



ATM

Àrea de Barcelona
Autoritat del Transport
Metropolità



**25 AÑOS DE ATM:
MIRADAS AL PRESENTE,
MIRADAS AL FUTURO**

LIBRO CONMEMORATIVO

Índice

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: Movilidad y Metrópolis	11
FlexiTransport, la plataforma que permite adaptar el transporte público a las necesidades de los ciudadanos	13
<i>Joan Serra i Muset</i>	16
Hacia el futuro con una buena planificación y gestión de la movilidad ..	18
<i>Francesc Robusté</i>	21
Reimaginemos el transporte	22
<i>Sebastián Court</i>	25
La importancia de la ATM en la transformación de la movilidad y en el despliegue de los objetivos de la Ley Catalana de Movilidad de 2003 .	26
<i>Adrià Gomila</i>	28
Los proyectos para la digitalización del transporte en el AMB	29
<i>Joan M. Bigas</i>	35
La digitalización de la movilidad en la metrópolis de Barcelona	37
<i>Antoni Poveda</i>	40
CAPÍTULO 2: Accesibilidad e Inclusividad	41
Movilidad: Accesibilidad e Inclusividad	43
<i>Dr. Jordi Roig de Zárate, Faustino Cuadrado Capitán</i>	46
Adaptar las redes de transporte a las expectativas de la diversidad de las personas.....	48
<i>Francesc Aragall</i>	53

MaaS: la tecnología al servicio de una movilidad más sostenible, inclusiva y accesible.....	54
<i>Laia Garriga</i>	57
Las condiciones previas para que la movilidad como servicio (MaaS) ofrezca resultados de movilidad sostenibles y equitativos y el papel de las autoridades públicas en su ecosistema	58
<i>Suzanne Hoadley</i>	61
Espacios de datos comunes para una movilidad accesible y sostenible	62
<i>Julià Vicens</i>	65
CAPÍTULO 3: Sostenibilidad y Salud	67
Normas de acceso de vehículos urbanos (UVAR) y cómo contribuyen al avance del transporte sostenible en Europa. Autores: Lucy Sadler, Cosimo Chiffi, Bonnie Fenton, del proyecto ReVeAL (https://civitas-reveal.eu).....	69
<i>Lucy Sadler</i>	83
Las ciudades climáticamente neutras, motor de la movilidad sostenible	84
<i>Laia Bonet Rull</i>	87
Paso a paso: Promoción del transporte público para tener ciudades y ciudadanos saludables y activos.....	88
<i>Mohamed Mezghani</i>	92
Los ayuntamientos y el gran reto de la movilidad sostenible	93
<i>Aurora Carbonell i Abella, presidenta de la AMTU, y José María Chavarría, presidente de FECAV</i>	93
CAPÍTULO 4: Innovación	95
La inteligencia artificial, una herramienta al servicio de la movilidad segura.....	97
<i>Joan L. Mas</i>	100
Los sistemas de información geográfica y el beneficio en las infraestructuras de transporte urbano	101
<i>Toni Alpuente</i>	105

La aplicación de tecnologías exponenciales en la evolución del mantenimiento de vehículos e infraestructuras de transporte	106
<i>Alberto Fonseca</i>	109
Innovación y tecnología, palancas de cambio para la nueva movilidad.....	110
<i>Daniel Marco</i>	112
Despierta: ¿estamos en 2022!.....	114
<i>Simon Reed</i>	122
Gestión de la demanda de viajes por el cierre de una línea de metro en un momento de variabilidad de la demanda sin precedentes.....	123
<i>Emily Herreras-Griffiths</i>	126
<i>IN-MOVE, DE RAILGROUP</i>	127
<i>Dr. Ing. Ignasi Gómez-Belinchón</i>	129
Haciendo crecer a ATM.....	131
<i>Jordi Montero Garcia</i>	136
Ley de servicios de transporte.....	137
<i>Maria Rautavirta</i>	139
La movilidad: Escenarios inciertos llenos de retos y oportunidades para la innovación	140
<i>Xavier López Luján</i>	142



Àrea de Barcelona
Autoritat del Transport
Metropolità

Per un futur més sostenible
1997-2022

Introducción

La Autoridad del Transporte Metropolitano del área de Barcelona cumple veinticinco años. Nació el 19 marzo de 1997 con el acuerdo de la Generalidad de Cataluña, el Ayuntamiento de Barcelona y la Entidad Metropolitana de Transporte (sustituída a partir de 2010 por la nueva Área Metropolitana de Barcelona). También se vinculan a ella, a través de sus órganos de dirección, la Asociación de Municipios para la Movilidad y el Transporte Urbano (AMTU) y la Administración General del Estado.

Esta composición predispone al consenso y al trabajo conjunto de las distintas administraciones con responsabilidades en la movilidad y el transporte público. La práctica continuada de este consenso ha permitido que la ATM haya consolidado a lo largo de este cuarto de siglo su rol. En primer lugar, como responsable del sistema tarifario integrado, un paso pionero a nivel mundial cuando se adoptó y que lo ha configurado como el espacio de encuentro y coordinación de los operadores de transporte público en un amplio abanico de materias.

En segundo lugar, como autoridad de la movilidad en su ámbito territorial, designada por el Parlamento de Cataluña. Desde esta función, se han impulsado las herramientas de planificación que sirven de marco común para las actuaciones de las entidades locales.

En tercer lugar, como organismo que vela para que el transporte público disponga de unos marcos jurídico y económico que contribuyan a su mejor funcionamiento y permitan sostener las necesidades económicas del sistema y prestar los servicios con una calidad creciente.

Estas funciones, apoyadas por un equipo profesional de una cuarentena de personas, con la constante colaboración del personal de las administraciones consorciadas y los operadores del sistema, siguen vigentes en la actualidad y se orientan, además, a los tres grandes objetivos del presente decenio:

- La descarbonización.
- La digitalización.
- La descongestión.

Cumplir 25 años es una magnífica excusa para reflexionar sobre los futuros desafíos. Por eso, hemos pedido a unas cuantas personas que nos aporten sus ideas, de forma necesariamente sintética, sobre el momento de la movilidad. Al fin y al cabo, la ATM siempre ha querido estar atenta a estudios, análisis y opiniones que le ayuden a comprender mejor la realidad, las expectativas y las potencialidades.

Publicamos las reflexiones en este libro para dar difusión y para dejar constancia de que escuchar y consensuar son y continuarán siendo elementos distintivos de la ATM, una realidad con 25 años de historia

Capítulo 1

MOVILIDAD Y METRÓPOLIS



FlexiTransport, la plataforma que permite adaptar el transporte público a las necesidades de los ciudadanos

Joan Serra i Muset, director general de l'AMTU

La Ley 9/2003, de 13 de junio, de la Movilidad establece como objetivos prioritarios la implementación de instrumentos para garantizar a todos los ciudadanos la accesibilidad a los sistemas de transporte, en unas condiciones de movilidad adecuadas y seguras, y con el mínimo impacto ambiental posible.

De acuerdo con este objetivo, la Asociación de Municipios para la Movilidad y el Transporte Urbano (AMTU) ha apostado por modalidades de transporte como el Transporte según Demanda (TAD) primero, y ahora por el transporte flexible.

Cabe recordar que la AMTU es la entidad responsable de la implantación de proyectos TAD en Cataluña (España) desde el último Plan director de la movilidad metropolitana pdM (2020-2025). Y actualmente se ha convertido en la entidad de referencia en nuestro país en la implementación de servicios TAD, que permiten conectar las áreas más diseminadas de los municipios con su casco urbano, facilitando a los ciudadanos que viven en esas zonas la conexión con los principales servicios de su ciudad a través de un servicio de transporte público.

Cada proyecto de TAD es único y lo hemos diseñado específicamente para cada ayuntamiento o territorio, por lo que cada municipio tiene un servicio adaptado a las especificidades de su territorio.

Sin embargo, esta modalidad de transporte responde todavía a un modelo de transporte público totalmente rígido, y en el que el usuario se encuen-

tra supeditado a unos horarios prefijados y a unas líneas preestablecidas. Un modelo obsoleto que, en consecuencia, no puede constituir una alternativa real al uso del vehículo privado, especialmente en aquellos municipios más pequeños y con menos posibilidades de disponer de un servicio de transporte urbano tradicional.

Afortunadamente, el proceso de digitalización del transporte ya nos permite actualmente disponer de herramientas para avanzar hacia un nuevo modelo de transporte público. Un modelo que ponga al usuario en el centro del servicio.

Gracias a las nuevas tecnologías, podemos trabajar con algoritmos complejos que permiten gestionar las flotas y planificar la movilidad de forma más personalizada.

A partir de la introducción de medios de planificación estratégica, coordinados con herramientas teleinformáticas y tecnologías al servicio de la población, el territorio y el medio ambiente, podemos ofrecer un servicio más flexible y adaptado a las necesidades reales de sus usuarios, a un coste racional y asumible por los viajeros, especialmente para los segmentos de población más dependientes del transporte público, como son las personas mayores, personas con movilidad reducida o jóvenes.

Por ello, la AMTU ha desarrollado la plataforma Flexitransport Catalunya, que permite gestionar las peticiones de servicio de una forma más eficiente y adaptada a las necesidades de los ciudadanos. Esta plataforma utiliza un algoritmo que gestiona en tiempo real los datos de todos los usuarios, creando las rutas y asignando los vehículos en función de la demanda real. Es decir, el transporte flexible se caracteriza por tener una prestación irregular—en base a la demanda—, y el servicio puede ser prestado por los operadores actuales, a partir de rutas flexibles, y mediante vehículos pequeños, medianos o grandes.

Este sistema representa, por lo tanto, una adaptación de los servicios de autobús público a la demanda existente, de modo que no se establecen líneas regulares *a priori*, sino una red de paradas, líneas y horarios con los servicios realmente solicitados.

Con FlexiTransport, los usuarios pueden escoger el origen y el destino de su servicio y solicitar su recogida anticipadamente desde cualquier ordenador o dispositivo móvil, o también mediante una llamada telefónica. Todas las solicitudes se gestionan de forma centralizada desde una oficina de control público.

Esta modalidad de transporte más flexible permite, por lo tanto, ofrecer una planificación del transporte público completamente orientada al usuario, donde este puede comunicar al operador sus necesidades de transporte a través de métodos telefónicos y telemáticos. Y al mismo tiempo, tampoco se establecen servicios si no existe una demanda previa.

Las ventajas que ofrece el transporte flexible lo configuran como una modalidad de transporte público que representa una alternativa real al vehículo privado y puede ser aplicable a la mayoría de líneas regulares existentes, ya que mejora su eficiencia, permite que los horarios se adapten a los usuarios —y no al revés, como hasta ahora— y elimina el efecto *Bus Bunching* (aglutinamiento de autobuses).

Apuesta por una movilidad sostenible

Por otra parte, en el contexto de emergencia climática en el que estamos inmersos, es más urgente que nunca ofrecer diferentes alternativas de uso en transporte público, que reduzcan el uso del vehículo privado y contribuyan a la mejora de la calidad del aire.

En este sentido, uno de los principales beneficios del transporte flexible es la reducción de viajes infrutilizados de los vehículos de transporte colectivo. El transporte flexible comporta una reducción de los viajes en vacío de los autobuses, evitando la circulación constante de taxis sin pasajeros. Y, sin embargo, se mantiene la apuesta por compartir vehículos.

Además, esta modalidad de transporte permite establecer redes inteligentes intermodales a partir de los sistemas TIC y mejorar las condiciones de las redes viarias públicas tanto en zonas urbanas como rurales.

De hecho, un sistema de transporte flexible óptimamente implantado comporta grandes beneficios directos a las zonas más rurales y naturales de nuestro territorio, que actualmente no disponen de alternativas solventes en cuanto a su acceso en transporte público. Esto ha supuesto la necesidad de tener que planificar grandes áreas de aparcamientos para acceder al entorno natural de los municipios, así como un tráfico rodado muy masificado en algunos casos por vías que no soportan esta injerencia en su ecosistema.

Con la implantación del transporte flexible se prevé, pues, la protección de las áreas naturales del país, especialmente las de interés turístico del territorio, y se fomenta la protección de los espacios y su biodiversidad, incluyendo medidas para paliar problemas de erosión de los espacios, de los viales de acceso, y de reducción de la contaminación atmosférica y acústica.

El transporte flexible es, por lo tanto, una modalidad de transporte que nace desde el ámbito municipal, con el objetivo de crecer hasta un ámbito nacional.

De hecho, por encargo de la Generalidad de Cataluña y la ATM de Barcelona, la AMTU ya está trabajando para implementar el transporte flexible en el área de Barcelona, y posteriormente se prevé su implantación en toda Cataluña.



JOAN SERRA I MUSET

Director general de l'AMTU

Ingeniero superior en Organización Industrial, Master Business School en Management Development Programme, máster superior universitario en Prevención de Riesgos Laborales, e ingeniero técnico en Explotación de Minas (ingeniería técnica del ámbito civil).

Desde enero de 2021 es director general de la Asociación de Municipios para la Movilidad y el Transporte Urbano (AMTU). También es alcalde de Castellolí (Anoia) desde el año 2011.

Es miembro del Comité Ejecutivo de la ATM de Barcelona. También es director de la revista *MobiliCat*, primera revista en catalán especializada en movilidad, transporte público e infraestructuras.

Ha sido director del International Mobility Congress (IMC21), el primer congreso internacional de movilidad que se celebró en Cataluña, en septiembre de 2021 en Sitges. Además, de 2015 a 2021 ha sido delegado territorial de captación de inversiones de la MICOD (Mancomunidad de la Conca d'Òdena). Delegado de captación de inversiones y polígonos industriales del Ayuntamiento de Igualada de 2017 a 2019. De 2015 a 2019 ha sido consejero delegado del Campus Motor Anoia, un centro que se ha convertido en referente en Cataluña en lo que se refiere a la promoción del vehículo conectado y el vehículo autónomo.

De 2010 a 2013 ha sido vocal de la junta de gobierno y presidente de la Comisión de Ingenieros en Organización Industrial del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña (COEIC).

Delegado territorial del Grupo Progea (Creixeda SAU), gran empresa promotora inmobiliaria especializada en vivienda social mediante sistema cooperativo (2007-2013).

Presidente de la Asociación de Ingenieros Superiores en Organización Industrial de Catalunya (2004-2011).

Hacia el futuro con una buena planificación y gestión de la movilidad

Francesc Robusté, catedrático de Transporte. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPC

La movilidad del futuro que ya está aquí

En el *Futuro del transporte en áreas urbanas* (Robusté, 2009) que nos encargó el Parlamento Europeo a seis profesores universitarios, reflexionaba sobre los conceptos, vehículos y modos que probablemente gobernarán en las ciudades europeas en 2050. La reflexión se hizo antes de la disrupción de Uber, de los vehículos autónomos y de la tecnología aplicada a la movilidad urbana en forma de vehículos compartidos basados en motores eléctricos, y sigue vigente hoy en día.

Allí decía que la mayor parte de la innovación en movilidad urbana vendrá de la reingeniería de conceptos antiguos con la ayuda de las TIC: su éxito o fracaso en la implementación dependerá de un paquete de medidas «blandas» de gestión que implican entender el comportamiento de los agentes o grupos de interés y gestionar el sistema de forma integrada, eficiente y dinámica (en tiempo real), más que en infraestructuras físicas «duras» o en vehículos «nuevos» (el cambio de fuente energética no es estratégico).

De hecho, algunos conceptos típicos de países en vías de desarrollo o de situaciones difíciles de postguerra, pueden ser catapultados bajo el paraguas innovador de la tecnología: *co-housing* (compartir elementos comunes en una vivienda como cuando vivíamos con los padres o compartíamos piso de estudiantes, a expensas de falta de privacidad y de respeto a unas «reglas de convivencia»), alquiler temporal de habitaciones y residencias, alquiler de vehículos, desde patinetes eléctricos y bicicletas hasta motos, coches y autobuses, etc. La

clave de las plataformas es que proporcionan confianza a los usuarios (magnificada en las transacciones por el *blockchain*) y, naturalmente, globalización.

En la reflexión mencionada, proponía conceptos y vehículos que estarían de moda (*in*) y en desuso (*out*) en las ciudades europeas en 2050: recuerdo a los parlamentarios alemanes preguntándome por qué creía que los tranvías (*Light Rail Transit*, LRT) no estarían de moda en 2050 y contesté que lo que quería decir es que las ciudades que tuvieran tranvías operativos deberían continuar renovando el material móvil cada treinta años, pero si una ciudad en 2050 quería implementar un sistema de transporte público de capacidad intermedia entre un autobús y un metro, seguramente implantarían un BRT (*Bus Rapid Transit*), que entonces ya sería eléctrico sin catenaria (con batería, puntos de recarga intermedios o tramos de carril de inducción magnética), tendría prestaciones similares en capacidad (si se garantiza el derecho de vía o carril exclusivo para el BRT, decisión puramente política), podría ser de guiado óptico (siguiendo marcas o «guías» en la calzada), dispondría de la flexibilidad del autobús y costaría una fracción de lo que cuesta el sistema ferroviario.

Reconozco que infravaloré la eclosión de los patinetes eléctricos por no saber «dónde ponerlos» en la ciudad. Ahora ya lo sabemos: compartiendo los carriles bici (mejor dicho, carriles de Vehículos de Movilidad Personal, VMP, englobando las bicicletas tradicionales y la eléctricas), que deben ser suficientemente anchos (para mantener dos rangos de velocidad, de 10-15km/h de paseo y de 20-30 km/h) y unidireccionales (en función del flujo) por seguridad.

En los próximos 2-3 años, asistiremos a una reordenación de los vehículos compartidos, de las plataformas globales VTC que convergen en servicios similares saltándose las normativas y *numerus clausus* locales, de los servicios de *delivery* y del *eCommerce*. Sin embargo, los aspectos físicos o funcionales de la superación de una cierta distancia a una determinada velocidad todavía prevalecerán.

Planificación global y gestión eficiente de la movilidad

Recuerdo cuándo se creó la ATM, en 1997, y se pusieron dos técnicos a la cabeza. Pese al agravio con el Consorcio Regional de Transportes de Madrid

en cuanto a historia y dotaciones económicas y humanas, ese inicio parecía positivo. Luego sucedió una etapa de «planificación política», y ahora parece que hemos enderezado el rumbo en la dirección correcta.

El origen de la línea L9 de metro se propuso en el Plan Intermodal de Transporte de 1992, jamás aprobado. Aquella propuesta era puramente técnica y venía a corregir los errores de planificación de la L3 y la L4 (dos orbitales excéntricas) y el posterior error de la L2 (el primer plano de metros de la democracia, elaborado en 1984, que todavía no utilizó modelos de demanda). La L9 inicialmente solo llegaba a la parte residencial del paseo de la Zona Franca (los metros son para zonas urbanas muy densas, no para polígonos industriales) y hacía de distribuidor a un nivel más cercano a Collserola (la tercera «transversal» después de la L1 y la L5), dotando a la «zona alta» y la zona universitaria de una accesibilidad nueva o mejorada, pero haciendo también de redistribuidor social al conectar distintos barrios de rentas per cápita diferentes.

La posibilidad de que esa línea L9 de metro pudiera ser financiada con fondos europeos, como fue financiada la L8 del metro de Madrid (Nuevos Ministerios-Barajas, servicios exprés con pocas estaciones, como deben ser los servicios en un aeropuerto), precipitó no solo la creación de la ATM sino la elaboración del primer pdl de 2001, con esta línea doble L9-L10 que es récord en Europa en longitud de metro automático y un condicionante *sine qua non*: debía llegar al Aeropuerto de Barcelona para poder ser susceptible de financiación como proyecto «estratégico» de una gran ciudad. No es este el lugar adecuado ni dispongo de espacio para entrar en detalle en las vicisitudes, sobrecostes y decisiones sobre la L9 de metro, pero creo que todos podemos convenir en que las decisiones han sido «mejorables» y que la mejor noticia es que parece que empezamos a ver la luz al final del túnel (en este caso, literalmente).

El nuevo pdl de la ATM 2021-2030 contempla la perspectiva de género (básicamente realizar los proyectos bien hechos: con información, luz, seguridad, confort, pensando en todo el mundo), salud y medio ambiente. Incorpora estudios de demanda y análisis coste-beneficio y la digitalización de la movilidad. Tenemos también operativa (¡por fin!) la T-Mobilitat como título de transporte sin contacto.

Ahora solo quedaría integrar la planificación de la movilidad de forma global: todos los sistemas ferroviarios independientemente de quien sea la Administración responsable, pero también el resto del transporte público en autobús..., y la movilidad individual en forma de tráfico o Vehículos de Movilidad Personal..., y los peatones, claro. Y para la gestión eficiente de la movilidad, incorporar previsiones e información en tiempo real.

Referencias

ROBUSTÉ, F. (2009), *The future of transport in urban areas*. European Parliament. Directorate general for Internal Policies. Policy department B: Structural and cohesion policies. Transport and tourism. TRAN Workshop on the Future of Transport. IP/B/TRAN/IC/2009-081. November 2009.



FRANCESC ROBUSTÉ

Catedrático de transporte.
Escuela de ingenieros de caminos,
canales y puertos, upc

Catedrático de Transporte, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya - BarcelonaTech. Coordinador del grupo de investigación consolidado Barcelona Innovación en Transporte (BIT).

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la UPC (1989), PhD en Ingeniería (1988), MSc en Investigación Operativa (1987), y MEng en Transporte (1986) por la Universidad de California en Berkeley.

Ha sido director de la Cátedra Abertis de gestión de infraestructuras de transporte, presidente del Foro de la Ingeniería del Transporte de España, y director de la Escuela de Caminos de Barcelona. Experto en el análisis científico de sistemas de transporte.

Reimaginemos el transporte

Sebastián Court, secretario general de Alamys

Cuando empezamos a pensar en lo que viene, es natural sentir la dificultad que comporta. Para compartir mi mirada de los próximos años en el transporte y las ciudades, me parece de mucha ayuda revisar algunos hitos históricos que nos permitan reflexionar.

No es necesario ir demasiado lejos. En 1977, Ken Olsen, quien fue fundador de Digital Equipment Corporation, dijo que «no hay ninguna razón para que cualquier persona pueda tener un ordenador en su casa». Probablemente, en ese momento, a muchos les pareció algo poco razonable considerando el tamaño de los equipos que se utilizaban.

Si nos vamos al inicio de ATM, en 1997, era habitual escuchar música en minidisco con una cantidad pequeña de canciones o ver nuestras primeras películas en DVD. Apareció Yahoo mail y también se registró el dominio de un reciente navegador, Google.com.

En 2007, solo 10 años después y hace solo 15 años, apareció el primer Iphone. Desde entonces, no podemos vivir o trabajar como esperamos sin un teléfono inteligente al que nos llegan correos, mensajes instantáneos y con el que puedo llamar y ver a quien quiera en cualquier lugar del mundo. Seguramente, más de uno ha vuelto a casa a buscar su teléfono si se lo deja por accidente.

Ya llevamos unos años escuchando nuestra música preferida cuando lo deseamos y viendo la película que nos gusta, las veces que queremos y donde lo deseamos.

En estos últimos 2 años de pandemia, aprendimos que podemos trabajar desde casa tan bien como en una oficina y que también podemos celebrar cumpleaños a distancia. También, tuvimos que probar nuevos productos o conocimos a un amigo que vende una comida exquisita. Mi supermercado habitual quizás se vio un poco desplazado por algunos de estos descubrimientos.

Sin duda, aprendimos, sin quererlo, a vivir viajando menos que antes.

Todo ha cambiado mucho más rápido de lo que estábamos acostumbrados. Las ciudades y el transporte no son ni serán la excepción.

La duda es qué viene a partir de ahora. Ya hay construcción de casas con impresoras 3D. Pero no solo eso: ya se han impreso trozos de carne en impresoras 3D. Las consultas médicas las puedo hacer desde casa, e incluso se están tratando fobias mediante el uso de la realidad virtual. Por supuesto, ya puedo ver todas las obras de arte del mundo desde mi hogar, porque, pese a lo que podía pensarse en 1977, mucha gente tiene un ordenador en casa, e incluso más: lo tiene en su bolsillo.

Igualmente, como seres humanos, algo nos falta. Cuando usted volvió a ver a su familia después de las primeras cuarentenas, seguramente estos abrazos le llenaron en lo más profundo. Vieron a sus amigos, a sus compañeros, y eso también les llenó de energía. Aquí es donde tenemos todavía nuestra oportunidad.

El gran reto de los líderes del transporte es reimaginar la movilidad, conectándola con la vida exponencialmente dinámica de las personas de la ciudad y reconociendo que el contacto entre nosotros es irremplazable.

Yo creo que existe suficiente coincidencia en que a casi ninguno de nosotros nos gusta viajar para ir al trabajo. Por eso, lo fundamental es darle un sentido al viaje. Buscar cómo personalizarlo, o que cada uno lo personalice según sus gustos. Crear lugares de encuentro, de conexión, que el viaje te conecte más allá de la necesidad de ir desde un origen a un destino.

Conectarnos con lo que nos moviliza y empuja. Que, si la bicicleta es mi opción de viaje, también pueda utilizarla junto con otros medios de transporte público y seguir mi viaje con ellos, ya que también somos amigables con el medio ambiente. Si el arte es mi pasión, no es lo mismo verlo en casa en una *tablet* que ir con mi mejor amiga, conversar y disfrutar de un café mientras recorremos un museo o una estación llena de obras de arte. Finalmente, trabajar por videollamada —seguramente lo comparten— nos obliga a una mayor transaccionalidad y nos hace perder estos momentos en los que nos

saludamos con alguien en los pasillos o un almuerzo con una persona con la que no trabajamos directamente, consiguiendo conectar con sus intereses y ponernos al día.

Por supuesto, la tecnología es un gran motor de ayuda. Medios de pago digitales, pensar la movilidad como un servicio totalmente integrado, realidad aumentada, incorporar sistemas de datos que ayuden a todos a encontrar lo que buscan y que crean esa experiencia única, o simplemente recordarme que mi café favorito está en la próxima estación.

Sin embargo, el fin no es la tecnología, sino la forma de vernos como sistemas. Debemos capturar las distintas identidades, creencias, entretenimientos y gustos para incorporar los servicios e intereses más conectados con cada uno. No para la multitud, sino para la persona. Debemos escuchar mucho a quienes buscamos conectar.

En estos 25 años, ATM ha tenido un enorme crecimiento, integrando a muchos operadores y apoyando el desarrollo de las diferentes zonas de la región. Ha sido parte fundamental en la mejora de la calidad de vida de muchísimas personas. Desde su creación, ha visto la enorme velocidad con la que la sociedad ha ido evolucionando en materia económica, tecnológica y de valores.

Mi invitación para los próximos años es a reimaginar el transporte para que la velocidad de los cambios que el mundo nos va entregando nunca deje de lado a sus sistemas.

Reimaginar el transporte no solo es algo que nos llenará de conexión y nos hará cada vez más parte de la ciudad, sino que es fundamental para que las ciudades se desarrollen sosteniblemente y así las futuras generaciones puedan seguir disfrutándola.

¡Muchas felicidades en este 25 Aniversario!



SEBASTIÁN COURT

Secretario general de alamys
Gerente corporativo de planificación
y desarrollo de metro de Santiago de Chile

Sebastián Court es ingeniero civil matemático de la Universidad de Chile, con casi 15 años de experiencia en transporte.

Actualmente ocupa la posición de gerente corporativo de Planificación y Desarrollo del Metro de Santiago (Chile) y secretario general de ALAMYS, Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos.

Ha trabajado en grandes proyectos de metro, liderando procesos de planificación, diseño y ejecución.

Durante algunos años lideró la operación del medio de pago integrado del transporte de la ciudad de Santiago, desde donde lideró la creación del proyecto que permitirá aportar la inclusión financiera desde el transporte y su medio de pago.

Actualmente, en la gerencia de Planificación y Desarrollo, lidera, entre otras cosas, el desarrollo del plan estratégico, la innovación y la transformación digital del Metro, buscando co-construir el futuro del Metro de Santiago con foco central en la sostenibilidad.

La importancia de la ATM en la transformación de la movilidad y en el despliegue de los objetivos de la Ley Catalana de Movilidad de 2003

Adrià Gomila, Director de Movilidad en el Ayuntamiento de Barcelona

Existe un amplio consenso en el interés y la necesidad de transformar la movilidad, y en que la Ley de 2003 supuso un importante hito en este camino. La ATM ha desarrollado, y sigue desarrollando, un papel fundamental en la concreción consensuada y en la implementación de esta transformación de la movilidad en el ámbito de Barcelona. Y esta no es una cuestión menor, dado que la experiencia nos muestra que es precisamente en el momento de ponerse manos a la obra cuando surgen los principales debates, controversias, dificultades y reticencias. En mi opinión, la ATM desempeña un papel básico para impulsar a personas, empresas y administraciones públicas a superar las implicaciones que les supone en su actividad ordinaria la implementación de los cambios en la movilidad.

La Ley Catalana de Movilidad, aprobada en junio de 2003 por el Parlament de Catalunya, estableció el irrenunciable vínculo de la movilidad con el urbanismo y el medio ambiente, como elemento necesario para el progreso y la mejora en estos tres ámbitos. La existencia de la ATM permitió, en el momento de la aprobación de la Ley, disponer de una agencia para impulsar y activar las acciones previstas. Así, la ATM vio aumentadas sus funciones, más allá de las relacionadas estrictamente con el transporte público. La entonces «recién» creada ATM, que ya había sido pieza imprescindible para la integración tarifaria del transporte público (otro destacado hito imprescindible en la transfor-

mación de la movilidad), supuso una oportunidad para impulsar la puesta en práctica de los planteamientos y objetivos de la Ley 9/2003 en la región de Barcelona.

Los artículos de la Ley recogen múltiples y diferentes instrumentos a desarrollar, necesarios para que los objetivos planteados se conviertan en una realidad, como resultado de la combinación de los distintos instrumentos. El camino recorrido durante 25 años avala la importante labor en este sentido, haciendo sencilla la elaboración de una relación de aspectos importantes impulsados en este cuarto de siglo. Solo hace falta un breve repaso al sumario de la Ley para encontrar ejemplos: los planes directores de movilidad, los planes de movilidad urbana, el programa de inversiones, los planes de servicios, los instrumentos de evaluación y seguimiento, los indicadores de movilidad, los estudios de evaluación de la movilidad generada o los órganos de gestión y participación.

La participación de la ATM se produce en todas las fases. En primer término, en los interesantes debates de la fase de redacción, donde se establecen los objetivos y se apuntan las actuaciones. Esta fase prácticamente siempre llega a buen puerto.

Es en la activación de los mecanismos y actuaciones incluidos en la normativa y los planes donde surgen las mayores dificultades, polémicas y obstáculos. La participación en las fases de despliegue y puesta en práctica, una de las principales debilidades de las leyes y planes de movilidad, demuestra la absoluta y necesaria implicación de la ATM.

Así como los aciertos y logros alcanzados muestran la importancia de la función de la ATM, no es menos cierto que esta importancia también se pone de manifiesto en las carencias existentes en determinados aspectos del sistema de transporte y movilidad debido a proyectos donde los objetivos no han sido logrados.

Considero interesante terminar esta aportación, aprovechando la celebración de este aniversario, para mirar hacia el futuro de la ATM. La experiencia y el aprendizaje de los aciertos y los errores de 25 años constituyen una buena base de colaboración entre administraciones públicas para afrontar los «nuevos» retos y oportunidades que tiene por delante la mejora de la movilidad:

los vehículos de uso compartido, la micromovilidad como complemento del transporte público, las innovaciones tecnológicas, la mayor conciencia ambiental, los nuevos paradigmas de relación social entre personas y entidades, la innovación en el emprendimiento y la actividad económica...

En definitiva, esperamos que el modelo de la ATM tenga continuidad, por el interés de todos los que trabajamos en la transformación de la movilidad.



ADRIÀ GOMILA

Director de Mobilitat
en el Ayuntamiento de Barcelona

Ingeniero industrial.

Siempre ha desarrollado su actividad profesional en relación con la movilidad, principalmente en el Ayuntamiento de Barcelona, donde ha ocupado diversas posiciones desde el año 2001. También ha trabajado en la empresa Etra Catalunya, como profesor asociado en la UPC y en el Ayuntamiento de Sabadell.

Actualmente realiza las funciones de director de Movilidad en el Ayuntamiento de Barcelona.

Los proyectos para la digitalización del transporte en el AMB

Joan M. Bigas, director de Movilidad, Transporte y Sostenibilidad del AMB

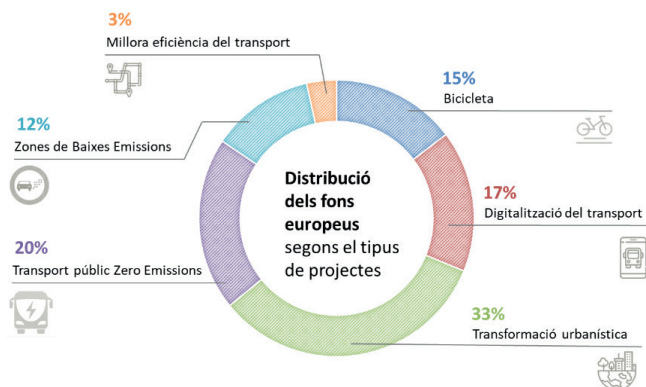
Es un hecho evidente que una digitalización bien orientada permite mejorar los servicios públicos de transporte de forma importante, ya que, por ejemplo, incide en una mayor eficiencia del sistema, una mejora de la accesibilidad, la información y una serie de ventajas para los usuarios del transporte público y la movilidad en general.

Las actuaciones estratégicas en las que está trabajando el AMB son actuaciones de digitalización para la gestión inteligente de la oferta y la demanda,



consiguiendo una mayor eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios. Concretamente, se trabaja en la implementación de herramientas de planificación de viajes y mejora del transporte público en tiempo real; medidas de automatización y gestión digital de procesos sobre la tarificación social en el transporte público y atención al usuario; actuaciones de mejora del sistema de explotación y visualización de datos de la red de transporte público de autobuses y metro; seguimiento de la demanda y la digitalización de la infraestructura ciclista, y la reciente digitalización del sector del taxi.

Recientemente, el AMB ha recibido financiación de los Fondos Next Generation en el marco de la primera convocatoria del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. El AMB ha obtenido una aportación por valor de 40 millones de euros, que equivale al 100% del importe total al que podía aspirar. La disposición de proyectos maduros vinculados a la digitalización de la movilidad sostenible ha sido un factor determinante que ha permitido al AMB disponer de la evaluación más elevada —con 84,74 puntos sobre cien— dentro de su bloque.



Un 17% de estos fondos ligados a los mecanismos europeos de recuperación y resiliencia se destinarán a actuaciones y proyectos de digitalización del transporte, entre los que figuran proyectos que recibirán un impulso fundamental: por ejemplo, la instalación de un nuevo sistema de información al cliente a bordo del bus con pantallas ultrapanorámicas, para ofrecer información del servicio de una forma más completa, más dinámica y en tiempo real, siempre con una visión multimodal y un sistema de videovigilancia y videoaná-



lisis mediante inteligencia artificial para el conteo de pasajeros e interpretación de patrones, proporcionando aspectos de seguridad, confort, optimización y eficiencia del servicio.

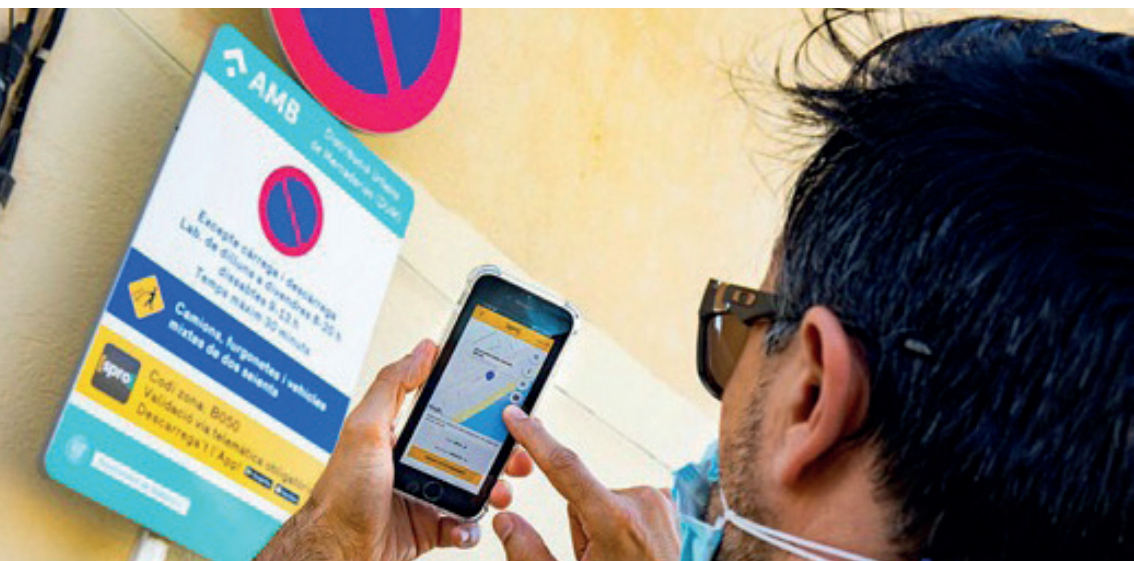
O la implantación en las 161 estaciones de la red de metro de un nuevo sistema de información al usuario que permita la implantación de nuevos modelos de operación de trenes (bucles, *skip-station*, señales apagadas, reenca minamiento) para mejorar frecuencias en horas y tramos de alta demanda, minimizando la necesidad de recursos adicionales.

Además, permitirá dar información sobre ocupación de los vagones, estado del servicio, información de otros medios y fomento de la accesibilidad. En el metro se procederá también a monitorizar los elementos necesarios del sistema de señalización, vía y trenes de la red de metro para disponer de datos del sistema en tiempo real, y se mejorarán los sistemas existentes de autobuses a demanda.

El AMB dispone de una aplicación de planificación y consulta en tiempo real del transporte público metropolitano (app AMB Mobilitat) que cuenta con más de 200.000 usuarios activos. La actuación consiste en la digitalización de los servicios públicos de transporte para mejorar el servicio y la experiencia de usuario. En concreto, se realizará una nueva aplicación de planificación de viajes intermodales que mejore el diseño y la experiencia de usuario y que aumente las funcionalidades en base al concepto de *Mobility as a Service* (Maas).

El AMB provee a los municipios de una plataforma pública para la gestión inteligente y sostenible de las zonas reguladas. Esta plataforma incluye servicios para la gestión de zonas de intercambio o P+R (App P+R en 8 aparcamientos y 453 plazas), zonas para residentes (app operativa en L'Hospitalet de Llobregat), zonas de rotación (App AMB aparcament, implementada en 11 municipios) y zonas de carga y descarga (app SPRO, implementada en 9 municipios). Actualmente tiene prevista también la generación y mejora de herramientas digitales, equipos y señalización que permitan la creación y gestión de zonas de aparcamiento regulado en los municipios según el potencial contaminador de los vehículos.

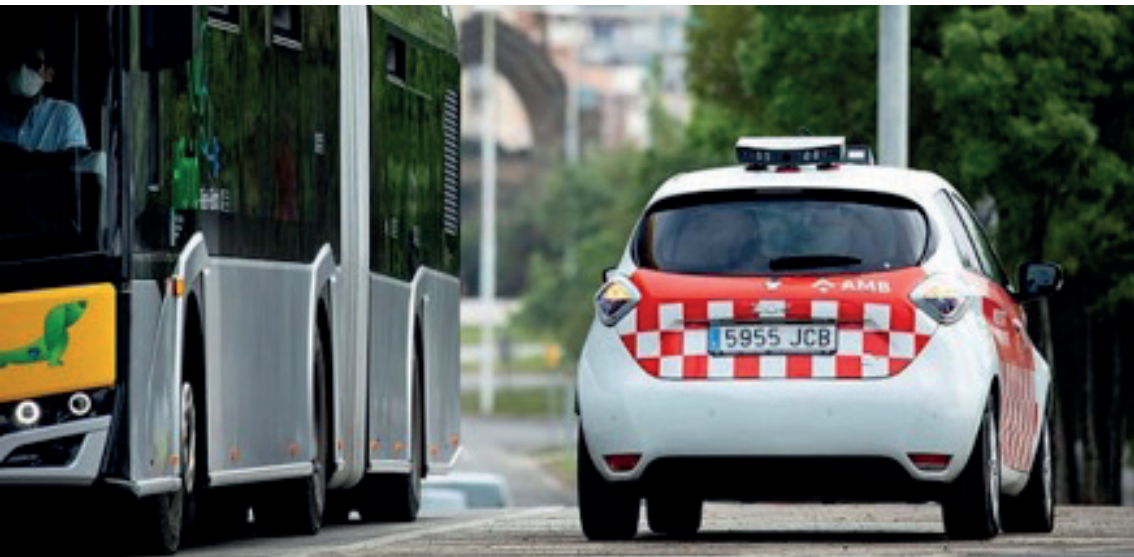
El AMB gestiona, tramita y distribuye los títulos de transporte de tipología social y ambiental en el área metropolitana, más de 500.000 títulos operativos por año. Se plantea la creación de nuevos sistemas para la gestión unificada de títulos de transporte, la comunicación con los usuarios y la creación de un espacio de usuario o carpeta ciudadana que vincula todas las aplicaciones metropolitanas para que se puedan gestionar los títulos de transporte y los servicios de movilidad metropolitanos desde el mismo espacio.



Los distintos servicios y actividades de movilidad generan un volumen de datos ingente. El análisis, explotación y visualización de estos datos es fundamental para mejorar la calidad de los servicios y planificar nuevas actuaciones de movilidad. Por otra parte, AMB Información dispone de un Centro de Gestión e Información del Transporte (CGIT) que se encarga de gestionar la gestión y publicación de información y que debe disponer de la información del transporte y los servicios actualizada. Se prevé la creación de una plataforma de datos de movilidad para la gestión, análisis y visualización de los datos de movilidad, para dar valor a la información del transporte y la movilidad de una forma más ágil y fiable.

Pero entre las diferentes actuaciones tecnológicas financiadas también con los fondos, también hay otras relevantes, entre ellas el hecho de que el AMB impulsa y apoya el despliegue de nuevas ZBE, así como la ampliación y mejora de las actuales, en los municipios metropolitanos con los siguientes elementos tecnológicos: cámaras de control, integración en la plataforma metropolitana, sistema de señalización, etc.

Actualmente el AMB dispone de un vehículo de captura automática de infracciones mediante cámaras embarcadas que presta servicio a municipios





para realizar los avisos de sanción antes de iniciar el período sancionador o para controlar zonas no cubiertas por las cámaras fijas y propiciar el efecto disuasorio de la vista del vehículo en circulación.

Asimismo, tiene prevista la adquisición de sistemas embarcados para el control de infracciones para equipar dos nuevos vehículos, así como la creación de una plataforma metropolitana para la gestión y la tramitación de las propuestas de denuncias.

Actualmente está en curso la implementación de un sistema de bicicleta pública metropolitana mediante el suministro de las bicicletas eléctricas y el suministro de las estaciones de anclaje como aparcamientos seguros. La implementación se llevará a cabo en 15 municipios y el sistema de *sharing* previsto se articula como modo complementario al transporte público y totalmente digitalizado. Los fondos europeos contribuirán a financiar una parte importante de la inversión.

El AMB tiene como objetivo, también, el seguimiento de la demanda de la infraestructura metropolitana BICIVIA y la digitalización de la infraestructura ciclista mediante la instalación de tótems-contadores y puntos con suministro e instalación de espiras en la red metropolitana. Los dispositivos para el seguimiento de la demanda de infraestructura permiten tener datos de uso de

las infraestructuras. El análisis de estos datos permite mejorar la gestión y la planificación de las infraestructuras.

Por último, quiero destacar que el AMB está desarrollando una nueva aplicación (Picmi Taxi) destinada a sustituir la mano alzada por un sistema digital que ponga en contacto al ciudadano con el taxista, para localizarse mutuamente y ganar eficiencia en el servicio. De esta forma, nos proponemos reducir de forma importante los viajes en vacío de los taxis, contribuyendo a la mejora de la calidad del aire mediante la reducción de emisiones contaminantes.

Todos estos son proyectos que la mejora de las tecnologías de la información y los fondos económicos aportados por el AMB y por los mecanismos europeos de recuperación y resiliencia han permitido avanzar de forma importante en los últimos tiempos. Desde la administración metropolitana deberemos seguir atentamente los nuevos cambios que se vayan produciendo en el campo de la digitalización de la movilidad y el transporte, para aprovecharlos y adaptarlos a las necesidades de los ciudadanos y a su derecho a moverse de forma segura, eficaz y sostenible.



JOAN M. BIGAS

Director de movilidad transporte
y sostenibilidad en la amb
(área metropolitana de barcelona)

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universitat Politècnica de Catalunya.

Estudios de postgrado en Economía y Organización Empresarial, y en Gestión Urbanística.

Más de 30 años de experiencia en el sector del transporte público y la movilidad.

Desde 2015 es director de Movilidad, Transporte y Sostenibilidad del Área Metropolitana de Barcelona, titular de servicios de metro, autobuses y taxis de los 36 municipios.

Consejero delegado de AMB Informació i Serveis S.A., sociedad pública encargada de la atención al ciudadano en tarificación social e información del transporte, así como en proyectos tecnológicos ITS.

Vicepresidente del Comité de Autoridades Organizadoras de la Unión Internacional de Transporte Público (UITP), y vocal del Comité de Autobuses.

Representante del AMB en EIT Urban Mobility.

La digitalización de la movilidad en la metrópolis de Barcelona

Antoni Poveda, vicepresidente de Movilidad, Transporte y Sostenibilidad de la AMB

El hecho de que Internet permita poner en contacto el medio de transporte con el ciudadano ha cambiado radicalmente la planificación y gestión de los medios de transporte públicos y privados. El *Big Data*, la gestión de los datos que fluctúan entre clientes y medios, se ha convertido por sí mismo en un nuevo subsector de la movilidad, con un desarrollo exponencial durante los últimos años.

Las grandes innovaciones en la gestión de los datos no deben hacernos perder de vista que el objetivo sigue siendo el de transportar a personas con calidad y eficiencia y garantizar el derecho social a la movilidad.

En el Área Metropolitana de Barcelona hemos trabajado cuidadosamente





nuestros proyectos de digitalización, manteniendo el equilibrio entre las necesidades de los ciudadanos y las posibilidades de la tecnología, para que sean los segundos los que se adapten a los primeros, y no al revés.

En este sentido, los proyectos de digitalización en los que está inmersa el AMB se han orientado hacia herramientas de planificación de viajes, mejoras de la información del transporte, mejora de los procesos de gestión de billetes (*ticketing*) y pago en el transporte urbano, sistemas de autobuses a demanda, y

tecnologías para facilitar el acceso al transporte a personas con movilidad reducida o con necesidades especiales.

Recientemente hemos podido dar un importante paso adelante con la obtención de recursos económicos provenientes de la convocatoria del MITMA destinada a mecanismos de recuperación y resiliencia en el ámbito de la movilidad. El AMB destinará 7 millones de euros a actuaciones de digitalización de la movilidad y el transporte. Se financiarán proyectos importantes, como la mejora de la información digital en los autobuses y en el metro, la transformación evolutiva de la app AMB mobilitat (utilizada por casi 200.000 ciudadanos de forma habitual), la ampliación y mejora de las aplicaciones para el aparcamiento regulado y las zonas de carga y descarga, una carpeta ciudadana partiendo de la tarificación social, o diversas herramientas integradas de *Big Data*.

Estos recursos permitirán seguir trabajando en el impulso y el apoyo al despliegue de nuevas ZBE, un proyecto líder, donde la digitalización tiene un papel fundamental: cámaras de control, integración en la plataforma metropolitana, sistema de señalización, registro de exenciones, etc. O también en la implementación de un sistema de bicicleta pública metropolitana que se pondrá en marcha en 15 municipios, continuando el proceso de digitalización del sector de la bicicleta que ya iniciamos con el sistema de aparcamiento Bicibox.



Por último, no quiero olvidar la digitalización del sector del taxi, donde el AMB está desarrollando una aplicación destinada a sustituir la mano alzada por un sistema digital que ponga en contacto al ciudadano con el taxista, para localizarse mutuamente y ganar eficiencia en el servicio. De esta forma, nos proponemos reducir los viajes en vacío de los taxis, y contribuir a la mejora de la calidad del aire mediante la reducción de emisiones contaminantes.



Todo esto demuestra, en mi opinión, que las políticas de digitalización de la movilidad sostenible desarrolladas en los últimos años han posicionado al AMB y sus municipios a la vanguardia de todo el Estado. Nos queda todavía mucho camino por recorrer en el campo de la digitalización de la movilidad, un sector que seguro nos seguirá sorprendiendo en el futuro inmediato.



ANTONI POVEDA

Vicepresident de Mobilitat,
Transport i Sostenibilitat de l'AMB

Periodista de profesión. Senador elegido por el Parlament de Catalunya. Hasta el año 2021 ha sido alcalde de Sant Joan Despí (durante 15 años), y actualmente es teniente de alcalde de Relaciones Institucionales.

Desde el año 2007 es vicepresidente de la Autoridad del Transporte Metropolitano (ATM) y vicepresidente de Movilidad, Transporte y Sostenibilidad del Área Metropolitana de Barcelona (AMB), desde donde ha impulsado sistemas de transporte público más respetuosos con el medio ambiente, facilitando la renovación de la flota de autobuses para que sean menos contaminantes.

Desde 2015 preside la Red de Ciudades por la Bicicleta, entidad de ámbito estatal que promueve el uso de la bicicleta como transporte sostenible.

Capítulo 2

ACCESIBILIDAD E INCLUSIVIDAD



Movilidad: Accesibilidad e Inclusividad

Dr. Jordi Roig de Zárate – presidente y Chief Research Officer. Faustino Cuadrado Capitán, consejero delegado MASS FACTORY – UAB

Movilidad, accesibilidad e inclusividad son términos utilizados a diario en incontables ocasiones, pero ¿todo el mundo los entiendo de igual manera?

La definición intrínseca de movilidad es la capacidad o habilidad para moverse. Sin embargo, entendida como un servicio que mueve a personas y cosas, ¿es esa la definición más adecuada?

Desde el punto de vista de los autores, la movilidad es mucho más que la capacidad de mover a personas por medio de un servicio de transporte. La movilidad es la capacidad de tener un conjunto de sistemas de transporte que garanticen una vida plena y segura en el conjunto de la sociedad.

¿Y qué es la movilidad accesible? Aún hoy en día, a finales del primer cuarto del siglo XXI, cuando hablamos de sociedad, generalmente nos referimos a aquellas personas que cumplen un estándar preconcebido de capacidades físicas, sensoriales y cognitivas. A menudo nos olvidamos de que la sociedad incluye a personas que viven con capacidades distintas, sean congénitas o adquiridas, permanentes o temporales. La discapacidad no es un estado de las personas, sino una condición que limita su movilidad y, por lo tanto, sus actividades. La movilidad es, por lo tanto, un derecho universal e inalienable, lo que nos conduce implícitamente a la condición más relevante de los servicios de transporte público: la accesibilidad.

Definimos, pues, movilidad accesible como la calidad de dotar de iguales oportunidades a todas las personas proporcionándoles acceso a los sistemas educativo y de salud y bienestar, al mercado de trabajo y a cualquier otra actividad cultural, artística, deportiva o social.

Sin embargo, movilidad accesible no es equivalente a movilidad inclusiva. Existen servicios especiales de transporte diseñados específicamente para

personas con discapacidades u otros colectivos de pasajeros que no pueden acceder al transporte autónomamente. Debido a su coste, estos servicios son limitados, no sostenibles y, además, no favorecen la inclusión de los usuarios en la sociedad. Por este motivo, la primera recomendación del *Informe Mundial sobre la Discapacidad* (OMS, 2011) dice que es necesario posibilitar el acceso a todos los sistemas y servicios convencionales a todas las personas. Así pues, la accesibilidad de la movilidad, en todas y cada una de las partes que integran un viaje, debe permitir la inclusión del mayor número de personas.

Para que el transporte público sea accesible es necesario superar tres tipos de barreras que limitan su utilización, las cuales son:

- 1) Arquitectural: acceso físico a la infraestructura de transporte.
- 2) De comunicación: proporcionar información comprensible sobre el uso de la red e infraestructura de transporte.
- 3) De orientación: capacidades del usuario para orientarse con toda la información disponible.

Cómo impactan estas tres barreras en las personas vulnerables

Las acciones que se han llevado a cabo en Barcelona para mejorar la accesibilidad al transporte público son:

- 1) Arquitectural: accesos a los transportes y sus infraestructuras adaptadas a colectivos con discapacidad física y personas mayores, como:
 - Paradas elevadas y autobuses de suelo bajo.
 - Ascensores y rampas.
 - Espacios especiales para sillas de ruedas.
- 2) De comunicación: sistemas de información adaptados para distintas capacidades.
 - Señalética: mapas, líneas, estaciones, tiempo estimado de llegada e indicaciones de guía.
 - Megafonía: avisadores de próxima parada, intercambiadores e incidencias o información relevante.

- Instalación de bucles de inducción magnética para usuarios con discapacidad auditiva.
 - Uso de Braille en ascensores y máquinas expendedoras de títulos de transporte para usuarios con discapacidad visual.
- 3) De orientación:
- Pavimento podotáctil para personas con discapacidad visual.
 - Aplicaciones móviles de movilidad, que también dan información.
 - Códigos QR para identificar paradas y puntos de interés, que además pueden dar información a través de aplicaciones móviles.
 - Balizas Bluetooth (beacons) para identificar los transportes.

La mejora de la accesibilidad en el transporte público de la Gran Barcelona durante los últimos años ha sido más que notable. El esfuerzo de las instituciones, de los operadores de transporte, de las organizaciones de personas con discapacidad y de la ciudadanía no ha sido en vano. Sin embargo, todavía tenemos retos que deben superarse para llegar a una movilidad accesible e inclusiva:

- La integración de las redes de transporte no se puede limitar al sistema tarifario, es necesario que las infraestructuras sean total y homogéneamente accesibles.
- La información para los usuarios debe estar debidamente estandarizada, adaptada, señalizada y actualizada. Si la comprensión de la información percibida por el usuario depende de sus capacidades, entonces no existe comunicación, y sin comunicación aparece la desorientación y finalmente el rechazo al transporte público.

Para mejorar la inclusión de personas con discapacidad, personas mayores y personas con disfunciones mentales o de la memoria, la ATM de Barcelona ha puesto en marcha una prueba piloto del sistema App&Town Compagnon, un innovador sistema de navegación «puerta a puerta» cuyo objetivo es eliminar todas las barreras de accesibilidad haciendo uso de las infraestructuras actuales:

- 1) Arquitectural: con un planificador de viajes que tiene en cuenta las necesidades de cada usuario atendiendo a sus capacidades individuales, rutas físicamente accesibles, líneas e intercambiadores favoritos, rutas seguras, etc

- 2) De comunicación: con una aplicación móvil que interactúa con el usuario con una interfaz personalizada, proporcionando información comprensible en el momento más adecuado para el usuario, mediante el uso de audio, texto, imágenes, pictogramas y vibración.
- 3) De orientación: con un algoritmo de navegación que mediante técnicas de geolocalización da indicaciones precisas de origen a destino, detectando rápidamente si el usuario no sigue el trayecto establecido, y poniendo en marcha acciones de apoyo que permitan la finalización exitosa del viaje.

App&Town Compagnon no es el sistema aislado, sino que integra todas las infraestructuras de accesibilidad existentes en la red y las pone en valor. App&Town Compagnon es una solución que mejora la movilidad, la autonomía personal, la inclusión social y la calidad de vida de todas las personas.



DR. JORDI ROIG DE ZÁRATE

Presidente y Chief Research
Officer en Mass Factory - uab

PhD en Ingeniería Informática por la UAB. Director de la Escuela de Ingeniería de Sabadell (UAB) desde su creación en 1988 hasta 2000.

Desde 1993 colabora activamente con ONCE, con una larga experiencia en proyectos, nacionales e internacionales, relacionados con accesibilidad para personas con discapacidad.

Lideró el Proyecto OnTheBus y es cofundador de la compañía.



FAUSTINO CUADRADO CAPITÁN

Consejero delegado
en Mass Factory - uab

Ingeniero en Informática por la Universidad Autónoma de Barcelona y PDG por IESE, con más de 25 años de experiencia liderando equipos multiculturales en empresas del sector TIC, como Nokia, Red Eléctrica Telecoms, Jazztel, BuyVIP y ADP ES.

Con una amplia y exitosa trayectoria en diversas start-ups, como BuyVIP y App&Town, entre otras. Profesional emprendedor, entusiasta, ético, orientado a objetivos, persistente, liderando equipos y empresas con crecimiento constante y sostenible.

Adaptar las redes de transporte a las expectativas de la diversidad de las personas

Francesc Aragall, presidente de Design for All International

Cataluña es un territorio que ha avanzado mucho hacia la mejora de la accesibilidad para los ciudadanos y ciudadanas que tienen dificultades en su movilidad cotidiana.

En el ámbito de la ATM, junto con la eliminación de barreras, algunas de las estrategias urbanísticas que han sido reconocidas a nivel internacional como ejemplares, como el mantenimiento de una densidad adecuada, la descentralización de servicios en las grandes ciudades, la no especialización de los barrios, la promoción del uso del transporte público y, más recientemente, el incremento del espacio dedicado a los peatones, han contribuido a ello.

Esta tendencia no solo ha tenido un impacto positivo en la calidad de vida de la ciudadanía, sino que ha contribuido de forma muy eficaz a su popularidad como destino turístico.

Sin embargo, es necesario continuar innovando para mejorar en la adecuación del transporte público a las necesidades derivadas de la diversidad de los usuarios y usuarias.

Más allá del esfuerzo significativo realizado por la red de transporte público para mejorar la accesibilidad física, sensorial y cognitiva, es necesario que las futuras mejoras tengan en cuenta también la necesidad de mejorar los servicios vinculados al transporte para otros aspectos de la diversidad, como la de género, edad, orientación sexual, bagaje cultural, dominio de las tecnologías de la información o sensibilidad a las condiciones climáticas y la contaminación.

Para conseguirlo deberían, por un lado, analizarse las buenas prácticas en países y regiones que ya han empezado a abordar estas cuestiones y, por otro,

implicar en los procesos de diseño de nuevos productos y servicios a las personas usuarias que no son suficientemente tenidas en cuenta.

Quisiera citar, como ejemplo, alguna de estas necesidades, aportando referencias de buenas prácticas que hemos podido ir observando durante nuestras colaboraciones en varios proyectos.

Oferta de lavabos públicos en la red de transporte

Tanto la ciudadanía de mayor edad como los niños y niñas necesitan utilizar los lavabos públicos con mayor frecuencia que el resto de la población y, si bien algunos trenes y estaciones cuentan con este servicio, la oferta es claramente escasa en otros elementos de la red de transporte y del espacio público. Esta carencia se hizo más evidente durante la pandemia, cuando el acceso a los servicios de bares, restaurantes y equipamientos públicos resultó imposible.

En Japón, por ejemplo, toda la red de transporte cuenta con aseos públicos que presentan algunas características a considerar:

- En las cabinas individuales hay un asiento abatible para sentar a un bebé mientras el adulto hace uso del inodoro.
- Cada estación de metro y de ferrocarril cuenta con aseos familiares que, además de ser accesibles y no distinguir géneros, tienen una serie de accesorios que permiten el uso simultáneo a adultos y niños e, incluso, una litera plegable para que se tumben



Asiento para bebé. Foto: Imma Bonet



Lavabo público familiar. Foto: Imma Bonet

una persona que se encuentra mal o para cambiar los pañales de una persona adulta.

Wayfinding para peatones

Otro de los aspectos a mejorar es la interfaz entre la red de transporte y el espacio público, sobre todo en lo que se refiere a la orientación y la señalización, lo que en inglés se llama *wayfinding*.

Si bien, en general, la información para desplazarse dentro de las redes de transporte es bastante satisfactoria, la información sobre cómo llegar y sobre cómo orientarse en las calles es claramente insuficiente, afectando a la toma de decisiones a la hora de elegir el modo de transporte.

Ciudades como Londres o Madrid están mejorando significativamente la información en el espacio público peatonal.



Presentación del plan director de señalización de Madrid. Foto: @Avanti-Avanti Studio

Oferta de transporte en la periferia de las ciudades

Si bien Barcelona y los municipios más cercanos disponen de una oferta de transporte público suficiente, cuanto más nos alejamos de la metrópolis, esta oferta va disminuyendo, haciéndose en algunos casos inexistente.

Aunque es cierto que el retraso en las inversiones para la mejora de las infraestructuras y las limitaciones presupuestarias suponen un freno importante, existen regiones donde han afrontado este reto de forma creativa.

Por ejemplo, en el estado de Florida, en Estados Unidos, pero también en la isla de Tenerife, los taxis ofrecen viajes compartidos en horas valle sustituyendo al bus.

También será necesario seguir atentamente la evolución de los vehículos sin conductor y las tecnologías vinculadas al 5G para explorar su contribución a la oferta de transporte para los ciudadanos de territorios más desconectados.

Diversidad idiomática

En un territorio con tanta diversidad lingüística y que acoge a emigrantes y turistas de todo el mundo, es necesario que la red de transporte y sus servicios sean comprensibles para personas de diferentes culturas, tanto incrementando la utilización de códigos de comunicación e iconos comprensibles globalmente como con la inclusión de más idiomas y sistemas de traducción automática en las apps y páginas web.

También es en Japón donde el sistema de *wayfinding* en el metro permite su utilización sin tener que saber ni japonés ni inglés y, por otra parte, a raíz de los Juegos Olímpicos, varias empresas han desarrollado tabletas traductoras y otros ingenios que permiten al personal de atención al público de la red de transporte ofrecer información en la lengua del usuario o usuaria.

Protección frente a las condiciones climáticas y la contaminación

El uso de maletas y carretillas sobre pavimentos irregulares provoca una contaminación acústica innecesaria, y por otra parte el cambio climático está afectando cada año a las infraestructuras de transporte y al confort de los viajeros en su utilización.

En Singapur, donde las lluvias torrenciales y la radiación solar son frecuentes, han estudiado cómo animar a la ciudadanía a desplazarse a pie, concluyendo que es necesario que los recorridos sean útiles, seguros, confortables e interesantes, pero también instalando marquesinas que conectan las oficinas y las viviendas con la red de transporte.

También son muchas las ciudades, como Seúl, que se han interesado por nuevos pavimentos silenciosos, que no se ensucien y, últimamente, también bacteriostáticos.

Una vez expuesta la necesidad de adecuar las redes a la diversidad humana, estoy convencido de que, como ha hecho hasta ahora, la ATM continuará



Pavimento silencioso y bacteriostático. Foto: Access Safety

afrontando los retos para ofrecer una red de transporte cada vez más adecuada para todos.



FRANCESC ARAGALL

Presidente, Design
for All International

Consultor en Design for All que inició su carrera en este campo en 1990.

Fundador y presidente de Design for All International y director de ProAsolutions, empresa que aplica el Design for All en urbanismo, arquitectura, transporte, turismo, servicios y productos, equipamientos culturales, seguridad y gestión de residuos, con sede en España y Portugal.

Ha integrado el Diseño Universal y la Movilidad Activa en más de 300 planes urbanísticos en distintos países de Europa y ha contribuido a diversos proyectos y desarrollo normativo para CEN y CENELEC, AENOR, Singapur, Cataluña, UAE y Turquía.

MaaS: la tecnología al servicio de una movilidad más sostenible, inclusiva y accesible

Laia Garriga Mas, Business Development Manager; Rail Industry & Logistics en Eurecat Centro Tecnológico

La Movilidad como Servicio (MaaS) es un nuevo paradigma de transporte con vocación de servicio que propone una movilidad sostenible, flexible, continuada y más económica, con el objetivo de reemplazar el vehículo privado y potenciar el transporte multimodal, poniendo el foco en las necesidades del usuario.

Para que la movilidad como servicio sea una realidad, es importante la integración y el acceso a diferentes servicios de movilidad públicos y privados a través de una plataforma única, que permita acceder a una movilidad multimodal a demanda, justa e inclusiva.

La madurez de las tecnologías digitales, y su convergencia e integración como en la inteligencia artificial, gobernanza de datos, realidad virtual, 5G, ciberseguridad, etc., actualmente tienen un impacto exponencial para facilitar la interrelación entre los mundos físico y virtual, potenciar el flujo libre de los datos, favorecer la automatización inteligente y la adaptación del contexto, enlazar diferentes dominios y acelerar el desarrollo de nuevos servicios y modelos de negocio, y por supuesto para ayudar a la mejora de la toma de decisiones.

Pero, a pesar de la madurez de las tecnologías que pueden convertir en realidad las plataformas MaaS, todavía existen muchas barreras para la adopción de las tecnologías en el sector de la movilidad y falta de consenso para la definición de estructuras de gobernanza. Es necesario realizar un análisis de los riesgos legales y de responsabilidad civil asociados al impacto de estas plataformas en la movilidad, que a menudo es desconocido, impreciso o incluso aún no adaptado al cambio; es necesario disponer de datos de calidad, generar mecanismos de colaboración público-privada, potenciar el

reducido ecosistema de proveedores tecnológicos locales, que actualmente son en su mayoría de pequeña dimensión, e intentar disminuir la dependencia significativa de las grandes organizaciones multinacionales en cuanto a la disponibilidad de los datos de movilidad que generan los usuarios, entre otros.

¿Por qué, a pesar de los retos, hay que seguir trabajando para la generación de plataformas MaaS?

Sostenibilidad

La contaminación, el tráfico y el ruido en las ciudades son cada vez mayores y son un problema que parece agravarse. Esta es una de las razones por las que la Movilidad como Servicio surge en los últimos años.

Fomentar la Movilidad como Servicio hace que las personas utilicemos nuevas formas de transporte tanto público como privado y compartido, haciendo que dependamos menos del coche particular, disminuyendo así la contaminación y creando más zonas verdes que aportan calidad de vida y salud a los ciudadanos.

Facilidad de uso y flexibilidad

El desarrollo de aplicaciones móviles hace que MaaS sea un sistema rápido, centrado en el usuario. Poder consultar todas las formas de moverse por una ciudad desde una aplicación móvil hace que sea un sistema cómodo y multimodal, sin necesidad de tener una plataforma diferente para cada medio de transporte. Las apps deben tener la capacidad de adaptarse a las necesidades de cada persona y, por lo tanto, facilitar el transporte a cualquier perfil de usuario, tanto en la ciudad como en zonas aisladas.

Conectividad y seguridad

Los dispositivos móviles tienen funcionalidades como rapidez, disponibilidad de datos en tiempo real, cámara, GPS, etc. Todo esto hace que poder desarrollar aplicaciones a medida sea una realidad. También queda demostrado que el uso de los dispositivos móviles para estos servicios de movilidad compartida es un sistema seguro y efectivo tanto para los usuarios que lo utilizan como para las empresas, ya sean públicas o privadas.

Ahorro de dinero

La mayoría de este tipo de plataformas que fomentan la movilidad colaborativa ofrecen pagar solo por los kilómetros que se realicen, como en el caso de los servicios de *carsharing*. Además, al utilizar este tipo de servicios también se ahorra el dinero del aparcamiento y se ayuda a combinar rutas para que también se ahorre tiempo.

Impulso en las ciudades inteligentes y digitalización

Uno de los planes de futuro de las ciudades es ser más inteligentes, sostenibles y con servicios accesibles para todos. Por ello, soluciones que fomentan la Movilidad como Servicio (MaaS) permiten esta evolución de las ciudades hacia lugares más digitales y accesibles con la ayuda de las tecnologías que utilizamos en nuestro día a día.

La tecnología debe seguir siendo nuestra aliada para poder crear un mundo mejor, más accesible y digitalizado, y que se adapte a nuestras necesidades.



LAIA GARRIGA

Business Development Manager;
Rail Industry & Logistics
en Eurecat centro tecnológico

Dinamizadora de nuevos proyectos empresariales y desarrollo de proyectos colaborativos. Ingeniera industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB). Ha desarrollado su carrera profesional siempre relacionada con tecnologías de valor añadido y desarrollo de negocios en distintos sectores industriales, sanitarios y de seguros.

Jefa de desarrollo de negocios ferroviarios y logísticos de Eurecat y vicepresidenta de innovación del clúster IN-Move by Railgrup. Con más de 9 años de experiencia en el sector ferroviario y del transporte, desde el que ha impulsado proyectos de colaboración con distintas empresas del sector, entre los más destacados: Assets4Rail, proyecto europeo con 19 socios, o DIAMOND, proyecto europeo para desarrollar herramientas para definir los medios de transporte con perspectiva de género. Y proyectos con la Autoridad del Transporte Metropolitano, para la definición de las matrices de destino de origen (OD) con discriminación por medio de transporte, y los proyectos de mejora de la accesibilidad del transporte, entre otros.

Las condiciones previas para que la movilidad como servicio (MaaS) ofrezca resultados de movilidad sostenibles y equitativos y el papel de las autoridades públicas en su ecosistema

Suzanne Hoadley, directora general de Polis

En los últimos años la MaaS ha sido objeto de muchas investigaciones y debates, lo que ha dado lugar a un importante volumen de conocimientos sobre los diversos aspectos de la MaaS, incluidos los modelos de negocio y los requisitos técnicos, como el uso de datos. Un área que ha recibido menos atención es la relativa a las costumbres de viaje, en concreto la influencia de la MaaS en las elecciones de viaje que realiza la gente.

El discurso de la MaaS está marcado por la promesa de que la MaaS fomentará medios de transporte más sostenibles, especialmente entre los conductores de automóviles. Esta suposición parece ingenua, dado que ignora los factores que impulsan los cambios en las costumbres de viaje, los cuales principalmente se dan como consecuencia de cambios en las circunstancias personales (trabajo nuevo, mudanzas, aumento de la familia, etc.) y por las políticas públicas que hacen que el uso del coche privado sea menos conveniente, especialmente mediante la reutilización del espacio viario y la introducción de restricciones al tráfico, de restricciones en el aparcamiento y de peajes.

Este último punto está apoyado por una reciente investigación de la Universidad de Lund sobre las medidas con mayor éxito para reducir el uso del

coche y promover la movilidad sostenible. De los doce grupos de medidas estudiadas, las restricciones al tráfico y en los aparcamientos aparecen en los tres primeros puestos, mientras que las aplicaciones para la movilidad están en el número 12. (<https://www.theguardian.com/environment/2022/apr/16/12-most-effective-ways-cars-cities-europe>)

Si bien la MaaS no es la solución mágica para conseguir los objetivos de movilidad sostenible, sí ofrece una oportunidad única para mejorar la integración de los servicios de transporte existentes y simplificar los viajes de los usuarios. Para las autoridades públicas, la MaaS comporta también un impulso para la modernización de los sistemas de las tecnologías de la información y proporciona otro canal de distribución para sus servicios. Sin embargo, esto no está exento de costes (en cuanto al desarrollo de las tecnologías de la información, su funcionamiento y su mantenimiento) ni de riesgos, especialmente debido a la creación de un nuevo mercado de plataformas de MaaS independientes.

La llegada de plataformas de MaaS independientes representa un cambio de paradigma en el panorama de los transportes urbanos y metropolitanos, a diferencia del sector de los transportes de larga distancia, en los que los grandes operadores, como Amadeus y Trainline, llevan mucho tiempo en activo. Hoy en día, los riesgos son en gran medida hipotéticos, porque la MaaS todavía no se ha implementado a gran escala; sin embargo, se basan en las tendencias y los impactos que se han observado en otros servicios digitales de transporte, como los pedidos a domicilio, y en otros sectores de plataformas digitales, como el comercio electrónico o la hostelería (reservas de alojamiento). Aunque estas plataformas ofrecen servicios muy valiosos a los usuarios, también provocan algunos efectos no deseados que deben resolverse mediante políticas públicas.

En cuanto a los objetivos de sostenibilidad y equidad fijados por las autoridades públicas, existe la preocupación de que las plataformas independientes de MaaS den prioridad a los modelos que producen más ingresos, partiendo del supuesto de que sus ingresos proceden de las tasas. Dado que los ingresos por los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público son escasos o inexistentes, puede que aumenten los viajes en coche. También existe el riesgo de que surja un pequeño número de opera-

dores dominantes (lo que no es de extrañar en un mundo tan volátil como el de la movilidad), con capacidad para ejercer una influencia desproporcionada, por ejemplo, entre todos los operadores por medio de la fijación de precios. Existe otro riesgo relacionado con la asimetría de los datos, dado que las plataformas independientes de MaaS disponen de mejores datos sobre desplazamientos que las autoridades públicas y los operadores. Estos riesgos y las medidas para evitarlos se explican de forma más detallada en un documento elaborado conjuntamente por Polis y dos asociaciones de transporte público, EMTA y UITP. (<https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2021/02/UITP-EMTA-POLIS-Joint-opinion-on-EU-wide-integrated-ticketing.pdf>)

¿Cómo evitar estos efectos adversos? Las autoridades públicas (autoridades del transporte, municipios) deben intervenir en la configuración y dirección de los ecosistemas locales de MaaS. Tienen que hacer uso de las competencias existentes para establecer las condiciones para (i) el acceso al espacio público y la infraestructura para los servicios de transporte, y (ii) la reventa al transporte y otros servicios de transporte creados o remunerados públicamente. Con el trasfondo de la legislación nacional reciente (Finlandia y Francia) y la futura legislación de la UE, que permitirá la creación de canales de reventa digitales para los servicios de transporte, es imprescindible que se reconozca la importancia del papel de las autoridades públicas en la MaaS y que no disminuyan las competencias de las que hoy en día están dotadas.



SUZANNE HOADLEY

Directora general de Polis

Suzanne es la directora general de Polis y es responsable de las actividades relacionadas con la tecnología de la información, los datos, la digitalización, la automatización y la conectividad. Polis es la red de autoridades municipales y regionales que promueve la innovación para la movilidad sostenible. Trabaja en Polis desde 2001. Su tarea principal consiste en facilitar la transferencia de conocimientos y el debate entre los miembros de Polis sobre cuestiones de actualidad y temas recientes, como el intercambio de datos, la MaaS, la digitalización del transporte en la Administración local, la gestión de las redes multimodales, los sistemas de transporte inteligente cooperativos (C-ITS, su sigla en inglés) y los consejos de coordinación de acceso y movilidad (CCAM, su sigla en inglés). Suzanne ha publicado informes políticos sobre muchos de estos temas, con el objetivo de hacer llegar los puntos de vista de las ciudades y regiones de Polis a las instituciones europeas y a otros interesados.

Espacios de datos comunes para una movilidad accesible y sostenible

Julia Vicens, Research Scientist en Eurecat Centro Tecnológico

El rastro que los humanos vamos dejando facilita entender cómo experimentamos el espacio. Desde los datos arqueológicos que nos han permitido estudiar cómo los humanos nos expandimos por la Tierra durante millones de años y a lo largo de miles de kilómetros, hasta el *Big Data*, que nos posibilita el acceso a información muy precisa que describe a múltiples escalas temporales y espaciales cómo nos movemos y con qué y con quién interactuamos. La digitalización y la recogida masiva de datos abre la puerta a analizar cómo los humanos nos movemos en una estación de metro, en las calles de la ciudad, entre regiones o incluso a largas distancias entre países. Estos datos tienen un potencial importante para conocer no solo el comportamiento de la ciudadanía hacia la movilidad, sino también cómo la ciudadanía vive en el espacio urbano y rural. Mediante este conocimiento, podemos mejorar la experiencia de la movilidad y diseñar mejores espacios, más saludables y sostenibles. Pero también podemos reproducir los sesgos inherentes a los datos y la falta de representatividad de colectivos sistemáticamente invisibilizados. Además, la privacidad y la gobernanza de los datos siguen siendo un reto a la hora de diseñar sistemas de toma de decisiones basados en datos.

La movilidad es un sistema complejo que está influenciado por múltiples elementos a la vez. La movilidad entra en interacción con los sistemas urbano, biológico o económico. Pacificar una calle, ampliar el transporte público en una determinada área o crear un nuevo carril bici tiene impactos que van más allá de los cambios en los flujos de desplazamiento o de medio de transporte; son impactos sociales, económicos o ambientales, que afectan forma directa a la calidad de vida, e incluso a la cohesión social. Algunos de estos impactos se han manifestado y evidenciado durante la pandemia del covid-19. No solo la importancia que la movilidad tiene a la hora de propagar una enfermedad, sino también los efectos en cascada que esta provoca. Probablemente, los

impactos más evidentes son los ambientales, la mejora de la calidad del aire (Venter et al., 2021) o la disminución de los niveles de ruido (Bonet-Solà, D., 2021). Entender las dinámicas y la emergencia de patrones de movilidad que impactan directamente en la habitabilidad de las ciudades, regiones y comunidades es determinante para diseñar servicios de transportes más eficientes y espacios más accesibles y seguros.

No todas las personas experimentamos el espacio público, y concretamente el transporte público, de la misma forma. Los patrones de movilidad de las mujeres difieren de los de los hombres (Gauvin et al., 2020); incluso, en determinadas ocasiones, las mujeres deben adoptar estrategias para sentirse seguras en el espacio público modificando sus patrones de comportamiento para adaptarse a los espacios. Así, aspectos como el género o el nivel socioeconómico hacen que la experiencia de la movilidad sea muy diferente. Tal y como hemos podido ver en proyectos como Diamond, centrado en extraer conocimiento de los datos para gestionar las necesidades específicas de género en el uso de los sistemas de transporte, es imprescindible adaptar las metodologías y las infraestructuras para asegurar que toda la ciudadanía disfruta del espacio público y de la movilidad en igualdad.

Las personas y colectivos vulnerables han sido tradicionalmente desplazados de la toma de decisiones, y el hecho de trabajar con grandes volúmenes de datos no garantiza su representatividad, a veces es justamente lo contrario, ya que las mismas dinámicas se perpetúan y o bien no están representados, o bien están representados de forma sesgada. Es necesaria una evaluación de los sesgos tanto en los datos como en los modelos que se desarrollan para identificar y, en caso de que sea viable, mitigar los posibles impactos de este. En este contexto, es también imprescindible actuar con la ciudadanía, generar acciones participativas en las que todas las personas formen parte de las decisiones que afectan al espacio público, así como al transporte público y compartido. Estas dinámicas participativas han sido de gran relevancia en intervenciones en el espacio público centradas en la recuperación del espacio público (Zografos et al., 2020) o en entender de forma compartida los impactos de la movilidad en la calidad de aire (Pereñó et al., 2021), patentes, por ejemplo, en la *EU Mission: Climate neutral and smart cities*, que aboga por una aproximación participativa e inclusiva a los procesos de decisión.

Incluir a la ciudadanía, no solo como facilitadores de datos, sino como agentes esenciales para repensar los espacios públicos y la forma en que nos movemos es fundamental. Integrar a agentes movilizados y a la sociedad civil en la toma de decisiones permite entender mejor cuáles son las preocupaciones y necesidades cuando diseñamos el transporte y las ciudades del futuro, y así establecer mecanismos para recuperar y facilitar la evolución del espacio público. La creación de *data spaces* de movilidad —y de los sistemas satélite— con datos abiertos es un elemento central que permite que la comunidad investigadora, pública y privada, se integre de forma efectiva en el proceso de repensar los servicios e infraestructuras de transporte. En torno a ellos se pueden crear procesos que permitan ampliar la visión del uso del transporte y del espacio público para crear entornos más seguros.

La complejidad intrínseca a la movilidad debe trabajarse de forma holística, mediante la integración de diferentes experiencias, que nos permitan focalizarnos en los impactos transversales. Para dar forma al futuro es fundamental abrir la participación en la toma de decisiones y en el diseño de los servicios e infraestructuras de transporte, así como los entornos donde este se produce, sea la ciudad o el vagón del tren, el carril bici o el coche compartido. Y hacerlo integrando a los colectivos vulnerables e infrarrepresentados, que normalmente son los que tienen mayores problemas de accesibilidad. Por último, es necesario crear un común de datos de movilidad donde se integren datos de entidades privadas, datos de la administración y datos de los ciudadanos, de forma abierta y con rigurosos procesos que velen por la gobernanza de los datos por parte de la ciudadanía, protegiendo sus derechos individuales y colectivos.

VENTER, Z. S.; AUNAN, K.; CHOWDHURY, S. & LELIEVELD, J. (2020). «COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(32), 18984-18990.

BONET-SOLÀ, D.; MARTÍNEZ-SUQUÍA, C.; ALSINA-PAGÈS, R. M. & BERGADÀ, P. (2021). «The soundscape of the COVID-19 lockdown: Barcelona noise monitoring network case study». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5799.

GAUVIN, L.; TIZZONI, M.; PIAGGESI, S.; YOUNG, A.; ADLER, N.; VERHULST, S.; ... & CATTUTO, C. (2020). «Gender gaps in urban mobility». *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), 1-13.

ZOGRAFOS, C.; KLAUSE, K. A.; CONNOLLY, J. J. & ANGUELOVSKI, I. (2020). «The everyday politics of urban transformational adaptation: Struggles for authority and the Barcelona superblock project». *Cities*, 99, 102613.

PERELLÓ, J.; CIGARINI, A.; VICENS, J.; BONHORE, I.; ROJAS-RUEDA, D.; NIEUWENHUIJSEN, M. J.; ... & RIPOLL, A. (2021). «Large-scale citizen science provides high-resolution nitrogen dioxide values and health impact while enhancing community knowledge and collective action». *Science of the Total Environment*, 789, 147750.



JULIÀ VICENS

Research Scientist
a Fundació Eurecat

El Dr. Julià Vicens es investigador científico en ciencias computacionales sociales en la unidad de Data Science and Big Data en Eurecat. Su investigación cubre áreas como los sistemas complejos o la ciencia ciudadana, centrándose en entender los fenómenos sociales como los patrones de comportamiento, la propagación de información o la movilidad humana, con especial interés por revelar las desigualdades de los sistemas sociales.

Ha participado en múltiples proyectos nacionales e internacionales de investigación e innovación cuyos resultados se han publicado en revistas de alto impacto.

Capítulo 3

SOSTENIBILIDAD Y SALUD



Normas de acceso de vehículos urbanos (UVAR) y cómo contribuyen al avance del transporte sostenible en Europa

Lucy Sadler, Cosimo Chiffi i Bonnie Fenton, del proyecto ReVeAL (<https://civitas-reveal.eu>)

Lucy Sadler, directora de Sadler Consultants Europe, GmbH

En ocasiones, las ciudades restringen, sea de forma temporal o permanente, el acceso a una zona, a una carretera o a una parte de la carretera a todo el tráfico de vehículos o a determinadas categorías de vehículos. Estas medidas se implementan para mejorar problemas como la seguridad, la salud, el medio ambiente o la movilidad (como los atascos o para avanzar hacia una movilidad sostenible).

Cuando se aplican estas restricciones en áreas urbanas y metropolitanas, en términos generales podemos referirnos a las **normas de acceso de vehículos urbanos, o UVAR, su sigla en inglés**.

Generalmente, existen cinco tipologías principales de UVAR:

1. Zona peatonal (solo peatonal —y, a veces, ciclistas—).
2. Zona de tráfico limitado (solo algunos vehículos).
3. Zona de bajas emisiones/cero emisiones (acceso según las emisiones).
4. Zona de tarificación por congestión (entrada de pago).
5. Zona de prioridad peatonal (espacio viario compartido donde los peatones tienen prioridad).

Existen más de 700 UVAR en unas 500 ciudades en toda Europa, como se muestra en el siguiente mapa, extraído de <http://www.urbanaccessregulations.eu>, que ofrece información completa de todas las UVAR europeas.

Urban Access Regulations in Europe

Overview - Schemes by Country - Low Emission Zones - Urban Road Tolls - Other Restrictions - Cities & Ministries - Additional Services - News

Home / Overview / Map

Urban Access Regulation By Map

Search Map

- LEZ Low Emission Zone
- Urban Road Tolls
- Other Access Regulation
- Pollution Emergency
- ZEZ Zero Emission Zone

Useful Resources
News and press
FAQ
Useful links

Using this site
How to use this site
Glossary & Acronyms

Using this site
About us
European Union Policy
Disclaimer
Site Notice

Portal developed with the support of the

© 2007 - 2022 EU. All rights Reserved. TMC

¿Y por qué hay UVAR?

- La **contaminación** mata a más de 7 millones de personas cada año (especialmente los más vulnerables, la gente mayor, quienes padecen

de enfermedades previas o incluso del covid-19), según las cifras de la OMS, y causa trastornos pulmonares como el asma a los niños. También le cuesta a nuestra sociedad el 4,8% del PIB mundial (Banco Mundial).

- Los **atascos en las ciudades** obligan a las empresas de reparto a enviar más vehículos (que finalmente también se añaden a los atascos), haciendo que los viajes y las entregas sean menos fiables. En Europa los atascos cuestan el 1% del PIB (Comisión Europea).
- Puede **mejorarse la calidad de vida urbana** convirtiendo el espacio de la carretera en espacio recreativo o comercial. Durante la década de los setenta, las plazas de muchas ciudades europeas estaban llenas de coches aparcados. Ahora, el espacio se utiliza para comer al aire libre o para el ocio. Pocos querrían volver a ver las plazas llenas de coches. Más recientemente se han utilizado para el ocio, la restauración al aire libre y las tiendas.
- **El espacio urbano es un recurso valioso** que a menudo se ofrece «gratis» o a un precio bajo.
- **Equidad:** las personas que se desplazan en bicicleta, a pie o en transporte público no solo son más sostenibles, sino que también utilizan menos espacio vial. Las personas más pobres de las sociedades urbanas son a menudo las que no tienen coche. ¿Por qué esas personas o la sociedad deben subvencionar el aumento del espacio vial y otros costes de los conductores automovilísticos?
- **Porque en ocasiones los incentivos no son suficientes** para conseguir el cambio necesario.



Centro de Ravensburg, Alemania
(fotografía: Lucy Sadler)



Espacio compartido en Bristol, Reino Unido
(fotografía: Lucy Sadler)



La necesidad de reducir las emisiones climáticas de cara al Acuerdo de París es un factor que impulsan cada vez más las UVAR. Así como las políticas nacionales mejoran a menudo las condiciones generales para las opciones de baja emisión, las UVAR pueden ayudar a facilitar un cambio más rápido en las zonas urbanas.

Las siguientes secciones explican con más detalles los principales tipos de UVAR.

Zona peatonal

Una **zona peatonal** o **área peatonal** suele ser una plaza, una calle o un conjunto de calles contiguas en las que no se permite la circulación de vehículos motorizados y todo el espacio se reserva a los peatones y a veces se permite la circulación de bicicletas en condición de igualdad o «tolerancia».

Puede ocurrir, solo si se señalizan como tales, que las zonas peatonales admitan solo algunas categorías de vehículos/usuarios, como los vehículos de emergencia o policiales, las personas con movilidad reducida que lleven una acreditación (por ejemplo, el distintivo azul), los residentes que tengan que



Espacio ocupado por el aparcamiento en carretera en Friburgo, Alemania (fotografía: Lucy Sadler)

ir al garaje, los vehículos de reparto (normalmente durante una franja horaria corta y fuera de las horas punta) o los microbuses. Nunca se permite aparcar y los vehículos admitidos deben ir a velocidad reducida.

Los objetivos generales son hacer que estas zonas sean más habitables y seguras por medio de la priorización de los desplazamientos a pie y de la interacción social y proteger los lugares más vulnerables visual y físicamente, como los monumentos y los paisajes.

Muy a menudo, estas zonas cubren partes pequeñas y fragmentadas de la ciudad, aunque existen ejemplos de grandes recorridos que conectan plazas como Varna (Bulgaria), barrios como París y núcleos urbanos completamente peatonales, como Ljubljana (Eslovenia) y Pontevedra (España). Sin embargo, las ciudades implementan cada vez más zonas peatonales en amplias áreas de los centros de las ciudades para garantizar que son atractivas para los turistas.

Las zonas peatonales suelen realizar cambios en el trazado de las calles para poner de manifiesto que no se permite el acceso a los coches, por ejemplo con pavimentos empedrados, modificaciones físicas, monumentos en las plazas o mobiliario en la calle. De esta forma, transforman las calles en espacios públicos, refuerzan el mensaje de que no se permiten los vehículos motorizados y facilitan la mejora del ambiente de la zona.

Zona de tráfico limitado (ZTL)

En consonancia con los objetivos para la transformación en zona peatonal (calidad de vida, seguridad vial, protección del patrimonio cultural y natural y cambio climático) y para reducir los atascos, las **zonas de tráfico limitado (ZTL)** permiten el acceso únicamente a los desplazamientos motorizados que se consideren necesarios para el funcionamiento y la vida cotidiana de la zona. Los residentes, propietarios o arrendatarios de los garajes, los encargados del cuidado ajeno, las personas con movilidad reducida, los transportistas de mercancías o las empresas de mantenimientos y reparaciones son categorías de usuarios habitualmente autorizados y con registro previo, además, por supuesto, del transporte público, los taxis y los vehículos de emergencia o policiales.



La ciudad de Varna, en Bulgaria, tiene un paseo peatonal de 1,5 km que enlaza la entrada del famoso Jardín del Mar, la iglesia de San Nicolás, el teatro y la torre del reloj. Fotografías: TRT

Las ZTL, que suelen cubrir zonas más amplias, como centros históricos, siempre funcionan con permisos. Estas autorizaciones deben solicitarse y aprobarse previamente para permitir el acceso. Algunos permisos pueden tener una validez más larga (por ejemplo, para las categorías antes mencionadas) y otros pueden permitir el acceso puntual desde otros tipos de usuario, como las visitas de los residentes o los huéspedes de un hotel. Las ZTL también pueden restringir el acceso (adicionalmente o de forma exclusiva) a determinadas categorías de vehículos (son bastante comunes las restricciones a camiones y autocares) o por características del vehículo, como su tipo, peso, tamaño o ni-

vel de contaminación (ruido, calidad del aire). El proyecto ReVeAL de las UVAR en la UE sobre excepciones y permisos ofrece más detalles.

También suele permitirse el estacionamiento y se usan en gran parte franjas de tiempo para regular el acceso de mercancías y las operaciones de carga y descarga.

El objetivo principal es reducir el tráfico motorizado de forma esencial o significativa, según el número o las categorías de permisos concedidos. El objetivo estratégico es priorizar los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público.

Las ZTL están muy extendidas en Italia (la primera zona de tráfico limitado se introdujo en Siena en 1965 y ahora hay más de 350 ZTL controladas con cámaras en Italia), pero también existen en otros países, como se muestra en el mapa anterior.

La zona permanentemente «sin coches» del centro de la ciudad de Gante, en Bélgica, está formada por cuatro ZTL distintas (más algunas calles peatonales) y enmarcada dentro de su famoso Plan de Circulación (por el que no es posible el tráfico a causa del trazado de las carreteras, las calles de un único sentido o los bloqueos en carreteras).

Los permisos de un modelo de ZTL también pueden referirse a categorías específicas de vehículos (son bastante comunes las restricciones para camiones y autocares) o por características del vehículo, como su tipo, peso, tamaño o nivel de contaminación (ruido, calidad del aire), tal y como se explica en la guía de ReVeAL.

Zona de bajas emisiones (ZBE)

En los últimos años, la importancia en los niveles de contaminación y en el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire de la UE relacionados con la salud ha tenido como consecuencia la introducción de muchas **zonas de bajas emisiones (ZBE)**, también llamadas zonas ecológicas en algunos países (por ejemplo, en Alemania, Países Bajos, Suecia o Dinamarca).

Las ZBE solo permiten el acceso de vehículos a las categorías de vehículos que cumplen con la normativa establecida sobre la calidad del aire y las emisiones mínimas. Generalmente, por medio de las normativas europeas de emisiones de vehículos sobre la emisión de gases contaminantes (NOX, PM, CO, VOC, HC, NMHC) y las respectivas euronormativas (ver, por ejemplo, Dieselnet para más información).

A diferencia de las ZTL, el objetivo principal de una zona de bajas emisiones es reducir la contaminación del aire de un lugar y no tanto reducir su tráfico. Las ZBE no suelen reducir los niveles de tráfico; su efecto inmediato es acelerar la renovación del parque de vehículos (aunque esto puede cambiar donde se utilizan normas muy estrictas, como la Londres Ultra LEZ, con una norma de Euro 6 diesel [vehículos posteriores a 2013-15] que se introdujo en 2019). El objetivo principal es la discriminación por las contribuciones a la contaminación atmosférica y no por el medio de transporte. Por lo general, los propietarios de los vehículos cambian el vehículo más viejo y contaminante por uno más nuevo y menos contaminante, o bien adaptan el antiguo, por ejemplo con un filtro de partículas diésel, para cumplir la normativa sobre emisiones.

Las ZBE suelen introducirse de forma gradual y, con el paso del tiempo, se convierten en normas cada vez más estrictas. En ocasiones, las normas más estrictas aplicadas en zonas distintas y normalmente concéntricas pueden conducir, por motivos de comunicación y comprensión para los usuarios, a denominaciones distintas, como las zonas de ultrabajas emisiones (ZUBE) en Londres.

En algunas ZBE (por ejemplo, en Londres) se utiliza un sistema de tarificación, por lo que los vehículos que cumplen la norma no deben pagar y los que no la cumplen deben pagar una tasa elevada (equivalente a una multa).

Cuando solo se permiten los vehículos de cero emisiones, las ZBE se convierten en **zonas de cero emisiones (ZZE)**, que normalmente se implementan para reducir las emisiones y los efectos de cambio climático, así como la contaminación del aire. Existen una serie de vías o mecanismos para llegar a ser una ZZE. A veces, se llega a una ZZE potenciando una ZBE. Otras veces, debe incluirse un requisito de vehículo de cero emisiones (VZE) a una ZTL o el acceso a la ventana de entrega de una zona peatonal. Una buena ZZE también tratará de reducir el tráfico, quizás con un ZTL o con intervenciones en el

espacio público (cambios en el diseño de la carretera, sea convirtiéndola en una zona peatonal o con carriles para autobús) y en la red de carreteras para reducir el espacio de carretera.

Zona de tarificación por congestión

El tráfico de vehículos puede no estar restringido por la categoría de vehículo o usuario sino por un pago para acceder.

De nuevo, es posible una combinación de la reducción de la contaminación y de los atascos: una zona de tarificación por contaminación es una UVAR donde solo tienen que pagar los vehículos que no cumplen la norma de emisiones establecida (por ejemplo, las ZBE de Londres), mientras que en una zona de tarificación por congestión se cobra a todos los vehículos motorizados, independientemente de las normas sobre emisiones. A veces existen tarifas diferentes según el tipo de vehículo. Por ejemplo, tarifas más altas para camiones que para coches o para vehículos más contaminantes (por ejemplo, en Oslo).

En 2008 Milán implementó el sistema de tarificación por contaminación Ecopass (2008-2011), que en un principio aceleró la renovación del parque de vehículos, pero como la norma no se hizo más estricta, perdió progresivamente el efecto inicial en la disminución de los atascos, dado que cada vez más vehículos podían acceder a la zona. Por este motivo, durante el 2011 se convirtió en una zona de tarificación por congestión, ahora llamada Área C, donde no se permite el acceso de los vehículos anteriores al Euro 4 y todos los vehículos que entran deben abonar una cuota (por lo tanto, tiene rasgos de las ZBE incorporados al sistema de tarificación principal). Otras ciudades con tarifas de congestión son Londres, Estocolmo y La Valetta.

Los sistemas y normas de tarificación, también conocidos como peajes urbanos, habitualmente funcionan con ANPR (reconocimiento automático de matrículas) o transpondedores (para comprobar pagos) y exenciones para algunas categorías de vehículos. Este sistema puede comprender tanto las zonas pequeñas como las de mayor tamaño.

Zona residencial, zona de encuentro, supermanzanas, woonerf

En todas las UVAR analizadas hasta ahora se aplican normas o tarificaciones de acceso a los vehículos; el acceso se regula por medio de normativas. Sin embargo, también existen otros tipos de sistemas que a veces se pueden considerar UVAR y en los que los vehículos motorizados se regulan mediante una modificación del trazado de la carretera o la reducción de la velocidad máxima.

Dos ejemplos típicos son las **zonas residenciales/zonas domésticas y las zonas de encuentro/supermanzanas**. Los usuarios deben adaptar la forma de conducir o de caminar cuando entran en estas zonas, salen, se desplazan o las utilizan.

El artículo 27 bis de la Convención de las Naciones Unidas de 1968 sobre circulación vial establece qué comportamientos y usos se permiten en las **zonas residenciales** señalizadas como tales, aunque también suelen utilizarse fuera de estas zonas:

- Los peatones pueden hacer uso de toda la carretera. Se permite jugar.
- Los conductores deben circular a una velocidad muy baja, tal y como se especifica en la legislación nacional, y en ningún caso pueden exceder los 20 km (12 millas) por hora.
- Los conductores no pueden poner en riesgo a los peatones ni actuar de manera obstructiva. Si es necesario, deben detener el vehículo.
- Los peatones no pueden impedir el tráfico sin motivo alguno.



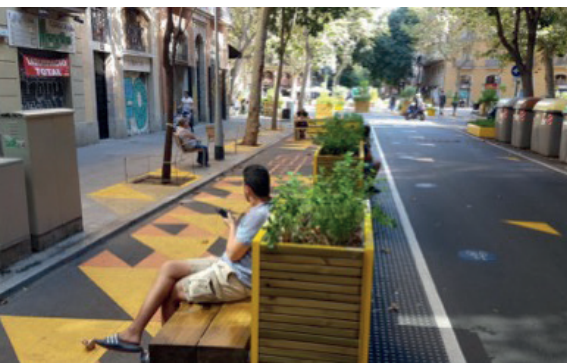
Una señal de tráfico en una zona residencial alemana (Spielstraße), que se utiliza más allá de las zonas residenciales. Fotografía: Lucy Sadler

- Se prohíbe aparcar, excepto cuando lo permita una señal de aparcamiento.
- En las intersecciones, los usuarios de la carretera deben ceder el paso a otros usuarios, salvo cuando la legislación nacional especifique otra cosa.

Aunque el hecho de que sea compartida es el rasgo más relevante de la carretera, la configuración física de la zona también refuerza esta coexistencia. Las intervenciones para moderar el tráfico y las calles de un único sentido o las modificaciones, como los pilotes, se utilizan para evitar el tráfico. El éxito del concepto *woonerf* desarrollado en los Países Bajos (*woon* significa 'residencial' y *erf*, 'patio') viene dado por una combinación estricta de leyes y diseños de las carreteras.

El concepto se ha extendido a otras partes de la ciudad: el *erf* puede tener otros usos primarios, como la artesanía, el comercio, el turismo, la educación y el ocio. En Francia, Suiza, Austria y Bélgica se llaman **zonas de encuentro** o **supermanzanas** y utilizan una serie de modificaciones para eliminar el tráfico en lugar de prohibirlo. La pandemia del covid-19 también ha promovido este planteamiento, tanto para los planes temporales como para los permanentes.

Los límites de 30 km/h son habituales en este tipo de zonas y, de forma similar, pero con menor énfasis en el uso y diseño de carreteras, las zonas de 30 km/h (20 mph) también favorecen estos objetivos, especialmente donde la



Intervenciones para regular y filtrar el tráfico en la supermanzana de Sant Antoni, en Barcelona. Fotografías: Ayuntamiento de Barcelona

legislación no permite otros tipos de UVAR. Por supuesto, los elementos de regulación del tráfico siguen siendo fundamentales y deberían estar presentes, además de los límites de velocidad permitida a los conductores.

Estas zonas pueden denominarse zonas de prioridad peatonal, aunque las definiciones originales resultan más apropiadas para distinguir el contexto y las características de cada sistema.

Cabe decir que este tipo de UVAR no siempre se define como UVAR y puede aplicarse a una escala más pequeña que muchas UVAR «tradicionales».

¿Los sistemas de aparcamiento se consideran UVAR?

La respuesta a esta pregunta depende de la definición de UVAR que se elija.

Los aparcamientos son parte esencial de las restricciones al acceso de vehículos, porque si no hay habrá (a la larga) mucho menos tráfico. De modo que, en un sentido más amplio, el aparcamiento puede considerarse un UVAR, tal y como se hace en el proyecto de la UE UVARBox para digitalizar las UVAR y facilitar su uso en las herramientas de navegación.

Sin embargo, en los debates sobre estrategias o políticas de UVAR, los aparcamientos se incluyen como una medida de apoyo que a menudo resulta esencial, no como una UVAR. La razón es que los aparcamientos son un campo enorme y bien desarrollado con su propia normativa y un entorno propio, y catalogarlos como UVAR no les haría justicia.

Muchas de las UVAR que restringen el tráfico funcionan conjuntamente con las normas de aparcamiento como medidas vitales para el funcionamiento del sistema. Si se restringe el acceso de vehículos, las plazas de aparcamiento pueden tener otros usos y, además, es posible que se necesiten más plazas de aparcamiento cuando se aplican las UVAR. En el marco de las UVAR, el aparcamiento puede tener varias regulaciones: estar permitido o no estarlo,

estar permitido solo a plazas señalizadas en la calle, estar abierto a todo tipo de público o reservado a algunas categorías de usuario (por ejemplo, discapacitados o residentes), estar permitido en franjas horarias específicas o ser de pago o gratuito. También puede que los permisos, exenciones y cargos relacionados con las UVAR incluyan opciones de aparcamiento o tasas.

A menudo, las UVAR pueden regular la gestión de las aceras (por ejemplo, los permisos de carga y descarga de mercancías o de equipajes, la recogida y bajada de pasajeros y la limpieza de calles), y a menudo se indican franjas de tiempo para limitar el tiempo necesario de estas actividades.

Normativa de acceso a la zona frente al acceso puntual

Cuando describimos las UVAR, nos referimos sobre todo a una **aplicación por zonas** que cubre áreas que incluyen más calles o barrios enteros. Esto es especialmente relevante desde el punto de vista del conductor: el acceso o la forma de conducir (pero también los usos permitidos del espacio viario, tales como las operaciones de carga y descarga y el aparcamiento) se refieren a una parte de la ciudad delimitada por una señalización adecuada de las UVAR en las entradas y salidas con normas que tienen validez en todas las carreteras dentro de la zona. Estas zonas también pueden tener señalizaciones específicas para el espacio viario, como las actividades de carga y descarga y las plazas de aparcamiento de la zona.

Por supuesto, y como ya se ha indicado, para las zonas peatonales, las restricciones del tráfico, el cierre de calles o la aplicación de las UVAR para regular el tráfico también pueden llevarse a cabo puntualmente (una única plaza, una carretera o una parte de la carretera) y de esta forma nos podemos encontrar, por ejemplo, carreteras individuales cerradas a vehículos que exceden una altura, peso o longitud máximos establecidos, o cierres temporales a causa de mercados callejeros, pero también otras implementaciones puntuales de otros subtipos de UVAR, como para calles escolares, *Spielstraße* (calles para jugar) o calles de convivencia.

¿Cómo funcionan en la práctica las UVAR?

Como se ha indicado anteriormente, los tipos de sistemas suelen implementarse de forma conjunta y combinan cada vez más aspectos diversos, por ejemplo la regulación de las entregas en una zona peatonal, el pago para obtener permisos o exenciones o los peajes según el nivel de emisiones. Los sistemas también pueden complementarse; el espacio que se libera con la reducción del tráfico en una ZTL o en un sistema con tarifas viarias se puede aprovechar para cambios que hagan más atractiva la zona.

Las exenciones pueden ser una parte importante de las UVAR para minimizar las posibles consecuencias no deseadas, sobre todo para las personas más vulnerables de la sociedad y, en ocasiones, para hacerlas políticamente más aceptables.

Su aplicación es una cuestión clave: un sistema que no llega a aplicarse o que tiene muchas exenciones se convierte en un «sistema falso» que solo existe en papel. Las cámaras con reconocimiento automático del número de matrícula (ANPR, su sigla en inglés), los manuales para policías o autoridades competentes o barreras físicas móviles o permanentes como los pilotes. Existen una serie de recursos disponibles en materia de las UVAR para apoyar a los encargados del transporte que consideren su uso. Se incluyen:

- El sitio web de CLARS: <https://urbanaccessregulations.eu/>, con información sobre todas las UVAR en Europa
- Programa gratuito de formación online sobre las UVAR de CIVITAS: <https://civitas-learningcentre.talentlms.com/index>
- Herramientas UVAR de ReVeAL: El proyecto ReVeAL de la UE desarrolla herramientas para apoyar a las ciudades que implementan las UVAR. Algunas ya están disponibles y el conjunto de herramientas completo estará disponible en noviembre de 2022: <https://urbanaccessregulations.eu/>



LUCY SADLER

Directora de Sadler Consultants Europe,
GmbH

Lucy Sadler fue jefe de calidad del aire para el Ayuntamiento de Londres, trabajó en la aplicación de la tasa de congestión del centro de Londres y la zona de bajas emisiones, y desde 2007 dirige la Plataforma Europea de Regulación del Acceso. La plataforma CLARS apoya a las ciudades en la aplicación de las normativas de acceso y gestiona el sitio web urbanaccessregulations.eu, que ofrece información completa sobre las UVAR. Lucy también forma parte del proyecto ReVeAL (**R**egulating **V**ehicle **A**ccess for Improved **L**iveability [en castellano, 'regulación del acceso a los vehículos para mejorar la calidad de vida']), de Horizon 2020, en el que se ayuda al desarrollo de las UVAR, en la digitalización de UVARBox y de UVARExchange.

Las ciudades climáticamente neutras, motor de la movilidad sostenible

Laia Bonet Rull, teniente de alcaldía de Agenda 2030, Transición Digital y Deportes y concejala de Movilidad del Ayuntamiento de Barcelona

Recuperándonos después de dos años de una pandemia sin precedentes, las profundas transformaciones sociales, económicas y ambientales que ya estaban en marcha se han hecho más evidentes que nunca, aceleradas también por la digitalización y la emergencia social y climática.

Uno de los ámbitos donde se ponen de manifiesto estos cambios es en el modelo de movilidad en nuestras ciudades. Por ejemplo, en lo que se refiere al uso del vehículo privado, en los últimos treinta años se ha reducido a la mitad el porcentaje de gente que utiliza el coche. Entonces, casi el setenta por ciento de los hogares de Barcelona tenía coche en propiedad y ahora estamos en prácticamente la mitad. Actualmente, hay censados unos 135.000 coches menos que hace veinte años, lo que supone una reducción de un veinte por ciento. Cada año hay menos gente joven que se saca el carnet de conducir, pero que en cambio opta por moverse por la ciudad en bicicleta, en vehículo compartido o en transporte público. O el crecimiento de un cuarenta por ciento del comercio electrónico en Barcelona a raíz de la pandemia, que ha añadido una «milla extra» en la cadena de distribución urbana de mercancías.

Por lo tanto, la transformación de la movilidad es una de las principales herramientas que tenemos para hacer posible la transición energética, ya que hemos ido dejando atrás los vehículos más contaminantes de motor de combustión y hemos ido consolidando nuevos medios y energías mucho más limpias. Pero también hemos añadido complejidad y presión en las metrópolis y en las ciudades, escenario inmediato de estos grandes cambios, que las sitúa en una posición estratégica para liderar la lucha contra el cambio climático, promover el bienestar social y generar oportunidades económicas, y que nos

obliga a pensarlas en su globalidad para afrontar estos retos con soluciones ambientalmente eficaces y socialmente justas.

Desde las administraciones públicas locales hemos ido dando respuesta a estos cambios para ordenar la movilidad, promover la convivencia entre los diferentes modos de transporte y avanzar hacia ese nuevo modelo de movilidad urbana que nos está pidiendo la ciudadanía: más eficiente, más flexible y más sostenible. Pero hay que seguir trabajando para estar a la altura de retos como la reciente elección de Barcelona para formar parte de la misión europea «100 ciudades inteligentes y climáticamente neutras para 2030», entre las cerca de 400 ciudades candidatas, programa que permitirá convertir la ciudad en un centro de innovación y experimentación que ayude a que todas las ciudades europeas sean climáticamente neutras y que posiciona a Barcelona como referente internacional en la lucha contra el cambio climático y en el avance hacia una ciudad más justa y saludable y generando un progreso compartido.

Para llegar, en primer lugar es necesario seguir apostando de forma decidida por el transporte público. Y la experiencia nos avala, ya que podemos decir claramente que la Barcelona del metro funciona: es la única ciudad de España en la que el transporte público es más eficiente que el privado en trayectos de menos de 30 minutos. Ahora bien, es necesario tener una mirada global y promover la intermodalidad entre los diferentes modos de transporte, y esto pasa por extender el modelo más allá del Área Metropolitana para facilitar alternativas de movilidad y reducir el tráfico, con medidas como los Park&Ride o los carriles bus en las vías de alta capacidad. Pero también necesitamos reducir las emisiones de los vehículos con los que nos movemos si queremos mejorar la calidad del aire que respiramos, que es uno de los grandes retos colectivos a los que debemos hacer frente. Esta ya fue la visión de Barcelona cuando, hace 15 años, promovió el servicio público de bicicleta, el Bicing. Y lo ha seguido siendo en los últimos años, en los que se ha hecho una apuesta por más que doblar los carriles bici, impulsar toda la infraestructura ciclista de la ciudad y extender su uso como vehículo de movilidad personal.

Por lo tanto, debemos seguir reforzando la apuesta por el transporte público, pero también debemos conseguir que esta inversión sea la punta de lanza hacia una flota de vehículos sostenibles. Diversos estudios demuestran que la forma más eficiente de reducir la contaminación no es la reducción de vehícu-

los en una ciudad, ya sean turismos, autobuses o furgonetas, sino la sustitución de vehículos que funcionan con combustibles fósiles por otros que funcionan con energía eléctrica o con hidrógeno.

En este sentido, estamos preparando la ciudad para la movilidad eléctrica, con el despliegue de la red de puntos de recarga de vehículo eléctrico y con el desarrollo de una estrategia que se plantea evolutiva y adaptable a los cambios sociales, económicos y del mercado energético. Porque el uso de energía eléctrica en la movilidad favorece la sostenibilidad y el respeto hacia el medio ambiente, y permite avanzar hacia la ciudad saludable que queremos.

Por su parte, Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB) ha sido pionera al poner en circulación un autobús que funciona con hidrógeno, que lo obtendrá de la nueva planta de producción de hidrógeno verde de la Zona Franca. También está transformando la flota de autobuses con más de doscientos nuevos autobuses híbridos y eléctricos, y ya dispone de una línea completamente electrificada y tenemos otras dos en camino.

O, con una mirada metropolitana, medidas como la Zona de Bajas Emisiones, que ha permitido reducir 609.000 desplazamientos en vehículos más contaminantes, alcanzando el objetivo de disminuir los niveles de NO₂ en un once por ciento.

La ciudadanía quiere y espera que las empresas y las instituciones trabajen para luchar contra el cambio climático y mejorar la salud y la calidad del aire de las ciudades. Esta es nuestra apuesta para ahora y para los próximos 25 años.



LAIA BONET RULL

Teniente de alcaldía de Agenda 2030, transición digital, deportes, coordinación territorial y metropolitana. Concejala de movilidad en Ayuntamiento de Barcelona

Teniente de alcaldía de Agenda 2030, Transición Digital, Deportes y Coordinación Territorial y Metropolitana y concejala de Movilidad. Ayuntamiento de Barcelona.

Laia Bonet Rull (Valls, 2 de enero de 1972) es teniente de alcaldía de Agenda 2030, Transición Digital, Deportes y Coordinación Territorial y Metropolitana en el Ayuntamiento de Barcelona.

Jurista de formación y profesora de Derecho Administrativo (en la Universitat Pompeu Fabra) y Derecho de la Comunicación (Blanquerna-Universitat Ramon Llull). Fue secretaria del gobierno de la Generalitat de Catalunya en el período 2007-2010, y diputada en el Parlament de Catalunya entre 2010 y 2012, período en el que fue portavoz adjunta del grupo parlamentario socialista en el Parlament de Catalunya.

Paso a paso: Promoción del transporte público para tener ciudades y ciudadanos saludables y activos

Mohamed Mezghani, secretario general de la Asociación Internacional de Transporte Público (UITP)

Cuando vamos a la escuela, al trabajo, al gimnasio o a tomar un café, siempre podemos contar con el transporte público. Y sea viajando en tren, por carretera o por mar, el transporte público hace que nuestros viajes sean más activos, seguros y limpios. Sí, nuestro sector proporciona una movilidad esencial y los beneficios que aportamos a la sociedad van mucho más allá.

Hace unos meses participé en un reto de movilidad activa. El objetivo era simple: dar 10.000 pasos al día. Por supuesto, pasé tiempo en la naturaleza. Tratar de incrementar los pasos que daba cada día supuso un cambio saludable en mi rutina de desplazamiento.

Normalmente, para ir desde las oficinas de la UITP, en Bruselas, hasta la estación Gare du Midi, utilizaba el metro. tardaba de 10 a 15 minutos. En su lugar, y para alcanzar el reto de los 10.000 pasos, pasé a realizar el trayecto a pie. El paseo de 30 minutos me llevaba por el canal de Bruselas y por algunas de las zonas más animadas de la ciudad. Caminar hasta el tren añadía un par de miles de pasos



Fuente: Manual de movilidad urbana de UITP

a mi recuento diario y, además, beneficiaba a mi salud y me despejaba la mente.

Tal y como describimos en nuestro *Manual de movilidad urbana*, conseguir que la gente se desplace a pie hasta la parada del autobús o en bicicleta hasta la estación de tren puede ser la forma más sencilla de fomentar un estilo de vida sano y activo. Por ejemplo, un viaje en autobús comporta una media de 8 a 15 minutos de actividad física. A lo largo de todo un día, los usuarios de tren andan 30% más que los de coche.

Son cada vez más frecuentes los problemas de salud relacionados con el estilo de vida sedentario. En las ciudades que crecen rápidamente, uno de cada seis niños sufre de sobrepeso u obesidad. En los adultos, esa cifra es de uno de cada dos. Para luchar contra la obesidad y los problemas de salud que se derivan, la OMS recomienda 30 minutos de actividad física diaria. Así se reduce considerablemente el riesgo de enfermedades como la diabetes de tipo 2, la depresión y la enfermedad de Alzheimer.

Menos ruido, mejor sueño

Los beneficios para la salud que conlleva utilizar el transporte público van aún más allá. Según la OMS, 360 millones de personas en todo el mundo sufren pérdidas de audición debido a la exposición constante y excesiva al ruido, en gran parte proveniente del tráfico. Dentro de la Unión Europea el 30% de las personas están expuestas a niveles de ruido tan altos que llegan a interferir en su descanso nocturno. Este porcentaje es incluso más elevado en países en vías de desarrollo.

Los estudios muestran que las cinco ciudades más silenciosas del mundo son Zúrich, Viena, Oslo, Múnich y Estocolmo. Todas disponen de sistemas de transporte público muy eficaces y desincentivan de forma activa el uso de coches en las zonas urbanas. El transporte público transporta a cientos de personas con solo un par de vehículos, que circulan por las ciudades sin hacer apenas ruido. Imaginemos la contaminación acústica que se formaría si todas estas personas viajaran en coche.

Aire más limpio

El mismo principio se aplica a la contaminación del aire. La contaminación del aire causa muertes prematuras por enfermedades no transmisibles como accidentes cerebrovasculares, ictus, cáncer de pulmón e infartos. La OMS la cataloga como la mayor amenaza medioambiental para la salud, dado que causa ocho millones de muertes prematuras cada año en todo el mundo.

En los países en vías de desarrollo, el 90% de la contaminación atmosférica se atribuye a las emisiones de los vehículos. Y a este respecto, el transporte público también ofrece la solución, porque la contaminación por kilómetro y pasajero que provoca es muy inferior a la de la movilidad de vehículos motorizados.

Reducción considerable de las muertes en carretera

Por último, tenemos la seguridad vial. El peligro en carretera es una consecuencia directa de la decisión de permitir que los coches dominen el paisaje urbano. Cada año, más de 50 millones de personas resultan heridas en las carreteras de todo el mundo. Y cada año mueren 1,3 millones de personas. El tráfico de carretera es la causa principal de muerte de niños y jóvenes en todo el mundo.



Fuente: Manual de movilidad urbana de UITP

En los lugares donde el número de usuarios de transporte público es alto, las muertes por tráfico son bajas. Existe una correlación directa entre el número de personas que mueren en las carreteras de las ciudades y el número de

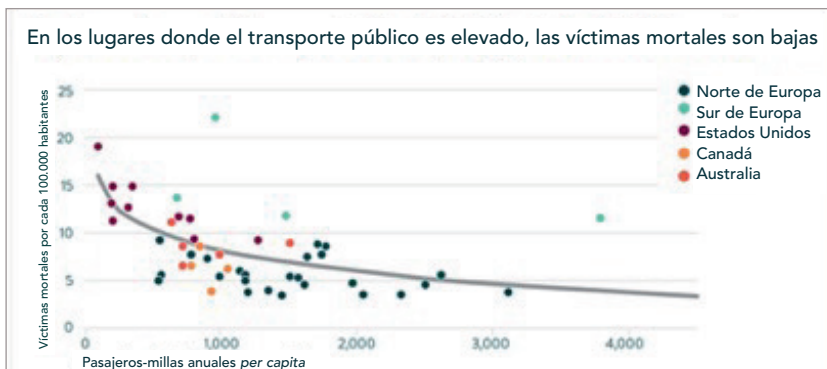
desplazamientos que se realizan en coche. En las ciudades con sistemas de transporte público bien desarrollados, la cifra de muertes es la mitad que la de las ciudades donde casi todos los viajes se realizan en coche.

El transporte público proporciona movilidad para la vida

La ciudad brasileña de Salvador es un buen ejemplo que muestra que una estrategia de movilidad saludable bien planificada puede estimular tanto el uso del transporte público como la movilidad activa. Obras como 15 puentes elevados, pistas para bicicletas y para correr y 6.000 árboles nuevos crearon un entorno de calidad para la movilidad activa.

Cuando se conectó esta infraestructura con 17 estaciones de bicicleta compartidas a lo largo de estaciones de metro, los desplazamientos multimodales, que combinan la movilidad activa y el transporte público, aumentaron considerablemente.

En pocas palabras, si queremos que la gente adopte un estilo de vida sano y activo, debemos empezar por las cosas más sencillas. Diseñar las ciudades con transporte público y movilidad activa como ejes centrales. Convencer a la gente de que deje el coche en casa y camine, que se desplace en bicicleta,



Fuente: Manual de movilidad urbana de UITP

utilice el transporte público y combine todos los medios. Así comienza la movilidad saludable.



MOHAMED MEZGHANI

Secretario general de la UITP
(International Association
of Public Transport)

Mohamed Mezghani lleva más de treinta años trabajando en el transporte público y en todos los ámbitos relacionados.

Es secretario general de la Asociación Internacional de Transporte Público (UITP) desde enero de 2018 y es un apasionado defensor de la movilidad urbana en todo el mundo.

Los ayuntamientos y el gran reto de la movilidad sostenible

Aurora Carbonell i Abella, presidenta de la AMTU, y **José María Chavarría**, presidente de FECA

Desde la AMTU, que como sabéis es la Asociación de Municipios para la Movilidad y el Transporte Urbano, hace años que le acompañamos en esta compleja y apasionante tarea de hacer de nuestro país un territorio amable con las personas y eficiente con el entorno en materia de movilidad sostenible. Representamos la voz y la acción de los municipios que se esfuerzan por un transporte público que responda a los retos del planeta, aplicando aquel gran mantra de «actúa localmente para impactar globalmente».

No podemos dejar de ejercer nuestra responsabilidad y acción mejorando cada día nuestros planes imprescindibles de movilidad, velando por la creación de zonas de bajas emisiones, reduciendo la huella carbónica, apostando por vehículos públicos energéticamente eficientes y sostenibles, y una movilidad individual y colectiva que nos acerque cada día más a los estándares verdes europeos.

Por eso apostamos por modelos como el transporte a demanda (TAD) o el transporte flexible. Y en esto siempre hemos encontrado el acompañamiento y el partenariatio de la ATM de Barcelona, que se hace imprescindible en nuestro universo mental para seguir trabajando y luchando por mejorar la calidad del aire y, en definitiva, la calidad de vida de los ciudadanos de toda Cataluña.

Seguimos trabajando juntos al servicio de la gente y del territorio.

La movilidad sostenible debe incluir una red transporte público que sea equitativa en sus modalidades y que estas, a su vez, sean complementarias entre sí con el objetivo de llegar a todo el territorio y, así, mejorar la calidad de vida de las personas usuarias del transporte público. En este sentido, la digitalización adquiere protagonismo porque condiciona otros factores como la accesibilidad y la salud de quien hace uso del transporte. Además, la conec-

tividad favorece la creación de nuevos servicios de transporte como, por ejemplo, el servicio de autobús a demanda. Este modelo de movilidad sostenible e incluso evidencia el cambio en los hábitos de consumo de las personas usuarias. Por otra parte, la transformación digital incide de forma significativa en las infraestructuras del transporte urbano, dibujando un escenario de oportunidades en cuanto a la gestión y ocupación eficiente de los espacios públicos mediante sistemas multifuncionales, automatizados y resilientes. En definitiva, esa mirada transversal hacia la movilidad fija como principales objetivos —alineados con los valores de la ATM— la lucha contra el cambio climático para la reducción de emisión de gases contaminantes, la flexibilidad y seguridad de los modos de transporte público y la coordinación de las administraciones, asociaciones y entidades competentes para planificar la movilidad sostenible.

Felicidades por el 25 aniversario.

Capítulo 4

INNOVACIÓN



La inteligencia artificial, una herramienta al servicio de la movilidad segura

Joan L. Mas, director de CIDAI

La seguridad es un elemento esencial en la movilidad, tanto urbana como interurbana, que debe garantizarse en la medida de lo posible en todas las circunstancias. La seguridad depende de muchos factores y de diversa naturaleza. Factores objetivos como por ejemplo la calidad de las infraestructuras viarias, las circunstancias meteorológicas o el estado de los vehículos usados en el transporte, sumados a factores de cariz subjetivo como la destreza del conductor, distracciones u otros, son determinantes en la accidentalidad en el tráfico. A estos hay que añadir el incremento constante de ocupación vial, la aparición de las diversas modalidades de la micromovilidad urbana, el tráfico de última milla y, en general, la cada vez más difícil convivencia entre peatones y vehículos en el entorno urbano.

La utilización de tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA) aparece como una potencial solución para mejorar los retos de seguridad y reducir la siniestralidad en las vías urbanas y en carretera. A su vez es un elemento imprescindible para acercarnos al objetivo de reducir a la mitad la mortalidad provocada por accidentes de tráfico en 2030, según marcan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, en concreto el SDG 11 sobre ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

La IA puede contribuir de diversas formas a este objetivo. Por ejemplo, recolectando y analizando datos relacionados con accidentes puede ayudar a identificar lugares que presentan un mayor riesgo de siniestralidad, a entender por qué esto es así y a proponer medidas de mitigación. A su vez, el conocimiento obtenido de este proceso puede usarse para realizar una planificación urbana más segura reduciendo o eliminando este tipo de riesgos.

Y, por supuesto, la IA juega un papel esencial en el ámbito de la conducción autónoma porque, en un escenario de plena autonomía —al que todavía no se

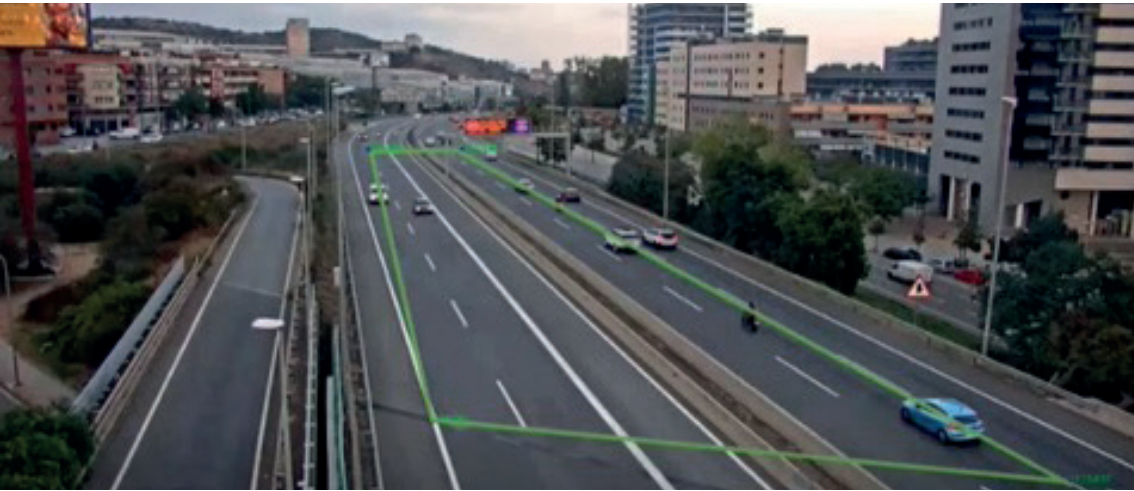
ha llegado—, es la tecnología que debería permitir que el vehículo tenga capacidad de decisión propia en función de los estímulos que recibe del conjunto de sensores que sustituyen al conductor. De nuevo, las implicaciones en materia de seguridad son muchas y con derivadas de tipo ético, regulatorio y legal.

Desde CIDAI, el Centro de Innovación en Datos y en Inteligencia Artificial desde el que se articula el eje de innovación de la estrategia CATALONIA. AI, hemos priorizado, justamente, actividades que vinculan movilidad e IA. Concretamente, durante el año 2021 hemos elaborado el Libro Blanco de la IA y la Movilidad en Cataluña y, en paralelo, hemos desarrollado un proyecto de innovación para demostrar cómo las tecnologías de IA se pueden usar para identificar escenarios de riesgo en el tráfico urbano.

La redacción del mencionado Libro Blanco ha significado la oportunidad de sentar en una misma mesa a los principales actores de la movilidad en Cataluña, tanto de la Administración como de los mundos empresarial, tecnológico y académico, en un comité de expertos, de entre los que destacamos la ATM en la figura del Sr. Ll. Alegre, su director del área de Movilidad. Fruto de esta interacción se identifican en el Libro Blanco retos y oportunidades en la adopción de la IA en el sector de la movilidad, así como un conjunto de recomendaciones y propuestas para avanzar en esta línea con más de veinte proyectos concretos desarrollados en Cataluña que ilustran diferentes casos de uso de aplicaciones de la IA y movilidad.



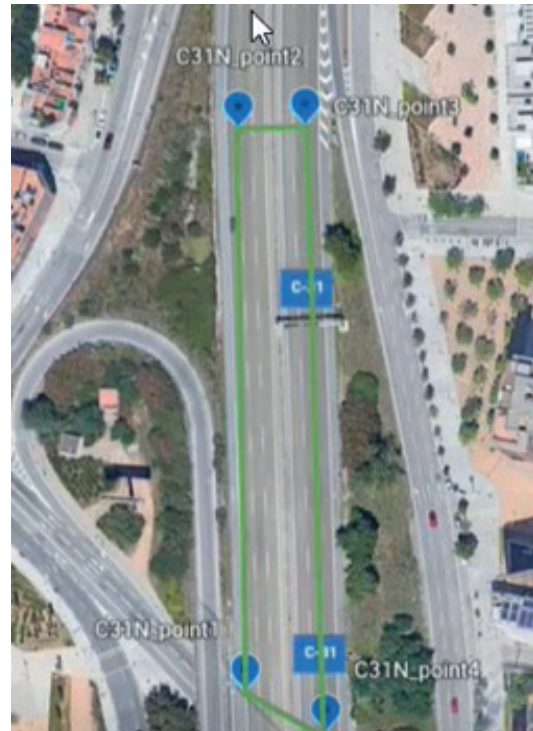
También, desde CIDAI, se ha ejecutado un proyecto demostrador de la aplicación de la IA como herramienta de apoyo para evaluar escenarios de riesgo en el tráfico urbano. El proyecto ha sido ejecutado por algunas en-



tidades asociadas a CIDAI, en concreto BSC, i2CAT, Eurecat y Microsoft, y ha contado con el apoyo del Servicio Catalán de Tráfico, Mossos d'Esquadra y el Ayuntamiento de Barcelona.

El proyecto desarrolla soluciones basadas en visión por computación y estudia diferentes situaciones de riesgo, como por ejemplo detección de tráfico en cruces, identificación de peatones cruzando indebidamente y otros, y se acompaña de un cuadro de mando para visualizar los resultados de la analítica de datos subyacente.

En definitiva, la utilización de la inteligencia artificial para incrementar la seguridad en carretera es un



ejemplo más que ilustra el concepto de *AI for Good*, es decir, poner la tecnología AI al servicio del bienestar de la ciudadanía, y constituye una línea de trabajo prioritaria para el CIDAI y sus entidades.



JOAN L. MAS

Director del CIDAI
(Centre of Innovation for Data Tech
and Artificial Intelligence)

Ingeniero de Telecomunicaciones (UPC) y MBA (Webster University). Trabajó durante 10 años en el centro de investigación de la Agencia Espacial Europea en los Países Bajos, en los proyectos ENVISAT y METOP, satélites de observación de la Tierra. DE 2000 a 2008 desarrolló en NTE S.A. equipos para la Estación Espacial Internacional y sistemas de apoyo a la vida para misiones espaciales tripuladas. En Eurecat, es el director de la División de Tecnologías Digitales, impulsando desarrollos en ámbitos como Data Analytics y Big Data, Inteligencia Artificial, Ciberseguridad, etc., para aplicaciones multisectoriales como Salud Digital, Industria 4.0 o Recursos, entre otros, y es director del CIDAI desde enero de 2021.

Los sistemas de información geográfica y el beneficio en las infraestructuras de transporte urbano

Toni Alpuente, director de Explotación en Tramvia Metropolità, S.A. (TRAM)

Las infraestructuras de transporte urbanas de reciente implantación, como en el caso de la red tranviaria de TRAM, han sido construidas a partir de una documentación inicial de proyecto constructivo. Durante el proceso de construcción se fueron resolviendo las discrepancias entre lo previsto y la realidad. Los replanteamientos y modificaciones hicieron variar un número considerable de aspectos; por ejemplo, cambios de trazado de la nueva infraestructura. A este hecho se sumó lo que comporta la ejecución por fases (en proyectos actuales, incluso por lotes). Por último, los cambios quedaron recogidos en una documentación *asbuilt* que debería representar la realidad de lo que se ejecutó.

Por otra parte, a lo largo de los años una infraestructura urbana sufre modificaciones, de origen interno y externo, que modifican la «fotografía» de la documentación *asbuilt* de construcción. El registro de estos cambios, dentro de un contexto de explotación del sistema, a menudo no es suficiente o se realiza en un formato distinto al de la documentación disponible.

Por todo ello, ante la necesidad de realizar una consulta técnica sobre la infraestructura, cualquier profesional de la movilidad se puede encontrar con problemas para conocer la realidad de los activos de esta, necesitando de un proceso de «digestión», filtrado y absorción de una parte del conocimiento no consolidado en la documentación disponible, debido principalmente a:

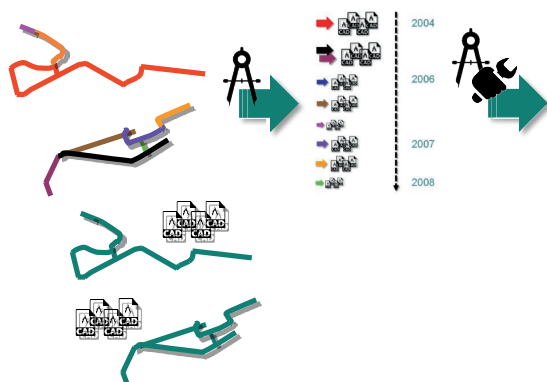
- Heterogeneidad en la documentación técnica (principalmente gráfica)
- Información técnica no agregada (listados, especificaciones, manuales)
- Falta de trazabilidad de los cambios sufridos hasta la fecha

Esta situación puede provocar que la eficiencia del trabajo diario esté condicionada al grado de conocimiento histórico y a la capacidad para recordar todo lo que ha ido ocurriendo a lo largo de los años. Otra consecuencia es la cantidad de horas a invertir para obtener y analizar datos.

Las organizaciones pueden cambiar esta situación implementando un sistema de información geográfica (SIG) que contenga parte de la información de sus activos. Un SIG permite disponer de una herramienta ágil y dinámica que ofrece un pensamiento crítico sobre los datos y sobre lo que estos datos pueden aportar. Es una herramienta muy útil para exponer ideas complejas y, por lo tanto, también abre la posibilidad de poner información a disposición de otros públicos «no tan técnicos» de la organización, quienes pueden verse beneficiados en su día a día o en proyectos futuros.

Fases para implementar un SIG

El proceso de implementación de un SIG en una infraestructura existente debe partir de una **primera fase** en la que se realice un trabajo de homogeneización de la documentación, haciendo énfasis en la de tipo gráfico (planos) y consolidando una versión que recoja la situación final del proceso constructivo en su totalidad. Es una tarea que puede encontrarse con «lagunas» documentales o con conflictos que hay que resolver con comprobaciones de la realidad ejecutada.



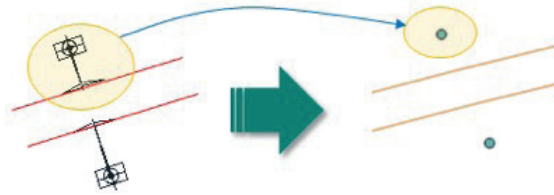
Esta fase es la piedra angular de todo el proceso. Es muy importante que esté liderada por una persona de la organización que tenga suficiente conocimiento histórico de la infraestructura como para garantizar que no se pierden aspectos importantes de la documentación. No menos importante es la ayuda de todos los miembros de la organización que trabajan en el día a día de la explotación.

La **siguiente fase** constituye un punto de inflexión estratégico: la definición de la estructura de datos (también llamada «árbol de activos») del futuro SIG. Los activos de la infraestructura tendrán que quedar integrados dentro de capas de información georreferenciada, las cuales contendrán información gráfica y alfanumérica de los propios activos. Por lo tanto, hay que decidir qué se quiere incorporar y cómo; es decir, las distintas capas de activos y sus atributos (así como la estrategia de codificación).

A partir de entonces se produce un proceso de cambio de paradigma respecto a la forma de registrar las características de la infraestructura, pues es necesario adaptar una información muy detallada y poco explotable (planos, listados, documentos, etc.) a una información de menor detalle y preparada para poder ser explotada con facilidad. En ese momento, aparece una situación de vértigo en la que se percibe una falsa sensación de peligro por la posible pérdida de información. Los resultados posteriores harán ver cómo un buen proceso de síntesis y simplificación permite explotar la información consolidada de forma ágil, manteniendo siempre la posibilidad de una consulta de detalle para situaciones concretas y puntuales.



Un SIG no puede importar directamente la mayoría de la información gráfica, como planos en CAD, porque solo acepta elementos geométricos simples (puntos, líneas y polígonos). Es necesario realizar una proyección habiendo asignado a cada elemento (o conjunto) una forma geométrica simple y codificando las capas con la información relevante.

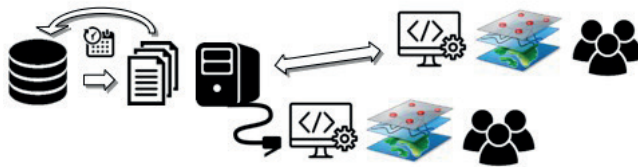


En este punto, es muy importante tener en cuenta a todos los posibles destinatarios de la información y sus necesidades, tanto para definir las geometrías de las capas como para definir sus atributos. Es evidente que esta no es tarea sencilla si se quiere realizar con un consenso mínimo de todas las partes implicadas, y puede ser una fase peligrosa por la alta probabilidad de estancamiento del proceso.

La **tercera fase** contempla el proceso de carga de información gráfica y alfanumérica. En este proceso es de gran ayuda el servicio de empresas especialistas que disponen de herramientas que facilitan enormemente la labor. Es muy importante también la implicación y participación de los miembros de la organización adecuados, que permitirán incorporar a tiempo cualquier discrepancia de la documentación disponible para con la realidad de la infraestructura. Cabe decir que esta tarea generará un proceso iterativo con la fase anterior, pues a menudo se detectan mejoras o carencias respecto a lo definido.



Una vez terminada la carga, el SIG se convertiría de nuevo en una herramienta estática si no se realizara una **última fase**, en la que es necesario definir un procedimiento de actualización de la información de los activos, implementando un modelo operativo. El éxito en la consolidación de un SIG depende mucho de la adopción de todas sus dimensiones por parte de la organización, siendo el mantenimiento de la información una de las más importantes. La aplicación continuada de este proceso permite detectar mejoras o carencias respecto a las capas y sus atributos.



El resultado final del proceso es una herramienta multidisciplinar, dinámica y escalable, que se ajusta a las necesidades generales y particulares de la organización en todo su ciclo de vida.



TONI ALPUENTE

Director de explotación en **Tranvia Metropolitano, S.A. (Tram)**

Toni Alpuente, ingeniero técnico industrial en Electrónica (UPC) e ingeniero superior en Organización Industrial (UPV), tiene 20 años de experiencia en el sector de la movilidad. Inició su trayectoria profesional en la industria de la semaforización vial para, a continuación, continuar en el sector del transporte ferroviario.

Ha ocupado cargos de responsabilidad en el campo de proyectos, instalaciones, operaciones y mantenimiento.

Una de sus especialidades es la gestión del conocimiento técnico, así como su aplicación en la mejora de la planificación de proyectos y la gestión de la operación y mantenimiento.

La aplicación de tecnologías exponenciales en la evolución del mantenimiento de vehículos e infraestructuras de transporte

Alberto Fonseca, director del Área de Tecnología TMB

Introducción

El mantenimiento de vehículos e infraestructuras es un proceso muy relevante en el funcionamiento operativo de cualquier empresa de transporte. Su importancia proviene del impacto que tiene sobre la calidad del servicio a los viajeros y de su contribución a los costes de provisión del servicio.

Debido a esto, históricamente ha habido una preocupación permanente por mejorar el planteamiento de este proceso, haciéndolo evolucionar mediante las herramientas disponibles en cada momento.

En este artículo, haremos una breve descripción de cómo las nuevas tecnologías pueden permitir nuevas estrategias de mantenimiento, con los beneficios que esto comporta.

La evolución del mantenimiento

Originalmente, el mantenimiento era puramente correctivo: cuando algo se averiaba, se reparaba o se sustituía. Este es un enfoque muy reactivo, en el que el impacto del fallo no puede evitarse y que conlleva mucha presión hacia los mantenedores para que la situación se resuelva lo antes posible.

Posteriormente, se desarrollan estrategias de mantenimiento preventivo: se establece algún criterio, como las horas de funcionamiento, y cuando se llega

a este punto se lleva a cabo una acción que reduce la posibilidad de que el fallo se produzca. El problema aquí radica en que puede haber ineficiencias importantes, porque la decisión de la acción preventiva está basada en comportamientos estadísticos y, en ocasiones, se llevan a cabo acciones o se sustituyen componentes que en muchos casos no hubieran sido estrictamente necesarios.

El planteamiento más eficiente sería un mantenimiento predictivo, que permitiera afinar más el mantenimiento preventivo clásico. Consiste en monitorizar los elementos e identificar ciertos patrones que permiten inferir la situación de fallo antes de que se produzca. Tiene la ventaja de que permite anticiparse al fallo y evitar su impacto, pero evitando la realización de acciones innecesarias sobre elementos que no lo necesitan.

El uso de tecnologías exponenciales

Desde hace algún tiempo, se está produciendo la confluencia y el rápido desarrollo de algunas tecnologías, de carácter disruptivo, que están cambiando el panorama y pueden viabilizar el enfoque de mantenimiento predictivo. Estas tecnologías son básicamente la algorítmica basada en inteligencia artificial (IA) y la sensorización (IoT), a las que se sumaría en un futuro próximo la hiperconectividad sin retrasos de la mano de los servicios 5G.

La más importante de todas ellas, probablemente, sea la inteligencia artificial. Aunque no es una tecnología nueva, sí ha experimentado una rápida maduración a consecuencia del rápido crecimiento de la capacidad de computación y de las técnicas de manejo de grandes volúmenes de información (conocidos habitualmente como *Big Data*).

La inteligencia artificial permite que, a partir de grandes volúmenes de datos, las máquinas puedan identificar patrones y situaciones de futuro fallo, en un proceso adaptativo que va mejorando con el tiempo a medida que el sistema se realimenta con los resultados. A esto, que es en esencia una automatización del diagnóstico, se le puede añadir posteriormente la automatización de otras partes del proceso, como la generación autónoma de órdenes de trabajo.

Pero todo esto solo funciona cuando se dispone de volúmenes grandes de datos, y estos solo se pueden obtener a través de la monitorización operativa inteligente. Esto es posible en la actualidad gracias al desarrollo de la tecnología IoT, que ha permitido disponer de sensores precisos y fiables, energéticamente autónomos y capaces de conectarse directamente a las redes de comunicaciones mediante protocolos estándar.

Sin datos, o con datos muy limitados, no es posible que los sistemas de diagnóstico funcionen bien. Haciendo un símil, es como intentar predecir el fallo cardíaco de una persona a partir de la revisión médica anual: no es posible; solo con una monitorización permanente del funcionamiento del corazón se puede llegar a este resultado. Los datos son el elemento esencial.

Aunque en un primer estadio todo este análisis se puede hacer *online*, la maduración de la tecnología 5G ofrece nuevas posibilidades, como el proceso en tiempo real, añadiendo a los anteriores el beneficio de la inmediatez.

Algunas reflexiones finales

A pesar de su importancia, la evolución del mantenimiento no puede ser un proyecto aislado, sino que debe formar parte del portafolio de la estrategia de transformación digital de la empresa, ya que es necesario dotar a la empresa de las capacidades necesarias.

Y es necesario recordar que, como en todo planteamiento de transformación digital, el reto real no está en la implantación de tecnología, sino en la reformulación de los procesos y sobre todo en el cambio de mentalidad de las personas.

El futuro pasa no por la sustitución de los mantenedores, sino por la revisión de su rol, complementándolo con una automatización de sus tareas, y donde la clave está en la colaboración persona-máquina.

Esto es solo un ejemplo más de cómo el cambio tecnológico, cada vez más acelerado, puede ayudarnos a mejorar el funcionamiento de las cosas y

la tecnología debe ser vista como una aliada y no como enemiga. Como una oportunidad y no como amenaza.

En cualquier caso, la tecnología forma parte del camino que estamos obligados a recorrer, para construir un transporte público cada vez más eficiente y sostenible, que cumpla sus objetivos de servicio a la sociedad.



ALBERTO FONSECA

Director Área de Tecnología TMB

Alberto Fonseca es ingeniero de Telecomunicaciones y tiene un máster en Gestión de Tecnologías de la Información. También está formado en el Programa de Diploma para Gestores en el Transporte Público.

Desde 1994 trabaja en Transports Metropolitans de Barcelona (TMB), que opera las redes de metro y autobuses de Barcelona. En la actualidad ocupa el puesto de director de Tecnología.

La misión del Área de Tecnología es desarrollar y explotar soluciones tecnológicas para las áreas de negocio y corporativas de TMB: soluciones informáticas convencionales y sistemas OT específicos de apoyo a la explotación de metro y autobús (SCADAs, videovigilancia y seguridad, venta y validación de billetes, sistemas de información al viajero, megafonía, seguimiento de flotas, localización de personas, centros de control, tecnología embarcada en trenes y autobuses, etc.).

Desde su incorporación a TMB, su trayectoria profesional se ha centrado en el ámbito de las soluciones tecnológicas aplicadas al transporte público. En su primera etapa, realizó labores de consultoría para diversas ciudades de España y del extranjero. A partir de ahí, ha sido sucesivamente: jefe de diferentes proyectos, responsable de diversos sistemas (telefonía, radio, SAE), jefe de Unidad de Tecnología de Autobuses, director de Telecomunicaciones, director de Tecnología Empresarial y jefe de Innovación y Tecnología.

También participa ocasionalmente en ponencias, artículos en revistas y simposios.

Innovación y tecnología, palancas de cambio para la nueva movilidad

Daniel Marco, director general de Innovación y Economía Digital, Generalitat de Catalunya

La movilidad de personas y mercancías desde siempre ha sido una de las principales preocupaciones de la humanidad y la aplicación de la tecnología en este ámbito ha generado fuertes impactos económicos y sociales, como la creación de las ciudades, la aparición del comercio o el desarrollo del turismo.

Pero, al igual que la aparición del automóvil generó riqueza y progreso social, también ha tenido efectos no deseados. Actualmente en el mundo existen unos 1.200 millones de coches, que provocan el 22% de las emisiones de CO₂, y se estima que estas cifras crecerán hasta los 4.000 millones de coches en 2050, superando el 30% de las emisiones de CO₂. Además, cada minuto mueren dos personas por accidente de tráfico en el mundo y la contaminación es la primera causa de ataques al corazón y enfermedades respiratorias.

Así pues, debemos velar por mantener los efectos positivos de la movilidad, pero a la vez mitigar sus efectos negativos, y es con este propósito que la innovación y aplicación de las tecnologías digitales debe ser una palanca de cambio para la nueva movilidad.

El sector de la movilidad se encuentra inmerso en una profunda transformación como consecuencia de los avances tecnológicos, la innovación en modelos de negocio y los cambios sociales. El efecto de la digitalización, acelerada por la pandemia, afecta directamente a este sector, pero también al comportamiento de la ciudadanía, que ha incorporado el teletrabajo, el comercio electrónico o la telemedicina en su día a día.

El objetivo que nos marcamos está claro: debemos ir hacia una movilidad digitalizada, descarbonizada, compartida y multimodal, pero por encima de todo, una movilidad adaptada a las necesidades de cada ciudadano, una

movilidad el máximo de personalizada, y para conseguirlo la tecnología es la única salida posible. Tecnologías digitales avanzadas como la 5G, la inteligencia artificial o la Blockchain nos aportan las innovaciones necesarias para esta nueva movilidad.

La 5G proporcionará un nuevo entorno de conectividad inteligente, conectividad de vehículos con vehículos, conectividad del vehículo con la infraestructura y conectividad del vehículo con el propio ciudadano. Una conectividad que habilitará nuevos servicios digitales avanzados plenamente orquestados y cada vez con un mayor nivel de autonomía.

La inteligencia artificial, por su parte, debe permitirnos mejorar la capacidad de análisis de la gran cantidad de datos generados por parte de los diferentes actores y, mediante la aplicación de algoritmos, conseguir la automatización de procesos para una mejor gestión, seguridad y experiencia del ciudadano. Un entorno de datos compartido con operadores *data-driven* que toman decisiones basadas en datos y con propuestas de servicio plenamente personalizados.

Y por último, la Blockchain, o las tecnologías de registro distribuido, nos aportarán una nueva gobernanza del espacio digital, un modelo descentralizado que permitirá potenciar el rol del ciudadano, el control de sus datos y la generación de valor a partir de su propio comportamiento. El ciudadano pasa por ser usuario con rol pasivo a ser partícipe del nuevo modelo de movilidad con un rol activo.

Actualmente, en la Generalitat de Catalunya, las políticas digitales y de movilidad están en el mismo Departamento y bajo la Vicepresidencia del Govern, muestra de la relevancia de estos dos ámbitos para nuestra sociedad. La conectividad física y la digital son vertebradoras del territorio y generadoras de igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos de Cataluña vivan donde vivan. Y, por lo tanto, es sobre la base de la innovación que debemos trabajar juntos para dar respuesta a las necesidades de la sociedad.

En este sentido, las estrategias impulsadas por el Govern en tecnologías digitales avanzadas como la 5G, la inteligencia artificial y la Blockchain tienen el sector de la movilidad como uno de los ámbitos prioritarios de transforma-

ción y deben ser un instrumento para generar los espacios de co-colaboración público-privada para ir hacia esta nueva movilidad digitalizada, descarbonizada, compartida y multimodal, pero sobre todo centrada en las personas.

Es absolutamente clave acercar estos dos mundos e impulsar conjuntamente las soluciones necesarias para esta nueva movilidad digital. En Cataluña tenemos un ecosistema digital líder a nivel internacional y un sector de la movilidad que ha sido uno de los pilares de nuestra economía; por lo tanto, disponemos de los ingredientes para sobresalir también en los nuevos modelos de movilidad del futuro.

DANIEL MARCO



DANIEL MARCO

Director general de Innovación
y Economía Digital,
Generalitat de Catalunya

Nacido en Barcelona en 1974, es ingeniero electrónico por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) e ingeniero técnico industrial por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona de la UPC. Cuenta también con un Master of Business Administration (MBA) por ESADE Business School.

Inició su carrera profesional como responsable de comunicaciones en un grupo de I+D en los laboratorios ANSA-Lab de la empresa Philips Consumer Electronics en Eindhoven (Países Bajos).

En 2000 regresó a Barcelona y se incorporó a la empresa Doxa Consulting Group, donde desarrolló diversas responsabilidades en el ámbito de la consultoría estratégica y de negocio del sector de Telecomunicaciones, Media y Tecnología (TMT).

En 2007 se incorporó a la Generalitat de Catalunya como responsable de los programas de digitalización y promoción industrial TIC de la Dirección General de Sociedad de la Información y en 2012 fue designado director de la Agenda Digital para Cataluña 2020.

Desde el año 2014 ha sido director de la estrategia de gobierno SmartCatalonia, el programa para convertir a Cataluña en un Smart Country de referencia internacional, y en junio de 2019 fue nombrado director general de Innovación y Economía Digital.

Además, ejerce como docente de diversos posgrados y másteres universitarios para la UPC y la UB, participa como ponente en congresos y foros de debate nacionales e internacionales relacionados con la transformación digital y es mentor en programas de emprendimiento tecnológico.

Despierta: ¡estamos en 2022!

Simon Reed, director de Tecnología y Datos, Transporte Terrestre, Transport for London

Antes de escribir un artículo sobre los proyectos actuales de tecnologías del transporte, debemos situarnos en la realidad del 2022. Antes de la pandemia, Transport for London (TfL) ya se enfrentaba a muchos retos:

- Población: 8,9 millones en la actualidad. 10,5 millones en 2040.
- Cambios en los hábitos de viaje: inversión de la tendencia bajista.
- Cambios en la demografía de la ciudad: especialmente en el perfil de la edad.
- Seguridad vial: cumplimiento con el proyecto Visión Cero.
- Calidad del aire: una crisis de salud.
- Accesibilidad: hacer que el transporte público y los viajes activos sean accesibles para todos.

Ninguno de estos retos ha desaparecido y, sin embargo, mientras el mundo vuelve a una realidad nueva después de dos años de pandemia en el transporte público, la mayoría de las redes de transporte público funcionan con un volumen de pasajeros muy inferior al que había antes de que el covid-19 irrumpiera en nuestros planes.

En el Reino Unido, la política del gobierno en el momento álgido de la pandemia, durante el primer confinamiento, fue desaconsejar el uso del transporte público debido al riesgo de contagio en espacios reducidos. La gente que tenía que viajar volvió al transporte privado o a medios sostenibles como la bicicleta o los viajes a pie.

Date	2019	2020
July	206,371	230,235
August	134,489	128,671
September	414,027	412,742
Quarter 3: July to september	754,887	771,648

Figura 1: Matriculaciones de coches nuevos entre julio y septiembre de los años 2019 y 2020. Fuente: estadísticas nacionales del gobierno del Reino Unido

Muchos de los pasajeros que han abandonado nuestra red de transporte público nunca volverán. Decision Maker Panel (grupo asesor del Reino Unido) ha realizado una encuesta entre sus miembros que ha mostrado que en 2019 el 88% de los trabajadores a tiempo completo trabajó en la oficina y nunca o casi nunca en casa. En el primer trimestre de 2021 esta cifra cayó hasta el 53% y se esperaba que fuera del 64% en 2022 y más adelante (en postpandemia), según los altos ejecutivos.

La opinión generalizada a nivel nacional es que el personal trabajará dos o tres días desde casa en la «nueva normalidad».

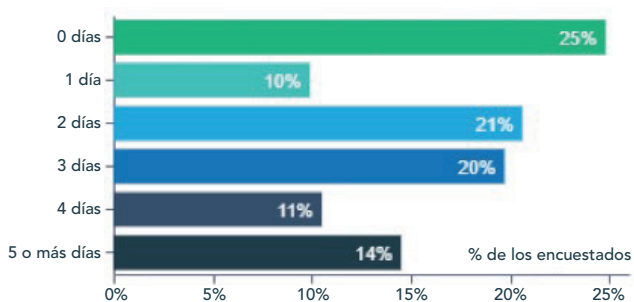


Figura 2: «Durante 2022, ¿con qué frecuencia te gustaría trabajar en casa?». Fuente: Observatorio económico del Reino Unido

Objetivo principal del viaje - Pasajeros de autobús de día y de noche

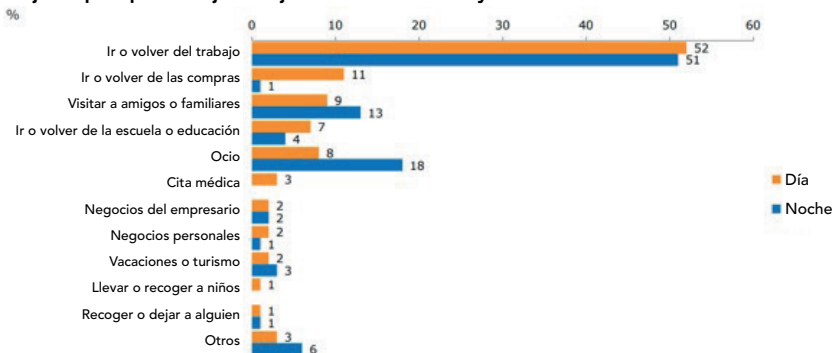


Figura 3: Encuesta a los usuarios de autobús de Londres: objetivo principal del viaje (prepandemia). Fuente: Transport for London (TfL)

El peor de los escenarios

Durante 2022, es evidente que los pasajeros del transporte público viajarán menos que antes de la pandemia. Saben que pueden elegir entre varios tipos de transporte y, salvo que el transporte público pueda ofrecer el servicio que desean, utilizarán otras alternativas.

¿Cómo compete el transporte público?

Cuando se pregunta qué puede hacer que los pasajeros vuelvan al servicio de transporte, cualquier persona de cualquier zona responde con el mismo conjunto de factores: puntualidad, nivel de aglomeraciones y factores que garanticen la seguridad.

La puntualidad/fiabilidad tiene el mayor impacto en la satisfacción general, seguida del nivel de aglomeración y la limpieza dentro del tren



Figura 4: Los nueve factores que más influyen en la satisfacción de los pasajeros (ferroviarios). Fuente: Transport Focus – Mayo de 2022

¿Cómo pueden ayudar las tecnologías de la información?

La cuestión es cómo hacer que el transporte público sea lo más agradable posible para el viajero. No se trata solo de la tecnología. La tecnología puede contribuir a ello, pero solo puede informar y servir de ayuda.

Los viajeros disponen de sistemas de información para el transporte público desde hace más de treinta años, y todo el mundo quiere información en

tiempo real sobre la llegada de su medio de transporte, la cual se ofrece por varios canales en las estaciones y está disponible en los dispositivos móviles. ¿Pero es suficiente la información en tiempo real para hacer que los pasajeros vuelvan a la red de transportes?

Yo diría que no. La información en tiempo real sobre la llegada del transporte es solo un elemento básico, un factor de seguridad, un mínimo esperado. Lo necesario es un conjunto de servicios que permita a los usuarios del transporte público tener tanta información como, por ejemplo, el usuario de Uber, Ola o cualquier sistema de alquiler privado.

Así pues, estas son cuatro áreas en las que la tecnología de la información puede ayudar a satisfacer las demandas de un pasajero que cada vez es más exigente:

1. Planificación y programación dinámica

El servicio básico que ofrecen los proveedores de transporte debe describirse correctamente a los pasajeros.

La base de todos los sistemas de información a los pasajeros es el trazado básico de las rutas y los horarios. La Covid-19 demostró, con los sucesivos confinamientos y desconfinamientos, que nuestras redes de transporte necesitan ser más dinámicas que nunca. En el caso de la red en buses de TfL, antes de la pandemia, los cambios en el trazado de las rutas y en el funcionamiento se publicaban una vez cada quince días. Durante los tres primeros meses de la pandemia en 2020, el número de cambios en el servicio se cuadruplicó y pasó de 780 a más de 3.000, porque se modificaron las frecuencias de las rutas para adaptarse a la demanda y se introdujeron nuevos servicios para atender a los «trabajadores clave».

Tradicionalmente, el calendario ha consistido en un esquema sobre rutas, vehículos y conductores, y en muchas líneas se cambia quizás dos o tres veces al año. Sin embargo, la mayoría de los trabajadores también admiten sin temor que el calendario es poco más que una guía, dado que hay muchos eventos especiales y puntuales que parecen cada vez más frecuentes.

En el entorno actual, la información que se hace pública siempre debería reflejar las situaciones «conocidas» del servicio, y todos los eventos que puedan afectar al servicio deberían incorporarse al calendario.

En el caso de TfL, se sabe que el servicio está afectado por más de 12.000 «situaciones conocidas» cada año. Es decir, hay eventos que se han notificado a las autoridades del transporte antes de ocurrir. Entre estas situaciones encontramos obras, cortes de vías, desvíos temporales y cambios de frecuencia temporales.

Actualmente, TfL implementa un nuevo sistema de rutas y horarios conocido como proyecto Adiona, que es la implementación de la aplicación Novus de Trapeze, que será un registro de más de 650 rutas y de todas las «situaciones conocidas» y permitirá publicar de forma rápida e intensiva nuevos horarios en las redes de buses con nuevos horarios y nuevas entradas de datos en nuestros sistemas posteriores.

Gracias a ello, los horarios serán más precisos, con las interrupciones planeadas visibles (incluso las más importantes) incorporadas en los horarios revisados. De esta forma, la planificación de los viajes será más esmerada y ayudará a mantener la confianza en una red «sin sorpresas».

2. Información a los pasajeros

Los paneles y servicios indicadores de «cuándo llega mi transporte» han sido la oferta básica de los servicios de información a los pasajeros durante más de veinte años. Los algoritmos para el cálculo del nivel de precisión varían desde «horario + desplazamiento», pasando por los sistemas que utilizan datos históricos y en tiempo real para predecir las horas de llegada (como utiliza el sistema iBus de TfL), hasta sistemas que directamente muestran dónde está el vehículo en tiempo real (normalmente por medio de un mapa), para que el usuario pueda calcular cuándo llegará. El Departamento de Transporte del Reino Unido ha adoptado este método de localización en directo en Inglaterra y Gales, con datos de localización de autobuses en tiempo real de todos los operadores (incluidas los de TfL) que se proporcionan a los encargados de servicios de movilidad.

Probablemente esta «agrupación» ha sido el mayor avance en la última década en materia de datos con la «información pública», en la que la información en directo sobre la llegada del transporte que proporciona la operación o la autoridad competente se distribuye a terceros o proveedores de servicios independientes.

Aunque el sector tiene motivos para enorgullecerse de la mejora de los algoritmos y el aumento de los canales de acceso, saber cuándo llegará el transporte solo satisface una de las necesidades de los pasajeros. En un entorno postpandémico, los pasajeros quieren mucha más información:

- ¿Dónde debo tomar la combinación?
- ¿Cuánto tardaré en llegar al destino?
- ¿El transporte va muy lleno?

Y en caso de interrupciones:

- ¿Cuál ha sido su causa?
- ¿Qué cambios comporta para mi viaje?
- ¿Qué alternativas hay?

Los proveedores de servicios de movilidad de alquiler privado ofrecen ya todas estas respuestas. Invertir en responder a estas preguntas simplemente pone el servicio al mismo nivel que la competencia (alquileres privados).

TfL ha dado respuesta al reto de la información a los pasajeros con la aplicación TfL_Go. Esta aplicación recoge toda la gama de fuentes de datos de TfL y de muchos terceros proveedores de servicios, y ofrece un plan de trayecto individualizado para el usuario mediante fuentes en tiempo real para que el usuario se mantenga actualizado y, por lo tanto, con actualizaciones dinámicas. ¡Solo para ti!

La información que se da es tal y como se proporciona en los sistemas de origen. TfL se ha comprometido a actualizar su anticuado sistema iBus durante los próximos tres años, no solo para proporcionar información precisa sino también para describir automáticamente las interrupciones y ofrecer alternativas a los operadores y pasajeros en caso de interrupciones.

3. Venta de billetes

La tendencia a reducir el dinero en efectivo se aceleró durante la pandemia, y muchos puntos de venta suprimieron por completo la posibilidad de pagar con dinero en efectivo. En 2014 TfL eliminó el uso de dinero en efectivo en su red de autobuses e introdujo la tecnología para pagar con tarjeta sin contacto, y durante los años 2020 y 2021 en las estaciones el dinero en efectivo se restringió todavía más. En 2020 en todo el Reino Unido los pagos en efectivo cayeron un 35% (en valor). Aunque el efectivo sigue siendo el segundo método de pago más popular, en el Reino Unido es menos popular que las tarjetas y TfL ha liderado el uso de tecnologías de pago sin contacto en el transporte de la capital.

Después de la adopción de tecnologías de pago sin contacto, el siguiente paso es la emisión de billetes asociados a una cuenta. Según la asociación SmartCard, se trata de «la arquitectura del sistema de cobro de billetes de transporte que utiliza un sistema de gestión para aplicar las normas comerciales pertinentes, determinar el precio y liquidar la transacción». En Londres, TfL utiliza este método para aplicar un «límite» diario y semanal, de forma que los pasajeros siempre obtengan la tarifa más barata por el uso del servicio y se aplique el descuento a la gestión antes del pago.

4. Reducción de costes

Teniendo en cuenta la reducción de viajes de los pasajeros y unos costes generales que son relativamente fijos, la mayoría de las redes de transporte tienen pérdidas, y se buscan tecnologías que puedan ayudar a reducir los gastos generales.

TfL ha estudiado y probado una serie de iniciativas que podrían contribuir a mejorar los gastos generales de explotación:

- Análisis de la demanda y optimización de rutas y horarios.
- Programación dinámica: cambios de horario en tiempo real.

Get started on your journey with TfL Go

- Use our live map to see your route - or search any place or address across London
- Get live bus and train times for every station and the quieter times to travel
- Get live updates on all bus, Tube, London Overground, DLR, TfL Rail and tram lines
- Check walking and cycling routes for all or part of your journey
- Use step-free mode for planning accessible journeys - this includes information on toilet availability, platform access and live lift status

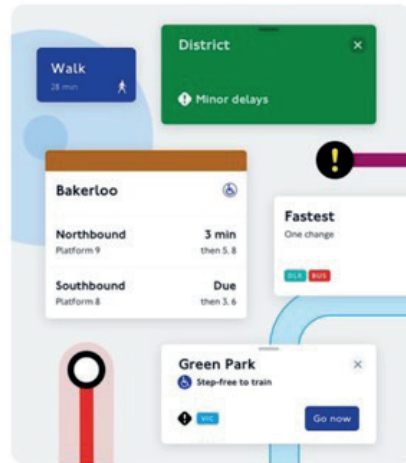


Figura 5: TfL_Go. Fuente: https://tfl.gov.uk/maps/_tfl-go

Aunque es evidente que hay casos en los que la inteligencia artificial y otras herramientas de automatización pueden reducir los costes, los análisis de los costes del transporte público muestran que los costes de personal son el mayor componente de la mayoría de gastos operativos.



Figura 6: Prueba de transporte según la demanda de TfL

Por ello, TfL también ha puesto a prueba un servicio de transporte a demanda. También se deduce que, para que las nuevas tecnologías de la información tengan una repercusión real en los costes, debe pensarse en la automatización de los vehículos.

Conclusión

El año 2022 conlleva el inicio de un nuevo paradigma para los servicios de transporte público y no tiene sentido pensar que los servicios que se proporcionaban en 2019 todavía sirven a los pasajeros en 2022. La demanda ha cambiado, las expectativas han cambiado y los servicios de transporte público necesitan cambiar para responder a ellos.



SIMON REED

Director de Tecnología y Datos,
Transporte Terrestre,
Transport for London

Simon es el responsable de entregar soluciones tecnológicas para atender las necesidades de transporte «terrestre» de una de las mayores ciudades de Europa.

En 2006 se sumó a TfL como director del proyecto iBus, el mayor sistema de localización automática de vehículos del mundo (con un contrato de más de 340 millones de euros). Actualmente trabaja en la sustitución de los sistemas administrativos de los autobuses de Londres, los sistemas de servicios de autobús programados y a la carta (iBus2 y autobús a demanda), junto con los nuevos sistemas para concesiones de licencias de taxis y alquileres privados, el centro de control en la red, la estación de autobuses Victoria y el nuevo sistema de transporte terrestre inteligente que gestiona y controla los semáforos en Londres.

Gestión de la demanda de viajes por el cierre de una línea de metro en un momento de variabilidad de la demanda sin precedentes

Emily Herreras-Griffiths, directora de Gestión de Demanda de Viajes en Transport for London

Presentación

Gracias a los 120 millones de pasajeros en un año normal, las estaciones de Bank y Monument son el tercer intercambiador más concurrido de la red de metro de Londres. Esto ha hecho que su modernización y la mejora de su capacidad sean fundamentales.

Un hito importante de estas obras para aumentar la capacidad son los túneles excavados a principios de 2022 para conectar las infraestructuras recién construidas en la red actual. Para hacerlo de forma segura, los trenes de la línea norte no pudieron pasar por la estación durante 17 semanas. Esto supuso un cierre parcial de la línea entre Moorgate y Kennington.

Los resultados de la simulación predijeron que durante el cierre habría un exceso de demanda en la red por encima de los volúmenes prepandémicos de 2019 en determinados momentos y lugares. Se estimó que 155.000 viajes de días laborables quedarían afectados y sería necesaria una redistribución por medio de las redes de metro, tren, autobús y de viajes activos. En el peor de los escenarios, se esperaba que debería intervenir en 45.000 (el 29 %) de estos viajes para impedir superar los volúmenes de aglomeración de 2019.

Para facilitar el cierre, se realizaron cambios en los planes de funcionamiento de las estaciones afectadas y ajustes en los horarios del tramo de Charing Cross de la línea norte, junto con la introducción de una nueva ruta temporal de autobuses y un centro de alquiler de bicicletas de Santander y de patinetes

eléctricos. Sin embargo, las opciones disponibles eran limitadas, por lo que se insistió en la gestión de la demanda de transportes (TDM, la sigla en inglés) para cambiar las conductas y decisiones de viaje de los clientes.

Además, la llegada de la pandemia del coronavirus provocó gran incertidumbre y requirió muchos cambios. La fecha de inicio del cierre se aplazó del verano de 2020 a principios de 2022. El mayor reto no fue precisamente el del calendario, sino que derivó de los cambios socioeconómicos más generalizados que rodearon la pandemia y que cambiaron la dinámica del proyecto tal y como había sido concebido. Del elevado volumen de pasajeros de antes de la pandemia a la incertidumbre y variabilidad de los pasajeros actuales, los retos del volumen de servicio y las restricciones de salud pública. Todo esto todavía estaba muy presente cuando se inició el cierre el 16 de enero de 2022.

El desarrollo y aplicación de la TDM

Además de simulaciones, se utilizó información de los clientes y sus actividades para definir nuestra estrategia y proporcionar una visión detallada de la escala y el alcance del reto. Se tuvieron en cuenta los resultados de los planes de funcionamiento de las estaciones, que se crearon por medio de simulacros con el personal de la estación.

Se utilizaron los resultados de todos los elementos del estudio de simulación para desarrollar consejos sencillos y personalizados de viaje para los clientes, con el objetivo de facilitar los cambios de ruta, los cambios de horario y las reorganizaciones para mitigar los impactos previstos por el cierre.

Cuando faltaba poco para el inicio del cierre, se realizaron sondeos de clientes en la calle para comprobar cómo repercutía la estrategia entre los clientes y medir su grado de conocimiento y preparación. Esta información se utilizó para obtener datos y realizar cambios de última hora en nuestras comunicaciones.

Para dar seguridad a los clientes y facilitarles los desplazamientos, se intensificaron los mensajes de seguridad en toda la red, se ofreció información en

tiempo real sobre los volúmenes de aglomeración en las estaciones de metro y se animó a los clientes a planificar los desplazamientos con antelación.

Las redes sociales y los medios digitales tuvieron un papel muy importante, dado que había menos clientes en la red que siguieran la red de canales de TfL. Una vez obtenidos los resultados de los sondeos de clientes en la calle y durante las semanas previas al cierre, se incrementó el uso de las redes sociales y los medios de comunicación. La red de canales se siguió usando para atraer a clientes que viajan por ocio, dado que la demanda durante los fines de semana ha sido alta desde que se levantaron las restricciones.

El cierre se benefició de los viajes activos en una época en la que la demanda de los desplazamientos a pie y en bicicleta suele ser baja, pero no se intensificó hasta la primavera, cuando el tiempo suele mejorar. Mientras, la demanda de transporte público seguía creciendo.

El calendario de comunicaciones de la TDM se dividió en las «cuatro A», por sus nombres en inglés: concienciación (*awareness*), asesoramiento, activación y logros (*achievements*). Estas cuatro A se aplicaron por orden cronológico, y las comunicaciones empezaron aproximadamente seis meses antes del inicio del cierre.

Reflexiones, resultados y conclusiones

Desde la fase de planificación hasta la ejecución, este proyecto experimentó cambios drásticos en la demanda y el comportamiento. Aunque la demanda fue considerablemente menor que la esperada, la simulación mostró la necesidad de una campaña de TDM a gran escala. Si bien nuestros objetivos seguían siendo los mismos, la variabilidad sin precedentes de la demanda hizo que tuviéramos que reorientar nuestras tácticas y seguir siendo ágiles en el seguimiento a fin de poder introducir cambios en nuestras actuaciones.

En resumen, aunque la escala de la tarea cambió, la naturaleza del reto (influir en los comportamientos de los clientes para garantizar su seguridad y una buena experiencia) siguió igual.

El análisis ha mostrado que logramos cambiar las conductas de viaje a pesar de la inesperada variabilidad en la demanda antes y durante el cierre. Los mensajes de redireccionamiento y reorientación parecen tener más éxito que los mensajes de cambios de horario al utilizarlos durante la hora punta de las mañanas. Esto no es ninguna sorpresa, dada la finalidad de los viajes que se realizan en aquellos momentos, confirmada por el análisis por sectores de las opciones de viaje que se llevó a cabo a partir de los sondeos de clientes en la calle realizados antes y durante el cierre.

El resultado de este proyecto es significativo para Londres, nuestros clientes y TDM. El cierre permitió completar esta nueva infraestructura de gran importancia y las técnicas de TDM que hemos utilizado, sobre todo las relacionadas con el seguimiento y la evaluación, han tenido un valor incalculable para ayudarnos a comprender mejor el valor de la gestión de la demanda de viajes y la dinámica del proceso de cambios de comportamiento para los distintos grupos de clientes.



EMILY HERRERAS-GRIFFITHS

Directora de Gestión de Demanda
de Viajes, Transport for London

Emily es responsable del equipo de Gestión de la Demanda de Viajes (TDM) en Transport for London, uno de los pocos en todo el mundo que se dedica a esta especialidad.

Desde 2012, Emily ha tenido un papel decisivo en la organización de las operaciones de TfL para aplicar con éxito las estrategias de la TDM de todos los socios y de la industria del transporte, incluidas las de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Londres, el grand départ del Tour de Francia, la Copa del Mundo de rugby, los principales cierres de metro, tren y carretera de Londres y, más recientemente, la pandemia.

Emily nació en Mallorca, es bilingüe en inglés y castellano, también domina el italiano y se graduó en la Universidad de Nottingham Trent.

IN-MOVE, DE RAILGROUP

Dr. Eng. Ignasi Gómez-Belinchón, Cluster Manager a IN-MOVE,
by RAILGRUP

Hoy, podemos decir que vivimos en una era de eclosión tecnológica, de «datificación» de la vida cotidiana, la conectividad sin fin, la asunción y aceptación de una nueva realidad que mezcla una fusión de lo físico y las tecnologías digitales avanzadas, como la inteligencia artificial, la analítica de *Big Data*, el internet de las cosas, *Blockchain*...

La creciente importancia y madurez de esta ofrece oportunidades a las personas y a las economías, pero, como toda tecnología disruptiva, también plantea riesgos y retos a alcanzar, especialmente cuando no ponemos la tecnología al servicio de las personas. En esta movilidad puerta-puerta es necesario reenfocar el alcance de los servicios que se ofrecen actualmente. Muchos de estos servicios se diseñaron y se planificaron en un tiempo tecnológicamente muy distinto. Probablemente, es necesario determinar la (nueva) significación estadística de agrupaciones de servicios establecida por clusterización de datos en lugar de predeterminarlos, por ejemplo, en las plataformas MaaS.

Es el ámbito de la Ciencia de los Datos: un concepto para unificar estadísticas, análisis de datos, aprendizaje automático y sus métodos relacionados, a efectos de comprender y analizar los fenómenos reales, a través de técnicas y teorías extraídas de muchos campos dentro del contexto de las matemáticas, la estadística, la ciencia de la información y la informática «todo lo relacionado con la ciencia está cambiando debido al impacto de la tecnología de la información y el diluvio de datos» (Tansley , Stewart; Tolle, Kristin Michele, *The Fourth Paradigm: Data-intensive Scientific Discovery*. Research. ISBN 9780982544204).

Este concepto nos conduce a un gran campo de exploración, de innovación a través de la tecnología. Puede permitirnos analizar y clasificar oportunidades que ofrezcan valor a unos colectivos de ciudadanos para poder facilitar y adecuar su movilidad en función de las necesidades concretas identificadas, estructuradas y segmentadas. Y de una forma más amplia de lo que nunca se ha visto. Es

Indudable que la creciente importancia y madurez de este campo, la inteligencia artificial, como suma de «captadores» tecnológicos, más capacidad de interpretación y significación (*Data Science*), ofrece oportunidades a las personas y a las economías. Sin embargo, como todo campo relativo a tecnologías disruptivas, también plantea riesgos y retos en los mercados existentes. Implica cambios incluso de paradigmas de regulación y modelos, hacia una tendencia a modelos de gobernanza mixta público-privada. Con la dificultad o el atractivo de que, al tratarse de una etapa de innovación, no existen proyectos consolidados sino proyectos a consolidar y proporcionar capacidad para aprender, de adaptación, al imitar y proporcionar creatividad y cumplir con su finalidad de mejorar los procesos existentes... Pensamos que el uso de estas nuevas fronteras relativas a la AI y al *Data Science* puede contribuir a obtener nuevas fronteras de innovación y adecuación de nuevos servicios de movilidad adecuados para las «nuevas» vidas, puestas de manifiesto especialmente después de la pandemia covid-19, e incentivadas además por la creciente sensibilización por la sostenibilidad ambiental y de los territorios y por los hábitos saludables. En concreto, creemos que puede contribuir a evaluar innovación relativa a proporcionar una mejor experiencia de «viaje», una mejor experiencia de cliente, a obtener retorno de valor desde el abrumador volumen de datos disponibles —note que ni siquiera decimos obtener información sino valor—, y finalmente a concentrar poder en las ciudades con un mayor rol del transporte público, un enfoque *Smart Mobility* que dé sentido a vivir en las mismas.

Debemos tener presente que nos han sobrepasado las circunstancias. Estamos inconscientemente expuestos a la conveniencia de la AI a diario. Desde los asistentes digitales, teléfonos inteligentes, compra *online* (personalizada), motores de recomendación inteligentes, reconocimiento facial para redes sociales, pago digital y un largo etcétera. El desplazamiento diario es una parte importante de la ciudad y, por lo tanto, es ya inevitable que pidamos que la parte relativa a movernos que forma parte de nuestras vidas esté a la altura de estos otros servicios de los que ya disfrutamos y no exista disrupción de estas comodidades durante nuestros desplazamientos y viajes. Los proveedores de servicios de transporte público deben reconocer las crecientes expectativas de los clientes.

El enfoque con el ciudadano en el centro puede aportar innovación en la gestión de operaciones en tiempo real, en analítica de clientes, en siste-

mas inteligentes de venta de tickets (precios variables en función de más circunstancias que no solo el número de viajes a efectuar), de entradas, mantenimiento predictivo (basado en la condición), planificador de viajes multimodales, gestión de la interrupción de servicios, detección de fraude, gestión de la seguridad, planificación de redes y diseño de rutas, servicio de personalización masiva, atención al cliente individualizada (whatsapp ya funciona en este sentido en alguna operadora pionera), tareas administrativas de *back office*, uso de asistentes digitales para mejorar la eficiencia y calidad del servicio al cliente, uso de AI en tareas de bajo valor y entornos laborales inseguros, uso de la AI para mejorar nuestra calidad de vida, en las ciudades, en los territorios, mejorando la adecuación al uso de la movilidad, entre otros; es decir, el camino hacia la *Liveable Mobility*: el transporte ya no es únicamente un servicio, sino un elemento que debe adaptarse a las vidas de los ciudadanos, a los nuevos patrones de movimiento, a las nuevas generaciones y a las nuevas necesidades (en referencia al concepto *Wise Cities* del profesor Jaume Barceló, catedrático emérito de la UPC. https://smartlogistics-ib.webnode.es/_files/200000290-0401604fa7/Jaume%20Barcel%C3%B3.pdf).



DR. ENG. IGNASI GÓMEZ-BELINCHÓN

Cluster Manager a IN-MOVE,
by RAILGRUP

Con amplia experiencia en gestión estratégica e innovación tecnológica. Antecedentes científicos: 1987-1990, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.). Investigación ambiental y desarrollo tecnológico. Más de 20 artículos científicos, incluidos Nature y Environmental Science and Tech.

Antecedentes de gestión: más de 20 años de experiencia en dirección general y diseño y despliegue de numerosos proyectos tecnológicos, relacionados con producto, procesos y estrategia, algunos de ellos relacionadas con la mejora de la competitividad del sector y la implementación del modelo de política industrial de gobierno local a lo largo de actividades interclúster y proyectos específicos.

Durante los últimos 10 años, gestionando y facilitando proyectos de la UE para los miembros del clúster relacionados con la movilidad ferroviaria como director del Clúster Railgrup.

Miembro de la European Railway Clúster Initiative (E.R.C.I.). Presidente de la Logística Multimodal E.R.C.I. Task Force.

Educación: Doctorado en Ingeniería Química, PhD, 1987 IQS-Universitat Ramon Llull. Barcelona. Operaciones PAD, ESADE, Barcelona, 1994. Programa de marketing, ASHRIDGE, Berkhamsted (Inglaterra), 1995. Fluido en inglés, francés, italiano, catalán y español.

Haciendo crecer a ATM

Jordi Montero Garcia, gestor de proyectos tecnológicos en inLab FIB UPC

Resumen: En este artículo se expone, desde el punto de vista del autor, cómo la transformación digital y la tecnología se encuentran en un momento óptimo para que los viajeros del transporte público puedan entender, usar y tener una mejor experiencia de usuario (UX) gracias al desarrollo de soluciones en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Transformación digital, usuario y movilidad

La transformación digital está presente en cada uno de los procesos y acciones que nos rodean a diario, tanto en cuanto a su gestión como a su consumo. A lo largo de los años, desde la introducción de los primeros ordenadores, se ha deseado innovar y mejorar el aprovechamiento de los recursos asociados a cada uno de nuestros procesos aprovechando la potencialidad que ofrecen las nuevas tecnologías. Desgraciadamente, este deseo de mejora se ha topado en numerosas ocasiones con la incompatibilidad de no disponer de una tecnología suficientemente madura o viable económicamente, transformando nuestras necesidades en una quimera propia de la ciencia ficción.

Nos encontramos en un momento singular donde la sinergia de las tecnologías y las propuestas de nuevas soluciones TIC, juntamente con la accesibilidad económica de los recursos necesarios para su explotación, se encuentran correctamente alineadas para que la ciencia ficción pueda ser consumida por sus usuarios y se convierta en un complemento perfecto encaminado a mejorar la experiencia de usuario en sus procesos diarios.

La experiencia del usuario en el transporte público

El término *user experience* (UX) o experiencia de usuario está estrechamente vinculado a la ingeniería del software y diseño, y puede entenderse como

la necesidad de cumplir con las expectativas del usuario sin complicaciones ni molestias, y al mismo tiempo aportar valor en cada una de las interacciones que tenga el usuario con el sistema.

Este concepto, que podría considerarse estrechamente ligado a las TIC, es extensible a otros procesos y se convierte en un elemento esencial en la comprensión de un nuevo modelo de explotación de los servicios en torno al uso del transporte público.

En este sentido, la Autoridad del Transporte Metropolitano (ATM) está apostando por el desarrollo de nuevas soluciones que permitan enriquecer al usuario en su día a día mediante nuevos servicios de información que faciliten y hagan más confortable su trayecto, tal y como se presenta a continuación.

Intermodalidad: accesibilidad y realidad aumentada

La ATM vela por ofrecer a la ciudadanía un sistema de movilidad accesible, sostenible y seguro, manteniéndola informada en cuanto a los servicios de movilidad que ofrece, y es por ello por lo que realiza actuaciones de coordinación entre administraciones y colaboración con los operadores de transporte implicados.

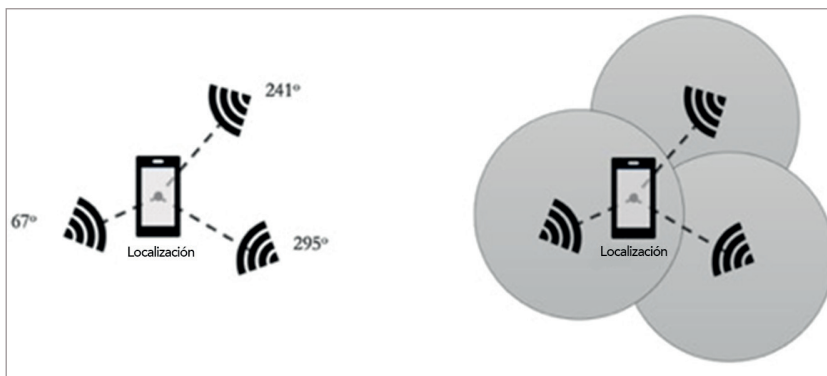
El aumento de nuevos operadores y servicios de nuevas rutas de transporte nos conduce a un incremento de la intermodalidad y, por lo tanto, a un aumento de los desplazamientos asociados a los transbordos que realiza el usuario entre los diferentes elementos de transporte. Estos recorridos, que se podrían considerar estáticos, con el paso del tiempo pueden perder su inalterabilidad debido al cambio consustancial que encontramos en todo sistema dinámico.

Es en estas situaciones, de cambios en la infraestructura o los recorridos, donde es necesario establecer un conjunto de acciones de comunicación que sean de utilidad para el usuario final y, consecuentemente, la instalación de una señalética especial que le asista ante del cambio.

A continuación se presenta una solución de guía basada en realidad aumentada (AR) que la ATM, conjuntamente con inLab FIB de la UPC, está desarrollando con el objetivo de hacer frente a la casuística planteada, y de rebote, mejorar la información en torno a los recorridos accesibles para personas con movilidad reducida.

El sistema de navegación desarrollado permite no solo ofrecer una señalética virtual mediante el uso de tecnologías de realidad aumentada, sino que también se enfrenta al problema inherente en los sistemas de navegación en interiores que no permiten la triangulación de la posición a partir de señales de sistemas de navegación por satélite.

Los sistemas tradicionales de localización en interiores requieren de un despliegue de infraestructuras que los hacen excesivamente costosos, y mayoritariamente están basados en algoritmos de triangulación de la señal emitida por diferentes dispositivos ubicados a lo largo del espacio interior donde se quiere posicionar al usuario. Este proceso de triangulación, que puede seguir diferentes métodos de cálculo —tiempo de recepción, intensidad de la señal, ángulo de recepción, etc.—, comporta un mantenimiento que encarece aún más el coste del sistema.



Fuente: inLab FIB – Triangulación de la señal basada en ángulos e intensidad

Como alternativa, la ATM y el inLab FIB han desarrollado un sistema de navegación de rutas interior/exterior que, mediante técnicas de realidad aumentada y el tratamiento de la imagen capturada por el dispositivo móvil del

usuario —teléfono o tableta digital—, es capaz de ubicar al usuario dentro de una ruta definida previamente por el gestor del sistema.

Estos tipos de localización interior se establecen dentro del contexto de localización basada por escenas, y para conseguirlo el sistema define dentro de un mundo virtual un conjunto de metas de paso que serán descubiertas y mostradas a medida que el usuario avance por el mundo virtual, tal y como lo haría en una excursión real, dejando a la aplicación móvil la capacidad de sintetizar la realidad y transportarla al mundo virtual y así ubicar al usuario dentro del escenario aumentado. El sistema desarrollado cumple con los principales requisitos que se esperan que tenga un sistema de localización interior: precisión, escalabilidad y bajo coste.

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de trabajo básico asociado al sistema, que hoy en día se encuentra en fase de pruebas y calibración.



Fuente: inLab FIB – Flujo de trabajo básico de la guía de rutas aumentadas

Una vez el sistema esté completamente definido y calibrado, los usuarios que accedan a la aplicación podrán seguir rutas predefinidas que contribuirán a la mejora de su experiencia, mostrando información —estática y dinámica— que les pueda ser de utilidad en su trayecto, como por ejemplo: tiempo estimado de transbordo a pie, tiempo estimado de llegada al siguiente transporte, distancia restante al destino o próximo cambio de dirección y/o ruta a seguir para acceder a un núcleo vertical, así como otros componentes

estáticos y dinámicos que sean de interés y se hayan definido en torno a la ruta.

A nivel tecnológico, la solución implementada sigue una arquitectura piramidal donde podemos encontrar en su base la infraestructura que da soporte a todo el sistema, la API que permite la comunicación con componentes de los niveles superiores y la base de datos que almacena las rutas contenidas en el sistema. En el nivel intermedio se dispone de las tecnologías que dan soporte a las técnicas de realidad aumentada, y por encima de este se localizan las aplicaciones definidas para dispositivos iOS y Android que usará el viajero.



Fuente: inLab FIB – Arquitectura piramidal del sistema AR para ATM

El sistema de navegación interior presentado se complementa con un sistema de información de realidad aumentada, en proceso de desarrollo, que debe permitir ofrecer información dinámica y estática al usuario en función de la señalética de los distintos operadores de transporte y/o planos informativos que va descubriendo en su trayecto.

A criterio del autor, el sistema desarrollado puede marcar un punto de inflexión de cómo el usuario interactuará con el sistema de transporte metropolitano. Este cambio se acentuará con la incorporación de dispositivos inmersivos como las Holo Lens 2 de Microsoft®, lo que debe permitir transformar la realidad aumentada en realidad mixta y ofrecer un abanico de posibilidades aún por explorar.



JORDI MONTERO GARCIA

Gestor de proyectos tecnológicos
en inLab FIB UPC

Jordi Montero es ingeniero en informática por la UPC y trabaja como gestor de proyectos tecnológicos en inLab FIB UPC, laboratorio de innovación e investigación de la Facultad de Informática de Barcelona de la UPC, especializado en aplicaciones y servicios basados en las últimas tecnologías, y acreditado como centro TECNIO por ACCIO.

Jordi también ejerce de profesor de Simulación en la misma facultad y en el Máster Industria 4.0, y ha trabajado en diferentes estudios de simulación de procesos durante los últimos 25 años. También gestiona proyectos TIC para personas con movilidad reducida.

Ley de servicios de transporte

Maria Rautavirta, directora de la Unidad de Negocio de Datos en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Finlandia

Finlandia ha sido reconocida como el país de origen de la movilidad como servicio (MaaS, su sigla en inglés). Como funcionaria del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Finlandia, tuve el privilegio de formar parte de él durante su desarrollo desde que empezamos replanteando la movilidad con los usuarios como centro, a principios de la década de 2010.

Aunque, gracias a los teléfonos inteligentes, desde 2007 los ciudadanos tienen Internet en el bolsillo, han hecho falta once años más y tres legislaturas para que los finlandeses lleguemos a un punto donde la legislación, los procesos administrativos y las posibilidades tecnológicas no impidan, sino que posibiliten, desplazamientos fluidos y servicios de movilidad que satisfagan las necesidades de los ciudadanos. Y aunque este desarrollo todavía está en pañales y es necesario un trabajo de implementación masiva y más inversiones en nuestras capacidades digitales, es evidente que sin el impulso y la reforma de la normativa no es posible avanzar hacia un futuro verde y digital de la movilidad.

En resumen, la ley de servicios de transportes finlandesa que entró en vigor en 2018 ha supuesto la obligación de aprovechar plenamente los medios digitales de movilidad: la conectividad por redes de móvil (los datos en tiempo real y la interoperabilidad del sistema) y los sistemas de emisión de billetes asociados a una cuenta. También ha comportado una enorme reestructuración de los activos de datos del sector público en un único documento normativo para adaptarse a su uso secundario, así como la agilización de la concesión de licencias a los agentes del mercado para permitir un uso flexible de la infraestructura de vehículos y satisfacer las necesidades de los usuarios. Con la obligación de que los datos esenciales y los sistemas de emisión de billetes estén disponibles a través de las API desde su fuente de origen, hemos creado un sistema de transporte en el que cada vehículo comercial de pasajeros, más de 11.000 operadores del sistema de transporte y una enorme cantidad de datos se han añadido a una misma telaraña virtual. Como resultado de ello, el usuario, la araña, puede utilizar todas las partes del sistema de movilidad de la forma que desee.

Después de casi cinco años desde su implementación, de muchos millones de euros invertidos en interoperabilidad digital, así como una enorme cantidad de personas para crear la base conceptual y el diseño de los servicios, finalmente podemos ver sus resultados. Desde el punto de vista de la demanda, vemos un aumento en el uso del transporte público y de los servicios de movilidad en zonas urbanas y una serie de proyectos piloto y desarrollo de servicios de movilidad que han tenido éxito en las áreas rurales. Desde el punto de vista de la oferta, vemos proveedores de ofertas de viaje multimodal combinados, aplicaciones de viajes con posibilidad de comprar billetes, así como un aumento de la oferta de servicios a la carta, operadores de micromovilidad y bicicletas urbanas y aplicaciones de aparcamiento o de taxis de alquiler. Desde el punto de vista del sistema, somos testigos de datos más precisos para la gestión y las estadísticas del sistema de transporte, así como de datos contables y de recepción en tiempo real para que los usuarios profesionales puedan llevar una contabilidad automatizada y facturar sus viajes.

Sin embargo, la movilidad no se limita a nuestras fronteras y son necesarios muchos más esfuerzos a través de una mayor escala y mayor alcance geográfico para aumentar la seguridad de las inversiones y mejorar el servicio para que satisfaga las exigencias de los ciudadanos. Para ello necesitamos una legislación para que la UE incentive la interoperabilidad y el acceso al mercado. Necesitamos un acceso justo a los datos y a la venta de billetes, así como la posibilidad de que los terceros ofrezcan estos servicios. Y es necesario que empoderemos a los usuarios para que elijan opciones más sostenibles que satisfagan sus necesidades y capacidades personales.

En cada viaje que he hecho me hubiera gustado que la máquina expendedora de billetes (en Colonia) o el servicio de asesoramiento (en Luxemburgo) me hubieran hablado en mi lengua materna, o que no me hubieran obligado a conectarme a un sistema diferente (en Bruselas) o a descargar una aplicación diferente (en Barcelona) para conseguir un billete o un viaje. Aún hay trabajo por hacer en la UE hasta crear un mercado de movilidad común y proporcionar los medios para que todos podamos ejercer nuestro derecho a desplazarnos con total libertad y sin impedimentos en Europa de forma inclusiva, accesible y sostenible. La experiencia finlandesa con la Ley de servicios de transporte demuestra que nosotros, como legisladores, tenemos trabajo por hacer. El futuro de la movilidad se construye por cuenta propia, si así lo permitimos.

- Historia de la MaaS | Future Mobility Finland
- Replantear la movilidad - Revolución del transporte - Perspectivas internacionales - Valto (valtioneuvosto.fi)
- Obligaciones previstas en la ley de servicios de transportes: Practicas de interfaz | Liikkumisen rajapinnat



MARIA RAUTAVIRTA

Directora de la Unidad de Negocio de Datos en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Finlandia

Maria Rautavirta es directora de la Unidad de Negocio de Datos en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Finlandia. Maria es responsable del desarrollo estratégico de iniciativas transversales de economía de datos, que también cubren soluciones para la gestión de datos personales y el marco normativo. Además, se ocupa del uso de datos en el ámbito del transporte y la logística. Ha redactado la normativa para abrir los datos de movilidad en Finlandia con el fin de promover el mercado del transporte y el acceso a los servicios de movilidad digitalizados. Maria cree que por medio de los datos podemos empoderar a los ciudadanos y permitir nuevas innovaciones y tecnologías en beneficio de las personas y de la sociedad.

La movilidad: Escenarios inciertos llenos de retos y oportunidades para la innovación

Xavier López Luján, director general Corporativo y de Operaciones de Eurecat Centro Tecnológico

La movilidad de las personas y las mercancías está viviendo cambios radicales y acelerados. La aparición, el rápido desarrollo y la adopción de muchas tecnologías digitales innovadoras y otras tecnologías no digitales habilitadoras y la necesaria y urgente descarbonización de la actividad económica son dos factores clave para entender esta revolución. Sin embargo, juegan un papel también muy relevante otros elementos, como la progresiva concentración de una gran parte de la población mundial en entornos urbanos, los cambios sociales, de transporte y de consumo derivados de todo lo anterior y la falta de autonomía estratégica, tecnológica, energética e industrial de determinadas regiones del mundo.

Por poner un ejemplo cercano, la actividad logística de última milla en una ciudad como Barcelona se ha incrementado exponencialmente como consecuencia de los nuevos hábitos de consumo derivados del *e-commerce* y acelerados por la pandemia, planteando retos de gestión, medioambientales y sociales importantes.

Todo ello, nuevos escenarios, multivariables e inciertos, de los que es muy difícil prever todas sus consecuencias.

En cualquier caso, lo que parece claro es que durante los próximos años veremos y viviremos una diversificación y, por lo tanto, segmentación de las tecnologías, productos, procesos, servicios y modelos de negocio relacionados con la movilidad y que esta segmentación planteará grandes retos a las empresas y estamentos públicos, pero también oportunidades.

Y esto se refiere no solo a las tecnologías de propulsión de los vehículos, donde la velocidad con la que se impondrá la electrificación dependerá, entre otros factores, de los avances tecnológicos en el campo de las baterías y nuevos materiales, pero también del despliegue de las infraestructuras necesarias y de la mayor o menor intensidad de las políticas públicas de apoyo a esta electrificación.

Por otra parte, y posiblemente más en el medio plazo, el hidrógeno renovable puede jugar un papel destacado en la descarbonización de la industria y también de medios de transporte colectivos o de mercancías y que esta, por ejemplo, es una de las apuestas más decididas de la Comisión Europea en el ámbito del llamado *Green Deal*.

En cuanto a otros aspectos, deberemos ver la intensidad con la que se van introduciendo las tecnologías relacionadas con la conducción autónoma o asistida, los nuevos modelos de negocio relacionados con los usos de vehículos, que irán desde la tradicional propiedad, la propiedad o uso compartido, el alquiler en formatos mucho más flexibles que los actuales, la suscripción, combinaciones de las anteriores, etc. En qué punto estamos de la curva de adopción de muchas de estas tecnologías y modelos todavía no está claro, y cuáles saldrán «ganadoras» generando ciertos estándares para el futuro, tampoco.

Tampoco está claro cómo se adaptará la industria actual de la movilidad a todos estos cambios. También habrá ganadores y perdedores. A pesar de lo anterior, sabemos que otra consecuencia de todos los cambios comentados es la reconfiguración de las cadenas de valor de todas las actividades relacionadas con la movilidad: Nuevos desarrolladores de tecnología, nuevos fabricantes de productos y componentes y prestadores de servicios, relocalización de actividades productivas, cambios radicales en las cadenas de suministro, transición rápida hacia la economía circular, etc.

Ante este escenario tan incierto y ambiguo, pero a la vez tan fascinante, algunas consideraciones finales: Primera, el rol del sector público, regulando pero también liderando y promoviendo determinadas transformaciones, debe ser clave. Muchas de las transformaciones apuntadas no pueden guiarse solo desde una lógica empresarial o de eficiencia económica, aunque el coprotagonismo empresarial será imprescindible. Segunda: Este sector público

debe basar sus decisiones en una visión holística y a largo plazo de todo lo relacionado con la movilidad, pero también debe actuar con una agilidad muy superior a la actual. Las políticas públicas deben incorporar como vectores estratégicos prioritarios los de poner siempre en el centro a las personas, especialmente a las más desfavorecidas, y promover la máxima autonomía o soberanía tecnológica e industrial.

Por supuesto, los operadores tecnológicos como Eurecat intentaremos contribuir al máximo, aportando innovación y tecnología a las empresas, personas e instituciones para que estas transformaciones aceleradas generen impacto positivo en nuestras empresas e instituciones y en la calidad de vida de los ciudadanos. *sitiu en les nostres empreses i institucions i en la qualitat de vida dels ciutadans.*



XAVIER LÓPEZ LUJÁN

Director general Corporativo y de Operaciones de Eurecat Centro Tecnológico

Director general Corporativo y de Operaciones de Eurecat Centro Tecnológico.

Vicepresidente de la FEDIT (Federación Española de Centros Tecnológicos).

Cofundador y actualmente consejero de varias nuevas empresas de base tecnológica.

Profesor de Dirección Estratégica y Gestión de la Innovación de la Universitat Autònoma de Barcelona y de la Business School de la Universitat de Barcelona.

Miembro de la Mesa Permanente del Pacto Nacional para la Sociedad del Conocimiento de la Generalitat de Catalunya.