# Trabajo de Fin de Grado

# Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

# Diseño de la Plataforma de Movilidad Integrada de Barcelona

# **MEMORIA**

**Autor:** Carlos Sarró Bouffard

**Director:** Vicenç Puig

Convocatoria: junio 2018



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona



#### Resumen

En este proyecto de final de grado se diseña una plataforma digital de movilidad que integra diferentes modos de transporte en la ciudad de Barcelona, más concretamente, en toda el área metropolitana de la ciudad.

Primero se analizará que función tendría la plataforma dentro del concepto de Smart City y más concretamente en Barcelona como Smart City. Seguidamente, se analiza el actual sistema de movilidad y gestión de tráfico de la ciudad condal. Finalmente, se expone la plataforma de movilidad de Barcelona como solución, donde se diseñan todos los puntos críticos para que el siguiente paso sea el desarrollo.

Entre los diferentes puntos que se diseñan encontramos: el principio de funcionalidad, los modos de transporte que se incluyen, la cobertura del ámbito geográfico, diseño de un nuevo sistema de validación, el sistema tarifario, todo el diseño de la experiencia del usuario dentro de la plataforma y finalmente, como gestionar y extraer valor de todos los datos generados por la plataforma de movilidad a través de los dispositivos móviles para garantizar una mayor eficiencia en la gestión del tráfico.

# **Abstract**

In this end-of-grade project, a digital mobility platform is designed which integrates different modes of transport in the city of Barcelona, more specifically, throughout the metropolitan area of the city.

First, it will be analyzed what function the platform would have within the concept of Smart City and more specifically in Barcelona as Smart City. Next, the current mobility and traffic management system of the city is analyzed. Finally, the mobility platform of Barcelona is exposed as a solution, where all the critical points are designed so that the next step is the development of the platform.

Among the different points that are designed, we find: the principle of functionality, the modes of transport that are included, the coverage of the geographical scope, design of a new validation system, the tariff system, the entire design of the user experience within the platform and finally, how to manage and extract value from all the data generated by the mobility platform through mobile devices to ensure greater efficiency in traffic management.



# Tabla de contenido

0.Ir	ntroducción	5
1.S	mart City	6
1	.1 El sector	6
1	.2 Principales áreas de actividad	6
1	.2 Tendencias	7
1	.3 Importancia económica	7
1	.4 Empleo	7
1	.6 Perfiles profesionales más solicitados	8
1	.7 Ocupaciones más demandadas	8
1	.8 Futuros escenarios	8
1	.9 Puntos débiles	9
1	.10 Oportunidades	9
1	.11 Cambios requeridos por una Smart City	10
1	.12 Barcelona Smart City	10
1	.13 Plan digital del Ayuntamiento de Barcelona	12
1	.14 Movilidad Urbana en una Smart City	14
2.D	igitalización de la movilidad urbana e interurbana	16
2	2.1 TMaaS: La próxima generación	17
2	2.2 El problema de los sistemas de gestión de tránsito actuales	19
2	2.3 Grandes operaciones de hardware y tránsito	22
2	2.4 Importancia del UX (experiencia del Usuario):	22
2	2.5 El camino a TMaaS: Nuevos y actuales sistemas de operaciones de tránsito	23
2	2.6 TMaaS	24
2	2.7 TMaaS en Barcelona	25
3.P	lataforma de Movilidad de Barcelona:	28
3	3.1Principio de funcionalidad:	28
3	3.2 Tipos de plataforma de movilidad integrada:	31
3	3.3 Problemática actual de Transporte Público de Barcelona	33
3	3.4 Nuevo Sistema de Validación	35
	3.4.1 NFC (Near Field Communication)	35
	3.4.2 BLE (Bluetooth Low Energy)	36
	3.4.3 Lector de Código QR	37
	3.4.4 NFC vs Código QR	37
	3.4.5 NFC vs BLE	38
	3 4 6 Conclusión	40



3.5 Precedentes de plataforma de Movilidad	41
3.6 Estudio previo	43
3.6.1 Análisis de los productos de mercado:	43
3.6.2 Estudio Comparativo	50
3.6.3 Conclusión	52
3.7 Definición de la Plataforma de Movilidad	53
3.7.1 Cobertura del modo de transporte	53
3.7.2 Requisitos empresas privadas:	55
3.7.3 Cobertura del Ámbito geográfico	55
3.7.4 Sistema tarifario integrado	57
3.7.5 Idioma	60
3.8 Diseño	61
4.Tratamiento de los datos obtenidos a través de la Plataforma	72
4.1 Location Intelligence	72
4.1.1 La Tecnología	74
4.1.2 Los Datos	74
4.1.3 Las Herramientas	75
4.1.4 Aplicaciones del Location Intelligence	76
4.1.5 Aplicaciones del Location Intelligence en la movilidad	77
4.2 Datos sobre los modos de transporte	78
5. Proyectos de Futuro	<b>7</b> 9
6. Áreas de impacto	80
7. Presupuesto	84
8. Planificación del proyecto	88
9. Conclusiones	86
10. Bibliografía	87



## 0.Introducción

Estamos viviendo la denominada 'Cuarta Revolución Industrial' como consecuencia de la digitalización de las sociedades. A diferencia de las tres revoluciones industriales anteriores, muy ligadas a la incorporación de novedades tecnológicas al sistema productivo, la cuarta revolución industrial, no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas económicos y sociales, construidos sobre la infraestructura de las nuevas tecnologías digitales. Estas tecnologías están introduciendo cambios profundos y disruptivos en las condiciones en que se lleva a cabo la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

Las crecientes necesidades de las ciudades de trasladar personas y mercancías y los avances de las tecnologías digitales hacen posible una nueva forma de movilidad digital, eléctrica, multimodal, autónoma y compartida, que conllevará la aparición de nuevos modelos urbanos, cambios tecnológicos intensos, la creación de nuevas especialidades profesionales y la posibilidad de nuevas oportunidades empresariales.

Mientras que los retos tecnológicos en términos de conectividad, datos, aprendizaje artificial, infraestructuras inteligentes, redes de vehículos, comportamiento social, diseño urbano, economía de la movilidad, etc. son enormes, también lo son las nuevas oportunidades en términos de mejora de eficiencia energética, mejora de la movilidad, seguridad viaria, accesibilidad social y mejora medioambiental.

Este proyecto tiene como finalidad diseñar una plataforma de movilidad integrada en el Área metropolitana de Barcelona desde la cual podremos monitorizar todos los datos generados respecto a movilidad para su posterior análisis y poder optimizar el tráfico de la ciudad. La plataforma ofrecerá la movilidad como servicio, donde el usuario podrá comparar entre múltiples modos de transporte y múltiples empresas que ofrecen el mismo servicio para ir de un punto a otro y escoger el que más le convenga según sus preferencias: precio, tiempo, distancia o emisiones de CO<sub>2</sub>.

El diseño de la plataforma implica el entendimiento del concepto de Smart City y el posicionamiento actual de la ciudad de Barcelona respecto a este, la definición del problema actual del sistema de gestión de tráfico y el establecimiento de un nuevo sistema más eficaz, la definición de la todos los objetos que conforman la plataforma de movilidad, el diseño del "User experience" de la plataforma y finalmente, el proceso de obtención de datos a través de la plataforma y cómo se puede generar valor a través de ellos.

Con este proyecto se pretende dar un paso más en el objetivo común como ciudadanos de Barcelona de convertir la ciudad en una Smart City, más moderna, más respetuosa con el medio ambiente y más eficiente en todos los aspectos.



# 1.Smart City

El peso político y económico de las ciudades ha aumentado en los últimos años, hecho que plantea desafíos en sostenibilidad, gestión de la infraestructura y energía, movilidad y servicios a los ciudadanos. Las ciudades dispuestas a responder a estos desafíos deben ser inteligentes, aquí nos encontramos con el concepto de Smart City.

Las ciudades se han convertido en los polos de atracción de la población ya que han adquirido un papel muy importante en el desarrollo socioeconómico del país. La concentración de personas en las ciudades de todo el mundo ha aumentado exponencialmente en los últimos años. De hecho, en julio de 2007, la población mundial urbana superó a la del área rural, y las previsiones sugieren que alcanzará casi el 70% en el 2050. Esto le da a la ciudad un mayor peso económico y político. Sin embargo, esta situación ha hecho que las ciudades se conviertan en grandes consumidores de recursos: se estima que las ciudades consumen el 75% de la energía global y generan el 70% de los gases de efecto invernadero. Esta situación ha promovido el lanzamiento, por parte de la administración pública, en colaboración con el sector privado y la ciudadanía, de acciones diseñadas para convertir las ciudades en espacios sostenibles comprometidos con su entorno, dotados de servicios avanzados de infraestructura y tecnología. Del mismo modo, la reciente crisis económica requiere una gestión eficiente de las ciudades para mantener el nivel de vida asociado con el estado de bienestar.

#### 1.1 El sector

Smart City define el nuevo modelo de ciudad que integra iniciativas para mejorar el medio ambiente, la sostenibilidad económica y la gestión eficiente de sus servicios, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas y permitir una reducción en el gasto público. Para hacer esto, Smart City innova, por ejemplo, en materiales, recursos y modelos de negocio utilizados, buscando la máxima integración y conexión entre la infraestructura y los servicios de la ciudad. Por lo tanto, utiliza la tecnología de manera intensiva. El hecho de que los proyectos de Smart Cities afecten al desarrollo de la infraestructura y servicios, lo convierte en un sector transversal que abarca actividades tan diversas como la energía, agua, transporte, planificación urbana, recolección de residuos, enseñanza o salud, además de las TIC, entre otros.

#### 1.2 Principales áreas de actividad

El sector de las Smart Cities consiste en las siguientes áreas de actividad: movilidad urbana, sostenibilidad ambiental y gestión de la infraestructura, ciudadanía, gobernanza, economía, salud y servicios sociales. La movilidad urbana abarca accesibilidad, seguridad y eficiencia en el sistema de transporte. La sostenibilidad ambiental y la gestión de la infraestructura incluyen servicios de ahorro en recursos energéticos basados en diseños innovadores, sistemas eficientes de gestión energética en edificios o la mejora de la red eléctrica y del agua. El campo de la gestión de la ciudadanía, el gobierno y la economía se refiere a los servicios asociados al gobierno de la ciudad y su relación con la ciudadanía, apoyo a la actividad económica y seguridad



pública. Finalmente, el área de salud y servicios sociales se refiere a incorporar nuevos modelos de producción y gestión de servicios sociales y de salud, muchos de ellos basado en aplicaciones TIC, como telemedicina o teleasistencia.

#### 1.2 Tendencias

Hay algunas tendencias comunes en las ciudades inteligentes relacionadas con: la necesidad de almacenar y administrar grandes cantidades de datos e información (Open Data y Big Data); la eficiencia energética y el cambio en el patrón de producción y gestión energética (Smart Grid); la aplicación de las TIC a medicina y cambios en la provisión de servicios médicos (medicina personalizada); la nueva gestión de servicios públicos (gobierno electrónico); y la combinación optima entre la construcción y tecnología para las infraestructuras de una Smart City.

#### 1.3 Importancia económica

El carácter transversal de Smart Cities hace que no haya datos específicos disponibles sobre la industria en Cataluña y España, y, por lo tanto, los datos expuestos se refieren a sus principales áreas de actividad.

Sin embargo, todas las fuentes están de acuerdo en que es un sector en auge. El sector del transporte público estima una facturación de 10 mil millones de euros para los próximos 10 años. También será necesario un gran esfuerzo de inversión pública en el sector. Indra, empresa multinacional española que ofrece servicios de consultoría sobre transporte, defensa, energía, telecomunicaciones, servicios financieros; así como servicios al sector público, considera que las grandes ciudades deberán invertir entre 100 y 200 millones de euros en los próximos 3 años, para seguir avanzando hacia el objetivo común de la Smart City. Además, según A.Rodríguez Brey, CEO de Urbiotica, las mejoras en la eficiencia de los servicios pueden alcanzar más del 20%. En 2050 más del 70% de la población mundial vivirá en Smart Cities. El mercado de las Smart Cities representará más de 20 billones de euros en 2020.

#### 1.4 Empleo

Los proyectos de Smart Cities requieren y ofrecen oportunidades de empleo a profesionales de diferentes campos. De nuevo, el carácter transversal de la industria significa que no hay unos datos específicos sobre empleo disponibles, ni a nivel regional ni a nivel estatal. Por lo tanto, es necesario recoger datos y tendencias de algunas áreas de actividad como referencia. Aunque no todos los proyectos de Smart Cities son tecnológicos, la industria se caracteriza por un uso intensivo de la tecnología. Por esta razón, se espera un impacto en los perfiles relacionados con estas industrias, que podrán participar en diferentes tipos de proyectos, como por ejemplo los relacionados con el medio ambiente o la energía.



#### 1.6 Perfiles profesionales más solicitados

Las Smart Cities requieren profesionales capacitados, principalmente en tecnologías de la información y comunicación (TIC) y sostenibilidad. Los perfiles profesionales más demandados son informáticos, ingenieros, principalmente en las ramas de telecomunicaciones e industriales, y profesionales formados en asignaturas vinculadas a la sostenibilidad, como graduados en ciencias ambientales. Los informáticos y los ingenieros de telecomunicaciones están demandados dado el gran uso de le tecnología. Los ingenieros industriales y los graduados en ambientales son demandados porque hay muchos proyectos de Smart Cities relacionados con la energía, el aire acondicionado (calefacción / acondicionamiento), el agua y la contaminación.

Sin embargo, la industria también brinda oportunidades para perfiles profesionales menos calificados para la realización de tareas de instalación y mantenimiento, como electricistas, mecánicos, operadores electrónicos o de refrigeración

# 1.7 Ocupaciones más demandadas

La mayoría de las ocupaciones están relacionadas con el desarrollo de proyectos de TIC, movilidad urbana, eficiencia energética, sostenibilidad ambiental, gestión de la infraestructura y nuevos modelos de producción, gestión y provisión de bienes y servicios. Algunas de las ocupaciones demandadas pueden ser, por ejemplo, un experto en redes de transmisión y distribución, un consultor sobre movilidad urbana, un experto en comercio electrónico y sistemas de pago, un experto en Big Data o un consultor en e-Salud.

#### 1.8 Futuros escenarios

La proyección futura de la industria pasa por la consolidación de algunas de sus áreas de actividad, y más específicamente, en el desarrollo de sistemas de producción, gestión y suministro de sistemas eficientes y recursos sostenibles tanto económica como ambientalmente, que se basan, en muchos casos, pero necesariamente, en soluciones TIC. En Barcelona hay algunos ejemplos de estos sistemas: el sistema automático de recolección de residuos en el 22 @ que ahorra el 15% de energía en el proceso de recolección; el proyecto Open-DAI, que evalúa el potencial y la efectividad de los datos abiertos (open data) de algunas autoridades para crear nuevos servicios y aplicaciones para los ciudadanos, negocios y administraciones. Además, Barcelona lidera la City Protocol Society, la primera alianza de ciudades, empresas y organizaciones para definir las normas de calidad de las ciudades futuras y compartir soluciones para abordar sus problemas y apoyar su transformación.

Barcelona también busca ponerse en el mapa de la tecnología móvil 5G. La capital catalana acogerá un observatorio 5G compartido con Madrid. Este anuncio se realizó en una presentación de las actividades de Barcelona Mobile World Capital este 2018, con la alcaldesa de la ciudad, Ada Colau, también presente.



El objetivo de este nuevo organismo relacionado con el próximo paso en la evolución de la tecnología móvil será producir estudios e informes relacionados con 5G. Fue anunciado por el gobierno español y también alentará la colaboración tanto pública como privada en el sector de la investigación, así como la internacionalización.

Se presentó la iniciativa del 5G en Barcelona con el objetivo de convertir la capital catalana en un centro de investigación e innovación para el desarrollo de la próxima generación de la red móvil 5G. Las organizaciones y organismos gubernamentales que están detrás de la iniciativa incluyen al gobierno catalán, el Ayuntamiento de Barcelona y Mobile World Capital Barcelona.

Uno de los primeros objetivos del proyecto es recaudar fondos para el programa de asociación público-privada 5G (PPP), que también está financiado por la Comisión Europea y la industria de pruebas, inspección y certificación (TIC). Estos fondos se destinarían a proyectos en Barcelona relacionados con el desarrollo de la tecnología 5G.

Si Barcelona desarrolla un plan óptimo de integración del 5G en la ciudad, sería una referencia a nivel mundial de progreso tecnológico y tendría la posibilidad utilizar una tecnología que trabaja a una gran velocidad de transporte de datos a baja latencia que permitirá optimizar todo el sector de Internet of Things tan necesario para la gestión eficiente de una Smart City.

#### 1.9 Puntos débiles

La implementación y el desarrollo de proyectos de Smart Cities es complejo y requiere una visión transversal e íntegra en la transformación de servicios de la ciudad y sus modelos de gestión. Además, la colaboración pública y privada a menudo se ven afectadas por la dificultad de obtener el rendimiento de la inversión privada, o por la alta inversión pública necesaria, teniendo en cuenta el clima económico. Además, el desarrollo exponencial de las TIC a menudo complica la integración entre la tecnología existente y la nueva, así como la adaptación y los nuevos usos que las personas, empresas y gobiernos pueden realizar. Esto se ve acentuado por el hecho de que el sector utiliza la tecnología de forma intensiva y, a menudo, algunos proyectos tienden a centrarse exclusivamente en el desarrollo tecnológico, sin considerar otras variables como el modelo de gestión de servicios urbanos o el modelo de ciudad en sí mismo.

#### 1.10 Oportunidades

Barcelona ocupa el octavo puesto en el ranking europeo de ciudades inteligentes, después de Copenhague, Estocolmo, Amsterdam, Viena, París, Berlín y Londres. Es la primera de las ciudades españolas, seguida, en este orden, por Santander, Madrid, Málaga y Bilbao. Por lo tanto, la ciudad está en una buena posición para continuar desarrollándose como una ciudad inteligente. Se espera que, en los próximos años, cree empleos y oportunidades comerciales en diferentes sectores y áreas como energía, movilidad, urbanismo, comercio, salud, educación, infraestructura, tecnología de la información, electrónica, mecánica o ambiental. La creciente concentración de población en las ciudades y la necesidad de gestionarla de manera más eficiente y



sostenible tendrá un impacto en todos los sectores tradicionales, que probablemente tendrán un crecimiento y oportunidades de empleo relacionadas con proyectos y modelos de Smart City, tanto a nivel local, nacional e internacional.

#### 1.11 Cambios requeridos por una Smart City

La implementación de una Smart City requiere, además de las soluciones basadas en las TIC, cambios en:

- Los modelos de gestión de servicios urbanos, que deben ser provistos de una manera más transversal e involucrar a los municipios y las empresas privadas.
- Los modelos de producción y distribución de energía, que deberían combinar las TIC con la energía, haciendo posible, por ejemplo, que cada edificio produzca energía, para usarla y compártirla a través de la red eléctrica, conocida como Smart Grid.
- Los hábitos de uso de recursos y servicios, por ejemplo, mediante la reducción del consumo, proporcionando transporte sostenible; o compartir recursos a través del uso compartido del automóvil, por ejemplo.
- El modelo de la ciudad, que debe involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones y la gestión de la ciudad. Esto significa avanzar hacia la ciudad colaborativa, lo que requiere que los ciudadanos estén involucrados en el desarrollo de una ciudad inteligente y estén preparados para usar las TIC.

#### 1.12 Barcelona Smart City

Barcelona está reconsiderando sus proyectos de ciudades inteligentes. La metrópolis española tiene una larga reputación de estar a la vanguardia de la innovación tecnológica urbana. Con una red municipal de 500km de fibra óptica, WiFi gratuita enrutada a través del alumbrado público y sensores para monitorear la calidad del aire, los aparcamientos de los coches e incluso los contenedores de basura, Barcelona ha estado a la vanguardia del Internet of Things (IoT), ahora la ciudad quiere convertir eso en un "Internet of citiziens".

Algunas de las tecnologías han ayudado a que los servicios públicos de Barcelona sean más eficientes y menos nocivos para el medioambiente. Los sensores han reducido la cantidad de agua utilizada por los parques de la ciudad, por ejemplo, ahorrando dinero, pero también recortando el consumo de un recurso que es escaso en la ciudad y su interior. Los usuarios de autobuses se han beneficiado de servicios más fiables como son las actualizaciones de información en las paradas de autobuses.

Algunas de las innovaciones tecnológicas han producido beneficios diferentes a los originalmente planeados. Un ejemplo es el alumbrado público. Las compañías de tecnología habían pensado que actualizar las farolas con bombillas LED y sensores permitiría a la ciudad ahorrar dinero al apagar las luces cuando no había nadie cerca. Sin embargo, aunque las luces LED produjeron ahorros, en lugar de apagar las luces para ahorrar dinero, las autoridades de la ciudad las activan para atraer a las personas a las áreas donde ocurrían los eventos.



No toda la tecnología ha demostrado ser útil. En un proyecto, los sensores electromagnéticos se colocaron debajo de las bahías de estacionamiento de la calle para indicar si estaban libres u ocupados. Sin embargo, cuando un tren subterráneo se detenía debajo, su masa de metal disparaba los sensores y parecieran "ocupados" hasta que el tren pasaba de largo. Además, dado que los lugares de estacionamiento suelen ocuparse en unos 30 segundos, fue evidente que no tenía sentido desarrollar un sistema para dirigir a los conductores a espacios libres de aparcamiento.

Sin embargo, los sensores de espacios libres en los grandes aparcamientos han sido un éxito, ya que ayudan a los conductores a encontrar espacios y aumentar los ingresos por estacionamiento en la ciudad. Sigue siendo imposible desarrollar una aplicación que permita a los conductores reservar un espacio antes de viajar debido a las dificultades para interactuar entre los diferentes sistemas.

En una entrevista realizada a Antonio Conde, jefe de innovación de Cisco en España, se han recogido unas palabras que dicen "Hay muchos silos diferentes, muchos proveedores de sensores, muchas aplicaciones diferentes, y lo primero que necesitamos es una capa común. La principal lección que aprendimos en Barcelona es que lo primero que necesita para convertirse en una Smart City de éxito es comenzar a implementar una plataforma común".

En otra entrevista, esta vez a Francesca Bria, directora de tecnología y comisionado digital de Barcelona, dijo "El Ayuntamiento terminó con una gran cantidad de datos, con muchos paneles y, sin embargo, sin capacidad para utilizar realmente los datos y la información para tomar mejores decisiones para el bien público, o dar a los ciudadanos la propiedad de los datos".

Resultados como estos explican por qué el desarrollo de una infraestructura de datos abierta y común está en el corazón del nuevo plan estratégico de la ciudad. El objetivo es crear una red de datos *open source*, con estándares comunes, conectados a una plataforma informática administrada por la propia ciudad. Barcelona quiere conservar la propiedad de su propia red, plataforma y datos, y proteger los datos de sus residentes, para que a la vez, se pueda garantizar a las personas y las empresas el acceso a información que pertenece al ámbito público. Precisamente este mismo proyecto de final de carrera quiere acercar a la ciudad de Barcelona a su objetivo, aunque nuestra plataforma se centre solamente en la movilidad, formaría parte de un gran sistema de gestión de datos de la ciudad de Barcelona, gestionado por la misma ciudad.

Los principales motivos por los que Barcelona es una Smart City a día de hoy son:

- WiFi en toda la ciudad: Hoy día hay muchas ciudades que disponen de servicio de WiFi, pero Barcelona va por delante en este aspecto. En 2013, apostó por incrementar el número de zonas WiFi. El resultado es un sistema que hoy cubre prácticamente toda la ciudad. Ahora Barcelona está conectada mediante cientos de kilómetros de cable de fibra óptica. Existe la intención de ofrecer WiFi gratuito en buses, el metro y en los mercados. Ya es posible conectarse en parques, plazas y bibliotecas. Más de 250.000 personas se conectan al WiFi gratuito cada mes.
- Ciudadanos conectados: Barcelona es una de las ciudades con un uso más extendido de smartphones, por lo que el gobierno local ha creado una serie de



apps para ayudar a los residentes. Los residentes en Barcelona pueden conseguir la información que necesitan sobre servicios específicos, por ejemplo, saber dónde pueden aparcar, puntos de interés turístico de la ciudad o información de diferentes eventos culturales.

- Eventos tecnológicos interesantes: Cada año se realizan algunos de los principales eventos tecnológicos del mundo en Barcelona, como el Mobile World Congress, el IoT Solutions World Congress y la Smart City Expo. Hay muchas oportunidades en Barcelona para estar al día de qué pueden ofrecer, a las ciudades del futuro, las últimas novedades tecnológicas.
- Innovación en Internet of Things: Desde 2012, Barcelona ha implementado tecnología de Internet of Things para mejorar la vida de sus ciudadanos. Eso incluye cosas como sensores para controlar el aparcamiento, el alumbrado público e incluso los servicios de recogida de residuos. En total, hay más 19.500 sensores.

Un área que ha mejorado significativamente gracias a los sensores inteligentes es el transporte, como líneas de bus simplificadas, información sobre cuándo y dónde llegarán los autobuses e información sobre plazas de parking libres. Aunque aún hay un amplio margen de mejora y optimización del transporte público de Barcelona.

Los sensores de alumbrado inteligentes no solo incorporan nueva tecnología LED para reducir el consumo, sino que también detectan que no hay peatones para reducir la intensidad de la luz. Esto ha conllevado un ahorro del 30% en electricidad, unos 30M € cada año. Los sensores también pueden recopilar información sobre la calidad del aire para que las administraciones y los gobiernos puedan gestionar mejor esta cuestión.

No solo los residentes disfrutan de una mejor calidad de vida, sino que la ciudad también ha reducido los costes significativamente y simplificado operaciones.

• Entorno innovador: Barcelona fue escogida entre 30 ciudades para ser el Mobile World Capital. La ciudad tiene un sector tecnológico próspero y una conectividad móvil excelente, con barrios como el 22@, el distrito de la innovación. Líderes y expertos en tecnología se reúnen para diseñar nuevas soluciones para hacer la ciudad más inteligente. Además, hay un importante sector de startups que generan ideas innovadoras cada día.

#### 1.13 Plan digital del Ayuntamiento de Barcelona

En septiembre del 2016, el Ayuntamiento de Barcelona emprendió un importante proceso de transformación digital al anunciar que los servicios públicos deben proveerse ya desde el inicio mediante canales digitales, siguiendo una nueva directriz basada en la orientación a la ciudadanía y el uso de estándares abiertos y software abierto, y de acuerdo con una estrategia de datos ética que da prioridad a la privacidad, a la transparencia y a los derechos digitales.

La decisión del Gobierno de la ciudad está basada en el plan "Barcelona, ciudad digital" (PBCD), aprobado en medida de gobierno el pasado mes de octubre del 2016 y en la nueva Ley española 39/2015 del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas. Esta establece que en el año 2020 en el Estado español los canales digitales tienen que ser prioritarios a la hora de proveer los servicios públicos. El PBCD establece como uno de sus objetivos prioritarios la mejora radical de los servicios públicos digitales con la finalidad de proveer a la ciudadanía servicios 24x7 de más calidad y más ajustados a sus necesidades.



El Instituto Municipal de Informática (IMI) es el instrumento para llevar a cabo esta transformación. El Ayuntamiento de Barcelona creó el pasado año 2016 un comité de transformación digital y, en paralelo, el IMI creó el grupo de impulso de la transformación digital, donde se encuentran profesionales de los diferentes ámbitos tecnológicos. Ambos instrumentos han sido creados para impulsar y gobernar este importante proceso.

Programa para la digitalización abierta: software libre y desarrollo ágil de servicios, creado por el comisionado y el IMI en octubre del 2016 tras el lanzamiento del Plan digital de transformación, es el impulsor de la innovación y la excelencia técnica enfocado a la entrega de resultados. Este programa promueve, además, una cultura de la innovación, la transparencia y el aprendizaje continuo en todo el Ayuntamiento, en el que destaca lo siguiente:

- La promoción del desarrollo y la entrega de servicios digitales ágiles, abiertos y éticos.
- La promoción del desarrollo de habilidades y capacidades internas en diseño centrado en el usuario y metodologías ágiles con el fin de recuperar el control de los servicios digitales.
- La apertura de la contratación pública, haciéndola más transparente, sencilla y objetiva, y reduciendo la burocracia.
- La innovación en los procesos de contratación permitirá también diversificar los proveedores de tecnología.
- La creación, a través de una plataforma de mercado digital, de un grupo diversificado de proveedores locales expertos.
- La promoción del uso de metodologías ágiles para los servicios digitales, internamente y en las relaciones con proveedores.
- La revisión de los procedimientos de contratación de activos y servicios tecnológicos para reforzar la soberanía tecnológica y de los datos.
- El establecimiento del uso del software libre y de código abierto para los sistemas municipales, excepto circunstancias excepcionales y justificadas.
- La fijación de prácticas tecnológicas basadas en arquitecturas y estándares abiertos.

Esta medida de gobierno proporciona una visión global del programa de transformación y de los cambios incrementales propuestos; expone la estructura de gobernanza de la transformación; muestra su orientación eminentemente práctica basada en el establecimiento de medidas claras y entregas concretas, y proporciona una hoja de ruta compartida.

La medida aportará economía de recursos y más eficacia gracias a la implementación de procesos ágiles, al mismo tiempo que Barcelona acercará y facilitará a la población herramientas para interactuar con la Administración de manera más eficaz. Con la gestión abierta de los datos y el uso de herramientas de software libre se garantizará el acceso universal y la mejora de la transparencia y se estarán sentando las bases para nuevas iniciativas basadas en el aprovechamiento de los datos y la creación de una red de expertos en código abierto que aportará fortaleza e independencia a la Administración.

La medida se centra en la entrega de servicios digitales ágiles, el proceso para alcanzar la soberanía tecnológica y la migración a software libre y estándares de código abierto.

El uso responsable y ético de datos es un elemento esencial en el Plan de transformación digital del Ayuntamiento (PTDA), en especial la estrategia de datos abiertos y el data commons, los proyectos data driven y la interoperabilidad basada en formatos de datos abiertos. Las correspondientes directrices y su implementación se desarrollarán en una nueva medida de gobierno sobre la estrategia del uso responsable



y ético de datos en el Ayuntamiento de Barcelona, en la que se concretarán los detalles técnicos, los procesos y las responsabilidades.

Desde una perspectiva estrictamente tecnológica, el objetivo es la creación de un ecosistema y de una infraestructura pública y abierta de aplicaciones y servicios interoperables y reutilizables. Por eso, hay que cambiar la forma en que la Administración pública opera mediante el uso de estándares abiertos y software libre y de código abierto, implementando interfaces de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) abiertas, públicas y bien documentadas que proporcionen el acceso a los datos abiertos de la Administración para permitir que el sector de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) e incluso otras administraciones puedan colaborar con el Ayuntamiento para entregar aplicaciones y servicios digitales ágiles, abiertos y éticos.

Los servicios que primero se beneficiarán de estos cambios son el nuevo portal de atención ciudadana, los servicios en el móvil para la ciudadanía, la nueva agenda de actos y equipamientos de la ciudad, el cuadro de mandos sobre la ciudad abierto a la ciudadanía, el portal para los proveedores de tecnología y el nuevo servicio de identidad digital en el móvil.

Con la formación de los nuevos equipos ágiles, se comprenderán las capacidades que se necesitan y permitirá desarrollar un plan de contratación y un programa de creación de competencias internas para impulsar la transformación. Paralelamente, el Ayuntamiento complementará las competencias internas con habilidades y servicios provistos por las empresas más innovadoras del sector, mediante una contratación innovadora y la creación de una plataforma digital de contratación. La transformación digital y la innovación no son el destino o punto de llegada, sino un viaje, un proceso que nunca se acaba y en el que las iteraciones se van sucediendo una tras otra hasta alcanzar el resultado deseado. Los productos o servicios digitales y sus interfaces evolucionan de acuerdo con las necesidades de los ciudadanos y el cambio tecnológico.

#### 1.14 Movilidad Urbana en una Smart City

Incluye proyectos e iniciativas relacionadas con la sostenibilidad, la accesibilidad, la seguridad y la eficiencia en sistemas de transporte, como gestión del tráfico en tiempo real, nuevos sistemas de transporte, gestión de flotas y estacionamiento, vehículos eléctricos, etc.

Uno de los principales problemas en las ciudades es la congestión del tráfico, que tiene un impacto negativo en las vidas de las personas debido a sus efectos nocivos sobre la calidad del aire, la contaminación acústica o la disminución de la productividad. Cada año, los españoles pierden 420 millones de horas en atascos, especialmente en Barcelona y Madrid, dos de las 20 ciudades más congestionadas en Europa, lo que representa un gasto de alrededor de 1,000 euros per cápita por año.

Los proyectos de movilidad urbana en Smart Cities pretenden disminuir los efectos de la congestión del tráfico a través de soluciones basadas en la gestión del tráfico en tiempo real que proporcionan información sobre la congestión, obras viales, sincronización de semáforos, etc. Uno de los aspectos más destacados de Barcelona como ciudad es ser *Smart* en movilidad urbana. En esta área, la ciudad de Barcelona se ha desarrollado, entre otros proyectos, en el control de flujo de tráfico a través de las imágenes capturadas por las cámaras de tráfico ubicadas en las calles. En este ámbito,



también lanzó, en octubre de 2012, el TMB bus de línea ortogonal que consta de cinco nuevas rutas de autobús que conectan la ciudad a través de líneas ortogonales y rectilíneas, y facilita a los ciudadanos el uso de las líneas de autobuses. Los proyectos de movilidad urbana en una ciudad inteligente también pueden centrarse en el rendimiento de las redes de transporte público, el suministro de información sobre la red de transporte: paneles de información, app móviles, etc. en tiempo real, la reorganización urbana para diseñar rutas eficientes con el fin de reducir los tiempos de viaje, el desarrollo de sistemas inteligentes para conocer la disponibilidad de espacios de estacionamiento en tiempo real, o la gestión del sistema de transporte público en bicicleta, como el proyecto Bicing del Ayuntamiento de Barcelona.



# 2. Digitalización de la movilidad urbana e interurbana

Las tendencias globales hacia la urbanización enfrentan a ciudades y gobiernos a nuevos conjuntos de desafíos relacionados con la seguridad pública, el suministro y consumo de energía, el tratamiento de residuos y la gestión del tráfico. Solo en 2013, el coste de la congestión de tráfico en una potencia mundial como son los EE. UU., definido como "fuel plus opportunity costs", sumó 124 mil millones de dólares. En áreas metropolitanas, la movilidad inteligente resulta ser uno de los temas más difíciles y, al mismo tiempo, con más perspectivas de impacto que afrontar.

Las plataformas integradas de movilidad son una solución clave para la administración del tráfico urbano. Al integrar diferentes modos de transporte, simplifican drásticamente la planificación de rutas y hacen que viajar sea más eficiente, mientras que pueden proporcionar soluciones altamente personalizadas. Como resultado, se están estableciendo en todo el mundo, con diferentes tipos de niveles de integración y propuestas de valor. Encontramos ejemplos como Citymapper, GoEuro, Google Maps, Moovel, Moovit, Qixxit y Rome2Rio. Todavía, ninguna de estas plataformas ha emergido como un proveedor predominante con una oferta superior. En consecuencia, debemos preguntarnos cuáles son los factores de éxito clave de la integración en la movilidad, y cómo será el futuro de la movilidad integrada.

En la actualidad, podemos observar la rapidez con la que se ha desencadenado una revolución en la movilidad al combinarla con las nuevas tecnologías. Tanto la gente que vive en el centro de grandes ciudades como la gente que vive a sus alrededores están optando por la conveniencia y eficiencia de los nuevos modos de transporte y tránsito, y están exigiendo una mejor experiencia como usuarios de sus servicios de transporte público. Mientras tanto, los gobiernos están lanzando iniciativas de Smart Cities para mejorar la vida cotidiana de sus ciudadanos a través de la creación de sistemas inteligentes de transporte, conocidos como ITS para aumentar la movilidad y optimizar las redes de tráfico. A pesar de las presiones que ejercen los conductores y el gobierno, las mismas agencias de tránsito, que serían las más prudentes en responder rápidamente a estos trastornos sociales, políticos y técnicos, están también trabajando en ello.

Las agencias de tránsito deben cambiar y adaptarse si quieren seguir siendo relevantes, y aquí es donde las cuestiones sistémicas se han convertido en una carga para ellas. El cambio es difícil, especialmente por el riesgo del uso de grandes cantidades de dinero, y el clima político volátil, donde los planes de movilidad cambian con tanta facilidad. Nuestras agencias financiadas con fondos públicos se enfrentan a incertidumbres presupuestarias e infraestructuras y flotas envejecidas. Mientras que las nuevas generaciones buscan nuevas razones para no tener un vehículo propio, ya que cada vez más, la gente utiliza servicios como el 'carsharing', sobre todo en las grandes ciudades. Los líderes de las Agencias de tránsito y los que toman decisiones deben buscar nuevas maneras de hacer más con menos, ya que es lo que nos permiten las nuevas tecnologías si sabemos cómo gestionarlas.



#### 2.1 TMaaS: La próxima generación

Está surgiendo una nueva generación de sistemas de gestión de operaciones de tránsito conocido como TMaaS (Traffic Managment as a Service), o gestión de tránsito como un servicio. TMaaS abandona el enfoque de un gran hardware CAD y evita las grandes cantidades de complejos sistemas de hardware con los que trabajan tantas agencias de transporte público. Estas nuevas plataformas se basan en la computación desde la nube, servicios Web, redes móviles, y en IoT (internet of things) conexión entre diferentes dispositivos electrónicos. Los sistemas de operaciones emergentes estarán orientados al software, no orientados al hardware, por lo que serán más fáciles de implementar, escalar y actualizar. Lo más importante es que estas plataformas emergentes ofrezcan gran tamaño de capacidad de datos que permitirá a las agencias de tránsito concentrarse menos en mantener todos sus dispositivos y máquinas en funcionamiento, y más en la mejora y optimización de la experiencia del usuario.

Como plataforma, TMaaS igualaría los servicios operacionales requeridos por las agencias de tránsito. Además, ofrecería las mismas herramientas a nivel de sofisticación utilizadas tanto por las agencias de tránsito más grandes del mundo como por las pequeñas y medianas. Las plataformas TMaaS serán administradas por cada agencia a través de su propio portal web seguro y altamente personalizado. Planificación y programación, distpatching, mantenimiento, comunicaciones internas, atención al cliente, marketing, administración, todo esto se gestiona a través de una amplia plataforma de servicios totalmente integrados. Esto significa que no habrá más silos de datos (incapacidad para trabajar eficientemente entre las áreas o unidades de negocio que las integran), informes dispares, o datos que falten, y las herramientas de BI (Business Intelligence) y las herramientas analíticas podrán estudiar minuciosamente todos los datos para brindar a los administradores, programadores y planificadores información real sobre lo que está sucediendo y cómo pueden optimizar aún más la experiencia del usuario.

En un mundo TMaaS, se asume que todas las máquinas están funcionando, pero si no lo están, los paneles de datos y la automatización de procesos harán saltar las alarmas para que los tomadores de decisiones actúen al respecto e incluso que el mismo sistema solucione el problema, lo que hoy en día llamamos inteligencia artificial, de modo que ahora las agencias pueden prevenir y evitar anomalías en el servicio, en vez de simplemente responder a ellos después de que se produzcan. La integración de las comunicaciones interinstitucionales a través de los portales de agencias ya mencionados agiliza, autentica y archiva toda la generación de datos y la correlaciona con datos relevantes, por lo que las funciones de soporte al cliente y marketing ahora pueden alcanzar un nivel de optimización imposible hasta el momento actual.

Todo esto es posible porque, como vemos en otras industrias, los ecosistemas basados en la nube permiten capacidades e innovaciones adicionales a un costo menor que los sistemas basados en la integración de una gran cantidad de hardware, pocos eficientes e intensivos en capital. Las agencias de tránsito pagarán los servicios de operaciones que necesiten en función de la cantidad de usuarios o vehículos o rutas, por lo que un proveedor de servicios de tránsito en el pueblo más remoto del mundo ahora puede tener el mismo acceso a sistemas operativos de tránsito de clase mundial como los que se usarían en Nueva York o San Francisco.

Cuando las operaciones de tránsito operen de manera más eficiente y rentable a través del uso de servicios web ágiles basados en la nube en lugar de estar atrapados por sistemas de CAD de hardware grandes, pueden dejar de centrarse en simplemente



mantener todas sus máquinas en funcionamiento, y optimizar sus servicios de movilidad para satisfacer mejor las necesidades y demandas de los usuarios en constante cambio.

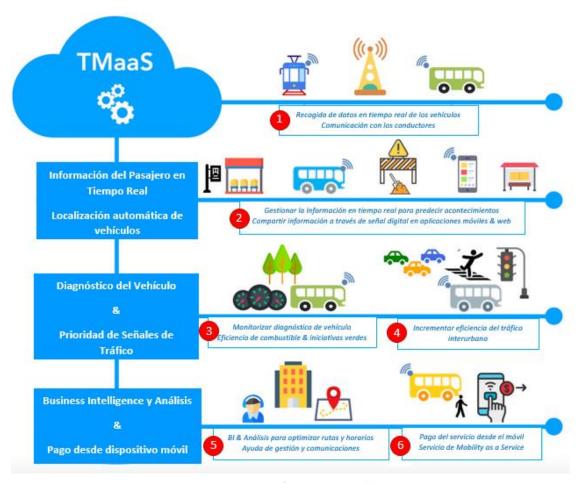


Figura 2.1: Esquema funcionamiento del TMaaS

- 1) TMaaS se basa en el uso del hardware ligero, como el smartphone de un cliente o los vehículos del servicio público de transporte, redes inalámbricas de datos, un gran sistema central que será el "gran cerebro" y una base de datos en la nube donde estarán disponibles todos los datos de operaciones de la agencia.
- 2) Con datos en tiempo real provenientes de vehículos y usuarios, TMaaS despliega sofisticadas herramientas de inteligencia artificial, aprendizaje automático e información colectiva para informar a la agencia y al público sobre rutas de vehículos, horarios, conexiones y ETA (Estimated Time of Arrival) a través de la web, dispositivos móviles o estaciones con un panel informativo conectado a la información del sistema central. Los desvíos, los cambios en las rutas y los cronogramas, incluso los servicios de programación de nuevas rutas se pueden administrar en un solo sistema para que las agencias puedan alinear mejor estos servicios con las necesidades de sus pasajeros.



- **3)** Las operaciones pueden monitorear la velocidad, el consumo de combustible, las emisiones y cualquier otra cosa que necesite para cumplir y validar las iniciativas de eficiencia de combustible y aire limpio.
- **4)** El ITS (Intelligent Transportation System) más efectivo incorporará la prioridad de la señal de tráfico para acelerar el tránsito de pasajeros mientras se mantienen estrategias de tránsito seguras para automóviles y peatones. Los datos de tráfico y estacionamiento en tiempo real se pueden utilizar para coordinar el movimiento del tráfico y mejorar la eficiencia de la movilidad.
- 5) El personal de planificación y programación puede analizar mejor los datos de la agencia cuando se puede acceder a todos esos datos desde un único depósito de datos en la nube. Las agencias de tránsito podrán operar de manera más eficiente y rentable utilizando sofisticadas herramientas de Business Intelligence.
- **6)** La planificación integrada de viajes y el pago de tarifas desde el smartphone colocan a la agencia de transportes públicos en el centro de la gestión de grandes datos de una Smart City que utiliza **MaaS** (**Movility as a Service**). A los pasajeros les resulta muy cómodo el pago móvil y la posibilidad de elegir entre las opciones de tránsito que mejor se ajusten a sus necesidades ese día en ese momento. Con **TMaaS**, ahora las agencias pueden desplegar inteligentemente una amplia gama de servicios de tránsito para satisfacer las necesidades de movilidad de un público que cada día utiliza más sus dispositivos móviles para la gestión de operaciones cuotidianas, como la movilidad en este caso y que es una mina de datos en uso continuo.

El objetivo es crear una plataforma que permita la gestión del tráfico de la ciudad de Barcelona (TMaaS) ofreciendo un servicio de movilidad integrado (MaaS).

#### 2.2 El problema de los sistemas de gestión de tránsito actuales

En el sentido más simple, solo tenemos que mirar a todas las demás industrias para comprender que los sistemas de gestión de tránsito deberán modernizarse y evolucionar si quieren mantener el ritmo y aprovechar los beneficios operativos actuales de tantos otros sectores industriales. Del mismo modo, también podemos ver el pasado y otros sectores de la industria para entender por qué esta evolución de las operaciones de tránsito será difícil. Hay cierta resistencia a la innovación en términos generales, estas barreras para la mejora no provienen de algún tipo de decisión de gestión, y la mayoría de las veces, la resistencia al cambio ni siquiera es una decisión consciente ni voluntaria. No, la resistencia al cambio suele ser sistémica, y con esto me refiero a que los nuevos sistemas de hardware trabajan con nuevos sistemas de software y al combinar nuevos y antiguos sistemas, se pueden producir errores que deriven en problemas en el funcionamiento del sistema, el Hardware es un gran problema en el continuo avance de las tecnologías de software. La facilidad de actualización y mejora de un software es muy diferente que la del hardware, tanto a nivel sistemático como a nivel económico. Esto no significa que el hardware es el problema, sino que la combinación de hardware más moderno con hardware más antiquo puede crear los problemas y evita el avance a gran velocidad en la mejora del sistema.

En casi todas las historias sobre el progreso técnico, las operaciones optimizadas y la optimización de los procesos comerciales, el problema es el hardware.



Cuando preguntamos por qué las agencias de tránsito parecen ofrecer los mismos servicios antiguos, mientras que las empresas recién creadas cambian tan rápidamente la forma en que la gente común se mueve, tenemos que entender que las agencias han invertido millones de dólares en sistemas de hardware y para aumentar la capacidad del sistema, han comprado y utilizado incluso más sistemas de hardware. Esta es la gran trampa del hardware.

Considere la amplia gama de hardware, que es muy costoso, y que tiene gran importancia en los presupuestos y atenciones de nuestros operadores de tránsito: carteles, el sistema tarifario de toda el Área metropolitana de Barcelona que fue tan costoso, sistemas de comunicación del conductor, terminales de pantallas móviles, contadores automáticos de pasajeros, cámaras de seguridad, ubicación automática del vehículo, anuncio automático de voz y en muchos casos, otra pieza más de hardware: un servidor a bordo descomunal llamado unidad lógica del vehículo (VLU) que se usa para administrar todo el hardware.

Hoy en día, es la época de las redes inalámbricas, la computación en la nube, el Internet de las cosas y el software como servicio. Muchas de las agencias de tránsito actuales todavía están instalando dispositivos de hardware muy costosos en sus vehículos que tienen el propósito expreso de administrar el resto de caros dispositivos de hardware de un mismo vehículo. Se pretende avanzar añadiendo hardware cuando el avance realmente está en eliminarlo e implementar las nuevas tecnologías mencionadas anteriormente.

Actualmente existen servicios de alquiler de bicicletas, viajes en vehículos compartidos, alquiler de automóviles, alquiler de motocicletas eléctricas, 'taxis' privados, y pronto, vehículos autónomos. Incluso tenemos UberChopper y Wingly ofreciendo servicios de intercambio de vuelos usando aviones privados. El enfoque singular que tienen todos estos servicios, la mayoría de ellos privados es proporcionar la mejor experiencia posible para el usuario.

Mientras tanto, nuestras agencias de tránsito pública se centran en mantener todas sus máquinas funcionando de la manera más eficiente posible, y para ello, buscarán adquirir máquinas más grandes y cada vez más costosas. Las agencias de tránsito siguen comprando dispositivos y máquinas cuando lo que deberían hacer es centrarse en optimizar sus servicios.

Y no solo la gran trampa de hardware es el impedimento para el progreso, sino la naturaleza autoperpetuante del mismo hardware puede impedir el progreso en los próximos años. Un ejemplo muy claro es el caso de los hospitales y el ataque de los hackers de Corea del Norte llamado WannaCry. El virus colapsó hospitales y "secuestró" un gran número de empresas paralizándolas y mostrando el mensaje que se puede ver en la Figura 2.2





Figura 2.2 Mensaje del ataque informático "Wanna Cry

Los hackers de Corea del Norte, supuestamente, explotaron una vulnerabilidad de Windows descubierta por primera vez por la NSA y decidieron encriptar datos en miles de máquinas en todo el mundo y guardarlos para pedir rescate. Mientras los portavoces de gestión de emergencias de Microsoft aseguraban frenéticamente al mundo que esta vulnerabilidad solo se podía encontrar en copias sin licencia de Windows o copias autorizadas que no se habían actualizado, se descubrió pronto que esta pequeña falla afectaría a más de 300,000 máquinas en más de 150 países. Parece que la gran mayoría de los dispositivos hackeados estaban ejecutando Windows 7, y que no habían dispuesto de actualizaciones desde 2014.

Era poco probable que los hospitales en riesgo hubieran descargado copias pirateadas de Windows. Así que podemos deducir que el problema de estos hospitales fue que anteriormente habían comprado algunos artefactos cardíacos muy costosos y posteriormente compraron otra serie de máquinas aún más costosas y más modernas, con nuevos softwares.

Sin duda, estos dispositivos de hardware tenían cada uno controladores que fueron diseñados para ejecutar en versiones actualmente antiguas de Windows 7. Y para estos hospitales que habían invertido tanto en hardware tan costoso y especializado, una actualización de software podría ser extremadamente problemática. Incluso si pudieran actualizar sus sistemas de software, hacerlo requeriría cierto trabajo de integración de sistemas también costoso, y las máquinas estaban funcionando muy bien. ¿por qué actualizarlas?

El gran problema del WannaCry era la naturaleza del hardware para relegar las actualizaciones de los sistemas informáticos dado que su uso hubiese sido inviable e insostenible, para las operaciones entre centenares o tal vez incluso miles de sistemas que operaban con piezas de hardware altamente especializadas y caras.

El brote de WannaCry nos mostró los grandes problemas que puede ocasionar un gran sistema de hardware y nos coloca a todos en un dilema con respecto a la dificultad de la creación de un gran sistema operativo que esté siempre actualizado con diferentes sistemas hardware y de diferentes épocas.



#### 2.3 Grandes operaciones de hardware y tránsito

No es de extrañar que tantas agencias de transporte vean a Cabify y Uber como una amenaza. La audacia de proporcionar un servicio de transporte privado mejor y más inmediato se logra más fácilmente cuando su infraestructura técnica puede determinar la demanda, disponibilidad y entrega de servicios en tiempo real. Estos modernos sistemas de movilidad responden rápidamente a las demandas de los usuarios a través de procesos automatizados que se ejecutan en la nube, donde los datos se almacenan y analizan para una mayor optimización de estos mismos procesos automatizados. Además, estos sistemas en la nube abarcan sistemas de datos abiertos y ecosistemas en la nube que permiten las mejores herramientas de terceros para automatizar aún más la administración de un conjunto de servicios altamente complejo. Es injusto para las agencias de tránsito, porque las nuevas empresas de movilidad no se ven obstaculizadas por el gran hardware. Son libres de utilizar sus recursos humanos y de capital para mejorar y optimizar sus sistemas automatizados y centrarse en sus ofertas de servicios y mejorar la experiencia del usuario.

Las agencias de tránsito, por otro lado, están preocupadas principalmente por tratar de hacer que todas sus máquinas funcionen de manera más eficiente, como ya he dicho anteriormente, y los procesos del aumento de la adquisición de datos necesarios les han obligado a utilizar cada vez más hardware. Ahí está la trampa. Al igual que los hospitales que fueron víctimas de Wannacry, la mayoría de las operaciones de tránsito se ven obstaculizadas por dispositivos que operan otros dispositivos en estructuras de datos cerradas que no funcionan bien en los entornos del sistema operativo ágil de hoy.

#### 2.4 Importancia del UX (experiencia del Usuario):

Como se puede notar, se han producido avances tecnológicos enormes desde el desarrollo de los sistemas de operaciones vigentes utilizados por muchas de las agencias de tránsito actuales. Las redes móviles, el uso de hardware ligero del cliente, el Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y el software como servicio (SaaS), estas innovaciones son hoy en día algo común en todas partes.

Debido a la trampa del hardware, muchas agencias aún no han podido aprovechar muchas de estas innovaciones técnicas y, lamentablemente, esto ha tenido un impacto directo en la forma en que interactúan con sus usuarios. Como se mencionó anteriormente, las agencias tienden a centrarse en mantener sus máquinas en funcionamiento e invertir en más máquinas para obtener aún más datos. Estos tipos de sistemas de operaciones de tránsito no están orientados a usuarios o usabilidad. Por el contrario, como también se señaló anteriormente, estos sistemas orientados al hardware capturan conjuntos dispares de datos que dificultan que las agencias de tránsito vean "la imagen completa" de la experiencia del usuario que están ofreciendo. En el mejor de los casos, estos sistemas ofrecen tiempos de funcionamiento del vehículo e indican el número de pasajeros que suben y bajan de sus vehículos en cada parada, incluso en la red metropolitana de Barcelona de buses, y muchas estaciones de metro, solamente registran cuando los pasajeros se suben al bus, desestimando el momento en que se bajan. ¿Puedes imaginar a Cabify o Uber trabajando con una visión tan limitada de su cantidad de pasajeros?

Si hay un tema que escuchamos continuamente en el mundo de los negocios hoy en día, es que la experiencia del usuario, también conocida como UX, lo es todo. Los



nuevos servicios de movilidad que estamos viendo están enfocados al UX. Para estos upstarts de movilidad, sus sistemas de operaciones (programación, despacho, ETA, conexiones, recolección de tarifas, etc.) no son una entidad separada de la medida de usabilidad del usuario. No, en el mundo de hoy, donde se dice "el Servicio es la clave" y "UX ante todo", las operaciones y la usabilidad son, en esencia, una.

Las agencias de tránsito tienen que reenfocarse en UX, y primero tienen que comenzar a desatarse de los grandes sistemas de hardware antiguos. En su lugar, deberán buscar sistemas basados en la nube, más ágiles, más adaptables para gestionar sus flotas y, lo que es más importante, utilizar los datos de una manera más significativa para optimizar la experiencia del usuario y generar valor.

Este cambio hacia los sistemas TMaaS será inevitable, no opcional. Los sistemas TMaaS serán cada vez más efectivos y menos costosos que los antiguos sistemas, y facilitarán la transición necesaria desde el enfoque del tráfico a través de las máquinas hasta el enfoque del tráfico a través del servicio y UX. Ya sabemos que la gran trampa de hardware es un agujero cada vez más profundo de obsolescencia, inflexibilidad y costes crecientes. Los viejos sistemas morirán en algún momento. Los nuevos sistemas TMaaS los reemplazarán, es solo cuestión de tiempo, y Barcelona tiene que aprovechar la oportunidad de modernizarse y dar un paso más para cumplir su objetivo de convertirse en una Smart City.

## 2.5 El camino a TMaaS: Nuevos y actuales sistemas de operaciones de tránsito.

En los últimos años han surgido algunos nuevos sistemas de localización automática de vehículos (AVL) que utilizan el hardware ligero del usuario y, en algunos casos, tablets robustas o terminales de visualización móvil (MDT) para rastrear vehículos y ofrecer información de los pasajeros en tiempo real (RTPI) a sus clientes. Estos sistemas requieren un mínimo de hardware y se adquieren como un servicio, por lo que son de bajo mantenimiento y de bajo costo en comparación con los sistemas CAD pesados de hardware. Se actualizan continuamente como parte de la tarifa que las agencias pagan por estos servicios. Aumentan su precisión utilizando datos de crowdsourcing (grandes masas) y despliegan sofisticados modelos de Inteligencia Artificial y aprendizaje automático para la gestión de los datos en tiempo real, para posteriormente entregar información también en tiempo real, procesable y geo-mapeada a las agencias de tránsito conectadas a Internet.

Otro aspecto interesante de estos sistemas es que pueden ofrecer a cada agencia un portal web único a través del cual los servicios de una agencia pueden ser monitoreados y controlados. Estos portales generalmente no son complicados de usar y se puede acceder a ellos a través de dispositivos conectados a Internet. Los mismos servicios web que permiten que los datos de AVL sean accesibles para los usuarios de una plataforma de movilidad desde sus smartphones también se utilizan para hacer que la agencia tenga acceso a los datos en tiempo real. Estos portales de servicios web, como sería la plataforma de movilidad de Barcelona, serán los centros de operaciones futuros de las agencias de tránsito.



#### 2.6 TMaaS (Gestión de tráfico como servicio)

TMaaS, del inglés Trafic managment as a Service, es la visión más realista de la dirección inevitable en la que avanzan las operaciones de tránsito. Por una parte, los componentes de un sistema TMaaS viable se están desarrollando rápidamente, pero los sistemas TMaaS en su conjunto aún no están listos en Barcelona, ni en ninguna otra ciudad del mundo. Aunque hay algunas compañías que se están acercando a proporcionar ofertas de TMaaS, se necesitará desarrollar un gran ecosistema y estrategia para ayudar a las agencias de tránsito a escapar de sus grandes trampas de hardware y avanzar hacia el progreso.

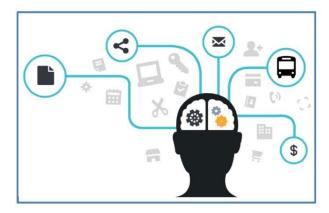


Figura 2.3 Ilustración TMaaS

El hardware ligero del cliente, como su smartphone, parece una gran idea, y lo es, pero para poder basar la gestión del tránsito en base a la información que nos ofrecen, requieren unos componentes especializados que carecen en algunos modelos de Smartphone del mercado. Lo que quiero decir, es que los smartphones se están comenzando a fabricar con nuevas tecnologías compatibles con los requisitos de información y comunicaciones de TMaaS, pero algunos modelos no serían compatibles. Y a medida que los smartphones y las tecnologías inalámbricas continúen mejorando, disminuirá rápidamente la barrera que nos impide avanzar hacia un modelo TMaaS.

Otro aspecto importante de TMaaS será el desarrollo de comunicaciones totalmente integradas. Las comunicaciones interinstitucionales a través de un portal web están empezando a materializarse, así como los Sistemas de Gestión de Contenidos (CMS) integrados que permitirán una fácil gestión de la información de tránsito entre cientos, miles de carteles digitales, paradas de Bus/Metro, sitios web y aplicaciones móviles. El marketing también disfrutará de la capacidad de dirigir mensajes de servicio al cliente personalizados.

Por supuesto, los futuros complementos para los sistemas TMaaS se harán más fáciles y más accesibles cuando se integren en la nube. Dado que todos los datos ya están allí, el uso de herramientas de Business Intelligence y de informes, comunicaciones de marketing y contabilidad, mantenimiento de vehículos, recursos humanos, incluso control de acceso y seguridad de datos. Ninguno de estos complementos sistemáticos de TMaaS estará sujeto a las limitaciones del hardware y estarán todos conectados a través de la nube



#### 2.7 TMaaS en Barcelona

Si tuviera que opinar sobre cómo se desarrollará esta visión de TMaaS, diría que los cambios iniciales se realizarán poco a poco. A medida que haya más "piezas" disponibles, comenzaremos a ver plataformas y sistemas TMaaS que pueden admitir una gama más amplia de funcionalidades.

Las agencias de tránsito dirán que quieren realizar el cambio, pero la mayoría se decantará hacia el viejo hábito del gran hardware, especialmente las agencias de tránsito más grandes. Se crearán y venderán nuevos dispositivos y máquinas más grandes a las agencias para que puedan administrar y operar mejor sus máquinas más antiguas, y la gran trampa de hardware será mucho más profunda para estas.

En mi opinión, serán las agencias de tránsito más pequeñas y medianas las que liderarán el camino en términos de adopción y desarrollo de TMaaS, y la oferta de Mobility as a Service. Esto se debe a que sus trampas de hardware son mucho menos intimidantes y tendrán menos detractores en sus comités, sobre todo por el aspecto económico.

Cabe señalar que ciudades europeas pequeñas como Amsterdam, Helsinki, Marsella, Valéncia o Zagreb son las más probables en encabezar las ofertas públicas iniciales de TMaaS. Mientras ciudades como Nueva York, Los Ángeles, Londres, Moscú o París se obsesionarán con sus grandes ofertas de hardware y tarjetas inteligentes. Las ciudades más pequeñas se dirigirán hacia el avance tecnológico y ahí es donde ciudades que están en un punto medio, como Barcelona, debe decantarse hacia el progreso, para una mayor calidad de vida y un mayor control de sus ciudadanos y su seguridad.

Área	Autoridad de transporte	Nombre de sistema	Tipo de billete	Inicio de su implantación
Área del Gran Dublín	Autoridad de Transporte nacional	Leap card	Tarjeta inteligente	12 de diciembre de 2011
Cataluña	Autoritat del Transport Metropolità de Barcelona	Sistema Tarifari Integrat	Tarjeta de cartón con banda magnética para la provincia de Barcelona	1 de enero de 2001 en Barcelona
Gran Londres	TfL	Oyster card	Tarjeta inteligente	Julio de 2003
Gran Estocolmo	SL	Desconocido	Tarjeta de banda magnética	Desconocido
Milán	Regione Lombardia	lo Viaggio Ovunque	Billete magnético / Tarjeta inteligente	2011



Irlanda del Norte	Translink	Smartlink	Tarjeta inteligente	Octubre de 2009
Paris	SNCF/de RATP	Navigo Pass	Tarjeta inteligente / Billete magnético	2006
Suiza	Ferrocarriles Federales suizos	Swiss Pass	Tarjeta de banda magnética	1989
Subotica	Subotica-Trans	SuBus	Tarjeta inteligente	2012

Tabla 2.1 Tabla de los tipos de billetes del transporte público según país

Dentro del sector de la gestión del tráfico de una ciudad como es Barcelona se incluyen diferentes modos de movilidad, pero si nos centramos en el transporte público, podemos observar en la Tabla 2.1, que en muchas grandes ciudades europeas como Dublín, Londres, París o Milán utilizan una tarjeta inteligente del tamaño de una tarjeta de crédito que permiten la ejecución de cierta lógica programada. La tarjeta inteligente está más avanzada que la tarjeta de cartón que se usa actualmente en Barcelona ya que si compramos 5 viajes sencillos, por ejemplo, implica 5 billetes de cartón y con la tarjeta inteligente se pueden integrar esos 5 viajes en una sola tarjeta. La tarjeta inteligente es más sostenible y permite un ahorro considerable en la impresión de tarjetas de cartón. Es un sistema cómodo para los clientes que hacen un uso continuo del transporte público. Sin embargo, la tarjeta inteligente no puede ofrecer tanta información como un smartphone. El gran avance de integrar los tickets del transporte público en el smartphone es poder aprovechar toda la información disponible para poder optimizar la caracterización de los desplazamientos reales de los usuarios del transporte público y así, adaptar mejor los servicios de transporte al comportamiento de la demanda.

Como podemos observar en la Tabla 2.1, en Londres a mediados de 2003, 2 años después de que Cataluña implementase el sistema de lectura de tarjeta de cartón con banda metálica, implementó la tarjeta inteligente "Oyster" para el acceso al transporte público, sería un error incorporar a finales del 2018 una tarjeta inteligente al sistema de transporte público catalán dado que esa tecnología es propia de 15 años atrás y durante este tiempo las tecnologías han avanzado. Hoy en día disponemos de dispositivos móviles capaces de generar una cantidad de datos enorme y que incluyen tecnologías como el NFC (Near Field Communication) utilizadas en las tarjetas inteligentes o otros sistemas de comunicación como el código QR o el Bluetooth. Un Smartphone es una tarjeta inteligente, entre otras muchas cosas. El sistema de gestión de acceso al transporte público puede ahorrarse grandes cantidades de dinero al no tener que imprimir ni tarjetas de cartón, ni tarjetas inteligentes ya que España lidera el ranking mundial, junto a Singapur, con un 91% de usuarios únicos que poseen un smartphone, esto significa que el 91% de la población ya tendría en su posesión la tarjeta inteligente necesaria para acceder al transporte público en Barcelona. Dado que, hoy en día, el sistema establecido es el de las bandas magnéticas, el 9% de la población restante que quisiera utilizar el transporte público podría seguir haciéndolo aprovechando la gran cantidad de hardware actual mencionado anteriormente.

Un componente diferencial que ofrece el smartphone respecto a la tarjeta inteligente para el proyecto de la plataforma de movilidad de Barcelona es la incorporación del GPS. Estudiar la geolocalización de los clientes dentro del área metropolitana de



Barcelona nos permitirá una gestión más óptima de la ciudad de Barcelona desde el punto de vista del Gobierno de la ciudad y del tránsito. Por otra parte, el uso de las cookies que los usuarios crean al utilizar el smartphone también es de gran utilidad a la hora de ofrecer un servicio totalmente personalizado al cliente como es el caso de la plataforma.

En conclusión, la creación de un sistema de TMaaS (Traffic managment as a Service) consistirá en dos grandes ramas; por una parte, la creación de una plataforma de movilidad totalmente integrada que ofrezca MaaS, desde la cual podremos acceder a todos los modos de transporte, tanto públicos como algunos privados, de la ciudad de Barcelona. Desde la misma plataforma se podrá comparar los precios, tiempos, rutas, contaminación, etc. de los diferentes modos de transporte, y se podrá comprar los billetes necesarios y realizar los pagos de los diferentes servicios a través de la App. Por otra parte, la otra gran rama del proyecto es la gestión de toda la información ofrecida por el Smartphone a través de la plataforma, que nos permitirá la identificación, análisis y explotación de nuevos modelos de movilidad urbana e interurbana de los ciudadanos. El uso de toda esta información, junto con diferentes técnicas como el Big Data o la inteligencia artificial permitirá al sector de la gestión de tránsito de Barcelona tomar decisiones más optimas basadas en información en tiempo real y de gran amplitud.



#### 3. Plataforma de Movilidad de Barcelona:

#### 3.1Principio de funcionalidad:

En 2050, el 67 por ciento de las personas vivirán en áreas urbanas, en contraste con el 52 por ciento en 2010. Debido a la urbanización, las ciudades y los gobiernos se enfrentan cada vez más con nuevos conjuntos desafíos relacionados con la seguridad pública, el suministro y consumo de energía, tratamiento de residuos y administración del tráfico. El concepto de Smart City se entiende como una estrategia de éxito para hacer frente a la aparición de estos problemas urbanos, y se estima que crecerá con más de 45 mil millones de dólares en el mercado en 2022 solo en Alemania. Principalmente, una ciudad inteligente es la agregación de todas las principales políticas urbanas como Digital City, Green City y Knowledge City, en un espacio digital unificado, con el objetivo de reducir la huella medioambiental y crear una mejor calidad de vida para los ciudadanos. En este contexto, una plataforma de movilidad integrada es uno de los temas más difíciles de abordar en las áreas metropolitanas, pero al mismo el tiempo, el que tendría el mayor impacto. En este trabajo de final de grado, me enfoco en la aportación de una pieza esencial para una Smart City: la Integración de una Plataforma de movilidad en la ciudad de Barcelona que proporcione Mobility as a Service.



Ciudad	Nivel de Congestión	Tiempo extra al año en atascos (Horas)	Número de vehículos comerciales	Coste para las empresas
Barcelona	28%	109	490.242	145.881.311,94 €
Palma de Mallorca	27%	88	134.122	32.221.469,28 €
Las Palmas	25%	76	173.597	36.017.905,56 €
Gijón	23%	68	90.178	16.740.643,92 €
Sevilla	23%	76	128.482	26.657.445,36 €
Madrid	23%	96	538.591	141.153.929,28 €
A Coruña	22%	69	85.280	16.064.193,60 €
Valencia	21%	66	230.760	41.578.336,80 €
Málaga	20%	58	168.677	26.708.316,18 €
Vigo	19%	57	82.160	12.784.917,60 €
Córdoba	18%	50	91.622	12.506.403,00 €
Zaragoza	18%	57	84.838	13.201.641,18 €
Valladolid	17%	50	40.317	5.503.270,50 €
Murcia	17%	54	153.432	22.618.945,44 €
Alicante	17%	53	181.061	26.197.716,09 €
Bilbao	14%	51	89.177	12.416.113,71 €

Tabla 3.1 Congestión en las principales ciudades españolas

El coste de la congestión, definido como el valor del tiempo desperdiciado tomando como referencia el salario mínimo en España, en Barcelona sumó los 145 millones de euros en 2016, el valor más elevado de las ciudades de España, como se puede observar en la Tabla 3.1. Como solución, la movilidad inteligente está preparada para facilitar el flujo del tráfico urbano, involucrando aspectos tanto económicos como ambientales. Hoy en día la gestión del tráfico se realiza a través de la infraestructura de las TIC. El desarrollo de una plataforma de movilidad inteligente está impulsado principalmente por los cambios en los patrones de uso del tráfico, combinado con el aumento de las soluciones digitales y el aumento del número de transportes disponibles para el cliente. En la época de la digitalización, los consumidores se están acostumbrando cada vez más a recibir ofertas personalizadas de productos y servicios. En movilidad, y más aún en el transporte público, esto significa que los usuarios dan menos importancia a los modos de transporte u operadores individuales, y están más interesado en el End to End, soluciones simples, integradas y altamente personalizadas que incorporan sus preferencias de viaje individuales tales como la velocidad, precio, conveniencia e impacto ambiental.



Una plataforma de movilidad integrada (IMP) es una solución clave para ofrecer estas preferencias de los clientes bajo un unificado campo digital. Al integrar diferentes modos de transporte, los IMP simplifican drásticamente la planificación de rutas, haciendo que viajar sea más eficiente al tiempo que proporciona una oferta personalizada basada en preferencias seleccionadas. Los IMP guardan los datos de movilidad en una gran nube central, apoyando así la futura infraestructura de desarrollo de la plataforma y obteniendo una optimización continua.

Sin embargo, establecer una plataforma de movilidad es un gran desafío tanto desde el punto de vista empresarial como la parte técnica. El gran número de partes interesadas requiere que la plataforma fusione estratégicamente múltiples tipos de plataformas, tecnologías y propuestas de valor. Esto debe combinarse con una gran cantidad de datos y su respectivo análisis y proyección para satisfacer las necesidades de todas las partes involucradas.



Figura 3.1: Descripción ilustrativa de los diferentes segmentos y usuarios claves en el ecosistema de movilidad inteligente.

Las compañías que trabajan en el ecosistema de movilidad inteligente, según su naturaleza y el posicionamiento competitivo, tienen un incentivo estratégico para unirse a plataformas existentes o establecer las suyas propias. Mientras que las empresas privadas apuntan a aumentar sus bases de usuarios para aumentar los ingresos, las empresas públicas generalmente tienen un mayor interés en analizar y mejorar el tránsito masivo. Del mismo modo, los OEM de automóviles están buscando hacerse con una gran parte del mercado e implantar sus vehículos en los sistemas de transporte municipal. Para las grandes empresas tecnológicas, como Google, que buscan expandir sus servicios de mapas, el aspecto de la recopilación de datos de un IMP es de gran valor.



#### 3.2 Tipos de plataforma de movilidad integrada:

Desde mi punto de vista, existen tres modelos de negocio diferentes a lo largo de los cuales se pueden explicar estos criterios:

#### Modelos de negocios IMP:

1. **El Holding**: integrador de modos de transporte propios.

Una empresa "Holding" integra sus propios modos de transporte en una única plataforma. Los modos de transporte de terceros deben accederse por separado a través de otras aplicaciones. Esta integración permite a la compañía ofrecer billetes de los modos de transporte que tiene en propiedad sin cargos extras por intermediarios.

La fuente de ingresos en este modelo de negocio consiste principalmente en la venta de billetes, donde los billetes pagados a través de la plataforma cuestan lo mismo o menos que si se compran en otro lugar.

Entre los ejemplos de compañías integradoras se incluyen compañías ferroviarias que proporcionan transporte de larga distancia o de corta distancia, por ejemplo, la web de Renfe y empresas privadas que ofrecen sus propios servicios de movilidad.

2. **El revendedor**: plataforma propia que vende y ofrece información de modos de transporte de terceros.

El "Revendedor" encarga servicios de terceros. Además, un revendedor también puede asumir el papel de una compañía asociada e integrar sus propias tarifas a los modos de transporte ajenos. En la plataforma de movilidad, al usuario se le ofrecen todos los servicios en un solo lugar. Sin embargo, mientras la plataforma te permite obtener toda la información necesaria de los billetes, no se pueden comprar desde ella a no ser que sea un servicio propio de la compañía, como puede ser algún extra en el servicio. Esto abre la posibilidad de participar en la venta de billetes de terceros a través de la plataforma, obteniendo un margen por cada venta direccionada desde la plataforma o beneficiarse de las tarifas de los socios.

De hecho, la mayoría de los IMP son "revendedores" sin sus propias ofertas de servicios de transporte (es decir, kayak, Google Maps, Rome2Rio). Estas no tienen activos propios, sino que encargan los servicios de compañías especialistas monomodales, es el modelo de "revendedor" sin integración. Este modelo tiene desventajas importantes para el cliente: el revendedor no es el único punto de contacto para todos los segmentos involucrados en el viaje y, por lo tanto, no asume responsabilidad.

#### 3. El operador: Operador de modos de transporte propios y de terceros

Si un IMP ofrece a la vez sus propios modos de transporte y servicios de terceros bajo una sola marca, actúa como un agregador operativo. Un usuario puede comprar un billete por cada viaje que cubra todos los segmentos relevantes de la ruta. Para hacerlo, si el cliente quiere comprar un servicio de una compañía externa, el IMP actúa como intermediario y a través de su sistema gestiona el servicio con la compañía externa involucrada. Sin embargo, si el cliente quiere comprar un servicio propio de la plataforma no deberá pasar por ningún intermediario. A pesar de que este modelo ofrece mayor comodidad y una mejor experiencia del cliente, crea una exposición a obligaciones y responsabilidades de terceros para el proveedor de IMP. El sistema de cooperación



entre compañías ha de tener unas bases claras y tiene que estar automatizado para que tenga éxito.

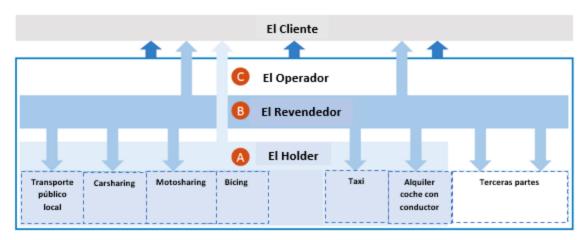


Figura 3.2: Estructura plataforma de movilidad

La decisión del modelo de operación que queremos conseguir afecta a las funcionalidades que proporciona un IMP a lo largo de la experiencia del cliente. Aunque la mayoría de los IMP ofrecen autenticación y servicios de enrutamiento e información, no incluyen los pasos posteriores de la cadena de valor (reserva, pago, facturación y compensación, atención al cliente). A pesar de que las APIs (Application Programming Interface) permiten cada vez más a los proveedores de plataformas acceder a sistemas e información externos, todavía es una ventaja ser una empresa de transporte, ya que estos pueden ofrecer más funcionalidades desde una sola fuente. Aquí está la gran diferencia de la Plataforma de Movilidad de Barcelona, estará construida y gestionada por el Gobierno de Barcelona y permitirá la compra de billetes de todos los modos de transporte ofrecidos por el AMB (Área Metropolitana de Barcelona), cómo es el Bus, el Metro, los Ferrocarriles, el taxi y el Bicing, junto con otros servicios privados como son el Cabify o el Uber o servicios de carsharing o de motosharing. A la vez que ofrecerá también el sistema de enrutamiento entre otros servicios explicados más adelante. La ciudad de Barcelona podrá gestionar todo su transporte tanto público como algunos privados desde una misma plataforma. En definitiva, la plataforma de Movilidad de Barcelona la podemos catalogar como 'Operador', ya que opera con modos de transporte propios y de terceros.

La decisión de qué modos deben integrarse en un IMP es esencial para el desarrollo y el posterior éxito de la plataforma.



#### 3.3 Problemática actual de Transporte Público de Barcelona

Antes de empezar a definir las características y especificaciones de la plataforma de movilidad de Barcelona, es importante destacar las problemáticas actuales del servicio público de Barcelona para poder atacar directamente esos problemas y optimizar el sector.

#### Tecnológicas:

- Tecnología obsoleta: A pesar de que la tecnología magnética se sigue produciendo, su aplicación va quedando relegada a ámbitos más sencillos y gestionando pequeños volúmenes de información
- Elevados costes de mantenimiento: Como la tecnología magnética incluye equipamiento electro-mecánico y la necesidad de ajustes, incluso en la lectura de la banda magnética, comporta altos costes de mantenimiento.
- Seguridad débil: La solución actual no está protegida frente a falsificaciones y copias fraudulentas.
- Pérdidas de información: Las características de la solución actual hacen que se puedan producir pérdidas de información de validaciones con el consecuente sobrecoste de recuperación y/o reconstrucción.
- Imposibilidad de evolucionar el modelo tarifario.

#### De gestión:

#### Servicio:

- •Información de movilidad limitada
- •Conocimiento parcial del comportamiento y de las necesidades de los viajeros

#### **Operadores:**

- •Elevados costes de mantenimiento y de resolución de incidencias
- Sistemas de gestión no automatizados

#### **Usuarios:**

- •Elevado número de incidencias relacionadas con el soporte
- Servicios de atención básicamente presenciales
- •No recuperación de los títulos perdidos

#### Información:

- •Heterogeneidad en la información en tiempo real del estado de las redes de transporte
- ·Servicios de información parciales



#### Tarifaria:

- **Dificultad en ampliar el sistema:** La introducción de nuevos títulos de transporte es mucho más costosa debido al agotamiento de la capacidad de la solución actual
- **Limitaciones funcionales:** Muchas de las necesidades de gestión no pueden realizarse por falta de capacidad tanto del sistema de gestión actual como de la banda magnética.



#### 3.4 Nuevo Sistema de Validación

A medida que pasan los años la tecnología evoluciona, aparecen nuevos sistemas y otros se quedan obsoletos. Desde los infrarrojos para sincronizar dos teléfonos y poder pasar información, al posterior bluetooth, seguido de la incorporación del internet en tu smartphone y la integración del wifi. Si queremos digitalizar todo el transporte público (bus, metro, tren y Bicing), junto con algunas empresas de transporte privadas, debemos seleccionar correctamente la tecnología que vamos a utilizar para que su uso sea sencillo, accesible, seguro y económico.

En el cambio del sistema de validación es importante que las tecnologías candidatas ya estén integradas en un dispositivo móvil ya que nos interesa promocionar el uso de nuestra plataforma de movilidad desde el móvil. Es decir, necesitamos una tecnología para que con nuestro smartphone, desde nuestra plataforma, podamos validar nuestros billetes sin necesidad de utilizar cualquier otro elemento.

Entre las principales tecnologías ya integradas al teléfono que permitirían la función de validar un billete encontramos:

- NFC (Near Field Communication)
- BLE (Bluetooth Low Energy)
- Lector de Código QR

#### 3.4.1 NFC (Near Field Communication)

Near Field Communication (NFC) es un estándar de conectividad inalámbrica de corto alcance (Ecma-340, ISO/IEC 18092) que utiliza inducción de campo magnético para permitir la comunicación entre dispositivos cuando se tocan entre sí o se colocan a unos pocos centímetros unos de otros

NFC es una tecnología inalámbrica, por lo tanto, usa frecuencias de radio. Opera en la banda de 13.56 MHz, abierta y desregularizada en todo el mundo. Eso significa que no es necesario ningún tipo de licencia para operar en esa frecuencia.

Las transmisiones por radio en esta banda se producen en forma "half duplex". Esto quiere decir que el mismo canal se utiliza tanto para transmitir como para recibir información. Además, para evitar que dos dispositivos transmitan a la vez, existe un protocolo de diálogo mediante el cual el emisor, antes de transmitir, verifica que no hay otro dispositivo transmitiendo en ese momento. Esto que en un protocolo normal inalámbrico podría parecer una limitación, en el caso del NFC, al disponer de distancias tan reducidas y en el que la seguridad está tan controlada, se hace necesario.

La conexión se realiza entre dos dispositivos de manera automática en el momento en el que se encuentran a unos 5cm el uno del otro, a pesar de que esta distancia puede variar.

El estándar NFC define dos tipos de dispositivos NFC. El "iniciador" y el "receptor" de la comunicación. Como sus nombres indican, el iniciador es el dispositivo que arranca la comunicación y que controla los intercambios de datos. El receptor es el dispositivo que responde a las peticiones del iniciador.



El estándar NFC define dos modos de operación: activo y pasivo.

- Modo de comunicación activo: Ambos dispositivos generan una señal de radio frecuencia (RF) para transmitir los datos.
- Modo de comunicación pasivo: Sólo un dispositivo genera el campo RF. El segundo dispositivo, el pasivo, actúa como receptor, y usa una técnica llamada "modulación de carga" para transferir información de vuelta al dispositivo activo o iniciador.

La tarjeta bancaria utiliza tecnología NFC. En los pagos contactless basta con situar la tarjeta muy cerca del TPV para realizar el pago. La comunicación se realiza entre ambos elementos, TPV y chip de la tarjeta, donde el terminal de pago envía la información a nuestra tarjeta que responde con los datos para autorizar la operación. El chip NFC del TPV funciona en modo activo, generando el campo electrómagnético para facilitar la comunicación, mientras que el de nuestra tarjeta funcionaría en modo pasivo, aprovechándose de dicho campo.

Como podemos observar, nuestras tarjetas de crédito no disponen de batería, es decir, los elementos que funcionan en modo pasivo no necesitan energía para que se produzca la comunicación. Esta característica es muy importante para posibilitar la validación de los billetes incluso cuando el cliente no tiene batería en su dispositivo móvil, la máquina validadora detectaría el chip NFC y actualizaría los billetes restantes del perfil personal del cliente a través de la nube. En caso de que el cliente no tuviese ningún billete comprado en su perfil, se le podría cobrar un billete sencillo a través de la plataforma.

#### 3.4.2 BLE (Bluetooth Low Energy)

Bluetooth es uno de los protocolos inalámbricos más populares, y ha estado disponible en los Smartphones, ordenadores y otros dispositivos durante más de una década. La mayoría de nosotros estamos familiarizados con Bluetooth. El crecimiento explosivo de los dispositivos Bluetooth llevó *Bluetooth SIG* y a las empresas a darse cuenta de que consume demasiada energía y que le lleva demasiado tiempo conectarse a algunas aplicaciones.

Bluetooth 4.0 introdujo Bluetooth de Bajo Consumo, también llamado Bluetooth de Baja Energia o BLE según las iniciales en inglés, oficialmente conocido como Bluetooth Smart. Emite una señal de 2.4Ghz con un alcance de hasta 100 metros, con la gran ventaja de que consume muy poca energía y permite estar emitiendo la señal durante meses e incluso años sin tener que recargar la batería.

El iPhone 4s de Apple introdujo soporte para BLE y abrió el camino a que los demás smartphones hiciesen lo mismo. Antes de BLE, el Bluetooth Clásico necesitaba baterías más grandes por el gran uso de energía, y también requiere un chip de autenticación que era costoso. BLE resuelve estos problemas, la mayoría de los dispositivos que usan BLE usan pilas normales, ni siguiera baterías.

Uno de los aspectos más interesantes de BLE es su flexibilidad y baja energía, que permite intercambiar información en forma genérica, a diferencia de la estructura rígida del Bluetooth Clásico.



#### 3.4.3 Lector de Código QR

Un código QR, del inglés *Quick Response code*, "código de respuesta rápida" es la evolución del código de barras. Es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. La matriz se lee en el dispositivo móvil por un lector específico (lector de QR) y de forma inmediata nos lleva a una aplicación en internet que puede ser un mapa de localización, un correo electrónico, una página web o un perfil en una red social. Fue creado en 1994 por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota. Presenta tres cuadrados en las esquinas que permiten detectar la posición del código al lector. El objetivo de los creadores fue que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad.

Los códigos QR llevan varios años entre nosotros, con una implantación baja en España, aunque altísima en otros países como Japón o Corea, donde su utilización resulta cotidiana. Por ejemplo, en Corea, Tesco, cadena de supermercados, permite que los usuarios del metro puedan hacer la compra utilizando códigos QR puestos en un cartel publicitario en el que se pueden ver una gran cantidad de productos expuestos como en un supermercado, el cliente solo tiene que escanear el código QR y el producto se añade a la lista de la compra de su dispositivo móvil.

# 3.4.4 NFC vs Código QR

El Código QR permite esencialmente lo mismo que el NFC y podría considerarse una tecnología sustitutiva, aunque, por las peculiaridades de cada uno, el QR no será siempre la solución ideal.

Las diferencias más significativas para nuestro proyecto entre ambas tecnologías se pueden resumir en las siguientes:

- El uso de NFC resulta más intuitivo ya que únicamente se tiene que acercar el móvil y únicamente tiene una dirección de uso, por lo contrario, el código QR solo podría leerse enfocando la pantalla del dispositivo móvil. Nos interesa que el método de validación sea lo más sencillo y rápido posible.
- Los códigos QR utilizan una cámara, que debería incorporar cada máquina validadora. Están muy condicionados a su hardware y no siempre los leen de forma adecuada. Nos interesa que el método sea seguro y económico.
- No es posible el uso del código QR si el smartphone no tiene batería.

Entre a tecnología de código QR y NFC nos decantamos por la tecnología **NFC** por su sencillez de uso, con la que habrá menos problemas para familiarizarse con el nuevo sistema de validación, por la gran inversión que supondría incorporar una cámara lectora de QR en cada máquina validadora de billetes comparada con la inversión de incorporar una antena de NFC y por la posibilidad de poder validar un billete sin batería con la tecnología NFC.



# 3.4.5 NFC vs BLE

En este caso debemos hacer una comparación más exhaustiva dado que ambas tecnologías son bastante más parecidas.

	BLE	NFC
Disponibilidad en Smartphones	iOS, Android, Windows Phone y Blackberry	iOS, Android, Windows Phone 8 y Blackberry
Disponibilidad con sistema operativo (o más actual)	iOS 7, Android 4.3, Windows Phone 8 y Blackberry OS	iOS 11, Android 4.0, Windows Phone 8 y Blackberry OS
Alcance	El radio de cobertura depende de la intensidad de la señal	El radio de cobertura es de unos 5 centímetros
User Experience	One-To-Many: los BLE transmiten repetidamente un paquete de descubrimiento. Cuando el smartphone se encuentra dentro del alcance de la transmisión, recibe el paquete y mide la intensidad de la señal para determinar una distancia aproximada desde el BLE. Luego, el sistema operativo extrae el ID del BLE y lo transforma en información.	One-To-One: El usuario debe acercar su smartphone a unos 5cm de la etiqueta NFC a la cual quiera establecer conexión, la máquina validadora en nuestro caso. Las ondas de radio de la etiqueta provocan que el NFC del Smartphone active su microprocesador interno. Una vez que se enciende, ejecuta un programa almacenado. El programa transmite el contenido de la memoria interna de la etiqueta del smartphone a la etiqueta NFC de la máquina comprobadora.
Uso	El usuario responde a notificaciones que son generadas por estar en presencia del BLE.	El usuario controla cuando y como crear conexión con el NFC.



Localización	Debido a su amplio rango de conectividad, centrándonos en el bus, no acabaría de quedar claro si el pasajero está dentro o fuera del vehículo.	Debido a su reducido rango, si el pasajero valida el billete es seguro que está dentro del vehículo.
Eficiencia Energética	Cada dispositivo BLE contiene una batería que podría durar un año sin necesidad de remplazarla.	Cada antena NFC (en modo pasivo) de un Smartphone crea su propia potencia cuando está en presencia de un NFC activo como el de la máquina comprobadora. El consumo de la máquina comprobadora es mínimo en cuanto al NFC.
Privacidad	Más intrusiva, una aplicación de Smartphone se puede configurar para monitorear continuamente los movimientos de un usuario mientras se mueven entre los dispositivos BLE, independientemente de quién desplegó los dispositivos.	Menos intrusivo, el movimiento de un usuario solo se puede monitorear en función de las etiquetas NFC con las que ha establecido conexión. Ningún tercero puede monitorear al usuario a menos que haya suministrado los contenidos de la etiqueta NFC.
Seguridad	Los dispositivos BLE emiten señales de salida. No existe un riesgo de seguridad inherente incorporado en estas transmisiones. Cualquier riesgo será responsabilidad la aplicación que usa estas señales.	NFC admite transmisiones de comunicación de datos seguras y no seguras. Las transmisiones seguras están diseñadas para sistemas de tarjetas bancarias contactless por ejemplo.
Precio	El precio es de 20-30€ por dispositivo BLE dependiendo de la cantidad adquirida.	El precio es de 0,10-0,60€ por dispositivo NFC dependiendo del volumen, marca, programación, etc.
Pago con el dispositivo móvil (ejemplo de una tienda)	Al entrar en una tienda, la aplicación de pago del consumidor detecta un dispositivo BLE. La aplicación responde pasivamente con un "check-in" para alertar al empleado de la tienda de la presencia del cliente. En el momento del pago, el consumidor le dice al empleado de caja que contabilice la venta en su cuenta de pago móvil, que está visible en la terminal del empleado. El empleado verifica la identidad del	En el momento del pago, el consumidor le dice al empleado de caja que desea pagar con tarjeta de crédito vía Smartphone. El consumidor abre su billetera electrónica, selecciona la tarjeta deseada y luego coloca su dispositivo móvil en el TPV que el empleado le haya facilitado.



Tabla 2.2 Comparativa de BLE vs. NFC

#### 3.4.6 Conclusión

La tecnología más adecuada para nuestro sistema de validación es **el NFC** por diferentes motivos. Uno de los principales motivos es que todos sistemas operativos de los smartphones actuales como iOS, Blackcerry OS, Android y Windows Phone incluyen esta tecnología, requisito indispensable para que la cobertura de clientes sea total, aunque sucede lo mismo con la tecnología BLE. Una diferencia muy importante entre las dos tecnologías es el modo de uso, por cómo está diseñado el sistema del transporte



Figura 3.3: Ejemplo de sistema de validación

público, conviene más que la validación se produzca cuando el cliente acerca su dispositivo móvil a unos 5 centímetros de la máquina validadora para evitar casos de validación involuntarios, hecho que podría suceder con la tecnología BLE. Nos interesa que con el NFC el usuario decide cuándo y cómo crear conexión con la máquina validadora, debido a su reducido rango. Otro punto esencial que nos hace decantarnos por la tecnología NFC es la posibilidad de crear conexión con la máquina incluso cuando el dispositivo móvil se encuentra sin batería, esto nos evita muchos problemas debidos a que el usuario

tiene billetes guardados en la plataforma, pero no puede utilizarlos debido a que se ha quedado sin batería. La validación sin batería se realizaría como en la Figura 3.4. En cuanto a seguridad, con la tecnología NFC se pueden crear conexiones tan seguras como las de las tarjetas de crédito contacless, de esta manera podemos evitar los casos fraudulentos que tanto preocupan al sistema actual de banda magnética. Finalmente, en términos de eficiencia energética y coste monetario, la tecnología NFC tiene un consumo mínimo y su coste por unidad es muy pequeño comparado con las máquinas validadoras actuales, el cambio de todas estas máquinas no supondría una gran inversión por parte del departamento público encargado del transporte público del área metropolitana de Barcelona, en este caso AMB.

Gracias a este nuevo sistema de validación se reducen los tiempos de embarque en el transporte público, se evita que el conductor del autobús maneje dinero, se mejora la puntualidad del transporte público, se facilita el acceso a la compra de billetes a los clientes sin riesgo de pérdida o robo y ayuda a los clientes a planificar sus viajes con facilidad.



Figura 3.4: Ejemplo validación sin batería



# 3.5 Precedentes de plataforma de Movilidad

Cabe destacar que algunas ciudades ya han desarrollado plataformas de movilidad con diferentes características, pero con el mismo objetivo: el MaaS, que significa Movilidad como Servicio. Es decir, brindar a los ciudadanos un sistema de movilidad interurbana como un servicio más. El concepto es parecido al anteriormente mencionado TMaaS, gestión del tráfico como servicio, la diferencia esta desde el punto de vista del beneficio, los ciudadanos se benefician de la plataforma de movilidad mediante el servicio de movilidad y la posibilidad de poder ir de un lugar a otro sin tener transporte propio. Mientras que, por otra parte, el gobierno de la ciudad se beneficia de la plataforma de movilidad mediante el estudio de los datos creados por los ciudadanos para la gestión del tráfico de la ciudad.

#### Helsinki, ejemplo de MaaS

Un claro ejemplo es lo que está sucediendo en Helsinki, Finlandia. Un comunicado de prensa el 7 de diciembre de 2017 nos informa de lo siguiente:

Helsinki Region Transport (HSL) está creando una plataforma abierta para tickets individuales del transporte público, que permite a cualquier persona en cualquier lugar, en Finlandia y en el extranjero, comprar tickets individuales para la venta al por menor. La interfaz estará disponible el próximo año en sales-api.hsl.fi. Al mismo tiempo, HSL invita a todos los operadores de transporte, en Finlandia y en el extranjero, a desarrollar e innovar nuevos servicios de movilidad utilizando la interfaz.

"Estamos construyendo una API digital altamente innovadora y avanzada. Queda mucho trabajo por hacer, pero confiamos en que tendremos muchos tipos de empresas y proyectos piloto innovadores que generen servicios creativos de valor agregado utilizando la interfaz. También nos proponemos contactarnos activamente con los operadores de transporte tanto en Finlandia como en el extranjero ", explica Mari Flink, directora del departamento de ventas y experiencia del cliente de HSL.

HSL tiene una gran experiencia en interfaces abiertas. Por ejemplo, el popular servicio de planificador de viaje, Reittiopas, ya ha estado utilizando interfaces abiertas durante 15 años. Sin embargo, en una API de ventas abierta, la seguridad de la información y la minimización de los riesgos comerciales son factores críticos.

La agencia de transporte público de Helsinki no compite con otros servicios para proporcionar movilidad pública, misma situación que el AMB de Barcelona. Sin embargo, HSL se quiere convertir en el centro de todos los servicios de movilidad. En el uso de sistemas de datos abiertos y servicios web es donde TMaaS parece ser más factible. Helsinki utilizará sistemas de seguimientos de vehículos y procesamiento de datos basados en la web para gestionar y entregar datos en tiempo real a aplicaciones móviles, que a su vez incorporan planificación de viajes y la posibilidad de pago de tarifas desde múltiples modos de transporte y opciones de transporte para ofrecer a los pasajeros una verdadera experiencia de Movilidad como Servicio (MaaS). Sin embargo, tiene que haber más que la planificación del viaje y el pago integrado de la tarifa si queremos que todo funcione.

Para que las agencias de tránsito ofrezcan completamente los beneficios de Mobility as a Service a un público, deben hacer la transición desde el enfoque de sus operaciones en simplemente mantener todas sus máquinas en funcionamiento hacia una misión más amplia de optimización continua de UX en todos los servicios ofrecidos. Los sistemas



TMaaS de un futuro próximo deben integrar todos los datos operacionales y procesos de datos para que puedan estar sujetos a las herramientas de observación, análisis y modelado más sofisticadas y actuales. Las Smart Cities aplicarán los últimos desarrollos técnicos en Business Intelligence, Inteligencia Artificial y aprendizaje automático en todos los aspectos de las operaciones de tránsito, y para hacer esto de una manera factible, debemos aplicar todos los datos de operaciones que estamos recopilando a la interoperabilidad de una gran nube y su ecosistema.

# Dubai, ejemplo de MaaS

En 2016, la gran empresa Arthur D. Little apoyó a la Autoridad de Carreteras y Transporte de Dubai en el desarrollo de un concepto de IMP para el estado del Golfo. Brinda a los ciudadanos y turistas de Dubai un fácil acceso a todos los sistemas de transporte público a través de una única interfaz, desde la información hasta el pago. La decisión de presentar un IMP le permite a Dubai garantizar un transporte seguro y fluido, así como facilitar la estrategia de Sheik, príncipe heredero de Dubai, de convertirlo en un lugar inteligente, integrado y cómodo.

#### Viena, ejemplo de MaaS

WienMobil, app que aún está en desarrollado por Wiener Liniel, la compañía que dirige la mayor parte de la red de transporte público en la ciudad de Viena, hace posible planificar, reservar y pagar varios modos de transporte. Los billetes de todos los modos de transporte público que dirige Wiener Linien se podrán comprar y mostrar de forma directa y sencilla en la aplicación junto con los servicios de carsharing/motosharing y plataformas de reservas de taxi dado que también tiene en cuenta si eres cliente de proveedores de carsharing y de plataformas de servicio de taxi. También se mostrará información útil adicional, como el precio y el impacto ambiental de una ruta seleccionada. Varios filtros lo ayudan a identificar rápidamente la mejor ruta para los requisitos y preferencias específicos del cliente. Es evidente que La Plataforma de Movilidad de Barcelona y WienMobil de Viena comparten los mis objetivos y están creando un futuro muy parecido para la ciudad de Barcelona y Viena en cuanto a movilidad.



# 3.6 Estudio previo

En esta sección se va a realizar la fase previa del desarrollo, en la que se analizarán los productos existentes en el mercado actualmente y las funcionalidades que poseen cada uno de ellos. De este modo, se puede determinar si existen en el mercado aplicaciones completas que ofrezcan información de todos los transportes públicos y privados que se pueden encontrar en una ciudad y que ofrezcan la posibilidad de comprar los servicios desde la misma App.

#### 3.6.1 Análisis de los productos de mercado:

#### Moovit



Figura 3.5: Logo aplicación Moovit

Moovit es una aplicación urbana gratuita, disponible para Android, Windows Phone y IOS (Iphone Operative Software), que permite al usuario obtener toda la información necesaria sobre el transporte público de una gran cantidad de ciudades.

Al abrir esta aplicación en un dispositivo móvil, lo primero que se observa es un mapa en el que se muestra un icono con la posición actual del usuario, como el que se ve en la llustración. Además, en esta pantalla principal se pueden ver otros iconos como por ejemplo usuarios cercanos a la ubicación del usuario que utilizan la aplicación o las paradas más cercanas de los diferentes transportes públicos.



Figura 3.6: Pantalla de inicio aplicación Moovit



Las funcionalidades principales de esta aplicación son:

- Planificar un viaje: Obtiene el mejor trayecto en tiempo real para que el usuario se dirija desde un determinado origen hasta un determinado destino.
- Buscar horarios: Permite buscar los horarios de una línea específica. Una vez el usuario busca la línea y selecciona una parada de esa línea puede ver cuánto falta para que llegue el próximo transporte. También puede ver los siguientes horarios en los que llegarán los próximos transportes.
- Comenzar modo viaje: Ofrece un sistema de navegación para guiar al usuario desde su origen hasta un determinado destino, proporcionando al usuario: la hora a la que llegará a su destino, la hora prevista de llegada del transporte más cercano y las paradas que faltan para llegar a su destino.
- Configurar la ciudad: Permite cambiar la ciudad para que el usuario pueda ver todos los transportes públicos que hay en esa ciudad. Además, puede planificar futuras rutas, en el caso de que tenga que viajar a esa ciudad.
- Mantener informado al usuario: Ofrece un servicio de alertas en el que se informa de las incidencias de las líneas de transporte de una ciudad.
- Añadir, visualizar o eliminar líneas o trayectos a favoritos: Permite gestionar las líneas o trayectos favoritos del usuario. De este modo, el usuario puede acceder a la información completa de cada una de ellas sin necesidad de introducir las líneas o direcciones de origen y destino cada vez.
- Cambiar el idioma: Permite seleccionar un idioma entre una amplia variedad de idiomas.
- Conectar con redes sociales: El usuario puede vincular su cuenta Moovit con Facebook, Twitter y Google+. Si el usuario se conecta con alguna de estas redes sociales, puede visualizar a los amigos que utilizan la aplicación Moovit y su actividad.

#### TMB App



Figura 3.7: Logo aplicación TMB App

TMB APP es una aplicación gratuita, disponible para dispositivos Android o iPhone, que ayuda a los usuarios a moverse en transporte público por el área de Barcelona. Esta aplicación únicamente ofrece información sobre el servicio de metro y bus.

Al iniciar la aplicación, se muestra la pantalla expuesta en la Figura 3.8 en la que informan de que la aplicación permite personalizar la información de transporte del usuario si éste es usuario de JoTMBè y proporciona tres botones: uno para iniciar sesión



en JoTMBè, otro para registrarse y el último para acceder a las funcionalidades de la aplicación si no se desea registrarse en JoTMBè. Esta pantalla puede ser un problema si el usuario no está y no desea registrarse porque siempre que se inicia la aplicación aparece esta pantalla.





Figura 3.8 Pantalla ubicación TMB App

Figura 3.9 Pantalla principal TMB App

Una vez dentro de la aplicación, se permite al usuario saber dónde está, mostrándole su ubicación con un punto azul y todos los servicios de metro y autobús, que se encuentran cerca de esa ubicación, tal como se muestra en la Figura 3.9. A pesar del problema anterior, la aplicación TMB ofrece una serie de funcionalidades como, por ejemplo:

- Planificar itinerarios: Permite al usuario buscar las mejores rutas disponibles, para trasladarse desde un determinado origen hasta un destino.
- Acceder al horario del metro: Ofrece información sobre la hora de apertura y cierre del metro de cada día de la semana.
- Acceder al horario del autobús: Proporciona, para cada día de la semana, la frecuencia con la que cada línea de autobús pasará por una parada. Además, la aplicación muestra el tiempo que falta para que llegue el próximo autobús a una parada.
- Visualizar mapas y conexiones de cada una de las estaciones o paradas.
- Disponer de un servicio de alertas: Este servicio proporciona información sobre las líneas afectadas a causa de alguna incidencia. Para utilizar este servicio, el usuario deberá registrarse en JoTMBè.



#### App&Town



Figura 4.10 Logo App&Town

App&Town es una aplicación gratuita, disponible en Android o IOS, que ayuda a los usuarios a planificar sus trayectos en transporte público. Esta aplicación la pueden utilizar todo tipo de público, en especial personas con discapacidad debido a que integran una tecnología más avanzada que otras aplicaciones.

En un principio, la aplicación fue diseñada para proporcionar información de los transportes de Barcelona. Actualmente, se ha adaptado la aplicación para que funcione en Madrid, Tenerife y Victoria; y se está trabajando para que posteriormente se pueda utilizar en otras ciudades.

Al abrir la aplicación, la primera pantalla que se puede ver es una parecida a la de la Figura 3.11. En ella se muestra la ubicación del usuario con una flecha amarilla y todos los transportes públicos cercanos a esa ubicación. Además, aparecen unos puntos azules con un número en el centro. Estos puntos indican que, en las proximidades a la ubicación a esos puntos, hay tantas paradas de transporte como se indican en el centro del círculo.



Figura 3.11 Pantalla principal App&Town



Las funcionalidades principales de esta aplicación son:

- Planificar una ruta: Encuentra la ruta más rápida para ir desde un punto de origen hasta un punto de destino en transporte público o caminando.
- Acceder a los horarios: Permite visualizar los horarios de todos los días de las diferentes compañías de autobús, metro, ferrocarril, tren y tranvía, en el caso de la ciudad de Barcelona.
- Guiar rutas: Ofrece un sistema de navegación que avisa al usuario en que parada tiene que bajarse y por donde tiene que ir para llegar a su destino.
- Llamar a un taxi: Proporciona los números de teléfono de las diferentes compañías de taxi que hay en una ciudad, como por ejemplo en Barcelona el número de Ràdio Taxi 033, Ràdio Teletaxi o Teletaxi Barcelona.
- Consultar incidencias: Facilita la opción de ver las incidencias en el transporte público, reportadas por las compañías de transporte o por usuarios que utilizan esta aplicación.
- Cambiar el idioma: Ofrece la opción de seleccionar el idioma inglés, catalán o castellano según la preferencia del usuario.

#### Google Maps



Figura 3.12 Logo Google Maps

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Alphabet Inc. También existe la versión 'App' gratuita para smatphones, disponible para Android, Windows Phone y IOS (Iphone Operative Software). Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo o a pie de calle con Google Street View y la ruta entre diferentes ubicaciones con la opción de seleccionar el tipo de transporte que interesa: coche (o moto), a pie, transporte público, taxi, Uber y Cabify (servicios privados de movilidad) o en bicicleta. También se puede encontrar toda la información sobre una gran cantidad de negocios que han querido anunciarse a través de la plataforma.

Al abrir esta aplicación en un dispositivo móvil, lo primero que se observa es un mapa con un punto azul que representa la localización del usuario como se ve en la Figura 3.13. Se puede configurar el tipo de mapa en tres tipos: el predeterminado, vista satélite y mapa con relieve. También podemos configurar los detalles del mapa que queremos que se muestren: transporte público, tráfico y 'en bicicleta'.





Figura 3.13 Pantalla principal Google Maps

Las funcionalidades principales de esta aplicación son:

- Planificar una ruta en transporte propio: Evita los atascos con datos de tráfico en tiempo real, como accidentes y obras y también indica el tiempo aproximado de llegada.
- Planificar una ruta en transporte público: Coge el bus o el tren con información en tiempo real del transporte público. Incluye los horarios de todos los días de las diferentes compañías de autobús, metro, ferrocarril, tren y tranvía.
- Guiar rutas: Ofrece un sistema de navegación que avisa al usuario de la ruta que tiene que seguir.
- Localización de servicios en carretera: Encuentra sitios para hacer paradas, como gasolineras o áreas de servicio.
- Información de servicios y negocios: Ofrece toda la información que el anunciante desee: teléfono, ubicación, pequeña descripción, horario e imágenes. También incluye diferentes valoraciones realizadas por los usuarios de la app.
- Acceder al servicio de taxi o transporte privado como Uber o Cabify.
- Cambiar el idioma: Ofrece la opción de seleccionar el idioma según la preferencia del usuario.



# Otras aplicaciones

Otras aplicaciones que tienen muchas de las funcionalidades descritas en las aplicaciones analizadas anteriormente, pero que no están disponibles para la ciudad de Barcelona son:

- Free2move: Es una aplicación que permite la comparación y reserva de diferentes servicios de alquiler de bicis, carsharing y motosharing. De esta manera, el usuario puede ver el modo de transporte, entre estos 3, más cercano a su ubicación y reservar el que más le convenga por proximidad o precio.
- Offi Public Transport Buddy: Es una aplicación que está disponible, en este momento, en muchas ciudades de Europa, Estados Unidos y Australia. Algunas de sus funcionalidades son: consultar horarios de salida de un transporte, mostrar estaciones cercanas y planificar viajes.
- Transport Urban: Aplicación utilizada en varias ciudades de Rumania, que ofrece un planificador de viaje con mapas, rutas, paradas, distancias, horarios, etc.
- Transporte de Londres: Aplicación disponible únicamente en la ciudad de Londres y con la que se puede planificar viajes, consultar horarios o consultar el número de compañías de taxis.
- Red Transporte DF: Aplicación para obtener información sobre rutas, líneas, estaciones y mapas del sistema de transporte colectivo de la ciudad de México.
- **Public Transport Victoria app**: Aplicación utilizada para consultar información en la ciudad de Melbourne, Victoria, Australia.
- Bicing: Aplicación actual para el uso del servició público de uso de bicicletas 'Bicing'.



# 3.6.2 Estudio Comparativo

Una vez analizadas algunas de las aplicaciones de transportes públicos que hay en el mercado, se pueden comparar estas aplicaciones siguiendo una serie de criterios que se tendrán en cuenta a la hora de realizar este proyecto. Se desea realizar una aplicación que obtenga las mejores rutas, muestre todas las estaciones, cercanas a una ubicación, de transportes públicos existentes en una ciudad, incluidas la de alquiler de bicicletas, taxi, alquiler de vehículos con conductor y carsharing/ motosharing; y se pueda realizar el pago del servicio desde la App. Por tanto, se eligen los criterios de planificar rutas, mostrar estaciones bus/metro cercanas, mostrar estaciones de alquiler de bicicletas, mostrar paradas de taxis y pago del servicio desde la App; para comparar las aplicaciones analizadas anteriormente y ver si hay aplicaciones idénticas a la que se desea realizar. Esta comparación se muestra en la Tabla 3.3.



	Planificar rutas	Mostrar estaciones bus/metro cercanas	Mostrar estaciones bicicletas	Mostrar paradas de taxi	Servicio de Carsharing	Pago del servicio desde la App
Movió						
	<b>√</b>	<b>√</b>	X	X	X	X
TMB APP		_				
	✓	✓	X	X	X	X
Google Maps	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>✓</b>	<b>√</b>	X	X
App&Town						
	✓	✓	X	X	X	X
Free2move						
	X	X	✓	✓	✓	✓
Offi Public Transport Buddy	<b>√</b>	<b>√</b>	Х	Х	X	X
Transport Urban	<b>√</b>	<b>√</b>	Х	Х	X	X
Transporte de Londres	<b>√</b>	✓	Х	X	X	X
Red Transporte DF	✓	✓	✓	<b>√</b>	X	X
Public Transport Victoria app	<b>√</b>	✓	Х	Х	X	Х
Bicing app	<b>√</b>	Х	<b>√</b>	Х	X	X

Tabla 3.3 Comparativa de las diferentes aplicaciones de movilidad



#### 3.6.3 Conclusión

Como se puede observar en esta Tabla 3.3, no se pueden encontrar aplicaciones desde las cuales puedas realizar el pago de cualquier servicio público de movilidad, tanto con las apps de transporte que solo trabajan en el área metropolitana de Barcelona como con las apps que trabajan en otras ciudades como Londres o México DF. Hay el caso de la app Free2move que nos permite el pago desde la app pero solamente de servicios privados de carsharing y alquiler de bicis, no de los servicios de transporte público. Podemos llegar a la conclusión que la creación de una plataforma para la gestión de todos los servicios públicos y privados de movilidad del área metropolitana de Barcelona sería un gran avance a nivel mundial en el objetivo de convertir a Barcelona en una Smart City y en un ejemplo de liderazgo mundial tecnológico.

Otra observación para tener en cuenta son los tipos de transportes que ofrece cada aplicación. Muchas de las aplicaciones no muestran todos los transportes públicos que una ciudad tiene, como las estaciones de alquiler de bicicletas o las paradas de taxi. La aplicación que más se parece a lo que buscamos es Google Maps debido a que ofrece gran cantidad de información sobre servicios públicos del transporte, e incluso también nos da información sobre servicios privados como Uber o Cabify, pero como con las demás aplicaciones, no nos permite el pago del servicio desde la misma app de Google y tampoco incluye los servicios de carsharing.



#### 3.7 Definición de la Plataforma de Movilidad

# 3.7.1 Cobertura del modo de transporte

La amplitud es clave cuando se trata de la inclusión de los modos de transporte disponibles. Si un IMP desea servir como un único punto de contacto para el cliente, debe ofrecer acceso a todos los servicios de transporte disponibles.

La plataforma de Movilidad de Barcelona incluirá todos los transportes públicos que gestiona AMB, es decir:

- La red de autobuses de Barcelona
- El metro de Barcelona
- El taxi
- Bicing
- El Funicular de Montjuic
- El Teleférico de Montjuic
- El Tranvía Azul

Además, también incluirá servicios privados como:

- Uber
- Cabify
- Servicios de Carsharing disponibles en Barcelona
- Servicios de Motosharing disponibles en Barcelona

Se incluyen servicios privados dada la gran importancia de incluir todos los modos de transporte, tanto públicos como privados, para que la plataforma tenga éxito y sea una plataforma de movilidad totalmente integrada. El cliente tendrá una visión global de todas las posibilidades de transporte en el área metropolitana de Barcelona.

Toda la gestión de la Plataforma de Movilidad de Barcelona se realizará desde las oficinas de AMB, gestor público del transporte en el Área Metropolitana de Barcelona. AMB deberá asociarse con las principales empresas privadas que trabajan en Barcelona: Uber y Cabify respecto al alquiler de vehículo con conductor y las principales compañías de Carsharing y Motosharing de Barcelona como Ecooltra, Yugo o Car2go entre otras.

Ada Colau, alcaldesa de Barcelona, aprobó el 27 de febrero del 2018 la regulación para los vehículos de menos de nueve plazas en el que se especifica que solo podrá haber una licencia de alquiler de vehículo con conductor (VTC) por cada 30 de taxi. Aplicando este criterio 1/30 solo se podrían otorgar 348 licencias y actualmente hay operando 799. La plataforma otorgará una competencia leal en el sector de transporte en automóvil con conductor, donde el cliente podrá comprar precios, tiempos y rutas que ofrece cada compañía. Y el mismo sistema se aplicaría a los servicios de carsharing y motosharing, el cliente podrá comparar precios y disponibilidad y escoger la compañía que más le conviene.



Además de la gestión de la plataforma que realizará AMB, entre sus competencias actuales se incluyen:

- El transporte público urbano colectivo de viajeros en superficie, excepto el del sistema tranviario.
- Prestación de los servicios de metro y transporte público subterráneo de viajeros
- Ordenación del servicio de taxi
- Aprobación del Plan metropolitano de movilidad urbana. Definición de la red viaria básica metropolitana. Participación en la gestión del tránsito en esta red, juntamente con la Generalidad.
- Ordenación y gestión del transporte de viajeros con finalidades culturales y turísticas, por delegación de los ayuntamientos.
- Promoción del transporte sostenible
- Gestión de las rondas de Barcelona

La plataforma se encargaría de gestionar el acceso a través de la App para el posterior uso de los siguientes servicios de transporte público:

- La red ferroviaria compuesta por 305 trenes que recorren un total de 810 Km de vía y pasan por 512 estaciones ferroviarias.
- La red de autobuses compuesta por 1.060 vehículos que recorren 857 Km interurbanos y urbanos y 2.529 estaciones.
- La red de metro compuesta por 143 trenes que recorren 8 líneas diferentes sumando un total de 119 Km y 156 estaciones.
- La red de taxis que consta de 10.523 licencias, aunque solo gestionaría los taxis dados de alta en la app "my taxi".
- El Funicular de Montjuic
- El Teleférico de Montjuic
- El Tranvía Azul
- La flota de bicis "Bicing" compuesta por 6000 bicis y 420 estaciones
- La red privada de alquiler de vehículos con conductor que actualmente consta de 799 licencias (Uber y Cabify).
- La red privada de las empresas dedicadas al carsharing y motosharing de Barcelona

En resumen, en Tabla 3.4 podemos observar los diferentes modos de transporte incluidos en la plataforma y las empresas que integrarían el servicio.

Transporte Público	Alquiler de Bicis	Alquiler de vehículo con conductor	Taxi	Carsharing	Motosharing
TMB	bicing	© cabify UBER	<b>X</b> mytaxi	Bluemove carabaring drivy	mot T

Tabla 3.4 Empresas que ofrecerían cada servicio integrado en la plataforma



#### 3.7.2 Requisitos empresas privadas:

La plataforma de Movilidad de Barcelona incluirá todos los servicios de transporte público que ofrece la ciudad, pero también dispondrá de ofertas de transporte privado. Para incluir un servicio privado a la plataforma deberá ofrecer un servicio de Movilidad dentro del Área Metropolitana de Barcelona totalmente legalizado por la administración de la ciudad y ofrecer una solución que se ajuste al plan de movilidad de la ciudad. Hoy en día, Uber y Cabify son las únicas empresas privadas de alquiler de vehículo con conductor que trabajan en Barcelona, pero en un futuro, otras empresas que ofrezcan el mismo servicio también podrían integrarlo a la plataforma y el usuario podrá comparar las diferentes ofertas y escoger la que más le convenga.

Empresas de Motosharing como Muving, eCooltra, Motit o Yugo, que se dedican al alquiler de motos eléctricas por minutos en Barcelona a través de su app, o de Carsharing como Car2Go, Bluemove o Drivy, que se dedica al alquiler de coches por minutos o incluso días en Barcelona a través de su app, deben incorporarse a la selección de modos de movilidad dado su compromiso común con la ciudad de Barcelona de disminuir la cantidad de vehículos privados en el núcleo de la ciudad a través de ofrecer cómodos y económicos modos de transporte a través del vehículo compartido y así, reducir también la contaminación de Barcelona.

El carsharing ofrece la posibilidad de alquilar un coche a tiempo parcial, sin tener que comprarlo y olvidarte del aparcamiento. Este fenómeno se ha convertido en la nueva forma de tener coche en el siglo XXI, gracias a que podemos disfrutar de un vehículo solamente por el tiempo que realmente lo necesitamos. El éxito y el gran crecimiento que están teniendo las plataformas de carsharing es un hecho. Solo basta ver en las grandes ciudades la proliferación de esta nueva movilidad, que apuesta por el alquiler del coche por un tiempo limitado y que contribuye a descongestionar el tráfico. Optar por el carsharing supondría un ahorro por hora que puede llegar hasta el 75 %, respecto a tener el coche en propiedad. Y podemos decir lo mismo de los servicios de motosharing.

# 3.7.3 Cobertura del Ámbito geográfico

La extensión de la cobertura geográfica de la plataforma requiere una cobertura sólida de los ya existentes modos de transporte en el área interesada. Es decir, antes de que se amplíe el alcance geográfico, el proveedor de transporte del área interesada debe haber establecido un posicionamiento sólido. En cuanto al transporte público, como hemos visto anteriormente, el sistema de transporte del Área Metropolitana de Barcelona ya ha alcanzado el nivel requerido de infraestructura de movilidad. Sin embargo, el alcance geográfico, a su vez, impacta el alcance del cliente, más extensión de cobertura implica más potenciales clientes de la plataforma de movilidad, pero inicialmente el objetivo es centrarse única y exclusivamente en lo que es el Área metropolitana de Barcelona (Figura 3.14).



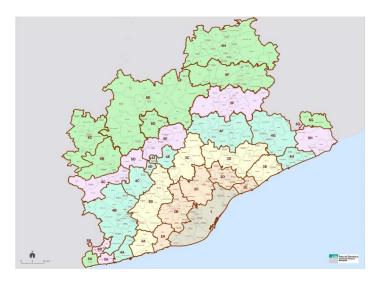


Figura 3.14 Área Metropolitana de Barcelona

El ámbito del sistema tarifario integrado de la Autoritat del Transport Metropolità comprende un total de 253 municipios, divididos en seis coronas (Figura 3.15) y diferentes sectores tarifarios. Dependiendo de la zona en la que viajes (1-6), las tarifas y el tiempo de transbordo varían.

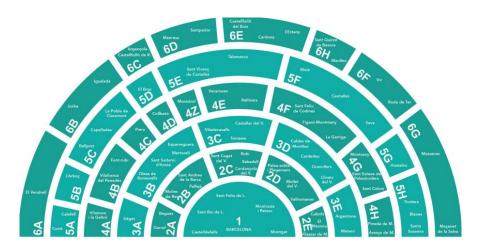


Figura 3.15 División de los diferentes sectores tarifarios

En cada viaje se pueden realizar un máximo de 4 etapas (1ª validación + 3 validaciones de transbordo) siempre que entre la primera y la última validación no se supere un determinado intervalo de tiempo que varía según el número de zonas de la tarjeta:

	1 zona	2 zonas	3 zonas	4 zonas	5 zonas	6 zonas
Tempo máximo entre 1ª y última validación	1h 15min	1h 30min	1h 45min	2h	2h 15min	2h 30min

Tabla 3.5 Tiempos máximos entre la primera y la útlima validación



Un mismo viaje no puede incluir más de una etapa en:

- Metro
- Rodalies de Catalunya
- La línea FGC Barcelona-Vallés
- La línea FGC Llobregat- Anoia
- Una misma línea de TRAM (T1, T2, T3, T4, T5, T6)
- Una misma línea de autobús (urbano, metropolitano o interurbano)

En el supuesto de que se haga algún transbordo en una misma red o servicios descritos, el sistema de validación descontará un nuevo viaje de la tarjeta.

En cuanto al transporte privado, ya tienen establecido su radio de acción, dependiendo del modo de transporte tiene un ámbito geográfico u otro. Uber, Cabify y Mytaxi trabajan en el área metropolitana de Barcelona y sus alrededores teniendo en cuenta que cuando sales del área metropolitana la tarifa aumenta considerablemente. Por otra parte, los servicios de carsharing y motosharing operan exclusivamente en el área metropolitana de Barcelona, igual que el servicio del Bicing.

Por lo que podemos acabar definiendo que el área metropolitana de Barcelona será la zona de acción de la plataforma donde se incluirán todos los servicios de movilidad disponibles en la app.

# 3.7.4 Sistema tarifario integrado

Los clientes deben poder obtener fácilmente la información de los precios de forma transparente, sin cargos adicionales ocultos, tarifas condicionales ni precios indicativos. Aparte del viaje más rápido o más ecológico, los consumidores a menudo deciden según la ruta más barata. Por lo tanto, la transparencia es un punto clave.

Respecto a servicios como el taxi, el Cabify o el Uber ya tienen su propio sistema tarifario que depende de la distancia, el tiempo, y en el caso de Uber y Cabify también de la demanda. Desde la plataforma el usuario podrá obtener información precisa del coste del trayecto, como se puede realizar en las propias apps de Mytaxi, Uber y Cabify, aunque no exacta porque hay factores variables en ruta. El pago se podrá realizar desde la misma plataforma para que el usuario no tenga que cambiar de app para seguir con el proceso.

Respecto al modo de transporte del Bicing, se mantendrá el sistema tarifario actual que es un abono anual de 47,16€ con el cual puedes realizar un numero infinito de viajes al año. El abono anual al servicio incluye los primeros 30 minutos de cada trayecto de forma gratuita. Pasado este tiempo cada franja de media hora hasta las 2h tiene un coste de 0,74 €. En el caso de sobrepasar las 2h de trayecto, se aplicará una penalización y un cargo por uso indebido de 4,49 €/h o fracción de hora. Si el cliente de la plataforma está abonado al servicio del Bicing, podrá iniciar la sesión de su cuenta de abonado desde la app y de esta manera podrá acceder desde la plataforma al acceso del Bicing.

Actualmente se accede al servicio de alquiler de bicis a través de una tarjeta con banda magnética, con la plataforma de movilidad de Barcelona se podrá seleccionar la estación más cercana a la ubicación del cliente y una vez ahí, acceder a la bicicleta con el número identificador que te indique el sistema, todo a través de la app. Si las estaciones del



Bicing cambian su tecnología de banda magnética a sistema NFC, se podrán eliminar las tarjetas actuales, dado que se podría aprovechar el procedimiento actual sustituyendo la tarjeta por el móvil sin tener que preocuparse de quedarse sin batería ya que la tecnología NFC no la requiere. En el caso de no cambiar la tecnología de las estaciones, se mantendrá el sistema de la tarjeta actual conviviendo con el sistema de acceso a través de la app.

Respecto al transporte público, ya dispone de un sistema tarifario integrado implantado en el 2001 en el que se invirtió mucho dinero y mucho tiempo para llegar a cerrar el acuerdo.

Un sistema tarifario integrado permite a un pasajero hacer un viaje que implique transferencias entre modos de transporte diferentes con un solo billete que es válido para el viaje completo. Los distintos modos de transporte combinables pueden ser, entre otros: autobuses, trenes y metros. El propósito de un sistema tarifario integrado es animar a las personas a utilizar el transporte público simplificando el cambio entre modos de transporte para aumentar la eficacia de los servicios.

La plataforma lo mantendrá e incluirá la posibilidad de comprar lo diferentes tipos de billetes que dan acceso al transporte público del Área Metropolitana de Barcelona.

	1 zona	2 zones	3 zones	4 zones	5 zones	6 zones
T-10	10,20	20,10	27,40	35,25	40,50	43,05
T-50/30	43,50				-	-
T-70/30	60,90	88,05	120,75	147,90	169,35	183,70
T-mes	54,00	72,70	102,00	124,90	143,35	153,55
T-trimestre	145,30	196,50	275,25	337,15	386,80	414,40
T-jove	105,00	142,00	199,20	244,00	280,00	300,00
T-dia	8,60	13,10	16,45	18,40	20,60	23,05

Preus en €. L'import de cada titol inclou l'IVA (10%) i l'AOV (assegurança obligatòria de viatgers).

Tabla 3.6 Precios por tipología de billete

En la Tabla 7 se pueden observar los diferentes tipos de billetes que existen actualmente con sus respectivos precios y que se podrán adquirir a través de la plataforma donde el usuario tendrá guardados todos sus billetes en un mismo dispositivo, de esta manera se evitan las pérdidas y el uso fraudulento.

Diferentes billetes que se podrán comprar a través de la app:

- Billete Sencillo : Válido por un viaje en en metro o bus. No Integrado.
- <u>T-10</u>: Permite hacer 10 desplazamientos integrados combinando, en cada uno, hasta 4 medios de transporte.
- <u>T-50/30</u>: Título unipersonal y horario. Permite hacer 50 desplazamientos integrados en cualquier medio de transporte durante 30 días consecutivos a la primera cancelación.



- <u>T-70/30</u>: Tarjeta multipersonal que permite hacer 70 desplazamientos integrados en todos los modos de transporte según las zonas a atravesar (de 1 a 6 zonas) durante 30 días consecutivos desde la primera validación.
- <u>T-MES</u>: Tarjeta unipersonal válida por hacer un número ilimitado de viajes durante 30 días consecutivos desde la primera validación, a todos los medios de transporte en una misma zona tarifaria. Para personas en situación de desempleo se aplicará una bonificación de 9,95€.
- <u>T-TRIMESTRE</u>: Tarjeta unipersonal que permite hacer un número ilimitado de desplazamientos en todos los modos de transporte segundo las zonas a atravesar (de 1 a 6 zonas) durante 90 días consecutivos desde la primera validación.
- <u>T-JOVE</u>: Tarjeta unipersonal para personas menores de 25 años, que permite hacer un número ilimitado de desplazamientos en todos los modos de transporte segundo las zonas a atravesar (de 1 a 6 zonas) durante 90 días consecutivos desde la primera validación.
- <u>T-DIA</u>: Permite hacer un número ilimitado de viajes en cualquier medio de transporte durante un día
- T-aire: La tarjeta T-aire es una tarjeta multipersonal de dos viajes integrados de 1 a 6 zonas. Su venta se activa únicamente los días de restricción de tráfico por alta contaminación en las máquinas automáticas de las estaciones ferroviarias. No es válida en las estaciones de metro Aeropuerto T1 y T2 de la línea L9 Sud. Sólo válida los días de restricción de tráfico por contaminación y hasta la finalización del servicio. El precio equivale al de 2 viajes con la tarjeta T-10 aplicando un 10% de descuento

Los títulos multipersonales se podrán compartir a través de la plataforma con los perfiles a los que el comprador del título de acceso a indicando el DNI.

Existen descuentos en los precios para las familias monoparentales o numerosas que también se aplicarían cuando se acceda a la compra de billetes a través de la app. Dado que cada usuario dispone de un perfil personal dentro de la plataforma, existirá la opción de acreditar los documentos necesarios.

Una gran ventaja de la plataforma de movilidad respecto al sistema actual es que el cliente ya no tendrá que desplazarse a la estación de metro más cercana para obtener un billete, podrá hacerlo desde cualquier lugar en cualquier momento desde su Smartphone. Otra ventaja es el hecho de que los conductores de autobús no tendrán que manejar dinero ya que la gran mayoría de pagos se realizaran desde el propio dispositivo móvil y el conductor podrá centrarse en conducir y seguir el horario establecido sin producirse retrasos, estaremos optimizando el sistema global.



#### 3.7.5 Idioma

Dado que la plataforma la utilizará tanto gente que vive en el Área Metropolitana de Barcelona como gente que viene de turismo, la aplicación debe estar disponible en diferentes idiomas. Es importante estudiar la procedencia de los turistas de la ciudad. Como podemos observar en el diagrama de Pareto mostrado en la Figura 3.16, el mayor número de turistras proviene de Francia, seguido de Reino Unido, Alemania, Italia y Estados Unidos, que entre todos cubren el 80% de los turistas que viajan a la ciudad condal. Si nos centramos en el idioma de estos países, serian: Francés, Inglés, Alemán y Italiano. Con estos cuatro idiomas el 80% de los turistas entenderían a la perfección el lenguaje de la plataforma, dado que en los países nórdicos y Holanda el inglés es una lengua muy común y en Bélgica el Alemán y el Francés, podemos incluirlos en los país cubiertos linguisticamente por la plataforma, cubriendo un 90% de los idiomas de los turistas procedentes a la ciudad.

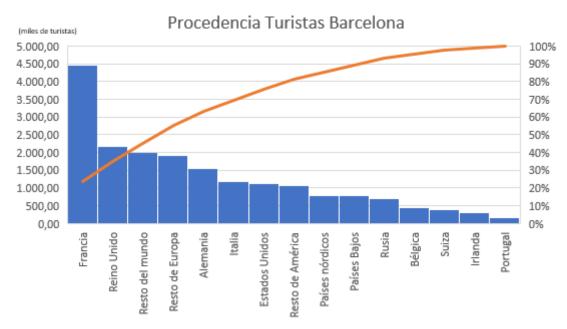


Figura 3.16 Procedencia de los turistas en el Área Metropolitana de Barcelona (IESCAT)



#### 3.8 Diseño

Una app móvil de éxito es el resultado de un diseño eficiente de Experiencia de usuario (UX) e Interfaz de usuario (UI). Hoy en día, todas las apps móviles de éxito se construyen considerando sumamente importante el diseño de UI / UX.

Las aplicaciones móviles que se diseñan sin tener en cuenta la UI / UX acaban sin atraer a los usuarios. Actualmente, junto con una apariencia atractiva y fresca, los usuarios prefieren aplicaciones rápidas y fáciles de navegar que puedan resolver sus problemas con menos interacciones y menos contacto. Antes que nada, es vital entender el concepto de diseño de UI / UX.

#### Interfaz de usuario UI:

El diseño de la interfaz de usuario de una aplicación móvil se centra en la apariencia de la aplicación. Por lo general, hace hincapié a la presentación de la aplicación. El trabajo del diseñador de interfaz de usuario es enfocarse en el diseño gráfico de una aplicación comprendiendo y considerando a los usuarios y sus necesidades.

### Experiencia de usuario UX:

En lo que se refiere a la experiencia del usuario, contiene todos los elementos de interacción entre el usuario y la aplicación. Una experiencia de usuario efectiva esta basada en aumentar la confianza y la satisfacción de los clientes con la ayuda de mejorar la facilidad de uso, la simplicidad y también la satisfacción impartida en la aplicación y la interacción del usuario.

#### El efecto de un diseño eficiente de UI / UX en el éxito de su aplicación móvil:

Para que su aplicación sea exitosa, debe proporcionar a sus usuarios finales una experiencia placentera con una interfaz de usuario atractiva. El correcto diseño de la UX para el desarrollo de una aplicación móvil es vital para crear experiencias satisfactorias y útiles. La razón principal es lograr los objetivos comerciales para construir una marca, mejorar la reputación de la marca y generar más tráfico de usuarios e ingresos. Para lograr más ganancias y que sea rentable, el diseño del UX requiere un feedback cualitativo constante para poder responder rápidamente ante problemas y estudiar vías de optimización de la aplicación.

# Diseño de la plataforma de movilidad de Barcelona:

Una vez establecidos los dos primeros pasos del diseño de una aplicación móvil: la conceptualización y la definición, el siguiente paso es el diseño de la interfaz del usuario UI y la experiencia del usuario UX. Cuando el usuario se descargue la app de la plataforma de movilidad de Barcelona, se encontrará con los siguientes pasos:

- Descarga de la App: La aplicación móvil estará disponible en diferentes plataformas de descarga de aplicaciones como por ejemplo la Appstore de Apple o Google Play de Android.
- Inicialización de la App: una vez descargada, el usuario abrirá la aplicación por primera vez y lo primero que verá en pantalla será algo parecido a la Figura 3.17.



Una vez seleccionado el idioma, se le preguntara si está en el área metropolitana de Barcelona por turismo o por otros motivos. De esta manera, podremos diferenciar los usuarios más habituales de los usuarios que están de turismo en la ciudad, datos importantes para el posterior estudio de los datos generados por la aplicación.



Figura 3.17 Pantalla inicio selección de idioma

3. Registro: El usuario deberá registrarse en la plataforma mediante su mail y la creación de una contraseña. Una vez indicado una dirección de correo que no esté registrada anteriormente en la plataforma, se le enviará un mail de confirmación desde el cual podrá activar su cuenta a través de un código que debe introducir en la plataforma, como se muestra en las Figuras 3.18.

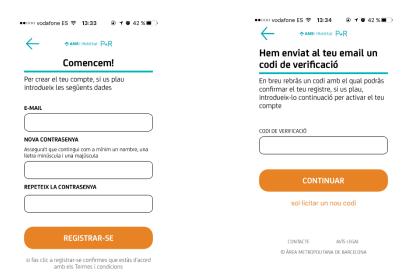


Figura 3.18 Pantallas de registro del mail y código de verificación



4. Creación del perfil: El usuario deberá crearse un perfil parecido al mostrado en la Figura 3.19. Primero indicaran su nombre y apellidos seguido de su DNI, fecha de nacimiento, género y dirección. Para los usuarios que hayan indicado que son turistas, no se les preguntara el DNI y en vez de preguntar por la dirección exacta se les pedirá el país de origen. La creación de un perfil personal es esencial para poder estudiar el comportamiento de los diferentes perfiles sociales y su comportamiento en cuanto a la movilidad dentro del área metropolitana de Barcelona.

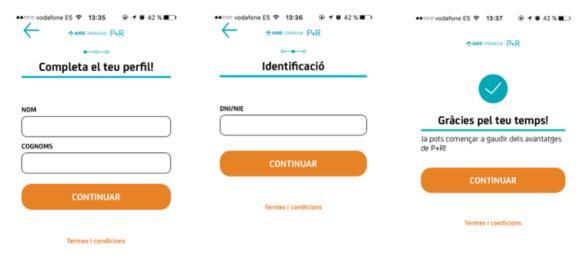


Figura 3.19 Pantallas de creación de perfil personal

Los usuarios también tienen la opción de añadir la información necesaria para acreditar descuentos especiales debidos a usuario de familia numerosa, monoparental, en paro, mayores o con discapacidad.

5. Vincular tarjeta bancaria: Una vez creado el perfil personal el usuario tendrá lo posibilidad de vincular su tarjeta bancaria para poder realizar los pagos de los servicios a través de la plataforma. El usuario observará en su dispositivo móvil la pantalla de la Figura 3.20 (izquierda) donde inicialmente no tendrá ninguna tarjeta vinculada. El usuario deberá seleccionar la opción de "Añadir nueva" y le aparecerá la opción de vincular tarjeta bancaria o cuenta Paypal como muestra la Figura 3.20 (centro). Por último, si el usuario selecciona la opción de vincular la tarjeta bancaria deberá rellenar los datos correspondientes como en la Figura 3.20 (derecha).



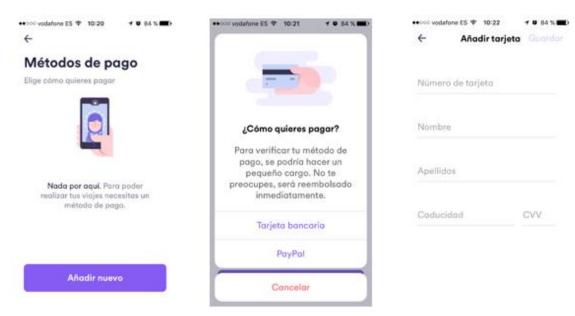


Figura 3.20 Pantallas de selección de método de pago

6. Por último, antes de poder empezar a utilizar la app y sus funciones, el usuario tiene la posibilidad de vincular sus cuentas de diferentes servicios de movilidad como puede ser el Bicing, Uber, Cabify, servicios de motosharing o servicios de carsharing como muestran la Figura 3.21.

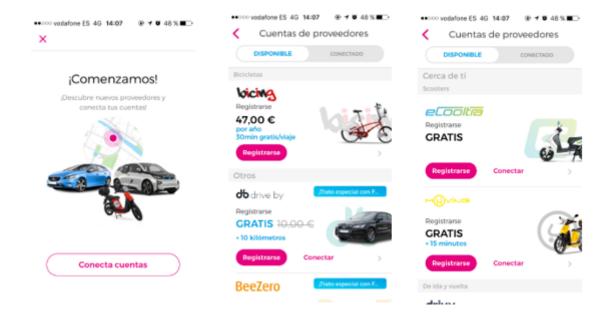


Figura 3.21 Pantalla vinculación de servicios de movilidad

Una vez completado el registro en la aplicación y la vinculación de tarjetas bancarias y servicios de movilidad, el usuario se encontrará en la pantalla de inicio (Figura 3.22). Pantalla que se mostrará a partir de ahora cada vez que se abra la aplicación.





Figura 3.22 Pantalla de inicio de la aplicación

El punto azul del centro muestra la ubicación del usuario, se pueden observar indicaciones en el mapa que corresponden a diferentes ubicaciones como museos, lugares de interés turístico, parques, restaurantes, cines, etc. que pueden ayudar a orientar al usuario en su jornada por el área metropolitana de Barcelona.

En la parte superior de la Figura 3.22 hay un campo que dice "Busca aquí" donde el usuario deberá indicar la localización de destino para poder planificar una ruta.

En la parte inferior de la Figura 3.22 se debe seleccionar el tipo de transporte que queremos utilizar. Si el usuario desea realizar un desplazamiento en un modo de transporte en concreto como podría ser el transporte público o el servicio de motosharing, debe seleccionar esa opción, si, por otra parte, el usuario desea realizar una comparativa entre los diferentes modos de transporte para posteriormente decantarse por el que más le convenga según sus preferencias, deberá seleccionar la opción de más a la izquierda que dice "Explorar".

Una vez indicada la localización de destino como en la Figura 3.23 (izquierda), el usuario deberá seleccionar la opción de "Cómo llegar" donde podrá escoger entre las diferentes rutas y modos de transporte que ofrece la plataforma como se observa en la Figura 3.23 (derecha). El usuario podrá diferenciar los diferentes modos de transporte mediante un logo que indica: coche, a pie, transporte público, bici, coche con conductor (taxi, Uber, Cabify), Carsharing y Motosharing junto con un tiempo estimado de duración de ruta indicado a la derecha de este. Al planificar la ruta, la plataforma tiene en cuenta el estado actual del tráfico de la ciudad y proporcionara una opción óptima.



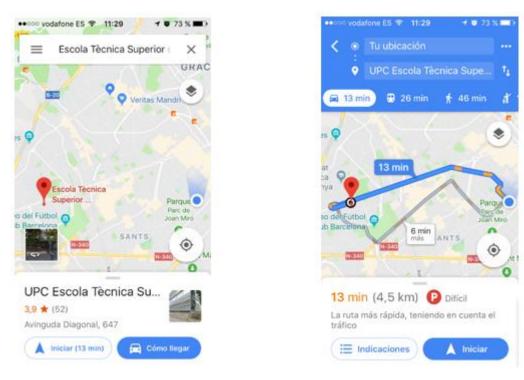


Figura 3.23 Pantalla selección de destino y de modalidad de viaje

El orden inicial, de izquierda a derecha, viene establecido por orden de tiempo en ruta, es decir, la ruta y el modo de transporte que conlleve menos tiempo será el que esté más a la izquierda en la barra de rutas disponibles y la ruta más duradera será la última de la lista. Sin embargo, el usuario puede cambiar el orden de preferencia según sus preferencias: tiempo, distancia, precio o menos emisiones de CO<sub>2</sub>.



# Selección modo de transporte:

**Coche (o moto):** Si el usuario selecciona el modo de transporte que tiene la vista frontal de un coche como logo (Figura 3.24) se le mostrara la ruta más rápida a realizar en vehículo a motor propio como puede ser un coche o una moto (Figura 3.25).



Figura 3.24 Logo ruta en coche (o moto)

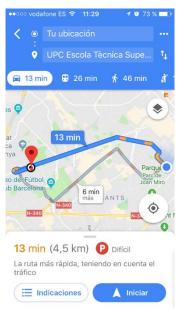


Figura 3.25 Ejemplo pantalla ruta en coche (o moto)

**Transporte público:** Si el usuario selecciona el modo de transporte que tiene la vista frontal de un tren (Figura 3.26) se le mostraran las diferentes rutas que puede seleccionar para llegar al destino. Dado que Barcelona dispone de una red de transporte público muy amplia, el usuario dispondrá de varias opciones como se muestra en la Figura 3.27 (izquierda) que combinan diferentes tipos de transporte público como es el bus, metro, Tram y ferrocarriles y también dispondrá de información de interés como por

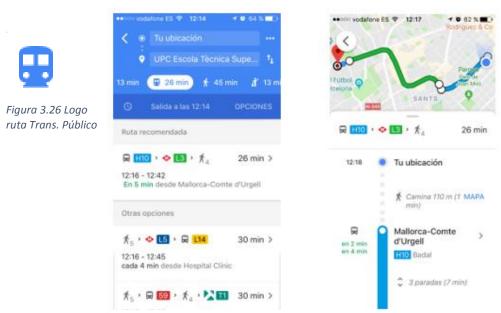


Figura 3.27 Ejemplo pantalla ruta en Trans. Público



ejemplo la disponibilidad de acceso para personas con movilidad reducida. Una vez el usuario escoja la ruta preferencial, se le indicara en el mapa junto a las indicaciones como muestra la Figura 3.27 (derecha).

Cada usuario de la plataforma de movilidad de Barcelona dispondrá de un billetero dentro de la app donde podrá guardar todos los billetes de transporte público que haya comprado (Figura 3.28). Una vez seleccionada la ruta, se le indicará la cantidad de zonas que debe cubrir su billete (Figura 3.29) y al validar el billete al acceder al transporte público se le cobrará de su billetero digital. En el caso de que el dispositivo no tenga bateria, el usuario podrá validar igualmente y se le cobrará un billete sencillo.



Figura 3.28 Pantalla billetero digital.



Figura 3.29 Pantalla indicación de número de zonas que requiere la ruta



Figura 3.30 Logo ruta en Bicing

Figura 3.32 Logo ruta en vehículo con conductor

**Bicing:** Si el usuario selecciona el modo de transporte que tiene una bicicleta como logo (Figura 3.30), se le indicaran las estaciones de Bicing más cercanas desde su ubicación como en la Figura 3.31 y una vez seleccione la estación que más le convenga podrá iniciar el servicio a través de la plataforma y tendrá indicada la ruta que debe seguir para llegar a su destino.

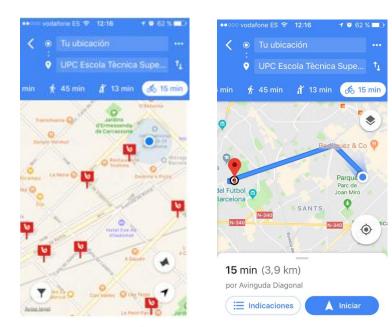


Figura 51 Ejemplo pantallas ruta en Bicing

**Coche con conductor:** Si el usuario selecciona el modo de transporte en el que hay una persona levantando la mano junto a una maleta (Figura 3.32) se le mostraran las diferentes opciones entre Mytaxi, Uber y Cabify con sus respectivos precios y tiempos de espera aproximados. De esta manera el usuario contratará el servicio que más le convenga según precio o tiempo. En la pantalla se mostrará la Figura 3.33 donde también se pueden observar los vehículos cercanos de cada servicio. Cuando el usuario haya seleccionado el servicio, se le cobrará una vez finalizado a través de la misma plataforma ya que en un principio el usuario vinculó las cuentas.

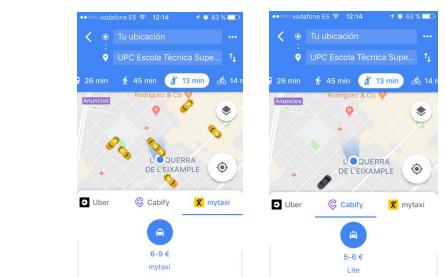


Figura 3.33 Ejemplo pantallas ruta en vehículo con conductor



Figura 3.34 Logo ruta a píe

A pie: Si el usuario selecciona el modo de transporte en el que hay una persona caminando (Figura 3.34), se le mostraran las diferentes opciones para llegar a pie a su destino (Figura 3.35 derecha). La plataforma ofrece dos configuraciones de ruta: la ruta más rápida y la ruta turística, en la que la plataforma crea una ruta desde tu ubicación al destino seleccionado pasando por los lugares de interés cultural y turístico de la ciudad que estén de camino. De esta manera los turistas podrán visitar todos los sitios emblemáticos de la ciudad sin desviarse de su itinerario.

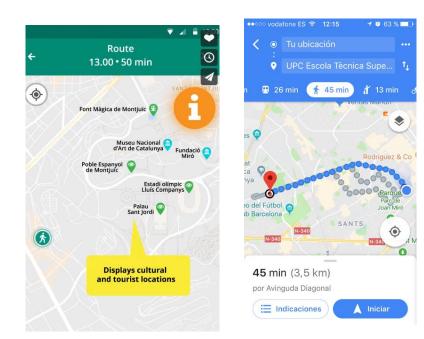


Figura 3.35 Ejemplo pantalla ruta a píe (opción turista izquierda, opción normal derecha)



#### **Cuenta personal:**

En la pantalla de inicio, el usuario tiene la opción de clicar sobre el logo de "cuenta" indicado en la Figura 3.36 donde se le mostrará el menú de la Figura 3.37. Desde este menú el usuario puede añadir más cuentas de proveedores de servicios de movilidad, cambiar datos de su perfil, gestionar sus tarjetas bancarias, gestionar sus reservas, añadir acreditaciones de descuentos, acceder a su billetero digital, consultar las reservas realizadas y acceder al servicio de atención al cliente.



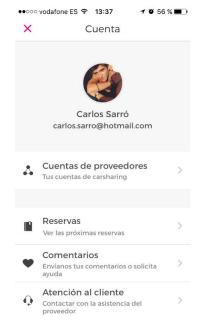


Figura 3.36 Pantalla de inicio de la plataforma

Figura 3.37 Pantalla menú cuenta

Dentro de "Reservas", el usuario podrá acceder al histórico de usos de servicios a través de la plataforma, de esta manera tendrá un control de su movilidad y podrá gestionar los aspectos económicos referentes a la movilidad. El usuario tendrá acceso a los gastos generados al moverse por el Área Metropolitana de Barcelona durante un tiempo determinado, de esta manera puede tomar mejores decisiones respecto a su movilidad y le puede ayudar en la elección de futuros modos de movilidad, como por ejemplo, saber si le sale a cuenta dejar de lado el uso del coche propio para moverse por la ciudad y únicamente utilizar la plataforma de movilidad, dado que se ahorraría aspectos como reparaciones, seguros, inspecciones, etc.

# Servicio de Atención al Cliente personalizado:

La plataforma contará con un gran servicio de Atención al Cliente (AC) debido a que cada cliente tiene un perfil propio y se le puede hacer un seguimiento exhaustivo para solucionar los problemas. El servicio de AC tendrá acceso a mucha información como por ejemplo problemas anteriores que ha sufrido el usuario, si el usuario está haciendo un uso correcto de la plataforma, identificar donde ha sucedido la incidencia, etc. Cuanta más información tenga dicho servicio, más fácil es encontrar el foco del problema y proporcionar la solución óptima. La pérdida de billetes de transporte público ya no será un problema debido a que el servicio de AC podrá bloquear los billetes digitales de un móvil perdido o robado.



# 4. Tratamiento de los datos obtenidos a través de la Plataforma

La plataforma de movilidad de Barcelona generará una cantidad enorme de datos que serán de gran beneficio. Por una parte, hay los datos de localización, Barcelona será capaz de saber la localización exacta de los usuarios que tengan descargada la app y podrá estudiar el comportamiento de la sociedad para una posterior toma de decisiones más óptima. A parte de la localización, la plataforma también nos dará toda la información relacionada con los modos de transporte, es decir, a qué hora la gente coge más taxis en una zona determinada, porqué en un barrio cogen más el bus y en otro cogen más el metro, porqué el Bicing tiene más éxito en los barrios más cercanos a la costa que los barrios más cercanos a Collserola, son algunos ejemplos de cuestiones que podrían encontrar respuesta con la plataforma. Empezaremos analizando la importancia de los datos asociados a la geolocalización, y seguidamente analizaremos los datos asociados al modo de transporte.

# 4.1 Location Intelligence

Hay un tipo de datos que, especialmente, pueden ser aplicados al Business Intelligence de las compañías para su propio beneficio, previo proceso de estudio analítico: **los datos de localización,** conocidos como Location Intelligence en el mundo empresarial-tecnológico de hoy en día.

Actualmente, si las empresas tienen la capacidad de detectar y mostrar la localización asociada a ciertas partes de información pueden tomar decisiones estratégicas asociadas al negocio de una forma más fundamentada, e incrementar así las posibilidades de obtener resultados positivos.

Cuestiones como, por ejemplo:

- -Dónde ubicar un nuevo negocio? Identificando la geolocalización de un target determinado.
- -Dónde se da el clima más propicio para un nuevo proyecto o saber si un área es suficientemente segura para montar un establecimiento? Gestionando el riesgo mediante la identificación de amenazas de inundaciones, la delincuencia e incendios.

Son ejemplos de a qué puede contribuir un correcto análisis de los datos geoespaciales.

La visualización geográfica de los datos les sirve a los analistas para dar respuesta a este tipo de preguntas. Y para poder dar una buena interpretación y obtener valiosos *insights* ya existen algunas potentes herramientas en el mercado.

Softwares especializados que muestran de forma muy visual y sencilla los datos de un campo concreto en relación con el territorio. Sofisticadas aplicaciones de mapping que, en combinación con otros más populares como Google Maps, han estimulado el uso de la información geográfica para distintos fines, como el Business Intelligence.

La realidad es que la información geolocalizada es útil para cualquier tipo de empresa ya que refleja los datos de forma dinámica y los expone de un modo tangible que facilita su comprensión y optimiza las actuaciones posteriores como la toma de decisiones empresariales o las estrategias de mercado. Quizás quienes hasta ahora han sacado más partido han sido las empresas con una clara tendencia tecnológica por estar



familiarizadas con mecanismos y materiales de trabajo poco convencionales como la inteligencia artificial o la geolocalización.

Los datos de localización para su posterior análisis se utilizan de maneras muy diversas dependiendo de la empresa. Para Google, por ejemplo, se pueden elaborar mapas que muestran qué términos son tendencia en diferentes localizaciones a nivel mundial. Para el banco BBVA, por ejemplo, se pueden mostrar en qué parte de las ciudades se realizan las transacciones de tarjetas de crédito y así poder identificar las tendencias de consumo.

El 70% de las empresas de telecomunicaciones consideran que el Location Intelligence es fundamental para su éxito. Dada la distribución geográfica de sus modelos comerciales, las compañías de telecomunicaciones dominan todas las demás industrias en la adopción del Location Intelligence. El gobierno estatal y local, los servicios y seguros financieros, y el comercio minorista y mayorista son las principales industrias que actualmente utilizan el Location Intelligence, al que podría sumarse el gobierno de la ciudad de Barcelona con este proyecto.

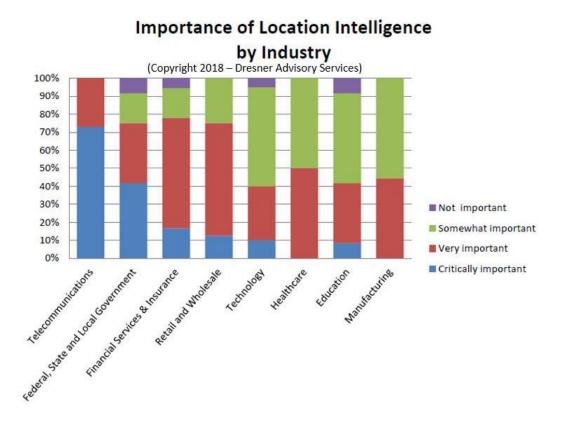


Figura 4.1 Gráfico importancia del Location Intelligence según sector

El 66% de las empresas clasifica la Location Intelligence como crítica o muy importante para las estrategias de crecimiento de los ingresos. Y I + D, ventas y marketing otorgan la mayor importancia a la inteligencia de localización en 2018 según un estudio de la revista Forbes realizado por el Dr. Louis Colombus. Esto significa que los datos de geolocalización son muy importantes para el aumento de los beneficios de una empresa y la ciudad de Barcelona dispondría de estos datos sin tener la necesidad de pagar grandes cantidades de dinero a otra empresa que facilite esta información, es más, Barcelona podría decidir con quien y cuando compartir esta información dependiendo de sus intereses para el desarrollo óptimo de la ciudad.



### 4.1.1 La Tecnología

Cuando se lanzó el primer iPhone, y su integración con sistemas GPS, millones de dispositivos empezaron a generar datos de localización prácticamente en tiempo real. Estos datos son acumulados y multitud de empresas están haciendo uso de ellos para mejorar sus productos y servicios.

A la hora de generar esta cantidad gigante de datos la tecnología juega un papel fundamental. Lejos quedan los datos generados de forma manual y almacenados en registros físicos. Hoy en día las tecnologías como los GPS, receptores Bluetooth o antenas telefónicas y WiFi son capaces de generar toda esta información de manera automática, mientras que los sistemas de almacenamiento en la nube y las infraestructuras de Big Data de las empresas se encargan de almacenar y procesarla, como sería el caso de la Plataforma de Movilidad de Barcelona

Las tecnologías implicadas son:

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global): La precisión del GPS, con algunos metros de margen y supeditada a la conexión con los satélites, es ideal para obtener la ubicación de un dispositivo en espacios abiertos.
- Antenas Telefónicas: Sería la alternativa a los sistemas GPS. Si un dispositivo móvil no tiene activado el GPS, las antenas telefónicas pueden triangular su posición. Es mucho menos preciso, pero permite acotar la zona en la que se encuentra el dispositivo.
- Antenas Wi-Fi: Si queremos obtener datos de posicion en localizaciones interiores tenemos que recurrir a otro tipo de señales. Los dispositivos con el receptor Wi-Fi activado son fácilmente captados por las antenas Wi-Fi que ofrecen señal. No es necesario estar conectado a dicha red, el mero hecho de que un smartphone busque señal Wi-Fi es capaz de delatarlo.
- Receptores Bluetooth (Beacons): Son la alternativa a las antenas Wi-Fi. Con una precisión de apenas un par de metros, requieren del uso del Bluetooth del dispositivo. Su utilización está muy extendida en el sector retail.

#### 4.1.2 Los Datos

A la hora generar información podemos hacer uso de diferentes tipos de datos, de diferentes fuentes y con diferentes características capaces de enriquecer nuestros análisis.

En función de la propiedad de los datos, podemos diferenciar entre:

- Datos de primera parte: Son aquellos datos que son de nuestra propiedad. Datos generados por nuestros clientes, nuestros empleados o nuestros productos. Poniendo ejemplos prácticos. Los datos de primera parte de Uber podrían incluir datos de rutas tanto de sus clientes como de sus conductores, mientras que los de BBVA pueden incluir la ubicación de las compras con tarjeta de sus clientes.
- Datos de terceros: Los llamados Data Partners. Son empresas que, debido a su naturaleza, generan una gran cantidad de datos de un valor muy elevado para otras empresas. Por ejemplo, los bancos ¿A qué comercio no le gustaría saber



en qué área vende más tu competencia? ¿A qué anunciante no le gustaría saber a qué hora del día y en qué zona de la ciudad hay más concentración de personas realizando compras? Estos datos **pueden venderse o llegarse a acuerdos para su cesión**, siempre de manera anónima y agregada.

Datos públicos: Son datos de dominio público, a los que cualquiera puede acceder de manera sencilla y generalmente gratuita (o a un muy bajo precio). Sirven para dar contexto y generalmente son generados por empresas públicas. Los datos pueden comprender información meteorológica por zona, ruta de transporte público, datos censales, demográficos, catastros, etc. Algunos de estos datos generalmente no se actualizan de manera frecuente, lo que limita sus usos en algunos análisis.

#### 4.1.3 Las Herramientas

Como en cualquier tipo de análisis, las herramientas juegan un papel fundamental, sobre todo cuando hay visualización de datos de por medio. En el caso de la Location Intelligence son varios el tipo de herramientas que podemos utilizar.

Podemos optar por opciones más enfocadas en visualizar los datos de una manera interactiva que permita descubrir nuevos insights sobre la marcha. Un buen ejemplo sería **Tableau**, herramienta de Business Intelligence muy enfocada en la visualización mediante cuadros de mando interactivos que ofrecen la posibilidad de filtrar y diseccionar los datos a nuestro antojo. En estos casos la información es tratada previamente en alguna herramienta de análisis, lo que requiere más pasos y planificación. Otra de las herramientas más conocidas dentro de este espectro sería **Qlikview**.

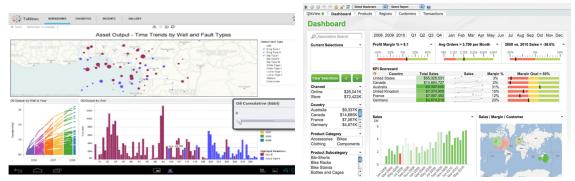


Figura 4.2 Software Tableau (izquierda), Software Qlickview (derecha)

También existen herramientas puras de análisis, más orientadas a realizar un tratamiento avanzado de los datos. Estas herramientas cuentan con sus propias funciones de visualización, algo más rudimentarias de base pero con mucho potencial si se hace un buen uso de ellas. Será el caso de herramientas como R o Python, más orientadas a realizar análisis estadísticos o modelos matemáticos. En este caso, estas dos herramientas ofrecen la gran ventaja de ser gratuitas, con la ventaja que eso supone en proyectos de bajo presupuesto.

Por último, existen herramientas que han nacido con el único fin de poder hacer Location Intelligence a un alto nivel. Es el caso de Carto, startup española, con sede en Madrid,



orientada al 100% en ofrecer una herramienta de Location Intelligence. Este tipo de herramientas cuentan con lo mejor de las herramientas de visualización y de análisis de datos. Capaces de realizar análisis complejos y de adaptarse a las necesidades de cada proyecto, cuentan con un motor de visualización específicamente orientado a la visualización de datos geoespaciales, con una fuerte base de cartografía. Otras herramientas de Location Intelligence similares a Carto serían **Mapbox** o **Maptitude**.

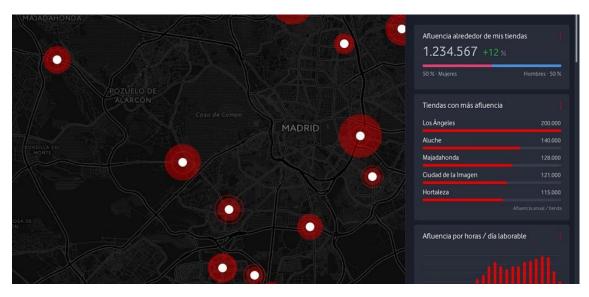


Figura 6 Software Carto

#### 4.1.4 Aplicaciones del Location Intelligence

En concreto, estas son algunas de las aplicaciones de la llamada inteligencia de localización para las empresas:

- Análisis de viaje: comprender cuánta gente viaja entre dos lugares y en qué medio de transporte.
- Respuesta a accidentes y desastres naturales: sepa cuántas personas viven en áreas impactadas o si estuvieron involucradas en un accidente y cómo se mueven antes, durante y después de un evento.
- Información sobre personas y lugares: conocer los datos demográficos, las tendencias de la población y la necesidad de cambios en la infraestructura de cada barrio.
- Gestión de grandes masas: la geolocalización de grandes masas de gente después de un gran evento puede ayudar a las autoridades a gestionar de forma óptima la movilización y la seguridad de estas.
- **Tiempo real**: Muchas herramientas permiten la integración de datos de distintas fuentes que se actualizan en tiempo real. Se dispone de información en tiempo



real de la localización de los usuarios para una toma de decisiones también en tiempo real.

- Visualización de alto impacto: El desarrollo de las herramientas de mapping permite mostrar los datos de una manera altamente visual e impactante, así como relevante, pues aparecen asociados a un territorio y son más fáciles de interpretar.
- Análisis de las relaciones espaciales: ¿Qué calle es más transitada a según qué hora del día? ¿Qué punto del barrio está más equidistante de los proveedores que necesita mi negocio? Los mapas con datos localizados muestran las relaciones espaciales entre las personas, los servicios y otros inputs relacionados con la actividad humana y la economía de una zona.
- Asociaciones espaciales: En relación con lo anterior, algunas herramientas de geolocalización de datos permiten asociar mediante líneas y figuras geométricas distintas capas de información que muestran información relevante para nuestro negocio y contextualizan el entorno.
- Integraciones con otras tecnologías: Como por ejemplo con aplicaciones de realidad aumentada, cuya integración con plataformas de análisis de datos geolocalizados puede permitir mostrar a tiempo real objetos asociados a información relevante.

Por tanto, la capacidad de las empresas, tanto públicas como privadas, de procesar y analizar los datos geolocalizados puede suponerles una importante ventaja competitiva si aplican los insights obtenidos al Business Intelligence.

### 4.1.5 Aplicaciones del Location Intelligence en la movilidad.

En lo que corresponde a la movilidad, hay varias maneras de utilizar el Location Intelligence:

- Información en tiempo real del estado del tráfico en Barcelona.
- Creación de nuevas rutas de transporte público y optimización de las ya existentes mediante la geolocalización de los usuarios donde podremos identificar las zonas más precarias respecto al transporte público y mejorar su situación.
- Conocer el número de pasajeros en tiempo real que ocupa un vehículo del sistema de transporte público para evitar la congestión de pasajeros.
- Cambios temporales en las rutas de transporte público basados en la información en tiempo real de accidentes, obras e imprevistos de tráfico de la ciudad.



- Gestión de los vehículos prioritarios (tanto buses como ambulancias, bomberos, policía...) facilitando su movilidad interurbana mediante su localización y la sincronización de los semáforos.
- Diagnóstico de los vehículos de transporte para su eficiencia respecto al combustible y poder garantizar la correcta aplicación de iniciativas ecológicas.
- Análisis de viaje, comprender cuánta gente viaja entre dos lugares y en qué medio de transporte.
- Predicción de la demanda del transporte público para la correcta definición de las estrategias de movilidad de Barcelona.
- Predicción de la demanda de transporte de alquiler de vehículo con conductor, taxi, Bicing, Motosharing y Carsharing para la correcta gestión de losproveedores de los servicios.
- Mejora de la accesibilidad al servicio de atención al cliente a través de la plataforma.
- Posibilidad de obtener más Feedback de los clientes del transporte público que con el sistema actual.
- Existencia de un perfil personal del cliente que permite ofrecer ofertas personalizadas.
- El cliente puede tener un control total de sus gastos relacionados con la movilidad y puede predecir sus gastos mensuales.
- Dinamización del sistema de pago, el cliente ya no tendrá que desplazarse a una estación de metro a comprar un billete como la T10, podrá hacerlo en cualquier momento desde cualquier sitio desde su dispositivo móvil.
- Optimización del sistema global actual de transporte en Barcelona, aumento de la productividad, reducción de costes globales y aumento de las ventas.

### 4.2 Datos sobre los modos de transporte

La plataforma de Movilidad de Barcelona también nos ofrecerá mucha información sobre que modos de transporte se utilizan más en la ciudad, en que momento, en qué lugar, por qué perfiles de personas, preferencias a la hora de escoger modo: precio, distancia o contaminación, etc. todos estos datos junto con las herramientas de análisis correspondientes nos permitirá obtener información de gran valor que tanto el sector del transporte público como el sector del transporte privado podrán utilizar para mejorar su sistema.



# 5. Proyectos de Futuro

Una vez diseñada la plataforma, desarrollada y puesta en funcionamiento con su respectivo Back Office en activo. Se estudiaría si el resultado final es el esperado en cuanto al correcto funcionamiento de la operativa y si la plataforma ha tenido buena aceptación entre los ciudadanos.

Si se cumplen estos dos requisitos podríamos pasar a la fase de expansión donde el objetivo principal seria atraer a más usuarios para que puedan disfrutar del servicio de MaaS (Mobility as a Service) y podamos obtener sus perfiles y datos de movilidad para poder realizar estudios más amplios. Entre las principales ideas de acción encontramos:

- Añadir parkings del Área Metropolitana de Barcelona: Se incluiría la opción de que se indiquen la localización de los parkings de pago y públicos existentes dentro de la ciudad para que los usuarios que utilizan el vehículo propio también utilicen la plataforma y el rango de usuarios se amplíe.
- **Añadir empresas de autocares**: Se incluiría el servicio de transporte en autocar privado para que el usuario pueda acceder a este servicio a través de la plataforma para organizar excursiones o mover grandes masas de gente.
- Añadir empresas de alquiler de vehículos de larga duración: se incluirían los servicios de alquiler de vehículos de larga duración para que el usuario pueda acceder a este servicio a través de la plataforma si tiene la necesidad de salir de la ciudad y no tiene vehículo propio

Es importante destacar que si se llevan a cabo los dos últimos puntos, el usuario podría operar fuera del Área Metropolitana de Barcelona. Uno de los puntos clave para atraer a más usuarios hacia el uso de la plataforma es la expansión de la cobertura geográfica.

- Sistema de Puntos: Para incentivar el uso de la plataforma, se podría crear un sistema de puntos monitorizado por la plataforma, en el que el usuario puede obtener puntos por utilizar la opción más respetuosa con el medio ambiente, es decir, el usuario sumará puntos por cada viaje que haga en transporte público o en vehículo eléctrico dentro de los servicios incluidos en la plataforma. Y esos puntos se podrán canjear por billetes de transporte público o por servicios de movilidad de emisión cero para que al usuario le salga gratis el servicio. Sería una manera de incentivar a los usuarios a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y contribuir al objetivo común de que Barcelona sea una ciudad limpia, libre de polución y segura en lo que se refiere a la salud de sus ciudadanos.

Dentro del sistema de puntos, se podría estudiar incluir un plan parecido al Plan de ayudas PIVE en el que el estado otorgaba una subvención a las personas que compren un vehículo nuevo y entregasen su vehículo si tenía más de diez años. El plan consistiría en que el usuario entregase su vehículo si tiene más de diez años y circula dentro del Área Metropolitana de Barcelona y se le agregasen una gran cantidad de puntos en relación con los años de vida que le quedan al vehículo. De esta manera se evitan todas las emisiones que hubiese provocado ese vehicula en la ciudad y el usuario puede seguir moviéndose por la ciudad de una manera más respetuosa con el medio ambiente. Este plan requeriría un gran estudio sobre la relación entre los vehículos entregados por el ciudadano y los puntos que se le entregarían, de manera que el usuario pueda estar una temporada disfrutando del servicio de movilidad de manera gratuita y sea rentable para la plataforma y el ecosistema de la ciudad.



# 6. Áreas de impacto

Entre las diferentes áreas de impacto se encuentran: **impactos ambientales, impactos económicos** e **impactos sociales.** 

Según ISO 14001: 2004, los **impactos ambientales** se describen como "cualquier cambio en el ambiente, ya sea adverso o beneficioso, total o parcial". Se pueden incluir las actividades de una organización o sus productos o servicios que pueden interactuar con el 'medio ambiente', es decir el entorno en el que opera la organización, incluyendo aire, agua, tierra, recursos, flora, fauna, humanos, así como la interacción entre estos.

Una forma de definir los **impactos económicos** es en términos de "efectos sobre el nivel de actividad en un área determinada "(Weisbrod & Weisbrod, 1997). Estos pueden incluir la producción comercial o volumen de ventas, ingresos personales o empleos (ibid.). Sin embargo, los impactos sociales pueden incluir la valoración de los cambios en los factores de calidad de vida (como salud, seguridad, recreación, calidad del aire o ruido) que puede valorarse en términos económicos también.

Los **impactos sociales** se han definido como los efectos que caracterizan e influyen en el bienestar social y económico de la comunidad (Canter et al.1985). Otra y más reciente definición sugiere que los impactos sociales se refieren a cambios que podría, positiva o negativamente, influir en las preferencias, el bienestar, el comportamiento o la percepción de individuos, grupos y sociedad en general en el futuro "(Geurs et al., 2009, p.71). Impactos sociales puede derivarse de la provisión de transporte (por ejemplo, infraestructura, vehículos, instalaciones, etc.) y de la experiencia del usuario (por ejemplo, la experiencia de viajar) (Markovich y Lucas, 2011).

Impacto	Descripción	Área de	Impacto de la plataforma
impacto	Descripcion	impacto	
Calidad del aire	Polución en forma de gas y partículas que afectan a la calidad del aire	Impacto ambiental Impacto social	La plataforma incluye y fomenta los servicios de movilidad que utilizan vehículos eléctricos que no emiten partículas contaminantes.
Contaminación acústica	Está directamente asociada con la privación del sueño y la presión alta en sangre, es decir, con la calidad de vida	Impacto ambiental Impacto social	La plataforma incluye y fomenta los servicios de movilidad que utilizan vehículos eléctricos que su contaminación acústica es prácticamente nula.
Congestión	Se refiere a la contaminación derivada de la congestión, el tiempo de viaje, el estrés	Impacto ambiental	La plataforma permite comparar al usuario una gran cantidad de rutas alternativas con varios modos de transporte donde puede escoger la más rápida teniendo en cuenta la congestión de tráfico



que puede provocar o la falta de puntualidad  Reducción de Emisiones   Se refiere a los derivados   Impacto ambiental   Aumento de la eficiencia y reducción en el uso de coche	
falta de puntualidad  Reducción de Se refiere a Impacto Aumento de la eficiencia y	
puntualidad  Reducción de Se refiere a Impacto Aumento de la eficiencia y	
Reducción de Se refiere a Impacto Aumento de la eficiencia y	
TEMPSIONES FIOS DELIVADOS FAMIDIENTAL FREQUECTOR EN EL USO DE COCNE	
del uso privado que resulta en reducción	1
masivo del de emisiones contaminantes.	
coche de	
motor Diesel o	
gasolina.	
Eficiencia Uso eficiente Impacto Por medio de la plataforma se	
de los ambiental puede calcular la demanda para	l
recursos Impacto un servicio más eficiente.	
disponibles/ económico red de	
transporte	
Uso energético   Aumento de la   Impacto   Por medio de la plataforma se	
eficiencia en ambiental puede calcular la demanda para	į
cuanto a un servicio más eficiente en cua	
reducción de al uso de los servicios que deriv	а
la energía en reducción de energía	
utilizada en el consumida	
transporte	
Tiempo de Reducción de Impacto La plataforma ofrece la solución	
viaje tiempo para ir ambiental más rápida para ir de A a B	
de A a B Impacto seleccionando el modo de viaje económico más conveniente	
Uso del Se refiere al Impacto El uso masivo de la plataforma	
espacio uso del social permitiría reducir el número de	
espacio Impacto coche que circulan diariamente	por
disponible ambiental la ciudad	1
existente de la   Impacto	
ciudad económico	
Infraestructura         Un sistema         Impacto         El estudio de la demanda permit	irá
multimodal de social crear nuevas paradas de	
transporte Impacto transporte público y ubicación de	Э
requiere un ambiental material de transporte en los puntos más adecuados.	
puntos de puntos mas adecuados.	
intercambio	
entre los	
diferentes	
modos	
Accesibilidad Se refiere al Impacto La plataforma estará operativa la	
nivel de social 24 horas los 365 días al año. La	
servicio personas con movilidad reducida	
ofrecido en sabrán mediante la plataforma s términos de tienen acceso a un modo de	-I
términos de la tienen acceso a un modo de la transporte en concreto. Pago de	
operación, los servicios desde el dispositivo	
tiempo de móvil.	•
viaje, costes y	
confort	



0-11-1-1	1/-1	lara a . t	Landatataman (a.e. 26 d. 2)
Calidad de viaje	Valor intrínseco del viaje; confort,	Impacto social	La plataforma te permite elegir el modo de viaje que más agrade al usuario y dispone de atención al
	disfrute del viaje, confianza		cliente en casa de problema.
Modos de viaje	Se refiere a la posibilidad de escoger entre diferentes modos de viajes	Impacto ambiental Impacto social	La plataforma te permite elegir el entre varios modos de viaje para que el usuario los compare según sus preferencias.
División del	La división	Impacto	El usuario al tener tantos modos
uso de los	entre coche	social	de transporte que escoger se
diferentes	privado/	Impacto	repartirá de una manera más
modos de viaje	transporte	económico	homogénea el uso de los
	público / bicicleta /		diferentes modos.
	caminar/ moto		
	/ etc.		
Coste de viaje/	Se refiere a	Impacto	Mediante la plataforma, el usuario
Ahorro	los costes de	económico	puede tener un control exhaustivo
	viaje a los que		de los gastos derivados por
	se enfrentan		movilidad en el menú "Reservas".
Inclusión	los usuarios.	lmon a ata	
social	La falta de transporte es	Impacto social	A través de la plataforma todo el mundo que tenga un dispositivo
Social	un factor que	Social	móvil tiene acceso a los diferentes
	contribuye a la		modos de transporte que ofrece,
	exclusión		sin necesidad de tener vehículo
	social		propio.
Seguridad	Bajas y	Impacto	La reducción del uso de vehículo
	lesiones	social	propio puede reducir el número de
	debidas al tráfico		accidentes de tráfico en la ciudad.
Salud Pública	La salud está	Impacto	La reducción de emisiones de
	influenciada	social	gases contaminantes, ruidos, uso
	por la	Impacto	de las bicicletas, etc. resultan en
	accesibilidad,	ambiental	mayor nivel de salud pública
	la calidad del		
	aire, el ruido, la actividad		
	física, etc.		
Ingresos	Se refiere a la	Impacto	El pagó mediante el dispositivo
comerciales	generación de	económico	móvil desde una misma plataforma
	ingresos		para los diferentes modos de viaje
	referentes a		agiliza las ventas y amplia el
	los negocios		mercado considerablemente.
	que ofrecen movilidad		
Empleo	Generación de	Impacto	La plataforma requiere un equipo
	empleo	económico	de Back Office para atención al
		Impacto	cliente, un grupo encargado de
		social	gestionar el sistema y un grupo de



			análisis de datos ofrecidos por la plataforma.
Modelo de negocio	Se refiere a la creación de nuevos modelos de negocios	Impacto económico	La plataforma tendrá acceso a la demanda en tiempo real que puede cambiar el sistema de transporte público y de otros negocios basados en el transporte de personas.
Uso de las nuevas tecnologías	Se refiere al uso de las últimas tecnologías digitales.	Impacto social Impacto económico	La plataforma se basa en un sistema que opera desde la nube, donde se registran todos los datos y se analizan mediante tecnologías como el Business Intelligence y el Location Intelligence.

Tabla 6.1 Impacto de la plataforma en diferentes áreas



## 7. Presupuesto

La plataforma de movilidad de Barcelona es un proyecto en el que participarían muchas partes diferentes, desde los departamentos gubernamentales de movilidad de la ciudad, hasta empresas privadas que ofrecen sus propios servicios, tanto de movilidad como de programación de aplicaciones o gestión de pagos vía internet. Por este motivo, es realmente difícil calcular el presupuesto exacto de este proyecto.

Sin embargo, se puede calcular un precio aproximado mediante la realización de una lista de las diferentes partes que formarían el presupuesto final del proyecto:

	Desarrollo (€)	Operativa
		anual (€)
Desarrollo de la Plataforma digital		
-Programación	120.000	
-Mantenimiento correctivo		60.000
Nuevo sistema de validación		
-Adquisición e instalación del hardware y sistemas	50.000.000	
-Mantenimiento correctivo		300.000
Back Office		
-Gestión de los centros de AC y de información del sistema		280.000
-Gestión de los nuevos canales de venta		60.000
-Gestión de los centros de análisis de datos y Business Intelligence		105.000
-Gestión de la inserción de publicidad en la plataforma		60.000
-Gestión del centro de seguridad de los datos generados por la plataforma		90.000
<ul> <li>Gestión del centro de escalabilidad funcional de la plataforma</li> </ul>		60.000
-Licencia Software Análisis de datos y Business Intelligence		30.000
Campaña de comunicación		
-Campaña informativa de la creación de la Plataforma / Sist. validación	40.000	
TOTAL		51.205.000€

El alcance tecnológico de este proyecto supone la adaptación de la maquinaria y sistema de la ATM de Barcelona y de las 74 empresas de transporte público que prestan el servicio de transporte público integrado en el área de Barcelona; y supondrá el equipamiento de 326 estaciones, 2.573 autobuses, 7.846 validadoras y 1.338 máquinas de venta automática de donde procede el mayor gasto económico de 50.000.000€.

El proceso de financiación debería adjudicarse mediante un concurso público con un pliego de condiciones donde diferentes grupos empresariales presenten su candidatura. La Generalitat sería la encargada de valorar cuantitativamente el contrato y adjudicarlo al candidato ganador.



# 8. Planificación del proyecto

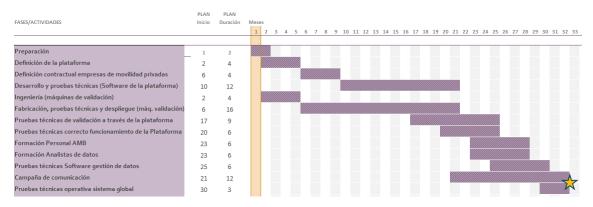


Figura 8.1 Diagrama de GANTT del proyecto

El proyecto tendrá una duración de **32 meses** desde que se inicia el proyecto hasta que se pone en funcionamiento el servicio.

Entre las actividades a realizar se encuentran:

- Preparación
- Definición de la plataforma
- Definición contractual de empresas de movilidad privadas
- Ingeniería de las máquinas de validación
- Desarrollo y pruebas técnicas del Software de la plataforma
- Fabricación, pruebas técnicas y despliegue de las máquinas de validación
- Pruebas técnicas de validación a través de la plataforma
- Pruebas técnicas del correcto funcionamiento de todas las funciones de la plataforma
- Formación personal de AMB
- Formación analistas de datos
- Pruebas técnicas del Software de gestión de datos
- Campaña de comunicación
- Pruebas técnicas operativa sistema global



### 9. Conclusiones

Las grandes ciudades cada vez requieren más soluciones que contribuyan a una gestión eficiente real y que aporte valor al ciudadano como es el concepto de *Smart City*.

Una ciudad es una *Smart City* cuando activamente se trabaja en solucionar las dificultades a las que se pueda enfrentar el ciudadano en sentido amplio, desde la contaminación, hasta la gestión del tráfico o de la red de energía a través de la implantación de sistemas digitales.

Esta eficiencia de las ciudades inteligentes se traduce en beneficios más específicos, como el ahorro de energía, la reducción del impacto medioambiental y una mayor conectividad.

Barcelona trabaja para acercarse diariamente un poco más al concepto de Smart City y está apostando por proyectos innovadores que utilicen las nuevas tecnologías.

El sistema de gestión de movilidad de una ciudad puede beneficiarse ampliamente de las nuevas tecnologías para que su gestión sea más eficiente y en tiempo real.

Los ecosistemas basados en la nube permiten capacidades e innovaciones adicionales a un costo menor que los sistemas basados en la integración de una gran cantidad de hardware.

En muchos casos de optimización de sistemas, la combinación de hardware más moderno con hardware más antiguo puede crear problemas y evita el avance a gran velocidad en la mejora del sistema.

Las plataformas integradas de movilidad son una solución clave para la administración del tráfico urbano. Al integrar diferentes modos de transporte, simplifican drásticamente la planificación de rutas y hacen que viajar sea más eficiente, mientras que pueden proporcionar soluciones altamente personalizadas a los ciudadanos.

La creación de un sistema óptimo de gestión de tráfico (TMaaS) en Barcelona consiste en dos grandes ramas; la creación de una plataforma de movilidad totalmente integrada que ofrezca MaaS llamada *Plataforma de movilidad de Barcelona* y la gestión de toda la información ofrecida por los dispositivos móviles a través de esta plataforma.

Desde la Plataforma de Movilidad integrada de Barcelona los ciudadanos podrán acceder a todos los modos de transporte, tanto públicos como algunos privados, de la ciudad de Barcelona. Desde la misma plataforma se podrá comparar los precios, tiempos, rutas, contaminación, etc. de los diferentes modos de transporte, y se podrá comprar los billetes necesarios y realizar los pagos de los diferentes servicios a través de la App.

El estudio de la información ofrecida por los dispositivos móviles a través de la plataforma nos permitirá la identificación, análisis y explotación de nuevos modelos de movilidad urbana e interurbana de los ciudadanos. El uso de toda esta información, junto con diferentes técnicas como el Big Data o la inteligencia artificial permitirá al sector de la gestión de tránsito de Barcelona tomar decisiones más optimas basadas en información en tiempo real y de gran amplitud.



# 10. Bibliografía

- [1] Observatorio ADEI *Digitalización y desempeño empresarial*. Madrid AFI. 2014. Disponible en <a href="http://www.afi.es/webAfi/descargas/1421140/1413275/el-observatorio-adei-presenta-un-nuevo-informe-digitalizacion-y-desempeno-empresarial.pdf">http://www.afi.es/webAfi/descargas/1421140/1413275/el-observatorio-adei-presenta-un-nuevo-informe-digitalizacion-y-desempeno-empresarial.pdf</a>
- [2] Roland Berguer S.A. España 4.0 *El reto de la transformación digital de la economía*. Ed. Roland Berguer S.A. Madrid 2016. Disponible en <a href="https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudiodigitalizacion/Documents/Estudio\_Digitalizacion\_Espana40\_Siemens.pdf">https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudiodigitalizacion/Documents/Estudio\_Digitalizacion\_Espana40\_Siemens.pdf</a>
- [3] Accenture, 2018. *Accenture-Mobility-as-a-service-full-report.pdf*. Disponible en <a href="https://www.accenture.com/t20180212T061444Z">https://www.accenture.com/t20180212T061444Z</a> w /us-en/\_acnmedia/PDF-71/Accenture-Mobility-as-a-Service-Full-Report.pdf
- [4] Deloitte University Press, 2018. *The rise of mobility as a service*. Disponible en <a href="https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/3502\_Mobility-as-a-service/DR20\_The%20rise%20of%20mobility\_reprint.pdf">https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/3502\_Mobility-as-a-service/DR20\_The%20rise%20of%20mobility\_reprint.pdf</a>
- [5] Orange Fundación, 2017. La transformación digital de los sectores del transporte y logística. Disponible en <a href="http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2017/03/eE">http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2017/03/eE</a> La transformacion digital del sector transporte.pdf
- [6] Buchanan Consultores, 2008. Estudio sobre los beneficios energéticos y medioambientales del 'carsharing'. Disponible en <a href="http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\_Estudio Carsharing IDAE\_Informe\_Final\_18.11.2008\_81f8649d.pdf">http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\_Estudio Carsharing IDAE\_Informe\_Final\_18.11.2008\_81f8649d.pdf</a>
- [7] Ditrendia, 2017. *Informe Mobile en España y en el mundo 2017*. Disponible en https://www.amic.media/media/files/file\_352\_1289.pdf
- [8] Catapult, 2016. Mobility as a service, Exploring the Opportunity for Mobility as a Service in the UK. Disponible en <a href="https://ts.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/Mobility-as-a-Service\_Exploring-the-Opportunity-for-MaaS-in-the-UK-Web.pdf">https://ts.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/Mobility-as-a-Service\_Exploring-the-Opportunity-for-MaaS-in-the-UK-Web.pdf</a>
- [9] UITP, Advancing Public Transport, 2017. *Mobility as a Service-Report: How to Make an Integrated Mobility Solution Succesful.* Disponible en <a href="http://www.uitp.org/training-portfolio">http://www.uitp.org/training-portfolio</a>

