



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i  
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# TRABAJO FINAL DE GRADO

**TÍTULO: Modelos de movilidad urbana conectada. Impacto Socioeconómico.**

**TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación**

**AUTOR: Iván Alejandro Vidal**

**DIRECTOR: Lluís Jofre Roca**

**FECHA: 14 de septiembre del 2018**



**Título:** Modelos de movilidad urbana conectada. Impacto Socioeconómico.

**Autor:** Iván Alejandro Vidal

**Director:** Lluís Jofre Roca

**Fecha:** 14 de septiembre del 2018

## **Resumen**

**Este documento analiza como las políticas de movilidad urbana pueden evolucionar, partiendo del estudio de la movilidad urbana del ámbito STI (Sistema Tarifario Integrado) de la región de Barcelona en términos sociales y económicos y propone unos escenarios tentativos de movilidad urbana para 2030.**

**A partir de unos parámetros clave de la movilidad como la movilidad compartida, el grado de autonomía del vehículo, se realizan unas proyecciones agregadas sobre la tasa de ocupación del vehículo y el espacio vial ocupado por la movilidad.**

**Title:** Connected urban mobility models. Socioeconomic impact.

**Author:** Iván Alejandro Vidal

**Director:** Lluís Jofre Roca

**Date:** September, 14th 2018

## Overview

**This document analyzes how urban mobility policies can evolve, based on the study of urban mobility in the STI (Integrated Tariff System) area of the Barcelona region in social and economic terms and proposes tentative urban mobility scenarios for 2030.**

**Based on key parameters of mobility such as shared mobility, the degree of autonomy of the vehicle, aggregate projections are made on the vehicle occupancy rate and the road space occupied by mobility.**

**Títol:** Models de mobilitat urbana connectada. Impacte Socioeconòmic.

**Autor:** Iván Alejandro Vidal

**Director:** Lluís Jofre Roca

**Data:** 14 de setembre del 2018

**Resum:**

**Aquest document analitza com les polítiques de mobilitat urbana poden evolucionar, partint de l'estudi de la mobilitat urbana de l'àmbit STI (Sistema Tarifari Integrat) de la regió de Barcelona en termes socials i econòmics i proposa uns escenaris temptatius de mobilitat urbana per 2030.**

**A partir d'uns paràmetres clau de la mobilitat com la mobilitat compartida, el grau d'autonomia del vehicle, es realitzen unes projeccions agregades sobre la taxa d'ocupació del vehicle i l'espai vial ocupat per la mobilitat.**

***“No estamos en una era de cambio,  
sino en un cambio de era.”***

***Andy Stalman***

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MOVILIDAD URBANA .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Parámetros modales de la movilidad .....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Modos de transporte.....	10
1.1.2. Motivos del desplazamiento .....	11
1.1.3. Comparativa entre el modo transporte y el motivo de desplazamiento .....	12
<b>1.2. Parámetros sociales y económicos de la movilidad urbana .....</b>	<b>13</b>
1.2.1. Movilidad por género y por edad.....	13
1.2.2. Modalidad de transporte según el PIB .....	16
<b>1.3. Tasa de ocupación del vehículo .....</b>	<b>20</b>
1.3.1. Datos actuales de la tasa de ocupación del vehículo .....	20
1.3.2. Impacto de la tasa de ocupación de los vehículos.....	22
<b>1.4. Descripción de la movilidad por zona geográfica.....</b>	<b>24</b>
1.4.1. Desplazamientos Municipio de Barcelona .....	27
1.4.2. Desplazamientos Primera corona del ámbito STI .....	28
1.4.3. Desplazamientos Área Metropolitana de Barcelona .....	29
1.4.4. Desplazamientos Región metropolitana de Barcelona .....	30
<b>CAPÍTULO 2. PRONÓSTICO DE LA MOVILIDAD URBANA.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1. Proyección 2030 socioeconómica de Cataluña .....</b>	<b>31</b>
2.1.1. Proyección demográfica en Cataluña .....	31
2.1.2. Tendencias sociales .....	34
2.1.3. Proyección lineal-incremental VS Proyección disruptiva .....	37
<b>2.4. Pronóstico de los parámetros clave en 2030 .....</b>	<b>38</b>
2.4.1. Evolución de la autonomía del vehículo.....	38
2.4.2. Evolución movilidad compartida .....	42
2.4.3. Evolución de modalidades combinadas de conducción.....	48
<b>2.5. Pronóstico de los factores clave en 2030 .....</b>	<b>51</b>
2.5.1. Pronóstico de la tasa de ocupación del vehículo en 2030 .....	51
2.5.2. Pronóstico del espacio urbano ocupado por la movilidad en 2030 .....	55
<b>CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1. Conclusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2. Líneas de trabajo futuro.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>62</b>

## INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana en los países occidentales ha evolucionado sustancialmente en los últimos cincuenta años, desde un interés inicial por abastecer cada vez más automóviles y la expansión de las redes de carreteras hasta el énfasis actual en reducir el uso del automóvil y reducir el impacto de carreteras, alentando los viajes sostenibles y promoviendo ciudades habitables con una alta calidad de vida. Esto se puede observar en los patrones cambiantes del uso del automóvil en muchas ciudades europeas a lo largo del tiempo. Esta evolución puede estar relacionada con los cambios en el paradigma de la política de transporte, que dicha evolución ha estado muy influenciada por la participación de una gama cada vez mayor de disciplinas académicas, muchas de las cuales han contribuido a modificar la recopilación metodológica, el modelado y la evaluación del soporte de datos.

La evolución de la movilidad urbana puede verse como el resultado de un complejo y cambiante conjunto de interacciones. Del lado de la "demanda", los factores que contribuyen incluyen diversos patrones demográficos vinculados al crecimiento económico y los cambios sociales, lo que da como resultado nuevos patrones de consumo; mientras que por el lado de la "oferta" se han producido cambios importantes en la provisión de infraestructura de transporte, a menudo asociados con los avances en la tecnología. La política de transporte también ha desempeñado un papel importante, no solo financiando importantes inversiones en transporte, sino también mediante la introducción de una amplia gama de medidas reglamentarias y de fijación de precios (billetes de transporte, evaluar el precio del estacionamiento en zonas urbanas, etc.). Tales medidas han variado con el tiempo y se han introducido en respuesta a un conjunto cambiante de preocupaciones percibidas, objetivos de política y prioridades.



Hay indicios en algunas de las ciudades europeas más grandes con políticas avanzadas de movilidad urbana sostenible de que los continuos aumentos de población y empleo están provocando una congestión y aglomeraciones crecientes, no solo en la red vial general, sino también en las redes de transporte público, peatonal y ciclista. Particularmente en las ciudades donde se espera que la población crezca rápida y sustancialmente en las próximas décadas (por ejemplo, en Barcelona), se prevé que estos problemas empeorarán, y es probable que las políticas sostenibles de movilidad sean insuficientes para abordar el problema.

También es probable que haya un conjunto diferente de preocupaciones políticas: un énfasis continuo en reducir los accidentes de tráfico, mejorar la calidad del aire, junto con un énfasis creciente en la calidad de vida de la ciudad (reducir el estrés en las vías públicas, aumentar la superficie pública destinada al ocio, etc.).

Mirando hacia el futuro, el continuo crecimiento económico y la creciente urbanización presionarán aún más los sistemas de transporte y exigirán nuevas respuestas políticas, que probablemente se encuentren tanto en las nuevas tecnologías como en la penetración de mercado de los nuevos servicios, para ayudar a proporcionar nuevas perspectivas políticas.

# CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MOVILIDAD URBANA

## 1.1. Parámetros modales de la movilidad

Para realizar una evaluación acertada del impacto socioeconómico de la movilidad urbana conectada, en primer lugar se ha analizado el modelo de movilidad urbana actual en el ámbito del sistema tarifario integrado de la región metropolitana de Barcelona (STI). Dicho ámbito recoge 296 municipios con un total de 4.713.222 residentes, de los cuales en un día laborable realizan un total de 16.047.237 desplazamientos<sup>1</sup>, es decir, que cada persona de media realiza 3,4 desplazamientos en un día laborable [1], [2].

Durante la primera parte del estudio se hará referencia a los modelos de transporte y la comparativa entre ellos: no motorizados (a pie, bicicleta, etc.); transporte público (autobús, modos ferroviarios, etc.); transporte privado (coche, moto, etc.). También es importante hacer la comparativa entre los distintos motivos del desplazamiento que pueden resumirse en: movilidad ocupacional (hace referencia a los desplazamientos por trabajo o por estudios), movilidad personal (hace referencia a los desplazamientos por ocio, para gestiones del hogar, etc.) y vuelta a casa.

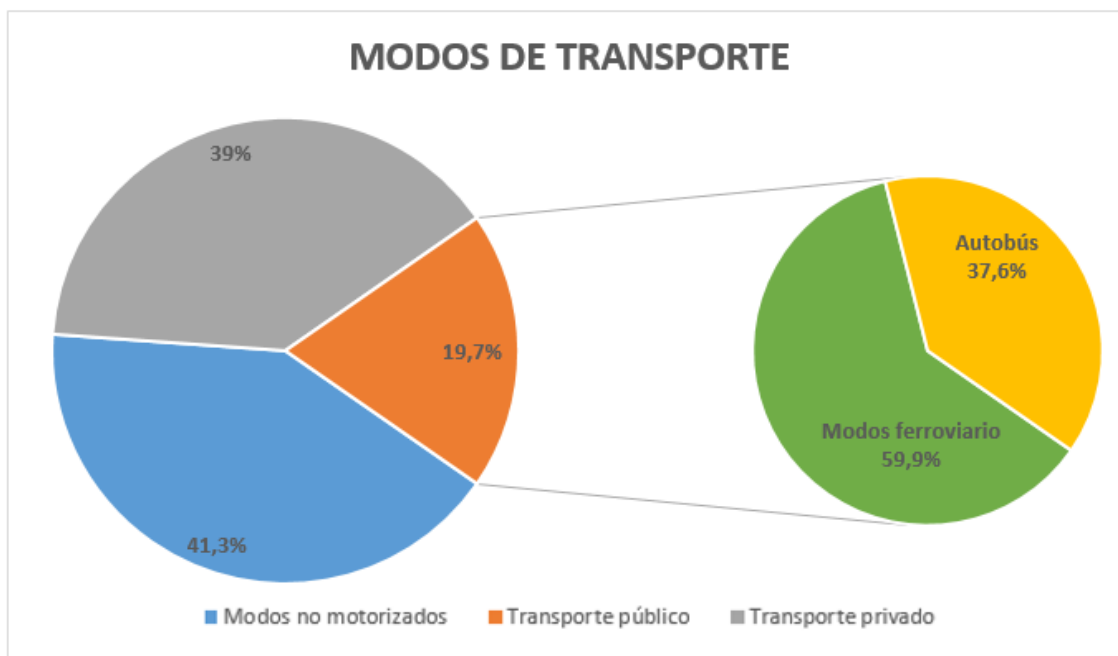
### 1.1.1. Modos de transporte

Partiendo de estos datos básicos de población y desplazamientos del ámbito del sistema tarifario integrado de la región metropolitana de Barcelona, como se puede observar en la Gráfica 1.1, la población del STI en 2016 se desplazó mayoritariamente en modos no motorizados. Este modo contempla un 41% de la movilidad diaria, y de estos un 96,5% a pie. El segundo modo de transporte es la movilidad en vehículos privados que representa un 39% de los desplazamientos, principalmente con coche. Para completar el gráfico, el modo

---

<sup>1</sup> *Desplazamiento*: Se corresponde con un único motivo y puede tener más de una etapa con modos de transporte diferentes.

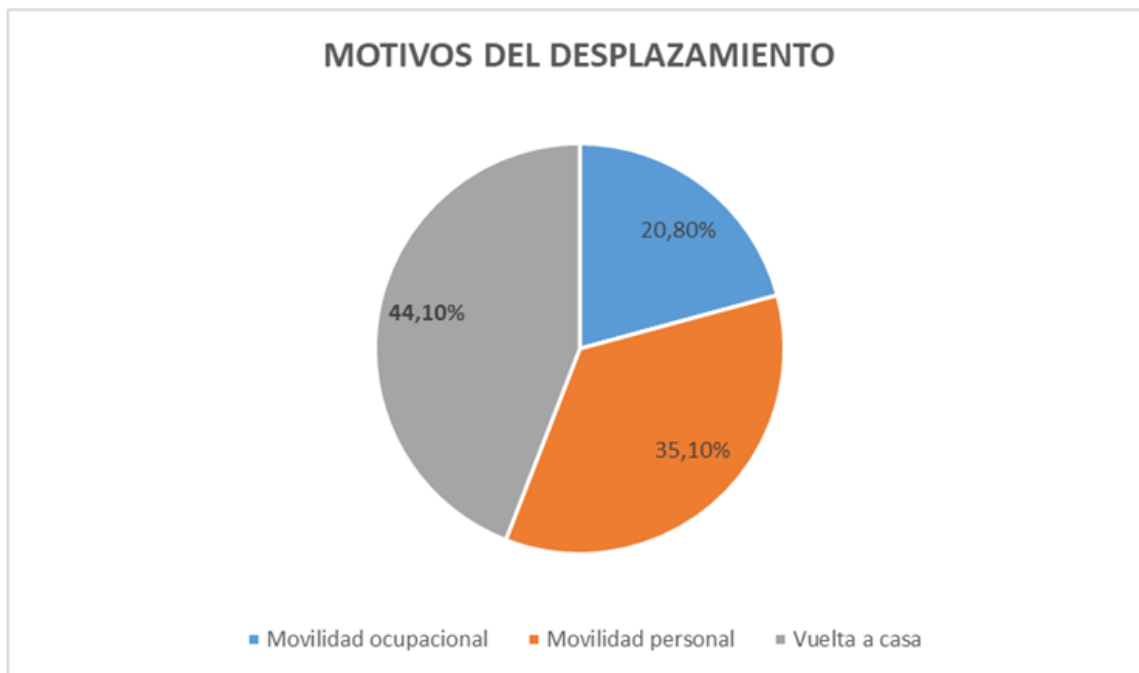
de transporte menos utilizado para los desplazamientos en días laborales es el transporte público, 19,7%, de los cuales casi el 60% se desplazan en modos de transporte ferroviarios (Influye a metro, FFCC, tranvía y Renfe) [3], [5].



**Gráfica 1.1 Modos de transporte para la región STI del área de Barcelona en el año 2016**

### 1.1.2. Motivos del desplazamiento

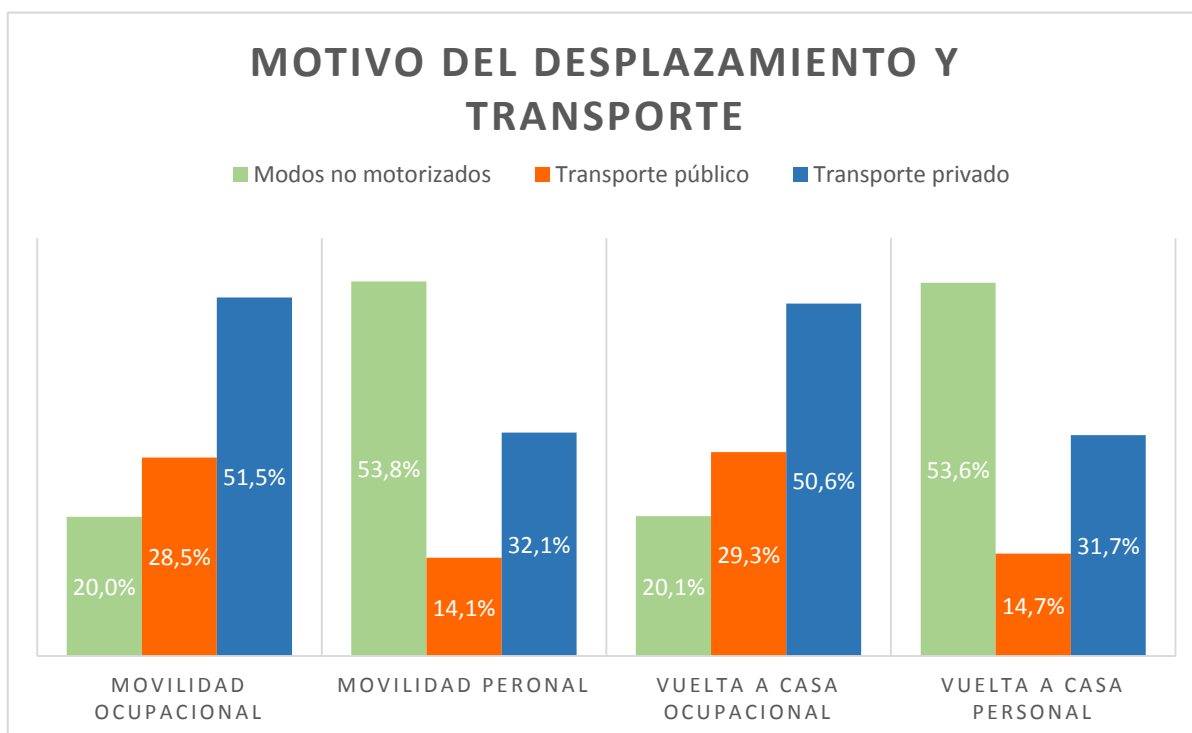
Saber el motivo de los desplazamientos es necesario para poder comprender y estimar la evolución de la movilidad. En 2016, de los 16.047.237 desplazamientos en el ámbito STI se realizan por motivos personales 5.6M desplazamientos al día, bastante superior a la movilidad por motivos ocupacionales de los que se realizan 3.3M al día. El resto de desplazamientos, 7.1M, son los de vuelta a casa. En la Gráfica 1.2 se puede observar el porcentaje de desplazamientos según el motivo [2].



**Gráfica 1.2 Motivos del desplazamiento para la región de STI del área de Barcelona para el año 2016**

### **1.1.3. Comparativa entre el modo transporte y el motivo de desplazamiento**

Los desplazamientos por motivos ocupacionales se utilizan principalmente los modos motorizados, mayoritariamente el transporte privado. En cambio, cuando se trata movilidad personal predomina el uso de los medios no motorizados. Tal y como se puede ver en la Gráfica 1.3, la vuelta a casa ya sea por motivo personal u ocupacional se suele realizar con los mismos medios que la ida [2], [3].



**Gráfica 1.3 Motivos del desplazamiento y transporte para la región de STI del área de Barcelona para el año 2016**

## 1.2. Parámetros sociales y económicos de la movilidad urbana

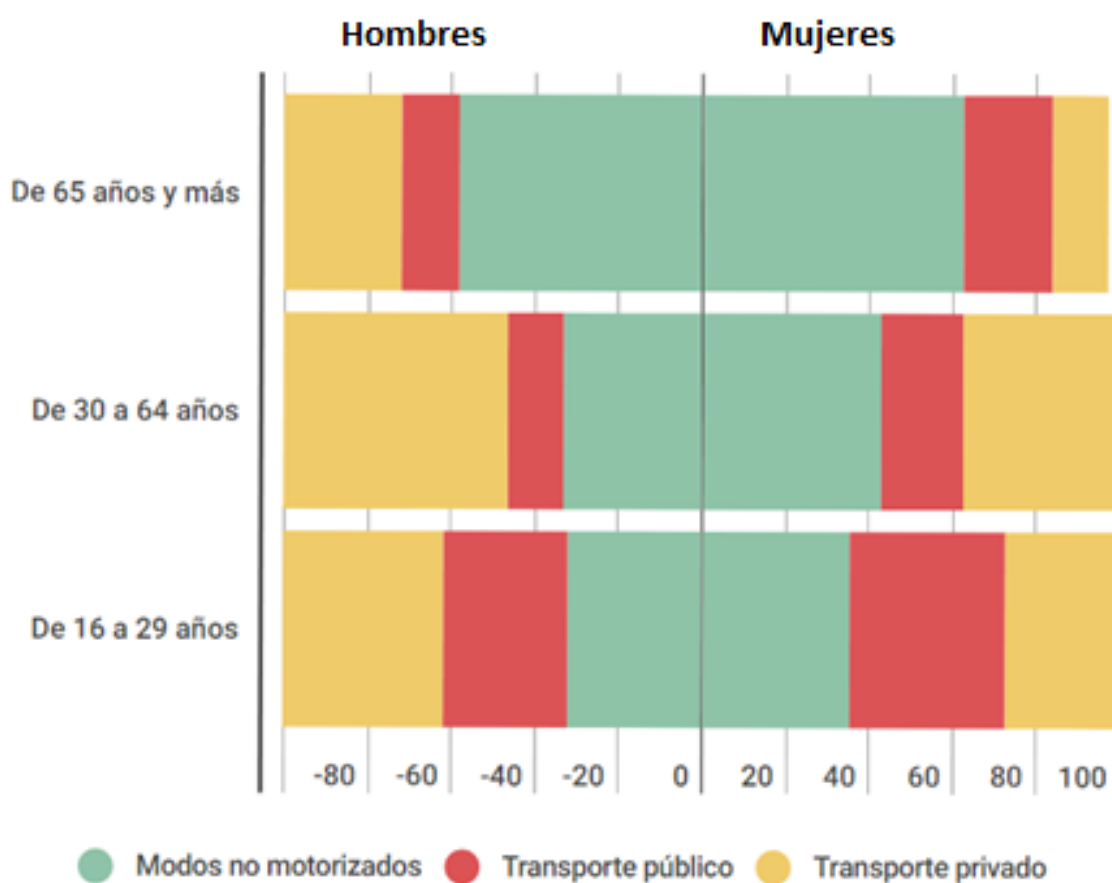
Para definir bien el sector de la sociedad al que más le afectará el cambio en la movilidad conectada y ver que tendencia podría seguir, se van a analizar los parámetros sociales y económicos del ámbito STI en lo que respecta a la movilidad.

### 1.2.1. Movilidad por género y por edad

En primer lugar se ha profundizado en la movilidad por género y por edad. Como podemos ver en la Gráfica 1.4 y Gráfica 1.5 se han comparado los modos de transporte según el género y la edad; y el motivo del desplazamiento según el género y la edad.

### 1.2.1.1. Modo de transporte por género y por edad

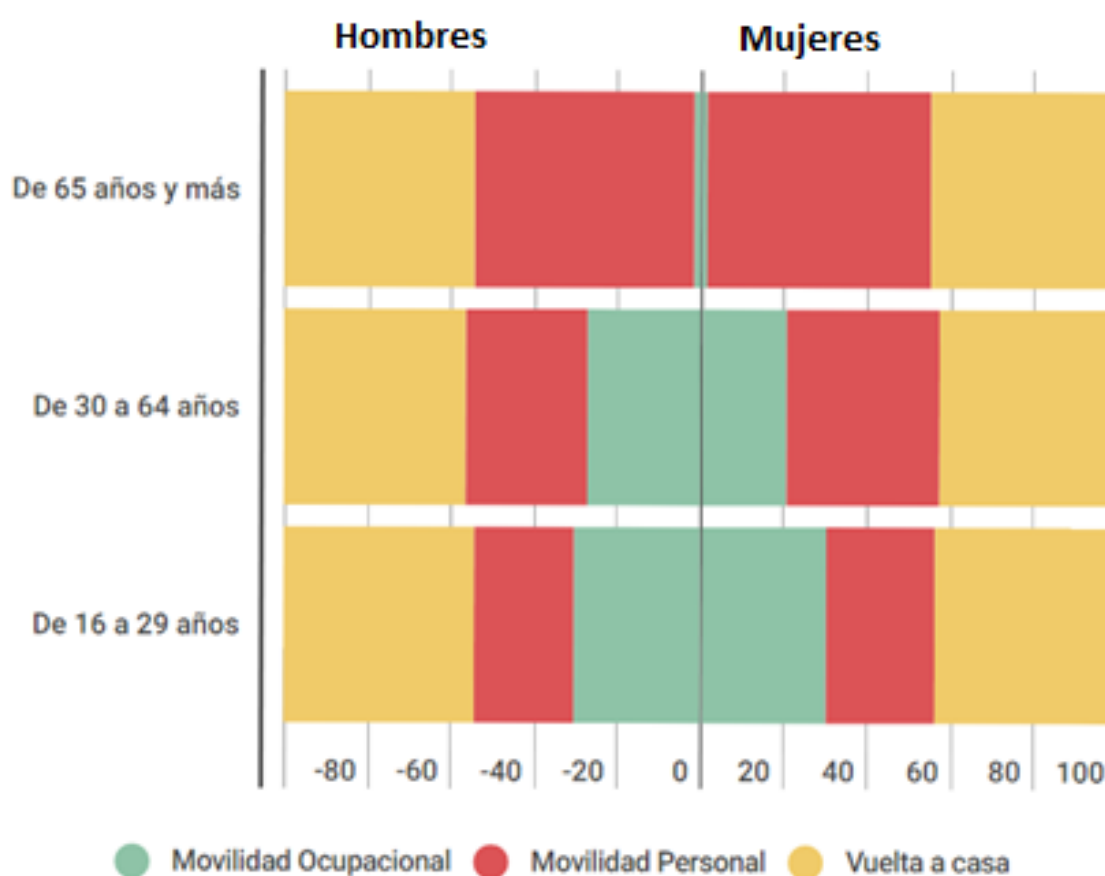
En relación al modo de transporte podemos extraer que por lo general los hombres tienden más al uso de los vehículos privados que las mujeres. Se puede observar una mayor diferencia en el rango de edad de 30 a 64 años, los hombres realizan un 53,6% del total de desplazamientos en transporte privado, en contraste con las mujeres, con el 37,6%. En cambio las mujeres tienden más al uso del transporte público y/o modos no motorizados [2], [7].



**Gráfica 1.4 Motivos del desplazamiento y transporte para la región de STI del área de Barcelona para el año 2016**

### 1.2.1.2. Motivo del desplazamiento por género y por edad

En relación al motivo del desplazamiento se diferencia del resto el rango de edad de 30 a 64 años, dado que la mayoría de desplazamientos del grupo masculino es por motivos ocupacionales, en cambio el grupo femenino se desplaza más por motivos personales. En la Gráfica 1.5 se puede observar dichas afirmaciones, y la equidad entre géneros en sus distintos rangos de edad [2], [7].



**Gráfica 1.5 Motivos del desplazamiento por género y edad para la región de STI del área de Barcelona para el año 2016**

### 1.2.2. Modalidad de transporte según el PIB

Para averiguar si el estatus socioeconómico del ciudadano es una barrera para el paradigma de la movilidad o si existen costumbres predeterminadas, se ha comparado el tipo de modalidad de transporte [2] y el Producto Interior Bruto (PIB) por habitante [8] en las comarcas pertenecientes al STI.

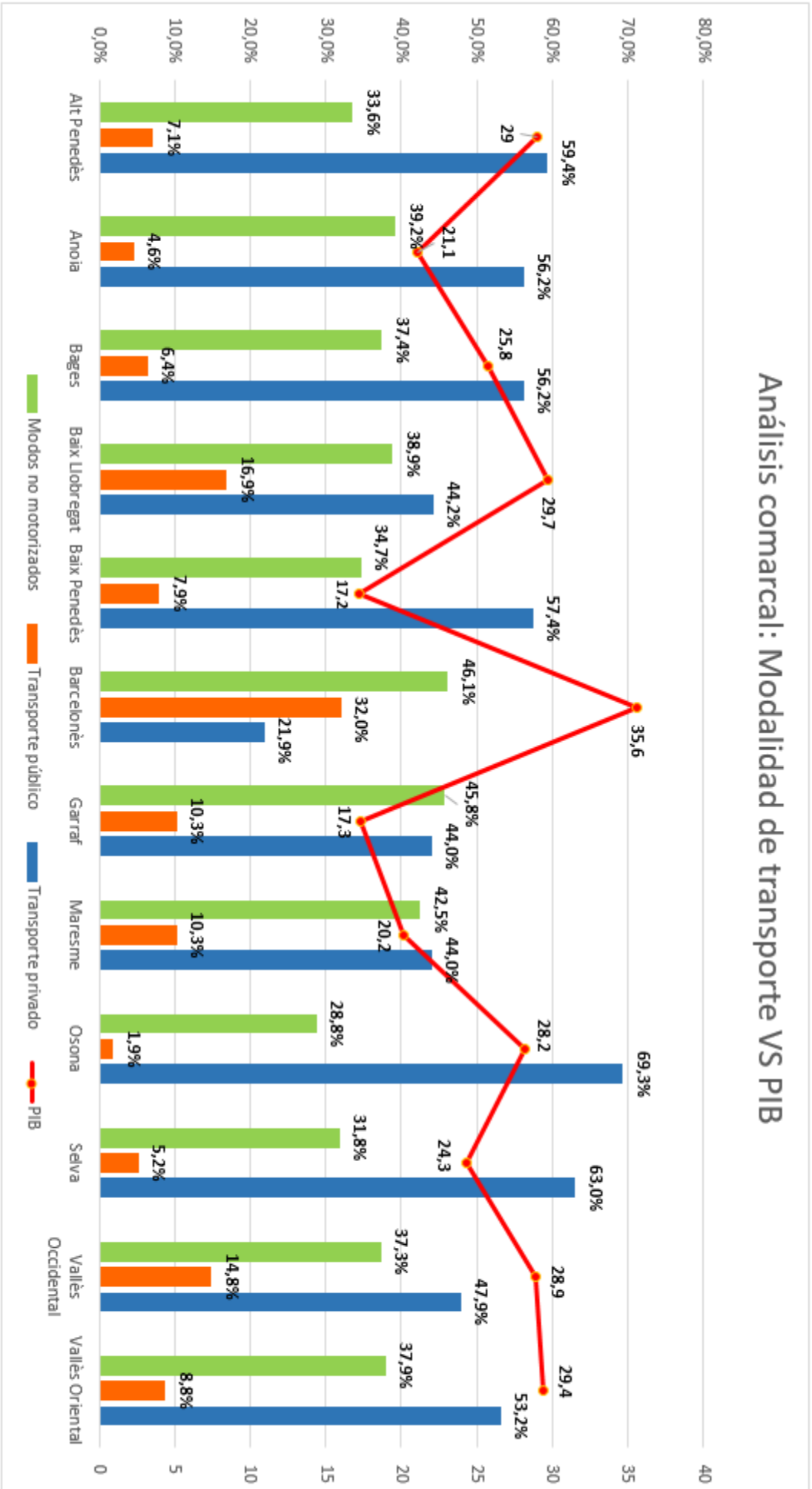
Observando la Gráfica 1.6 se ve que no existe una fuerte correlación entre estas dos variables (la movilidad en relación al PIB y comarca), sino que la relación más significativa es con su posición en el mapa. Es decir, dependiendo de la distancia que hay con el núcleo metropolitano, comarca del Barcelonés, se utiliza más o menos el transporte privado, esto es debido a que en las comarcas con menos densidad de población tienen una calidad de transporte público más baja. Se observa el mismo comportamiento en la modalidad del transporte, el uso del transporte público o privado no depende tanto del nivel socioeconómico sino que más bien tiene una correlación con la zona geográfica.

El Barcelonés es una comarca con un comportamiento de la movilidad diferenciada del resto, de hecho tiene el mayor porcentaje de desplazamiento con medios de movilidad sostenibles<sup>2</sup> (transporte público y modos no motorizados, 78,1%). Las comarcas limítrofes del Barcelonés siguen el mismo comportamiento, también tienen un alto porcentaje de uso de medios de movilidad sostenible. En contraposición, se encuentra la comarca de Osona e la que de cada tres desplazamientos, dos se realizan en transporte privado, con un insignificante porcentaje de uso del transporte público (1,9%) [2], [8].

---

<sup>2</sup> *Movilidad sostenible: modelo de movilidad que no causa un impacto negativo sobre las condiciones del medio ambiente y que se preocupa por el bienestar y la calidad de vida. Este modelo incluye los modos de transporte colectivos y de baja emisión de CO<sub>2</sub> [9]*





**Gráfica 1.6 Modalidades de transporte VS PIB para la región de STI del área de Barcelona para el año 2016**

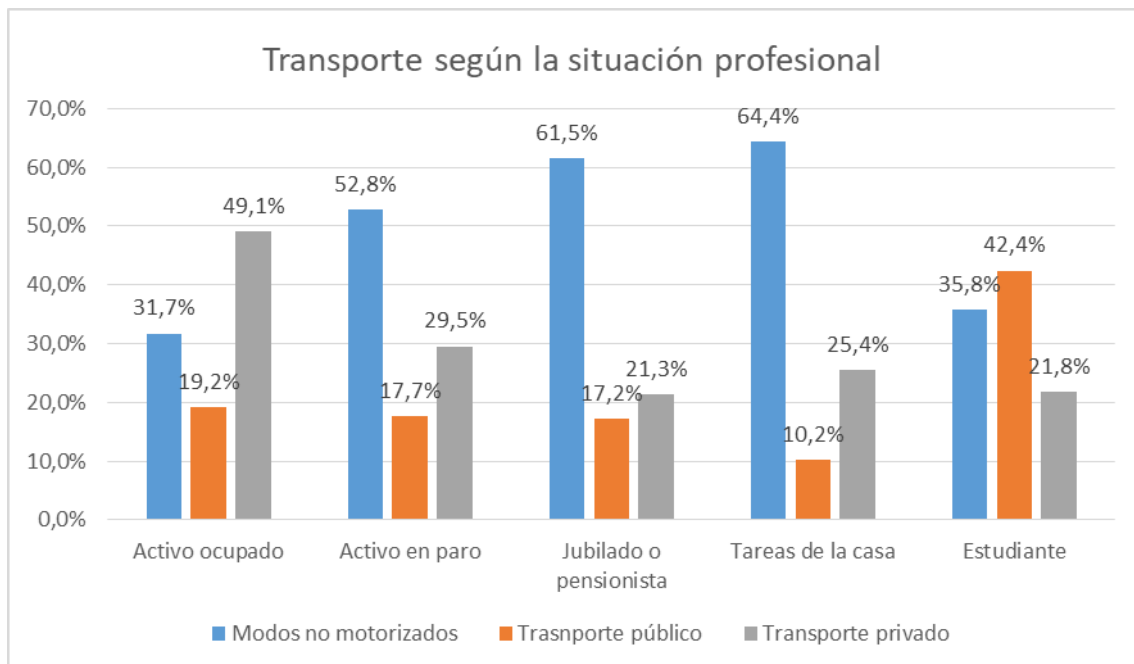
### 1.2.3. Movilidad según la situación profesional

La movilidad según la situación profesional da otra visión de a qué sector de la sociedad afectará de mayor manera el impacto socioeconómico cuando se establezca las condiciones de la movilidad conectada.

Las personas en activo ya sean ocupadas o en paro son los dos grupos que realizan más desplazamientos al día, de media 3,6. Con un valor inferior se encuentran los jubilados, personas que se dedican a labores de la casa y estudiantes, exactamente con 3,2 desplazamientos al día [2].

#### 1.2.3.1. Modo de transporte según la situación profesional

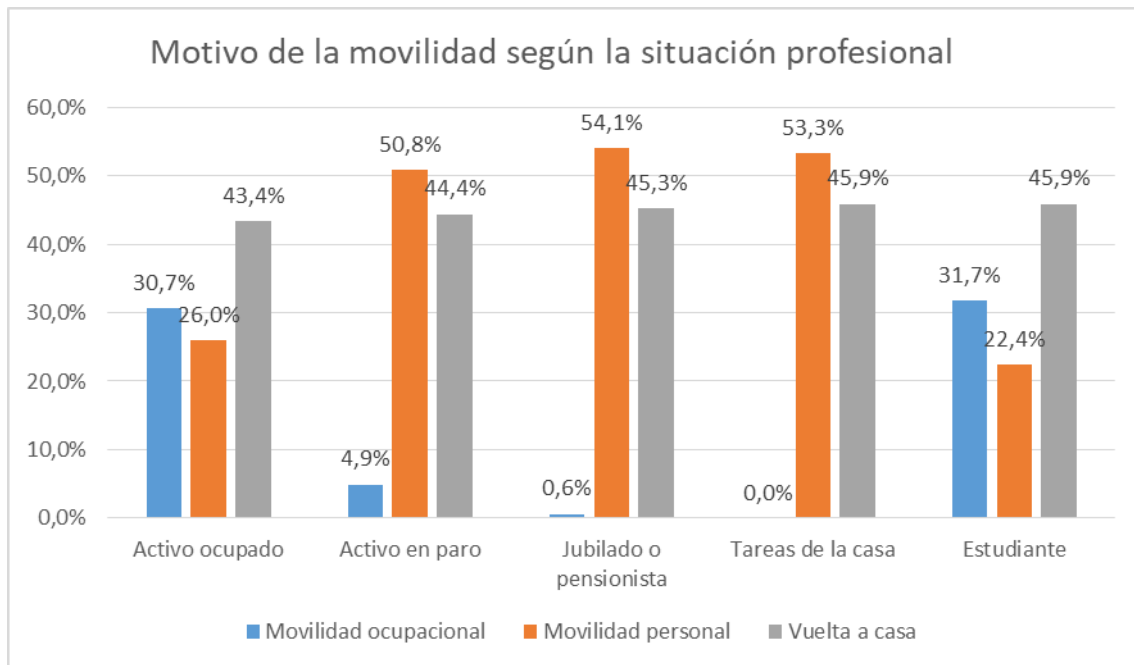
Los estudiantes y las personas ocupadas realizan más desplazamientos por motivos ocupacionales. Por el contrario, los jubilados, las personas dedicadas a las tareas del hogar y las personas que se encuentran en paro, realizan la mayor parte de sus desplazamientos por motivos personales. En la Gráfica 1.7 se puede observar el desglose de dicho análisis [2], [10].



**Gráfica 1.7 Modo de transporte según la situación profesional para la región de STI del área de Barcelona en el 2016**

### 1.2.3.2. Motivo del desplazamiento según la situación profesional

La movilidad con medios no motorizados predomina en los colectivos de personas activas en paro, personas jubilados y en las personas dedicadas a las tareas de la casa, en cambio los estudiantes son el sector que más utiliza el transporte público, y por otro lado, la población activa ocupada se mueve principalmente en vehículos privados. En la Gráfica 1.8 se puede observar el desglose de dicho análisis [2], [10].



**Gráfica 1.8 Motivo del desplazamiento según la situación profesional para la región de STI del área de Barcelona en el 2016**

## 1.3. Tasa de ocupación del vehículo

### 1.3.1. Datos actuales de la tasa de ocupación del vehículo

Durante la última crisis económica en España (2008-2014), se percibió un descenso del uso del vehículo privado [11], como consecuencia se redujeron las congestiones en las vías públicas y un mayor porcentaje de los desplazamientos se realizaban en transporte público. Pero España en el año 2014, retoma unos niveles económicos estables y desde entonces se han producido tres incrementos anuales sucesivos en los valores estimados correspondientes al tiempo perdido en atascos [26].

La reducción de un 7,3% de la tasa de desempleo (2017) respecto a la de hace cuatro años [12]-[13], el aumento del producto interior bruto por habitante [14] y la bajada de precios del combustible [15], ha creado una mayor demanda de desplazamientos por vías públicas y por consecuencia ha habido un aumento en los niveles de congestión de estas.

Barcelona se sitúa actualmente en la posición 66 a nivel mundial de ciudades afectadas por un mayor grado de congestión de tráfico, y encabeza la clasificación de ciudades españolas. Puede alcanzar hasta un 53% más de tiempo empleado en horas puntas<sup>3</sup> respecto al tiempo que se emplearía en una situación de tráfico fluido. El porcentaje se sitúa en el 31% por encima de la media anual de tiempo perdido en atascos de hace tres años, lo que se traduce en una pérdida media de 28 horas anuales por persona [16].

---

<sup>3</sup> *Hora punta en Barcelona: de 7:00-10:00 a.m. (representa un 18% de los desplazamientos) y de 17:00-20:00 p.m. (representa un 23% de los desplazamientos) [3]*

En el top 3 de vías públicas más congestionadas de España (Tabla 1.1), ocupan los dos primeros puestos carreteras catalanas. La B-10, que va desde B-20/Montgat/Ronda de Dalt/Lleida/Girona/Terrassa hasta Zona Franca/Port/Fira, hizo que los conductores perdieran 23.32 horas durante el año 2017 y en segundo lugar la autovía B-23, con origen Barcelona (Av. Diagonal) y destino Molins de Rei/Sant Feliu/A-2, supuso una pérdida de 22 horas de media [17].

Puesto	Ciudad	Carretera	Distancia	Peor día/hora	Retraso total 2017
1	Barcelona	B-10	12.54 km	Viernes 15:00	23.32h
2	Barcelona	B-23	9.06 km	Lunes 8:00	22.48h
3	Madrid	A-2	10.65 km	Lunes 9:00	18.44h

**Tabla 1.1 TOP 3 carreteras más congestionadas de España en 2017**

La tasa de ocupación de automóviles sigue disminuyendo (en 2016 disminuye de media un 14% en capitales europeas respecto al 2014). Los datos más recientes (2016) para el número promedio de pasajeros por vehículo (incluido el conductor) para los países de Europa es de aproximadamente 1,45 pasajeros por vehículo (en España: 1,35; Reino Unido: 1,58; Alemania: 1,42 y Países Bajos: 1,38 pasajeros) [18].

Las posibles razones para que ocurra una disminución de la tasa de ocupación de automóviles, incluyen una mayor individualización de la sociedad, que se refleja en la disminución del tamaño de los hogares y el aumento de la propiedad de automóviles, es decir, mayor ratio automóvil/habitante [19].

En el caso de la ciudad de Barcelona, la ocupación media de los vehículos privados es 1.7 [20], por encima de otras capitales europeas como Londres (1.56) [21], Berlín (1.34) [22], Milán (1.56) [23], París (1.35) [24], Madrid (1.35) [56].

En las redes viales de mayor volumen de tránsito de Catalunya se obtienen las siguientes tasas [25]:

Lunes - Jueves	1,5 ocupantes/vehículo
Viernes	1.6 ocupantes/vehículo
Sábado - Domingo	2.1 ocupantes/vehículo

**Tabla 1.2 Tasa de ocupación Barcelona - días de la semana en 2017**

Se nota una gran diferencia entre los días laborales y el fin de semana, debido a que la mayor parte de desplazamiento en un día festivo se suelen realizar por motivos de ocio en grupo.

### **1.3.2. Impacto de la tasa de ocupación de los vehículos**

Las tasas de ocupación de vehículos se pueden utilizar para explicar los cambios en los niveles de propiedad del vehículo y para ilustrar los cambios en la eficiencia del transporte público<sup>4</sup>. El uso eficiente de los vehículos de pasajeros da como resultado la necesidad de menos vehículos-kilómetros para transportar la misma cantidad de pasajeros. El nivel de ocupación es uno de los principales parámetros que determinan la eficiencia energética y de emisiones, lo que significa que el indicador de ocupación del vehículo es importante en relación con el impacto ambiental de los diferentes modos de transporte.

---

<sup>4</sup> Eficiencia del transporte público: Atender a la demanda con precisión y exactitud conociendo la cantidad de vehículos, rutas, itinerarios y otros elementos.

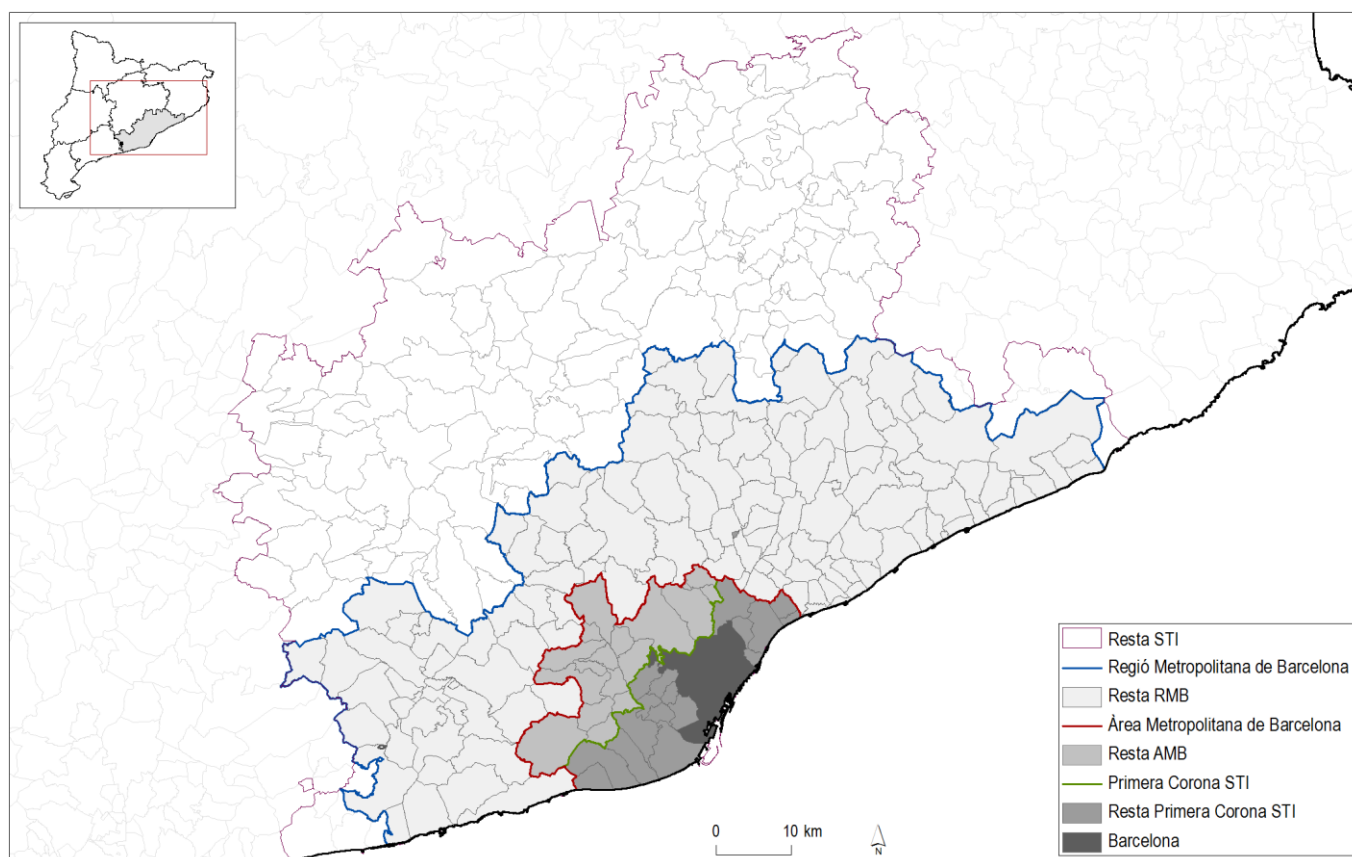
El número total de vehículos-kilómetros puede reducirse significativamente si aumenta la eficiencia del transporte de pasajeros (en términos de tasas de ocupación de vehículos). En consecuencia, se necesitarían menos vehículos para transportar el mismo número de personas, lo que ayudaría a combatir la congestión y evitar el daño ambiental. Por otro lado, una desventaja potencial es la comodidad reducida del pasajero debido a vehículos con un nivel de ocupación más alto.

Las medidas para aumentar las tasas de ocupación de los vehículos privados incluyen esquemas para favorecer vehículos con más de un ocupante (privilegios de tráfico e incentivos financieros). No existen objetivos explícitos para este indicador a nivel de la UE, y tampoco existen objetivos políticos para los programas de uso compartido de automóviles. Sin embargo, hay varias iniciativas (en el apartado 2.5.1.1 se hace una breve explicación de las iniciativas que están en curso) para aumentar los niveles de ocupación de los vehículos privados. Las administraciones de transporte público junto con empresas privadas están, por ejemplo, promoviendo cada vez más el uso compartido de automóviles. Algunos estados europeos también han desarrollado políticas para mejorar las tasas de ocupación del transporte. En el apartado 2.5.1. se da más detalle del impacto y la evolución de la tasa de ocupación.

## 1.4. Descripción de la movilidad por zona geográfica

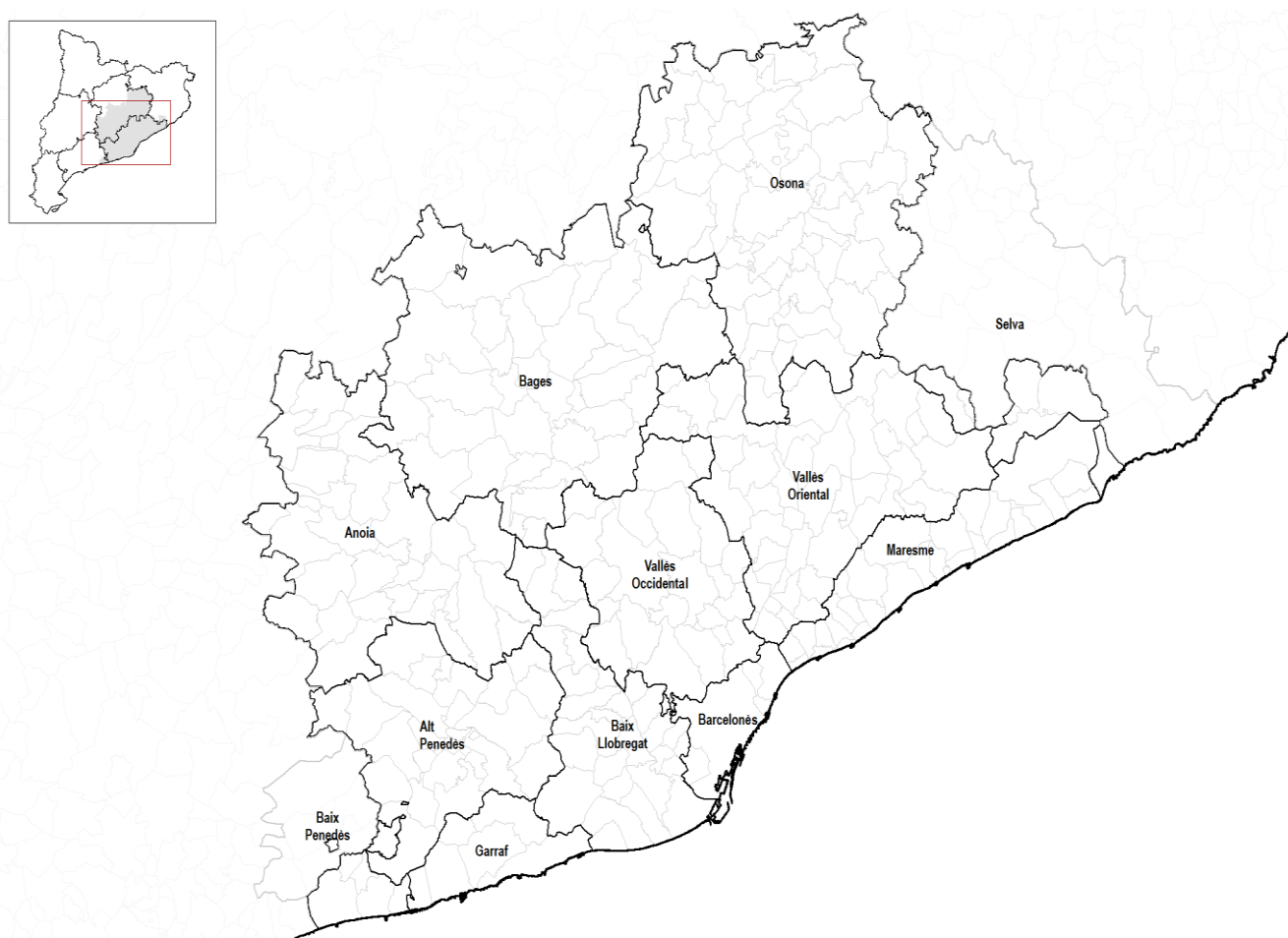
El ámbito del sistema tarifario integrado se puede subdividir en diferentes áreas: El municipio de Barcelona, la primera corona STI, Área Metropolitana de Barcelona (AMB), la Región Metropolitana de Barcelona y el resto de STI. El siguiente análisis se ha obtenido de datos del 2016.

Comenzando por la zona más densa (habitantes/km<sup>2</sup>), el municipio de Barcelona, en la que los residentes realizan 4.712.000 desplazamientos en un día laboral; En el resto de la primera corona STI (excluyendo el municipio de Barcelona) se realizan 2.388.000 desplazamientos; El resto de la área metropolitana de Barcelona (AMB) (excluyendo la primera corona STI), con un total 1.797.000 de desplazamientos; El resto de región metropolitana de Barcelona (RMB) (excluyendo la AMB), registra 5.182.000 desplazamientos; Y para acabar en el resto de STI, la suma de desplazamientos son 1.968.000 [3]. La subdivisión descrita se puede contemplar en el Mapa 1.1 y a continuación las comarcas en las que afecta el sistema tarifario integrado Mapa 1.2.



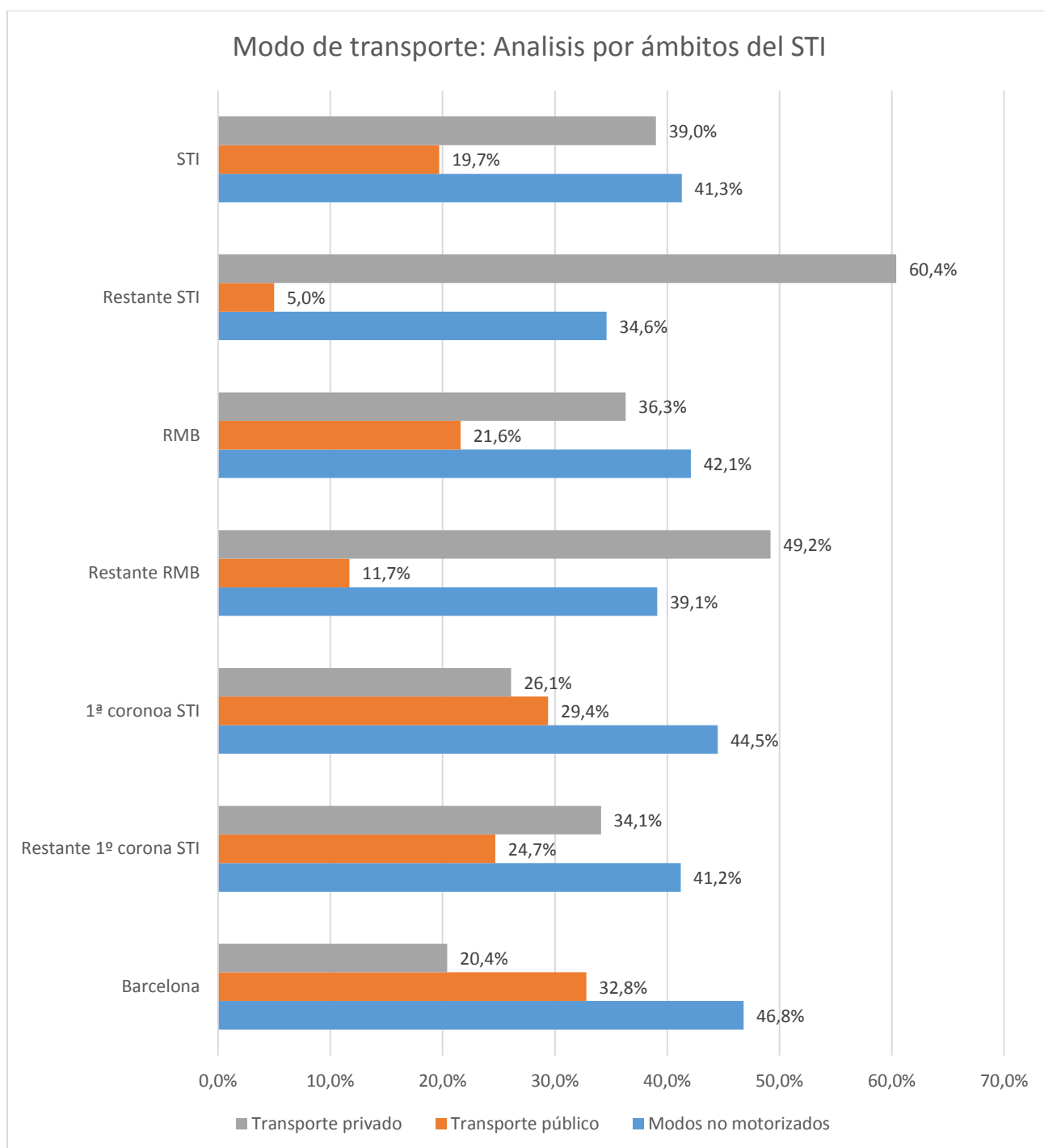
**Mapa 1.1 Sistema Tarifario Integrado (STI)**





**Mapa 1.2 STI subdividido por comarcas**

Consecuentemente con la afirmación anterior, el uso del transporte privado aumenta a medida que nos alejamos de Barcelona. El transporte en vehículos privados, concretamente aumenta. La diferencia más destacable entre zonas es entre Barcelona y la Región Metropolitana de Barcelona (RMB), los barceloneses utilizan el transporte público en un 32,8% de sus desplazamientos, en contraste al 11,7% de desplazamiento en la RMB (excluyendo Barcelona). A su vez, en la región metropolitana de Barcelona casi la mitad de los desplazamientos se realizan en vehículo privado (49,2%) y en la capital catalana un 20,3%. En la Gráfica 1.9 se puede observar el análisis de los modos de transporte por ámbitos del STI.



**Gráfica 1.9 Modo de transporte: Análisis por ámbitos del STI en el 2016**

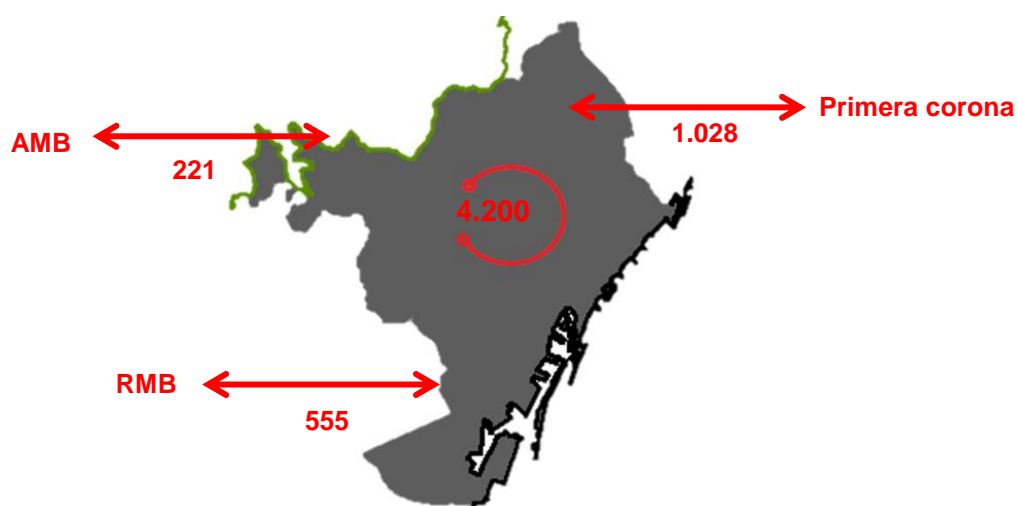
Para dar más detalle de los desplazamientos por zona se puntualiza en los desplazamientos internos<sup>5</sup> y entre ámbitos del STI. La zona con más desplazamientos internos es Barcelona, ya que acoge la gran mayoría de

<sup>5</sup> *Desplazamientos internos:* Desplazamiento con origen y destino el mismo ámbito.

empresas, centros de estudio, ocio, etc. con 4.200.000 de desplazamientos Barcelona – Barcelona.

#### 1.4.1. Desplazamientos entre el Municipio de Barcelona y los ámbitos del STI

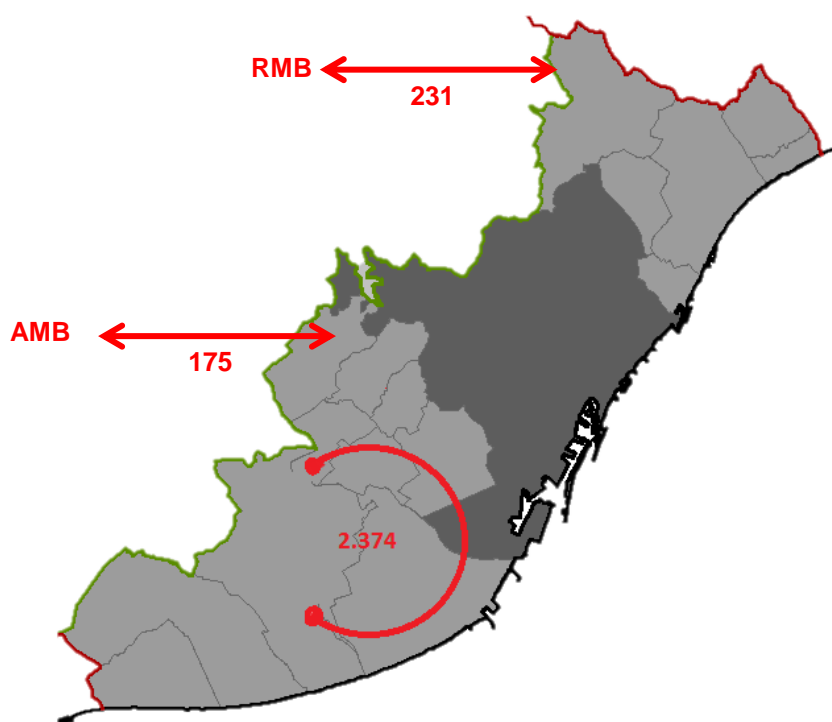
El flujo de desplazamientos más intenso del municipio de Barcelona entre ámbitos es hacia la primera corona del STI, con 1.028.000, y el segundo flujo más cursado es al ámbito RMB con 555.000 de desplazamientos de ida y vuelta. Además, la movilidad interna en el ámbito de Barcelona logra la característica de ser la zona con la tasa de desplazamientos en vehículos privados en relación desplazamientos en transporte público más baja. De cada desplazamiento privado se realizan 2,1 desplazamientos en transportes públicos, una cifra que en el próximo capítulo se analizará cómo puede evolucionar. Por otra parte, el porcentaje de uso del transporte público en las conexiones con Barcelona y otro ámbito es superior o igual al uso del vehículo privado.



Mapa 1.3 Desplazamientos entre el municipio de Barcelona y en el resto de los ámbitos del STI

### 1.4.2. Desplazamientos entre el resto de la Primera corona del ámbito STI y los ámbitos del STI

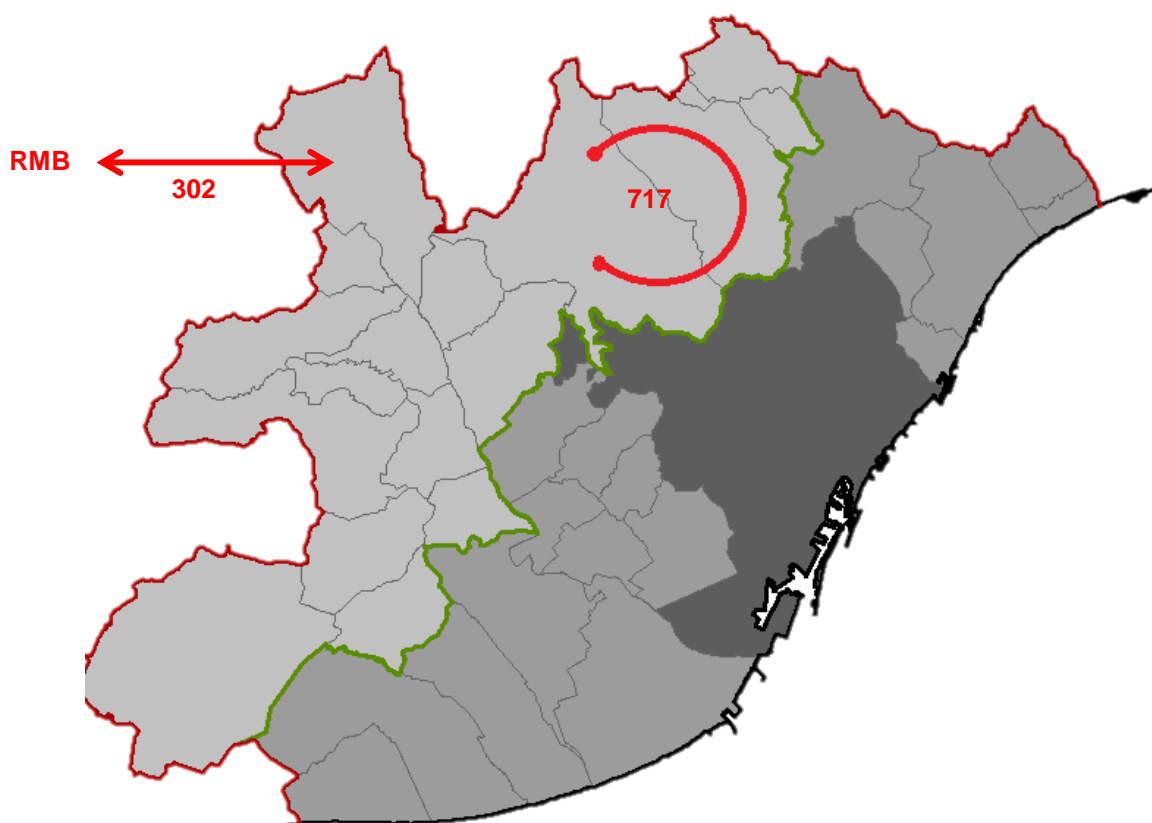
Evaluando el flujo de la primera corona del STI, se realizan 2.347.000 de desplazamientos internos y de todos estos 551.000 de desplazamientos son interurbanos. Siguiendo el mismo comportamiento que la capital, su segunda conexión más recurrente es con RMB, con 231.000 de desplazamientos.



Mapa 1.4 Desplazamientos entre el resto de la Primera corona del STI y los ámbitos del STI

### 1.4.3. Desplazamientos entre el resto de Área Metropolitana de Barcelona y los ámbitos del STI

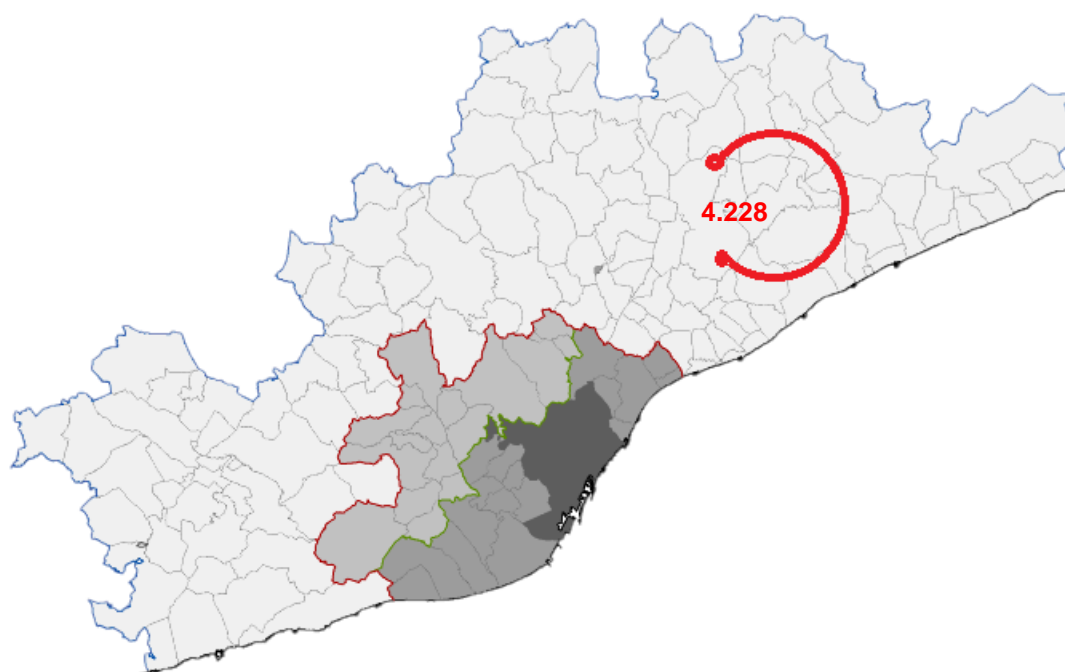
El Área Metropolitana de Barcelona destaca por ser el ámbito más equilibrado a la hora de evaluar los desplazamientos entre zonas, hacia la RMB se desplazan 302.000 veces en las dos direcciones, continuando con los desplazamientos al municipio de Barcelona que recoge 221.000 y hacia la primera corona se realizan 175.000 de desplazamientos. AMB también se caracteriza por ser el ámbito con menos desplazamientos internos, 717.000 de desplazamientos, y de estos el 15% son movimientos interurbanos. Además el transporte privado predomina sobre el público con gran diferencia, nueve de cada diez desplazamientos se realiza con un vehículo propio.



Mapa 1.5 Desplazamientos entre el resto del Área Metropolitana de Barcelona y los ámbitos del STI

#### 1.4.4. Desplazamientos entre el resto de la Región metropolitana de Barcelona y los ámbitos del STI

El resto de la Región metropolitana de Barcelona destaca por ser el área con más desplazamientos internos, con un total de 4.228.000 de desplazamientos, de los cuales internamente se cuentan 1.106.000 desplazamientos. Como ya se ha mencionado antes la zona con más desplazamientos después del municipio de Barcelona, en contraste con esta el uso del transporte público es bastante escaso, con un total de 12 % de todos los desplazamientos internos.



**Mapa 6 Región Metropolitana de Barcelona**

Se debe puntualizar que en el resto de la RMB residen el mayor número de personas del ámbito STI, debido a poseer una zona geográfica más extensa, de ahí el gran flujo de desplazamientos interno y el gran flujo de desplazamientos entre ámbitos [41].

Es importante remarcar el número de vehículos que entran y salen de Barcelona, aproximadamente 1,5 millones, de los cuales los desplazamientos de entrada y salida al municipio de Barcelona suman 1,8 millones [2].

Todos estos datos se refieren al número de vehículos en Barcelona, y se observa que tiene un crecimiento muy rápido, ya que después de unos años de decrecimiento, actualmente acumulamos tres años seguidos de crecimiento del volumen de vehículos en el municipio, esto implica un aumento de todos los flujos detallados anteriormente y contando que cada vez hay menos plazas de aparcamiento. Todos los sectores afectados afirman que se necesita un cambio [11], [2].

## **CAPÍTULO 2. PRONÓSTICO DE LA MOVILIDAD URBANA.**

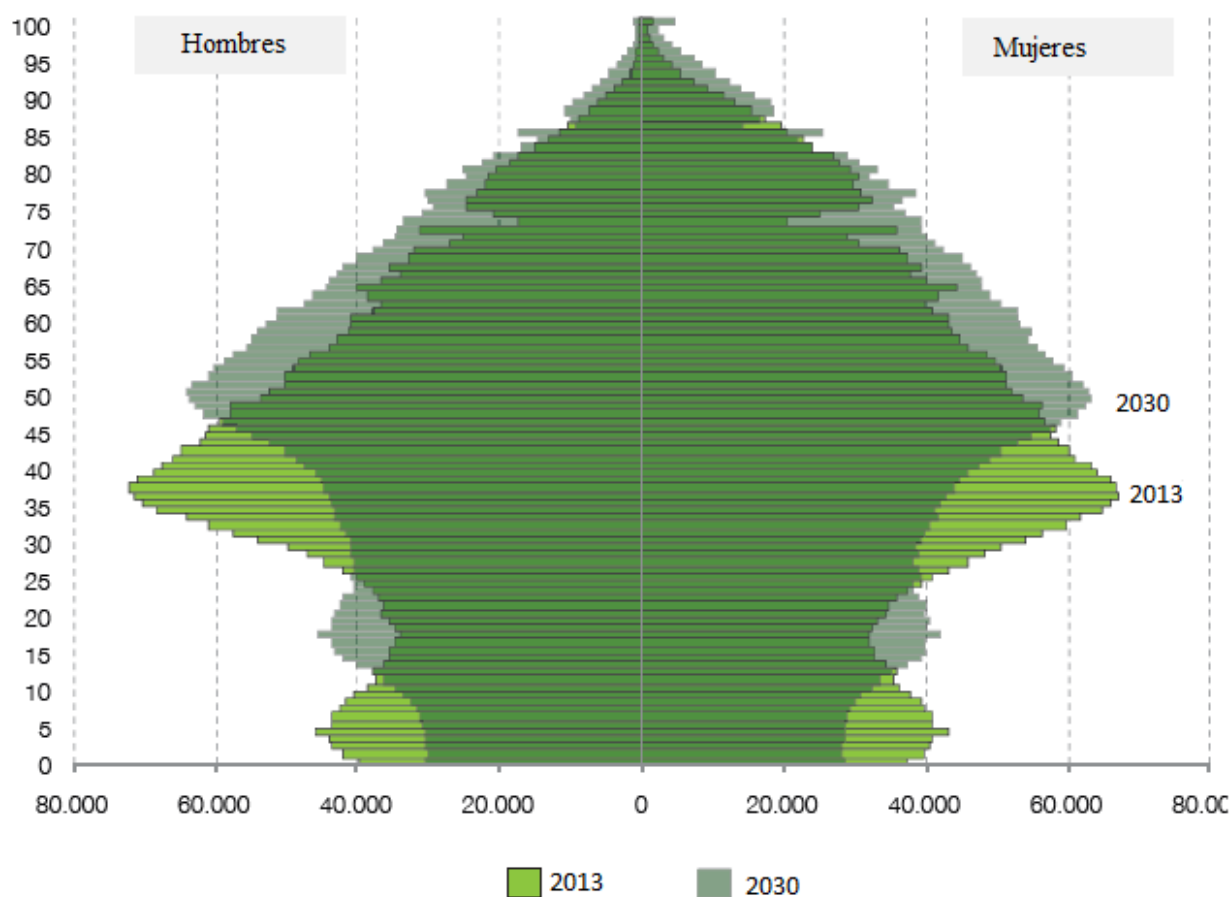
### **2.1. Proyección 2030 socioeconómica de Cataluña**

Para poder hacer una proyección socioeconómica básica hay que hacer un primer análisis de los elementos claves como son tendencias poblacionales, sociales y económicas.

#### **2.1.1. Proyección demográfica en Cataluña**

El año 2030 la población de Cataluña [2] estará más envejecida, resultado de la baja natalidad, el saldo migratorio temporalmente negativo y la dinámica de la pirámide demográfica [Gráfica 2.1]. El conjunto de la población aumentará en 153.000 personas respecto al actual, con diferencias según los tramos de edad. Así, la población de 0 a 14 años y la población de 15 a 39 años disminuirán en 217.000 y 363.000 habitantes, respectivamente. En cambio, la población de 40 a 64 años aumentará en 227.000 habitantes y la población mayor de 65 años aumentará en 330.000 habitantes.



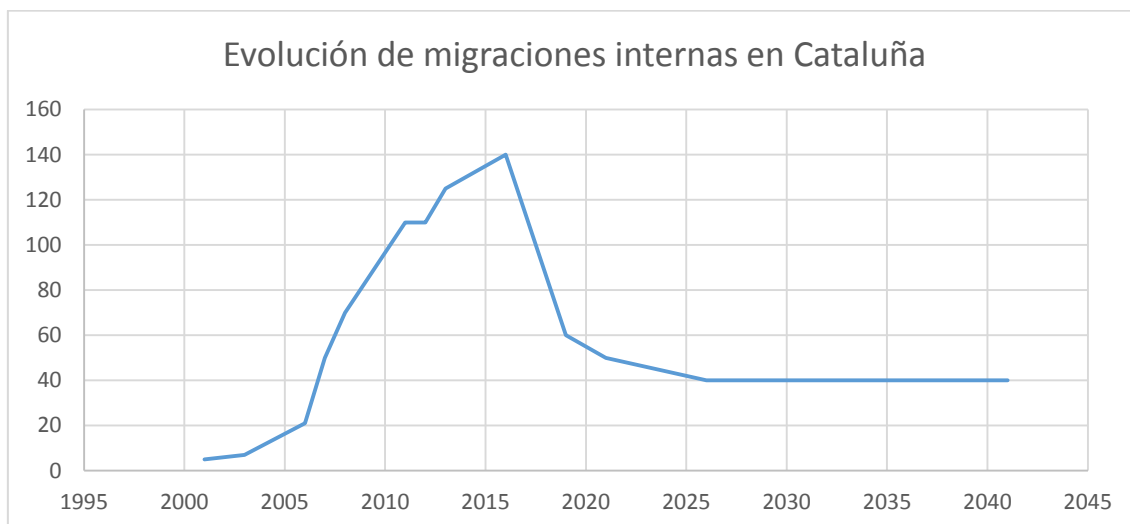


**Gráfica 2.1 proyección de la población en Catalunya 2013-2030**

Las proyecciones de población en la provincia de Barcelona estiman que en 2030 habrá un aumento del 3.5% respecto al 2018, equivalente a 142.000 personas, es decir que habrían 5,685 millones de personas. En paralelo y con la misma tendencia, se prevé que la ciudad de Barcelona absorberá un total de 111.000 de personas del total del crecimiento de la provincia, exactamente un total de 1,721 millones de habitantes en la ciudad [28].

Se registra actualmente, que el conjunto de zonas urbanas recoge al 80% de la población catalana. De este conjunto de residentes, el 46,3% vive en municipios de más de 300.000 habitantes, un porcentaje que supera a la media de Europa occidental, que es del 36,2%, aunque es menor que la media mundial, del 57,1% [28].

Después de que en el decenio 2007-2017 se contabilizara la cifra más alta de migraciones con origen y destino Catalunya, sobre todo con destino a una gran urbe, en 2030 se calcula que se mantendrá estable la migración interna<sup>6</sup> en Catalunya [28]. En la Gráfica 2.2 se puede observar la evolución de migraciones internas en Cataluña, donde el eje vertical está expresado en miles de migraciones.



**Gráfica 2.2 Evolución de migraciones internas en Cataluña**

<sup>6</sup> *Migración interna: Es el movimiento de población entre distintas regiones, pueblos o ciudades, en este caso de Cataluña. Se pueden originar debido a múltiples factores, sociales, económicos, políticos, culturales y/o ecológicos.*

### 2.1.2. Tendencias sociales

Años atrás desplazarse a medias y largas distancias era difícilmente abordable para la población, hoy en día es una necesidad. En el hecho de que hoy en día desplazarse sea accesible a la mayoría de ciudadanos, actúan diferentes factores a la hora de analizar la tendencia social, algunos factores relevantes para la movilidad son las tendencias en términos de individualismo y dimensiones de los núcleos familiares.

La individualización social y la movilidad están fuertemente relacionadas. Las elevadas tasas de divorcio, unas familias más reducidas o un creciente deseo de desplazarse de la tercera edad, no son los únicos factores de la individualización [29], también resalta en esta tendencia el interés específico en la educación y la formación, el cambio frecuente de trabajo y de ocupación [30], así como en el mayor número de relaciones a larga distancia, la riqueza de actividades recreativas en las que el viaje es muy importante o el aumento de los eventos culturales y deportivos en lugares distantes.

En las últimas décadas están surgiendo diversos estilos de vida diferenciados cuyas características principalmente se vinculan al ocio intensivo en transporte y a pautas de consumo [31]. En términos generales, la individualización y la pluralidad<sup>7</sup> fomentan la decisión de utilizar medios de transporte individuales. Ese es uno de los motivos de la necesidad de adquirir un vehículo particular. Determinados estilos de vida solo se pueden disfrutar con la propiedad de un vehículo privado.

---

<sup>7</sup> *Pluralidad: Gran variedad de personas con diferentes opiniones, aficiones, culturas, etc., que coexisten en un mismo espacio.*

### **2.1.2.1. Consecuencias del cambio demográfico y la evolución social**

Como hemos visto en el apartado anterior [2.1.1.] el porcentaje de la población representado por la generación de mayor edad aumentará en los países de la UE a un ritmo constante: para 2060, alrededor del 30% de la población tendrá más de 65 años de edad [32]. Comparando los datos de años atrás, ya se ha demostrado que ha aumentado el gasto en desplazamientos de la tercera edad. Las personas mayores son más móviles en la actualidad que hace 15 años y, en un futuro, esa tendencia seguirá creciendo [34].

En la actualidad, alrededor del 40% de las familias españolas cuyos miembros tienen edades superiores a los 60 años no dispone de vehículo, dependiendo de la situación profesional y de la zona geográfica de residencia. Sin embargo, este porcentaje disminuirá al reducirse la diferencia entre hombres y mujeres respecto al nivel de movilidad y de posesión de permiso de conducir: en el futuro, las mujeres no conducirán menos que los hombres, ni siquiera cuando envejecan [35]. Respecto a los datos analizados en el primer capítulo, se prevén que la población de mayor edad realizará más desplazamientos diarios que en la actualidad y que tendrán un mayor acceso a los automóviles [36].

Se debe destacar que, la población no es homogénea y no cuenta con necesidades y exigencias de movilidad uniformes. La extensión de la pluralidad y la individualidad también tiene su reflejo en la diversidad de planes y estilos de vida que exhiben las personas, lo que tiene consecuencias directas en la movilidad.

Sin embargo, no sólo hay que adaptar los sistemas y productos de transporte a las necesidades de una sociedad que evoluciona. Más importante es la cuestión de cómo pueden tener acceso a un transporte asequible el sector de la población financieramente vulnerables.

En España se ha reducido el porcentaje de personas de entre 18 y 25 años de edad con permiso de conducir [35]. Ello es indicativo de una distinta socialización de la movilidad, sobre todo entre los jóvenes que habitan en aglomeraciones urbanas con sistemas de movilidad multimodal, entendiendo como movilidad multimodal la movilidad que permita combinar las ventajas de cada transporte alternativo por separado, donde el usuario pueda cambiar de un medio a otro de un forma fácil y rápida; bicicleta, carsharing, ridesharing, transporte público convencional, etc. con un control en tiempo real de los transportes, donde el usuario pueda elegir el más adecuado a sus necesidades y con una plataforma de pago única.

Relacionar el comienzo de una vida adulta con la obtención del permiso de conducir está cada vez más en declive, debido a la capacidad de transporte multimodal en esta sociedad cada vez más conectada. Por una parte, los jóvenes son cada vez más vulnerables a una creciente incertidumbre financiera. En concreto, los jóvenes con un nivel de estudios alto que integran en la población trabajadora exhiben un alto grado de movilidad profesional y más conectada/compartida que los que tienen un nivel educativo más bajo, que va muy unido a un elevado nivel de movilidad residencial y para viajar.

Ello tiene como consecuencia que las redes sociales, como las familias y las amistades, se cultivan a muy larga distancia dentro y fuera de Europa, por lo que el adaptarse a la movilidad se convierte en sí mismo en un estilo de vida.

Según normativas de la UE y reflejados en los presupuestos generales del estado la subida de los precios energéticos de 2016 fue un anticipo de cómo reaccionan los consumidores a un aumento de los precios de los combustibles [37]. Dado el aumento de los costes que durante las próximas décadas provocará la probable escasez de combustibles fósiles y las medidas medioambientales, es previsible que las familias no prioricen la adquisición de un vehículo privado.

### **2.1.3. Proyección lineal-incremental VS Proyección disruptiva**

En el debate de como prosperará la movilidad conectada y/o compartida hay dos visiones totalmente contrarias, la proyección lineal-incremental y la proyección “disruptiva”. El gran punto de inflexión es el sistema de propiedad personal del vehículo, ¿permanecerá sin cambios o evolucionará a un sistema que predomine la movilidad compartida? Otra diferencia crítica es la manera en la que se encaminará el futuro.

La proyección lineal-incremental se apoya en una evolución incremental y previsible, con una creencia más conservadora, es decir, prevé que el cambio va a ocurrir de manera ordenada y lineal. Prevé un futuro que avance hacia un sistema en el que es esencial que se mantengan los principios por los que existe la movilidad hoy en día. Afirma que es necesaria la infraestructura actual, una movilidad que no contempla otro tipo de ecosistema urbano. Las empresas dominantes en el actual sector de la movilidad, aunque formalmente reconozcan la necesidad de cambios en el sistema de movilidad, la apuesta que realizan en nuevos modelos/tecnologías de movilidad es modesta

Por otro lado, la opinión “disruptiva” cree firmemente que llega una nueva era, un cambio profundo de paradigma, un sistema con vehículos completamente autónomos accesibles a demanda. Prevé que el cambio llegará en un plazo corto de tiempo, en el que cuando ocurra el punto de inflexión enseguida vendrá un impulso hacia el cambio imparable. Este cambio será liderado por otro tipo de empresas, no serán empresas de automóviles como se podría esperar, las organizaciones que piensan encaminar dicha transformación serán Uber, Apple y/o Google. Un modelo de negocio más enfocado en proporcionar un servicio que en vender un producto, con el valor añadido de que este tipo de empresas no tienen intereses creados que proteger [39].

## **2.4. Pronóstico de los parámetros clave en 2030**

Teniendo en cuenta la proyección demográfica y los dos tipos de proyecciones sobre el futuro de la movilidad, anteriormente analizados, podemos pasar a estudiar dos factores que son muy relevantes a la hora de analizar el futuro de la movilidad urbana, dichos factores son la tasa de ocupación del vehículo y el espacio urbano ocupado por la movilidad. Dependiendo el grado de estos factores la movilidad urbana convergerá hacia una sociedad más sostenible y eficiente, o mantendrá una tendencia negativa evocando a una movilidad urbana más inasumible.

La tasa de ocupación del vehículo y la superficie dedicada al ciudadano están fuertemente relacionadas, debido a que un aumento de la tasa de ocupación del vehículo implicaría no necesitar tantas vías públicas y por consecuencia una mayor superficie dedicada al ocio y bien estar del ciudadano.

Para poder proyectar la evolución de estos dos factores se debe tener en cuenta otros dos parámetros que están correlacionados. Se trata del nivel de autonomía del vehículo y del grado de propiedad del vehículo.

### **2.4.1. Evolución de la autonomía del vehículo**

Los avances tecnológicos en el sector de la automoción son muy ambiciosos y se esperan en un relativo corto plazo. Dichos avances se pueden dividir en cinco niveles de autonomía [38]:

#### **0. Nivel cero: Sin automatización**

En la autonomía de nivel 0, el conductor realiza todas las tareas operativas, como dirección, frenado, aceleración o ralentización, y así sucesivamente.

### 1. Nivel uno: Asistencia al conductor

En este nivel, el vehículo puede ayudar con algunas funciones, pero el conductor maneja toda la aceleración, el frenado y la supervisión del entorno circundante.

### 2. Nivel dos: Automatización parcial

La mayoría de los fabricantes de automóviles actualmente están desarrollando vehículos en este nivel, donde el vehículo puede ayudar con las funciones de dirección o aceleración y permiten al conductor desconectarse de algunas de sus tareas. El conductor siempre debe estar listo para tomar el control del vehículo y aun así es responsable de la mayoría de las funciones críticas de seguridad y de todo el monitoreo del medioambiente.

### 3. Nivel tres: Automatización condicional

El mayor salto desde el Nivel 2 hasta los Niveles 3 y superiores es que a partir del Nivel 3, el vehículo mismo controla toda la monitorización del entorno (usando, por ejemplo, sensores LiDAR). La atención del conductor sigue siendo crítica a este nivel, pero puede desconectarse de las funciones "críticas para la seguridad" como el frenado y dejarlo a la tecnología cuando las condiciones sean seguras. Muchos vehículos actuales de nivel 3 no requieren atención humana a la carretera a velocidades inferiores a 60 kilómetros por hora.

### 4. Nivel cuatro: Alta automatización

El vehículo es capaz de dirigir, frenar, acelerar, controlar el vehículo y la carretera, así como responder a eventos, determinar cuándo cambiar de carril, girar y usar señales.

En el nivel 4, el sistema de conducción autónomo primero notificaría al conductor cuando las condiciones son seguras, y solo entonces el conductor cambiará el vehículo a este modo. No puede determinar entre situaciones de conducción más dinámicas como por ejemplo atascos de tráfico.



## 5. Nivel cinco: Automatización completa

Este nivel de conducción autónoma no requiere absolutamente atención humana. No hay necesidad de pedales, frenos o un volante, ya que el sistema autónomo del vehículo controla todas las tareas críticas, la supervisión del entorno y la identificación de condiciones de conducción únicas, como los atascos de tráfico.

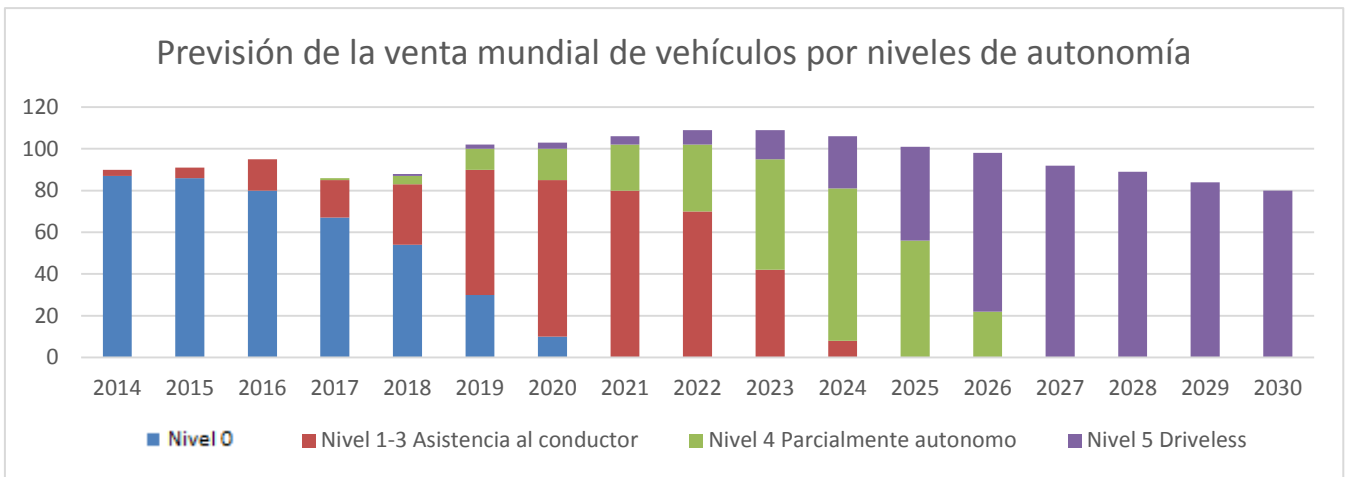
La implementación de la conducción autónoma sea exitosa depende de diferentes factores clave, el principal factor es conseguir los avances tecnológicos necesarios<sup>8</sup>; También es crucial la regulación, cuando se pretenda eliminar el control humano, la cuestión que se deberá resolver es ¿En caso de posible colisión, que vida decide proteger el programa?; y uno de los factores más importantes para tener una buena penetración en el mercado es la aceptación social, es decir el grado de confianza del usuario en ceder el control parcial o total al vehículo y establecer una convivencia con la conducción convencional.

El pronóstico del volumen de ventas anual de vehículos globales da una visión de cómo va a evolucionar el uso del vehículo autónomo. El mercado de automoción cambiará drásticamente en 2030 como consecuencia del impacto del transporte compartido y del desarrollo tecnológico. En Europa se espera que el parque de vehículos se reduzca un 25% (de 280 millones a 200 millones de unidades) y en Estados Unidos un 22% (de 270 a 212 millones de automóviles en 2030). Debido a la diferente situación del mercado en China, el parque de vehículos podría crecer en casi un 50%, en el mismo período de tiempo tendría un total de 275 millones de vehículos [44], [45].

---

<sup>8</sup> *Principales avances tecnológicos necesarios: 1. Fiabilidad de los inputs recibidos por el programa. 2. Interpretación acertada según las condiciones de tráfico, clima, la vía, etc. 3. Reacción a tiempo real*

Como podemos ver el Gráfica 2.3., en 2021 se pronostica que las ventas del automóvil de Nivel 0 se reducirán prácticamente a cero debido a que la mayoría de empresas automovilísticas harán una gran apuesta en las nuevas tecnologías y el nuevo concepto de la movilidad y también debido a la implantación de nuevas regulaciones respecto a la sostenibilidad y medio ambiente. En 2024 se estima que el mercado del automóvil Nivel 4 se incremente llegando a un 76% de las ventas, en los siguientes tres años irá disminuyendo hasta que en 2027 solo se apueste por el automóvil sin conductor [42], [43].



**Gráfica 2.3. Previsión de la venta mundial de vehículos por niveles de autonomía 2014 - 2030**

## 2.4.2. Evolución movilidad compartida

El tamaño de la población urbana y el número de conductores determinarán el crecimiento del uso compartido del automóvil en Europa, América y Asia.

En la actualidad, menos de 1% de los trayectos en vehículo privado en Europa se corresponden con servicios de servicios compartidos, siendo este un porcentaje bajo se espera un incremento exponencial del uso compartido. En Europa, alrededor de 81 millones de personas mayores de edad vivirán en grandes áreas urbanas en 2021, de las cuales 46 millones tendrán una licencia de conducir válida. Alrededor de 14 millones de personas estarán registradas con un servicio de automóvil compartido y 1,4 millones de ellas serán usuarios importantes que realizarán múltiples viajes por mes. Se espera que la población urbana mayor de edad de las grandes urbes de América del Norte alcance los 50 millones para 2021; 31 millones de personas serán conductores con licencia, de los cuales 6 millones serán usuarios registrados de un servicio de automóvil compartido. Unas 600,000 personas utilizarán estos servicios de manera habitual. La población urbana mayor de edad de Asia-Pacífico crecerá a 253 millones, y habrá 75 millones de conductores con licencia. Aproximadamente 15 millones se registrarán con servicios compartidos, y 1,5 millones los usarán para viajes mensuales múltiples. En 2030 podría alcanzar el 35% de los kilómetros en Europa, el 34% en Estados Unidos y el 46% en China [44], [45].

El modelo de movilidad de vehículo compartido es un modelo en auge, es decir que se tienen muchas expectativas de su aportación en la movilidad urbana actual. Este modelo está todavía en sus inicios y a continuación se va a detallar los escenarios de impacto de difusión de uso compartido de vehículos en tramas metropolitanas basadas en sectores de inversión de flota y los diferentes modelos de negocio.

Los usuarios del servicio de compartición de automóviles pueden provenir tanto de: propietarios de automóviles como de pasajeros en tránsito, independientemente de que dichos pasajeros tengan licencia de conducir o no. Se debe a las suposiciones de que el sistema de automóvil compartido convencerá a algunas personas para obtener la licencia de conducir, y porque más flotas que comparten automóviles ofrecerán vehículos sin conductor.

También actúan múltiples factores que influyen a los usuarios sobre el uso del modo de transporte. Hay seis factores que representan diferentes variables del escenario:

- (1) Segmentación de movilidad contemporánea
- (2) Sectores de inversión
- (3) Gastos públicos necesarios para la implantación del proyecto
- (4) Decisiones del modelo
- (5) Impactos espaciales futuros
- (6) Futuros gastos públicos

Estos factores son clave a la hora de explicar los diferentes escenarios finales y los diferentes caminos óptimos. En la Gráfica 2.4. se puede ver la implicación.

Los escenarios terminan con uno de los tres resultados posibles. El servicio de intercambio de automóviles complementa el uso de los automóviles de propiedad individual (en el caso de la provincia de Barcelona en 2016, 500 turismos por cada 1000 habitantes [11]-[46] y el transporte público (es decir, autobús, transporte ferroviario y tranvía).

Los posibles inversores de la flota de uso compartido de vehículos son privados (es decir, fabricantes de automóviles, proveedores de servicios de movilidad de TI) y públicos (es decir, empresas de transporte municipal y nacional). Uno de los escenarios se basa en la participación público-privada (PPP) donde el propietario de la flota puede ser una infraestructura privada o pública. El escenario basado en la propiedad y el servicio totalmente privados genera de cero a muy pocos gastos de introducción para el sector público. En el escenario PPP, los costos para el municipio pueden comenzar desde pequeños (es decir,

conectando estaciones de carga EV<sup>9</sup> a la red de la ciudad) hasta costes medios (por ejemplo, preparando zonas de estacionamiento con estaciones de carga EV, preparando y abriendo datos, integrando transporte público y sistemas de información con servicio de automóvil compartido). El escenario de propiedad pública tiene los costos de introducción más altos para el municipio debido a la necesidad de comprar flota, preparar infraestructura, conectar y mantener servicios. Los costos de este escenario pueden reducirse debido a la implementación a menor escala, pero el municipio debe tener en cuenta la posibilidad de ineficiencia del servicio a pequeña escala. Se entiende que el escenario óptimo es el que este financiado completo o parcialmente por propiedad pública, debido a que dejar el control total al empresas privadas puede ser perjudicial a la hora de analizar el factor suburbanización<sup>10</sup>, es decir, una empresa privada su principal estrategia es dar servicio donde la probabilidad de conseguir beneficio sea mayor, dejando a un lado a barrios o pueblos según su criterio.

El tipo de inversor de la flota de vehículos compartidos es el que determina el modelo comercial. El modelo de mercado obviamente es elegido por el sector privado. Debido a la aparición de un nuevo modo de movilidad cómodo para los propietarios de automóviles, sus consecuencias pueden resultar en la suburbanización y también en la desurbanización<sup>11</sup> de las áreas urbanas centrales. El posible escenario es que el inversor privado introduzca el servicio de compartir el automóvil solo en áreas densamente pobladas. En este escenario, las consecuencias espaciales pueden resultar similares al escenario basado en PPP. La inversión pública y de PPP puede determinar la decisión tanto en el modelo de reactivación sostenible como en el de la ciudad. El

---

<sup>9</sup> Estaciones de carga EV: Las estaciones de carga para vehículos eléctricos son el punto de recarga especial para éste tipo de vehículos. Suministran la energía eléctrica para recargar vehículos eléctricos e híbridos. Pueden ser de 240 voltios AC o corriente continua voltios 500.

<sup>10</sup> Suburbanización: Efecto de marginar espacios geográficos ubicados en las afueras de grandes áreas metropolitana. Dichos espacios suelen tener un nivel económico bajo y tener una peor conexión con la ciudad.

<sup>11</sup> Desurbanización: Es el proceso por el cual comienza a decrecer la población de las grandes áreas metropolitanas, mientras que la de las ciudades pequeñas o medianas crece a un ritmo más acelerado. Provocado por una nueva movilidad social, fórmulas flexibles de trabajo y una comprensión fluida y descentralizada de los servicios de transporte y logística

modelo sostenible considera tanto la rentabilidad como la urbanización inteligente. Este modelo es preferido para las ciudades con estructuras espaciales igualmente desarrolladas y funcionales, por lo tanto, puede generar ingresos sin crear consecuencias espaciales negativas adicionales para el área metropolitana.

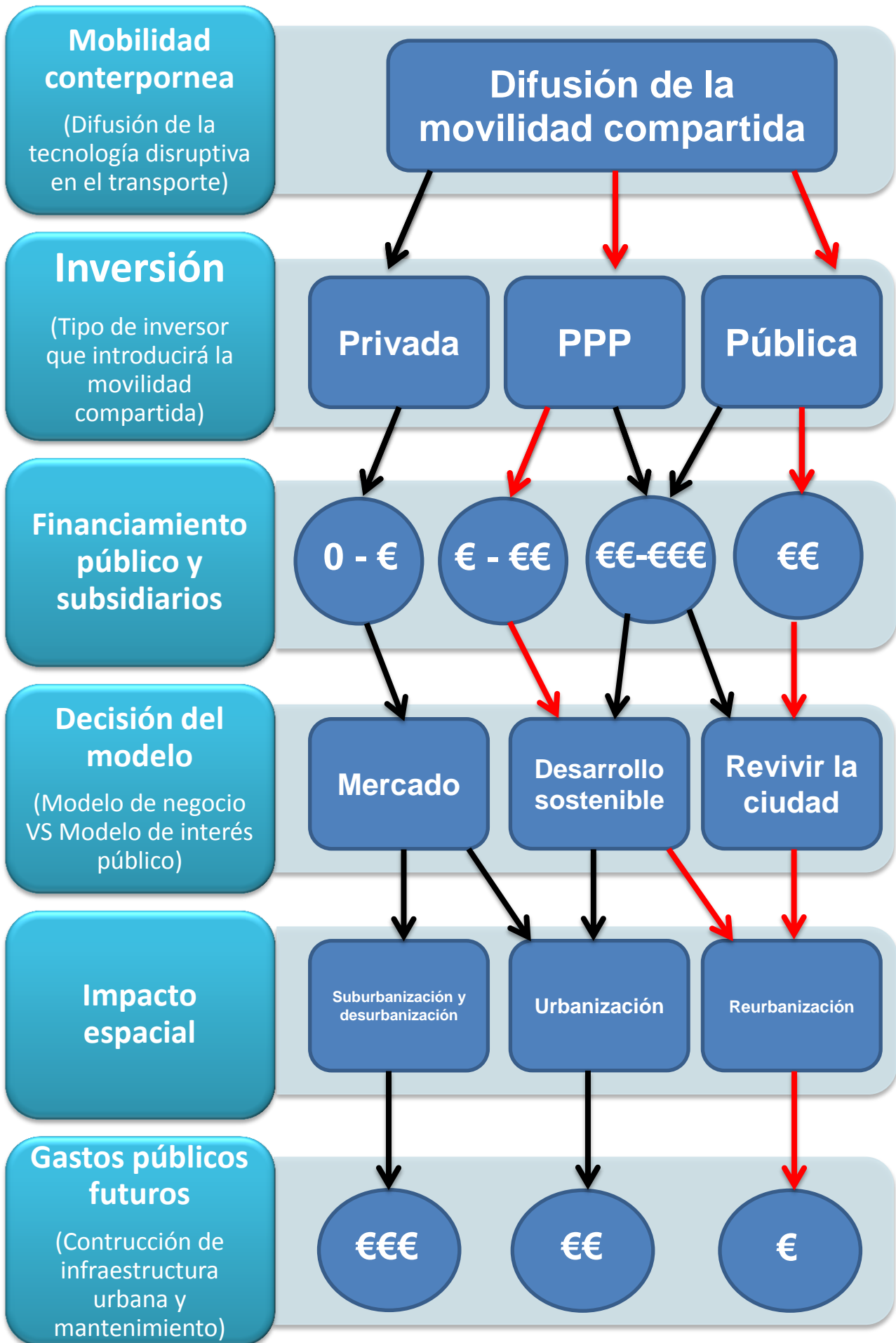
Para las ciudades que luchan con la suburbanización y la desurbanización, se prefiere el modelo de renovación urbana pero se debe considerar la eficiencia del sistema (cantidad suficiente de vehículos, lugares y rutas accesibles y populares, voluntad política de subsidiar el sistema con fondos públicos).

Debido a la gran infraestructura (metro, buses, vías públicas, etc.), los gastos de construcción y mantenimiento para las áreas suburbanas de baja densidad, el modelo orientado al mercado privado generará altos costos indirectos en el futuro. Por lo tanto, los ciudadanos tendrán que pagar el mantenimiento de la infraestructura de la ciudad. Los costos del escenario de desarrollo sostenible se distribuirán por igual. En este caso, se proponen la equidad en lugar de la igualdad. El escenario basado en el renacimiento de la ciudad sanará a los distritos con una situación de movilidad de baja sostenibilidad y, por lo tanto, generará bajos costos indirectos en el futuro.

Se entiende que el uso compartido del automóvil puede dar lugar a cambios significativos en las estructuras espaciales, según la forma de su introducción y la decisión del modelo de negocio. Se estima que puede haber tres resultados alternativos. La suburbanización que pierde dinero es considerada como el peor resultado para la riqueza común futura. La reurbanización rentable es considerada el mejor resultado. Hay dos caminos principales para lograr el mejor resultado: PPP e inversión pública. Debido a la participación de los costos de inversión en PPP, la difusión carsharing puede tener mayor escala en zona con población densa, por lo tanto, puede difundirse más rápido y más rentable, pero el sector público tiene que dirigir su influencia promoviendo la equidad sobre la igualdad para alcanzar el resultado más positivo.

El segundo escenario se basa en una inversión pública completa, por lo tanto, tiene una escala menor y puede ubicarse en las áreas de necesidad; por ejemplo, áreas donde es difícil mantener vehículo propio, por ejemplo, debido a la falta y alto costo de estacionamiento. En estas áreas, compartir el automóvil puede mejorar la movilidad de los habitantes y reducir el uso del automóvil privado y, por lo tanto, el tráfico, debido a la dedicación de las zonas de estacionamiento para los automóviles compartidos. El modelo de negocio de reactivación urbana mejora la calidad de vida (más opciones de movilidad), menores costos de mantenimiento de la infraestructura (debido a una mayor densidad funcional e intensidad de uso), menores costos de movilidad en comparación con automóviles y menos desperdicio de espacio (debido a estacionamiento espacio reducido). Por lo tanto, cuando se planifica la introducción de vehículos compartidos, es muy importante centrarse en los resultados asumidos de largo alcance.

En el siguiente diagrama de flujos (Gráfica 2.4) se detalla los tres escenarios que se acaban de explicar, en el cual se puede analizar los posibles procesos de evolución de la movilidad compartida. También se puede observar siguiendo las flechas de color rojo cuales serían los escenarios más óptimos. El nivel del coste se indica con la siguiente nomenclatura: Coste bajo, €; Coste medio, €€; Coste alto, €€€.



Gráfica 2.4. Posibles escenarios de la movilidad compartida



### **2.4.3. Evolución de modalidades combinadas de conducción (movilidad compartida y la conducción autónoma)**

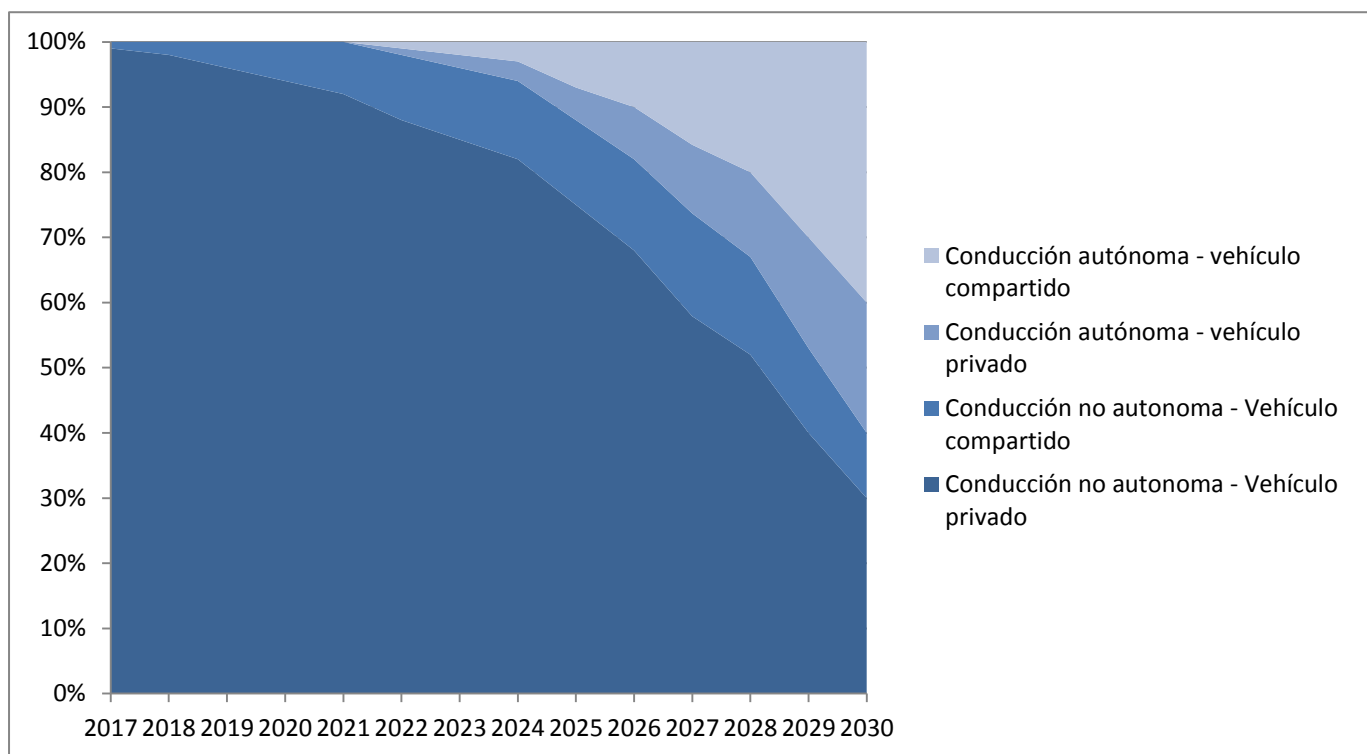
Debido a que es difícil predecir con exactitud la evolución de la movilidad compartida y autónoma, para fortalecer el análisis, se ha evaluado dos escenarios del comportamiento de la correlación de dichos parámetros, el escenario optimista y el escenario conservador.

Estos resultados están basados en los análisis de la evolución de la movilidad compartida y en el análisis de la evolución de la conducción autónoma, expuestos en el apartado 2.4.1 y 2.4.2. Considerando los cambios de las condiciones legales, el desarrollo de la tecnología y la flexibilidad de adaptación de las nuevas formas de movilidad del usuario, Extrapolando las tendencias de evolución en la movilidad urbana de Europa, siendo diferentes a EEUU y China.

#### **2.4.3.1. Escenario optimista de la movilidad urbana en 2030**

En la actualidad, el porcentaje de viajes que se realizan mediante servicios compartidos en Europa es bajo. En el escenario optimista, se estima que tendrá una tasa de crecimiento anual compuesta de más del 20% para 2030, este porcentaje aumentará drásticamente y podría alcanzar más del 10% del kilometraje recorrido en la segunda mitad de los años 2020. Los vehículos que tienen al menos la clasificación de Nivel 4 podrían entrar en el mercado alrededor de 2022. El primero de estos automóviles totalmente automatizados puede estar dirigido principalmente al uso compartido, ya que es su área de aplicación óptima. Esto dará un gran impulso a los servicios compartidos, ya que el "factor de costo humano" ya no se aplicará. Entre 2022 y 2030, la cuota de mercado de los conceptos autónomos compartidos podría aumentar en promedio más del 70% anual y, por lo tanto, representaría más del 25% de las formas de movilidad para 2030. Para entonces, menos de la mitad de los kilómetros desplazados se realizarán con el tradicional automóvil. Las formas

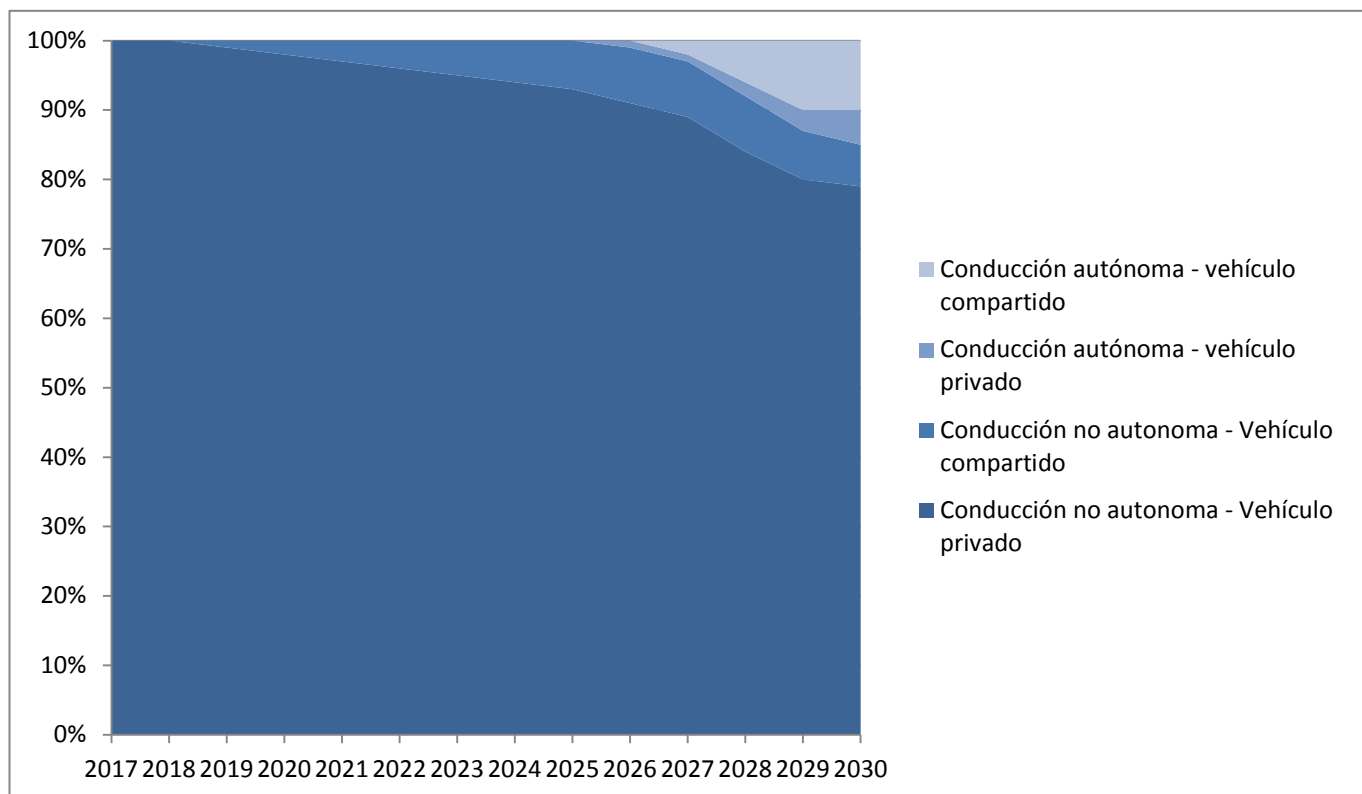
autónomas de movilidad podrían, entretanto, representar más cerca de un 60% del kilometraje total. En la Gráfica 2.5 se puede observar dicha evolución.



**Gráfica 2.5. Escenario optimista de la movilidad urbana, proyección 2030**

#### 2.4.3.2. Escenario conservador de la movilidad urbana a 2030

El escenario conservador, contempla un comportamiento más lineal. La movilidad compartida comienza con poco peso pero a medida que la población crece se ve como los servicios compartidos aumentan. Y hasta el 2027 no empezará a tener presencia la movilidad autónoma en las vías públicas. Los avances tecnológicos como los avances de la regulación y la aceptación social son lentos.



**Gráfica 2.6. Escenario conservador de la movilidad urbana, proyección 2030**

En un futuro lejano, y con un escenario 100% dedicado a la movilidad autónoma y compartida, la sorprendente reducción en el inventario reforzaría el efecto de la menor tasa de renovación y podría llevar a una caída en las ventas de automóviles nuevos. En tal escenario, se calcula que el 14% del inventario existente en la UE podría ser suficiente para satisfacer toda la demanda de movilidad: de manera realista, sin embargo, muchos vehículos más deberían estar disponibles para cubrir los picos de demanda diarios y estacionales [47].

## **2.5. Pronóstico de los factores clave en 2030**

En esta sección se va a evaluar el progreso de los factores clave para la evolución de la movilidad urbana en 2030, Está propuesta parte de la información sobre los datos actuales de la tasa de ocupación del vehículo descrita en el apartado 1.3, y teniendo presente la evolución de la movilidad compartida y la evolución de la conducción autónoma, analizados en el apartado 2.4, siendo dos parámetros clave para pronosticar cómo evolucionará la tasa de ocupación del vehículo y a su vez pronosticar el aumento o reducción de la superficie dedicada a la movilidad y en consecuencia la disponible para el ciudadano.

### **2.5.1. Pronóstico de la tasa de ocupación del vehículo en 2030**

#### **2.5.1.1. Medidas para el aumento de la tasa de ocupación del vehículo**

En grandes metrópolis ya se han concienciado de la importancia de aumentar dicha tasa y se han planteado diferentes proyectos. Por ejemplo, Londres, que ocupa la posición 25 del ranking de ciudades con el nivel de congestión más alto[16], sigue con el proyecto *Congestion Charge*, se trata de implantar una tasa diaria de £ 11.50 por conducir un vehículo dentro de la zona de carga entre las 07:00 y las 18:00, de lunes a viernes, el principal objetivo del *Congestion Charge* es la eficiencia en la operación de sistema de transportes: reducción de la congestión, mejora de los servicios en autobús, mejora de la regularidad en los tiempos de viaje en vehículo privado y una logística urbana más eficiente. En Milán, han permitido el incremento de velocidad del transporte público en hora punta, en el caso de los autobuses se les permite circular un 7% más rápido y en el caso del tranvía un 4%.

Otra medida que intenta favorecer a la reducción de la congestión es la gestión de la oferta en aparcamiento, el alza de los costes del aparcamiento pueden conseguir los mismos objetivos que el pago de la tasa por congestión, un ejemplo de la implantación de esta medida es Nottingham. Una alternativa también puede ser combinar la gestión del aparcamiento y las tasas por congestión pueden dar lugar a importantes sinergias. O se puede rebajar el coste del aparcamiento cuando se aplica una tasa por congestión para hacerlo más políticamente aceptable, como ha pasado en Singapur, por ejemplo.

Otra medida es la restricción de acceso o el cobro a los vehículos más contaminantes en las zonas de baja emisión (ZBE), es bastante común en gran parte de los países europeos. Por ejemplo en Barcelona a partir de diciembre del 2017, delimita la zona de bajas emisiones donde serán de aplicación las restricciones. También fija los vehículos afectados, el ámbito territorial, los horarios y la señalización. La restricción se establece entre las 7.00 y las 20.00 horas de lunes a jueves, para los vehículos que no dispongan de etiqueta ambiental de la DGT y las diversas excepciones [48].

Para completarlo, otros tipos de medidas contra la congestión que se están implantando en cada vez más ciudades con problemas con la tasa de ocupación, son la establecer en las horas punta vías públicas en las que como mínimo circularan tres pasajeros, como por ejemplo en Yakarta; y establecer una política de número de terminación de matrícula que prohíbe circular por el centro de la ciudad a los vehículo privado cuya matrícula termine en un determinado número durante unos determinados días, como por ejemplo en Beijing.

Todo tipo de cambio en la regulación se somete a debate político, por esta razón muchas ciudades tienen más difícil la introducción de dichas medidas, debido a no existir una base legal. En ciudades como Nueva York, Edimburgo y Manchester, los planes de movilidad más sostenible no han llegado a implantarse debido a que la consulta en referéndum se decantó al NO, es decir, aun siendo la congestión en vías públicas un tema sensible para políticos y ciudadanos sigue teniendo fuertes obstáculos.

### **2.5.1.2. Evolución tasa de ocupación del vehículo en Barcelona**

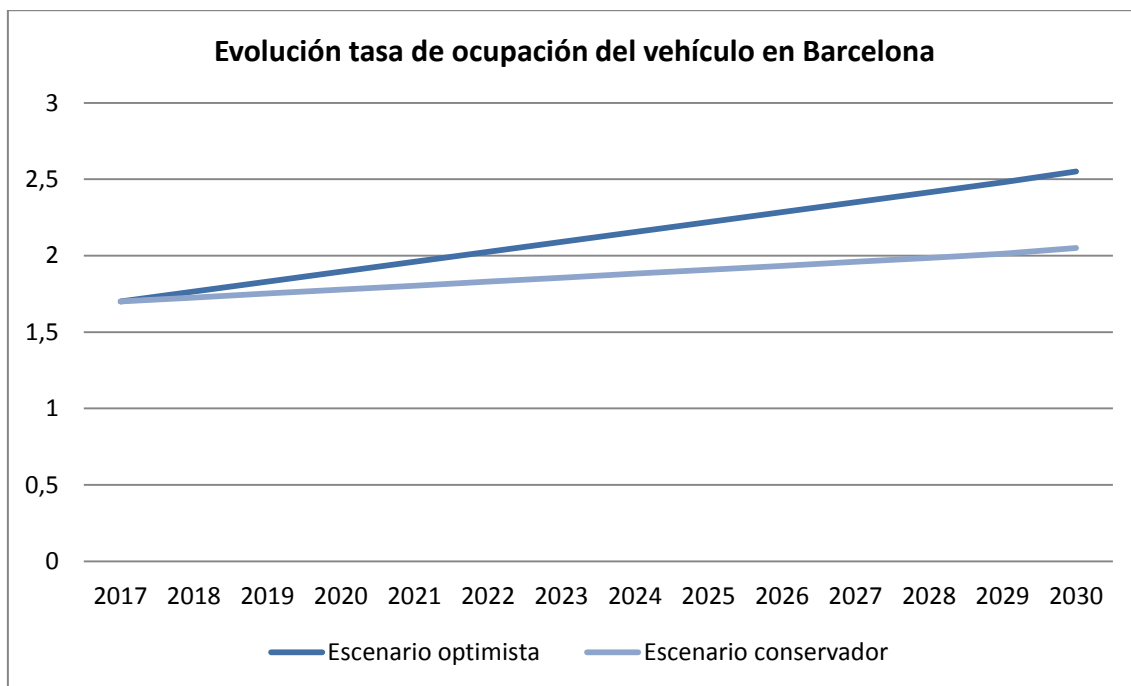
En el escenario donde la tendencia de la movilidad tiene un comportamiento más compartido y autónomo incrementa el buen progreso de la tasa de ocupación del vehículo. Junto a los nuevos proyectos y regulaciones que se plantean en Europa, a la sociedad se le pronostica una movilidad menos congestionada y más sostenible.

Los objetivos que se marcan son: reducir la tendencia de incremento del uso del automóvil privado fomentando el uso del transporte público y la utilización de medios alternativos de transporte, para avanzar en el desarrollo de una movilidad sostenible, regular el uso del vehículo particular para desplazamientos en aquellos lugares donde se potencia el transporte masivo e incentivar la ocupación del vehículo a través de la cooperación entre grupos [49].

Partiendo de la fiabilidad de los datos obtenidos en el apartado 1.3, actualmente en la ciudad de Barcelona en un día laborable los desplazamientos con automóvil circulan con una tasa de ocupación de 1.7, una tasa relativamente buena comparada con la mayoría de grandes capitales europeas.

En la Gráfica 2.6, se ha tenido en cuenta la proyección demográfica en Barcelona, las regulaciones medioambientales que cada vez más se está concienciando la población y empresas, y los datos del escenario optimista de la evolución de la correlación entre la movilidad compartida y la conducción autónoma.

En 2030 considerando el escenario optimista se llegaría a una tasa de ocupación del vehículo de 2.55, en cambio, en el escenario conservador se contemplaría una tasa de 2.05.



**Gráfica 2.6 Evolución tasa de ocupación del vehículo en Barcelona**

## 2.5.2. Pronóstico del espacio urbano ocupado por la movilidad en 2030

Siguiendo el ejemplo de otras grandes capitales europeas, es necesario tratar la movilidad con alta importancia debido, principalmente tal y como hemos evaluado anteriormente, por el aumento de población que se estima alcanzar en 2030, Barcelona sin tomar ninguna medida de movilidad sostenible dejaría de ser una ciudad sostenible.

El plan de movilidad de Barcelona contempla propósitos muy ambiciosos para el área de Movilidad de Barcelona, se pueden resumir en:

- Una reducción de uno de cada cinco vehículos privados de la circulación en la ciudad
- Garantizar una red de transporte público que crezca en la superficie,
- Implementación de “supermanzanas”

Una infraestructura y un uso de la superficie pensada especialmente para el uso de los vehículos producen un escenario como en 2013, en el que un 73% de la superficie era calzada y el resto espacio para los peatones, lo que equivale a 74,5 ha. de zonas dedicadas a peatones. Una de las medidas más influyentes para conseguir dichos objetivos, la Generalitat, AMB y los municipios implicados han implantado una nueva ley que restringirá la circulación de vehículos contaminantes en 2020, el veto circulatorio afectará de lunes a jueves, de 7:00 a.m. a 20:00 p.m., a un 25% del total de vehículos (turismos, furgonetas y camiones) que circulan por las zonas afectadas. Esta medida sobretodo reducirá la circulación de los vehículos de mayor antigüedad, en el municipio hay registrados más de 87.000 vehículos de todo tipo que llevan más de 20 años en las calles [50], [51].



Partiendo de la base de que en 2016 el volumen de tráfico medio diario de vehículos en un día laboral por los accesos de la ciudad es de 1.088.066 vehículos [52], tal y como se expuso en el apartado 1.4 y más detalladamente, valorando que el volumen de tráfico medio diario de vehículos en un día laboral en las calles con más intensidad circulatoria de Barcelona son las vías dirección Mar-Montaña (vías verticales) exactamente una media de 814.895 vehículos, las vías dirección Besòs-Llobregat (vías horizontales) tiene una media de 329.776 vehículos y las rondas más transitadas son la Ronda de Dalt (Anillo Collserola) con 162.5665 vehículos y la Ronda Litoral (Vila Olímpica) con un tránsito medio de 104.909 vehículos [53].

La ciudad de Barcelona tiene una superficie total de 100 km<sup>2</sup>. Barcelona presenta una densidad de vehículos muy elevada. En comparativa con otras ciudades españolas, y teniendo en cuenta la estabilización del parque de vehículos debido a la crisis, dicha ciudad tiene una densidad de automóviles por kilómetro cuadrado de 5.500. En primer lugar en el ranking español, seguido de Valencia con 2.200 y Madrid con 2.000 turismos por km<sup>2</sup>. En comparativa con Europa, Barcelona también se sitúa en los puestos más altos de ciudades con más densidad de vehículos por kilómetro, por debajo de Estambul, pero por encima de ciudades como Amsterdam o Berlín, que dichas capitales no superan los 1.300 vehículos privados por km<sup>2</sup>.

La densidad es el parámetro más importante del tránsito, porque es la medida que está más directamente relacionada con la demanda de tránsito, exactamente es el número de vehículos que ocupa cierta longitud dada de una carretera o carril y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro (veh/km).

La densidad se puede calcular como se expresa en la Ecuación 2.1:

$$D = \frac{v}{S} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Dónde

v = Tasa de flujo (veh/h),

S = Velocidad promedio de viaje (km/h),

D = Densidad (veh/km/carril).

Para pronosticar con mayor acierto el espacio urbano ocupado por la movilidad se ha partido de la base de todos los datos recogidos y/o evaluados en este apartado y en el capítulo 1, apoyándose en los resultados obtenidos en el análisis de la evolución de modalidades combinadas de conducción realizado en el apartado 2.4.3. En el escenario optimista aproximadamente un 50% de los desplazamientos se harían con modalidades compartidas independientemente de que la conducción sea convencional o autónoma.

En el escenario conservador también se observa un aumento de un 16% de los desplazamientos con modalidades compartidas respecto al 2017. Considerando que un vehículo compartido substituye a dos vehículos compartidos, debido al aumento de la tasa de ocupación y además el uso compartido de vehículos autónomos podría permitir que la mayoría de los espacios de estacionamiento, que actualmente ocupan alrededor del 15-30% de un área urbana típica, sean retirados de las calles del centro de la ciudad.

Además se espera un gran impacto en la reducción del uso de vehículos privados y la concienciación del uso del transporte público, a raíz de las medidas que se están tomando y de la firme postura para el cambio de los modelos de movilidad.

En el escenario optimista se espera en 2030 una reducción del espacio urbano ocupado por la movilidad de un 33%. En cambio, en el escenario conservador se espera una reducción de un 17%.

## CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

### 3.1. Conclusiones

Dentro del análisis expuesto de la situación actual de la movilidad urbana en el ámbito del STI, se concluye que los modos de transporte más utilizados son los no motorizados y el transporte privado, donde el principal motivo para desplazarse es la vuelta a casa seguida de la movilidad personal. En la movilidad ocupacional destaca el gran uso de transporte privado, en contraste con la movilidad personal que se utiliza más los modos no motorizados.

A la hora de analizar los parámetros sociales y económicos de la movilidad urbana se pudo observar que el género no es un factor clave para el estudio de la tendencia de la movilidad urbana, ya que se puede decir que se comportan relativamente igual, a pesar de que en el rango de edad de 30-64 años se puede observar que el uso del transporte privado en los hombres es un poco superior, y por consecuencia los hombres se desplazan más por motivos ocupacionales.

En el caso de los parámetros económicos, aunque el PIB puede tener sin duda un impacto significado en las modalidades de movilidad, su impacto puede ser comparable e incluso inferior al del impacto de las zonas geográficas entre las que se realiza es desplazamiento.

A destacar que el uso de las modalidades de transporte depende de la zona geográfica, es decir, cuanto más cerca del núcleo urbano, Barcelona, mayor acaba siendo el uso de transporte público. Y que la mayor afluencia de desplazamientos de entrada y salida de la ciudad de Barcelona resulta del restante de la primera corona y del restante de la RMB.

En cuanto a lo abordado en el análisis en el pronóstico de la movilidad urbana, se ha concluido que el cambio a una movilidad más conectada sucederá sistemáticamente. De una manera creciente, es decir, en ningún caso la

sociedad se encontrará con la responsabilidad de decidir entre dos opciones opuestas, como por ejemplo decidir lanzarse a un sistema completamente de movilidad autónoma y enfocado absolutamente a una movilidad en formato servicio (Pay-Per-Use) o decidir que no cambie nada. El nuevo ecosistema de movilidad personal probablemente surgirá de forma no uniforme en diferentes grupos demográficos, a diferentes escalas y velocidades, además de que el cambio a una movilidad urbana conectada tenderá a evolucionar por fases.

Con el objetivo de pronosticar la evolución de la tasa de ocupación del vehículo y el espacio urbano ocupado por la movilidad en 2030, se ha estudiado dos parámetros clave que son la evolución de la movilidad compartida y la evolución de la autonomía del vehículo, y a su vez se ha realizado la evolución de dichos parámetros combinados. En el estudio de la evolución de la autonomía del vehículo en 2030, se extrajo que la tendencia es tener cada vez menos control sobre el vehículo y hasta llegar a 2030 que el mercado solo comercializará vehículos con tecnología autónoma. En el estudio de la evolución de la movilidad compartida se concluyó, partiendo de los datos actuales de desplazamientos compartidos y usuarios de los servicios compartidos emergentes, que para una mayor difusión de la movilidad compartida el tipo de inversor debe ser público o privado-público, con el objetivo de mantener más conectada ciudades y barrios y así, asegurarse de un desarrollo sostenible, donde el impacto espacial se enfocará en reurbanizar las ciudades, y de esta manera, siguiendo estas directrices se asegura que los gastos públicos futuros serán bajos y sostenible.

En el estudio de la combinación de estos dos parámetros clave, se pusieron sobre la mesa dos tendencias, la conservadora que pronosticaba que en 2030 la conducción convencional con vehículo privado se mantendría mayoritaria pero que poco a poco iba teniendo presencia otros modelos de conducción compartida y autónoma. En el caso del escenario optimista en 2030, la conducción tradicional y con vehículo privado deja de ser mayoritaria para dar paso a otros modelos de conducción, siendo equiparable en uso los dos extremos, la conducción tradicional y con vehículo privado y la conducción autónoma con vehículo compartido.

Todos estos estudios, valoraciones y pronósticos se han realizado para obtener una estimación más certera de dos factores clave de la movilidad urbana en 2030, la tasa de ocupación del vehículo y el espacio urbano ocupado por la movilidad urbana. Se han tenido también en cuenta las múltiples medidas y regulaciones que se están implantando para el aumento de la tasa de ocupación y de la disminución del espacio urbano ocupado por la movilidad urbana.

En el pronóstico en 2030 para la tasa de ocupación del vehículo en Barcelona también se contemplaron dos escenarios. En el escenario conservador se obtendría una tasa de ocupación del vehículo de 2.05, y en el escenario optimista una tasa de 2.55, esto implica un gran cambio en la movilidad urbana, donde se reduciría uno de cada cinco vehículos privados en circulación en la ciudad. Debido a establecerse una filosofía más compartida en la sociedad y los avances de la tecnología, se espera una reducción del espacio urbano ocupado por la movilidad de un 17% en el escenario conservador, y por otro lado, en el escenario optimista se reducirá un 33% del espacio urbano ocupado por la movilidad.

### **3.2. Líneas de trabajo futuro**

En este apartado se expone una propuesta de las futuras líneas en las que se podría profundizar más este Trabajo de Final de Grado.

Para mayor exactitud en el análisis de los parámetros sociales y económicos de la movilidad urbana se podría segmentar la población en grupos de edades más pequeños, esto haría que el estudio del modo de movilidad y motivo de la movilidad sea más preciso y se pueda definir mejor el rango de penetración del cambio a la movilidad conectada. En el caso del estudio de la movilidad urbana según el PIB se podría subdividir las comarcas en barrios, así se obtiene un mayor detalle sobre la calidad de vida y la relación que tienen con los modelos de movilidad.

Teniendo como referencia los pronósticos de la tasa de ocupación del vehículo y el pronóstico del espacio urbano ocupado por la movilidad en 2030, se puede realizar un análisis en el que contemple una mejora en la gestión de las congestiones en las vías públicas y optimizar el espacio dedicado a la movilidad, ya que en definitiva el objetivo de los estudios sobre la movilidad urbana es mejorar la calidad de vida del ciudadano.

## REFERENCIAS

- [1] Autoritat del transport Metropolità. “Dades bàsiques del STI” (2016) Recuperado de: [https://observatori.atm.cat/dades-basiques-del-sistema/Dades\\_b%C3%A0siques\\_del\\_sistema\\_2016.pdf](https://observatori.atm.cat/dades-basiques-del-sistema/Dades_b%C3%A0siques_del_sistema_2016.pdf)
- [2] Autoritat del transport Metropolità. “TransMet Xifres” (2016) Recuperado de: [https://doc.atm.cat/ca/\\_dir\\_transmet/xifres\\_2016.pdf](https://doc.atm.cat/ca/_dir_transmet/xifres_2016.pdf)
- [4] Autoritat del transport Metropolità. “Enquesta de Movilitat Quotidiana” (2006) Recuperado de: <https://www.atm.cat/web/ca/EMQ.php>
- [5] Ajuntament de València. (2014) “La movilidad urbana de mujeres y Hombres en la Ciudad de Valencia” Recuperado de: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf>
- [6] Ajuntament de Barcelona (2018). A pie por Barcelona | Movilidad | Recuperado en: <http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/es/modos-de-transporte/a-pie>
- [7] Oriol MARQUET SARDÀ\* y Carme MIRALLES-GUASCH\* “La proximidad en Barcelona. un análisis desde los tiempos de desplazamiento cotidianos” (2014)
- [8] Idescat (2016). Anuario estadístico de Cataluña. PIB. Por sectores. A precios corrientes. Disponible en: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=354&lang=es>
- [9] UAB Barcelona. (2018). Ventajas de la movilidad sostenible Uab.cat. Disponible en: <http://www.uab.cat/web/ventajas-de-la-movilidad-sostenible-1273127157859.html>

[10] Idescat (2016). EPA. Cataluña. Tabla: Población ocupada. Situación profesional / Horas trabajadas habituales (5.6.27). Disponible en: <http://www.idescat.cat/treball/epa?tc=4&id=xc130919&lang=es>

[11] DGT (2016). Parque de vehículos. Disponible en: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos>

[12] Idescat (2017). Idescat. EPA. Cataluña. 2017/4. Tabla: Tasa de paro. Provincia (1.4.04). Disponible en: <https://www.idescat.cat/treball/epa?tc=4&id=ic4044&dt=20174&lang=es&x=11&y=6>

[13] Bcn.cat. (2016). Evolución de la tasa de paro en Barcelona y otros ámbitos territoriales. Disponible en: <http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/ttreball/epa/epa/patu/evtatterr.html>

[14] Idescat.cat. (2016). Indicadores de coyuntura económica. Producto interior bruto (Base 2010). Disponible en: <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=conj&n=10231&lang=es>

[15] Roman, D. (2018). Spanish inflation dives, falls to -1.2%. MarketWatch. Disponible en: <https://www.marketwatch.com/story/spanish-inflation-dives-falls-to--12-2015-09-29>.

[16] Tomtom.com. (2017). TomTom Traffic Index. Disponible en: [https://www.tomtom.com/en\\_gb/trafficindex](https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex)

[17] Inrix.com. (2017). INRIX Global Traffic Scorecard. Disponible en: <http://inrix.com/scorecard/>

[18] European Environment Agency (2016). "Occupancy rates of passenger vehicles". Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/publications/>



[19] Instituto Nacional de Estadística “Encuesta Continua de Hogares” (2015). Recuperado de: [www.ine.es/prensa/prensa.htm](http://www.ine.es/prensa/prensa.htm)

[20] Bcn.cat. (2015). Taxa d'ocupació mitjana del transport privat. [online] Disponible en: <http://www.bcn.cat/estadistica/catala/dades/economia/transport/emef/a2015/t46.html>

[21] Statista. (2018). Average car and van occupancy in England 2016. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/314719/average-car-and-van-occupancy-in-england>

[22] Berlin.de. (2012). “Characteristics of mobility” Recuperado en : [http://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik\\_planung/zahlen\\_fakten/download/Mobility\\_en\\_Chap-1-2.pdf](http://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/zahlen_fakten/download/Mobility_en_Chap-1-2.pdf)

[23] HAL (2015). Analysis of the load factor and the empty running rate for road transport. Artemis - assessment and reliability of transport emission models and inventory systems Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00546125/document>

[24] N. Adra, J. L. Michaux, Michel Andre. “Analysis of the load factor and the empty running rate for road transport. Artemis - assessment and reliability of transport emission models and inventory systems” (2013)

[25] DGT y Servei Català de Trànsit (2018). Consulta propia al e-mail: [jptb@dgt.es](mailto:jptb@dgt.es) y [comunicat.generalitat@gencat.cat](mailto:comunicat.generalitat@gencat.cat)

[26] La Vanguardia. (2017). El número de coches crece por tercer año seguido en Barcelona. Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/local/barcelona>

[27] Generalitat de Catalunya (2014). “Projeccions de població 2013-2051, Principals resultats”

[28] ONU (2017). Datos de la División de Población de las Naciones Unidas, para 2030. Disponible en: [www.un.org/es/globalissues/population/](http://www.un.org/es/globalissues/population/)

[29] Dick Houtman, Stef Auper y Willen de Koster (2017). "Paradoxes of individualization: social control and social conflict in contemporary modernity"

[30] Forbes.com (2015). Ten Reasons Successful People Change Jobs More Often Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/lizryan/2016/10/28/ten-reasons-successful-people-change-jobs-more-often/>

[31] Weert Canzler (2014). "Initiative Sozialwissenschaftliche Mobilitätsforschung"

[32] "People in the EU - Population Projections." Social Protection Statistics. Disponible en: [ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People\\_in\\_the\\_EU\\_-\\_population\\_projections](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People_in_the_EU_-_population_projections).

[33] Joaquín Arango Vila-Belda (2009). "Inmigración, cambio demográfico y cambio social".

[34] United States Government Accountability Office (GAO) (2014). "TRANSPORTATION FOR OLDER ADULTS".

[35] DGT.es (2017). "Tablas estadísticas 2016 – Censo de conductores" Disponible en: [www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/censo-conductores/tablas-estadisticas/2016/](http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/censo-conductores/tablas-estadisticas/2016/).

[36] Chang-Hyeon Joh, H. J.P. Timmermans & T. A. Arentze (2012), "Measuring and predicting adaptation behavior in multidimensional activity-travel patterns"

[37] "P.G.E. 2016." Título VIII. De La Organización Territorial Del Estado - Constitución Española" Disponible en: [www.congreso.es/portal/page/portal/Congreso/Congreso/SDocum/ArchCon/PresupGenerEstado/PGE2016](http://www.congreso.es/portal/page/portal/Congreso/Congreso/SDocum/ArchCon/PresupGenerEstado/PGE2016).

[38] Autoalliance.org. (2016). Levels of Automation. Recuperado de: <https://autoalliance.org/wp-content/uploads/2017/07/Automated-Vehicles-Levels-of-Automation.pdf>

[39] Conferencia Cabify (Abril 2018). La movilidad del futuro. Resumen en: <https://haciadondenosmovemos.es/>

[40] Kalanick, T. (2018). Uber's plan to get more people into fewer cars. Recuperado de: [https://www.ted.com/talks/travis\\_kalanick\\_uber\\_s\\_plan\\_to\\_get\\_more\\_people\\_in\\_to\\_fewer\\_cars](https://www.ted.com/talks/travis_kalanick_uber_s_plan_to_get_more_people_in_to_fewer_cars)

[41

]AMB (2016). Demografía. Disponible en: <http://www.amb.cat/es/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/demografia>

[42] Production Statistics. (2016). Disponible en: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2016-statistics/>

[43] SMMT Reports. (2016). Disponible en: <https://www.smmt.co.uk/reports/>

[44] PWC (2016). Five Trends Automotive Industry. Disponible en: <https://www.pwc.com/ng/en/assets/pdf/five-trends-auto-industry.pdf>

[45] Mckinsey (2017). Automotive revolution. Disponible en: [https://www.mckinsey.com/~/\\_media/mckinsey/industries/high%20tech/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.ashx](https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/industries/high%20tech/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.ashx)

[46] Idescat (2018). Anuario estadístico de Cataluña. Población a 1 de enero. Provincias. Disponible en: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=245&lang=es>

[47] BBC News. (2018). Nissan to trial robo-taxis in Japan. Disponible en: <https://www.bbc.com/news/technology-42238112>

[48] Ajuntament.barcelona.cat. (2018). Delimitada la zona de bajas emisiones definitiva y las restricciones. Disponible en: <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/es/noticia/delimitada-la-zona-de-bajas-emisiones-definitiva-y-las-restricciones>

[49] Sadler, L. (2018). Urban Access Regulations. Urbanaccessregulations.eu. Disponible en: <http://urbanaccessregulations.eu/>

[50] RACC. (2016). Automovil y medio ambiente. Disponible en: <http://saladeprensa.racc.es/wp-content/uploads/2009/07/resumen-ejecutivo-automovil-y-medio-ambiente.pdf>

[51] Ayuntamiento de Barcelona (2018). Plan de Movilidad de Barcelona 2013-2018. [http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/sites/default/files/DESENVOLUPAMENTACTUACIONSPMU\\_2.pdf](http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/sites/default/files/DESENVOLUPAMENTACTUACIONSPMU_2.pdf)

[52] Bcn.cat (2016). Volumen de tráfico (media diaria de vehículos en día laboral) en los accesos a la ciudad. 2012-2016. Disponible en: <http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/anuari/cap15/C1511010.htm>

[53] Idescat (2016). Volumen de tráfico (media diaria de vehículos en día laboral) en las calles con más intensidad circulatoria. 2012-2016. Disponible en: <http://www.bcn.cat/estadistica/castella/dades/anuari/cap15/C1511020.htm>

[54] OECD (2015). SECTORAL AND ECONOMIC TRENDS OF ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264235199-17-en.pdf?expires=1533577413&id=id&accname=guest&checksum=8448B7703E6C57A95AE04CACAE150955>

[55] European Comission (2016). The state of european cities 2016. Disponible en :[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/policy/themes/cities-report/state\\_eu\\_cities2016\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/themes/cities-report/state_eu_cities2016_en.pdf)

[56] EMT (2017). Jornada Smart Mobility 2017. Disponible en: <https://www.emtmadrid.es/>