una configuración más extensa y dispersa, lo que se refleja en distancias medias de viaje significativamente más altas y, en consecuencia, en una mayor exigencia para los sistemas de transporte público. Sevilla ocupa una posición intermedia en cuanto a longitud de desplazamientos, pero muestra un contraste más agudo entre su núcleo capitalino y los entornos periféricos.

Pasando al análisis de *tiempos de viaje* en cada FUA, la figura 28 recoge una simplificación de las regresiones entre distancia y tiempo de viaje en transporte público observadas en las figuras 10, 17 y 24. Cada curva representa el rango

Figura 28

# **TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE EN LAS TRES FUAs ANALIZADAS, MODELO LOG-LINEAR AJUSTADO DE SUS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO, Y MEDIANAS DE TIEMPO DE VIAJE EN TRANSPORTE PÚBLICO**



Fuente: Elaboración propia.

donde se registran viajes metropolitanos en cada una de las FUAs: Madrid (en amarillo), con un rango de distancia superior a los 90 km, Sevilla (en azul), en torno a 30 km, y Bilbao (en rojo), superior a los 45 km.

Estas curvas nos permiten comparar las tres FUAs en términos de: 1) *homogeneidad* territorial, y de 2) *eficiencia del transporte público* según distancias. Conviene subrayar que ambas dimensiones se examinan en clave comparativa entre FUAs, es decir, de forma relativa y sin referirlas a un patrón teórico absoluto. De ahí que no se hayan presentado métricas individuales para cada FUA en la sección correspondiente a cada una de ellas del informe.

En primer lugar, la curva de regresión de Bilbao muestra la pendiente más reducida, indicando que los tiempos de viaje crecen de forma más contenida conforme aumenta la distancia, lo que sugiere una mayor *homogeneidad territorial*. Sevilla y Madrid presentan pendientes más pronunciadas: la primera mejora progresivamente respecto a la capital, mientras que la segunda acusa mayores penalizaciones temporales a partir de las distancias medias.

En términos de *eficiencia del transporte público*, en los primeros tramos de distancia, las curvas de Madrid y Bilbao prácticamente se superponen, es decir, los tiempos de desplazamiento en transporte público crecen a un ritmo muy similar y no se aprecia ninguna ventaja significativa entre ambas áreas metropolitanas. Sevilla,

por el contrario, parte de valores temporalmente superiores, de modo que en los rangos más cercanos al centro urbano presenta desplazamientos más prolongados. No obstante, conforme aumenta la distancia, las trayectorias comienzan a divergir. Bilbao mantiene un incremento temporal relativamente contenido y se consolida como el sistema más ágil dentro del intervalo observado, sin registrar grandes penalizaciones de tiempo hasta los límites de su área funcional. Sevilla, aun habiendo partido con cierta desventaja, muestra una mejor evolución con respecto a Madrid, de forma que en los tramos intermedios sus tiempos de viaje se sitúan por debajo de los de la capital. Madrid, por último, muestra el crecimiento temporal más acusado: a partir de las distancias medias su curva se eleva de forma más pronunciada y termina configurando el perfil menos competitivo para desplazamientos de carácter interurbano.

La *brecha entre modos de transporte*, medida a través del cociente entre el tiempo en transporte público y el tiempo en coche, muestra también importantes contrastes. Bilbao logra mantener una ratio contenida, rara vez superior a 2,5, incluso en áreas periféricas, lo que indica un desempeño relativamente eficiente de su red de transporte público. Sevilla, por el contrario, presenta disparidades modales muy marcadas en zonas como El Aljarafe o La Campiña, donde las ratios se disparan, mientras que Madrid alcanza valores igualmente elevados en municipios del entorno como el área extracomunitaria perteneciente a Toledo. Estas diferencias revelan tanto limitaciones estructurales del transporte público —especialmente en áreas de baja densidad o difícil acceso— como el papel persistente del vehículo privado como modo dominante en términos de rapidez, particularmente cuando se combinan largas distancias y baja oferta modal. De hecho, muchas de estas limitaciones estructurales pueden estar estrechamente relacionadas con diferencias en la densidad urbana: en contextos dispersos, la menor demanda potencial reduce la viabilidad de ofrecer servicios de alta frecuencia o buena cobertura, lo que refuerza la desventaja comparativa del transporte público frente al vehículo privado.

Finalmente, el análisis del *esfuerzo económico* asociado al transporte refuerza la lectura anterior sobre desigualdades territoriales. En los centros urbanos, el coste relativo del transporte público respecto a la renta es relativamente bajo en Bilbao, y algo más elevado en Sevilla y Madrid, mientras que los costes del automóvil son sistemáticamente mayores. En la periferia, sin embargo, estas proporciones se incrementan notablemente, duplicando o triplicando los valores centrales y alcanzando niveles elevados en zonas como el sur de Bilbao o las áreas rurales de la FUA de Sevilla. Esta carga económica supone una penalización significativa para quienes residen en zonas alejadas del centro urbano, amplificando las desigualdades en el acceso a las oportunidades y evidenciando la necesidad de reforzar la cobertura territorial y la asequibilidad del transporte público.









El acceso a una movilidad efectiva y eficiente es esencial para el desarrollo económico y social, y también para garantizar la igualdad de oportunidades en este desarrollo. Este estudio ha analizado cómo se desplaza la población en tres ciudades españolas representativas, prestando particular atención a las diferencias en términos de accesibilidad (distancias y tiempos necesarios para el desplazamiento) y asequibilidad (coste asociado al desplazamiento en relación con el presupuesto familiar).

Aunque evidentemente sujeto a limitaciones en términos de disponibilidad y granularidad de datos, el uso de los datos de telefonía móvil anonimizada, junto con el análisis de las redes de transporte público y privado y la caracterización socioeconómica a escala de distrito censal permiten ofrecer una visión de gran interés sobre las desigualdades asociadas a la movilidad, y los factores que pueden determinarla. Si bien los resultados muestran ciertas diferencias entre las ciudades consideradas, sí se observan bastantes aspectos comunes.

En general, los núcleos de las ciudades se constituyen como importantes polos de atracción de los viajes diarios, con zonas periféricas con perfil claramente residencial. Existen muy pocos desplazamientos fuera de esta estructura radial, lo que hace preguntarse si esto se produce por la dificultad de realizarlos, o por la concentración de actividades (dos factores que realmente están interconectados). Este patrón revela una desigualdad espacial que opera por la doble vía del tiempo y del coste: en los núcleos capitalinos se observan tiempos más bajos y menor esfuerzo monetario relativo, mientras que en coronas periféricas y ámbitos extracomunitarios se acumulan trayectos más largos y mayores porcentajes de renta dedicados a la movilidad, especialmente cuando la dependencia del vehículo privado es elevada.

La separación física entre zonas residenciales y actividades productivas se traduce en importantes diferencias en los tiempos y costes de acceso al trabajo, generalmente mayores cuando aumenta el tamaño de la ciudad, y con tiempos medianos que llegan en algunos casos hasta los 80 minutos por desplazamiento. Es interesante observar también que los tiempos de desplazamiento aumentan muy rápidamente en las distancias iniciales (asociadas a las coronas metropolitanas) para luego estabilizarse en los desplazamientos de mayor distancia. Este comportamiento configura un mecanismo de penalización acumulativa: a mayor distancia funcional y menor eficiencia del transporte colectivo, mayor probabilidad de superar umbrales críticos de dedicación temporal (por ejemplo, más de 30 minutos por trayecto o  $>2\times$  la mediana local) y de esfuerzo económico (por ejemplo,  $>10-15\%$  de la renta).

Esta relación desigual viene mediada además por un elemento esencial como es la vivienda: para poder acceder a vivienda asequible, las familias deben desplazarse cada vez más lejos de los núcleos urbanos, reforzando esta dinámica de desventaja y riesgo de exclusión social. El estudio de esta interacción es fundamental, y una de las líneas en las que debería avanzarse en investigaciones posteriores.

Eliminar estas desventajas requiere no sólo desplegar infraestructuras de transporte adecuadas, sino trabajar en las frecuencias, tiempos de desplazamiento, fiabilidad o coste de estos. De nuevo, existe aún mucha investigación por realizar en cuanto al diseño de las políticas más efectivas para mitigar estas desigualdades, y que deben combinar actuaciones no sólo en movilidad, sino también en vivienda y planificación territorial.

De hecho, el análisis muestra que, si bien el tamaño de la ciudad determina en gran medida los tiempos de desplazamiento, hay ciudades, como Bilbao, que son capaces de mantener una accesibilidad mayor al transporte público, logrando menores tiempos y costes de desplazamiento, mientras que otras como Sevilla muestran menores eficiencias en su red. También se observan diferencias significativas en la accesibilidad entre distintas zonas de las ciudades estudiadas, señalando pues áreas donde sería preciso actuar para tratar de reducir las desigualdades.

Esta falta de acceso a una movilidad pública eficiente también resulta en importantes desigualdades en el gasto de los hogares: cuando la red pública no es suficiente, el recurso obligado al transporte privado supone penalizaciones significativas para los que residen en zonas alejadas del centro (de nuevo, que habría que confrontar con las diferencias en el coste de la vivienda). En estos casos, el esfuerzo económico puede rebasar umbrales de referencia (10–15 % de la renta), con efectos directos sobre la participación en empleo, educación, cuidados y vida social.

Este informe no entra sin embargo en caracterizar en qué medida estas penalizaciones de coste o de tiempos se traducen en vulnerabilidad o riesgo de pobreza o exclusión social. Es fundamental en nuestra opinión avanzar hacia una identificación más precisa de los grupos en situación de desventaja en términos de accesibilidad, así como de los mecanismos a través de los cuales estas desigualdades se reproducen. Para ello, es necesario desarrollar métricas de desigualdad en el acceso o asequibilidad del transporte refinados y con alta granularidad, basados en los datos georreferenciados utilizados en este informe, combinados con variables de renta, gasto energético, tiempo de desplazamiento y oferta modal. Este desarrollo debe ir acompañado de evaluaciones de impacto distributivo de políticas (por ejemplo, peajes urbanos, eliminación de combustibles fósiles) y de mecanismos de mitigación de posibles efectos regresivos.

En este sentido, y si bien, como ya se ha indicado anteriormente, existen patrones comunes entre las distintas ciudades analizadas, la extensión de este análisis a otras zonas urbanas puede aportar información de interés sobre los factores que pueden determinar las diferencias identificadas, y contribuir a las soluciones necesarias.





## **BIBLIOGRAFÍA**



- BERECHMAN, J. (1981). Transportation, Temporal, and Spatial Components of Accessibility, by Lawrence D. Burns. *Geographical Analysis*, 13(2), 185-187. [Doi:10.1111/j.1538-4632.1981.tb00726.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1981.tb00726.x).
- BERTOLINI, L. (2017). *Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places and the Planet*. Macmillan Education UK.
- COMUNIDAD DE MADRID. (2001). Zonificación estadística NUTS 4 de la Comunidad de Madrid. <https://www.madrid.org/iestadis/fijas/clasificaciones/conuts4.htm>
- CRTM. (2021). *Informe Anual CRTM 2021*. <https://www.crtm.es/media/f23ke3qe/memo-crtm-2021-web.pdf>
- CRTM. (2023). *Informe Anual CRTM 2023*. <https://www.crtm.es/media/axgptz2n/crtm-memoria2023-web.pdf>
- CTMAS. (2025). Autobús metropolitano-Tarifas. <https://ctas.es/lineas-y-horarios/bus-metro-y-cercanias/autobus-metropolitano>
- DIJKSTRA, L., y JACOBS-CRISONI. (2024). Defining Functional Rural Areas. *JRC Research Reports*. Joint Research Center. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC138561>
- DIJKSTRA, L., POELMAN, H., y VENERI, P. (2019). *The EU-OECD Definition of a Functional Urban Area*. [Doi:10.1787/d58cb34d-en](https://doi.org/10.1787/d58cb34d-en)
- VAN EGGERMOND, M. A. B., SCHAFFNER, D., STUDER, N., y ERATH, A. (2025). Quantifying the effect of road design on urban road driving speed. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 112, 148-169. [Doi:10.1016/j.trf.2025.04.005](https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.04.005)
- GEURS, K. T., y VAN WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-40. [doi:10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005)
- GOBIERNO VASCO. (2015). Clasificación de comarcas y subcomarcas del Censo del Mercado de Trabajo (CMT). [https://www.euskadi.eus/web01-a3estaed/es/contenidos/informacion/cmt\\_oe\\_comarcas/es\\_def/index.shtml](https://www.euskadi.eus/web01-a3estaed/es/contenidos/informacion/cmt_oe_comarcas/es_def/index.shtml)
- HANSEN, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73-76. [Doi:10.1080/01944365908978307](https://doi.org/10.1080/01944365908978307)
- INE. (2024). *Encuesta de condiciones de vida / Últimos datos*. [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176807&menu=ultiDatos&idp=1254735976608](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176807&menu=ultiDatos&idp=1254735976608)
- INGRAM, D. R. (1971). The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form. *Regional Studies*, 5(2), 101-107. [Doi:10.1080/09595237100185131](https://doi.org/10.1080/09595237100185131)
- LUCAS, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, 20, 105-13. [Doi:10.1016/j.tranpol.2012.01.013](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013)
- LUCAS, K., MATTIOLI, G., VERLINGHIERI, E., y GUZMAN, A. (2016). Transport poverty and its adverse social consequences. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Transport*, 169(6), 353-365. [Doi:10.1680/jtran.15.00073](https://doi.org/10.1680/jtran.15.00073)



- LUNKE, E. B. (2022). Modal Accessibility Disparities and Transport Poverty in the Oslo Region. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 103:103171. [Doi:10.1016/j.trd.2022.103171](https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103171)
- MARCHETTI, C. (1994). Anthropological invariants in travel behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, 47(1), 75-88. [Doi:10.1016/0040-1625\(94\)90041-8](https://doi.org/10.1016/0040-1625(94)90041-8)
- MATTIOLI, G., WADUD, Z., y LUCAS, K. (2016). *Developing a Novel Approach for Assessing the Transport Vulnerability to Fuel Price Rises at the Household Level*.
- MATTIOLI, G., WADUD, Z., y LUCAS, K. (2018). Vulnerability to fuel price increases in the UK: A household level analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 227-242. [Doi:10.1016/j.tra.2018.04.002](https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.002)
- MINISTERIO DE VIVIENDA y AGENDA URBANA. (2024). Áreas Urbanas en España 2024. <https://www.mivau.gob.es/urbanismo-y-suelo/suelo/atlas-estadistico-de-las-areas-urbanas>
- MITMS. (2025). Estudio de la movilidad con Big Data. <https://www.mitma.gob.es/ministerio/proyectos-singulares/estudio-de-movilidad-con-big-data>
- MORENO, C., ALLAM, Z., CHABAUD, D., GALL, C., y PRATLONG, F. (2021). Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1), 93-111. [Doi:10.3390/smartcities4010006](https://doi.org/10.3390/smartcities4010006)
- OECD. (2022). Functional urban areas by country-OECD. <https://www.oecd.org/regional/regional-statistics/functional-urban-areas.htm>
- OMM, MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. (2019). *Informe del Observatorio de Movilidad Metropolitana 2017*. [http://www.observatoriomovilidad.es/images/stories/05\\_informes/Informe\\_OMM2017\\_web.pdf](http://www.observatoriomovilidad.es/images/stories/05_informes/Informe_OMM2017_web.pdf)
- OTLE. (2023). Informe anual 2023. Otle. <https://otle.transportes.gob.es/inform/es/2023/indice>
- OVIEDO, D., y GUZMAN, L. A. (2020). Revisiting Accessibility in a Context of Sustainable Transport: Capabilities and Inequalities in Bogotá. *Sustainability*, 12(11), 4464. [Doi:10.3390/su12114464](https://doi.org/10.3390/su12114464)
- ROMERO, J. C., LINARES, P., y LÓPEZ, X. (2018). The policy implications of energy poverty indicators. *Energy Policy*, 115, 98-108. [Doi:10.1016/j.enpol.2017.12.054](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.054)
- TIZNADO AITKEN, I., PALM, M., y FARBER, S. (2024). Exploring the Interplay of Transportation, Time Poverty, and Activity Participation. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 26, 101175. [doi:10.1016/j.trip.2024.101175](https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101175)

**Últimos números publicados**

- N.º 40. DOS ENSAYOS SOBRE FINANCIACIÓN AUTONÓMICA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Carlos Monasterio Escudero e Ignacio Zubiri Oria.
- N.º 41. EFICIENCIA Y CONCENTRACIÓN DEL SISTEMA BANCARIO ESPAÑOL**  
(*Serie ANÁLISIS*),  
por Fernando Maravall, Silviu Glavan y Analistas Financieros Internacionales.
- N.º 42. ANÁLISIS DE REFORMAS DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA PERSONAL A PARTIR DE MICRODATOS TRIBUTARIOS** (*Serie ANÁLISIS*),  
por José Félix Sanz Sanz, Juan Manuel Castañer Carrasco y Desiderio Romero Jordán.
- N.º 43. COMPORTAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA BANCA AL POR MENOR EN ESPAÑA: FUSIONES Y ESPECIALIZACIÓN GEOGRÁFICA** (*Serie TESIS*),  
por Cristina Bernad Morcate.
- N.º 44. LA VERTIENTE CUALITATIVA DE LA MATERIALIDAD EN AUDITORÍA: MARCO TEÓRICO Y ESTUDIO EMPÍRICO PARA EL CASO ESPAÑOL** (*Serie TESIS*),  
por Javier Montoya del Corte.
- N.º 45. LA DECISIÓN DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS: UN MODELO TEÓRICO CON INVERSIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL** (*Serie TESIS*),  
por Jaime Turrión Sánchez.
- N.º 46. FINANCIACIÓN DE LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA: LOS BONOS ESCOLARES EN LA TEORÍA Y EN LA PRÁCTICA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Javier Díaz Malledo (coordinador), Clive R. Belfield, Henry M. Levin, Alejandra Mizala, Anders Böhlmark, Mikael Lindahl, Rafael Granell Pérez y María Jesús San Segundo.
- N.º 47. SERVICIOS Y REGIONES EN ESPAÑA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Juan R. Cuadrado Roura y Andrés Maroto Sánchez.
- N.º 48. LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN E INMOBILIARIO EN ESPAÑA: DEL BOOM A LA RECESIÓN ECONÓMICA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Belén Gill de Albornoz (Dir.), Juan Fernández de Guevara, Begoña Giner y Luis Martínez.
- N.º 49. INSTRUMENTOS PARA MEJORAR LA EQUIDAD, TRANSPARENCIA Y SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES DE REPARTO** (*Serie TESIS*),  
por M.ª del Carmen Boado-Penas.
- N.º 50. EL IMPUESTO DE FLUJOS DE CAJA EMPRESARIAL: UNA ALTERNATIVA AL IMPUESTO SOBRE LA RENTA DE SOCIEDADES** (*Serie TESIS*),  
por Lourdes Jerez Barroso.
- N.º 51. LA SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE I+D: EVIDENCIA DE EMPRESAS EUROPEAS Y DE EE.UU.** (*Serie TESIS*),  
por Andrea Martínez Noya.
- N.º 52. IMPOSICIÓN EFECTIVA SOBRE LAS RENTAS DEL CAPITAL CORPORATIVO: MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN. EL IMPUESTO SOBRE SOCIEDADES EN ESPAÑA Y EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA EN EL CAMBIO DE MILENIO** (*Serie ANÁLISIS*),  
por José Félix Sanz Sanz, Desiderio Romero Jordán y Begoña Barruso Castillo.
- N.º 53. ¿ES RENTABLE EDUCARSE? MARCO CONCEPTUAL Y PRINCIPALES EXPERIENCIAS EN LOS CONTEXTOS ESPAÑOL, EUROPEO Y EN PAÍSES EMERGENTES** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Luis Raymond (coordinador).
- N.º 54. LA DINÁMICA EXTERIOR DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Villaverde Castro y Adolfo Maza Fernández.
- N.º 55. EFECTOS DEL STOCK DE CAPITAL EN LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO DE LA ECONOMÍA** (*Serie TESIS*),  
por Carolina Cosculluela Martínez.

- N.º 56. LA PROCICLICIDAD Y LA REGULACIÓN PRUDENCIAL DEL SISTEMA BANCARIO**  
(*Serie TESIS*),  
por Mario José Deprés Polo.
- N.º 57. ENSAYO SOBRE ACTIVOS INTANGIBLES Y PODER DE MERCADO DE LAS EMPRESAS. APLICACIÓN A LA BANCA ESPAÑOLA** (*Serie TESIS*),  
por Alfredo Martín Oliver.
- N.º 58. LOS ATRACTIVOS DE LOCALIZACIÓN PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS. EXPLOTACIÓN DE LA ENCUESTA SOBRE ATRACTIVOS DE LOCALIZACIÓN** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Encarnación Cereijo, David Martín, Juan Andrés Núñez, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez.
- N.º 59. ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS COSTES DE LA ENFERMEDAD: APLICACIÓN EMPÍRICA AL CASO DEL ALZHEIMER Y LOS CONSUMOS DE DROGAS ILEGALES** (*Serie TESIS*),  
por Bruno Casal Rodríguez.
- N.º 60. BUBBLES, CURRENCY SPECULATION, AND TECHNOLOGY ADOPTION** (*Serie TESIS*),  
por Carlos J. Pérez.
- N.º 61. DISCAPACIDAD Y MERCADO DE TRABAJO: TRES ANÁLISIS EMPÍRICOS CON LA MUESTRA CONTINUA DE VIDAS LABORALES** (*Serie TESIS*),  
por Vanesa Rodríguez Álvarez.
- N.º 62. EL ANÁLISIS DE LOS IMPUESTOS INDIRECTOS A PARTIR DE LA ENCUESTA DE PRESUPUESTOS FAMILIARES** (*Serie ANÁLISIS*),  
por José Félix Sanz Sanz, Desiderio Romero Jordán y Juan Manuel Castañer Carrasco.
- N.º 63. EUROPA, ALEMANIA Y ESPAÑA: IMÁGENES Y DEBATES EN TORNO A LA CRISIS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Elisa Chuliá.
- N.º 64. INTEGRACIÓN, INMIGRANTES E INTERCULTURALIDAD: MODELOS FAMILIARES Y PATRONES CULTURALES A TRAVÉS DE LA PRENSA EN ESPAÑA (2010-11)** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Enrique Uldemolins, Alfonso Corral, Cayetano Fernández, Miguel Ángel Motis, Antonio Prieto y María Luisa Sierra.
- N.º 65. SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE PENSIONES DE REPARTO EN ESPAÑA Y MODELIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS FINANCIEROS** (*Serie TESIS*),  
por Clara Isabel González Martínez.
- N.º 66. EVOLUCIÓN DE LAS FUNDACIONES BANCARIAS ITALIANAS: DE HOLDING DE SOCIEDADES BANCARIAS A UN MODELO INNOVADOR DE "BENEFICIENCIA PRIVADA"** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Paolo Baroli, Claudia Imperatore, Rosella Locatelli y Marco Trombetta.
- N.º 67. LAS CLAVES DEL CRÉDITO BANCARIO TRAS LA CRISIS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Santiago Carbó Valverde, José García Montalvo, Joaquín Maudos y Francisco Rodríguez Fernández.
- N.º 68. ENTRE DESEQUILIBRIOS Y REFORMAS. ECONOMÍA POLÍTICA, SOCIEDAD Y CULTURA ENTRE DOS SIGLOS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez.
- N.º 69. REFORMA DEL MERCADO DE SERVICIOS PROFESIONALES EN ESPAÑA** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por María Paz Espinosa, Aitor Ciarreta y Aitor Zurimendi.
- N.º 71. BUILDING A EUROPEAN ENERGY MARKET: LEGISLATION, IMPLEMENTATION AND CHALLENGES** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Tomás Gómez y Rodrigo Escobar.

- N.º 72. ESSAYS IN TRADE, INNOVATION AND PRODUCTIVITY**  
(*Serie TESIS*),  
por Aránzazu Crespo Rodríguez.
- N.º 73. ENDEUDAMIENTO DE ESPAÑA: ¿QUIÉN DEBE A QUIÉN?**  
(*SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Analistas Financieros Internacionales (AFI).
- N.º 74. AGENTES SOCIALES, CULTURA Y TEJIDO PRODUCTIVO EN LA ESPAÑA ACTUAL**  
(*SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez, Joaquín Pedro López-Novo y Elisa Chuliá.
- N.º 75. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL CRÉDITO Y LAS CONDICIONES DE FINANCIACIÓN: ESPAÑA EN EL CONTEXTO EUROPEO**  
(*SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Joaquín Maudos.
- N.º 76. EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA**  
(*SERIE ANÁLISIS*),  
por Mikel Buesa, Joost Heijs, Thomas Baumert y Cristian Gutiérrez.
- N.º 77. ENCOURAGING BLOOD AND LIVING ORGAN DONATIONS**  
(*Serie TESIS*),  
por María Errea y Juan M. Cabasés (director).
- N.º 78. EMPLEO Y MATERNIDAD: OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS A LA CONCILIACIÓN DE LA VIDA LABORAL Y FAMILIAR** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Margarita León Borja (coordinadora).
- N.º 79. PEOPLE MANAGEMENT IN MICRO AND SMALL COMPANIES - A COMPARATIVE ANALYSIS. EMPLOYEE VOICE PRACTICES AND EMPLOYMENT RELATIONS,**  
(*Serie ANÁLISIS*),  
por Sylvia Rohlf, con la colaboración de Carlos Salvador Muñoz y Alesia Slocum.
- N.º 80. LA CRISIS, ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA ECONOMÍA SOCIAL ESPAÑOLA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Pierre Perard.
- N.º 81. UN TRIÁNGULO EUROPEO: ELITES POLÍTICAS, BANCOS CENTRALES Y POPULISMOS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Elisa Chuliá.
- N.º 82. EL MERCADO ESPAÑOL DE ELECTRICIDAD**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Aitor Ciarreta, María Paz Espinosa y Aitor Zurimendi.
- N.º 83. THREE ESSAYS IN LONG-TERM ECONOMIC PERSISTENCE**  
(*Serie TESIS*),  
por Felipe Valencia Caicedo.
- N.º 84. ROLE OF MICROPARTICLES IN ATHEROTHROMBOSIS**  
(*Serie TESIS*),  
por Rosa Suades Soler.
- N.º 85. IBERISMOS. EXPECTATIVAS PENINSULARES EN EL SIGLO XIX**  
(*Serie TESIS*),  
por César Rina Simón.
- N.º 86. MINING STRUCTURAL AND BEHAVIORAL PATTERNS IN SMART MALWARE**  
(*Serie TESIS*),  
por Guillermo Suárez-Tangil.
- N.º 87. LA VOZ DE LA SOCIEDAD ANTE LA CISIS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz.

- N.º 88. ECONOMÍA SUMERGIDA Y FRAUDE FISCAL EN ESPAÑA: ¿QUÉ SABEMOS? ¿QUÉ PODEMOS HACER?**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Santiago Lago Peñas.
- N.º 89. CONSTRUCCIÓN EUROPEA, IDENTIDADES Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Josu Mezo.
- N.º 90. LA INTEGRACIÓN DE LOS INMIGRANTES EN EUROPA Y EN ESPAÑA: MODELOS E INDICADORES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Cayetano Fernández, Alfonso Corral, Antonio Prieto María Luisa Sierra y Enrique Uldemolins.
- N.º 91. SOLEDAD, DISCAPACIDAD Y MERCADO DE TRABAJO**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Miguel Ángel Malo y Ricardo Pagán.
- N.º 92. CRISIS ECONÓMICA Y DESIGUALDAD DE LA RENTA EN ESPAÑA. EFECTOS DISTRIBUTIVOS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Samuel Calonge Ramírez y Antonio Manresa Sánchez.
- N.º 93. LAS DESIGUALDADES ECONÓMICAS EN ESPAÑA: REALIDADES Y PERCEPCIONES**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez.
- N.º 94. INNOVACIÓN, CRECIMIENTO Y COMPETITIVIDAD: EL PAPEL DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA EN ESPAÑA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Joost Heijs, Mikel Buesa, Delia Margarita Vergara, Cristian Gutiérrez, Guillermo Arenas y Alex Javier Guerrero.
- N.º 95. 40 AÑOS DE DESCENTRALIZACIÓN EN ESPAÑA (1978-2018): BALANCE Y PERSPECTIVAS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Santiago Lago Peñas.
- N.º 96. EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN SALUD: VALOR Y SOSTENIBILIDAD PARA EL SISTEMA NACIONAL DE SALUD**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Javier Soto, José Manuel Martínez Sesmero, Miguel Ángel Casado, Miguel Ángel Calleja y Félix Lobo (Directores).
- N.º 97. LA CULTURA ECOLÓGICA DE LOS EUROPEOS: PERCEPCIONES, ACTITUDES Y COMPORTAMIENTOS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Juan Carlos Rodríguez.
- N.º 98. ENVEJECIMIENTO Y CAPITAL SOCIAL: LA IMPORTANCIA DE LAS REDES DE AMIGOS Y LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN EL BIENESTAR INDIVIDUAL**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Miguel Ángel Malo y Ricardo Pagán.
- N.º 99. CUARENTA AÑOS DESPUÉS: LA SOCIEDAD CIVIL ESPAÑOLA, DE UN PRIMER IMPULSO A UNA LARGA PAUSA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez.
- N.º 100. TRES APROXIMACIONES A LA IGUALDAD SOCIAL EN ESPAÑA: RENTAS DISPONIBLES, RENTAS AMPLIADAS Y OCUPACIONES**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Eduardo Bandrés, Juan Carlos Rodríguez y Julio Carabaña.

- N.º 101. LA INDUSTRIA DE LAS VACUNAS TRAS LA PANDEMIA DE LA COVID-19. LA PERSPECTIVA INTERNACIONAL**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Félix Lobo.
- N.º 102. EL SISTEMA YA NO FINANCIA BURBUJAS: ESCASEZ DE VIVIENDA Y CAÍDA DEL CRÉDITO. UN ANÁLISIS DEL PERIODO 1998-2023 QUE CUESTIONA EL MODELO RESIDENCIAL ESPAÑOL**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Ignacio Ezquiaga.
- N.º 103. UNA EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE REFORMA DEL MERCADO ELÉCTRICO EUROPEO Y UNA PROPUESTA PRAGMÁTICA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Pablo Chaves Ávila, Rafael Cossent Arín, Tomás Gómez San Román, Pedro Linares Llamas, Paolo Mastropietro, Michel Rivier Abbad y Pablo Rodilla Rodríguez.
- N.º 104. MERCADO INMOBILIARIO Y POLÍTICA DE LA VIVIENDA EN ESPAÑA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Santiago Carbó Valverde (coordinador).
- N.º 105. LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN ESPAÑA: ACTIVIDAD, EMPLEO Y CALIDAD DE VIDA**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Miguel Ángel Malo, Ricardo Pagán y Vanesa Rodríguez Álvarez
- N.º 106. DIVERGENCE AND UNCERTAINTY IN ESG MARKETS: METRICS, ECONOMIC POLICY, AND FINANCIAL IMPLICATIONS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Juan Ignacio Peña, Kurt A. Desender y Bing Guo
- N.º 107. LA POBREZA INFANTIL EN ESPAÑA: EVOLUCIÓN RECIENTE Y POLÍTICAS**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Miguel Ángel Malo y Fernando Pinto
- N.º 108. DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN FARMACÉUTICA: ¿LLEGAN LOS MEDICAMENTOS INNOVADORES A LOS PACIENTES ESPAÑOLES?**  
(*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Félix Lobo



ESTUDIOS  
DE LA FUNDACIÓN

SERIE ECONOMÍA Y SOCIEDAD

*Pedidos e información:*

Funcas

Caballero de Gracia, 28

28013 Madrid

Teléfono: 91 596 54 81

Fax: 91 596 57 96

[publica@funcas.es](mailto:publica@funcas.es)

[www.funcas.es](http://www.funcas.es)

ISBN 979-13-87770-09-9

