

MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO FIN DE MASTER

El futuro ecosistema de la movilidad en grandes ciudades basado en las nuevas tecnologías

Autor: Álvaro Iglesias Fernández

Director: Federico Riopérez Herranz

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

El futuro ecosistema de la movilidad en grandes ciudades basado en las nuevas tecnologías

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2018/19 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Alvaro Iglesias Fernández Fecha: 12/ 07/ 2019

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Federico Riopérez Herranz Fecha: 12/ 07/ 2019



AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Álvaro Iglesias Fernández DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: El futuro ecosistema de movilidad en grandes ciudades basado en las nuevas tecnologías, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente)*.

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por

infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusive del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 12 de Julio de 2019

ACEPTA

Fdo……

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO FIN DE MASTER

El futuro ecosistema de la movilidad en grandes ciudades basado en las nuevas tecnologías

Autor: Álvaro Iglesias Fernández

Director: Federico Riopérez Herranz

Madrid

Agradecimientos

Gracias a todas las personas que me han apoyado en la realización de este proyecto en especial a mi director Federico por su dedicación y a mi familia por sus ánimos.

EL FUTURO ECOSISTEMA DE LA MOVILIDAD EN GRANDES CIUDADES BASADO EN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Autor: Iglesias Fernández, Álvaro.
Director: Riopérez Herranz, Federico.
Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo analizar las iniciativas llevadas a cabo con respecto a la movilidad en las grandes ciudades, así como, estudiar los diferentes factores que muestran la movilidad como un problema a solucionar, repasando finalmente algunas situaciones de interés para el trabajo y las tecnologías en las que hay que invertir para desarrollar una movilidad urbana sostenible.

Palabras clave: Movilidad, Futuro, Ruta

1. Introducción

La movilidad urbana sostenible son los desplazamientos de personas y mercancías que se producen dentro de una ciudad o núcleo urbano tratando de minimizar los efectos negativos de la contaminación que ocasiona, procurando ser lo más eficiente posible. Dentro de las soluciones de consenso que se plantean para ello, remarcar el desarrollo de una movilidad integrada para hacer uso de esta como si de un servicio se tratase.

Actualmente, existen muchos estudios de grandes consultoras que han desarrollado diferentes metodologías para analizar el índice de movilidad de cada ciudad. Informes como **Urban Mobility Innovation Index** (Taborda, et al., 2017) o **Urban transportation system of 24 global cities** (Knupfer, et al., 2018). Para obtener el índice de movilidad de cada ciudad se analizan diferentes dimensiones, estableciéndose clasificaciones para determinar las mejores urbes. Las dimensiones más repetidas son la infraestructura de la ciudad, el transporte público y el impacto ambiental.

Como indicábamos, el presente proyecto tiene como objetivos:

- Enmarcar la situación actual en la que se encuentran diferentes ciudades en relación con la movilidad de sus ciudadanos.
- Identificar factores que están alterando la movilidad y cómo están afectando a las ciudades.
- Analizar tareas a realizar para que la movilidad evolucione con arreglo a los nuevos ecosistemas de desarrollo sostenible.

2. Metodología

Para cumplir con los objetivos propuestos se ha realizado un trabajo de documentación a partir de planes de movilidad e informes de grandes empresas, con el fin de enmarcar la situación actual en la que se encuentra la movilidad.

A continuación, se analizarán los factores que provocan que la movilidad tenga que ser redefinida, a saber: factores demográficos y medioambientales; el tráfico que sufren las ciudades; el desarrollo tecnológico; los servicios de movilidad compartida y las plataformas de movilidad inteligente. Para realizar este análisis, se recogerán datos provenientes de diferentes fuentes y, posteriormente, serán tratados para presentar los resultados de una forma comprensible y directa. Tras el análisis de los datos descompuestos por factores se ha realizado una valoración del nivel de desarrollo de cada uno de ellos en una escala del 0 al 5.

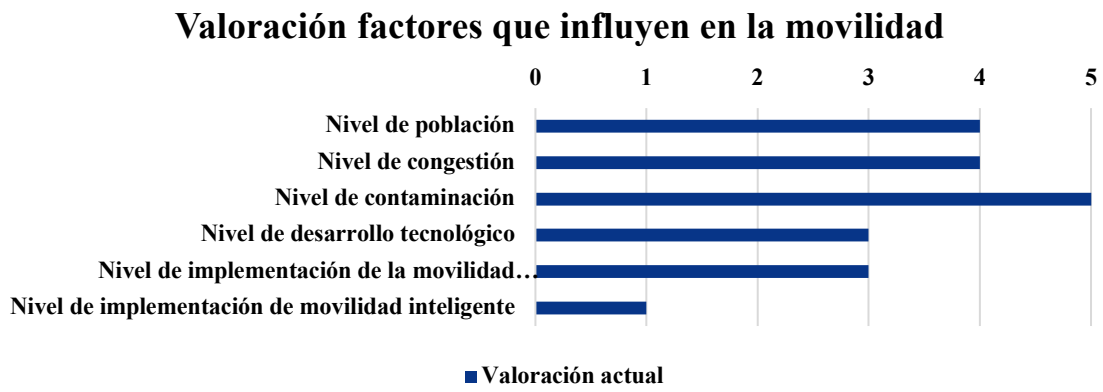
Posteriormente, se han analizado las soluciones de cuatro ciudades a saber Singapur, Copenhague, Madrid y Los Ángeles. La elección de estas ciudades vino motivada por ser líderes en algunos de los campos que se han considerado más relevantes. Una vez planteados los casos particulares se realizó una aproximación al MaaS considerado por muchos agentes el futuro de la movilidad en las ciudades.

Por último, se hizo una identificación de tareas a realizar por empresas privadas y autoridades para que la movilidad no quede estancada en su estado actual. La elección de estas tareas se produjo tras analizar diferentes informes y bajo el criterio personal del autor.

3. Resultados

Los resultados más relevantes que se han obtenido vienen del análisis de los factores que anticipan el futuro de la movilidad y de las tareas a realizar para poder desarrollar una movilidad urbana sostenible.

A partir de los factores que provocan claramente un cambio en la movilidad hemos obtenido el siguiente perfil que define la situación actual con respecto a cada uno de ello.



Gráfica 1. Resumen de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

Del análisis de las tareas a realizar se obtuvo que para cada una de las dimensiones escogidas había que focalizarse en las siguientes tareas:

Campo	Tareas a realizar
Blockchain	• Intercambio de información de forma segura y descentralizada • Smart contracts
Ciberseguridad	• Desarrollo de estándar
Prestaciones vehículos	• Incremento capacidad de las baterías
Prestaciones servicios movilidad compartida	• Elección de la flota apropiada al servicio • Centro de operaciones • Negociación seguros de la flota
Public-Private Partnership	• Confiar en que los PPP son la única manera de financiación sostenible
Recogida, tratamiento y análisis de datos	• Reflejar la rentabilidad que generan los datos en un beneficio real para el cliente
Sistema Inteligente de Transporte	• Implantación de nuevas soluciones apoyadas en las nuevas tecnologías
Vehículo autónomo	• Desarrollo y prueba de las tecnologías que participan en la conducción autónoma • Nueva planificación urbana y legislación a favorable al VA

Tabla 1. Resumen de las tareas a realizar en cada campo. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

4. Conclusiones

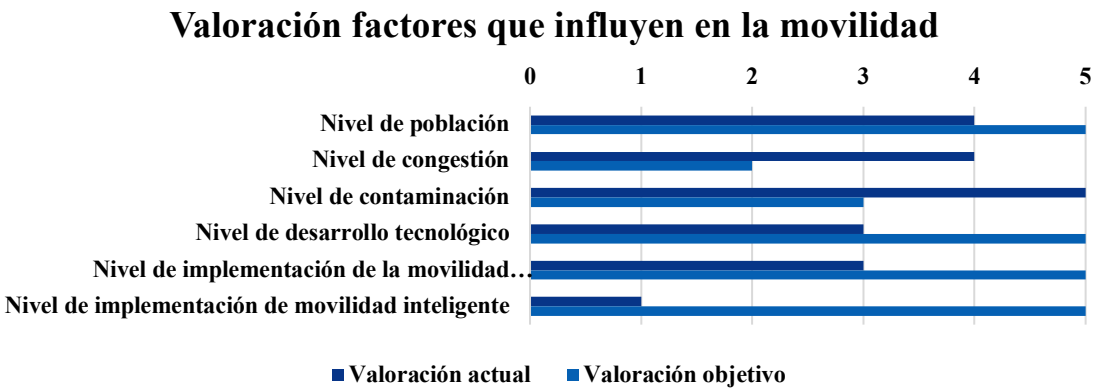
Para desarrollar una movilidad urbana sostenible es necesario tener una visión concreta sobre la ciudad del futuro, en la que se impliquen todos los agentes de la sociedad. Partiendo de esta premisa, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los informes sobre movilidad son todos diferentes y cada empresa o ciudad trata de potenciar las características que mejor se adapten a ella, por lo que, la movilidad no es una temática que tenga un resultado definitivo y homogéneo para todas las ciudades. Para conocer el tipo de solución aplicable a cada ciudad es necesario enmarcar a la ciudad en 5 aspectos: antigüedad de la urbe, cultura de la ciudadanía, recursos económicos de la ciudad, estabilidad política de la región y disposición geográfica de la misma.

- De los factores que afectan al futuro de la movilidad, se concluye que los más determinantes son el demográfico y el desarrollo tecnológico y que el resto, pese a tener mucha relevancia, vienen derivados de estos dos referidos. El nivel de población en las ciudades no va a dejar de crecer, por lo que, pese a ser el factor más relevante también es el que presenta mayor dificultad para solucionar.

  De la misma forma, el desarrollo de nuevas tecnologías también sigue un crecimiento continuo reflejando, en este caso, un impacto positivo en la movilidad. Por todo esto, es necesario apostar por soluciones sobre los factores que permitan conseguir una movilidad urbana sostenible real.

  Para ello, la gráfica mostrada en el apartado de resultados debería variar hasta obtener la valoración objetivo que se presenta a continuación.



Gráfica 2. Valoración actual y objetivo de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

- A pesar de que todas las tareas para el desarrollo de la movilidad son relevantes, se considera que el vehículo autónomo es el que más va a influir en el futuro de la movilidad. El coche pasará de ser un pasivo a ser un generador de ingresos. Para que este escenario suceda es imprescindible seguir avanzando en el resto de las tareas mencionadas en el capítulo puesto que complementan al vehículo autónomo de una forma u otra.

5. Referencias

Knupfer, S. M., Pokotilo, V. & Woetzel, J., 2018. Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities, s.l.: s.n.

Taborda, S. y otros, 2017. URBAN MOBILITY INNOVATION INDEX, s.l.: s.n.

THE FUTURE ECOSYSTEM OF MOBILITY IN LARGE CITIES BASED ON NEW TECHNOLOGIES

Author: Iglesias Fernández, Álvaro.
Supervisor: Riopérez Herranz, Federico.
Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The objective of this project is to analyze the initiatives carried out related to mobility in large cities, as well as to study the different factors that show mobility as a problem to be solved. Then, it will be reviewed some case studies which are quite interesting for the project and finally the technologies in which it will be necessary to invest in order to develop sustainable urban mobility.

Keywords: Mobility, Future, Route.

1. Introduction

Sustainable urban mobility is the transportation of people and goods within a city or urban nucleus trying on one side to minimize the negative effects of the pollution that it causes and on the other side, trying also to be as efficient as possible. In this regards, one of the solutions proposed for this would be the development of integrated mobility, the use of mobility as a service.

Currently, there are many studies made by large consulting firms which have developed different methodologies for analyzing the mobility index of each city. Reports such as Urban Mobility Innovation Index (Taborda, et al., 2017) or Urban transportation system of 24 global cities (Knupfer, et al., 2018). In order to obtain the mobility index for each city, the reports have analyzed different dimensions and they have made rankings to determine which one is the best city. The most repeated dimensions are the city's infrastructure, public transportation and environmental impact.

As we indicated above, the actual project has among others, the following key objectives:

- To contextualize the current situation in which different cities find themselves in relation to the mobility of their citizens.
- To identify factors that are impacting mobility and how they are affecting cities.
- To analyze tasks to be carried out so that mobility evolves in accordance with the new ecosystems of sustainable development.

2. Methodology

In order to meet the aimed objectives, a documentation work has been carried out on the basis of mobility plans and reports from large companies, with the aim of contextualize the current situation of mobility.

Then, it has been analyzed the factors that cause the redefinition, such as: demographic and environmental factors; traffic in cities; technological development; shared mobility services and intelligent mobility platforms. To execute out this analysis, data from different sources would be collected and processed to present the results in an understandable and direct way. After the analysis of the data, an assessment has been made of the level of development of each of them on a scale from 0 to 5.

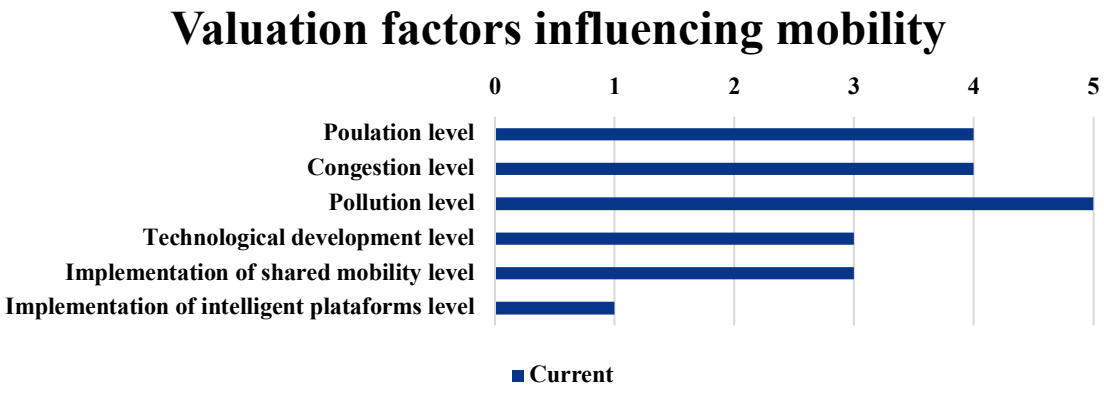
Afterwards, the solutions of four cities were analyzed: Singapore, Copenhagen, Madrid and Los Angeles. The choice of these cities was motivated by being leaders in some of the fields that have been considered most relevant. Once the particular cases had been raised, an approximation was made to the MaaS which is considered by many agents the future of mobility in cities.

Finally, there was an identification of tasks to be implemented out by private companies and authorities so that mobility does not become static in its current state. These tasks were chosen after analyzing different reports and under the personal criteria of the author.

3. Results

The most relevant results came from the analysis of the factors that anticipate the future of mobility and the tasks to be carried out in order to develop sustainable urban mobility.

From the factors that cause a change in mobility, we have obtained the following profile that defines the current situation.



Graph 1. Summary of factors affecting mobility. May 2019. (Own elaboration, 2019).

From the analysis of the tasks, it was obtained that for each of the dimensions chosen, it was necessary to focus on the following tasks:

Field	Task
Blockchain	• Safe and decentralized exchange of information • Smart contracts
Cibersecurity	• Standard development
Vehicles performance	• Increased battery capacity
Providing shared mobility services	• Select the appropriate fleet for the services • HUB • Fleet insurance negotiation
Public-Private Partnership	• Trust that the PPPs are the only way of sustainable financing
Data collection, processing and analysis	• Reflect the profitability generated by the data in a real benefit for the costumer
Intelligent Transport System	• Implementation of new solutions supported by new technologies
Autonomous vehicle	• Development and testing of the technologies involved in the autonomous driving • New urban planning and VA-friendly legislation

Table 1. Summary of the tasks to be performed in each field. May 2019. (Own elaboration, 2019).

4. Conclusions

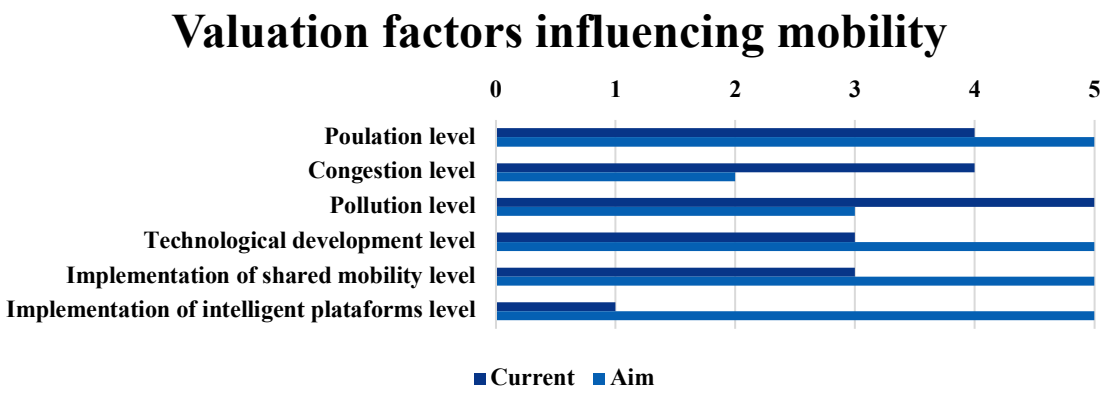
In order to develop sustainable urban mobility, it is necessary to have a concrete vision of the city of the future, in which all the agents of society are involved. Based on this premise, the following conclusions have been reached:

- The reports on mobility are all different and each company or city tries to promote the characteristics that best adapt to it, so mobility is not a topic that has a definitive and homogeneous solution for all cities. In order to know the type of solution applicable to each city, it is necessary to classify the city in 5 aspects: age of the capital, culture of citizenship, economic resources of the metropolis, political stability of the region and its geographical location.

- From the factors that affect the future of mobility, it is concluded that the most determining factors are demographic and technological development and the rest are derived from these two. The level of population in cities is not going to stop growing, so, despite being the most relevant factor, it is also the one that presents the greatest difficulty to solve.

  In the same way, the development of new technologies also follows a continuous growth reflecting, in this case, a positive impact on mobility. For all these reasons, it is necessary to bet on solutions on the factors that allow us to achieve real sustainable urban mobility.

  To this end, the graph shown in the results section should vary until the objective assessment presented below is obtained.



Graph 2. Current and aim valuation of the factors affecting mobility. May 2019. (Own elaboration, 2019).

- Although the tasks for the development of mobility are relevant, the autonomous vehicle is considered to be the one that will influence the future of mobility the most. The car will move from being a passive to an income generator. For this scenario, it is essential to continue improving the rest of tasks mentioned in the chapter since they complement the autonomous vehicle in one way or another.

5. References

Knupfer, S. M., Pokotilo, V. & Woetzel, J., 2018. Elements of success: Urban transportationsystems of 24 global cities, s.l.: s.n.

Taborda, S. y otros, 2017. URBAN MOBILITY INNOVATION INDEX, s.l.: s.n.

Índice de la memoria

Índice de la memoria I
Índice de gráficas III
Índice de tablas V
Índice de ilustraciones VII
Capítulo 1. Estado del arte 9
1.1. Evolución de la movilidad 9
1.2. Planes de movilidad de distintas ciudades 13
1.3. Estudios similares 21
Capítulo 2. Identificación de los factores que cambian el futuro de la movilidad 37
2.1. Demografía 37
2.2. Tráfico 44
2.3. Medioambiente 49
2.4. Tecnología 53
2.5. Movilidad compartida 55
2.6. Plataformas de movilidad inteligente 58
Capítulo 3. Que deben hacer las ciudades líderes en movilidad para enfrentarse con éxito al futuro 62
3.1. Casos 62
3.1.1. Singapur 63
3.1.2. Copenhague 65
3.1.3. Madrid 68
3.1.4. Los Ángeles 70
3.1.5. Movilidad como Servicio 72
3.2. Tareas por realizar 75
3.2.1. Blockchain 76
3.2.2. Ciberseguridad 77
3.2.3. Prestaciones de los vehículos 79
3.2.4. Prestación de un servicio de vehículos compartidos 81
3.2.5. Public Private Partnership (PPP) 86

3.2.6. Recogida, tratamiento y análisis de datos 88
3.2.7. Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) 90
3.2.8. Vehículo autónomo 93
Capítulo 4. Roadmap smart city, conclusiones y futuros estudios 98
4.1. Movilidad en las ciudades inteligentes 98
4.2. Conclusiones y trabajos futuros 99
Capítulo 5. Bibliografía 105
ANEXO A 111

Índice de gráficas

Gráfica 1. Estadísticas de la Dirección General de Tráfico. Febrero 2019. (DGT 2017 y 2018). 34
Gráfica 2. World Population Prospects 2019. Febrero 2019. (ONU, 2018). 38
Gráfica 3. Estimaciones cifras de población de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018). 39
Gráfica 4. Cifras de población por distritos de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018). 40
Gráfica 5. Estimaciones cifras de población por distritos de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018). 41
Gráfica 6. Población Singapur. Mayo 2019. (Worldometers, 2019). 42
Gráfica 7. Población Copenhague. Mayo 2019. (World Population Review, 2019). 42
Gráfica 8. Población Los Ángeles. Mayo 2019. (World Population Review, 2019). 43
Gráfica 9. Mercado inmobiliario Madrid. Febrero 2019. (Departamento de Estudios de Idealista, Libertad y Control S.A., 2019). 43
Gráfica 10. TomTom Traffic Index. Febrero 2019. (TomTom, 2016). 45
Gráfica 11. Congestión a lo largo del día. Febrero 2019. (TomTom, 2016). 46
Gráfica 12. Congestión semanal. Febrero 2019. (TomTom, 2016). 47
Gráfica 13. Hora punta horario de tarde. Febrero 2019. (TomTom, 2016). 48
Gráfica 14. Evolución congestión. Febrero 2019. (TomTom, 2016). 49
Gráfica 15. Emisiones CO_2 a nivel mundial. Marzo 2019. (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2015). 50
Gráfica 16. Variación de las emisiones CO_2 a nivel mundial. Marzo 2019. (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2015). 50
Gráfica 17.Principales emisores de NOx. Marzo 2019. (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2017). 51
Gráfica 18. Etiquetas ambientales Barcelona y Madrid. Marzo 2019. (DGT, 2018). 52
Gráfica 19. Tarifas de un día en el checkpoint de Shenton Way - Chinatown. Mayo 2019. (AT Kearney, 2018). 64
Gráfica 20. Conteo de bicicletas, coches y personas en Copenhague. Mayo 2019. (City of Copenhague, 2017). 66
Gráfica 21. Clasificación de la Movilidad como Servicio. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 73
Gráfica 22. Gastos empresa de carsharing. Marzo 2019. (Entrevista experto sector, 2019). 85
Gráfica 23. Tipos de PPP. Mayo 2019. (Coalition for Urban Transportation, 2016). 87
Gráfica 24. Valoración actual y objetivo de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 102

Índice de tablas

Tabla 1. Medidas para regular el tráfico por país. Mayo 2019. (Business Insider, 2018)... 12
Tabla 2. Resumen planes de movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 20
Tabla 3. Resumen de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019)..... 61
Tabla 4. Comparación fortalezas y debilidades de cada caso de estudio. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 72
Tabla 5. Aplicaciones de MaaS alrededor del mundo. Mayo 2019. (Deloitte, 2017). 75
Tabla 6. Resumen de las tareas a realizar en cada campo. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 75

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Comparación del espacio necesario para transportar al mismo número de personas. Marzo 2019. (Växjö Municipality 2014). 19
Ilustración 2. Perfil Deloitte de Barcelona, Londres y Singapur. Marzo 2019. (Deloitte, 2019). 27
Ilustración 3. Perfil UMii de Barcelona, Londres y Singapur. Febrero 2019. (UITP & Catapult, 2017). 29
Ilustración 4. Empresas de movilidad compartida. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 57
Ilustración 5. Atribuciones de la Plataforma de Vehículo Conectado 3.0. Febrero 2019. (DGT, 2017). 59
Ilustración 6. Servicios de movilidad compartida en Madrid. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019). 69
Ilustración 7. Atasco autopista 405 Los Ángeles. Abril 2019. (Mohorte, 2018). 71
Ilustración 8. Bicicleta Banco Santander en Londres. Mayo 2019. (Wired, 2017). 86
Ilustración 9. Imagen LIDAR. Mayo 2019. (X Company, 2019). 94

Capítulo 1. Estado del arte

Este capítulo tiene la intención de enmarcar el estado del arte tanto de la movilidad como de los estudios existentes en el sector. Para ello, se inicia definiendo el concepto de movilidad, el modelo hacia el que se enfoca y las diferentes formas de regularla. A continuación, se presentarán los planes de movilidad de algunas ciudades del mundo para explicar como han enfocado el tema cada una de ellas. En la tercera parte se realiza un análisis de los estudios del sector que se han considerado más relevantes que explican los puntos fuertes de las principales ciudades del mundo y cómo debería afrontarse la movilidad para sobresalir en el sector.

1.1. Evolución de la movilidad

Qué es la movilidad, hacia dónde se dirige y cómo se regula.

El concepto de movilidad se entiende como el conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen en un entorno físico. Para la realización de este estudio el concepto de movilidad se dirige hacia movilidad urbana, según el cual, los desplazamientos se producen en una ciudad o núcleo urbano. (Ecologistas en acción, 2007)

Estos desplazamientos incluyen cualquier tipo de medio de transporte, esto es, vehículo privado, transporte público, en bicicleta o a pie. La movilidad está adquiriendo gran importancia a nivel mundial debido a distintos factores, siendo dos de los más destacados por un lado la contaminación que produce y los efectos perjudiciales que esta tiene en las personas y por otro lado la falta de eficiencia en este tipo de desarrollos.

Por ello la movilidad urbana del futuro se tiene que entender como movilidad urbana sostenible, término que engloba los factores básicos para tener en cuenta en el futuro.

En la actualidad algunas ciudades con territorio extenso experimentan un crecimiento horizontal de baja densidad, lo que provoca un incremento de los traslados funcionales a los centros de trabajo, colegios o centros de ocio. Es por ello por lo que un estudio de la movilidad no debería centrarse únicamente en el desarrollo de infraestructuras y de servicios de transporte si no que debería situarse en un contexto que contemple la planificación urbana en su totalidad.

La ONU estima que en el año 2050 se producirán 22.500 millones de desplazamientos al día en ciudades del mundo para una población mundial de 9.700 millones de personas. (ONU-Habitat, s.f.)

El aumento de población mundial viene acompañado de un aumento de la densidad poblacional. En el 2016 existían 20 megaciudades, es decir, aquellas con más de 10 millones de personas, mientras que, en el año 2018, las Naciones Unidas contaron 33 megaciudades. De acuerdo con las previsiones del Foro Económico Mundial, se espera que en la próxima década se alcancen las 50. El crecimiento continuado de población y su concentración en las ciudades provoca que las autoridades tengan que tener planes muy precisos sobre cómo van a moverse por la ciudad. (ONU, 2018)

El futuro de la movilidad está ligado al éxito que están experimentando los modelos de movilidad compartida. De acuerdo con el informe **Urban Mobility Redefined** de la consultora EY, existen tres dimensiones que afectan al futuro de la movilidad urbana; las características de los vehículos, la infraestructura digital y las distintas partes interesadas de todos los sectores. De cuerdo con la primera dimensión los coches del futuro tendrán que ser autónomos, personalizables, ecológicos, compartibles y conectados. En cuanto a la infraestructura digital a desarrollar es necesario que sea capaz: procesar información en tiempo real de los viajes, permitir que todos los transportes estén conectados, usar un sistema de pago único y seguir una estrategia multicanal. Por último, las partes interesadas que deberán hacer esto posible serán las empresas de automóviles, los proveedores de infraestructura, transporte y conectividad y las instituciones (EY, 2015). Las distintas aproximaciones que las grandes empresas hacen de la movilidad nos hacen concluir que no es un hito al que se llegue por un único camino, sino que es necesario sumar objetivos en distintos campos para conseguir un sector beneficioso para todos.

Regulación

Para apostar por un modelo de movilidad urbana sostenible, las ciudades del mundo están implementando distintas estrategias de reducción de tráfico en las ciudades como primera medida, mientras que, por otro lado, desarrollan planes de movilidad sostenibles y adaptados al futuro de estas.

Las ciudades experimentan cambios con gran facilidad gracias a la aparición de nuevas tecnologías o cambios de hábitos de los ciudadanos y es por eso por lo que los planes de movilidad están obsoletos o son insuficientes para la revolución que va a experimentar la movilidad. Por ello, los dirigentes políticos de las ciudades deben realizar un ejercicio de

responsabilidad y deben conseguir mantener este campo actualizado. De otra forma, a medida que vayan surgiendo cambios en la sociedad, las ciudades no serán capaces de responder de forma rápida y eficaz a los mismos, retrasando y encareciendo futuras decisiones.

Las ciudades que no tienen planes de movilidad actualizados cuando quieren llevar a cabo algún tipo de remodelación necesitan implantar medidas regulatorias de circulación. Generalmente, estas medidas no son bien recibidas por la población ya que implican limitar la circulación por distintos puntos de las ciudades, no obstante, este es un primer paso necesario que los dirigentes tienen que llevar a cabo para luchar contra los factores que dificultan la movilidad de los ciudadanos de la forma más rápida posible.

La regulación relativa a la movilidad que se implanta en las ciudades se centra entorno a la restricción parcial o total a diferentes niveles las ciudades en función el grado de contaminación de los vehículos. Esto implica que los vehículos que deseen acceder a la ciudad necesitarán cumplir con los requisitos establecidos previamente por el Ayuntamiento. También es posible la implantación de una tasa de acceso a vehículos privados que quieran entrar en la ciudad con la que se pretende incentivar a los ciudadanos a que accedan a las ciudades usando el transporte público. Actualmente, estas restricciones están asociadas al parámetro de emisiones de CO_2 de los vehículos.

Algunas de las ciudades que aplican este tipo de restricciones son:

- **Madrid**. Se han definido distintos escenarios de movilidad según las emisiones de CO_2 registradas. Cada uno de ellos limita la circulación en la ciudad a un tipo de vehículo en función de las emisiones del propio vehículo. Además, en el año 2019 entré en vigor una zona de bajas emisiones en la que el tráfico está restringido para vehículos contaminantes denominada Madrid Central (Ayuntamiento de Madrid, s.f.).

- **Londres**. Ha establecido diferentes tasas de acceso a la ciudad. Teniendo en cuenta únicamente la establecida a los coches, estos tendrán que pagar una primera tasa de congestión, establecida en 11,5 libras. A esta hay que añadir otra tasa que afecta a aquellos coches que no cumplan el estándar europeo de emisiones Euro 6, esta zona se denomina ULEZ (Ultra-Low Emission Zone) que afecta al centro de la ciudad. El Ayuntamiento tiene previsto ampliar esta zona en el año 2021 (Transport for London, s.f.).

- **Nueva York**. En el segundo trimestre del año 2019, el Ayuntamiento publicó una nueva ordenanza en la que se establecía una tasa de acceso a la isla de Manhattan de 10 dólares que entrará en vigor partir de 2021 (Hu, 2019).

- **Berlín**. Berlín, así como otras ciudades alemanas, ha implantado unas zonas ambientales a las cuales se puede acceder únicamente si se dispone de la categoría de vehículo adecuada según sus emisiones (Senate Department for the Enviroment, Transport and Climate Protection, s.f.).

Ciudad	País	Medida	Impacto
Oslo		Más de 35 millas de calles céntricas a carril bici	350.000 personas afectadas
Chengdu		Reformulación del diseño de la ciudad	Trayectos dentro del centro de 15 minutos a pie
Hamburgo		Red que conecte caminando o en bicicleta espacios de ocio en la ciudad	Zona que abarcaría el 40% de la ciudad
Stuttgart		Prohibición de acceso a la ciudad para vehículos diésel que excedan el estándar de emisiones	90% de coches diésel afectados
Copenhague		Focalización en el transporte en bicicleta, a pie o en transporte público	200 millas de carril bici en la ciudad
Paris		Paris Respire: restricción de acceso al centro según matricula par o impar, domingos sin coche, duplicar carril para bicicletas	Descenso del 30% de la polución
Londres		Pago por acceso al centro	Reduccion del uso del coche en un 17%
Bruselas		Calles peatonales, transporte público gratuito en días de alta conminación	Segunda ciudad de Europa con menos presencia de coches
Berlín		Zona de bajas emisiones con acceso según las emisiones del vehículo	Afecta al 33% de los residentes de la ciudad
Ciudad de México		Prohibición de acceso al centro según matricula 2 días a la semana y 2 sábados al mes	2 millones de personas afectadas
Bogotá		75 millas de calles cerradas a vehículos 1 día a la semana, 200 millas de carril bici	Incremento del uso bicicletas por sus ciudadanos
Madrid		Zona centro con acceso restringido solo para residentes	Descenso de los indicadores de contaminación

Tabla 1. Medidas para regular el tráfico por país. Mayo 2019. (Business Insider, 2018).

Estas estrategias son válidas actualmente, ya que, la gran mayoría de los vehículos son contaminantes, pero llegará un momento en el que los vehículos serán de cero emisiones y no será posible regularlo en función de este indicador. Por ello, es necesario desarrollar planes de movilidad urbana sostenible independientes de factores como las emisiones o el tamaño de los vehículos, lo que necesitan las ciudades es un cambio de mentalidad con respecto al uso del transporte privado.

1.2. Planes de movilidad de distintas ciudades

Para poder tener un objetivo claro sobre como enfocar el futuro de la movilidad todas las grandes ciudades desarrollan planes de movilidad en los que definen los objetivos que quieren alcanzar y como pretenden hacerlo. La herramienta que utilizan para ello son los planes de movilidad. Un plan de movilidad es una herramienta de gestión de la que disponen los Ayuntamientos para estructurar las políticas de movilidad en función de los objetivos planteados (Ayuntamiendo de Madrid, 2014).

Aunque la elaboración de un plan de movilidad suponga un compromiso a largo plazo, debe ser actualizable y previsor en relación con futuras mejoras. Elaborar un plan de movilidad es una tarea complicada ya que este no se limita a ideas para reducir el trafico de la ciudad, sino que debe incluir mejoras en seguridad vial, sostenibilidad, accesibilidad, logística, etc. y además ser lo suficientemente flexible para incluir futuros desarrollos, todo esto debe enmarcarse en las posibilidades económicas de la ciudad.

En esta sección se van a presentar planes de movilidad de 4 ciudades de distinto perfil. Las cuatro ciudades son Madrid, Londres, Sídney y Estocolmo. La elección de estas cuatro ciudades como ejemplos de planes de movilidad se fundamenta en que son ciudades que tienen un alto nivel de transparencia y que el autor conoce de primera mano.

Madrid

El ayuntamiento de Madrid aprobó el **Plan de Movilidad Urbana Sostenible** (Ayuntamiendo de Madrid, 2014) en el año 2014 y su horizonte temporal es 2014-2020. La evolución que ha experimentado el sector en los últimos 5 años ha sido considerable y aunque este plan incluye medidas de la movilidad compartida el Ayuntamiento ha tenido que legislar posteriormente para tratar temas de interés general como por ejemplo la nueva ordenanza de movilidad con respecto a los vehículos de movilidad urbana comúnmente conocidos como patinetes (Ayuntamiento de Madrid, s.f.).

En el plan movilidad tiene cuatro objetivos generales; sostenibilidad, seguridad, universalidad y competitividad.

Sostenibilidad

- Mejora de la calidad del aire.
- Reducción del consumo de energía no renovable.
- Reducción de la ocupación del espacio.

Seguridad

- Reducción del numero de accidentes.
- Reducción de las victimas por accidentes de tráfico.

Universalidad

- Transporte público universal
- Movilidad peatonal y ciclista universal y accesible.
- Espacion público de convivencia.

Competitividad

- Transporte público.
- Logística.
- Centros atractores.
- Reduccion de congestiones.
- Reduccion de afecciones a la salud.

Para la consecución de estos objetivos se han diseñado 8 líneas estratégicas que se desarrollan a lo largo de 15 medidas, detalladas en 95 acciones. Las 15 medidas a realizar son:

- Fomento de la movilidad peatonal.
- Promoción del transporte público colectivo.
- Promoción de la movilidad ciclista.
- Mejora de la movilidad en moto.
- Optimización del servicio del taxi.
- Incorporación al sistema de transportes de nuevos modelos de movilidad colaborativa.
- Mejora de la accesibilidad a todos los modos de transporte.
- Mejora de las condiciones de intermodalidad.
- Mejoras en la gestión de la demanda del vehículo privado.
- Mejoras en la gestión de la circulación
- Optimización de la carga y descarga.
- Promoción de energías limpias en la tecnología de los vehículos.
- Mejoras en la gestión del transporte turístico y discrecional.
- Comunicación y formación para el cambio de hábitos.
- Impulso a la implicación del sector privado en la movilidad

Con este plan, el Ayuntamiento de Madrid prevé para el año 2020, un aumento del 3%, del número de ciudadanos (de un 29% a un 32%) que elegirán andar o la bicicleta como formas de transporte, así como un aumento del 3% en los que elegirán el transporte público llegando al 45%. De la misma forma prevé un descenso del 6% en los usuarios del vehículo privado rebajando su uso hasta el 23%. Su previsión no estima la entrada de las nuevas formas de movilidad por lo que esta distribución podría verse seriamente afectada.

Este plan contempla unos gastos asociados de como mínimo de 530 M€ distribuidos entre los 6 años de duración de aquel. Estos gastos son los equivalentes a los comprometidos en los contratos de gestión integral relacionados con la movilidad por lo que no incluye ni los recursos propios del Ayuntamiento para la gestión de la movilidad ni los gastos que competen a otras administraciones, por ejemplo, los gastos asociados al metro, a nuevas líneas ferroviarias o los carriles bus-VAO.

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) 2014-2020 es bastante completo y abarca la gran problemática de Madrid, como era la reducción del tráfico apoyándose en el decremento del uso del vehículo privado, se marcaron objetivos conservadores por lo que las iniciativas planteadas eran fácilmente alcanzables en el plazo marcado. En el año 2015 se produjo un cambio de gobierno y este procuró adelantar muchas de las medidas planteadas en el PMUS para el que la ciudad no tenía las alternativas suficientes para igual el servicio del vehículo privado. Con el nuevo cambio de gobierno del año 2019, algunas de las medidas aplicadas están siendo detenidas para intentar dar otro punto de vista. Estos años de cambios constantes ponen de manifiesto la falta de entendimiento entre gobiernos dando como resultado cierto desconcierto en la ciudadanía y la sensación de que las autoridades no gestionan el presupuesto de la ciudad convenientemente.

Londres

La ciudad de Londres realizó el informe **International Comparative Studio - Traffic Management** (WSP & City of London Corporation, 2018) a base de comparaciones con grandes urbes en las que la movilidad está a la orden del día. En 2017, el Ayuntamiento de la ciudad designó un equipo que fue el encargado de realizar visitas e investigar hasta once ciudades. El plan fue publicado en el año 2018.

Para la realización del plan de movilidad la ciudad se centró en una serie de retos que se definen a continuación.

- Integración de personas, lugares y actividades.
- Desarrollo de logística de bajo impacto.

- Transformación de calles en favor de los peatones.
- Fomentar el transporte en bicicleta y a pie.
- Reducción del trafico.
- Mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de carbono.
- Invertir en transporte compartido.
- Fomentar el cambio desde el vehículo privado.
- Apostar por la transformación tecnología del transporte.
- Visión Zero[1].

Tras analizar los casos de las distintas ciudades se consideró que Londres debía mejorar en algunos de los puntos anteriores. A continuación, se detallan algunos de ellos:

- Reconocer las modalidades de transporte a pie y en bicicleta como el modo principal de transporte dentro de la City.
- Fomentar el uso de vehículos compartidos para desplazamientos.
- Desarrollar el mercado de las bicicletas de alquiler junto a nuevas políticas y equipos de gestión.
- Estudiar el rol de la automatización dentro del sector de logística.
- Analizar como los modelos de transporte bajo demanda pueden convivir con la infraestructura de la City.
- Adoptar los principios de la Visión Zero para toda la ciudad de Londres.

Sídney

El caso de Sídney se va a estudiar a partir del plan **Sustainable Sydney 2030 - Community Strategic Plan** (City of Sydney, 2013) que la ciudad desarrolló en 2013 con vistas al año 2030 centrado en la sostenibilidad. Este plan afecta a la zona conocida como Ciudad de Sídney.

El plan fija 10 objetivos que se describen a continuación.

1. Se reducirán las emisiones de efecto invernadero un 70% con respecto a los niveles de 2006.

[1] Visión Zero: es una filosofía que persigue la seguridad en las carreteras hasta el punto de no existir fallecidos o heridos gravemente en ellas (Haworth & Tingvall, 1999).

2. La ciudad debe ser capaz de proveer de forma local el 100% de la demanda de electricidad y el 30% del suministro de agua, además, se deberá aumentar las zonas de sombra en un 50% para el año 2030.

3. Se establecerá un mínimo de 138.000 viviendas sostenibles.

4. El 7,5% de las viviendas serán viviendas sociales y otro 7,5% serán viviendas asequibles gestionadas con fin social.

5. Habrá como mínimo 465.000 empleos

6. Los viajes al trabajo usando el transporte publico deberán incrementar en un 80%.

7. De los viajes que se realicen dentro de la ciudad al menos un 10% deberán ser en bicicleta y un 50% a pie.

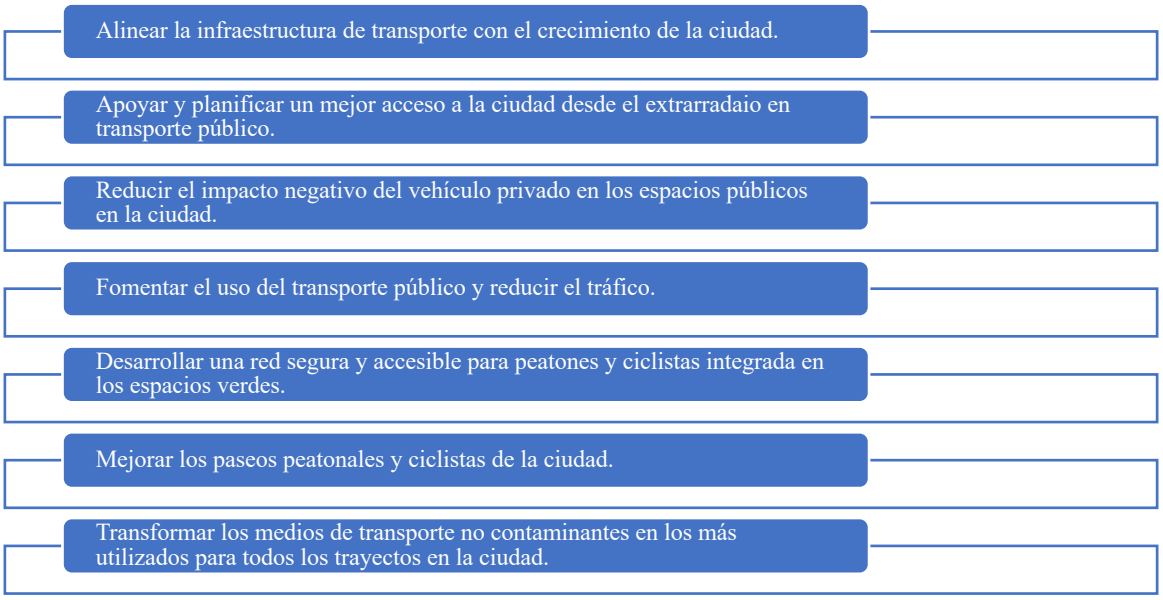
8. Los residentes deberán poder acceder a servicios e infraestructuras a pie.

9. Los residentes deberán acceder en 3 minutos andando al anillo verde que conecta diversos parques

10. El nivel de cohesión social se incrementará en un 65%.

De los 10 objetivos fijados, al menos el 50% está relacionado de alguna forma con la movilidad de los ciudadanos. Por otro lado, los objetivos 3, 4 y 5 van a provocar cambios en la ciudad y en la forma de desplazamiento de las personas que hagan uso de ellos por lo que se puede inferir que, del plan estratégico de la ciudad, más de la mitad está afectado por las decisiones que se tomen en el campo de la movilidad, lo que demuestra la importancia que tiene este sector en la proyección a largo plazo en las ciudades.

Analizando en exclusiva el campo de la movilidad, la ciudad va a realizar una serie de cambios para llegar a los objetivos planteados, estos son;



Dada mi experiencia en la ciudad de Sídney el plan me parece demasiado ambicioso debido a que en la cultura australiana está muy arraigada al coche. Los motivos fundamentales son las grandes distancias que existen en las ciudades entre las zonas residenciales y los centros de trabajo, además de una infraestructura de transporte público basada principalmente en el autobús lo que no ayuda a la reducción del tráfico. Si al punto anterior se suma que Australia es un país en el que parte de su economía se apoya en gran medida en la inmigración, el hecho de circular por la izquierda, al revés de la gran mayoría de países, añade una dificultad más en la relación a la correcta circulación por la ciudad.

A pesar de ello, las cifras propuestas, pese a ser exigentes, pueden ser alcanzables debido a que están planteadas para el año 2030 y que se apoyan en incrementos con respecto a años pasados, esto quiere decir que, por ejemplo, con referencia al punto 6 (incremento de un 80% de los viajes en transporte público), las autoridades tienen planteadas con vistas a 2024 doblar la cantidad de kilómetros de vía con el consiguiente incremento de viajes en transporte público. Este incremento reflejará también en un descenso de las emisiones de efecto invernadero por lo que el punto 1 (alineamiento entre infraestructura de transporte con el crecimiento de la ciudad) también es factible.

Estocolmo

El plan **Urban Mobility Strategy** (Stockholms stad, 2012) de la ciudad de Estocolmo tiene como finalidad cumplir los objetivos planteados para el año 2030. Es un plan de

actuación que estuvo en vigor entre el año 2012 y el año 2016. El Ayuntamiento desarrolló 4 estrategias para combatir con distintas situaciones.

A. Capacidad. A pesar del incremento en el número de habitantes de la ciudad, esta estrategia esta enfocada a conseguir que por las calles se desplacen esas personas sin utilizar más espacio físico del que esta desarrollado actualmente. Es decir, que en el mismo espacio del que se dispone actualmente se desplacen más personas de las que hay en la actualidad. La ciudad pretende cumplir su objetivo fomentando el uso de medios que permitan el transporte de más personas por área, es decir, transporte público, bicicleta y a pie.

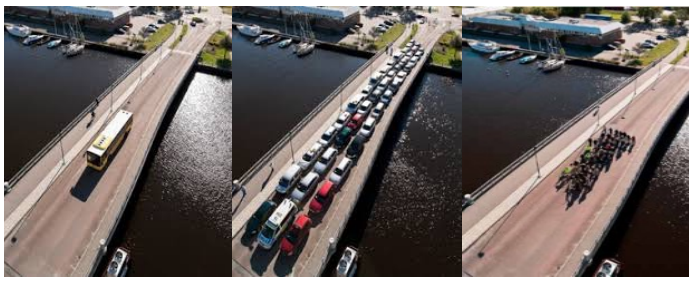


Ilustración 1. Comparación del espacio necesario para transportar al mismo número de personas. Marzo 2019. (Växjö Municipality 2014).

B. Accesibilidad. Esta estrategia consiste en dar prioridad a los modos de transporte PBP (transporte público, bicicleta y a pie). Algunas de las opciones planteadas son incremento de la velocidad máxima permitida para estos medios, restricciones de acceso a distintos lugares y en ciertas horas, restricciones de velocidad para los vehículos privados, etc. Con esta estrategia se pretende conseguir que los ciudadanos alcancen su destino en un tiempo y coste razonable.

C. Atractivo. Las carreteras son algo más que un medio de transporte de personas, son parte vital del ámbito publico y juegan un papel fundamental en como la ciudad es percibida como lugar para visitar, vivir y trabajar. Los planes de tráfico de hace 50 años abordaban la red de calles y carreteras como un medio para los vehículos y no como espacios funcionales. Esto ha dado como resultado espacios mal diseñados y poco accesibles, especialmente para peatones.

D. Sostenibilidad. Estocolmo tiene como objetivo convertirse en una ciudad libre de combustibles fósiles en 2050. Además de la lucha contra los ataques medioambientales, Estocolmo planea una estrategia contra la contaminación acústica producida en gran medida por el ruido generado por el tráfico. Por último,

propone estrategias para luchar contra las incidencias provocadas en carreteras cada año asciendo el numero de heridos a mas de 5.000 al año.

El plan planteado por la ciudad es muy completo y abarca las 4 ramas en las que se debería centrar toda ciudad. Plantea objetivos claros y, lo más interesante del plan es que además de desarrollar las medidas, responde preguntas que cualquier ciudadano podría hacerse como, quién es el responsable de llevarlo a cabo, qué sucede si no se consiguen los objetivos marcados o cómo se encuentra la situación actual.

Ciudad	Fortalezas	Debilidades	Medida Estrella
Madrid	Plan completo y de objetivos realistas	Inestabilidad política y reformulaciones continuas	Madrid Central
Londres	Focalización en el transporte sostenible	Poca apuesta en la movilidad bajo demanda	Vision Zero
Sídney	Objetivos claros y alcanzables	Cultura del coche	Anillo verde accesible por todos residentes
Estocolmo	Plan centrado que abarca todas las ramas de la movilidad	Objetivos ambiciosos	Reducción del nivel de tráfico a registros inferiores a los de 2008

Tabla 2. Resumen planes de movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

Para concluir este punto, merece especial mención puntualizar que, generalmente, algunas de las decisiones de movilidad tomadas tienen un componente cortoplacista y no tanto basado en alternativas reales para la mejora de la movilidad ciudadana.

Medidas restrictivas, como el cierre total del centro al vehículo privado, tiene su ángulo positivo: impacto inmediato, deslocalización de la polución, e impacto negativo: critica social por falta de alternativa y carácter coercitivo de la medida con animo de recaudar a través de las sanciones.

Este tipo de medidas restrictivas deben venir acompañada de soluciones imaginativas en el corto plazo y desarrollos de infraestructuras en el medio y largo plazo como, por ejemplo, desarrollo de aparcamientos disuasorios en las afueras, servicios de movilidad compartida, mejoras radicales en los sistemas de transporte público, etc.

No se trata de demonizar industrias como la del automóvil, ni de criminalizar energías fósiles frente a energías limpias, sino que se trata de alentar el trafico en la ciudad de modo responsable y eficiente de manera que no solo se deslocalice la polución y el trafico a áreas periféricas.

Por tanto, las medidas llevadas a cabo por una ciudad deben ir encaminadas a fomentar la libertad de movimiento a la par que mejorar la convivencia ciudadana.

1.3. Estudios similares

Para la realización de este proyecto se hizo una labor de investigación previa a través de diferentes informes para conocer el estado del sector. Estos informes ejercerán como referencia a lo largo de todo el trabajo.

Los estudios más destacados son en los que se basó la idea principal de este trabajo y son aquellos realizados por grandes empresas en los que analizan el estado la movilidad actual en distintas ciudades. Estos informes son referencias en el sector y sirven como guía para muchas ciudades interesadas en mejorar la movilidad. Algunas de las empresas y estamentos incluidos en este grupo son; Mckinsey & Company, Deloitte, Unión Internacional de Transporte Público (UITP), el IESE y A.T. Kearney.

La consultora Mckinsey & Company realizó el informe **Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities** (Knupfer, et al., 2018). El criterio de selección de las ciudades se basó en que estas tuvieran al menos 5 millones de personas y que contasen con cierta relevancia dentro del país. En el aspecto económico se exigió un mínimo de $10.000 de producto regional bruto (PRB). Con relación a la movilidad se exigía una cantidad de mas de 150 coches por cada mil habitantes. Por ultimo, era necesario que al menos el 50% de los datos estuvieran recogidos por fuentes internacionales y que fueran ciudades líderes en al menos dos de los indicadores de movilidad referidos en ciudades de más de 3 millones de personas. Con estas exigencias se obtuvieron 20 ciudades a las que se añadieron Berlín, Hong Kong, Shanghái y Singapur por tener sistemas de transporte sobresalientes según instituciones externas pese a que no cumplían alguno de los requisitos iniciales.

La citada identificó seis factores; disponibilidad, asequibilidad, eficiencia, conveniencia, sostenibilidad y percepción del público. Estos moldean la experiencia de los viajeros antes, durante y después del viaje respectivamente.

La disponibilidad y la asequibilidad son factores que afectan antes del viaje, mientras que la eficiencia y conveniencia se relacionan con los pasajeros durante el viaje. Por último, la sostenibilidad y la percepción del público corresponden a la categoría de después del viaje. A continuación, se muestran los indicadores de cada temática y las medidas realizadas en cada indicador.

- **Disponibilidad**
  - *Infraestructura ferroviaria*

        - Porcentaje de población y de puestos de trabajo a menos de un km de una estación de metro o de tren.
    - *Infraestructura vial*
        - Calidad de la infraestructura vial.
        - Conectividad peatonal.
        - Carriles para bicicletas como porcentaje sobre el total de red de carreteras.
    - *Transporte compartido*
        - Número de bicicletas de alquiler por millón de personas.
        - Servicios disponibles de coches compartido por millón de personas.
    - *Conectividad con el exterior*
        - Número de vuelos regulares desde los aeropuertos de la ciudad.
- **Asequibilidad**
    - *Transporte público*
        - Coste del billete de transporte público mensual como porcentaje del salario medio.
        - Número de categorías de pasajeros que son subsidiados.
        - Coste de un viaje en taxi de un km como porcentaje del salario medio.
    - *Coste y cantidad de barreras al transporte privado*
        - Coste de dos horas de aparcamiento de pago como porcentaje del salario medio.
        - Impuestos que se pagan al comprar un vehículo.
        - Cargos por congestión y restricciones para los vehículos privados
        - Carreteras urbanas con peajes.
- **Eficiencia**
    - *Transporte público*
        - Velocidad media efectiva en hora punta matinal.
        - Tiempo medio de espera en el transporte por carretera.
        - Carriles exclusivos para autobuses como porcentaje sobre el total de red de carreteras.
    - *Transporte privado*
        - Tiempo de viaje en hora punta comparado con la hora libre de tráfico.
        - Velocidad media durante la hora punta matinal.
        - Índice de previsibilidad del tiempo en los desplazamientos.
- **Conveniencia**

- *Comodidad en el viaje*
  - Edad media de los autobuses y los vagones del metro.
  - Horas en las que operan el metro y los autobuses por semana.
  - Porcentaje de autobuses y estaciones de metro que son accesibles con silla de ruedas.
- *Sistema de compra de billetes.*
  - Disponibilidad de una tarjeta de transporte público única.
  - Posibilidad de recargar de forma remota.
  - Compra de billetes desde el móvil.
  - Compra de billetes con tarjeta bancaria.
  - Posibilidad de pagar en los tornos con tarjetas contactless y aplicaciones móviles.
  - Posibilidad de pagar otro tipo de servicios (no relacionados con el transporte) con la tarjeta de transporte.
- *Servicios digitales*
  - Grado de penetración y valoración de la aplicación de transporte oficial.
  - Wi-Fi en vagones de metro, autobuses y estaciones.
  - Información en tiempo real sobre el transporte público.
- *Transbordos*
  - Distancia media en metros desde una estación de metro hasta las tres paradas de autobús más cercanas.
  - Tiempo medio de transbordo entre distintos medios de transporte.
  - Existencia de un sistema de orientación de la ciudad.

- **Sostenibilidad**
  - *Seguridad*
    - Número de fallecidos en carretera y en transporte público por cada millón de habitantes.
    - Índice de seguridad vial.
  - *Impacto ambiental*
    - Estándares de gasolina y diésel.
    - Edad media los vehículos que circulan
    - Vehículos eléctricos como porcentaje del total de coches vendidos.
    - Horas semanales circuladas por los vehículos privados por km cuadrado del área de la ciudad.
- **Percepción del público**
  - *Satisfacción*

        - Porcentaje de encuestados satisfechos con el servicio que se presta actualmente
    - *Percepción de cambio*
        - Porcentaje de encuestados que están satisfechos con los cambios realizados desde los últimos tres a cinco años.

El informe llegó a la conclusión de que no hay un triunfador absoluto si no que cada de una de las ciudades es líder en alguna categoría y aquella que mantiene una posición media elevada en todas ellas es la que se erige sobre las demás. Si tuviéramos que crear la ciudad con el mejor sistema de transporte, este tendría que tener tasas de disponibilidad como las de Paris, ser tan asequible como en Singapur, contar con la eficiencia de Seúl, disponer de la conveniencia de Toronto y, por último, la sostenibilidad de Hong Kong.

El estudio también llego a la conclusión que los mejores sistemas de transporte están generalmente relacionados con la riqueza del país, pero no siempre es así. Comparando ciudades con el mismo producto regional bruto (PRB), no todas se encuentran en la misma posición en cuanto a liderazgo en movilidad. Por ejemplo, Madrid, situada en la categoría media de PRB, se sitúa como líder superando en la misma categoría a ciudades como Seúl y Milán, y, comparada con la categoría superior de PRB supera a grandes capitales como Nueva York o Chicago.

Del estudio se deduce que es un tema muy controvertido al estar afectado por la opinión de muchos involucrados, por ejemplo, la consultora se pregunta, si es más importante un transporte privado asequible o eficiente, si es posible tener un sistema de transporte público con alta disponibilidad y accesible para todo el mundo, pero asequible. Para responder a estas preguntas, se realizaron encuestas a expertos en movilidad y a residentes de las propias ciudades llegando a la conclusión de que existe una correlación entre ambas partes.

De las encuestas se obtuvo que el factor más importante para ambos son los relacionados con la seguridad. En segundo lugar, destaca la eficiencia del sistema de transporte, no obstante, los residentes consideran igual de importante la eficiencia tanto del transporte público como privado, por otro lado, los expertos, consideran que la eficiencia del transporte público es el doble de importante que la del privado. Por último, ambos coinciden en que accesibilidad, conveniencia, asequibilidad, disponibilidad y sostenibilidad ecológica son puntos críticos para obtener un buen sistema de transporte.

La clasificación de las 10 mejores ciudades en cuanto a movilidad esta formada por: Singapur, Paris, Hong Kong, Londres, Madrid, Moscú, Chicago, Seúl, Nueva York y Milán.

Otro de los informes relevantes en cuanto a la movilidad es **City Mobility Index** (Dixon, et al., 2019) que la consultora Deloitte elabora cada año. Para ello, la consultora analiza más de 50 ciudades. Las ciudades seleccionadas no cumplen unos criterios específicos, sino que la consultora selecciona las ciudades que cree oportuno según su localización geográfica, la dimensión y el grado de desarrollo económico. Posteriormente, puntúa a cada ciudad en los diferentes indicadores creando un perfil de cada ciudad. Es importante destacar que este informe no analiza una trayectoria, sino que es una imagen de la situación en un momento determinado. Algunas de las ciudades que estudiadas son: Barcelona, Pekín, Berlín, Copenhague, Helsinki, Hong Kong, London, Los Ángeles, Ciudad de México, Nueva York, Paris, Seúl, Singapur, Estocolmo, Sídney y Tokio.

En cuanto a la elaboración del perfil, Deloitte define tres temáticas, rendimiento y resiliencia; visión y liderazgo, y servicio e inclusión. A cada temática se asocian 5 indicadores. Para calcular cada uno de los indicadores se utilizan diferentes fuentes. A continuación, se muestran los 15 indicadores. Para establecer las puntuaciones se han utilizado más de 60 fuentes de datos, debido a la extensión que supondría, se darán dos ejemplos de datos tomados para evaluar cada uno de los indicadores.

- **Rendimiento y resiliencia**
  - *Congestión*
    - Nivel de congestión.
    - Tiempo dedicado para un viaje de 10km hasta el centro en hora punta.
  - *Fiabilidad del transporte público*
    - Tiempo de espera medio en minutos para usar el transporte público.
    - Porcentaje de retrasos en el transporte público.
  - *Seguridad vial*
    - Calidad de las carreteras.
    - Numero de accidentes de tráfico en los que se produjeron muertes.
  - *Integración y movilidad compartida*
    - Servicios de vehículos compartidos en la ciudad (bicicletas, coches, motos, …).
    - Existencia de una aplicación de MaaS.
  - *Calidad del aire*

        - Emisiones de dióxido de carbono per cápita.
        - Índice de calidad del aire.
- **Visión y liderazgo**
    - *Visión e innovación*
        - Estrategias sobre la movilidad del futuro.
        - Iniciativas junto al sector privado.
    - *Inversión*
        - Porcentaje del presupuesto dedicado al transporte sobre el total del presupuesto de la ciudad.
        - Nivel de inversión en movilidad.
    - *Innovación*
        - Nivel de adopción de vehículos eléctricos.
        - Posición en el índice IESE Smart Cities.
    - *Regulación*
        - Cantidad de cuerpos regulatorios.
        - Soporte de la ciudad al vehículo autónomo.
    - *Iniciativas de sostenibilidad ambiental*
        - Existencia de incentivos al vehículo eléctrico.
        - Puntuación del plan de sostenibilidad.
- **Servicio e inclusión**
    - *Oferta de transporte público*
        - Longitud del sistema ferroviario en km.
        - Frecuencia media del metro en minutos.
    - *Asequibilidad del transporte público*
        - Coste mensual del transporte público.
        - Coste del litro de combustible.
    - *Versatilidad*
        - Grado de dependencia del vehículo privado.
        - Existencia de autobuses rápidos.
    - *Satisfacción de los clientes*
        - Encuestas de satisfacción sobre el transporte público.
    - *Accesibilidad*
        - Puntuación en la accesibilidad al transporte.
        - Porcentaje del transporte público con accesibilidad total.

A continuación, se muestra el perfil que obtuvieron Barcelona, Londres y Singapur.

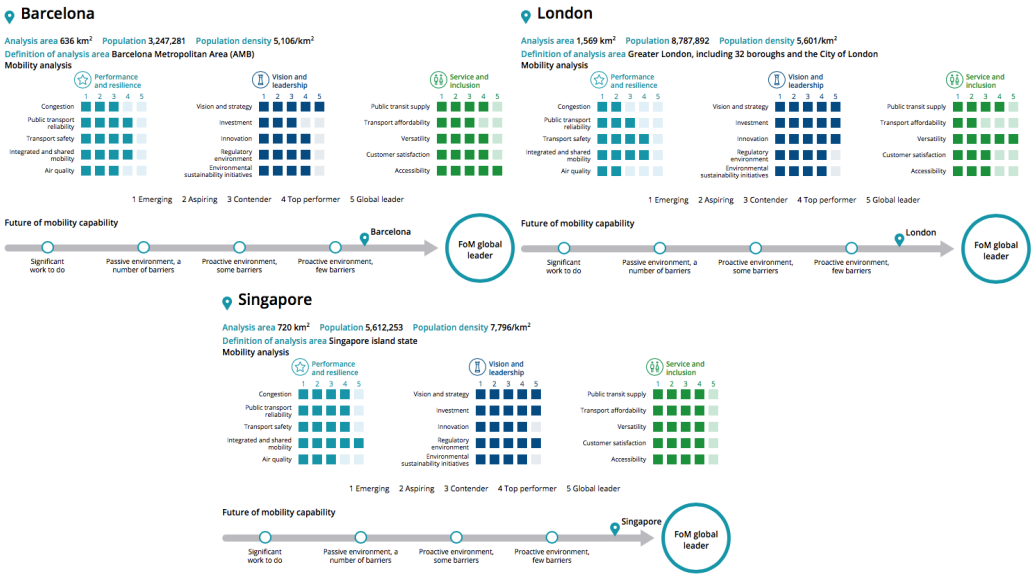


Ilustración 2. Perfil Deloitte de Barcelona, Londres y Singapur. Marzo 2019. (Deloitte, 2019).

En el estudio se descubre que la localización geográfica influye enormemente sobre el desarrollo de la movilidad. Además, en las ciudades extensas como Los Ángeles es más complicado desarrollar políticas de transporte activo que en aquellas en las que son más accesibles como Ámsterdam o Helsinki.

También se deriva que la mentalidad de las personas tiene más importancia para el desarrollo del sistema de transporte de lo que se piensa. Por ejemplo, Ámsterdam es famosa por su cultura ciclista, no obstante, en otras ciudades con situación geográfica y población similar no está tan extendido. Otro ejemplo cultural que se menciona es el estigma que sufre el transporte público y la importancia que se otorga a poseer un coche en la cultura americana y al símbolo de estatus que esto representa en China.

El estudio infiere que la movilidad juega un papel fundamental en la prosperidad económica de la ciudad y que el éxito de una ciudad a largo plazo en cuanto a la movilidad proviene de la aplicación de mejoras tecnológicas y de una integración de sistemas inteligente más que de inversión pura.

Por último, el informe concluye que, para conseguir el éxito, los gobiernos deben involucrarse en el desarrollo de la movilidad, ya sea, monitorizando y compartiendo información, bien incentivando las innovaciones presentadas por el sector privado o estableciendo estándares y reglas que los proveedores acaten.

El siguiente informe que he considerado relevante como referencia es el **Urban Mobility Innovation Index (UMii)** (Taborda, et al., 2017). El estudio fue presentado por Catapult y por la Asociación Internacional del Transporte Público en el año 2017 y evalúa la madurez del ecosistema de innovación de las ciudades en movilidad urbana. Para ello realiza perfiles de cada una de las 30 ciudades analizadas a través de encuestas, investigación y recolección de datos de fuentes oficiales.

Algunas de las ciudades escogidas para este estudio son; Los Ángeles, Ciudad de México, Barcelona, Lisboa, Londres, Ámsterdam, Milán, Sao Paulo, Nueva Delhi, Singapur y Sídney entre otras.

Para la elaboración de los perfiles de las ciudades mencionadas anteriormente, se analizan 3 dimensiones; Preparación, Despliegue y Habitabilidad y cada una de ellas tiene 3 indicadores los cuales agrupan diferentes fuentes de datos.

- **Preparación**
  - *Estrategia*
    - Exhaustividad de la estrategia.
    - Existencia de un plan sobre como ejecutar y monitorizar estrategia.
  - *Capacidad*
    - Existencia de capacidad interna para apoyar las innovaciones a realizar.
    - Habilidad de la ciudad para impulsar la innovación.
  - *Solvencia*
    - La accesibilidad, usabilidad y completitud de los datos.
- **Despliegue**
  - *Regulación*
    - Existencia de barreras a la innovación.
    - Nivel de penetración de nuevos modelos de negocio.
  - *Inversión*
    - Nivel de atracción de inversión para la ciudad.
    - Inversiones realizadas por la ciudad.
  - *Compromiso*
    - Nivel de compromiso de los ciudadanos con la ciudad.
    - Forma de recolección de datos.
- **Habitabilidad**
  - *Conectividad*
    - Nivel de fluidez de los viajes.

- Usabilidad del sistema de transporte de la ciudad.

- *Bienestar*
  - Calidad de vida.
  - Existencia de una cultura de movilidad saludable.
- *Ambiente*
  - Calidad del aire de la ciudad.
  - Nivel de consumo de energía.

A continuación, se muestran los perfiles obtenidos de Barcelona Londres y Singapur.

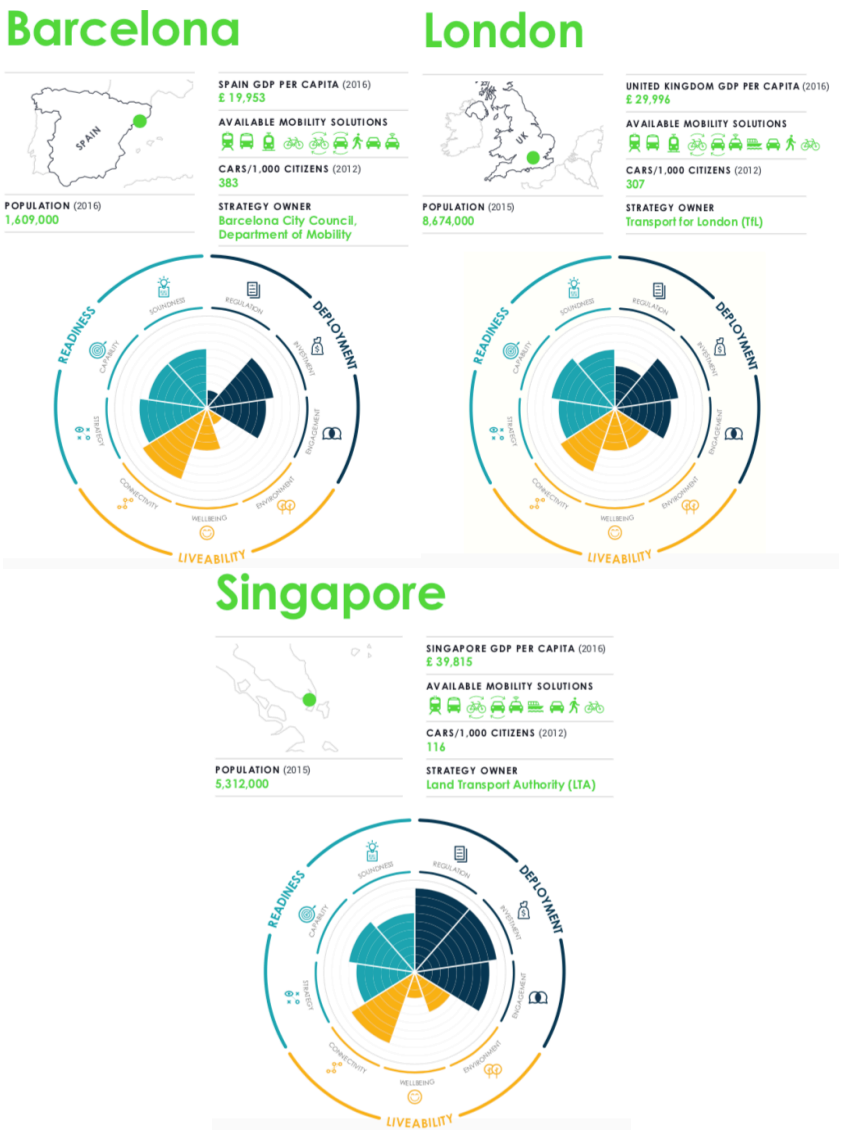


Ilustración 3. Perfil UMii de Barcelona, Londres y Singapur. Febrero 2019. (UITP & Catapult, 2017).

Las conclusiones a las que llega este informe son que al analizar ciudades que no son similares existe una dimensión contextual extra que no tiene en cuenta. A pesar de ello, el estudio es capaz de obtener al menos 8 conclusiones sobre las prácticas actuales y temas por tratar para desarrollar un ecosistema de movilidad adecuado.

1. La estrategia por desarrollar debe ser una carga compartida entre todas las partes interesadas.

2. La movilidad no es un reto exclusivo del transporte, sino que tiene que afrontarse desde distintas perspectivas.

3. El usuario es el que debe beneficiarse de las innovaciones aplicadas.

4. Centrarse en desafíos en lugar de en elaborar prescribir soluciones a problemas.

5. Valorar la importancia de los datos a la hora de apoyar decisiones y desarrollar soluciones.

6. Construir una red colaborativa para llevar a cabo las soluciones aportadas y evitar que un único agente se encargue de su desarrollo.

7. Evitar un entorno en el que la regulación limite a la innovación.

8. Monitorizar y evaluar el sistema de forma recurrente para evitar incidencias y sistemas obsoletos.

A continuación, el informe que se ha considerado es **Cities in Motion Index** (Berrone, et al., 2019), correspondiente al año 2019, realizado por el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (IESE) de la Universidad de Navarra, una institución con gran prestigio tanto a nivel nacional como internacional. Al ser un informe que incluye otros factores el resultado obtenido no es del todo relevante para este estudio, no obstante, se consideró importante su mención ya que el análisis realizado a la dimensión de movilidad es una referencia recurrente en otros estudios del sector.

Para la elaboración de este informe se han estudiado 174 ciudades repartidas por todo el mundo. La selección de estas ciudades no siguió un criterio especifico sino que se seleccionaron las ciudades más importantes alrededor del mundo. Entre ellas se incluyen: Londres, Nueva York, Paris, Madrid, Rio de Janeiro, Sídney, Singapur, Tokio, Ciudad de México, entre otras.

Este informe tiene la peculiaridad que no analiza la movilidad en exclusiva, sino que busca medir la sostenibilidad de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes. Las dimensiones que mejor caracterizan esto son: gobernanza, planificación urbana, tecnología, medioambiente, proyección internacional, cohesión social, movilidad y transporte, capital humano y economía. A la hora de calcular el índice, a cada una de estas dimensiones se le otorga un peso especifico, siendo 0,90 el correspondiente a movilidad y transporte.

Los indicadores seleccionados para medir la dimensión de movilidad son diez y cada uno de ellos contiene una o varias unidades de medida del indicador acompañadas de un signo negativo si estas afectan negativamente a la movilidad y transporte.

- **Movilidad y transporte**
  - *Índice de tráfico*
    - Tiempo consumido en congestiones
    - Insatisfacción que genera
    - Consumo de CO_2
  - *Índice de ineficiencia*
    - Estimación de las ineficiencias en el tráfico.
  - *Índice de tráfico para desplazarse al trabajo*
    - Cantidad de minutos de viaje hacia el trabajo.
  - *Bike sharing*
    - Servicios automatizados de uso público de bicicletas compartidas dentro de la ciudad.
  - *Longitud del sistema de metro*
    - Longitud del sistema de metro por ciudad.
  - *Estaciones de metro*
    - Número de estaciones de metro por ciudad.
  - *Vuelos*
    - Número de rutas aéreas en una ciudad.
  - *Tren de alta velocidad*
    - Variable binaria que muestra si la ciudad tiene o no tren de alta velocidad.
  - *Vehículos*
    - Cantidad de vehículos comerciales en la ciudad (rutas de entrada).
  - *Bicicletas por hogar*
    - Porcentaje de bicicletas por hogar.

Es interesante como en este informe la clasificación de las ciudades según la dimensión de movilidad y transporte presenta algunos cambios comparados con los informes anteriores. En este caso las mejores 10 ciudades en cuanto a movilidad y transporte serían Shanghái, Pekín, Londres, Paris, Nueva York, Berlín, Viena, Múnich, Madrid y Taipéi. Shanghái lidera esta clasificación debido a que sobresale en la amplitud de su sistema de metro, mantiene la segunda posición en relación con el número de estaciones, tiene unos sistemas de bicicletas más desarrollados y es la cuarta urbe en cuanto a rutas aéreas de entrada.

Las conclusiones a las que se llega en el estudio están enfocadas al índice en general no únicamente al campo de la movilidad. No obstante, se ha considerado que las siguientes conclusiones son perfectamente válidas para la dimensión de movilidad y transporte.

- El tamaño de la ciudad es importante, aunque no es condición sine qua non para situarse en posiciones elevadas. En el caso de la movilidad se pueden observar grandes urbes, pero también están presentes otras ciudades de dimensiones mas reducidas como son Viena, Madrid o Múnich.
- Las ciudades necesitan fijar una identidad y a partir de ahí establecer un plan estratégico para alcanzarla, es decir, si se quiere destacar en el ámbito del transporte público, vehículo compartido o desplazamientos limpios de contaminación la ciudad ha de definir las estrategias necesarias para llegar a convertirse en el tipo de urbe que se desea.
- Es fundamental realizar un diagnóstico completo y continuo en el tiempo, así como una monitorización de los planes llevados a cabo y un análisis de su rendimiento. Los cambios son lentos para la gran mayoría de las ciudades por lo que si no se realiza un seguimiento de las acciones realizadas es muy sencillo perder de vista el objetivo.
- Hay ciudades buenas pero la ciudad perfecta no existe. Es muy complicado que una ciudad obtenga la máxima puntuación en todos los indicadores ya que, normalmente, la cultura de la ciudad focaliza las inversiones y las estrategias de desarrollo.

El capítulo finaliza con el informe **Hacia un modelo social y sostenible de infraestructuras viarias en España** (A.T. Kearney, 2018) que A.T. Kearney elaboró en septiembre del año 2018 para la Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras (SEOPAN). Este tiene como objetivo desarrollar una visión estratégica sobre el nuevo modelo social y sostenible de infraestructuras viarias en España.

En el informe se sostiene que la infraestructura viaria en España se ha visto afectada por un descenso de los indicadores de calidad, seguridad y salud de la red en los últimos años. Para demostrarlo expone en 8 puntos la situación actual del país.

- **Atascos**

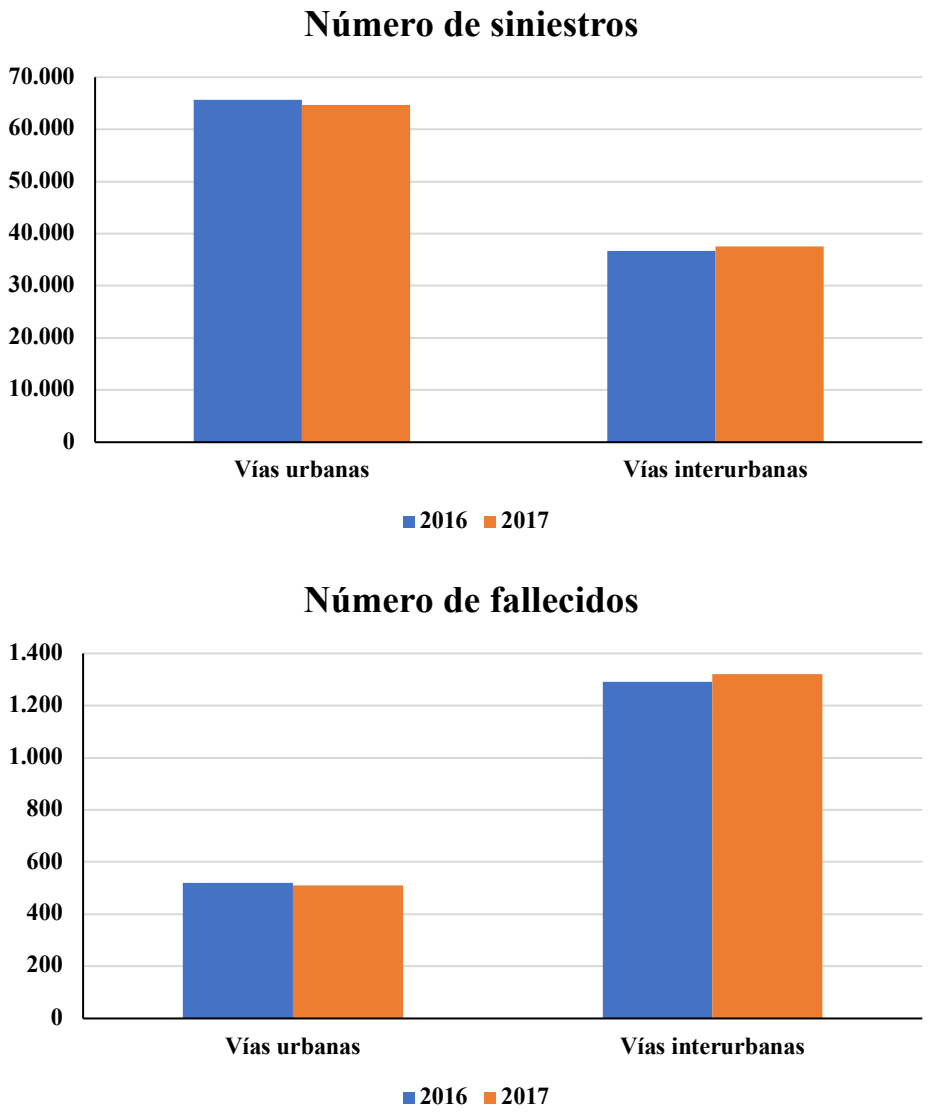
  La tasa de tráfico en las diferentes ciudades de España se ha disparado debido a la reducción de inversión en accesos y carreteras. Las ciudades no son capaces de absorber el tráfico en las horas punta por lo que se forman atascos que provocan que los ciudadanos esperen dentro de sus vehículos el equivalente a más de 10 jornadas laborables. Barcelona y Madrid lideran la clasificación de tiempo perdido en atascos en hora punta en el año 2016 en el que los conductores perdieron más de 100 horas en atascos. El coste total del tiempo perdido en atascos en España asciende a 5.500 millones de euros al año. Además, la congestión del tráfico tiene efectos negativos en el medioambiente (contaminación acústica, cambio climático, …). Los costes asociados a los efectos medioambientales se estiman en un mínimo de 5.500 millones de euros al año.

- **Salud**

  Los niveles de contaminación están disparados en las zonas urbanas de España. Hasta 4 comunidades rebasan los niveles de contaminación establecidos por la OMS para 2 indicadores relacionados con el tráfico. Se estima que, para la ciudad de Madrid, la contaminación atmosférica provocada por los atascos tiene un peso estimado del 40%. Los índices de mortalidad debido a la contaminación varían dependiendo de los agentes se estudien o el plazo, pero la estimación más conservadora es de 2.500 muertes anuales.

- **Siniestralidad**

  Los datos recogidos en el año 2016 por el informe indican que se produjo un aumento de la siniestralidad en vía interurbana. De la misma forma, aumentó en el numero de fallecidos en este tipo de vías. La nueva información disponible del año 2017 indica que la siniestralidad en vías interurbanas sigue en ascenso, así como el número de fallecidos. Por otro lado, la situación es opuesta en vías urbanas, en las que el número de accidentes ha descendido en el ultimo año, como también el número de fallecidos.



Gráfica 1. Estadísticas de la Dirección General de Tráfico. Febrero 2019. (DGT 2017 y 2018).

Para reducir la siniestralidad en España hay que aumentar la inversión en la red secundaria ya que es la que acumula la gran parte de estos accidentes. Los costes asociados a los siniestros con victimas calculados por la DGT podrían situarse entorno al 1% de PIB del país (10.000 millones de euros).

- **Desigualdad territorial**

  En España se produce el hecho de que existen vías en las que el pago de los usuarios es medio para su financiación y otras que se financian con los impuestos

de los contribuyentes. Algunas de las zonas con la mayor longitud de vías de peaje son las que concentran mayor actividad turística ya que la facilidad para la movilidad y la ausencia de congestión son activos para el sector turístico. Estas zonas comprenden La costa del Mediterráneo, Galicia y Madrid. En los próximos años se estima una reversión de autopistas que fomentará la desigualdad entre regiones.

- **Falta de armonización con Europa**

  En España, los ciudadanos extranjeros circulan sin coste por la gran mayoría de carreteras del país. En 2017, se estima que casi 13 millones de personas entraron al país por carretera, sin contar a los transportistas de otros países. En cambio, si un ciudadano español viaja al extranjero encontrará peajes en el 80% de la red de gran capacidad francesa o el 100% de las vías rápidas portuguesas. En Europa, la financiación por parte del usuario está extendida siendo España la excepción. Sobre el total de la red viaria de gran capacidad, España tiene el 18% financiada por los usuarios mientras que, en Alemania, Reino Unido, Suiza, Portugal, y otras 20 ciudades de Europa tienen el 100%.

- **Desigualdad entre los modos de transporte**

  El modelo de infraestructura viaria en España fomenta la desigualdad entre usuarios comparado con el resto de los modos de transporte. En el transporte aéreo, marítimo o ferroviario los usuarios participan a través de tasas que se añaden al precio del billete. Estas tasas financian el coste por uso de las infraestructuras.

- **Concentración urbana**

  En la España actual, el 80% de la población vive en ciudades, esto supone un aumento de 2 puntos porcentuales desde el año 2010, por lo que, siguiendo la tendencia vivida para mediados de siglo las urbes contarán con más de un 85% de la población del país. Si no se aumenta la inversión en infraestructura que conecte las zonas rurales y otras medidas para combatir la despoblación rural, las consecuencias de este aumento de población serán sufridas por los ciudadanos.

- **Mayor movilidad**

  Es un hecho que la movilidad está aumentando en las ciudades, solo en España, entre el año 2013 y 2017 se ha producido un aumento del 15% de los

desplazamientos de largo recorrido. Además, el auge de la movilidad compartida ha provocado una reducción del uso de transporte público en las ciudades.

Las previsiones en relación con el aumento de la cantidad de vehículos en las ciudades no son alentadoras, esto provoca que distintos agentes pronostiquen un aumento de la utilización de los vehículos compartidos mínimo de un 56%. Esto supondrá un gran problema en las ciudades si no viene acompañado de la implantación de los vehículos autónomos y su integración con modelos de movilidad compartida.

Para combatir los frentes mencionados anteriormente el estudio concluye que España debe apostar por un modelo social y sostenible de infraestructuras viarias que permita

- Disminuir el tráfico a través de una gestión inteligente del mismo.
- Aumentar la inversión en infraestructura incrementando la seguridad en las carreteras.
- Reducir la contaminación mediante la implementación de soluciones de transporte ecológico y gestionando la demanda correctamente para proteger la salud de los ciudadanos.
- Apostar por una financiación por parte de los usuarios en lugar de a base de impuestos recuperando la uniformidad entre regiones, tanto en España como en Europa.
- Liberar fondos públicos para atender las inversiones en trasporte publico, innovación y gasto social.
- Completar la inversión publica con capital privado asegurando la sostenibilidad del sistema.

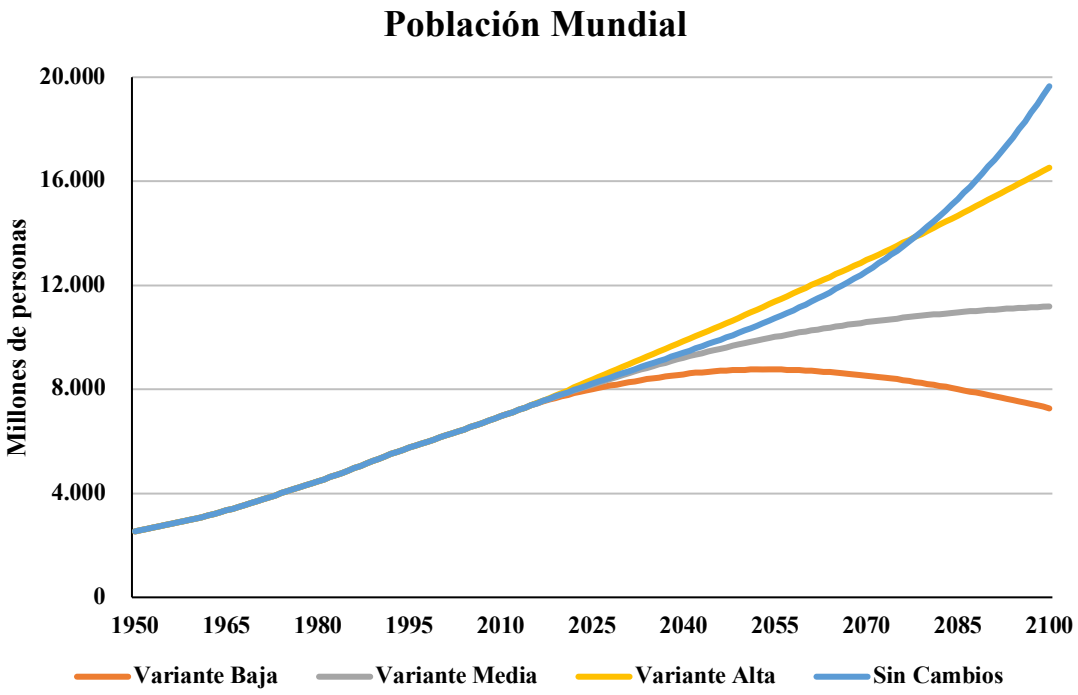
Capítulo 2. Identificación de los factores que cambian el futuro de la movilidad

En este capítulo se van a analizar diferentes factores que se han considerado como fundamentales hacia la evolución a una movilidad sostenible. En primer lugar, se analizarán factores demográficos, tráfico y ambientales. Posteriormente, se estudiará la situación actual en las ciudades con respecto a las últimas tecnologías disponibles para, a continuación, estudiar la irrupción de la movilidad compartida ya que se considera que es un aspecto clave hacia el futuro de la movilidad en las ciudades. Por último, se hace un repaso de una plataforma de vehículos conectados que se está desarrollando en España y distintos casos de uso de esta.

Tras el análisis de los factores, se va a puntuar del 0 al 5 valorando el estado de desarrollo en el que se encuentran según lo descrito en cada uno de ellos.

2.1. Demografía

Las Naciones Unidas (ONU) han realizado diferentes estimaciones sobre el nivel de población con vistas al año 2100. A continuación, se muestra diferentes progresiones de la población desde el año 1950 hasta el año 2100. Las estimaciones fueron realizadas en 2015. En el año 2018 se calculó que habría a 7.500 millones de personas en el mundo y la ONU proyectó alrededor de 7.600 en todas sus estimaciones por lo que está claro que sus cálculos son bastante acertados. Los resultados son compartidos entre 1950 y 2015, momento a partir del cual se separan en función de la proyección estimada.

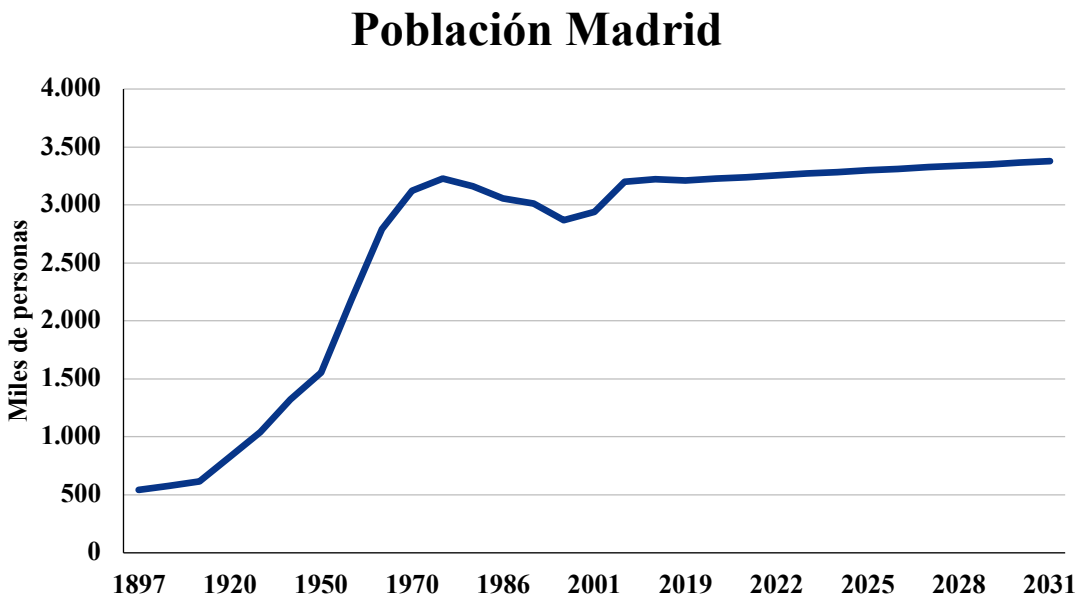


Gráfica 2. World Population Prospects 2019. Febrero 2019. (ONU, 2018).

Sus resultados representan cuatro proyecciones distintas. Las tres opciones de variante equivalen a un cambio bajo, medio o alto de la natalidad. Por otro lado, la ultima estimación equivale a que no hay cambios en la variación de natalidad o mortalidad con respecto a la actualidad.

No obstante, estos resultados pueden sufrir grandes variaciones. Desde el año 2015, el país más poblado del mundo, China, eliminó definitivamente la política del hijo único y, probablemente, en los próximos años se empezarán a dar ayudas a las familias que se decidan por aumentar el número de hijos para paliar el problema del envejecimiento poblacional. Todavía es temprano para vaticinar los resultados de esas decisiones, pero previsiblemente van a suponer un crecimiento notable de la población.

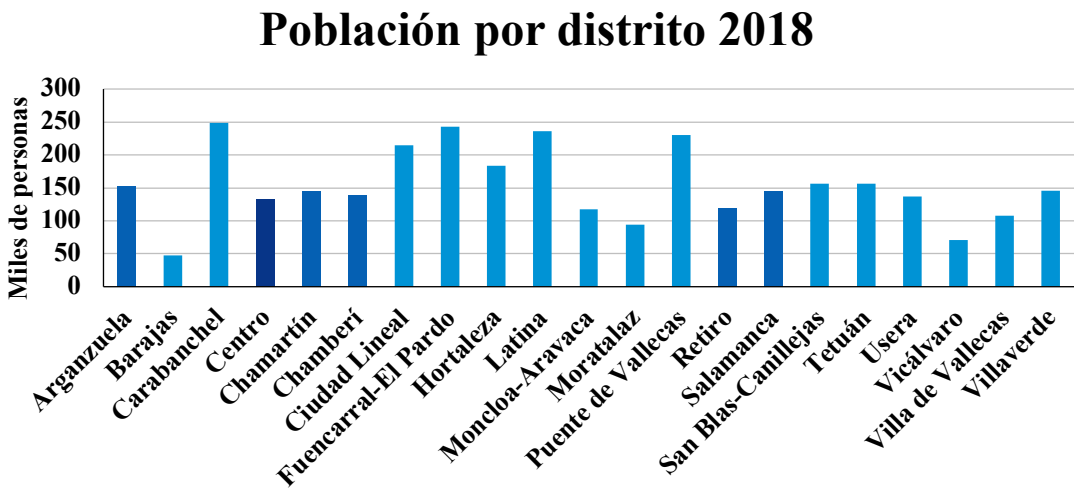
Volviendo a Europa y más concretamente a la ciudad de Madrid, la población ha sufrido grandes cambios especialmente al inicio del siglo pasado, fomentado por las migraciones masivas desde las zonas rurales a la capital en busca de trabajo y un futuro mejor. Por otro lado, las proyecciones para los próximos años se mantienen bastante conservadoras. Entre los años 2018 y 2030, el ayuntamiento de Madrid proyecta un crecimiento de un 4,86% cuando entre el año 2001 y el 2011 se produjo un crecimiento del 8,84%.



Gráfica 3. Estimaciones cifras de población de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

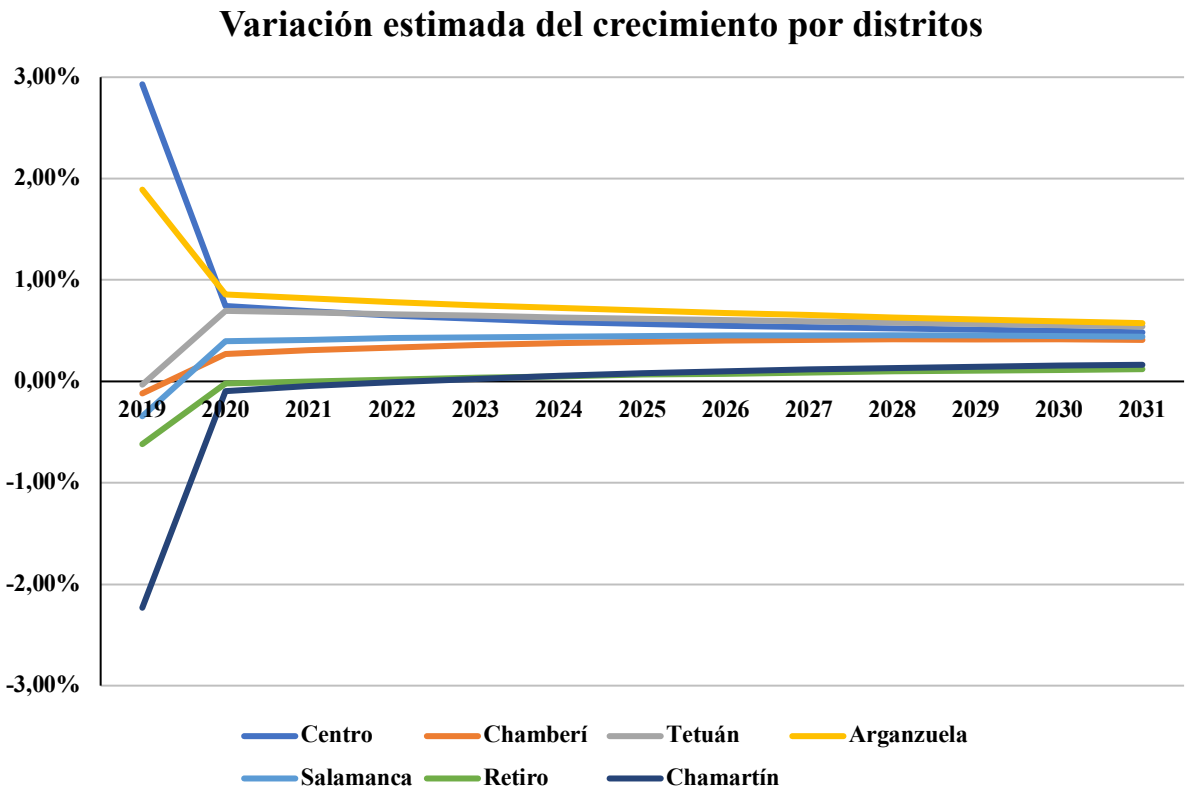
Pese al crecimiento constante que se aprecia, una ciudad como Madrid no esta preparada para dar servicio a 3,5 millones de personas por lo que la movilidad en la ciudad tiene que evolucionar para poder estar a la altura de otras grandes capitales.

Si nos fijamos en la población por distrito de Madrid, el reparto de los 21 distritos de la ciudad queda como se muestra en la siguiente gráfica. Los distritos marcados en oscuro corresponden a la zona dentro de la primera carretera de circunvalación de la ciudad, la M-30, y el distrito marcado con el color más oscuro (Centro) corresponde a la zona conocida como Madrid Central. Ambas zonas son de gran importancia para las políticas de movilidad puesto que son las zonas limítrofes a partir de las cuales se aplican las políticas de movilidad.



Gráfica 4. Cifras de población por distritos de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

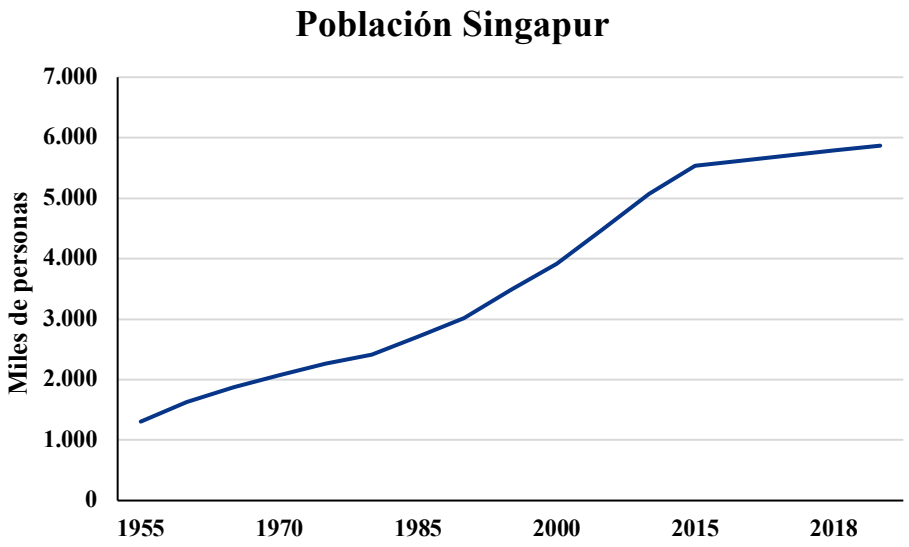
La evolución demográfica que van a experimentar los distritos con respecto al año anterior ha sido estimada por el Ayuntamiento. En la gráfica únicamente se van a mostrar los distritos pertenecientes a la zona interior de la M-30.



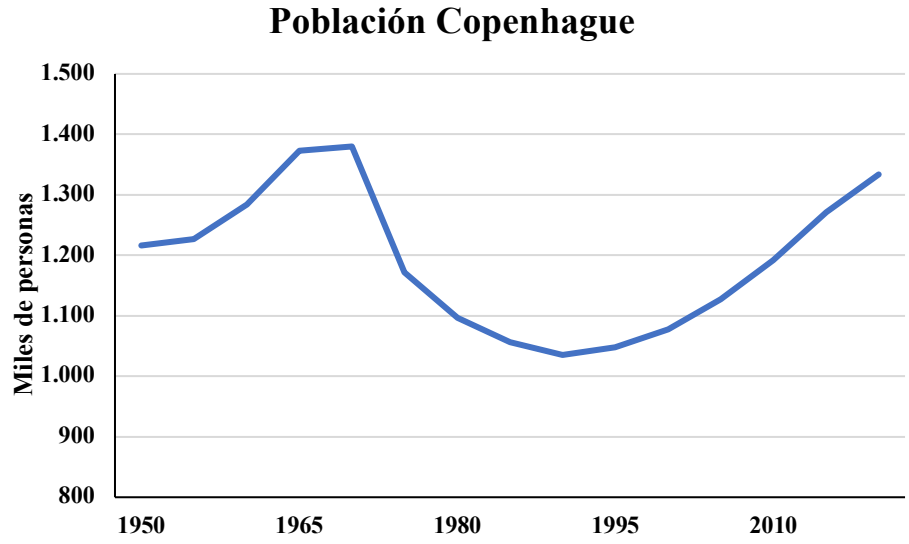
Gráfica 5. Estimaciones cifras de población por distritos de Madrid. Febrero 2019. (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

Como se puede observar en la gráfica anterior para el año 2019 se esperan grandes variaciones en los distritos con respecto a 2018. Esta variación puede estar causada por la nueva normativa de movilidad de Madrid Central, el Ayuntamiento había previsto como el distrito Centro experimentaba un decrecimiento a favor del resto de distritos, a excepción de Arganzuela.

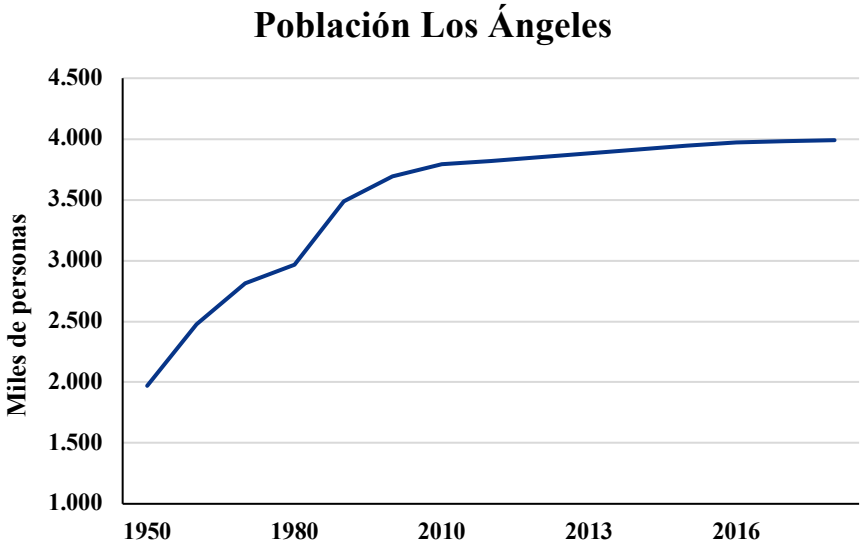
Observando el crecimiento en otras ciudades relevantes en este proyecto se puede observar que es una constante que se repite en todos los casos.



Gráfica 6. Población Singapur. Mayo 2019. (Worldometers, 2019).

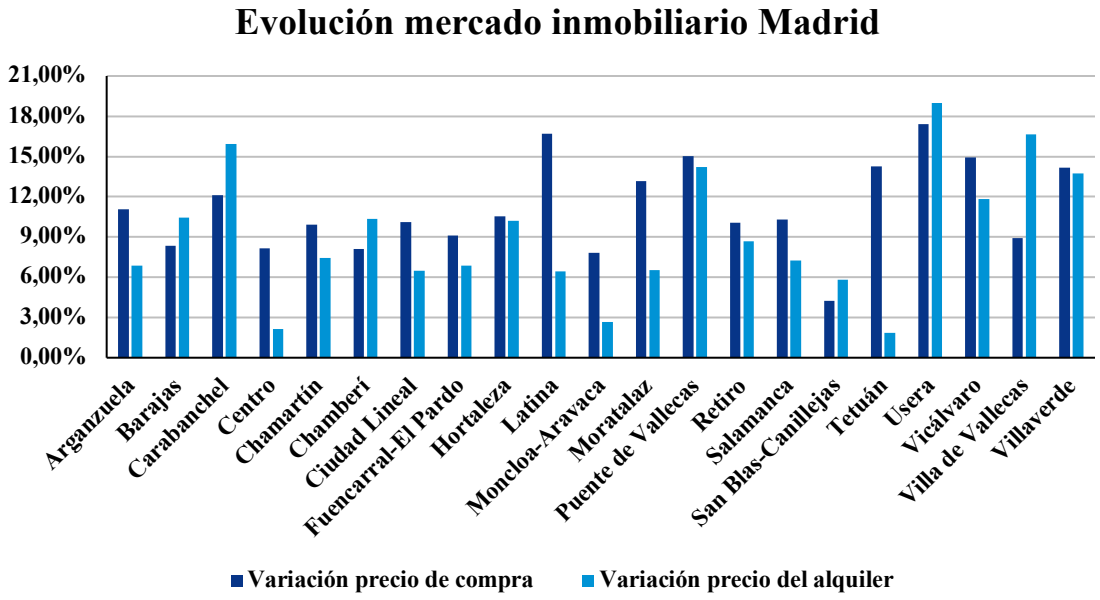


Gráfica 7. Población Copenhague. Mayo 2019. (World Population Review, 2019).



Gráfica 8. Población Los Ángeles. Mayo 2019. (World Population Review, 2019).

Por otro lado, observando las gráficas de la variación de precio del alquiler entre el año 2017 y 2018, partiendo que todos los distritos de la ciudad de Madrid han sufrido un incremento de precios, llama la atención como los distritos periféricos de la zona sur y sureste son los que han experimentado mayor incremento.



Gráfica 9. Mercado inmobiliario Madrid. Febrero 2019. (Departamento de Estudios de Idealista, Libertad y Control S.A., 2019).

Esto puede afectar a la movilidad de una ciudad, ya que, un incremento de precios suele estar provocado por un aumento de la demanda, lo que implica que los ciudadanos que se trasladan a la periferia necesitan nuevas formas de moverse para acceder al centro o de lo contrario aumentarán los viajes en vehículo privado lo que iría en contradicción de la tendencia que se está instaurando en las ciudades.

2.2. Tráfico

Los niveles de población de las ciudades tienen mucha relevancia con respecto al nivel de congestión que sufren ya que aquellas con mas habitantes serán potencialmente mas propensas a que se produzcan atascos, por ello, estas tendrán que desarrollar medidas más contundentes para combatir el tráfico.

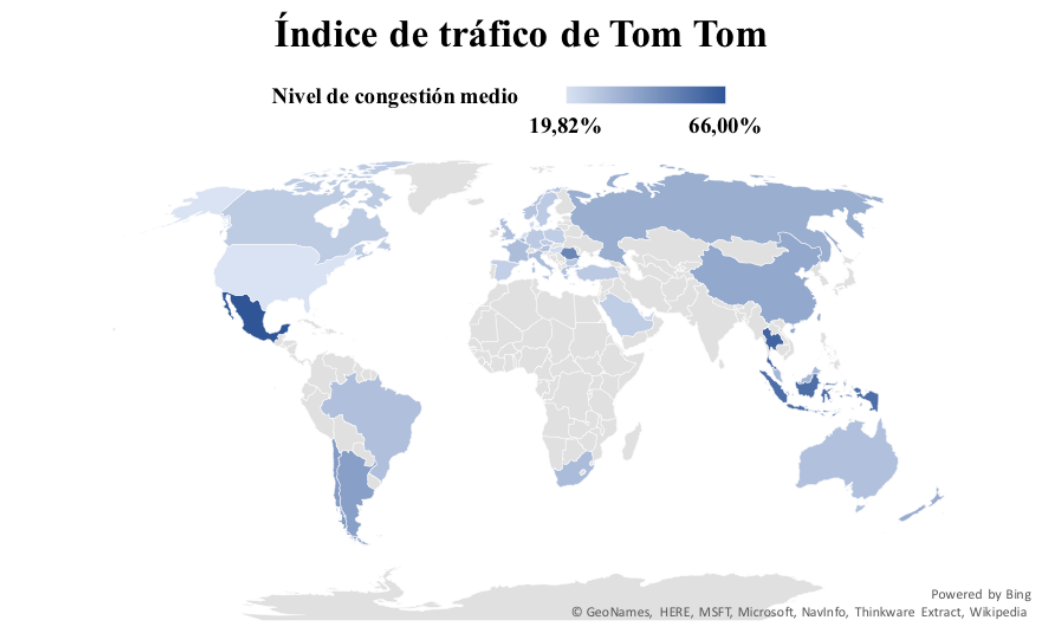
Visualizar el nivel de congestión de las ciudades no es tarea sencilla, ya que, cada una de ellas emplea metodologías diferentes para calcularla. Por ello, con el fin de seguir un criterio único, se ha confiado en el **TomTom Traffic Index** (TomTom, 2016). Actualmente, en el programa participan mas de 390 ciudades pertenecientes a 48 países diferentes. Los datos que se presentan a continuación son todos correspondientes a medidas tomadas en el año 2016 ya que en el momento de la consulta eran los que se encontraban disponibles.

La clasificación se realiza en base al tiempo que tardan en hacer sus recorridos. La empresa recoge los datos de navegación de sus clientes y aplicando distintas metodologías define diferentes registros de cada ciudad participante del proyecto.

El ranking de ciudades se establece en función del registro de nivel de cogestión el cual se define como el tiempo de viaje extra en comparación con una condición libre de tráfico. El índice también mide otros indicadores como el tiempo extra de viaje en hora punta por la mañana y por la tarde o el día con más congestión entre otros. Por último, sobre un mapa de la ciudad establece los puntos en los que se han registrado mayores retrasos.

Según el nivel de congestión, TomTom afirma que las cinco ciudades con más de 800.000 habitantes que lideran la calificación de cogestión a nivel mundial son: Ciudad de Méjico (Méjico), Bangkok (Tailandia), Yakarta (Indonesia), Chongqing (China) y Bucarest (Rumanía). El país con más presencia en el índice es Estados Unidos con 71 ciudades seguido por China con 22, no obstante, dentro de los primeros 50 clasificados, Estados Unidos únicamente reúne cuatro ciudades mientras que China llega a 16.

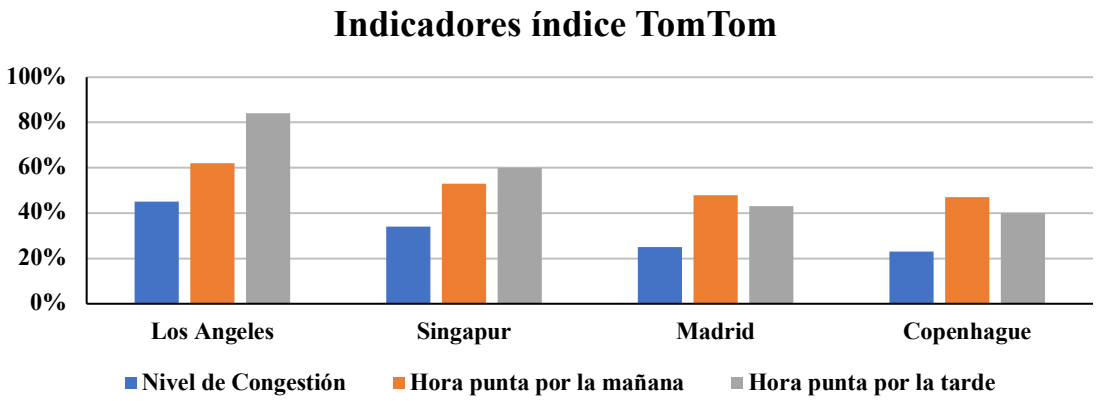
En la siguiente gráfica se ha acumulado los niveles de congestión de las ciudades por países y se ha establecido un nivel de congestión medio.



Gráfica 10. TomTom Traffic Index. Febrero 2019. (TomTom, 2016).

Comparando Los Ángeles (12º), Singapur (55º), Madrid (112º) y Copenhague (124º) que posteriormente serán analizadas en profundidad encontramos los siguientes resultados.

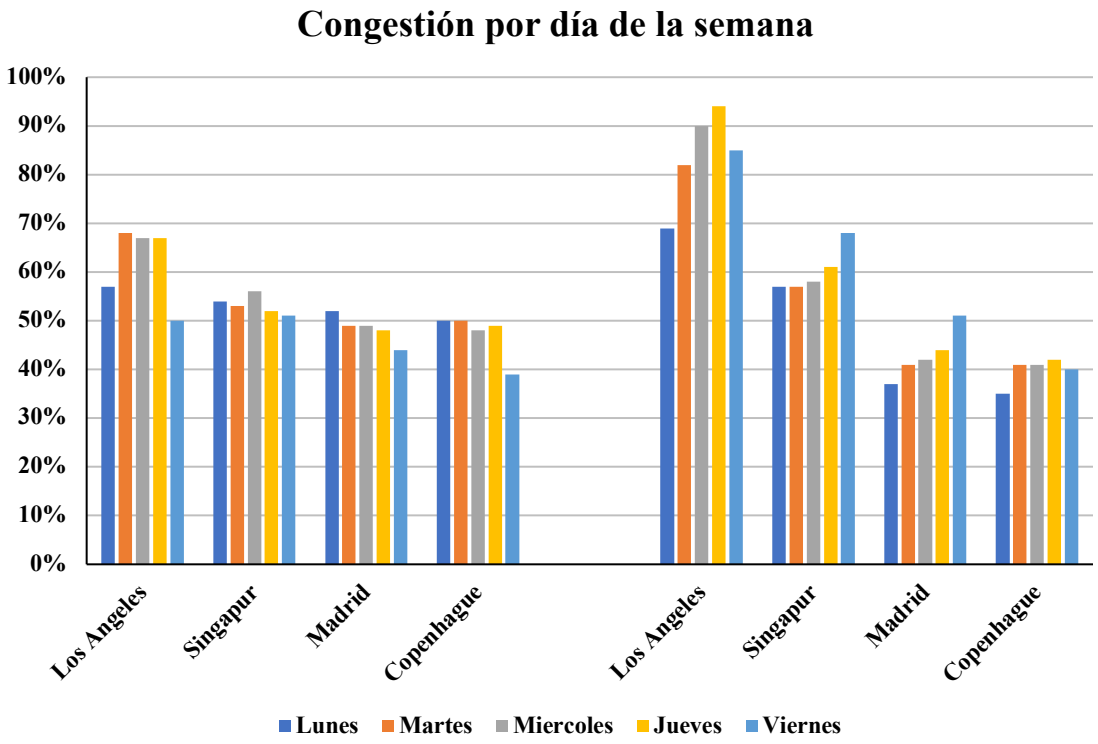
En la siguiente gráfica se muestra el nivel de congestión, por la mañana y por la tarde de las ciudades mencionadas anteriormente y como se puede observar como en Los Ángeles y Singapur la congestión por la tarde es mayor que por la mañana mientras que en las ciudades europeas es al revés.



Gráfica 11. Congestión a lo largo del día. Febrero 2019. (TomTom, 2016).

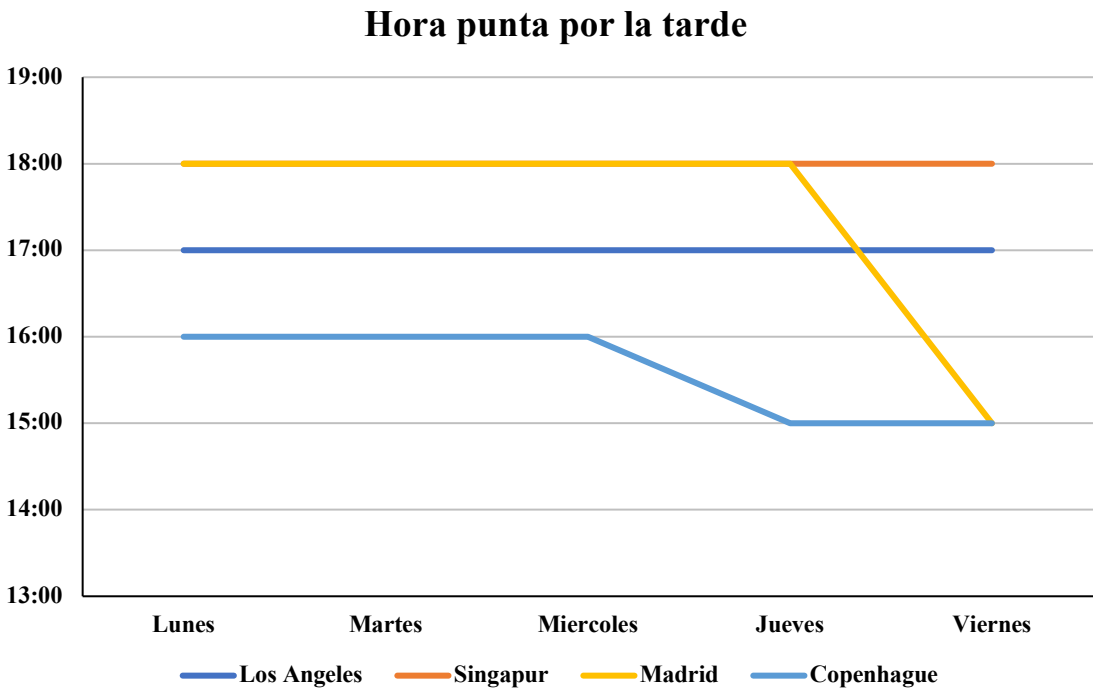
El periodo marcado como Mañana en la gráfica anterior corresponde a la hora punta en ese momento del día. Esta es a primera hora de la mañana, 8:00-9:00, cuando los ciudadanos se dirigen a sus trabajos. En el periodo correspondiente a por la tarde esta cambia según la ciudad y el día.

A continuación, se van a mostrar una serie de gráficas que serían de gran ayuda para sentar las bases de políticas de movilidad eficientes.



Gráfica 12. Congestión semanal. Febrero 2019. (TomTom, 2016).

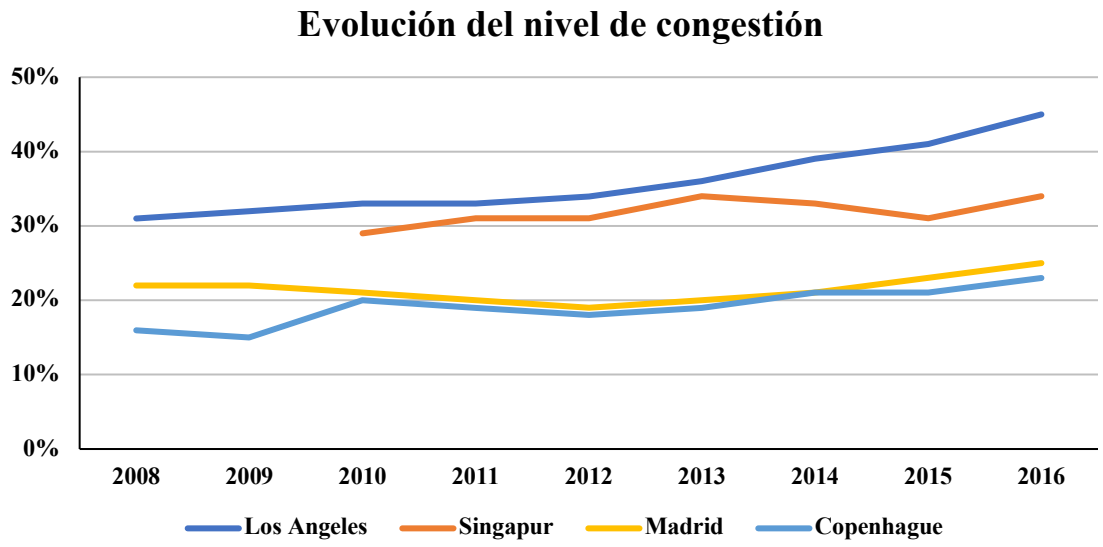
En la siguiente gráfica se puede ver que ciudades como Singapur y Los Ángeles tienen una hora punta constante a lo largo de la semana. Por otro lado, Madrid y Copenhague tienen una hora punta diferente según el día de la semana, pero tienen en común que los viernes la hora de salida es antes que el resto de la semana.



Gráfica 13. Hora punta horario de tarde. Febrero 2019. (TomTom, 2016).

Gracias a estos datos se pueden prever qué días de la semana e incluso a qué horas sería necesario reforzar servicios de transporte público en cada ciudad, de tal forma que la ciudad fuese capaz de variar la oferta de transporte disponible previendo la demanda esperada en cada momento.

En las cuatro ciudades en las que se centra este estudio se ha producido un gran incremento del nivel de congestión. Concretamente, desde año 2010 al 2016, Los Ángeles ha sufrido el mayor incremento de entre las ciudades estudiadas con más de un 36% de incremento. Finalmente, Madrid, Singapur y Copenhague han sufrido un incremento del 19%, 17% y 15% respectivamente. A continuación, se muestra una gráfica con la evolución histórica del nivel de congestión entre 2008 y 2016.

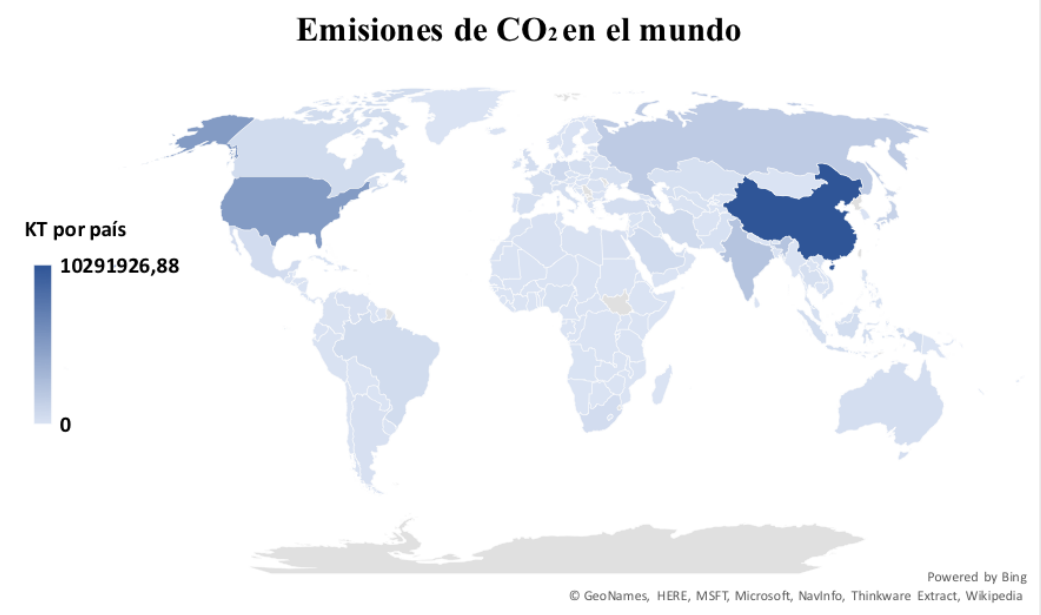


Gráfica 14. Evolución congestión. Febrero 2019. (TomTom, 2016).

2.3. Medioambiente

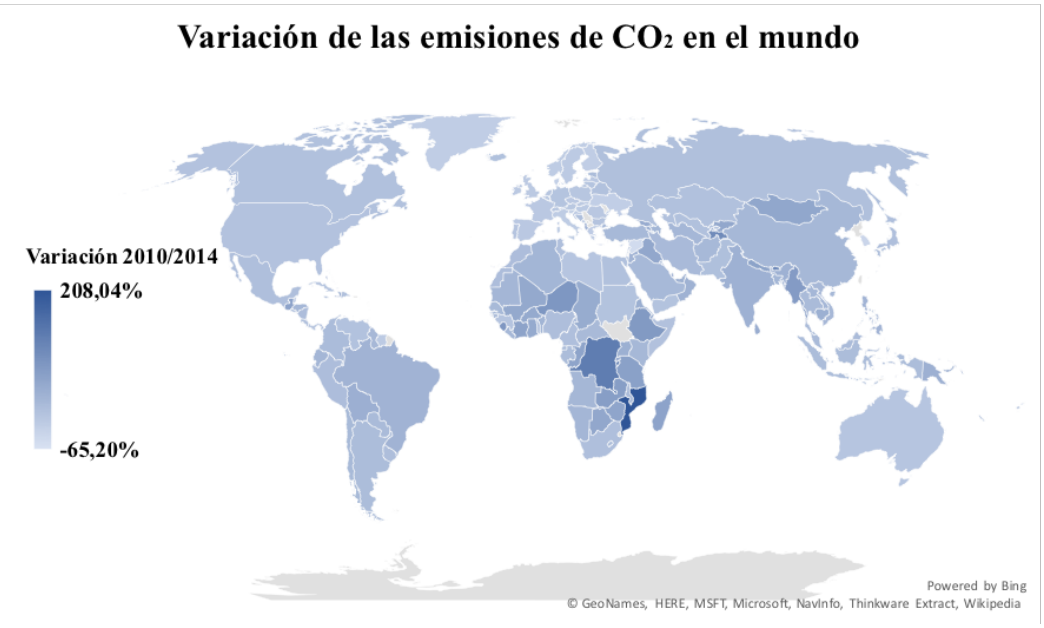
Actualmente, gran parte de los problemas de contaminación que sufren las ciudades está directamente relacionado con el número de vehículos que circulan en ellas. La mayoría de las medidas tomadas por los Ayuntamientos para mejorar la calidad del aire pasa por la restricción de la circulación. A lo largo de este punto se mostrarán distintos parámetros sobre contaminación ambiental para mostrar cual es la realidad de la contaminación.

En la siguiente gráfica se muestra las emisiones de CO_2 en el mundo en el año 2014, los colores claros corresponden a los países que emiten menos emisiones y los oscuros los que mas emisiones producen. Los datos recogidos corresponden a las emisiones de dióxido de carbono que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.



Gráfica 15. Emisiones CO_2 a nivel mundial. Marzo 2019. (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2015).

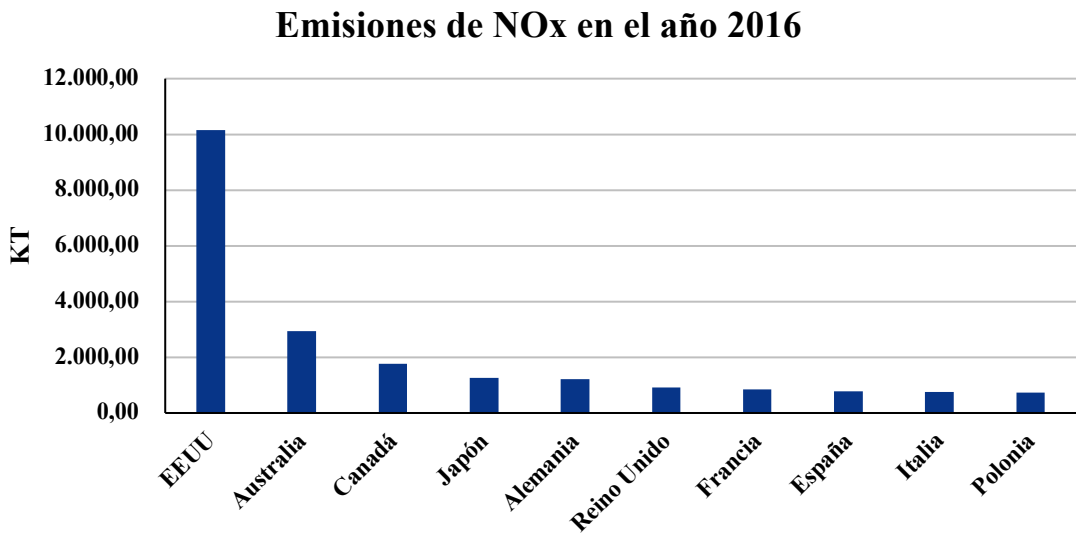
La gráfica anterior muestra unos resultados que podrían ser los esperados, pero en cambio si observamos la variación en las emisiones entre 2010 y 2014 llama la atención como son los países del continente africano los que más crecimiento han experimentado, Mozambique lidera este ranking con un incremento de más de un 208%.



Gráfica 16. Variación de las emisiones CO_2 a nivel mundial. Marzo 2019. (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2015).

Por otro lado, los últimos 4 años se ha producido en Europa un decremento de las emisiones de CO_2 debido en gran medida a las políticas que aplican los gobiernos y a la mayor concienciación ciudadana.

Focalizando la atención en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) de los 10 países de la OECD que más NO_x emiten, observamos como Estados Unidos es con diferencia el país que emisiones produce seguido por Australia y Canadá. Los países europeos se colocan entre el cuarto y noveno puesto con unas cantidades de emisiones de NO_x similares entre ellos.

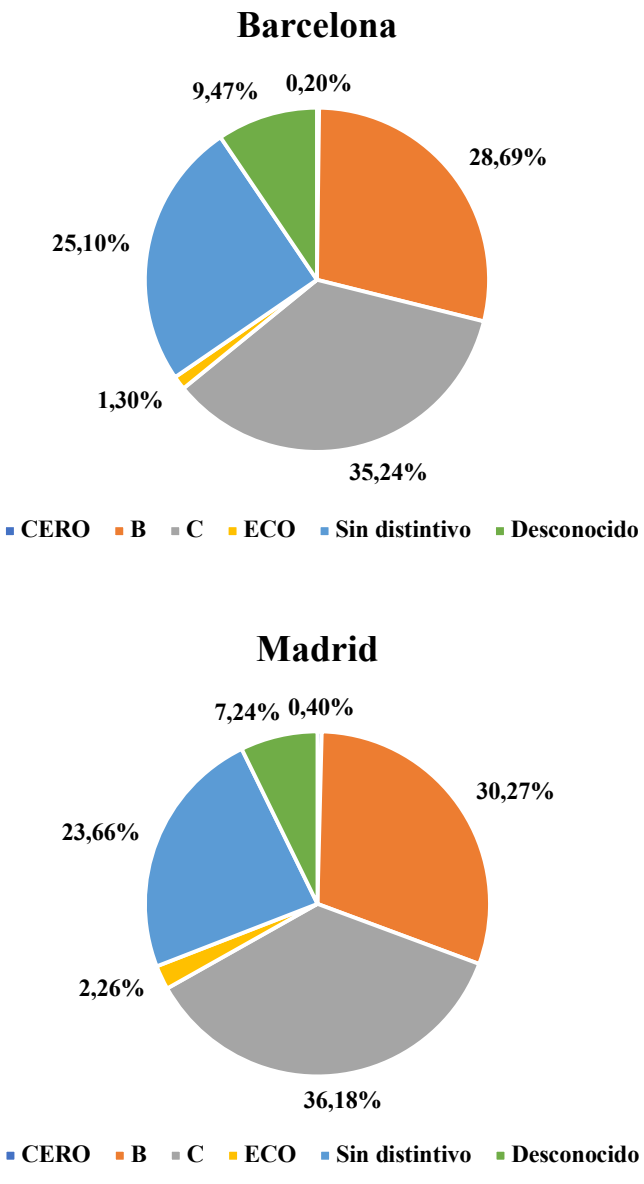


Gráfica 17.Principales emisores de NOx. Marzo 2019. (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2017).

Aunque parte de las emisiones de NO_x se deben a causas naturales como actividad volcánica, descomposición bacteriana de nitrógeno orgánico o tormentas, la gran mayoría es provocada por procesos de combustión a altas temperaturas, por ejemplo, por las instalaciones en las que se produce quema de carbón, gasóleo o petróleo y por los escapes de vehículos a combustión.

La cantidad de partículas contaminantes producidas por los vehículos de combustión ha provocado que en muchas ciudades se categorice a los coches por su grado de contaminación. En España, el número de vehículos asciende a más de 27 millones. Madrid y Barcelona aglutinan más del 25% de estos y según el grado de emisiones que realizan se categorizan según como se muestra en las siguientes gráficas.

Como se puede observar apenas el 1,5% y el 2,66% en Barcelona y Madrid respectivamente serían categorizados dentro del apartado de vehículos sostenibles, siendo la etiqueta C la que lidera la clasificación con una presencia tanto en Madrid y Barcelona superior al 35%.



Gráfica 18. Etiquetas ambientales Barcelona y Madrid. Marzo 2019. (DGT, 2018).

Viendo los resultados anteriores y, basándonos en que la premisa que dicta el principal motivo a favor de las medidas de movilidad son las razones ambientales, es obvio que los gobiernos tienen que aumentar el número de propuestas en este campo, ya que, a raíz de

los resultados vistos, es necesario aumentar el número de vehículos en las categorías sostenibles para reducir el número de gases contaminantes que vimos en primer lugar.

2.4. Tecnología

Para afrontar un futuro sostenible es necesario invertir en desarrollos de tecnologías que permitan mejorar la movilidad tal y como la conocemos. Estas inversiones son la vía más efectiva para reducir los niveles de los factores mostrados previamente.

La tecnología es otro de los pilares que permite avanzar a los sistemas de transporte. Los grandes retos a los que actualmente se está enfrentando este área son entre otros: el procesado de grandes volúmenes de información, gestión dinámica del tráfico, conducción autónoma e información en tiempo real. En definitiva, la movilidad está evolucionando hacia la era digital.

A continuación, se hará una breve descripción de dos novedades tecnológicas claves para el sector.

Big Data. Concepto que hace referencia a la capacidad de analizar volúmenes masivos de datos con el fin de aumentar el conocimiento que se obtiene de estos. A medida que la sociedad ha avanzado la cantidad de datos que se han ido generando ha sido mayor. Esto ha provocado que se desarrollaran herramientas para el tratamiento.

Con estas herramientas se pretenden tomar decisiones y definir estrategias en base a un conocimiento objetivo. Varias aplicaciones de este tipo de tecnologías en movilidad serían; reducción y optimización de los tiempos de transporte, disminución de impacto medioambiental, planificación eficiente de rutas…

Un caso de éxito de la aplicación de este tipo de tecnologías en el campo de la movilidad se produjo en Los Ángeles (California). En cada una de las intersecciones de la ciudad hay unos sensores magnéticos que transmiten información en tiempo real sobre el tráfico. Una vez recibida la información en el centro de control, se analiza y un software toma decisiones automáticamente utilizando como referencia datos anteriormente recogidos.

Con ello, se ajustan los tiempos entre cambios de estado en los semáforos en función si hay algún tipo de incidencia, de tal forma que, al detectarse, los semáforos pueden aumentar el tiempo que se encuentren en rojo para ralentizar el paso de coches a la zona afectada dando tiempo a los coches que se encuentren afectados a liberar la vía. También se aplica para ayudar al transporte público a mantenerse en hora. Si se detectase un retraso en la ruta de

un autobús, el sistema ayudaría a que este volviese a la normalidad agilizando su circulando con semáforos en verde (Silva, et al., 2015).

Vehículo autónomo. Por definición, un vehículo autónomo es aquel que es capaz de reproducir las habilidades humanas de manejo en secuencia y control. Es capaz de tomar decisiones mediante sensores electrónicos recogiendo información del entorno que le rodea y procesar esta información convenientemente. Es capaz de percibir obstáculos, señalización, otros vehículos y diseñar una ruta de navegación según la información que recoja.

La historia de los coches autónomos da comienzo en 1939 con un coche eléctrico controlado por circuitos integrados en el pavimento de la carretera. No sería hasta 1994 que se produjo el mayor hito del siglo XX, relacionado con los vehículos autónomos, En ese año, dos vehículos condujeron a lo largo de 2000 kilómetros por una autopista de Paris de forma autónoma (Li, et al., 2018).

Actualmente, aunque es una tipología que ya existe en algunos medios de transporte. Por ejemplo, en aviación es posible automatizar la mayor parte de las fases de un vuelo, en la industria ferroviaria fue uno de los primeros en aplicar la automaticidad en los viajes. No obstante, existe un interés especial para su aplicación en automóviles.

Existen 6 grados de automatización (SAE, 2016) estandarizados por la Society of Automotive Engineers (SAE) que actualmente es el más aceptado.

0. **Ninguna automatización**

   El conductor realiza todas las tareas de la conducción.

   Se incluyen aquellos vehículos que tienen sistemas de frenado autónomo de emergencia o con asistencia de mantenimiento del carril.

1. **Asistencia en la conducción**

   El conductor es el encargado de realizar la mayor parte de las tareas, pero cuenta con sistemas de ayuda para los movimientos longitudinales y laterales, pero nunca al mismo tiempo. Estos sistemas no cuentan con detección y respuesta ante la aparición de objetos.

   Vehículos con sistema de control de velocidad de crucero adaptativo, es decir, que el vehículo es capaz de acelerar y frenar manteniendo la distancia de seguridad.

2. **Automatización parcial**

   El vehículo cuenta con sistemas para la realización de movimientos longitudinales y laterales a la vez. Sigue sin poder detectar y responder ante objetos.

   Vehículos con piloto automático temporal en autopista, asistencia para atascos y sistemas de aparcamiento asistido que actúan sobre acelerador y freno.

3. **Automatización condicional**

   Al nivel de automatización parcial se le añade la función de detectar y responder ante la aparición de espontanea de objetos, no obstante, el conductor debe estar preparado para actuar en caso de que el vehículo lo solicite.

   En esta categoría se enmarcan los coches del fabricante Tesla.

4. **Automatización elevada**

   A este nivel desaparece la figura del conductor. El sistema cuenta con otro de respaldo por si fuera necesario su intervención hasta volver a situación de riesgo mínima.

   No existen vehículos comerciales a este nivel. Existen prototipos de distintas marcas como Google, Audi o Mercedes-Benz entre otras. A partir de este nivel, los vehículos podrían dejar de tener sistemas de control como volantes, freno o acelerador.

5. **Automatización completa**

   Hasta este nivel los sistemas autónomos estaban limitados por ciertas condiciones. A partir de este nivel no existen condicionantes lo que implica que el vehículo podría circular en todo momento.

2.5. Movilidad compartida

En los últimos años ha surgido una nueva tendencia de movilidad conocida como movilidad compartida. Es el resultado más prometedor de inversión en tecnologías, ideas para combatir los niveles de tráfico y reducir la contaminación.

Varios son los estudios que recogen que un coche particular medio está aparcado el 92% del día. Esto se traduce en que, durante su vida útil, un vehículo particular se encuentra estacionado entre un 92% y un 97% del tiempo (Ibañez, 2016).

Retomando el concepto de movilidad compartida, encontramos que existen diferentes categorías según el servicio que se utiliza (Bondorová & Archer, 2017). Generalmente la caracterización de la movilidad compartida se centra en exclusiva en los coches, pero han surgido nuevas formas de desplazamiento que provocan que haya que redefinirlas.

- Punto a punto. *Sharing*. Hace referencia a un medio de transporte privado que se encuentra ubicado en la calle. El usuario hace uso de este medio y al final del trayecto aparca el vehículo y recibe la información relativa al coste del viaje ya que este varia en función del tiempo empleado o la distancia recorrida. Algunos medios de transporte que se encuentran bajo este tipo de servicios serían coches, motos, bicicletas o patinetes. Este tipo de servicio es prestado por empresas que invierten en flotas de vehículos y los ponen a disposición de sus clientes a través de aplicaciones móviles.

- Trayecto compartido. *Pooling*. En esta opción un vehículo publica un viaje que va a realizar y otros usuarios pueden acceder a la información de dicho viaje y pagar una parte en función de la distancia que vayan a compartir durante el viaje. Se entiende que es válido cualquier tipo de viaje ya sea de corta o larga distancia, no obstante, este servicio está enfocado principalmente a larga distancia y existen muchas empresas que se encargan de poner en contacto conductores con viajeros. El servicio puede ser prestado a través de una empresa que va recogiendo viajeros que comparten una ruta o por un particular que publica un destino y a él se unen otros viajeros

- Transporte publico/privado. *Hailing*. Se enmarca en la movilidad compartida porque los conductores hacen uso de un mismo vehículo para transportar personas de un lugar a otro. Esta categoría engloba al transporte público de las ciudades, ya sea en autobús o tren, y a aquellos conductores que ofrecen servicios de transporte a clientes, como los taxis y los conocidos en España como VTC (Vehículos de Turismo con Conductor) categoría que incluye a Uber, Cabify o Lyft.

En la siguiente imagen se puede observar la cantidad de empresas que existen en el sector y como se enmarcan en cada categoría



Ilustración 4. Empresas de movilidad compartida. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

Actualmente es una práctica que esta totalmente extendida en las grandes ciudades. Aunque cada tipo de movilidad compartida este enfocada a una necesidad concreta e incluso a distinto mercado, todas se engloban dentro del concepto de *Mobility as a Service* (MaaS).

Mobility as a Service se define como la movilidad consumible como un servicio, concretamente en el uso de una aplicación para acceder a toda la oferta de movilidad de una ciudad (Li & Voege, 2017). Este concepto está totalmente asentado en el mundo *cloud*, en el que las empresas prestan distintos servicios según las necesidades del cliente, por ejemplo, IaaS (Infrastructures as a Service) en el que un tercero posee servidores, almacenamiento y recursos de computación que ofrece a sus clientes.

La transformación digital que estamos viviendo provoca que el futuro se dirija hacia el AaaS (*Anything as a Service*), en el cual un tercero será el encargado de proporcionar un servicio y los clientes se limitan a su consumo.

Un claro ejemplo de esto es la evolución que ha sufrido el consumo de contenido audiovisual, hace unos años los espectadores estaban limitados al contenido programado por las cadenas y en la actualidad son los clientes los que, a cambio de una mensualidad, eligen qué quieren ver, en qué momento y a través de qué dispositivo. Profundizando más en este tema, el operador *Over The Top* (OTT) Netflix ha desarrollado una serie interactiva en la cual los espectadores deciden las tramas que se van a desarrollar dentro de la misma. Existen otros muchos ejemplos de empresas que se encargan de preparar un menú de comida a sus clientes y estos lo reciben cada listo para consumir. Estos ejemplos, además

de los muchos que existen en otros campos como la música, *delivery*, etc. confirman la teoría del AaaS.

Retomando el sector de la movilidad, aunque haya sido la revolución digital la gran causante de la aparición de los servicios de movilidad compartida, conceptualmente hablando, no son nada novedosos, ya que, es una práctica habitual desde hace muchos años, la novedad reside en la forma de acceder a dichos servicios.

2.6. Plataformas de movilidad inteligente

Las plataformas de movilidad inteligente son el futuro de los desplazamientos en las ciudades. Muchos son los países que han desarrollado o van camino de hacerlo su propia plataforma, entienden que es el agente capaz de aplicar y monitorizar todos los factores que se han mencionado relativos a la movilidad. Con el propósito de despejar dudas sobre este tipo de desarrollos, el siguiente capítulo se va a enfocar en la presentación de la plataforma que se está desarrollando en España.

En el verano del año 2017, en España, se aprobó el proyecto denominado **Plataforma de Vehículo Conectado 3.0** (Subdirección general de gestión de la movilidad, 2016). Se trata de un proyecto para la Dirección General de Tráfico (DGT) que desarrollaran entre KPMG (50%), INPSIDE (40%) y el grupo PONS Seguridad Vial (10%). Esta planea alcanzar el objetivo Cero (0 fallecidos, 0 lesionados, 0 congestión y 0 emisiones). Su funcionamiento se basa en la creación de una plataforma vial en la que los usuarios, de forma anónima, estén conectados en tiempo real, intercambiando entre ellos información del tráfico. Esta plataforma particulariza el paradigma de Internet of Things en el ámbito de la movilidad.

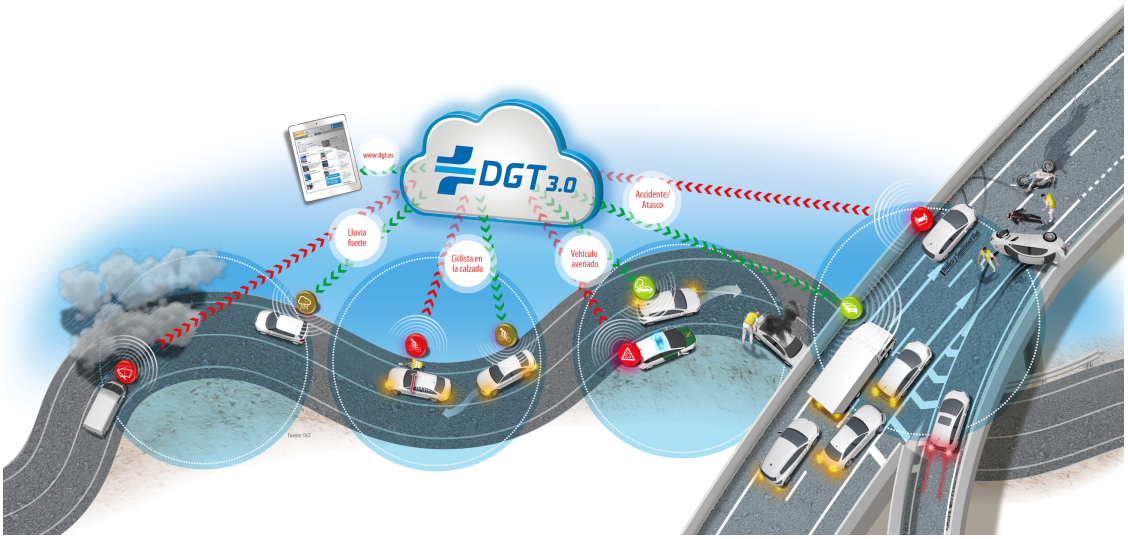


Ilustración 5. Atribuciones de la Plataforma de Vehículo Conectado 3.0. Febrero 2019. (DGT, 2017).

Para el éxito de esta plataforma es necesario que todos los actores que forman parte del ecosistema de movilidad participen de manera activa en ella, es decir, es necesario que fabricantes de automoción, servicios de asistencia en carretera, aplicaciones de movilidad, empresas de transporte, entidades públicas, proveedores de datos, servicios de emergencia, etc. faciliten información necesaria para que los usuarios reciban alertas en tiempo real.

Los papeles de los distintos actores en este proyecto son.

- **Los usuarios de la vía**. Estos son generadores de datos y consumidores de incidencias que afecten a su itinerario.

- **La Plataforma de Vehículo Conectado 3.0.** Recibe, procesa, analiza y divulga la información. Los datos que llegarían a la plataforma desde los vehículos serían: Coordenadas remitidas por los agentes que intervengan en el trayecto, eventos detectados por el vehículo, por ejemplo, activación limpiaparabrisas, luces antiniebla, frenado de emergencia, etc. y eventos que el usuario dará de alta en el sistema como por ejemplo vehículo detenido, accidente, avería. La divulgación de los resultados obtenidos del procesado y análisis se realizará de forma generalizada para eventos de interés universal y contextualizada para aquellos sucesos que afecten al trayecto del receptor.

Existirán cuatro formas que los clientes pueden seguir para acceder a la plataforma, siendo estas, una aplicación relacionada con la seguridad vial (Waze, Coyote, …), un ordenador de abordo en el que se ejecutaría una aplicación especifica con esos fines, un entorno de

servicio conectado suministrado por el fabricante o futuras mecanismos que surjan a medida que se mejore la tecnología IoT.

Los casos de uso considerados para la plataforma son los siguientes.

Caso de uso 1. Alerta incidencia genérica proporcionada por un tercero. El tipo de incidencias que encajan dentro de este caso serían vehículo detenido, accidente y carretera cortada entre otros. La información que proporcionar a la plataforma sería las coordenadas del incidente, el tipo de incidente y la fuente. Todas las incidencias que recoja la plataforma se combinarán y analizarán para evaluar la credibilidad, en caso de confirmarse la incidencia, esta se difundiía a los usuarios interesados.

Caso de uso 2. Obras planificadas. La DGT tiene un sistema de información encargado de permitir obras y realizar el seguimiento de estas, por lo que será la DGT la fuente de información. Se publicarán datos relativos al tramo afectado, como el lugar y el estado de este.

Caso de uso 3. Provisión de información proporcionada por los sensores del vehículo. La información que se transmitiría será aquella que se considere de interés general para la circulación, incluyendo entre otros, faros antiniebla, luces de emergencia, limpiaparabrisas. Además, se compartirán las coordenadas del vehículo, la fuente y el sentido de la circulación.

Caso de uso 4. Editor manual de mensajes para el Panel de Mensaje Variable Virtual. Los mensajes serán del tipo, desvío, itinerario alternativo, restricción de circulación, carril en sentido contrario al habitual, etc. En el alta del mensaje se incluirán unas coordenadas y un sentido o el vector (Carretera, Punto Kilométrico, Sentido).

Caso de uso 5. Envío dinámico de coordenadas por las especiales condiciones de circulación de un vehículo. El objetivo es que un usuario pueda compartir su localización más allá de lo que la línea de visión directa permite con la frecuencia que desee. Además de la localización se podrá compartir etiquetas asociadas como velocidad reducida, vehículo de grandes dimensiones y peatón o ciclistas en la vía.

Caso de uso 6. Difusión de información estática con coordenadas dispuesta en el mapa de movilidad de la DGT. Tiene como finalidad que los usuarios conozcan la presencia de elementos estáticos es sus recorridos como gasolineras, limites de velocidad o estaciones de recarga de vehículos eléctricos.

Caso de uso 7. Información sobre velocidades recomendadas en zonas en función del mapa de congestión. El propósito es recoger datos sobre la localización de forma dinámica para detectar posibles zonas de congestión. Esta información se recogerá de forma anónima y disociada por lo que nunca se tendrá constancia del usuario que esta produciéndola

La plataforma será un gran avance para la movilidad en el país, y, aunque la plataforma tendrá que estar preparada para llevar a cabo las medidas de seguridad necesarias para mantenerlos los datos de los usuarios bajo secreto, siempre existirá la reticencia de estos por el tratamiento y uso que se da los mismos. No obstante, este trabajo se enfoca desde el marco de la movilidad para lo cual la recolección de datos provenientes de los ciudadanos se presenta como algo esencial.

Por último, se incluye una tabla con todos los factores para ayudar a contextualizar la necesidad de cambios en el sector de la movilidad

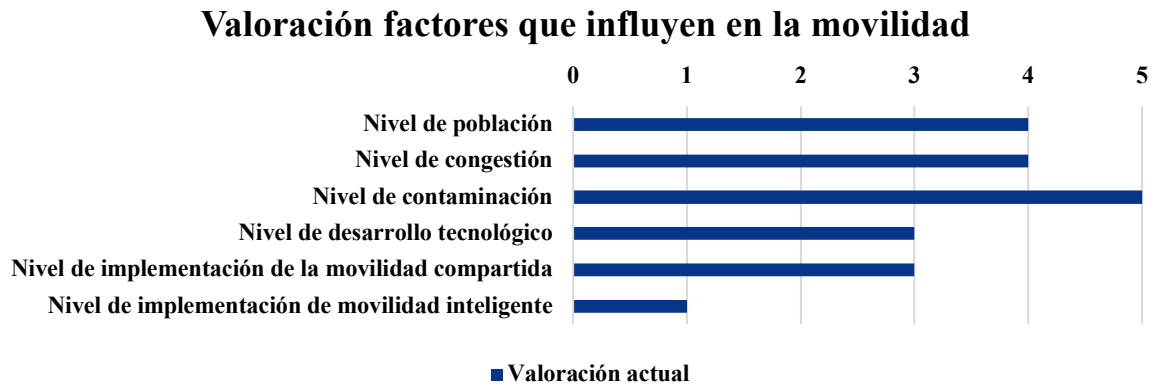


Tabla 3. Resumen de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

Capítulo 3. Que deben hacer las ciudades líderes en movilidad para enfrentarse con éxito al futuro

El presente capítulo repasa algunos enfoques de movilidad alrededor del mundo. Para ello, se estudian las ciudades: Singapur, Copenhague, Los Ángeles y Madrid. Tras ello, se repasará la movilidad urbana, entendiéndola como un servicio, y su expansión por el mundo.

Por último, se describirán las tareas que se tendrán que llevar a cabo para prestar o mejorar los servicios de movilidad en las ciudades.

3.1. Casos

Para poder comenzar con el análisis de las ciudades mencionadas anteriormente, es necesario conocer cómo está enfocada la problemática de movilidad en cada una de ellas. Destacamos:

- Singapur, Singapur. Una ciudad líder en las soluciones de movilidad que la permite colocarse en altas posiciones en todas las clasificaciones gracias a la eficiencia en cuanto gestión de tráfico (Federal Highway Administration, 2017).

- Copenhague, Dinamarca. Una capital que enfoca todo su plan de movilidad entorno a la sostenibilidad (State of green consortium; The Copenhagen Cleantech Cluster, 2014).

- Madrid, España. Ciudad cuyo objetivo es modernizar su enfoque de movilidad urbana.

- Los Ángeles, Estados Unidos de América. Los problemas de tráfico en esta urbe son mundialmente conocidos y es interesante saber cómo los enfoca.

Además del enfoque acogido por estas ciudades, existe una perspectiva utópica en este momento que consiste en la movilidad como servicio (MaaS), como podemos ver en el caso de Helsinki.

3.1.1. Singapur

En primer lugar, resaltamos la ciudad de Singapur. Dicha ciudad se caracteriza por su sistema de peaje que proporciona acceso al centro de la ciudad siendo una ciudad pionera en este ámbito. La anticipación de sus medidas restrictivas al tráfico y la fuente de ingresos que suponen, permiten que, gracias a la aplicación de las últimas tecnologías, la ciudad pueda invertir en mejorar la movilidad de los ciudadanos.

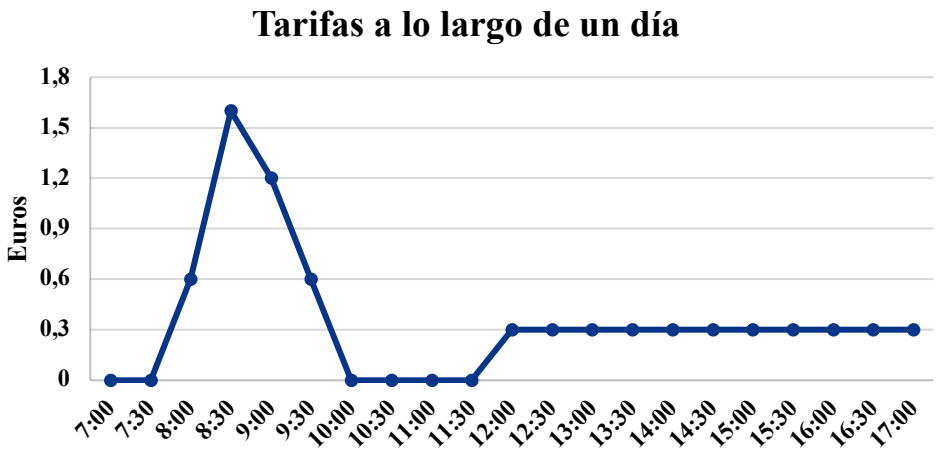
En el año 1975 las autoridades establecieron un sistema de pago debido a la congestión. Este sistema consistía en que el acceso al Distrito del Centro de Negocio (CBD) entre las 7:30 y las 9:30 de la mañana sería posible siempre y cuando el turismo abonase una tarifa de $1,3. A este sistema lo denominaron ALS por sus siglas en ingles Area Licensing Scheme.

Para acceder al CBD, los vehículos atravesaban uno de los 28 puntos de control mostrando una autorización diaria o mensual que debía ser adquirida con anterioridad. Esta medida fue acompañada con la provisión de aparcamientos disuasorios con un servicio de lanzadera a la zona restringida. Además, se incrementó en un 33% el servicio de autobús publico y se redujeron las tarifas de aparcamiento en la zona restringida del 30%.

Desde 1975, esta medida ha sufrido variaciones. Al poco tiempo de introducirse se extendió el periodo de cobro hasta las 10:15 aplicando un descuento si el acceso se producía entre las 9:30 y las 10:15. En la siguiente década, las modificaciones giraron entorno a la tarifa de entrada al CBD, llegando a los $2,5, y en la inclusión de la hora punta de la tarde al ALS. En los años 90, se incluyeron todas las autopistas que se encontraban fuera del CBD, y además, se introdujo una tarifa reducida para los viajes realizados a medio día.

Desde 1998, Singapur ha instaurado un sistema de pago electrónico denominado ERP, en el que se cobra a los vehículos de forma automatizada al pasar por los puntos de cobro del CBD y de todas las autopistas afectadas por esta medida. Esta acción se encuentra totalmente automatizada en los más de 50 puntos de cobro repartidos a lo largo de la ciudad.

El sistema opera entre las 7:00 hasta las 19:00, de lunes a viernes, y el coste varía entre 0 y 4 dólares según de la hora del día, el tipo de vehículo y la localización.



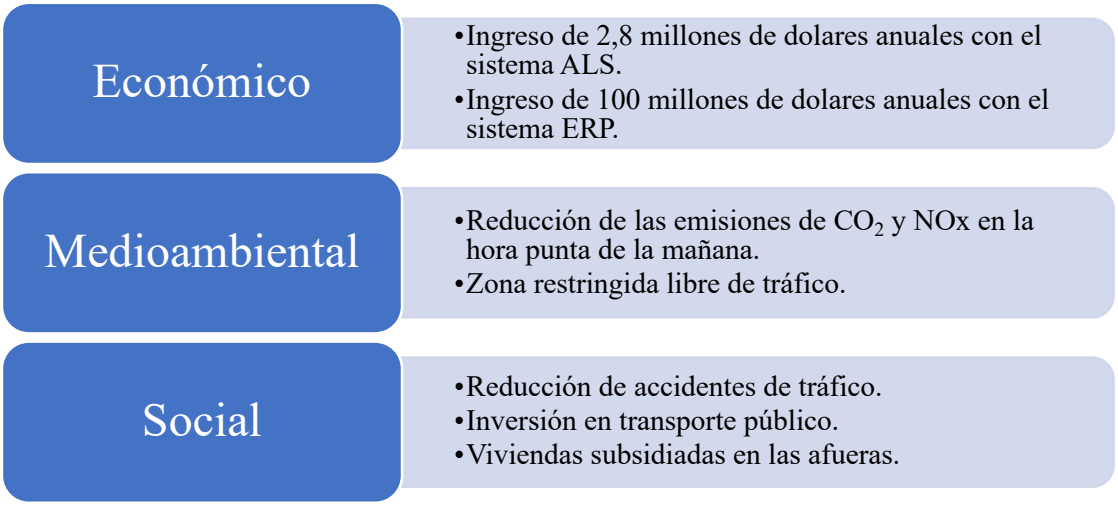
Gráfica 19. Tarifas de un día en el checkpoint de Shenton Way - Chinatown. Mayo 2019. (AT Kearney, 2018).

Para el correcto funcionamiento del sistema, cada vehículo cuenta con un transpondedor, al que se le inserta una tarjeta recargable que, informa al conductor mediante señales de audio sobre los cobros de las tarifas o incluso, el saldo de la tarjeta. Gracias a esta medida, al día se registran, aproximadamente, 300.000 transacciones.

A esta medida se han sumado otras reformas como, por ejemplo, la creación de un impuesto a los vehículos que varia en función de la oferta y la demanda del vehículo, pudiendo llegar al 41% en los coches importados. También ha habido un incremento en la oferta y la eficiencia del transporte público.

Además, para poder conducir un vehículo privado en Singapur es necesario disponer de un certificado de titularidad (COE) que expira una vez concurridos 10 años, de esta forma, el gobierno limita el número de turismos y de viajes potenciales. Es más, en el ejercicio de 2017, las autoridades de Singapur anunciaron que a partir de febrero del año 2018 no se emitirían más COE.

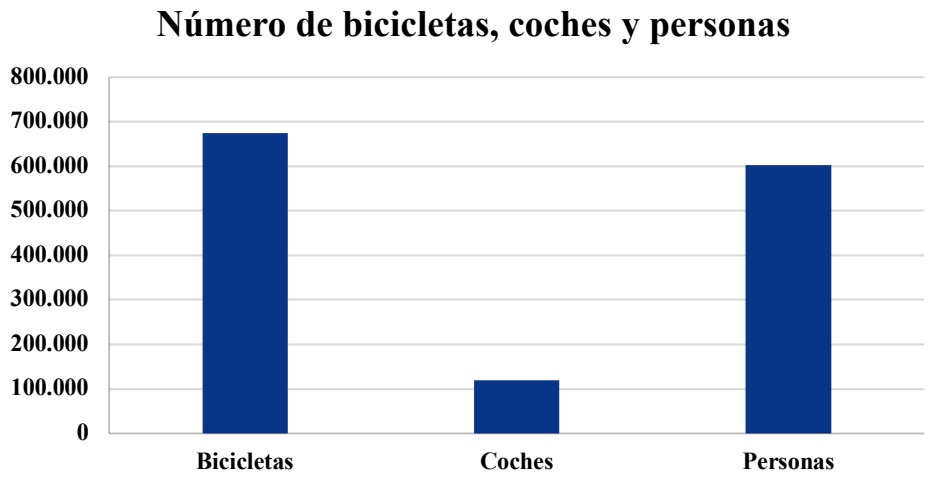
Desde la puesta en marcha de los sistemas anteriormente citados y analizados, Singapur ha obtenido diversos beneficios para la urbe, entre ellos destacamos aquellos de carácter económico, ambiental y social:



3.1.2. Copenhague

Copenhague centra sus esfuerzos en planes de desarrollo sostenibles enfocados a la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos. Esto no se traduce únicamente en reducir las emisiones de carbono, sino que, pretende transformar la ciudad en un lugar en el que los ciudadanos puedan desarrollar al completo una cultura ecológica. Para ello apuesta por una movilidad sostenible e integrada.

En cuanto a la movilidad, Copenhague tiene tradición de ser una ciudad amable para el ciclista, no obstante, desde el ayuntamiento decidieron ir un paso más allá y diseñaron los planes de movilidad y urbanismo entorno a esta construyendo una infraestructura dedicada e interrumpida a partir de carriles-bici, hecho que incrementa la seguridad de los ciudadanos y por lo tanto que se escoja la bicicleta como medio de transporte.



Gráfica 20. Conteo de bicicletas, coches y personas en Copenhague. Mayo 2019. (City of Copenhague, 2017).

Según datos del ayuntamiento, durante el año 2011, un 35% de los ciudadanos usaban la bicicleta para desplazarse al trabajo, colegios o universidades.

Desde el gobierno de la ciudad, tenían como objetivo alcanzar el 50% en 2025. No obstante, ya en 2015 se contaban con un 45% de la población (The Cycling Embassy of Denmark, 2015) y, dos años más tarde, las cifras se sitúan en el 41% (The Danish Cyclists Federation; The Cycling Embassy of Denmark, 2017). A pesar del descenso de los últimos años, las autoridades mantienen el objetivo y están estudiando que ha sucedido para sufrir ese revés.

Muchos indicadores apuntan a que la falta de lugares para estacionar la bicicleta ha sido el motivo de la reducción del número de ciudadanos que escogen desplazarse en bicicleta, por lo que el ayuntamiento ha empezado a buscar soluciones para ello. En el año 2017 la tasa de ocupación de los estacionamientos de bicicletas se situaba en un 111% por lo que para evitar que este problema repercuta en el objetivo final marcado del 50%, la ciudad tiene previsto añadir entre 26.000 y 71.000 nuevas plazas de estacionamiento en función de las diferentes previsiones de la ciudad (The Cycling Embassy Of Denmark, 2018).

Algunas de las medidas más efectivas para favorecer el uso de la bicicleta como modo de transporte son Green Wave y el impuesto de matriculación de vehículos de combustión. La Green Wave es una iniciativa de la ciudad por la que, circulando a 20 km/h, un ciclista encontraría todos los semáforos por los que pasa de color verde para acceder a la ciudad en las horas punta del día. Por otro lado, el impuesto de matriculación en Dinamarca se situó en un 180% del precio del vehículo y aunque actualmente se haya reducido hasta llegar al

100% del valor, es una tasa que provoca que no todos los daneses opten por comprar un coche cifra situada en un 40% de la población en el año 2015.

Además de promover una movilidad sostenible, Copenhague apuesta por una movilidad integrada para el transporte público. Esto se consigue desarrollando una red que suma los servicios de autobús, tren y metro y que permite a los pasajeros utilizarlas indistintamente más la normalización de espacios para bicicletas en el transporte público.

El número de trayectos en coche ha descendido entre 1970 y 2010 un 19% y, aun así, el ayuntamiento calcula que en la capital se pierden alrededor de 190.000 horas por día debido a los atascos, cifra que sería sensiblemente superior si no se contara con esta integración de servicios.

La capital danesa, por tanto, ha decidido implantar todas estas medidas para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos de cara al futuro, entre ellas, podemos destacar: información en tiempo real sobre los tiempos de los autobuses o trenes; el billete único para acceder a los 3 medios de transporte público con transbordo sin coste al cambiar el modo de transporte; una aplicación para planificar los trayectos utilizando todos los medios de transporte; preferencia en el tráfico para el transporte público, los cuales al llegar a un semáforo siempre se lo encontraran en verde gracias al sistema de localización que llevan integrado y, espacios para estacionar bicicletas en las estaciones de metro y tren.

Por todo lo anterior, los beneficios obtenidos gracias a la movilidad sostenible e integrada a nivel económico, medioambiental y social son los siguientes:

Económico	•Reducción de 230 millones de euros en gastos sanitarios al año. •Aumento de la productividad en las empresas.
Medioambiental	•Reducción de la contaminación acústica y atmosférica.
Social	•Impacto positivo en la salud de los ciudadanos. •Creación de empleo. •Buena imagen de marca.

3.1.3. Madrid

Madrid afronta el reto de movilidad desde la inversión y medidas a favor del transporte público junto con la implantación de servicios de movilidad compartida lo que le ha convertido en una ciudad líder en este tipo de servicios.

Madrid ha enfocado la movilidad de sus ciudadanos realizando una fuerte apuesta por transporte público, especialmente la red de metro que, pese a no estar entre las más largas del mundo, sus 294 Km de vía son estudiados como caso de éxito por su eficiencia y accesibilidad. Además, Metro de Madrid ofrece servicios de planificación, diseño, implantación, puesta en servicio, operación y mantenimiento aportando soluciones en todas las fases a nivel ferroviario gracias a su experiencia y su buen hacer.

Además, el ayuntamiento de Madrid ha desarrollado 30 medidas (Ayuntamiento de Madrid, 2016) de cara a mejorar la movilidad de los ciudadanos, muchas de ellas no están exentas de polémica y el reciente cambio de Regidor va a implicar que algunas de ellas se reviertan, no se lleguen a desarrollar o se enfoquen de forma diferente. De las 30, a continuación, se listan las más destacables

- **Área Central Cero Emisiones**
  Es la medida más controvertida de todas, consiste en establecer una zona de cero emisiones en el distrito Centro en la que no será posible acceder con vehículos contaminantes. La medida ha sido paralizada con el reciente cambio de gobierno.

- **Mejora y ampliación de la red ciclista y BiciMAD**
  Se fijan como objetivos que los trayectos en bici se incrementen hasta el 5% y se aumenten 30 kilómetros al año los dedicados en exclusiva a la bicicleta hasta 2025. En cuanto a BiciMAD (servicio de bikesharing) se renovarán unidades, se ampliará el grado de actuación del servicio y se integrará con el transporte público.

- **Limitación de la velocidad en los accesos metropolitanos y la M30 y red de aparcamientos disuasorios.**
  Se determina como velocidad máxima de circulación en 70km/h tanto en la M30 como en las vías de acceso desde la M40. Además, se construirá una red de 12 aparcamientos disuasorios entorno a la corona metropolitana.

- **Ampliación y renovación de la flota de servicios municipales.**
  Renovación de la totalidad de la flota de la EMT gracias a la adquisición de 1.000 nuevos autobuses de bajas emisiones (gas natural, híbridos y eléctricos). Además,

para el 2030 se fija el objetivo de que el 90% de los vehículos que prestan un servicio municipal tengan la categoría CERO o ECO.

- **Red de recarga para vehículos eléctricos y suministro de combustibles alternativos**
  El Ayuntamiento se compromete a desplegar una red de puntos de recarga de vehículos eléctricos y de combustibles alternativos como gas licuado o natural. En el segundo trimestre del año 2019, Madrid contaba con 1.618 puntos de recarga de vehículos eléctricos, 74 de gas licuado (Asociación Española de Gas Licuado, 2019) y 17 de gas natural (Gasnam, 2019).

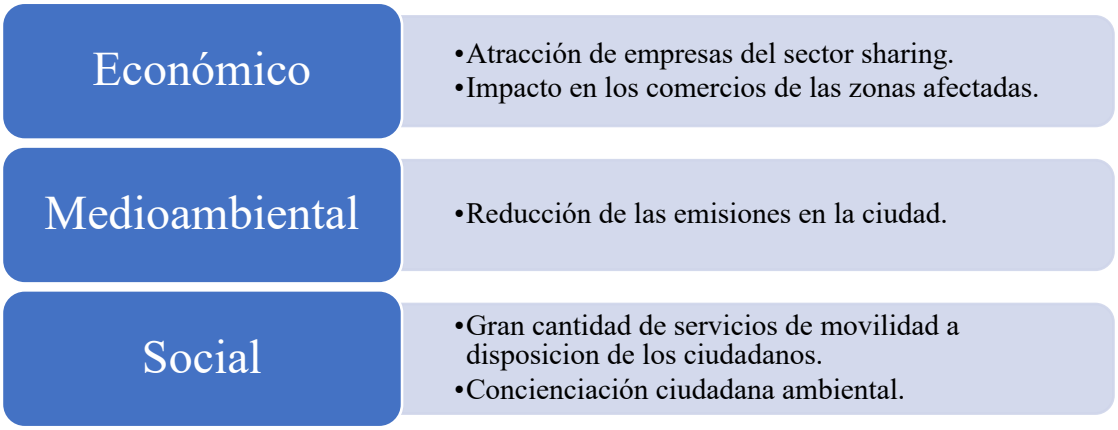
- **Impulso a las iniciativas de movilidad compartida**
  Se prestará apoyo a aquellas medidas que fomenten mejorar y diversificar la oferta de transportes de la ciudad.

Haciendo especial énfasis en el último punto, Madrid ha sufrido una explosión en cuanto al despliegue de servicios de movilidad compartida. Actualmente, es una ciudad referencia en el mundo por la gran cantidad de servicios que conviven en la ciudad. Las empresas de movilidad compartida que existen a junio del 2019 son: 5 de automóviles, 6 de motos, 5 de bicicletas y 21 de patinetes. Algunas de estas empresas tienen a grandes grupos privados respaldándolas como Google, Daimler, Renault, Acciona, Uber, etc. Algunas de las más importantes se muestran en la siguiente imagen.



Ilustración 6. Servicios de movilidad compartida en Madrid. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

Los beneficios económicos, medioambientales y sociales que experimenta Madrid gracias a las medidas planteadas por el Ayuntamiento y a ser una ciudad referencia en movilidad compartida son:



3.1.4. Los Ángeles

De todas las ciudades planteadas en este capítulo, es Los Ángeles la que más complicado tiene desarrollar la movilidad de sus ciudadanos por motivos culturales y de tamaño. No obstante, las autoridades intentan fomentar el uso del transporte público a través de un sistema asequible, cómodo y con unas infraestructuras ejemplares para el resto del mundo

De acuerdo con numerosos estudios, Los Ángeles se sitúa como la ciudad con más tráfico de los EE. UU. y entre las ciudades de más de 8 millones de habitantes con más tráfico del mundo (INRIX, 2018) (TomTom, 2016). Así como Copenhague tenia instaurada la cultura de la bicicleta, en EE. UU. está implantada la mentalidad del coche, se afirma que el 95% de los estadounidenses tiene coche y que el 85% lo utiliza para ir al trabajo (Chase, 2010). Esto se debe al diseño de las ciudades en el país, ciudades de grandes dimensiones, con las zonas residenciales alejadas del centro y grandes autopistas que, sumado al bajo precio que tiene el combustible y a que algunas empresas han incluido medidas como, por ejemplo, incluir el aparcamiento de pago como un beneficio para los empleados (Sorensen, et al., 2008), todo ello ha fomentado el uso del coche como medio de transporte al trabajo. Esto implica que el tipo de medidas que hay que aplicar en estas ciudades con una cultura del coche tan arraigada sean diferentes a las que son aplicables en Europa.

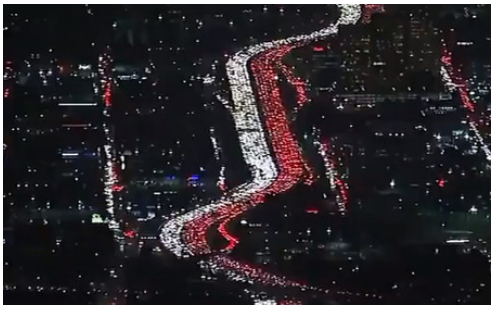


Ilustración 7. Atasco autopista 405 Los Ángeles. Abril 2019. (Mohorte, 2018).

En la imagen superior se muestra un atasco en la ciudad de los Ángeles muy recordado por sus ciudadanos, corresponde al día de Acción de Gracias del año 2018. Las autoridades, con el fin de reducir los atascos destinaron 1.500 millones de dólares para ensanchar la autopista 405. El resultado fue que lejos de reducir los habituales atascos que en ella se producían, un año después de su finalización, la circulación por la autopista era un minuto más lenta que antes de que estuviera operativa (Barragan, 2014). Esto no es más que otra prueba de que el futuro de la movilidad no pasa por el coche tal y como se conoce en la actualidad. Para evitar este tipo de imágenes, el ayuntamiento se está planteando la creación de unas zonas de carreteras de pago por la ciudad en las horas punta del día (Nelson, 2019).

En cuanto al transporte público en Estados Unidos, este tiene un papel meramente testimonial comparado con otros países del mundo, en el estado de California, únicamente el 5,3% de los ciudadanos acude a su puesto de trabajo en transporte público y, los ciudadanos que eligen medios sostenibles como caminar o coger la bicicleta no llegan al 4%. Son cifras muy pobres pero que se mantienen en línea con el resto de los estados (U.S. Department of Transportation - Bureau of Transportation Statistics, 2016).

Pese a ello, la ciudad esta haciendo grandes esfuerzos para conseguir que sus ciudadanos utilicen el transporte publico. La consultora Mckinsey catalogó a Los Ángeles como la segunda ciudad más asequible en cuanto al transporte público y con accesibilidad total para personas en silla de ruedas en todas las estaciones de metro y autobús (Knupfer, et al., 2018).

Estos resultados ponen de manifestó el esfuerzo que ponen las autoridades fomentar el uso de transporte público. Sin embargo, los problemas de los ciudadanos de Los Ángeles con el transporte público (Moovit Insights, 2019) son:

Los 86 minutos que pasan cada día en el transporte público. Menos que en Miami (90) y Nueva York (87) y los mismos que en Chicago.

Los 20 minutos de espera en la estación. Más que en Chicago (15), Miami (18) y Nueva York (15).

Los 11,1 km que recorren cada día en transporte público. Más que en Chicago (10,1) y Nueva York (9,5) pero menos que Miami (13).

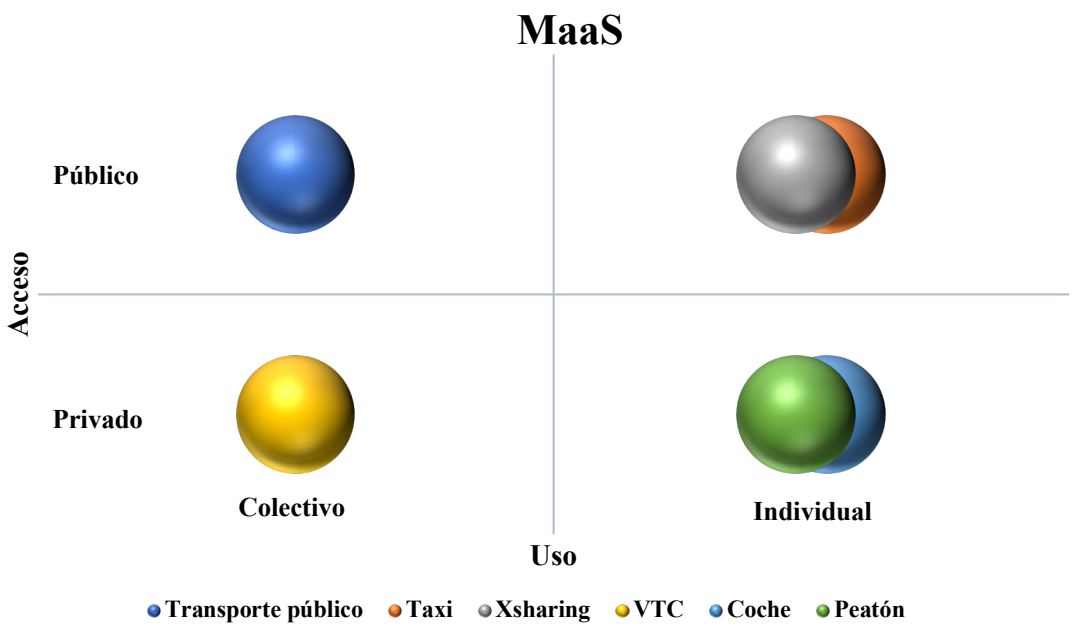
A continuación, se muestra una tabla a modo resumen en la que se muestran las fortalezas y debilidades de cada una de las ciudades mencionadas anteriormente.

	Ciudad	Fortalezas	Debilidades
	Singapur	• Sistema eficiente de peajes por congestión	• Movilidad poco asequible
	Copenhague	• Cultura sostenible • Movilidad integrada	• Demonización del coche • Falta de aparcamiento para bicicletas
	Madrid	• Transporte público • Movilidad compartida	• Inestabilidad política
	Los Ángeles	• Infraestucturas • Asequibilidad	• Cultura del coche • Ciudad extensa

Tabla 4. Comparación fortalezas y debilidades de cada caso de estudio. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

3.1.5. Movilidad como Servicio

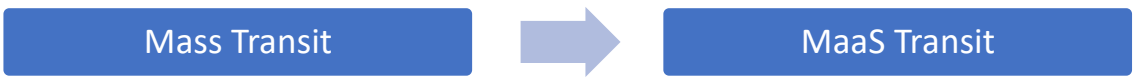
De capítulos anteriores recordamos que la Movilidad como Servicio obtiene como resultado que los ciudadanos puedan utilizar distintos medios de transporte englobados en un mismo ecosistema para llegar a sus destinos, a partir de una combinación de estos, buscando la ruta más eficiente con un precio que no sea la suma de cada uno de los trayectos individualmente (Unión Internacional de Tranporte Público, 2011).



Gráfica 21. Clasificación de la Movilidad como Servicio. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

A continuación, se analizará un ejemplo de MaaS pionero en el mundo. Los ciudadanos de Helsinki cuentan desde 2016 con la aplicación Whim (Goodall, et al., 2017). La aplicación se basa en una plataforma digital que integra: la planificación de los viajes extremo a extremo, los billetes en formato electrónico, la reserva del viaje y el pago de los trayectos en cualquier medio de transporte publico o privado. Todo esto significa que los ciudadanos pueden planear y pagar todos los trayectos que vayan a realizar dentro de la ciudad, basta con elegir el destino y el medio (o la combinación de medios) para llegar hasta él. Para acceder a este servicio existe la opción de pagar una suscripción mensual o un pago por uso.

El objetivo de esta iniciativa es que los ciudadanos opten por no utilizar sus vehículos, no por estar forzados a ello, sino porque la alternativa sea más atractiva, en palabras del consejero delegado de la compañía "nuestro objetivo es probar que nuestro servicio supera, o al menos es comparable, al nivel de servicio de un vehículo privado".



Los componentes necesarios para crear un ecosistema de MaaS están relacionados con la infraestructura, los operadores de transporte, proveedores de datos en tiempo real y alianzas.

- **Infraestructura**
  Para que un ecosistema basado en MaaS funcione es necesario una elevada penetración de teléfonos inteligentes, una red 3G/4G/5G extendida a lo largo de toda la ciudad, información actualizada de las distintas opciones de viajes, sistemas de pago electrónico, etc. Para cumplir estas condiciones, actores como, agencias de transporte o operadores de telecomunicación, necesitan trabajar juntos y de forma coordinada. Además, es necesario disponer de infraestructuras físicas conectadas, como intercambiadores de autobús conectados con la red de metro, espacios para estacionar bicicletas en paradas de taxi, etc.

- **Operadores de transporte**
  Cualquier empresa que quiera prestar servicios de MaaS deberá ofrecer el mayor número de servicios de transporte posible. Esta no es una tarea sencilla puesto que hace falta negociar con cada uno de los agentes los cuales disponen de su propia aplicación para prestar el servicio y convencerles que lo mejor es agregar su oferta junto al resto de servicios para que los usuarios se beneficien. En principio no es un paso que las empresas estén dispuestas a dar, pero en el momento que un operador de MaaS consigue ofrecer un pequeño número de servicios para su aplicación el resto de los agentes querrán sumarse para no perder cuota de mercado.

- **Proveedor de datos**
  Actualmente existen muchas plataformas de planificación de viajes siendo intermediarios entre el operador de transporte y el usuario final. Las mejores son aquellas que proporcionan datos en tiempo real sobre horarios y el tráfico. Estas actúan como recopilador de servicios a través de una interfaz de usuario sencilla, aplicando algoritmos para analizar el uso, oferta y demanda. La utilización de estas aplicaciones para agregar los datos de los distintos proveedores de servicios es básico para presentar un sistema de calidad.

- **Alianzas público-privadas**
  Las agencias de transporte públicas deben ser los que lideren los proyectos de MaaS para sus ciudades y apoyarse en capital privado como patrocinador o socio para reducir la inversión inicial que supongan. Este tipo de proyectos permitirá crear una arquitectura única que a la larga facilitaría tanto la toma de decisiones en cuanto a planes de movilidad como la inclusión de nuevos agentes en el ecosistema. Pero para llegar a este nivel, es necesario que, si las autoridades no desean participar en el proyecto, al menos deberían proporcionar acceso libre a sus

datos porque este tipo de servicios sin la participación del transporte público de las ciudades no tiene sentido alguno.

Helsinki no es la única ciudad del mundo que tiene sigue este modelo, pero si es la que ha invertido más recursos y tiene un sistema totalmente desarrollado e implementado. La tendencia del sector es hacia modelos de MaaS, las empresas han comprendido que todo lo que vaya en beneficio de los usuarios también repercutirá en mayores beneficios para ellos puesto que podrán llegar a más clientes y la competencia se basará en el coste y la calidad del servicio únicamente, palancas sobre las cuales se puede garantizar un crecimiento operativo sostenido y eficiente.

En la siguiente tabla se muestran algunas iniciativas alrededor del mundo de MaaS

Anexo A

Tabla 5. Aplicaciones de MaaS alrededor del mundo. Mayo 2019. (Deloitte, 2017).

3.2. Tareas por realizar

Para el desarrollo de una movilidad urbana sostenible tanto las autoridades como las empresas privadas deben realizar un gran numero de tareas asociadas a distintos campos que posteriormente serán aplicables a la movilidad. Con el fin de ayudar en esta tarea se ha realizado una identificación de las que a mi juicio son las más importantes. A continuación, se muestra una tabla detallando un resumen de cada una de ellas y posteriormente se analizarán más en profundidad.

Campo	Tareas a realizar
Blockchain	• Intercambio de información de forma segura y descentralizada • Smart contracts
Ciberseguridad	• Desarrollo de estándar
Prestaciones vehículos	• Incremento capacidad de las baterías
Prestaciones servicios movilidad compartida	• Elección de la flota apropiada al servicio • Centro de operaciones • Negociación seguros de la flota
Public-Private Partnership	• Confiar en que los PPP son la única manera de financiación sostenible
Recogida, tratamiento y análisis de datos	• Reflejar la rentabilidad que generan los datos en un beneficio real para el cliente
Sistema Inteligente de Transporte	• Implantación de nuevas soluciones apoyadas en las nuevas tecnologías
Vehículo autónomo	• Desarrollo y prueba de las tecnologías que participan en la conducción autónoma • Nueva planificación urbana y legislación a favorable al VA

Tabla 6. Resumen de las tareas a realizar en cada campo. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

3.2.1. Blockchain

Originalmente, la cadena de bloques (blockchain), fue creada para almacenar el historial de transacciones de bitcoins. Actualmente, debido al potencial de esta tecnología se esta aplicando en muchos sectores.

Blockchain permite implementar una base de datos distribuida, pública e inmutable basada en una secuencia creciente de bloques. Esta base de datos proporciona de forma intrínseca tolerancia a fallos en nodos, robustez frente a manipulación y transparencia (Dolader, et al., 2017).

En la actualidad, esta tecnología esta siendo utilizada principalmente en el ámbito financiero, no obstante, se han identificado usos de esta en el sector del transporte que pueden generar muchos beneficios. Los principales usos que tiene son relacionados con la logística en los que las cadenas de bloques permitirán agilizar los procesos de intercambio y sellado de documentos. Esto es posible gracias a los llamados **smart contracts** o contratos inteligentes.

En cuanto a la temática de la movilidad, blockchain podría ser aplicable para el **intercambio de información de forma segura y descentralizada** entre un vehículo y una empresa encargada de comercializar los datos de dichos vehículos, de esa forma se consigue que los coches pasen de un activo que pierde valor a un generador de este (Laborda, 2017).

Otra de las aplicaciones es la de identificación de la forma más segura posible de los usuarios, lo que permitiría a las empresas de coches compartidos como Emov, Car2go o Zity dar mayor robustez y seguridad a la identificación de sus clientes mediante contratos inteligentes. Además, el proceso es igualmente aplicable si en lugar de una empresa, es un particular el que decidiera prestar su coche a otra persona, de esta forma, si la legislación lo permitiera, se estaría apostando por una economía colaborativa real y el número de vehículos en las ciudades se reduciría considerablemente con todas las ventajas en cuanto a tráfico y contaminación que eso supone. También es aplicable al futuro en el que los vehículos autónomos de nivel 5 sean una realidad y la identificación mediante cadenas de bloques sea de total importancia para usar este tipo de vehículos sin conductor.

La tecnología blockchain es un tema de actualidad en el que muchas empresas están invirtiendo grandes sumas de dinero en su estudio y posibles aplicaciones. Las tareas por realizar en el sector público y privado están relacionadas con sus posibles aplicaciones en

movilidad para garantizar la seguridad de estas. En una futura sociedad hiperconectada con transacciones constantes M2M (Machine to Machine) asegurar el envío de información mediante cadenas de bloques resultará imprescindible y más aun si estas propias maquinas tienen la inteligencia suficiente para realizar tareas por ellas mismas como es el caso del vehículo autónomo.

3.2.2. Ciberseguridad

La ciberseguridad está estrechamente relacionada con la movilidad del futuro, se debe a que el futuro hacia el que apunta la movilidad es el de un ecosistema en el que todos los actores estarán conectados. Para este caso, obviando la infraestructura que acompaña a la movilidad (Smart Cities) y centrándonos únicamente en los vehículos, aquellos más modernos son más susceptibles a sufrir ciberataques debido a la presencia de controles electrónicos.

Los ciberataques a un vehículo se pueden realizar de forma directa, accediendo a través de los diferentes puertos de conexión como USB o diagnosis del ordenador de abordo (OBD), o, de forma inalámbrica a través del control remoto de las llaves o sistemas de conexión de bluetooth a redes inalámbricas (Wi-Fi), o mediante comunicaciones de radio AM/FM o las del teléfono móvil. Especialmente delicados son los ataques a través de conexiones inalámbricas, estas permiten atacar a múltiples objetivos al mismo tiempo y, con el equipo adecuado, desde cualquier parte del planeta.

Algunos estudios predicen que, en el año 2021, el 82% de los vehículos estarán conectados a Internet. Esto se traduce en mas de 400 millones de vehículos recorriendo circulando por las carreteras, es decir, 400 millones de sistemas potencialmente vulnerables (Gallego & Rodríguez, 2018). Analizando únicamente los vehículos actuales disponibles en el mercado, en el año 2015, una serie de experimentos realizados en distintos vehículos demostraron que es posible sabotear sistemas inofensivos como la radio o el aire acondicionado y otros críticos como el control de la velocidad. Otras pruebas realizadas en un vehículo con un sistema de conducción autónoma fueron más allá llegando a controlar este sistema usando un mando de videoconsola (Greenberg, 2015) (Keen Security Lab, 2019) (CBS, 2015).

Las grandes amenazas que sacuden el sector automovilístico en cuestiones de ciberseguridad son el acceso de forma no autorizada a datos sensibles, como la localización, datos de conducción o datos del propietario, y ataques maliciosos mediante el control de los vehículos como daños personales y materiales, atentados o robos. Si es

posible realizar este tipo de ataques con graves consecuencias hoy en día, en unos años, cuando los vehículos se electrifiquen por completo y se conduzcan de forma autónoma ya sea por vía terrestre o por vía aérea, las consecuencias pueden ser catastróficas.

En los futuros vehículos automatizados, los sistemas susceptibles de ser saboteados son los de adquisición y comunicaciones. En el bloque de adquisición, los puntos débiles se encuentran en los sensores que pueden recibir ataques de denegación de acceso, invalidando la capacidad de percibir obstáculos, a través de campos magnéticos o utilizando material reflejante, en función del tipo de sensor. Además, es posible corromper la estructura de los mensajes que se transmiten a la unidad de control del motor.

Por otro lado, el bloque de comunicaciones supone mayor riesgo ya que es susceptible de recibir ataques de forma telemática. Por un lado, las comunicaciones Vehicle-to-Everything (V2X), suponen un incremento de la seguridad vial al contar con redundancia de información y posicionamiento de los participantes, no obstante, el intercambio continuado de información provoca que la integridad del vehículo se vea entredicho. Comunicaciones V2V (Vehicle-to-Vehicle) corruptas o falsas podrían poner en peligro al vehículo que la recibe (González, et al., 2018).

Es imposible terminar con los ciberataques, ni en el sector automovilístico ni en cualquier otro sector, lo que hay que hacer es combatirlos invirtiendo en investigación para desarrollar sistemas robustos y actualizables. Además, hay que enfrentar otras dificultades del sector como la falta de colaboración y transparencia a nivel software en toda la cadena de suministros participes de la producción y la falta de un posicionamiento legal a nivel global por parte de los gobiernos para establecer un marco de seguridad adecuado (Ruiz, 2017).

La tarea que hay realizar en el campo de la ciberseguridad consiste en el **desarrollar un estándar** que permita definir un proceso estructurado para garantizar el diseño de los procesos de seguridad por adelantado, mantener una consistencia en el sector y promover la toma de decisiones de forma activa (Barber, 2017). Para el desarrollo de esta tarea, distintas organizaciones están trabajando de forma conjunta. La SAE International (Society of Automotive Engineers) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO) de la mano de fabricantes de vehículos como GM, Ford, Volvo, Honda, BMW, Volkswagen, están centradas en desarrollar de forma conjunta un estándar de seguridad que espera ver la luz entre finales del año 2019 y principios del 2020 (ISO; SAE, 2019).

Es importante destacar que el estándar ISO/SAE 21434 no pretende definir las tecnologías o soluciones específicas de ciberseguridad o especificar requerimientos para los sistemas de telecomunicación o para el vehículo autónomo.

3.2.3. Prestaciones de los vehículos

Es más que evidente que el futuro de la movilidad pasa por vehículos sostenibles, esto es, vehículos que no emitan gases contaminantes. Existen distintos tipos de vehículos que consiguen circular de forma sostenible, los vehículos que alimentados con combustibles alternativos como por ejemplo el gas licuado del petróleo, gas natural o biocombustible, los vehículos de pila de combustible de hidrógeno y los vehículos eléctricos. Estos últimos son los que parece que han obtenido mayor aceptación por el público y los fabricantes de automóviles están apostando por ellos como la alternativa del futuro.

Los vehículos eléctricos no son característicos del siglo XXI, el primer vehículo eléctrico se desarrolló en 1828, mucho antes que vehículos con motores de gasolina o diésel. En 1898 empezó la comercialización de vehículos eléctricos y era común verlos en las calles de Nueva York o Londres. Hasta 1920, el vehículo eléctrico tenía la batalla ganada a los vehículos de gasolina, estos eran más económicos, no tenían dificultades para arrancar y no producían ruido ni olores. No obstante, entre 1920 y 1230, diferentes hechos sentenciaron al vehículo eléctrico, entre otros, el descubrimiento de yacimientos de petróleo en Estados Unidos, la construcción de carreteras que unían ciudades, el desarrollo de un motor eléctrico de arranque que eliminaba la manivela de los motores de combustión y la cadena de montaje de Ford que permitía la producción en serie. Los vehículos eléctricos pasaron a tener un coste de 600$ con gran autonomía frente al equivalente eléctrico con un coste de 2000$ y autonomías de menos de 50km. En la década de los 70, debido al aumento del precio de la gasolina y a la concienciación por los efectos de la emisión de gases contaminantes a la atmosfera resurge el coche eléctrico hasta lo que conocemos actualmente (Martín, 2016).

Actualmente, los motivos de su éxito son la concienciación con el medioambiente y las restricciones de movilidad impuestas a los vehículos de combustión. A nivel global, Noruega destaca como el país en el que se venden más vehículos eléctricos en proporción a vehículos de combustión gracias a distintos incentivos que otorga el gobierno, destacando, la exención de pagar el 25% del IVA, circulación gratuita por autopistas de peaje y aparcamiento gratuito entre otros. En el año 2018, los vehículos eléctricos alcanzaron una cuota de mercado del 32% y en el primer trimestre del año 2019 fue del 48%, según la asociación noruega de vehículos eléctricos (Norsk ebilforening, 2019). En cuanto a cuota

de mercado, Noruega es la excepción, la media europea se sitúa sobre el 3,5% en el año 2018 (Irle, 2019).

El motivo principal por el que el vehículo eléctrico no se convierte en un bien de gran consumo es su precio y la poca autonomía que presta comparado con el vehículo de combustión. Aunque la todavía escasa demanda de estos afecta al precio, se puede decir que ambos factores también están relacionados con la batería que los impulsa. Así como otras tecnologías han avanzado mucho en lo que respecta a innovaciones tecnologías, parece que las baterías se han quedado estancadas, no obstante, esto no es del todo cierto, el problema esta en que la tecnología de los dispositivos a los que alimentan ha avanzado mucho más. Un ejemplo ilustrativo sería el mencionado por Manuel Amarilla, investigador del CSIC en el campo de almacenamiento de energía "nos quejamos del corto tiempo de duración de las baterías en nuestros móviles, pero se debe pensar que nuestros teléfonos actuales son verdaderos ordenadores… Con las baterías ión-litio actuales tendríamos autonomías superiores a un mes en el caso de los primeros teléfonos móviles cuya función era la de realizar llamadas" (Cerdà, 2014).

Las baterías actúan como acumuladores de energía. Esta puede ser recibida o cedida gracias al carácter reversible de las reacciones químicas de óxido-reducción que se dan en las celdas que integran la batería. Estas reacciones transfieren electrones entre los reactivos lo que provoca un cambio en sus estados de oxidación y genera una corriente eléctrica.

El tipo de batería más utilizado en este momento son las de ion de litio, ya que, es el metal mas ligero que existe permitiendo un gran potencial químico para crear batería de poco peso, pero con gran capacidad. El principal hándicap de este tipo de baterías es su coste, siendo el más elevado comparado con otros tipos de baterías. Por el contrario, las ventajas que tienen las baterías de litio son que no necesitan mantenimiento, no tienen efecto memoria y bajo efecto de autodescarga, además, tienen la energía especifica más elevada, entorno a los 100 Wh/kg, esto es, la cantidad de energía que puede almacenar la batería por unidad de peso. Pese a ello, la gasolina y el gasoil ofrecen entorno a los 13 kWh/kg, por lo que, hoy por hoy, la diferencia es notable.

De cara a **mejorar la autonomía de las baterías** se están siguiendo distintas líneas de investigación:

Supercondensarores. También conocidos como condensadores de doble capa (EDCL) tienen una densidad de energía miles de veces mayor que los condensadores convencionales. Además, tienen un alto numero de ciclos de carga y descarga y un bajo

coste por ciclo entre otras ventajas. Su energía especifica está alrededor de los 4 Wh/kg. El uso de los EDCL de manera conjunta a las baterías proporciona ventajas en relación con el rendimiento y a la autonomía. Con respecto al rendimiento, un supercondensador cargado puede liberar la carga en un lapso reducido de tiempo, por ello, son capaces de cubrir los picos propios de la aceleración de los motores evitando sobrepasar los limites de descarga de la batería, prologando la vida útil de la batería y reduciendo la sobredimensión de estas para hacer frente a las aceleraciones. Sobre la autonomía, los EDCL son capaces de absorber energía durante la frenada lo que permite la reutilización de esta energía y la optimización del sistema energético (Peña, 2011).

Desarrollo de otros sistemas como baterías metal-aire (Zn/aire, Al/aire, Li/aire). En ellas, uno de los materiales electroactivos es el oxígeno. Las que mayor interés han despertado son las baterías de cinc-aire y litio-aire. Las baterías Zn-aire son una tecnología madura con una energía especifica teoría de 1 kWh/kg, 5 veces superior a las actuales, no obstante, presentan problemas tipo caída de prestaciones con el tiempo debido a la rápida degradación de componentes. Las baterías Li-aire alcanzan unos valores de energía especifica de 11 kWh/kg teóricos, similares a los de la gasolina y el diésel. El reto de esta tecnología pasa por mejorar la eficiencia que en estos momentos se sitúa por debajo del 70%, las corrientes tanto de carga como de descarga, y en aumentar los 100 ciclos que permite como máximo en este momento. Por último, es importante superar los problemas del litio metálico de seguridad y sensibilidad a contaminantes como el agua y aire existentes (Gil-Agustí, et al., 2017).

3.2.4. Prestación de un servicio de vehículos compartidos

Para conocer como funciona un servicio de movilidad compartida se han mantenido distintas conversaciones con profesionales del sector con el fin de aportar profundidad al punto.

Para la realización de este punto se realizaron entrevistas a las principales compañías de vehículos compartidos en Madrid que participaron en el desarrollo e implantación de este tipo de servicios. En marzo del año 2019, existen 4 empresas que prestan servicios de vehículos compartidos en Madrid.

- **Emov**
  En un primer momento fue un proyecto entre EYSA e Igeneris. EYSA es una empresa que ofrece servicios de movilidad apostando por la innovación, por otra parte, Igeneris se encarga de crear nuevos modelos de negocio generando vías de

crecimiento para las empresas. Como estos servicios necesitan una gran flota de vehículos, se dieron cuenta de la necesidad de contar con un socio del sector de la automoción y PSA (Citroën, Peugeot y Opel) a la necesidad de desplegar una gran flota de vehículos. Desde diciembre de 2018, PSA controla la totalidad de la compañía. Madrid fue la ciudad escogida para llevar a cabo el proyecto debido a sus características urbanísticas y la simpatía del Ayuntamiento a este tipo de proyectos a favor de la reducción de tráfico y contaminación.

En el segundo trimestre del 2019 la compañía presta sus servicios en Lisboa y en Madrid, pero tienen abiertos distintos planes de actuación para comenzar su expansión a mas ciudades de Europa. En Madrid, dispone de una flota de 600 vehículos compuesta por Citroën C-Zero, en su mayoría, un vehículo de 4 plazas, 100% eléctrico y una autonomía de 150 km, y, furgonetas eléctricas modelo Citroën Berlingo con 170 km de autonomía. Cuenta con 200.000 usuarios en la capital de España y el coste del servicio es de 0,27 céntimos por minuto.

- **Car2Go**
  Proyecto perteneciente al grupo Daimler AG. En febrero de 2019, car2go y DriveNow (BMW Group) se unieron bajo el nombre de SHARE NOW convirtiéndose en el mayor proveedor de carsharing del mundo. Esta presente en 30 ciudades, cuenta con 4 millones de usuarios a nivel global y dispone de una flota de 20.000 vehículos formada por BMW, Mercedes-Benz, Smart y Mini.

  Antes de la fusión, Car2go estaba presente en gran parte de Europa y América del Norte, incluidas Berlín, Madrid, Paris, Roma, Nueva York y Vancouver, entre otras. El vehículo escogido para prestar el servicio era el Smart fortwo ED, en los formatos eléctrico, en la mayoría de las ciudades, con la excepción de alguna en la que el servicio se prestaba con vehículos de gasolina.

  Actualmente, en Madrid dispone con una flota de 850 vehículos compuesta por; Smart fortwo ED, Smart EQ fortwo y Smart EQ forfour. Estos son vehículos de 2 plazas (fortwo) y 4 plazas (forfour), 100% eléctricos y con autonomías de 155 km. A finales del año 2018, car2go contaba con 237.000 usuario, lo que supuso una subida del 20% con respecto al año anterior. El coste del servicio depende del vehículo escogido. La compañía ha aplicado una política de precios dinámica, es decir, varia según la oferta y la demanda. Estos son entre 0,19-0,29 céntimos por minuto para el vehículo de 2 plazas y entre 0,21-0,31 céntimos para el de 4 plazas.

- **Zity**
  Proyecto constituido por Ferrovial Servicios y el grupo Renault. Únicamente está presente en la ciudad de Madrid, en la que presta servicios de carsharing con el modelo Renault Zoe. Estos son vehículos de 5 plazas, 100% eléctricos y con una autonomía sensiblemente superior a los dos anteriores 300 km. Tiene desplegados 658 vehículos y cuenta con 125.000 usuarios. El precio por minuto de trayecto es de 0,26 centimos. Tienen previsto expandirse a otras ciudades españolas a lo largo del año 2019.

- **Wible**
  Empresa constituida por Repsol y KIA. Ha sido el último en incorporarse a prestar este tipo de servicios en la capital. Cuenta con más de 600 vehículos en su flota compuesta de KIA Niro PHEV, un vehículo de 5 plazas que, en lugar de ser eléctrico como el de sus competidores, es un híbrido con posibilidad de enchufarse a la red eléctrica capaz de otorgar 600 km de autonomía, de los cuales 58km son de alimentación eléctrica. El servicio tiene un coste de 0,28 céntimos por minuto.

El tiempo estimado para montar la estructura principal de una empresa que se dedicar a prestar servicios de carsharing es de 6 meses. **Las tareas mínimas por realizar para prestar un servicio de movilidad compartida** están relacionadas con:

- **Flota**. Es fundamental ajustar la flota de vehículos al radio de acción de la empresa. La cantidad de vehículos a desplegar será mayor cuanto más grande sea el área de prestación del servicio. A medida que aumenta la flota y el área de servicio los costes se disparan, además que puede producirse un efecto de despoblación de vehículos en zonas estratégicas. Por otro lado, debido a la cantidad de oferta, los clientes se decantarán por un servicio u otro en función de la cercanía del vehículo. Por ello, el punto optimo es un vehículo cada 500 metros.

- **Autonomía.** En este momento, la tecnología no permite contar con vehículos 100% eléctricos, asequibles y con grandes rangos de autonomía, por lo que es fundamental escoger el vehículo con la mayor autonomía real y que permita cargas rápidas. A la hora de la selección del vehículo es muy importante tener en cuenta el gasto que supondría el uso de calefacción o aire acondicionado, los cuales pueden reducir una autonomía dada por fabrica de 150km a 40km.

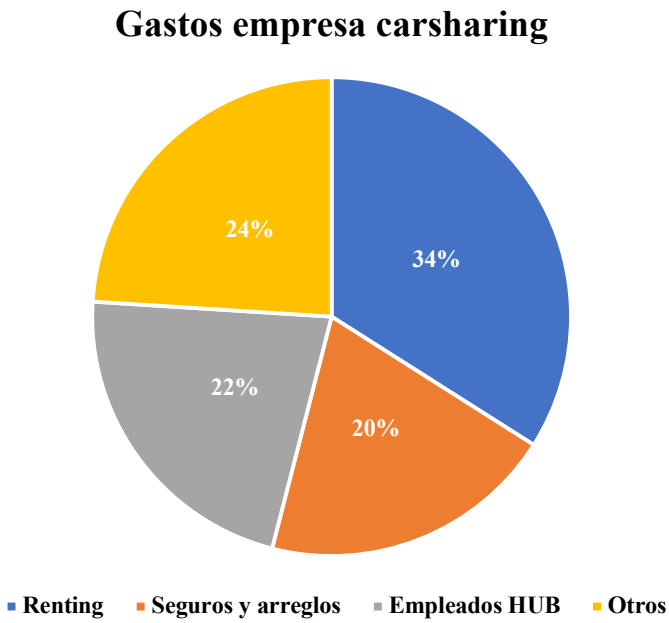
- **HUB**. Es necesario la adquisición y puesta a punto de un centro de operaciones en el que recargar las baterías de los vehículos. Es muy importante escoger la

localización geográfica que se designe, ya que, todo el tiempo que el vehículo este en este centro es tiempo que no se monetiza. En cambio, cuanto más céntrico sea el HUB, mayor coste supondrá. Por último, hay que establecer el modo de transporte de los vehículos al centro de carga. Existe una modalidad universal que consiste en contar con empleados que se encarguen de monitorizar el nivel de batería de los vehículos y cuando alcanzan el nivel de batería mínimo necesario para regresar al HUB desde su posición, retirarlo de la oferta y desplazarse a su localización en un vehículo cargado para realizar el cambio.

- **Otras tareas.** Contratación de los seguros de los coches, compra de cargadores para el HUB, acondicionar las instalaciones del centro de operaciones para contar con un pequeño taller para realizar pequeñas reparaciones, reduciendo la prima de seguro, proceder con la colocación de vinilos en los vehículos y de la contratación de personal administrativo.

La facturación de estas empresas se sitúa entre 7 y 12 millones de euros al año, no obstante, no se están generando beneficios, debido entre otras cosas al coste de los seguros y a la corta autonomía de los vehículos lo que incrementa su coste operacional por vehículo considerablemente. Su estrategia a corto plazo es posicionarse como un jugador de referencia en el mercado para que, cuando la tecnología evolucione y existan vehículos más asequibles con mayores autonomías, comenzar a generar grandes beneficios.

Los principales costes de este tipo de empresas son el renting de los vehículos (*Renting 34%*); los operarios encargados de la gestión de los centros de carga y el transportar de los vehículos a estos (*Empleados HUB 22%*); los seguros y arreglo de daños (*Seguros y arreglos 20%)* y otros gastos como gastos ocasionados en la oficina central y el centro de atención al cliente (salarios y gastos de oficina); licencias varias (comunicaciones, tecnología de embarcado y control de vehículos); alquileres y marketing (*Otros 24%*). A continuación, se muestra un gráfico con detallando la proporción de los costes.



Gráfica 22. Gastos empresa de carsharing. Marzo 2019. (Entrevista experto sector, 2019).

Todo ello suma, con la autonomía y el coste actual de los vehículos eléctricos, unos costes operativos de entre 44€/día y 46 €/día por vehículo. Para generar rentabilidad es necesario superar esa barrera por coche en cuanto a ingresos. Para ello, sin incrementar precios o reducir costes, el tiempo de uso efectivo sobre 24 horas debería situarse entre el 10 y 12% para garantizar rentabilidad sobre una flota de entre 500 y 700 vehículos.

Además de con la mejora de la tecnología, existen otras formas de mejorar la situación financiera de este tipo de empresas:

1. Precios dinámicos en función de la oferta-demanda. Esto permitiría que en momentos de mucha demanda se incrementaran los precios aumentando los ingresos o si hubiera escasez de coches en alguna zona se redujera el coste por minuto a los usuarios que su trayecto finalice en una zona estratégico para la empresa reduciendo el coste que supone que ese trabajo lo realice un operario.

2. Comercialización de los datos de los usuarios. Actualmente, algunas de estas empresas no comercializan los datos de los trayectos de sus clientes con terceros. Para ellas supondría una fuente de ingresos adicional ya que, la recolección de los datos que comercializarían no supone un sobreesfuerzo intenso por parte de la empresa.

3. Reducción del coste de los seguros repercutiendo una parte de estos sobre los clientes. Algunas compañías tienen la opción de incrementar el precio total del viaje en 1€ reduciendo a 0 la franquicia en caso de accidente. Según cálculos del sector, entorno al 50% de los clientes abona ese euro adicional por lo que podría suponer una reducción importante en el coste de los seguros.

4. Situar HUB de carga en puntos estratégicos en la periferia y permitir el acceso a los clientes de tal forma que se reduce el coste operacional por vehículo y el coste fijo en alquiler en zona más céntrica. Los propios clientes de los alrededores de los centros de operaciones son los que se encargarían de llevar los vehículos al centro y traerlos de vuelta a los centros de carga al acabar la jornada.

3.2.5. Public Private Partnership (PPP)

Un acuerdo público privado en el campo de la movilidad consiste en el uso de capital privado para la financiar de servicios de movilidad o para construcción de infraestructuras como por ejemplo el servicio de bicicletas de la ciudad de Londres patrocinado por el Banco Santander o las autopistas de peaje en España financiadas por Ferrovial, ACS, Abertis y otras constructoras españolas.



Ilustración 8. Bicicleta Banco Santander en Londres. Mayo 2019. (Wired, 2017).

Estas nuevas formas de financiación comenzaron con la recesión económica de finales de la década pasada. Fue motivada por la falta de ingresos para la renovación de las ciudades. Una vez afianzada después de esa necesidad, los ayuntamientos se dieron cuenta que era una manera de ahorro de los presupuestos públicos y una forma de involucrar al capital privado en el desarrollo de la ciudad (Gabriel, et al., 2016).

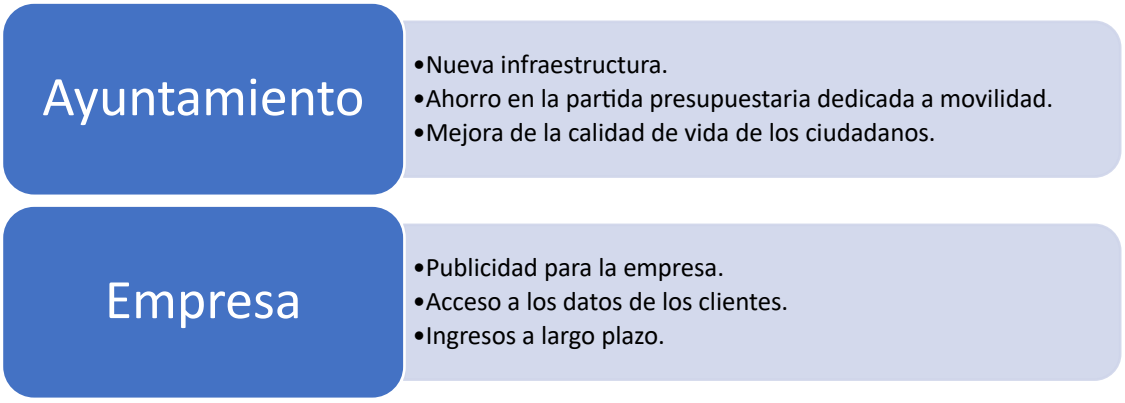
Generalmente estas practicas están extendidas en grandes obras de autopistas en las que, tras su finalización, la empresa adquiere una concesión y empieza a ingresar a través de un modelo de peaje, no obstante, este modelo es totalmente aplicable a la prestación de servicios de movilidad en ciudades y aunque muchas ciudades del mundo ya cuentan con

este tipo de acuerdos, en otras ciudades como Madrid no son tan evidentes. Por poner en valor este tipo de acuerdos, el acuerdo entre *Transport for London* que firmó con Santander esta tasado en unos 43,5 millones de libras (Transport Trading Limited; Santander UK plc, 2015).

De acuerdo con el estudio ***Connected Urban Growth: Public-Private Collaborations for Transforming Urban Mobility*** realizado en mas de 71 ciudades de Coalition for urban transistions (Canales, et al., 2016) las fórmulas de patrocinio que existen entre empresa privada y las autoridades de los Ayuntamientos que más se repiten son aquellas que implican el desarrollo de servicios relacionados con la experiencia de usuario como, por ejemplo, un desarrollo que permite planear trayectos con información en tiempo real. En segundo lugar, los servicios de movilidad compartida para la ultima milla y de coche compartido y, finalmente completa el podio los servicios de movilidad bajo demanda. A continuación, se muestra el resultado completo del estudio.

Gráfica 23. Tipos de PPP. Mayo 2019. (Coalition for Urban Transportation, 2016).

Tanto las autoridades como las empresas privadas deberían **apostar por los PPP como la mejor fuente de financiación para los proyectos de movilidad**, ya que, con estos acuerdos, tanto la empresa privada como el ayuntamiento consiguen grandes beneficios:



Estas iniciativas de patrocinio podrían llevarse a cualquier tipo de servicio y servirían para resolver otro tipo de conflictos que surgen en los Ayuntamientos de las ciudades, por ejemplo, en España, buscar un patrocinador para los taxis podría suponer una fuente de ingresos extraordinaria para ellos que resolvería en gran medida parte de los conflictos que mantienen con los conductores de otros servicios como Uber.

3.2.6. Recogida, tratamiento y análisis de datos

Se considera fundamental para el desarrollo de las empresas que prestan algún tipo de servicio relacionado con la movilidad que estas puedan acceder a la información de los viajes de sus clientes. Esto proporciona un conocimiento de gran valor puesto que a partir de los trayectos que realiza una persona es posible conocer los lugares que frecuenta más a menudo, el estado del vehículo, el comportamiento en carretera, etc. Por ello, este tipo de empresas ya sea de capital público o privado, deberían obtener el máximo rendimiento de ellos. Las empresas mencionadas no se limitan a las de movilidad compartida o de transporte público si no que se incluye también a los fabricantes de coches, Ayuntamientos o cualquiera que pueda obtener una información a partir del trayecto de un ciudadano.

Para que esto se produzca es necesario que los vehículos estén conectados a la red y sean capaces de transmitir la información en tiempo real. Según algunos estudios, para el año 2021, el 82% de los vehículos manufacturados estarán conectados a Internet (Gallego & Rodríguez, 2018).

Partiendo del hecho de que tanto la recogida como el análisis de los datos se hace dentro del marco legal en vigor, la problemática se presentaría si estas empresas de movilidad no **reflejan la rentabilidad que reciben por el uso de los datos de sus clientes en beneficios para los mismos**. Estas ventajas deberían plasmarse en descuentos en el coste

del servicio o en una reducción de la partida presupuestaría dedicada al servicio lo que se traduciría en menos impuestos.

Que todas las empresas que participan del transporte de personas recojan y analicen los datos de sus clientes es una realidad, al darte de alta en un servicio y aceptar a la ligera los términos de privacidad, se da permiso a la empresa a la gestión de estos ya sea para uso interno o para fines publicitarios. El problema reside en que las empresas podrían obtener mayor beneficio si en lugar de ceder los datos a terceros para el envió masivo de publicidad o para realizar informes de uso, se tratasen y analizasen para prestar servicios al cliente con un mayor grado de personalización.

A continuación, se detallan tres casuísticas de uso de los datos de forma beneficiosa para los clientes:

- Al introducir el destino en el GPS de un vehículo de movilidad compartida que se encuentra estacionado, según la hora del día, este nos puede recomendar algún sitio para comer en las proximidades y guiarnos hasta el aparcamiento. De este simple ejemplo salen beneficiados el restaurante que tiene un potencial cliente, el aparcamiento que recibiría el vehículo, la empresa de movilidad compartida que recibe ingresos por parte de los socios mencionados anteriormente y el cliente que disfruta de un descuento en su tarifa.

- En un trayecto muy repetido por la mañana y por la tarde puede entenderse como el viaje de casa al trabajo o viceversa, en ese caso, se podrá hacer llegar al ciudadano casas en venta o alquiler más cercanos al puesto de trabajo para evitar largos desplazamientos, obteniendo ventajas el dueño del nuevo inmueble por tener un posible comprador, la persona que realiza el trayecto, por un posible beneficio que pueda obtener con el cambio de domicilio y la empresa que presta el servicio del trayecto por parte de su socio inmobiliario.

- En un viaje entre dos ciudades, en el momento que un vehículo detecta cansancio en el conductor o un nivel de combustible bajo, esté redirige el trayecto a una estación de servicio donde el conductor podrá repostar combustible o descansar. La elección de una estación de servicio u otra podría depender de un acuerdo entre el fabricante del vehículo y la empresa de distribución minorista de carburante.

Debido al gran número de empresas que se dedican a la recogida y análisis de información, no es de extrañar que cada semana aparezcan noticias en las que se habla de cómo los

ciudadanos aprueban el uso de sus datos sin ser realmente conscientes de a lo que están dando acceso o sin exigir un rendimiento adecuado por ellos, en palabras de Álvarez-Pallete, Presidente de Telefónica, "Los datos son tan intrínsecos a la persona como su dignidad, como su derecho al trabajo…. Los datos tienen valor económico y tiene que quedar claro qué doy y qué recibo a cambio" (Hoy por Hoy, 2019).

3.2.7. Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

Los Sistemas Inteligentes de Transporte son aquellas soluciones tecnológicas que implican mejorar la seguridad y las operaciones de transporte. No son una novedad puesto que el concepto lleva aplicándose desde hace tiempo en distintos proyectos como por ejemplo en las tarifas de estacionamiento variables, información al viajero y servicios de asesoramiento. No obstante, **el desarrollo de nuevas tecnologías abre un nuevo abanico de soluciones a implantar**.

El objetivo de toda ciudad debe ser pasar de un servicio de transporte monomodal a uno multimodal e integrado. Para alcanzarlo, en estos momentos las ciudades trabajan entorno a diferentes estrategias aplicadas en 3 áreas distintas, estas son.

Gobierno	•Planificación estratégica •Gestion del rendimiento •Gestion de la demanda
Optimizacion de la red de transporte	•Recogida, integración y análisis de datos •Capacidad de respuesta operativa de la red •Gestión de incidencias
Servicios de transporte integrados	•Gestión de usuarios •Sistemas de pago •Informacion al viajero

El estudio **Transporte inteligente** de IBM (Houghton, et al., 2009) sobre la implantación de ITS en distintas ciudades a lo largo de los años muestra como, aunque los ITS tengan una eficiencia técnica probable y existan casos de éxito, también surgen incidencias a la hora de acercar los objetivos estratégicos a los resultados buscados. Algunas de las ciudades, o bien no han conseguido los beneficios que esperaban de los sistemas de ITS, o no tienen los recursos financieros necesarios o no cuentan con la aprobación de los ciudadanos para implantar estos sistemas.

IBM ha desarrollado un modelo de Transporte Inteligente para evaluar el progreso de cada ciudad en comparación con otras. El modelo está disponible en (Houghton, et al., 2009)

Cualquier ciudad debería seguir las siguientes recomendaciones para implantar sistemas de tráfico inteligente.

1. **Desarrollar y poner en práctica estrategia de ITS detalladas**
   Es necesario desarrollar estrategias de ITS a largo plazo integradas con los planes de movilidad y la economía, de la misma forma, que las estrategias de la expansión del transporte público están alineadas con la planificación territorial. Además, es necesario unir proyectos de ITS de varios niveles para probar que todos van en conjunción hacia una estrategia ITS general.

   Aquellas ciudades que cuentan con una autoridad de transporte propia podrán llevar a cabo estos planes de una forma más sencilla y eficiente siendo el caso más claro Transport for London (TfL) que aglutina la responsabilidad sobre todos los modos de transporte público en Londres. Por otro lado, aquellas ciudades en las que no exista esta figura deberán apoyarse en modelos colaborativos.

2. **Adopción de métodos de atención al usuario**
   Muchas ciudades focalizan sus proyectos de ITS en mejorar la experiencia de usuario de los ciudadanos a través de un incremento de la satisfacción general o bien impulsando el uso del transporte público. El objetivo es conseguir que los servicios de transporte publico sean una alternativa real al automóvil.

   Algunas maneras concretas para mejorar la experiencia de usuario serían prestando servicios de planificadores de trayectos para optimizar las rutas de los ciudadanos o que las tarjetas de transporte tengan opción actuar como monederos electrónicos para efectuar compras.

   Por último, para ofrecer el mejor servicio es fundamental conocer información sobre los clientes, en el caso de la movilidad, es necesario conocer respecto de los viajes de los usuarios, el trayecto, sus preferencias y pautas, para, una vez conocida su conducta en los viajes, influir en el comportamiento mediante reclamos y sistemas de tarificación dinámicos. Esta es una práctica que se realiza en otros sectores, por ejemplo, los supermercados, en los que se conocen todos los motivos que llevan a realizar una compra a un cliente.

3. **Prestación de servicios integrados**

Todas las ciudades coinciden en que el mejor modo para acabar con los problemas de tráfico y movilidad es mediante un sistema que integre todos los modos de transporte, de esta forma, los ciudadanos realizarían el trayecto óptimo y de manera efectiva. La integración de servicios también aumentaría la eficacia porque, al compartir información entre todos los modos, se puede construir una visión general del suministro y la demanda para implantar las decisiones que ayuden a optimizar la red. La integración de servicios no es una tarea sencilla para las ciudades puesto que, en muchos casos, cada medio de transporte despende de una autoridad diferente y cada una de ellas trabaja de forma distinta.

Por ello, desde el punto de vista organizativo, lo ideal sería la creación de una única autoridad de transporte que integre todos los servicios. En la ciudad de Madrid, existe el ejemplo de cómo no se consigue la máxima eficacia, ya que, pese a la existencia de una empresa que se encarga de planificar el transporte público y su oferta, elaborar las tarifas o tramitar licencias, inspecciones y sanciones, el resto de los operadores de transporte tienen libertad en algunas responsabilidades, por ejemplo, la Comunidad de Madrid gestiona las líneas de metro y el Ayuntamiento opera las líneas urbanas de autobús.

Por otro lado, desde el punto de vista operacional, es necesario sumar procesos, políticas y procedimientos para prestar un servicio integrado al ciudadano. Por ejemplo, es necesario coordinar horarios, billetes y tarifas entre proveedores, lo que tiene repercusiones internas como la presencia de cuentas de los usuarios de transporte comunes y un sistema de compensación.

Por último, desde el plano técnico, existen dificultades de integración debido a la gran cantidad de estándares y arquitecturas que existen, por ello, la respuesta en el largo plazo debe ser la misma que implanto la autoridad de transporte de Santiago de Chile, es decir, arquitecturas abiertas de tecnologías de la información y estándares comunes o abiertos de uso generalizado en aplicaciones de ITS.

4. **Obtención de financiación y aplicación de nuevos modelos de negocio**

Debido a la competencia con otros proyectos de transporte e infraestructura tradicionales, las ciudades no suelen contar con financiación ni respaldo público para proyectos de ITS. Es necesario presentar planes de negocio que demuestren el beneficio de este tipo de proyectos, no obstante, la forma de evaluar el beneficio de este tipo de proyectos no debería ser únicamente la recuperación financiera ya que

reducir accidentes de trafico, contaminación y otras ventajas que ofrecen estos sistemas deben ser tenidos en cuenta.

La principal fuente de financiación de los sistemas inteligentes de transporte son los impuestos de los ciudadanos, sin embargo, algunas partes del mundo, como en los Estados Unidos o Singapur, se han creado fondos nacionales para apoyar iniciativas de transporte innovadoras. La última fuente de financiación existente en el sector es mediante capital privado siendo habituales las asociaciones publico-privadas en países como Reino Unido, Australia y Corea del Sur, particularmente en proyectos de infraestructura.

Es importante destacar que algunos ITS pueden servir como fuente financiación por ejemplo en los casos de cobro por uso en función del tipo de vehículo o tiempo de utilización o la comercialización con empresas privadas de los datos de tráfico de los ciudadanos.

5. **Gestión eficaz de la implantación**
   Las dudas que surgen en las ciudades sobre la implantación de los ITS se basan en la capacidad de implantación que tienen estas debido a la complejidad y dimensión de los proyectos. Por ejemplo, algunos proyectos abarcan distintos medios de transporte que, normalmente, se cobijan bajo el paraguas de diferentes organizaciones lo que aumenta la complejidad.

   También existen reticencias debido a la capacidad de gestión de los cambios y las molestias que pueden ocasionar en el personal y los ciudadanos, por ejemplo, la resistencia de estos últimos a que se empleen tecnologías que amenacen su privacidad. Para superar estas barreras, resulta fundamental medir el progreso obtenido sobre la estrategia planteada inicialmente mediante unos KPIs que permitan obtener conclusiones que compartir con autoridades y ciudadanos de forma totalmente transparente y así incrementar el respaldo público. En cambio, otros sectores han seguido la vía de los incentivos, las tecnologías de protección de privacidad y los programas pilotos que también serían soluciones aplicables para aumentar la aceptación ciudadana.

3.2.8. Vehículo autónomo

La llegada del vehículo autónomo al cuarto o quinto grado de automatización va a suponer la mayor revolución en cuanto a la movilidad se refiere de todas. Este hito supondrá que

los vehículos podrán técnicamente ser capaces de circular sin la necesidad de un humano que los dirija. Esta situación abre un abanico de posibilidades con relación a la forma de moverse en las ciudades. Entra las implicaciones que este avance podría tener destaca el cambio de un modelo de posesión de vehículo a uno de pago por uso o la desaparición de conductores profesionales.

No obstante, para este escenario todavía faltan algunos años porque pese a que son las empresas privadas las que se están encargando del desarrollo de los vehículos y ya hay prototipos funcionando, las ciudades van retrasadas en materia de planificación urbana y legislación que permita la circulación de coches autónomos con las garantías necesarias de seguridad

A continuación, se presentará la tecnología necesaria para el desarrollo de estos vehículos. Aunque cada fabricante está trabajando con sistemas propios existen elementos compartidos. Además de los componentes concretos de un vehículo tradicional hay que añadir (Tiana, 2017) (Valle, 2017) (OTLE; Ineco, 2019):

- **LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging)**
  Sistema de medición mediante haces laser. Los haces emitidos rebotan en los objetos y el sensor puede posicionarlos y medir la distancia hasta este. De la información recibida se elabora un mapa tridimensional de 360 grados.

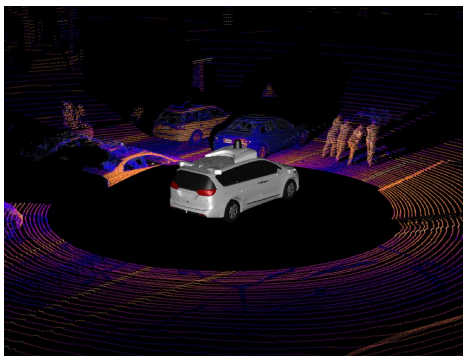


Ilustración 9. Imagen LIDAR. Mayo 2019. (X Company, 2019).

  LIDAR es capaz de medir con precisión distancias hasta 50 metros para el pavimento y 120 metros para otros vehículos u objetos.

- **Radar**
  Dispositivos que aplica la misma teoría que LIDAR, pero en vez de haces laser emite ondas de radio. Se situarían en la parte delantera y trasera del vehículo y

tendrían la misma función que LIDAR, pero con menor coste y tamaño en comparación con este.

- **Cámaras**
  Se hace uso de una o varias cámaras para la identificación de señales de tráfico, carriles de la calzada y otros elementos de las carreteras. Estas cámaras se conectan al sistema central del vehículo por lo que conocen velocidad y la trayectoria del vehículo. El sistema es capaz de analizar los posibles riesgos para la conducción y dar aviso de ellos.

- **Sensores de ultrasonido**
  Dispositivos que miden, con gran precisión, distancias de corto alcance (entre 5 y 6 metros) mediante el envío de ondas de ultrasonido que rebotan en la superficie de cualquier objeto situado en su trayectoria. Se utilizan como complemento de otros sensores, para funciones de aparcamiento y para indicador de zona ciega del retrovisor.

- **Sistemas de navegación por satélite**
  Los sistemas de localización por satélite serán básicos no solo para conocer la posición de los vehículos sino para planificar rutas de viajes. Para su implementación en vehículos autónomos es necesario ofrecer un rendimiento con precisiones de hasta 30 cm. El más extendido es el GPS (EE. UU.), pero hay otros sistemas como Galileo (UE), GLONASS (Rusia) o BDS (China).

- **Unidad de medición inercial (IMU)**
  Dispositivo compuesto por giroscopios y acelerómetros para medir la dirección y velocidad del vehículo. No se usa para realizar mediciones directas porque el IMU agrega las nuevas medidas a las calculadas anteriormente por lo que los errores de medición se acumulan de un punto a otro. Su uso mas extendido es el de ajustar las mediciones de otros sensores como las recogidas de la navegación por satélite.

- **Procesamiento**
  Debido a la gran cantidad de información por segundo que recogen los vehículos autónomos de los sensores, será necesario que cuenten con un motor de procesamiento que permita al vehículo responder en el menor tiempo posible. Algunos estudios afirman que el tiempo de respuesta para frenar de un vehículo autónomo podría ser de 0,3 segundos frente a los casi 2 segundos de algunas personas.

- **Sistemas de Identificación Automática (SIA/AIS)**
  Método utilizado en sector náutico para intercambiar información entre embarcaciones sobre identificación, rumbo, velocidad, etc. La información se transmite mediante ondas métricas o vía satélite.

La descripción de los distintos campos realizada en este punto, aunque correcta, seguro que es incompleta. Como se mencionó al principio del punto, la intención es analizar aquellas que, a juicio del autor, se han considerado como las más influyentes en el futuro de la movilidad urbana sostenible.

Capítulo 4. Roadmap smart city, conclusiones y futuros estudios

4.1. Movilidad en las ciudades inteligentes

Desde hace años nos encontramos a una sociedad en un entorno cambiante permanente, ante una de esas encrucijadas donde afortunadamente el compromiso aceptado y sobre el que no existen discrepancias materiales sería el de tener un mundo sostenible, una civilización respetuosa con el medio ambiente donde quepamos y quepan todos a futuro.

Tal y como hemos analizado a lo largo de este trabajo, la movilidad sostenible se ha convertido en uno de los factores más relevantes en un mundo cada vez más urbanizado. Las distintas opciones de movilidad que surgen de iniciativas públicas y privadas, desde el transporte público hasta el carsharing, están provocado cambios en el complejo sistema de comunicación de las ciudades. Estos cambios serán más profundos con la llegada de los coches autónomos.

En este capítulo se va a profundizar en la visión de la movilidad en el marco de las ciudades inteligentes que dibujan el futuro del entorno urbano. Y es que la transformación permanente de las ciudades es una necesidad y no una oportunidad.

Como se ha mencionado ya en capítulos anteriores, los movimientos migratorios hacia las ciudades de aquí a unos años supondrán que en ellas se concentren la mayoría de la población del planeta, por ello, resulta vital que una ciudad sea capaz de gestionar las necesidades de estas personas ya que concentrarán en mayor medida el motor económico de los países. Por otro lado, actualmente las ciudades suponen el 50% de los desechos mundiales y el 60% de los gases efecto invernadero (Unión Internacional de Telecomuniaciones, 2016) por lo que el concepto de ciudad inteligente debería virar hacia una posición en la que además de inteligencia, a una ciudad se le exija que sea sostenible.

Las ciudades inteligentes basan su desarrollo en la utilización de las TIC y del internet de las cosas, dando lugar a ciudades hiperconectadas. Las ciudades formarán así parte de la arquitectura digital edificada sobre redes que deben ser flexibles, seguras e integradoras. Además, gozarán de acceso a plataformas cognitivas que permitan contextualizar y personalizar la inmensa oferta de servicios que se abre a futuro a los ciudadanos (Fundación Innovación Bankinter, 2018).

El desarrollo de ciudades inteligentes va a suponer integrar las nuevas formas de movilidad a la infraestructura existente, sobre todo las energéticas y las de telecomunicaciones. En este proceso hay que compaginar medidas que hagan eficiente y sostenible el modo en que hoy se mueven los ciudadanos, y como sería dentro de 20 años, no obstante, la realidad es que, actualmente, hay muchos problemas prácticos que resolver, por ejemplo, por dónde van a circular coches autónomos o las necesidades energéticas y de puntos de recarga si se produce un incremento sustancial de los coches eléctricos.

La planificación es fundamental en el desarrollo de las smart cities. Este nuevo entorno va a exigir cambios en la regulación existente, que esta tendrá que ser más flexible. Además, se debe definir como se reparte la responsabilidad con los nuevos servicios de movilidad, y ofrecer nuevos tipos de seguros que permitan a los ciudadanos y autoridades conocer las reglas de juego.

Por último, las smart cities tiene que dar acceso a los nuevos servicios a todos los ciudadanos, lo que implica trabajar en eliminar la desigualdad garantizando así la armonía entre los ciudadanos, en definitiva, haciendo una ciudad sostenible.

4.2. Conclusiones y trabajos futuros

Conclusiones

Durante la realización de este proyecto se ha aprendido que los nuevos servicios de movilidad son un elemento fundamental en la vertebración de las ciudades y, la conclusión, después de analizar los datos, es que para avanzar en identificar y desarrollar la movilidad urbana sostenible hace falta una visión concreta sobre como debe ser la ciudad del futuro, ya que, aunque más de la mitad de la población mundial vivirá en ciudades, cada ciudad tiene una idiosincrasia diferente y la solución a aplicar no es en modo alguno homogénea.

Además, la visión de la ciudad del futuro debe implicar a todos los actores de la sociedad con la obligación de contribuir a su bienestar y disponer de herramientas de planificación que permitan ir avanzando en los retos que la movilidad urbana plantea, así como no perder de vista donde se quiere llegar.

Este proyecto pretende contribuir al conocimiento de los factores para tener en cuenta en el desarrollo de la movilidad en las ciudades.

En cuanto al **primer capítulo**, la conclusión que se obtiene es que los informes sobre movilidad que realizan las grandes empresas publicas y privadas se centran en la definición de las dimensiones relevantes para establecer una clasificación sobre la ciudad con mejor movilidad, esto da como resultado diferentes clasificaciones que, aunque es cierto que muchas ciudades aparecen en todos ellos, la diferencia de criterios hace que la búsqueda de una solución de consenso sea muy complicada. No es posible establecer una solución definitiva, sino que hay muchas variables que influyen en el futuro de la movilidad de una ciudad.

Partiendo del hecho que en la sociedad hiperconectada en la que vivimos los avances tecnológicos son accesibles para todo el mundo, los 5 aspectos primarios para definir el tipo de solución aplicable a cada ciudad son:

- **Antigüedad**. No es posible plantear el mismo tipo de soluciones a una ciudad que tiene más de 1000 años a sus espaldas que a ciudades de nueva construcción. Un claro ejemplo de esto se encuentra en Europa donde la mayoría de las ciudades se desarrollaron hace miles de años y la falta de medios para conectar distintos puntos hicieron que estas buscaran la concentración de población. En cambio, en EE. UU., muchas de las ciudades a penas tienen 200 años de historia, y eso ha supuesto que sigan un desarrollo más expansivo con grandes núcleos residenciales situados a las afueras de las ciudades.

- **Cultura ciudadana**. Igual que la historia de la ciudad afecta a los planes de movilidad de esta, la forma de pensar de los ciudadanos es un factor determinante para saber como enfocar el futuro de una ciudad. Ciudades como Copenhague o Ámsterdam tienen una cultura de la bicicleta muy arraigada lo que permite a la ciudad enfocarse en planes de movilidad en torno a ella. Por otro lado, los ciudadanos estadounidenses están habituados a moverse en coches y es muy difícil para las autoridades conseguir cambiar esa mentalidad, por lo que desarrollar un plan de movilidad basado en a la bicicleta no tendría ningún sentido. Europa lidera la clasificación según el índice Copenhagenizeindex (Copenhagenize, 2019) con pleno de ciudades europeas en las primeras 10 posiciones. Hay que moverse hasta la decimotercera posición para encontrar una ciudad fuera de Europa, Bogotá.

- **Recursos económicos**. Como en muchos otros casos los recursos económicos que dispone una ciudad son un factor fundamental para saber que tipo de soluciones a aplicar.

En este caso, una ciudad del estado de California, EE. UU. que cuenta con un PIB que la situaría como la 5ª economía del mundo, no se la puede exigir lo mismo en cuanto a soluciones de gran impacto como a ciudades europeas más modestas, cada ciudad debe amoldar la solución que más la convenga dentro de sus posibilidades económicas (Evans, 2019).

- **Estabilidad política**. De cara a cualquier plan a futuro, ya sea en el marco de la movilidad o en cualquier otro planteamiento, es necesario una estabilidad política que permita trabajar con unos objetivos comunes y claros. Se hace todavía más latente si el campo que se estudia es el de la movilidad en el que no hay una solución única y valida para todo tipo de ciudad.

  Esto es factible si se permitiera que una entidad independiente del gobierno de la región fuera la encargada de diseñar, planificar, desarrollar y monitorizar todos los aspectos relativos a la movilidad. Ciudades como Londres con Transport for London o Singapur con Land Transport Authority que no dependen directamente de la autoridad que gobierne contarán siempre con más facilidades para llevar a cabo las soluciones ideales para cada ciudad.

- **Geografía.** El último aspecto que hay que tener en cuenta para plantear soluciones de movilidad adaptadas a cada ciudad es la geografía de esta. Esto incluye, localización, los accidentes geográficos que componen la ciudad, el clima, etc.

  Una solución enfocada al uso de la bicicleta no puede plantearse en una ciudad en la que predominen las pendientes como San Francisco, en cambio, es perfectamente válida para una ciudad llana como Copenhague. Otro ejemplo es si la ciudad a estudiar está atravesada por un rio navegable o no. En caso afirmativo, se pueden incluir medios de transporte público marítimos con el fin de despejar las carreteras como en la ciudad australiana de Brisbane (State of Queensland, 2019).

Una vez establecido el perfil de la ciudad será posible comenzar a desarrollar las soluciones más apropiadas para cada una de ellas.

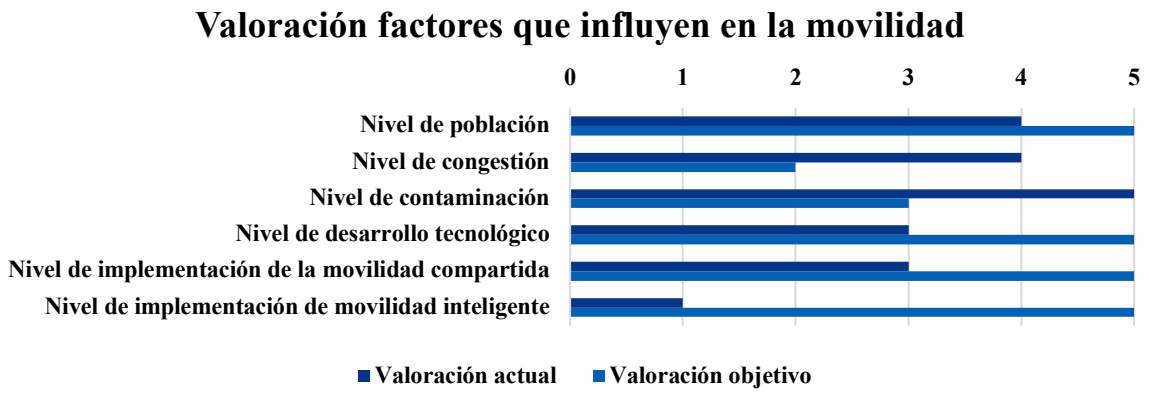
En el **segundo capitulo** se analizaron distintos factores que afectan al futuro de movilidad. Tras analizar todos ellos, se puede concluir que los dos factores más determinantes son el demográfico y el tecnológico ya que de ellos derivarán el de parámetros. La demografía de una ciudad y especialmente los niveles de población van a influir de forma directamente proporcional en el tráfico de las ciudades y en la contaminación de estas. De la misma

forma, los avances tecnológicos son los que han permitido realizar los servicios de movilidad compartida y las plataformas de movilidad inteligente.

El nivel de población en las ciudades es una variable que no va a dejar de aumentar en el corto y medio plazo, además, las medidas para reducir los movimientos migratorios hacia las ciudades no son fáciles de aplicar. Por ello, apostar por una movilidad libre de carburantes fósiles y con un sistema de transportes eficiente e integrado son las claves para mitigar el incremento de los movimientos migratorios a las ciudades, reduciendo el impacto de estas personas tanto a nivel de tráfico como medioambiental.

El desarrollo tecnológico también es un parámetro que a medida que aumenta favorece a reducir el impacto negativo del tráfico y la contaminación. Los avances tecnológicos no tienen por qué estar centrados en la movilidad. Por el contrario, la ventaja competitiva que puede darse en este campo puede ser el resultado de la suma de muchos factores, por ejemplo, en cuanto a la movilidad compartida, la existencia de vehículos eléctricos, la alta penetración de teléfonos inteligentes y el beneficio obtenido con los datos que genere, entre otros, permite prestar este servicio en ciudades que, como recogen algunos estudios, cada vehículo de movilidad compartida equivale a 20 vehículos privados.

Recordando la escala que valoraba los factores estudiados, los valores cuyo impacto es negativo tienen puntuaciones altas (demografía, tráfico y medioambiente) y los que con impacto positivo (tecnología, movilidad compartida, plataformas de movilidad inteligente) tienen puntuaciones mejorables. Esto es síntoma que aun es necesario seguir invirtiendo recursos en este sector hasta encontrar una situación opuesta.



Gráfica 24. Valoración actual y objetivo de los factores que afectan a la movilidad. Mayo 2019. (Elaboración propia, 2019).

El **tercer capitulo** comenzó con el estudio de diferentes ciudades con el objetivo de, dado que no existe una ciudad ideal, analizar las soluciones desde las distintas caras del prisma de la movilidad. No existe una solución mejor o peor que otra, cada ciudad decide reducir los efectos negativos desde la aproximación que considere más beneficiosa. La ciudad ideal teniendo en cuenta las cuatro localizaciones estudiadas tendría: los sistemas de peajes por congestión de Singapur, la conciencia ecológica de Copenhague, los servicios de movilidad compartida y transporte público de Madrid y la infraestructura de Los Ángeles.

Dado que esta es una ciudad utópica, lo mejor que se puede hacer en una ciudad es desarrollar un sistema de transporte integrado y eficaz basándose en el concepto de MaaS de tal forma que sean los ciudadanos los que elijan los medios en el que desplazarse y que una combinación de medios, por ejemplo, coche compartido – metro – bicicleta compartida, sea una experiencia positiva y beneficiosa frente al uso del vehículo privado para realizar el mismo trayecto.

En cuanto a los avances tecnológicos necesarios para mejorar la movilidad de las ciudades, la conclusión obtenida es que todos ellos son relevantes de cara a conseguir una movilidad urbana sostenible. No obstante, el factor que más puede influir en el futuro de la movilidad es el completo desarrollo del vehículo autónomo. Que este escenario sea realidad va a suponer un cambio radical en la forma de moverse de los ciudadanos ya que se dejará de pensar el coche como un pasivo individual y pasará a ser un pasivo colectivo o incluso un activo, es decir, un generador de ingresos, en el que, una vez finalizado su uso, el vehículo se uniría a una comunidad de coches disponibles para ser utilizados por otros usuarios. Para llegar hasta este escenario es imprescindible avanzar en el resto de aspectos ya que este escenario hace uso de blockchain para los contratos inteligentes que los usuarios aceptan al usar el servicio, la ciberseguridad para evitar malas praxis, baterías capaces de aguantar largas jornadas de uso, acuerdos entre empresas privadas y las autoridades regionales para prestar este tipo de servicios, obteniendo beneficios extraordinarios a través de la explotación de los datos que se generen y todo gestionado por un sistema de transporte inteligente.

Trabajos futuros

De cara posibles actualizaciones de este estudio

Para el capitulo 2, se requiere la puesta al día de las estadísticas recogidas y analizadas.

Para el capitulo 3, comprobar el estado de las ciudades analizadas y observar si han encontrado la manera de potenciar las fortalezas y superar las debilidades encontradas. De

la misma forma, sería interesante corroborar que el MaaS sigue creciendo y cada vez se encuentra presente en más ciudades.

Por último, es fundamental comprobar que los avances tecnológicos planteados en este apartado siguen la ruta prevista y consiguen implementarse en la movilidad además de la posibilidad de añadir innovaciones que puedan tener impacto positivo para una movilidad urbana sostenible.

Capítulo 5. Bibliografía

Laborda, J., 2017. *Blockchain Enabling Mobility-as-a-Service (MaaS).* [En línea]
Available at: https://disruptionhub.com/blockchain-enabling-mobility-service-maas/
[Último acceso: Abril 2019].

Canales, D. y otros, 2016. *Connected Urban Growth: Public-Private Collaborations for Transforming Urban Mobility,* London; Washington, DC: s.n.

Chase, R., 2010. *Does Everyone in America Own a Car?,* s.l.: s.n.

CBS, 2015. *Car hacked on 60 minutes.* [En línea]
Available at: https://www.cbsnews.com/news/car-hacked-on-60-minutes/
[Último acceso: Abril 2019].

Cerdà, H., 2014. Contra la tiranía de las baterías. *Técnica Industrial,* Issue 307, pp. 20-21.

City of Sydney, 2013. *Sustainable Sydney 2030 - Community Strategic Plan 2013,* Sydney: s.n.

Li, Y., Díaz, M., Morantes, S. & Dorati, Y., 2018. *Vehículos autónomos: Innovación en la logística urbana,* Panamá: s.n.

Li, Y. & Voege, T., 2017. Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required. *Journal of Transportation Technologies,* VII(2), pp. 95-106.

Copenhagenize, 2019. *Copenhagenize Index.* [En línea]
Available at: https://copenhagenizeindex.eu
[Último acceso: 2019 Mayo 2019].

A.T. Kearney, 2018. *Hacia un modelo social y sostenible de infraestructuras viarias en España,* Madrid: s.n.

Asociación Española de Gas Licuado, 2019. *¿Dónde repostar?.* [En línea]
Available at: https://gaslicuado.org/autogas/donde-repostar/
[Último acceso: 2019 Abril].

Ayuntamiendo de Madrid, 2014. *Plan de movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Madrid,* Madrid: s.n.

Ayuntamiento de Madrid, 2016. *Las 30 medidas.* [En línea]
Available at: https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-

ambiente/Las-30-medidas?vgnextfmt=default&vgnextoid=0590b83903a50610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=3edd31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD
[Último acceso: 2019 Abril].

Ayuntamiento de Madrid, s.f. *Movilidad y transportes.* [En línea]
Available at: https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/?vgnextfmt=default&vgnextchannel=220e31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnextoid=220e31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD
[Último acceso: Febrero 2019].

Ayuntamiento de Madrid, s.f. *Vehículos de Movilidad Urbana (VMU).* [En línea]
Available at: https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Nueva-Ordenanza-de-Movilidad-para-la-ciudad-de-Madrid/?vgnextfmt=default&vgnextoid=d73fff17a1151610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=220e31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD&
[Último acceso: Marzo 2019].

Barber, A., 2017. *Status of Work in Process on ISO/SAE 21434 Automotive Cybersecurity Standard,* Ginebra: International Organization for Standardization.

Barragan, B., 2014. 405 Commutes Now a Minute Worse Than Before Carpool Lane. *Curbed*, 9 Octubre, p. 1.

Berrone, P., Ricart, J. E., Duch, A. & Carrasco, C., 2019. *IESE Cities in Motion Index 2019,* s.l.: Cátedra Schneider Electric de Sostenibilidad y Estrategia; CGS - Centro de Globalización y Estrategia.

Bondorová, B. & Archer, G., 2017. *Does sharing cars really reduce car use?,* Bruselas: s.n.

Dixon, S., Irshad, H., Pankratz, D. M. & Bornstein, J., 2019. *The 2019 Deloitte City Mobility Index: Gauging global readiness for the future of mobility,* s.l.: Karen Edelman, Abrar Khan, and Blythe Hurley.

Dolader, C., Bel, J. & Muñoz, J. L., 2017. La Blockchain: Fundamentos, Aplicaciones y Relación Con Otras Tecnologías Disruptivas. *Economía industrial,* Issue 405, pp. 33-40.

Ecologistas en acción, 2007. *Movilidad sostenible.* [En línea]
Available at: https://www.ecologistasenaccion.org/9844/que-entendemos-por-movilidad/
[Último acceso: Marzo 2019].

Evans, P., 2019. 16 mind-blowing facts about California's economy. *Market Insider*, 26 Abril, p. 1.

EY, 2015. *Urban Mobility Redefined,* s.l.: s.n.

Federal Highway Administration, 2017. *Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing,* s.l.: s.n.

Fundación Innovación Bankinter, 2018. *Ciudades disruptivas,* Madrid: s.n.

Gallego, A. & Rodríguez, F., 2018. *El Internet de las Cosas y el futuro del Transporte,* Madrid: WTW.

Gabriel, J. P., Mark, B., Sharada, V. & Dmitry, V., 2016. Valuation of strategic options in public–private partnerships. *Transportation Research Part A: Policy and Practice,* Volumen 90, pp. 50-68.

Gasnam, 2019. *Mapa de estaciones de gas natural.* [En línea]
Available at: https://gasnam.es/terrestre/mapa-de-estaciones-de-gas-natural/
[Último acceso: Abril 2019].

Gil-Agustí, M., Zubizarreta, L., Fuster, V. & Quijano, A., 2017. Baterías del futuro: retos y proyección. *DYNA Ingeniería e Industria,* 92(6), pp. 601-605.

González, L. y otros, 2018. *Análisis de riesgos de ciberseguridad en arquitectura de vehiculos automatizados ,* s.l.: Tecnalia.

Goodall, W., Fishman, T. D., Bornstein, J. & Bonthron, B., 2017. *The rise of mobility as a service,* s.l.: s.n.

Greenberg, A., 2015. *Hackers remotely kill a jeep on the highway with me in it.* [En línea]
Available at: https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/
[Último acceso: Abril 2019].

Haworth, N. & Tingvall, C., 1999. *Vision Zero - An ethical approach to safety and mobility,* Melbourne: s.n.

Houghton, J., Reiners, J. & Lim, C., 2009. Modelo IBM de Transporte Inteligente. En: A. d. I. G. B. Services, ed. *Transporte Inteligente.* Sommers: s.n., p. 6.

Houghton, J., Reiners, J. & Lim, C., 2009. *Transporte inteligente,* Somers: s.n.

Hoy por Hoy, S., 2019. Entrevista a José María Álvarez-Pallete. *SER*, 1 Marzo, p. 1.

Hu, W., 2019. Over $10 to Drive in Manhattan? What We Know About the Congestion Pricing Plan. *The New York Times*, 26 Marzo.

Ibañez, 2016. *El 97 % del tiempo tu coche está aparcado.* [En línea]
Available at: https://www.xataka.com/automovil/el-97-del-tiempo-tu-coche-esta-aparcado
[Último acceso: Febrero 2019].

INRIX, 2018. *INRIX Global Traffic Scorecard,* Kirkland: s.n.

Irle, R., 2019. *Europe EV Sales for 2018.* [En línea]
Available at: http://www.ev-volumes.com/country/total-euefta-plug-in-vehicle-volumes-2/
[Último acceso: Mayo 2019].

ISO; SAE, 2019. *CD 21434 - Road Vehicles - Cybersecurity engineering,* Ginebra: International Organization for Standardization.

Keen Security Lab, 2019. *Experimental Security Research of Tesla Autopilot.* [En línea]
Available at: https://keenlab.tencent.com/en/2019/03/29/Tencent-Keen-Security-Lab-Experimental-Security-Research-of-Tesla-Autopilot/
[Último acceso: Abril 2019].

Knupfer, S. M., Pokotilo, V. & Woetzel, J., 2018. *Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities,* s.l.: s.n.

Martín, F., 2016. Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual Y Retos Futuros. *European Scientific Journal,* pp. 118-131.

Moovit Insights, 2019. *Facts and usage statistics about public transit in Los Angeles, United States.* [En línea]
Available at: https://moovitapp.com/insights/en/Moovit_Insights_Public_Transit_Index_United_States_Los_Angeles_CA-302
[Último acceso: Abril 2019].

Nelson, L. J., 2019. Pay $4 to drive to the Westside? Congestion pricing could cut traffic gridlock, report says. *Los Angeles Times*, 28 Marzo, p. 1.

Norsk ebilforening, 2019. *Norway reaches historical electric car market share.* [En línea]
Available at: https://elbil.no/norway-reaches-historic-electric-car-market-share/
[Último acceso: Mayo 2019].

ONU, 2018. *The World's Cities in 2018—Data Booklet,* Nueva York: s.n.

ONU-Habitat, s.f. *Movilidad.* [En línea]
Available at: http://es.unhabitat.org/temas-urbanos/movilidad/
[Último acceso: Febrero 2019].

OTLE; Ineco, 2019. *La Transformación Digital en el Transporte,* Madrid: s.n.

Peña, C., 2011. *Estudio de baterías para vehículos eléctricos,* Madrid: s.n.

Ruiz, F., 2017. La implantación del automóvil inteligente: ¿un riesgo calculado para la seguridad global?. *Boletín ieee,* Issue 6, pp. 723-740.

SAE, 2016. *SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE - J3016,* s.l.: s.n.

Senate Department for the Enviroment, Transport and Climate Protection, s.f. *Low-emission Zone.* [En línea]
Available at:
https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/umweltzone/en/allgemeines.shtml
[Último acceso: Marzo 2019].

Silva, J. y otros, 2015. *Towards Smart Traffic Lights Using big data to Improve Urban Traffic ,* Recife: s.n.

Sorensen, P. y otros, 2008. Moving Los Angeles. En: *A Primer on Congestion.* Los Ángeles: RAND Corporation, p. 22.

State of green consortium; The Copenhagen Cleantech Cluster, 2014. *Copenhagen: Solutions For Sustainable Cities,* Copenhague: s.n.

State of Queensland, 2019. *TRANSLINK - City Cat.* [En línea]
Available at: https://jp.translink.com.au/plan-your-journey/timetables/ferry/t/citycat
[Último acceso: Mayo 2019].

Stockholms stad, 2012. *Urban Mobility Strategy,* Estocolmo: s.n.

Subdirección general de gestión de la movilidad, 2016. *Plataforma de vehículo conectado DGT 3.0,* Madrid: s.n.

Taborda, S. y otros, 2017. *URBAN MOBILITY INNOVATION INDEX,* s.l.: s.n.

The Cycling Embassy of Denmark, 2015. *Estadísticas del Ciclismo en Dinamarca,* s.l.: s.n.

The Cycling Embassy Of Denmark, 2018. *First Ever Priority Plan for Bicycle Parking in Copenhagen,* Copenhague: s.n.

The Danish Cyclists Federation; The Cycling Embassy of Denmark, 2017. *Copenhagen city of cyclist,* Copenhague: s.n.

Tiana, C., 2017. *Adaptación de la ciudad de Barcelona para la implantación de vehículos autónomos,* Barcelona: s.n.

TomTom, 2016. *Traffic Index.* [En línea]
Available at: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/
[Último acceso: 2019 Febrero].

Transport for London, s.f. *Ultra Low Emission Zone.* [En línea]
Available at: https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone
[Último acceso: Febrero 2019].

Transport Trading Limited; Santander UK plc, 2015. *Sponsorship Agreement for the London Cycle Hire Scheme,* London: s.n.

U.S. Department of Transportation - Bureau of Transportation Statistics, 2016. *California - Transportation by the numbers,* s.l.: s.n.

Unión Internacional de Telecomuniaciones, 2016. Construir las ciudades inteligentes y sostenibles del mañana. *Actualidades de la UIT,* Issue 2, p. 4.

Unión Internacional de Tranporte Público, 2011. *Cómo llegar a ser un proveedor de movilidad real,* Bruselas: UITP.

Valle, A., 2017. *Segmentación de nubes de puntos y fusión de datos en el ámbito de los vehículos autónomos,* Madrid: s.n.

WSP & City of London Corporation, 2018. *International Comparative Study - Traffic Management,* Londres: s.n.

ANEXO A

Tabla 11. Aplicaciones de MaaS alrededor del mundo. Mayo 2019. (Deloitte, 2017).

Proyecto	Descripción	Ámbito	Matriz
Whim	Aplicación en la que se paga una suscripción y que integra todos los sistemas de movilidad de Helsinki. La aplicación aprende las preferencias del usuario y sincroniza su calendario para sugerir las mejores rutas para acudir a su destino.	Helsinki	MaaS Global
UbiGo	Integra todos los servicios de movilidad disponibles en la ciudad dando además da soporte continuado y beneficios para aquellos que escojan medios sostenibles.	Gotemburgo	Lindholmen Science Park, Vinnova & sector privado
Qixxit	Planifica rutas de acuerdo con las necesidades del usuario ofreciendo más de 21 proveedores distintos. Además, muestra todas las opciones de viaje para que sea el usuario quien compare y decida.	Alemania	Deutsche Bahn
Moovel	Permite a los usuarios buscar, reservar y pagar sus trayectos en car2go, mytaxi y Deutsche Bahn.	Alemania, Boston, Portland & Helsinki	Daimler
Beeline	Se centra en el servicio de autobuses privado. Los usuarios pueden reservar un asiento y seguir la localización del autobús, así como sugerir nuevas rutas que se activarían según la demanda	Singapur	Infocomm Development Authority, Land Transport Authority & sector privado
SMILE	La idea es que a través de una interfaz estandarizada los distintos agentes de movilidad puedan conectarla con sus sistemas y prestar servicios de información, reserva, pago, uso y facturación.	Viena	Wiener Stadwerke, Wiener Linien, Austrian Federal Railways & sector privado
Bridj	Es un servicio lanzadera bajo demanda con una aplicación que permite a los pasajeros sumarse a trayectos de vehículos. Bridj optimiza las recogidas y bajadas de pasajeros además de las rutas a seguir consiguiendo entorno al 50% mas de eficiencia que con medios tradicionales	Boston, Kansas City & Washington DC	Bridj Inc.
Communauto	Las autoridades de transporte ofrecen paquetes de movilidad que integran bicicletas y coches compartidos con transporte publico.	Quebec	Communauto