

levantes para la sostenibilidad se encuentran, de manera destacada, los efectos sobre la salud de las personas².

Tal y como apunta la Organización Mundial de la Salud, la disminución de los niveles de contaminación del aire puede reducir de manera significativa la morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre otros³. Es por eso que, desde hace años, a través de la EAE trabajamos con el fin de introducir criterios y medidas que lleven a una reducción de la concentración de los contaminantes locales en los planes y programas que evaluamos, en especial —aunque no únicamente— en los planes de movilidad (planes directores de movilidad, planes directores de infraestructuras, planes de transportes de viajeros, o planes de movilidad urbana).

Los aspectos estratégicos más relevantes que hemos impulsado desde el Servicio de planes y programas en el ámbito de la movilidad han sido:

- Integración de la EAE desde las primeras fases de la elaboración del plan con el fin de asegurar la incorporación efectiva de los criterios ambientales y de salud.
- Impulso del establecimiento de objetivos ambiciosos en relación con la calidad del aire, considerando como referente los establecidos por la OMS.
- Promoción de la explicitación en los planes del volumen y localización de población expuesta a niveles de contaminación atmosférica nocivos para la salud.
- Desarrollo de directrices para identificar los principales flujos de movilidad sobre los que es preciso incidir de manera prioritaria con el fin de lograr un cambio modal hacia modos más sostenibles y una reducción de la distancia recorrida, los dos aspectos primordiales para desarrollar un modelo de movilidad sostenible y, por lo tanto, una reducción de la contaminación atmosférica.
- Necesidad de definir actuaciones combinadas de incentivación de los modos menos contaminantes (no motorizados) y de desincentivación del vehículo privado.
- Potenciación de la integración de los diferentes planes y programas relacionados con el fin de maximizar su efecto sobre la salud y el entorno.
- Desarrollo de herramientas y guías para facilitar la integración de criterios ambientales en la planificación⁴.

Adicionalmente a todos los aspectos detallados, desde el Servicio de Planes y Programas impulsamos la coordinación entre los responsables de salud, contaminación atmosférica y acústica y los planificadores de movilidad, entre otros. Consideramos que trabajar de manera transversal y conjunta es la herramienta más efectiva para hacer posible un cambio en el modelo de movilidad que integre los aspectos de salud. Un ejemplo de este trabajo transversal promocionado desde la EAE ha sido la elaboración de la herramienta AMBIMOB. Para su elaboración se estableció una mesa de trabajo interadministrativa e interdisciplinar donde se abordó el vínculo movilidad-salud-calidad del aire que permitió establecer criterios y relaciones que después han cristalizado en la elaboración de una nueva generación de planes de movilidad mucho más sostenibilistas que los realizados hasta el momento, así como en el establecimiento de sinergias y criterios compartidos que han facilitado

la elaboración de otros tipos de planes de movilidad. Por lo tanto, la puesta en práctica de la EAE ha facilitado el trabajo coordinado entre ámbitos de una misma Administración y entre Administraciones, coordinación que es clave para entender y abordar una problemática relacionada con la movilidad, la calidad del aire y la salud, que a menudo se abordan desde ópticas, exclusivamente sectoriales.

Aunque todavía queda mucho por hacer, consideramos que se ha producido un avance significativo en la integración de la salud ambiental en la planificación de la movilidad, principalmente en relación con la calidad del aire.

Ahora bien, para conseguir mejoras significativas sobre la salud vinculadas a una reducción de los niveles de contaminación atmosférica no debemos limitarnos a los planes que tienen como objetivo la movilidad. La planificación territorial y urbanística tiene que desempeñar un papel fundamental en este sentido y desde el Servicio de planes y programas se trabaja para impulsarlo. El modelo urbanístico es el primer condicionante de cómo nos movemos y nos moveremos en el futuro⁵.

Desde nuestro enfoque, para ir más allá en la integración de la salud en la planificación es necesario:

- Asegurar una integración de los conocimientos en salud ambiental y medio ambiente en los planes y programas.
- Mejorar la transversalidad y la integración vertical de las planificaciones de movilidad y urbanísticas.
- Integrar diferentes escalas territoriales para establecer medidas efectivas en cada una de ellas, evitando duplicidades y asegurando la realización de las más efectivas.
- Desarrollar directrices, criterios y herramientas para asegurar la integración de la salud ambiental en la toma de decisiones y en la planificación.
- Impulsar nuevas maneras de planificar más participativas. Todos tenemos que conocer el efecto sobre nuestra salud de la calidad del entorno donde vivimos.

Solo trabajando conjuntamente podremos avanzar en el reto de alcanzar los niveles de contaminación atmosférica establecidos por la OMS, niveles que tienen que asegurar un entorno saludable para todos nosotros.

LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

ROSSEND BOSCH Y CARLES CONILL

Dirección de Servicios de Movilidad Sostenible, AMB

1. El concepto de movilidad eléctrica

Habitualmente se califica la movilidad de las personas según el motivo que la genera. Así, se habla de movilidad laboral, movilidad escolar, movilidad turística, movilidad no obligada, etc. En cambio, cuando se utiliza el término movilidad eléctrica se quiere centrar la atención en las características de la energía aplicada para hacer el desplazamiento.

Multitud de artículos periodísticos dan hoy la bienvenida a la movilidad eléctrica y hablan de su inminente llegada a ciudades y carreteras. No obstante, un breve repaso a la evolución histórica de los sistemas de transporte revela que esto no es del todo exacto.

En 1848 se inaugura la primera línea ferroviaria de la península Ibérica, iniciándose así el despliegue de la red ferroviaria y la introducción de una fuente de energía fósil (carbón) para facilitar la movilidad de las personas. Al mismo tiempo, se ponen en marcha las primeras centrales hidroeléctricas y térmicas, y la energía eléctrica empieza a estar disponible para el transporte ferroviario con la construcción de las primeras locomotoras con motores eléctricos (construidas por SIEMENS en Berlín, 1879).

De esta confluencia tecnológica e industrial nace la movilidad eléctrica a principios del siglo XX, con los primeros trenes eléctricos, las líneas de metro y los tranvías o trolebuses (en Barcelona, el tranvía eléctrico de Horta, de 1901, fue el pionero de la movilidad eléctrica).

Pero el siglo XX también trajo el motor de combustión (que funciona con combustibles obtenidos a partir del petróleo), que rápidamente se aplicó al transporte con la fabricación de motos, turismos, camiones, barcos, aviones...

Durante todo el siglo XX, los vehículos a motor de combustión fueron ganando la partida a la movilidad ferroviaria y eléctrica (desaparecieron los tranvías, los trolebuses y las líneas de tren de menos demanda). La movilidad eléctrica quedó marginada a las líneas de metro y de alrededores ferroviarios de las grandes ciudades.

Pero en las postrimerías del siglo XX, cuando la movilidad asociada al petróleo empieza a mostrar síntomas de agotamiento (precios altos, reservas escasas, problemática medioambiental...), resurge la movilidad eléctrica ferroviaria: retornan los tranvías y trolebuses a las ciudades, y la alta velocidad ferroviaria permite a la movilidad eléctrica competir con los coches y los aviones movidos por combustibles derivados del petróleo.

• Entre Madrid y Barcelona, después de años de hegemonía del avión, desde 2012 más de la mitad de los viajeros utilizan la movilidad eléctrica ferroviaria para su desplazamiento.

• Según datos de 2015, de los 9 millones de desplazamientos motorizados que se producen cada día laborable en la región metropolitana de Barcelona, 2,1 millones (23%) corresponden a movilidad eléctrica ferroviaria (alrededores RENFE y FGC, metro, tranvía).

La novedad de los primeros años del siglo XXI es la aparición de los primeros turismos y motos eléctricos (fundación de TESLA en 2003, lanzamiento del NISSAN LEAF en 2010), que permiten a la movilidad eléctrica tener presencia en la red vial, y competir con la movilidad asociada al petróleo en el segmento de los vehículos privados y comerciales. Y es a este fenómeno particular al que se refieren los diarios y revistas cuando hablan de la llegada de la movilidad eléctrica.

Los nuevos vehículos eléctricos (turismos, furgonetas, motos) son fruto del desarrollo tecnológico en el campo de los acumuladores de energía eléctrica (baterías) a base de litio (tecnología nacida en el ámbito de los ordenadores personales y de los teléfonos móviles) que ha permitido conseguir, con baterías de un volumen reducido, autonomías próximas a las de los vehículos a motor de combustión.

³ <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

⁴ Destaca en este sentido la herramienta AMBIMOB, creada en 2010 y actualizada en 2015, que establece directrices para la definición de los planes de movilidad urbana con criterios de sostenibilidad y facilita el cálculo del consumo energético, de las emisiones de gases y partículas contaminantes y de los gases con efecto invernadero vinculados a las actuaciones establecidas en estos planes. También cabe citar el desarrollo de criterios a través de guías como el Pla de Mobilitat Urbana: avaluació ambiental en la planificació de la mobilitat i de altres elements com la circular 1/2010 relativa a los planes de movilidad urbana (http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/).

⁵ La guía La evaluación ambiental de la movilidad en el planeamiento urbanístico. Criterios y recomendaciones (Navazo et al., 2015) explicita criterios para integrar movilidad y urbanismo.

La dificultad, económica y técnica para obtener baterías que permitan una autonomía elevada comporta que la gama de vehículos eléctricos carezca de furgones, autocares, camiones y maquinaria pesada, todos ellos vehículos con un consumo elevado que hace insuficientes las actuales baterías. La aplicación de la movilidad eléctrica a estos vehículos exige, hoy por hoy, soluciones singulares (recargas por pantógrafo, motores auxiliares de combustión para alargar la autonomía...).

Para superar el problema de la autonomía, también es preciso mencionar los vehículos híbridos (enchufables o no) que combinan un motor de combustión con uno eléctrico, con una batería que permite una autonomía, en modo eléctrico, limitada (inferior a los 100 km). La oferta de vehículos híbridos es más amplia que la de vehículos 100% eléctricos, aunque todavía es escasa en el caso de los vehículos comerciales y camiones al ser una solución más cara.

Desde una perspectiva ambiental, la alternativa actual a los motores de combustión diésel, en el caso de los furgones, autocares, camiones y maquinaria pesada, hay que buscarla en los motores a gas (natural o licuado del petróleo), de los cuales ya existe una oferta de vehículos en el mercado (también turismos, furgonetas y autobuses). Las soluciones disponibles pasan por los motores 100% gas, bifuel (gas y gasolina) o híbridos, ya sean de serie o transformaciones posteriores.

Como visión de futuro, se puede hablar de un próximo parque de vehículos heterogéneo en cuanto a la energía utilizada para la tracción, con diferentes soluciones según la tipología del vehículo y con una presencia significativa de vehículos eléctricos. Un escenario con una presencia general de una única solución de tracción (como lo que se ha vivido con los motores de combustión durante el siglo XX) parece hoy irreplicable.

A partir de aquí, este artículo se centrará en el segmento de la movilidad eléctrica que representan los nuevos vehículos —eléctricos— aptos para circular por la red vial, y más concretamente en el proceso gradual de su incorporación al parque móvil.

2. La movilidad eléctrica y el sector del automóvil

De entrada, la introducción de la movilidad eléctrica afectará más directamente al sector del automóvil que a la organización de la movilidad urbana o interurbana. Esta importante afectación al sector del automóvil explicaría por qué, en general, la introducción de la movilidad eléctrica está siguiendo un proceso lento. Pueden plantearse dos grandes hipótesis:

- La crisis medioambiental de los motores de combustión, utilizados prácticamente por todos los vehículos, que ha forzado la entrada de los vehículos eléctricos en el mercado, incluso antes de ser un producto tecnológicamente lo bastante desarrollado para poder sustituir con éxito una parte importante de los vehículos diésel o de gasolina.

- Las reservas del sector del automóvil (y su amplio entorno industrial y social) a la movilidad eléctrica, con el objetivo de evitar cambios estructurales profundos en un sector que disfruta de una posición dominante. Esto explicaría el ritmo lento de llegada de la movilidad eléctrica: para permitir la adaptación y la transformación del sector.

Seguidamente se analizan los cambios que la movilidad eléctrica está provocando en los diferentes agentes del sector del automóvil, desde la producción de los vehículos hasta su reciclaje.

Cambios en el ámbito de la producción

En la producción de los vehículos eléctricos existen dos componentes fundamentales: el motor eléctrico y la batería. El resto de componentes son comunes a todos los vehículos a motor de combustión o térmico.

La fabricación de motores eléctricos responde a una tecnología centenaria prácticamente de dominio público, fuertemente desarrollada por un sector industrial consolidado y presente en todo el mundo, con un amplio mercado de productos y de aplicaciones.

En este escenario, los fabricantes de vehículos, a pesar de ser originalmente especialistas en la fabricación de motores térmicos, se han podido adaptar fácilmente a la fabricación de motores eléctricos, ya sea construyendo ellos mismos los motores (opción mayoritaria, como es el caso de TESLA) o estableciendo alianzas con los grandes fabricantes mundiales (por ejemplo, SIEMENS ha firmado varios acuerdos para motorizar vehículos europeos y chinos).

En cambio, teniendo en cuenta que el coste de la batería puede suponer la mitad del coste de un vehículo eléctrico, y que la fabricación de baterías eficientes (con una densidad energética que asegure una autonomía comparable a la de los vehículos a motor térmico) es todavía un problema por resolver, la producción de baterías apropiadas para la movilidad eléctrica está suponiendo un gran reto estratégico (como lo fue en su momento la construcción de los motores térmicos) que puede hacer perder posicionamiento al sector del automóvil.

La tecnología de las baterías de litio fue iniciada por empresas japonesas (SONY, PANASONIC) y aplicada a los ordenadores personales; posteriormente las empresas surcoreanas la desarrollaron para aplicarla a la telefonía móvil (SAMSUNG, SK Innovation, LG) y, finalmente, las empresas chinas (BYD, CATL) han entrado con fuerza en este mercado que ve en la movilidad eléctrica una futura gran expansión.

Los fabricantes de vehículos han adoptado, ante este reto, dos posibles estrategias:

- Desarrollar su propia capacidad de producción de baterías, como es el caso de TESLA en alianza con PANASONIC o de NISSAN con NEC, reconociendo el papel clave de este componente en un futuro modelo energético, más allá incluso de la fabricación de vehículos eléctricos.

- Establecer acuerdos de abastecimiento con los grandes fabricantes mundiales de baterías (surcoreanos o chinos) con el fin de asegurarse la disponibilidad futura, pero con el riesgo de perder liderazgo.

En resumen, la producción de vehículos eléctricos está hoy condicionada por la necesidad de obtener baterías con más densidad energética, investigación que encarece el coste de los vehículos eléctricos (encarecimiento solo compensado en parte por el incremento de ventas), y por los movimientos (tanto de fabricantes de vehículos como de fabricantes de baterías) dirigidos a controlar esta tecnología y el nuevo mercado estratégico que está emergiendo.

Cambios en el ámbito de la energía

Además de significar un cambio en el ámbito de la producción de vehículos, la movilidad eléctrica puede comportar un cambio todavía mayor en la producción y distribución de energía para la automoción.

Según datos del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), el 33%

del consumo final de energía en España en el año 2015 estuvo motivado por el transporte por carretera que, mayoritariamente, utiliza gasóleo o gasolina para producirlo.

La introducción de la movilidad eléctrica tenderá a desplazar gradualmente este 33% asociado a los derivados del petróleo a la producción de energía eléctrica (que hoy representa el 25% del consumo final). Esta evolución, según el punto de mira sectorial, se puede cuantificar de la siguiente manera:

- Por parte de las empresas dedicadas a la producción de los productos derivados del petróleo (REPSOL, CEPSA, BP), el mercado del gasóleo y la gasolina (lo que podrían perder con la entrada de la movilidad eléctrica) representa el 47% de su mercado actual.

- Por parte de las empresas productoras de energía eléctrica (ENDESA, IBERDROLA, GAS NATURAL-FENOSA, EDP y EON), la movilidad eléctrica puede representar un mercado adicional que podría llegar al 134%(!) de su mercado actual.

En cuanto a la fuente de energía utilizada, la movilidad eléctrica restará demanda al petróleo y la aumentará sobre las renovables, la nuclear y el carbón (principales fuentes de energía utilizadas en la producción de energía eléctrica).

Ahora bien, cabe esperar que no todo el potencial que representa la creciente movilidad eléctrica sea absorbido por las grandes empresas productoras de energía eléctrica. Las políticas de transición energética — impulsadas desde las Administraciones públicas — beneficiarán la producción renovable de energía eléctrica, especialmente solar y eólica, y no siempre sobre la base de grandes complejos productivos sino a partir del autoconsumo y aprovechando la flexibilidad de las baterías domésticas y de la economía colaborativa.

Todo ello representa un escenario de riesgo al crecimiento de las empresas productoras de energía eléctrica que, como estrategia de defensa, se blindan legalmente para dificultar esta transición energética y, de rebote, intentan tutelar y controlar la introducción de la movilidad eléctrica.

Por último, la distribución de combustibles derivados del petróleo para la automoción también se verá impactada por la movilidad eléctrica. Los vehículos a motor térmico llenan su depósito de combustible en uno de los más de 10.000 puntos de venta o gasolineras, gestionadas mayoritariamente por REPSOL, CEPSA y BP, que existen en España y que, con la movilidad eléctrica verán reducirse su número de clientes. En cambio, los vehículos eléctricos recargan las baterías en el aparcamiento de su vivienda habitual, a poder ser durante la noche y aprovechando la instalación eléctrica ya existente.

Esta situación da toda la ventaja ante la movilidad eléctrica a los productores y distribuidores de energía eléctrica, razón por la que empresas como REPSOL están intentando introducirse en el mercado de las electro-lineras para vehículos eléctricos creando gestores de recarga propios (como IBIL, filial de REPSOL).

Las gasolineras, con la llegada de la movilidad eléctrica, tendrán que reorientar su centralidad a la distribución y comercialización de otros servicios al automóvil y a los ciudadanos (supermercados, puntos de recogida del comercio electrónico, electro-lineras rápidas para vehículos eléctricos...).

Para terminar, mencionar que la combinación de innovaciones como el vehículo eléctrico, la batería doméstica y el autoconsumo de ener-

gía fotovoltaica (solar) abren todo un campo nuevo para desarrollar un modelo energético alternativo. Así lo manifiestan los agentes que integran el sector de la producción de baterías de litio, formado por empresas chinas, surcoreanas y japonesas, que ya han empezado una carrera (con ventaja para China) por controlar las materias primas necesarias: litio y cobalto principalmente, cuyas mayores reservas se encuentran en Chile, Argentina, África central o en la misma China.

3. Cambios en el ámbito de los servicios a los vehículos

Con la movilidad eléctrica, no solo se verán impactadas la producción de vehículos o la producción y distribución de energía para la automoción. También las redes de proveedores, los talleres de mantenimiento o los servicios de venta tendrán que transformarse en mayor o menor medida.

Cambios en las redes de proveedores de componentes y recambios

Un vehículo eléctrico no utiliza ni caja de cambios, ni inyectores, ni tubo de escape, ni depósito ni bomba de combustible, ni correa de distribución, ni catalizador o filtro de partículas, ni alternador, ni embrague, ni lubricantes, ni filtros, etc. En total, un 60% aproximadamente menos piezas que un vehículo a motor térmico, y la mayoría de las piezas sobrantes son piezas móviles con tendencia a averías mecánicas. Esto tiene una primera implicación directa sobre los proveedores de componentes, algunos de los cuales ya están reorientando su estrategia sobre los componentes que sí utilizan los vehículos eléctricos.

Cambios en los servicios de mantenimiento

Teniendo en cuenta que un vehículo eléctrico incluye menos piezas susceptibles de averías mecánicas, y que los motores eléctricos son totalmente fiables tras muchos años de desarrollo y una amplia utilización, el mantenimiento de un vehículo eléctrico requiere hasta cuatro veces menos visitas al taller que un vehículo a motor de combustión. En términos de coste, el mantenimiento de un vehículo eléctrico solo representa un 40% del coste de mantenimiento de un vehículo a motor térmico.

En términos de personal mecánico especializado, teniendo en cuenta el recurso a los diagnósticos electrónicos y al conocimiento general de los motores eléctricos, los vehículos eléctricos no requieren nuevos perfiles formativos.

La batería, como nuevo componente recién desarrollado, podría representar incertidumbres en relación con su mantenimiento. No obstante, la experiencia acumulada estos últimos años muestra unos resultados próximos al mantenimiento cero y a una vida útil más larga que la prevista.

Como conclusión, el modelo de negocio que actualmente sustenta los talleres mecánicos podría entrar en crisis con la llegada de la movilidad eléctrica, favoreciendo el cierre de centros o la oferta de servicios multimarca.

Cambios en los servicios de venta

En el caso de los concesionarios, los argumentos de venta de un turismo o furgoneta a motor eléctrico y los de un vehículo a motor de combustión son claramente distintos. Los comerciales de los concesionarios actuales sobreviven con dificultades entre estos dos mundos, sobre todo cuando el fabricante mantiene gamas de vehículos con motor térmico y gamas paralelas de vehículos eléctricos. No obstante, una especialización de los

concesionarios (comercializando solo vehículos eléctricos en aquellos puntos de venta con personal especialmente formado) puede ayudar a mitigar el inconveniente. En esto tienen ventaja las marcas solo eléctricas como TESLA.

Por otra parte, dado el diferente ciclo de vida o el diferente valor residual de los vehículos eléctricos respecto a los de motor térmico, también se prevén adecuaciones a la movilidad eléctrica en el mercado de los vehículos de ocasión, en los servicios de renting o en los seguros. Incluso las empresas de desguace deberán adaptarse a la movilidad eléctrica, por ejemplo, acreditándose para el reciclaje de las baterías de litio.

4. El caso del AMB: el despliegue de una red de electrolineras para vehículos eléctricos

La creación de una red metropolitana de electrolineras para vehículos eléctricos fue una acción inicialmente propuesta por el Acuerdo marco de colaboración para la promoción del vehículo eléctrico firmado entre NISSAN, el Ayuntamiento de Barcelona y el AMB en el mes de septiembre de 2014.

Esta iniciativa fue posteriormente recogida por el Programa de movilidad sostenible 2014-2015 y por el actual Programa metropolitano de medidas contra la contaminación atmosférica.

Una vez creado el servicio metropolitano que tiene que gestionar esta red (octubre de 2015), su despliegue queda planificado en dos fases.

Primera fase (2015-2017)

La primera fase consistía en instalar 10 electrolineras en 10 municipios metropolitanos. A la vez, el Ayuntamiento de Barcelona ha instalado su propia red (con más de una docena de electrolineras rápidas), con criterios comunes y una tecnología fácilmente compatible con la red del AMB.

Cada electrolinera del AMB consta de una electrolinera rápida triestándar (CHAdEMO, COMBO CCS y Mennekes) para turismos y furgonetas, y una electrolinera lenta (dos enchufes Schuko) para motos.

Estas 10 electrolineras del AMB, cuya instalación se está actualmente completando, se han ubicado en el ámbito metropolitano atendiendo a los siguientes criterios:

- Fácil accesibilidad desde la red vial principal (autopistas y autovías) y desde los grandes núcleos urbanos.
- Fácil localización y fácil acceso, en zonas de referencia (centros comerciales, parques empresariales, etc.).
- Disponibilidad de servicios en su entorno inmediato: cafetería, tiendas, etc.
- Visibilidad: avenidas, al lado de equipamientos municipales, al lado de servicios 24 horas, etc.
- Acometida eléctrica viable y con un coste asequible.

Las características técnicas básicas de una electrolinera son las siguientes:

- Potencia instalada: 69 kW (trifásica, 400 V, corriente alterna). Instalación eléctrica propia.
- Punto de recarga rápida triestándar (solo permite la recarga simultánea de un vehículo). Existen tres tipos: Mennekes (modo 3, corriente alterna, 43 kW), COMBO CCS (modo 4, corriente continua, 50 kW) y CHAdEMO (modo 4, corriente continua, 50 kW).

• Permite la recarga al 80% en 15-30 minutos para la mayoría de los vehículos eléctricos (turismos y furgonetas) existentes actualmente.

• Punto de recarga lenta (para motos eléctricas): 2 enchufes Schuko (modo 1 y 2, corriente alterna, 3 kW).

• Cuatro plazas de estacionamiento reservadas: dos para turismos o furgonetas y dos para motos. Tiempo de estacionamiento limitado a 30 minutos para los turismos y furgonetas, y a 2 horas para las motos eléctricas.

• Servicio sin personal 24 horas / 7 días.

• Se activa con una aplicación telefónica o una tarjeta de usuario, previo registro del usuario (próximamente). Temporalmente, el servicio está abierto a cualquier usuario.

• Recarga gratuita mientras se mantenga la etapa de promoción.

Cada punto tiene un ámbito plurimunicipal (da servicio a más de un núcleo urbano) y se dirige a varias tipologías de usuarios potenciales: vehículos comerciales, taxis, vehículos privados, flotas municipales, etc.

A día de hoy existen cinco electrolineras del AMB en servicio (el Prat de Llobregat, Cornellà de Llobregat, Gavà, Sant Joan Despí y Badalona), y cinco más a la espera de la conexión eléctrica por parte del distribuidor.

Desde la puesta en servicio de la primera electrolinera (octubre de 2015) hasta hoy (con cinco electrolineras), se han distribuido 157.000 kWh, cantidad de energía eléctrica suficiente para cargar la batería a 6.500 NISSAN LEAF (aproximadamente 10 recargas diarias por término medio).

Durante el segundo trimestre de 2017, con una red en servicio de cuatro electrolineras, se han llegado a distribuir 11.000 kWh mensuales: aproximadamente 15 cargas completas por día (3-4 por electrolinera por término medio).

Las dos electrolineras con más demanda, el Prat de Llobregat y Cornellà de Llobregat, superan los 3.000 kWh distribuidos mensualmente: 3.400 kWh/mes en el Prat de Llobregat y 4.700 kWh/mes en Cornellà de Llobregat durante el primer cuatrimestre de 2017, o 315 cargas mensuales por término medio en el Prat de Llobregat y 360 en Cornellà de Llobregat (9-10 recargas diarias por término medio en cada electrolinera).

La ejecución de esta primera fase de la red de electrolineras del AMB ha contado con una ayuda económica del Plan MOVEA 2016 del Ministerio de la Presidencia y de las Administraciones Territoriales.

Segunda fase (2017-2019)

Para completar la red inicial de 10 electrolineras y seguir fomentando el uso de los vehículos eléctricos, el AMB está planificando una ampliación de la red de electrolineras hasta conseguir, al menos, una electrolinera en todos los municipios metropolitanos.

Este objetivo es necesario interpretarlo desde la perspectiva de la demanda potencial, con tres niveles de presencia municipal de la red de electrolineras del AMB:

- Municipios a partir de 30.000 habitantes (18 municipios, exceptuando Barcelona): puntos de recarga semirrápidos (hasta 22 kW) especialmente para profesionales y visitantes.
- Se instalarán puntos de recarga rápidos (69 kW) cuando coincidan con grandes nodos de

la red vial metropolitana (ya ejecutado en la primera fase) o cuando la demanda sea alta.

- Municipios entre 10.000 y 30.000 habitantes (8 municipios): un punto de recarga semirrápido (hasta 22 kW) o más, si la demanda lo justifica.
- Municipios de menos de 10.000 habitantes (9 municipios): al menos un punto de recarga semirrápido (entre 3 y 22 kW).

Esta previsión según la demanda significa que, en esta segunda fase, habrá que instalar mayoritariamente unos 25 puntos de recarga semirrápidos (22 kW), pensadas especialmente para taxis y para vehículos de distribución urbana de mercancías o de servicios domiciliarios (profesionales), visitantes y recargas de emergencia.

Los puntos de recarga semirrápidos permiten una recarga suficiente de la batería de un vehículo eléctrico en 2-4 horas. Se ubicarán en la vía pública: como en el caso de las electrolinerías de la primera fase, los Ayuntamientos facilitarán la ubicación con el correspondiente convenio de cesión de espacio para el punto y para las plazas de aparcamiento reservadas.

Esta segunda fase podría verse completada durante el año 2019.

Consideraciones de futuro

A medida que aumente el parque de vehículos eléctricos, podría ser necesario doblar los puntos de recarga rápidos o de recarga semirrápida en algunos municipios metropolitanos. Eso podría servir de justificación para planificar una tercera fase de expansión de la red de electrolinerías del AMB más allá de 2019.

Una segunda razón que podría obligar a una tercera fase de expansión es la posible obsolescencia de los puntos de recarga rápidos instalados en la primera fase. Si las baterías de los vehículos eléctricos siguen aumentando para ganar autonomía, y lo hacen por encima de los 100 kWh (hoy están en torno a los 30-40 kWh), los actuales puntos de recarga rápidos de 69 kW dejarán de ser rápidos y pasarán a ser semirrápidos: cargarán la batería de un vehículo al 80% en 1-2 horas. En este caso, habrá que estudiar la sustitución de algunos equipos de recarga rápida antiguos por supercargadores de 100-120 kW o más (similares a los de TESLA).

Es preciso tener presente que la red de electrolinerías del AMB es un instrumento de promoción del vehículo eléctrico. Cuando estos escenarios futuros de alta demanda se hagan realidad, cabe prever que el suministro de energía en los vehículos eléctricos sea viable como actividad económica (con los cambios legislativos que sean necesarios para regularla adecuadamente) y que empresas del sector eléctrico o de otros habrán desarrollado su propia red de puntos de recarga públicos. En este momento, la necesidad de promoción del vehículo eléctrico habrá concluido con éxito y el AMB podrá plantearse su retirada.

5. Cambios pendientes en el modelo de movilidad

La movilidad de las personas

La movilidad eléctrica incidirá claramente en la producción de vehículos, la producción de energía eléctrica o la distribución de combustibles derivados del petróleo, pero no es obvio que la movilidad eléctrica tenga que mejorar la movilidad de las personas, especialmente en los entornos urbanos.

En un escenario de implantación de la movilidad eléctrica donde, a medio plazo, cada uno

de los vehículos a motor de combustión sería simplemente sustituido por un vehículo eléctrico (en el supuesto de que las baterías alcanzan niveles de autonomía similares a la de los vehículos a motor térmico), no habría ninguna afectación a la movilidad: se mantendrían los inconvenientes de la congestión, del alto consumo energético dedicado a la movilidad, la alta ocupación del espacio urbano para circular o para el estacionamiento, la problemática de la seguridad vial persistiría, etc.

La contaminación atmosférica

Con el vehículo eléctrico, el problema de la contaminación asociada a las emisiones de los motores térmicos solo quedaría parcialmente resuelto.

La introducción masiva de vehículos eléctricos en el parque circulante tendría numerosos efectos medioambientales.

Primero, las emisiones de gases contaminantes y de gases de efecto invernadero se verían deslocalizadas del entorno urbano y trasladadas a los puntos de generación de la energía eléctrica necesaria para los vehículos eléctricos.

Además, según el origen de la energía eléctrica, la reducción de las emisiones sería más o menos significativa: un porcentaje alto de producción renovable de la energía eléctrica implicaría una reducción notable de las emisiones, mientras que un porcentaje alto de producción a partir del carbón podría incluso significar un aumento de las emisiones (en el caso de centrales térmicas con una tecnología obsoleta). Si el origen de la energía eléctrica fuera nuclear, entonces se produciría un cambio en la naturaleza de los contaminantes que pasarían de ser gases nocivos a ser residuos sólidos radiactivos.

Con respecto a las partículas emitidas, la diferencia entre vehículos de combustión y vehículos eléctricos es irrelevante.

Pero además, los vehículos eléctricos aportan un problema medioambiental adicional derivado de los residuos de litio y cobalto que genera el reciclaje de las baterías. Y quién sabe si, cuando el número de vehículos eléctricos circulante sea elevado, la contaminación electromagnética creada alcanzará niveles inaceptables para la salud pública.

Por lo tanto, solo si la energía eléctrica proviene mayoritariamente de una producción renovable se producirá un impacto medioambiental positivo por parte de la movilidad eléctrica, eliminando emisiones y mejorando la calidad del aire.

Escenarios alternativos

Como alternativa a este escenario continuista de implantación de la movilidad eléctrica, puede plantearse un escenario que persiga objetivos de mejora del actual modelo de movilidad aprovechando la llegada de los vehículos eléctricos.

Sobre la base de un mismo número y tipología de desplazamientos, este escenario alternativo de introducción de los vehículos eléctricos tendría que perseguir un modelo de movilidad que presentara las siguientes características: emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero reducidas al mínimo, seguridad vial con índice de accidentalidad próximo al cero, consumo de energía menor y más eficiente, menor ocupación del espacio urbano y metropolitano (especialmente por la circulación y estacionamiento de vehículos) y niveles de servicio de las infraestructuras aceptables, con menos congestión.

Los retos de futuro

1. La transición energética

La implantación de la movilidad eléctrica, sustituyendo progresivamente cada vehículo a motor térmico por uno eléctrico, conseguiría reducir las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero. Ahora bien, como se ha comentado antes, sin un contexto de transición energética orientado a las energías renovables, el impacto medioambiental positivo de la movilidad eléctrica se desvanecería.

Por lo tanto, es preciso optar por un escenario que plantee la implantación de la movilidad eléctrica dentro de un proceso de transición energética orientado a las energías renovables.

2. La seguridad vial

Los vehículos eléctricos son tan seguros como los de motor de combustión, y las condiciones de circulación son también las mismas. Entonces, la llegada de la movilidad eléctrica no tiene por qué mejorar ni empeorar la seguridad vial. Para mejorar la seguridad vial, más allá de incidir sobre el comportamiento del conductor, deben aprovecharse todos los avances tecnológicos que permiten corregir, e incluso sustituir, la acción humana, haciendo que la circulación sea más homogénea y ordenada.

Para reducir la accidentalidad, hay que asociar la movilidad eléctrica a una segunda innovación en torno al automóvil: las ayudas a la conducción y la conducción autónoma.

3. El reparto modal

Los motores eléctricos son más eficientes que los motores de combustión. En consecuencia, la movilidad eléctrica significará una reducción del consumo energético del transporte de personas y una mejora en la eficiencia energética. Pero sería incidiendo sobre los hábitos de las personas, consiguiendo un reparto modal óptimo desde el punto de vista energético (sustituyendo desplazamientos en vehículo privado cortos y con un solo pasajero por desplazamientos a pie, en bicicleta o en transporte público) como se maximizaría el ahorro.

4. El uso compartido de los vehículos

El problema de la alta ocupación del espacio urbano y metropolitano por los vehículos y sus infraestructuras no lo resolverá la movilidad eléctrica por sí sola. En cambio, la anterior propuesta de un cambio de hábitos modales de la población, ligada a un uso compartido de una parte importante del parque de vehículos y motos privadas, nos conduciría a un escenario donde el número de vehículos circulando o estacionados sería sensiblemente inferior al actual (hay estudios que prevén reducciones por encima del 50%).

Introducir los vehículos eléctricos (turismos, furgonetas, motos) aprovechando el lanzamiento de servicios de vehículos compartidos (carsharing) favorece el cambio de hábitos del ciudadano y la reducción de los vehículos necesarios (y por lo tanto, del espacio que ocupan).

En un escenario continuista de implantación de la movilidad eléctrica, los servicios de vehículos compartidos se orientan a ampliar la demanda de movilidad en vehículo privado por parte de aquellos segmentos de población que no pueden acceder a un vehículo de propiedad: estudiantes, turistas, jubilados... o para cubrir necesidades puntuales de desplazamiento (particulares o profesionales). Si no se insiste en la oportunidad para el cambio de hábitos que significan los servicios de

vehículos compartidos, se pueden convertir en una competencia al transporte público.

5. La conectividad

Finalmente, para evitar los episodios de congestión de la infraestructura vial, teniendo en cuenta las anteriores propuestas de introducción de los vehículos eléctricos, de cambio de hábitos modales y de popularización de los vehículos compartidos, solo habría que añadir una segunda innovación en los vehículos: la conectividad. Un vehículo eléctrico autónomo (o con ayudas a la conducción) y conectado abre todo un campo de posibilidades a la gestión centralizada del tráfico y a la optimización del uso de las infraestructuras que, a buen seguro, no solo permitirá aumentar el nivel de servicio del vial sino, incluso, evitar la construcción de nuevas infraestructuras.

La conectividad se interpreta habitualmente como un nuevo atractivo, casi lúdico, al uso del vehículo privado, olvidando que el objetivo tendría que ser justamente el contrario: optimizar (para reducir) la circulación de los vehículos privados, y también de los vehículos comerciales dedicados a la distribución urbana de mercancías o a los servicios domiciliarios.

En el caso de la circulación de los vehículos privados, la conectividad tiene que permitir mejorar la selección de itinerarios, reducir la accidentabilidad y facilitar la aparición de nuevos servicios de movilidad (como la posibilidad de compartir el uso de los vehículos o las plazas de estacionamiento dentro de las redes de la economía colaborativa).

En el caso de la distribución urbana de mercancías, la generalización del comercio electrónico y de la distribución domiciliaria pueden llegar a producir un aumento de los flujos. El recurso a la conectividad de los vehículos (uso de sistemas de información embarcados, generación inteligente de rutas, explotación de flotas de vehículos compartidos, centros de consolidación multioperador, etc.) tiene que ayudar a mantener este aumento dentro de niveles aceptables.

6. El espacio urbano

Para acabar, más allá de una introducción de los vehículos eléctricos que provoque la evolución positiva del modelo de movilidad actual, también habría que plantearse una remodelación del espacio urbano o del territorio metropolitano (entendidos en un sentido amplio: usos del suelo, actividades económicas, infraestructuras de relación...) que favoreciera el cambio de hábitos deseado y, por lo tanto, una distribución modal más sostenible.

Sin entrar en detalles, esta remodelación del territorio metropolitano tendría que implicar menos desplazamientos o desplazamientos más cortos (susceptibles de estar hechos a pie o en bicicleta) y la posibilidad de transformar parte de la actual red de infraestructura vial en beneficio del transporte público y de los desplazamientos no motorizados.

6. Como incentivar la movilidad eléctrica

Hay un consenso general en que la implantación de la movilidad eléctrica entre los ciudadanos y las empresas requiere incentivos para acelerarla. Este consenso es fruto de la constatación de que hay obstáculos importantes que hay que superar: falta de conocimiento, coste económico, autonomía corta, futuro incierto, etc.

Además, de acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, es necesario que la introducción de los vehículos eléctricos sirva de catalizador de un cambio en el modelo

de movilidad (lo que implica un cambio de hábitos por parte del ciudadano o del profesional). Por lo tanto, es preciso también que venga acompañada de una remodelación del territorio que facilite el cambio, y de otras innovaciones, como los vehículos compartidos, la conducción autónoma o la conectividad.

Hasta hoy, los incentivos a la movilidad eléctrica se han dirigido a incentivar la venta de vehículos eléctricos y a prestar apoyo a su comercialización. Es decir, se han orientado a la sustitución de los vehículos viejos a motor de combustión por vehículos eléctricos nuevos (en un escenario continuista).

Estos incentivos han sido y son fundamentalmente fiscales, económicos y de promoción del uso de los vehículos eléctricos (incluidos los híbridos en algunos casos). Así, en el ámbito del AMB, se han aplicado y se aplican incentivos como los siguientes:

- Exenciones fiscales, en particular del impuesto de circulación y del impuesto municipal a los vehículos de tracción mecánica (IVTM).

- Reducción de los peajes en las autopistas concesionadas por la Generalitat de Catalunya.

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos por los carriles VAO (vehículos de alta ocupación).

- Reducción de las tarifas de aparcamiento aplicadas a las zonas azules y verdes (manteniendo las limitaciones horarias).

- Ayudas directas a la compra de vehículos eléctricos y a la instalación de electrolineras (públicas o vinculadas), fundamentalmente a través del Plan MOVEA del Ministerio de la Presidencia y de las Administraciones Territoriales, junto con algunas convocatorias del ICAEN o del AMB para los ayuntamientos.

- Creación de redes de electrolineras públicas y suministro gratuito de energía eléctrica (como es el caso de la red de electrolineras del AMB).

En otros ámbitos, también se han aplicado incentivos como:

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos por los carriles BUS.

- Exenciones de pago de los peajes urbanos.

- Autorizar la circulación de los vehículos eléctricos dentro de las zonas de bajas emisiones (ZBE) o dentro de las zonas urbanas de atmósfera protegida (ZUAP).

- Reserva de plazas para vehículos eléctricos en aparcamientos urbanos o de grandes equipamientos.

Un vehículo eléctrico tiene un precio de compra superior al de un vehículo a motor térmico (un 30-50% más caro, tomando modelos comparables), mientras que el coste por kilómetro recorrido (coste de mantenimiento y coste de la energía) de un vehículo eléctrico es inferior. Esto hace que, con el tiempo (para periodos de 5-10 años), el coste acumulado (compra y circulación) empiece a ser favorable al vehículo eléctrico.

Ante este dilema económico, el objetivo de los incentivos se ha centrado en la reducción de los costes de compra y de circulación de los vehículos eléctricos. Se intenta reducir el precio de compra de los vehículos eléctricos con el fin de reducir el impacto de un precio alto y el coste de circulación, para acortar los años hasta alcanzar beneficios.

Con estas medidas no se plantean objetivos de mejora del actual modelo de movilidad,

más bien todo lo contrario, pues se fomenta el uso y la circulación de los vehículos privados eléctricos, se facilita su aparcamiento o se reduce la competitividad del transporte público en las ciudades, aunque solo sea proporcionalmente en la pequeña escala del parque de vehículos eléctricos e híbridos.

Desde una perspectiva medioambiental, sería necesario que los incentivos a la implantación de la movilidad eléctrica también incluyeran acciones orientadas a una transición energética que fomentara las energías renovables; y desde la perspectiva de la movilidad, sería preciso que los incentivos consideraran el necesario cambio de hábitos de la población hacia un traspaso modal, el establecimiento de servicios de vehículos compartidos o la introducción de innovaciones respecto a la conducción autónoma y la conectividad de los vehículos.

El ejemplo de París

Así lo han entendido ciudades como París que, en su Plan pour la Qualité de l'Air, han establecido ayudas para quienes renuncian a su vehículo privado que consisten en rebajas en los abonos en el servicio de coches compartidos (Autolib), en el servicio de bicicleta pública (Velib) o en el transporte público (Navigo), o ayudas a la compra de una bicicleta o una moto eléctrica.

En el caso de los jóvenes conductores, París también ofrece rebajas en el abono al servicio de coche compartido, con el fin de evitar la compra de nuevos vehículos.

Dentro de la estrategia de introducir los vehículos eléctricos y cambiar el modelo de movilidad, París no deja al margen a los profesionales (incluidos los de la corona metropolitana que trabajan en París), y propone ayudas económicas para la sustitución de los vehículos comerciales a motor de combustión más viejos, con importes que van de los 3.000 a los 9.000 € y que incluyen vehículos comerciales eléctricos o a gas, tanto vehículos de compra como de renting, nuevos o de segunda mano.

Estas ayudas a profesionales también incluyen la compra de bicicletas eléctricas, triciclos eléctricos de carga y motos eléctricas, así como el establecimiento de un servicio de vehículos comerciales compartidos (Utilib).

Con algunas condiciones, las ayudas municipales se pueden ampliar significativamente con las que ha establecido el Estado francés.

El ejemplo del AMB

En el caso del AMB, algunas medidas del Programa metropolitano contra la contaminación atmosférica o del Compromiso metropolitano por la movilidad limpia ya incorporan, aunque sea tímidamente, este vector de mejora de la movilidad asociado a la introducción de los vehículos eléctricos, por ejemplo:

- Cesión de bicicletas eléctricas: cesión temporal de bicicletas eléctricas orientada a colectivos objetivo con respecto al cambio de hábitos (trabajadores, estudiantes, funcionarios).

- Fomento de la distribución urbana de mercancías con vehículos de bajas emisiones (eléctricos, híbridos o de gas), puntualmente compartidos: acción asociada a la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE), o zonas urbanas de atmósfera protegida (ZUAP), que incluirá electrolineras específicas y ayudas para la sustitución de los vehículos a motor de combustión.

- Tarjeta verde metropolitana: nuevo abono al transporte público, gratuito durante tres

años, para aquellos ciudadanos del AMB que renuncien a su vehículo privado.

No obstante, esta articulación entre introducción de la movilidad eléctrica y cambio del modelo de movilidad donde tendrá que desarrollarse en profundidad será en las medidas a elaborar del futuro *Plan metropolitano de movilidad urbana* (PMMU).

LAS SUPERMANZANAS PARA EL DISEÑO DE NUEVAS CIUDADES Y LA RENOVACIÓN DE LAS EXISTENTES. EL CASO DE BARCELONA

SALVADOR RUEDA PALENZUELA
Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

1. Un modelo urbano para afrontar los retos de este inicio de siglo

Nos hallamos en pleno cambio de era y con este se nos presenta un nuevo paradigma y un cambio en las reglas de juego. Estamos pasando de la era industrial a la era de la información y el conocimiento.

La sociedad industrial se ha caracterizado por su consumo de recursos y su "independencia" de las leyes de la naturaleza. Efectivamente, la estrategia competitiva entre territorios se ha basado en el consumo de recursos: suelo, materiales y energía. En general, los sistemas urbanos que se han organizado mejor para consumir más recursos naturales han cobrado ventaja competitiva. Por otro lado, la creencia equivocada de la 'independencia' de las leyes de la naturaleza ha sido apoyada por el uso masivo de energía y por una tecnología con gran capacidad de transformación. El resultado ha sido un impacto insostenible sobre los sistemas y ecosistemas de la Tierra. Las incertidumbres sobre el futuro son de tal envergadura que nos obligan, como decíamos, a cambiar las reglas del juego y a crear un nuevo paradigma que incremente la capacidad de anticipación. Las bases del nuevo paradigma se asientan en:

- Un cambio de estrategia para competir entre territorios basada en la información y el conocimiento, que suponga, al mismo tiempo, la desmaterialización de la economía.
- Un cambio de régimen metabólico. La sociedad industrial se ha basado principalmente en el consumo de los combustibles fósiles como si no tuvieran límite. El consumo masivo de energía fósil y la tecnología han sido la causa de la simplificación de los ecosistemas en todas las escalas, es decir, de la generación de entropía generalizada con efectos irreversibles en muchos de los ecosistemas impactados. Para la construcción de un futuro más sostenible es necesario un nuevo régimen metabólico, el cuarto. El nuevo régimen metabólico tiene que estar basado, necesariamente, en la entropía, entendiendo que en este régimen metabólico el tipo de energía es la condición necesaria pero no suficiente. El consumo de energía escogida no tiene que aportar más entropía que la que se produciría de manera 'natural' con su disipación. Hoy, la principal fuente que reúne esta condición es la energía solar. Otra cosa es el uso de la energía solar, que puede ser tan impactante sobre los ecosistemas como lo es la energía fósil. La suficiencia la da la limitación del impacto de nuestra acción sobre los sistemas de la Tierra.
- Una acomodación, de nuevo, a las leyes de la naturaleza, donde la explotación de los

sistemas de apoyo no exceda su capacidad de carga y de regeneración. En los sistemas urbanos el reciclaje y regeneración de los tejidos existentes prima sobre la producción de nueva ciudad. En ambos casos la acomodación a las leyes de la naturaleza obliga a la formulación de nuevas herramientas, entre ellas, la formulación de un nuevo modelo urbano y de un nuevo urbanismo: el urbanismo ecosistémico.

La batalla de la sostenibilidad y la consecución del nuevo paradigma se librará en las ciudades, en el diseño de estas y, sobre todo, en la regeneración y el reciclaje de las actuales. El urbanismo que hoy se practica no se acomoda a los nuevos retos de este principio de siglo. Para abordarlos es necesario crear unas bases conceptuales y unos instrumentos diferentes, empezando por considerar la ciudad como un ecosistema complejo, el más complejo que ha creado la especie humana.

Los ecólogos suelen enfrentarse a la complejidad de los ecosistemas con la construcción de modelos que, en el caso de los ecosistemas urbanos, tienen que ser, necesariamente, intencionales si se desea reducir las incertidumbres sobre el futuro creadas por la sociedad industrial.

Hoy, del análisis de los problemas que presentan multitud de sistemas urbanos y del análisis de los que han conseguido minimizarlos, surge un modelo urbano intencional que es compacto en su morfología, complejo (mixto en usos y biodiverso) en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionado socialmente.

Cuatro ejes íntimamente relacionados, que interactúan sinérgicamente para dar respuestas integradas a realidades urbanas en procesos de rehabilitación y regeneración y, también, para acompañar a los planificadores de nuevos desarrollos urbanos. El modelo incide en realidades diversas que van de la escala de ciudad a una escala menor en el barrio.

2. La ciudad es un sistema de proporciones

El conjunto de elementos constitutivos de una ciudad, con sus relaciones y restricciones, da como resultado un sistema de proporciones. Estas proporciones que son el resultado de múltiples factores e intereses pueden ser generadoras de disfunciones de naturaleza diversa. A favor de una fácil comprensión y salvando las distancias, una paella, este icónico plato típico español, es un sistema de proporciones. Incluso con los mejores ingredientes, si no se le pone sal, la paella será insípida; si se le pone demasiada, será incomedible.

A la ciudad le sucede lo mismo. Si la producción de ciudad se prodiga en la extensión excesiva de suburbio, es muy probable que se produzca una segregación social por rentas o culturas o etnias. La desigualdad entre territorios se hará realidad. En el suburbio, que suele tener la residencia como función casi exclusiva, el déficit de los servicios básicos y de equipamientos obligará a los residentes del suburbio a utilizar el coche para acceder a estos. Es preciso poner de manifiesto que la mayoría de la población no tendrá acceso a estos de manera autónoma porque no tiene licencia para conducir, porque es muy joven o muy viejo o porque, simplemente, no tiene coche.

Si el reparto modal está excesivamente decantado hacia el vehículo privado, la ocupación masiva del espacio público por el coche, la congestión o la calidad del aire, etc., darán como resultado una habitabilidad y una calidad urbana escasas. El consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero se incrementarán y la calidad del

aire empeorará con el consiguiente impacto sobre la salud humana.

El análisis lo podríamos extender a otros aspectos ligados a la movilidad, a las infraestructuras, a los equipamientos o a la promoción económica, etc. El vínculo de todas las variables para que estén acomodadas a un sistema de proporciones que evite las disfunciones y los impactos tiene que estar relacionado, necesariamente, con el modelo urbano intencional.

Así pues, es preciso buscar el sistema de proporciones que nos permita alcanzar el modelo intencional antes enunciado.

3. Los principios del urbanismo ecosistémico, base del sistema de proporciones de una ciudad más ecológica

Si la ciudad es un sistema de proporciones, es preciso saber cuáles son los principios que lo informan con el fin de producir una ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente.

Veamos de manera resumida las bases del nuevo urbanismo ecosistémico:

a) El contexto de la actuación urbanística

Abordar la transformación urbana de los territorios obliga a hacerlo teniendo en cuenta el medio, que actúa como sistema de apoyo, desde todas las vertientes: ambiental, económica y social. Las soluciones adoptadas no pueden crear más disfunciones en el contexto ni a las variables secundarias que lo acompañan. En todo caso, tienen que mitigarlas y dialogar al máximo con el entorno de manera que las actuaciones supongan un factor de mejora de las condiciones del contexto y de las incertidumbres a una escala global.

Este ámbito obliga a pensar en los retos, en las vulnerabilidades de cada emplazamiento (ya sean físicos, sociales o culturales), en la disponibilidad y aprovechamiento de recursos locales, en los hábitos y estilos de vida, etc, que caracterizan los sistemas urbanos, con el objetivo de transformar las ciudades de forma más eficiente y habitable.

b) La ocupación del suelo y la morfología de las ciudades

La morfología urbana hace referencia a la forma y distribución del espacio construido y al espacio público. La compactación o dispersión de los tejidos urbanos determina la proximidad entre los usos y las funciones urbanas. La forma de ocupar el territorio y su intensidad de uso permite fomentar un espacio urbano socialmente integrador, desarrollar con eficiencia aquellas funciones urbanas ligadas a la movilidad sostenible y a la dotación de servicios y equipamientos básicos y fomentar el intercambio y las interacciones entre complementarios.

La densidad de población y de actividades proporciona una determinada masa crítica que genera espacio público; que hace viable el transporte público, que da sentido a la existencia de los equipamientos; que genera la diversidad de personas jurídicas necesaria para hacer ciudad, etc.

En este punto se tienen que abordar los objetivos y los criterios del modelo de ocupación del territorio, así como la relación entre territorios, lo más eficientes posibles, para alcanzar tejidos urbanos más sostenibles y al mismo tiempo disminuir la presión sobre los sistemas de apoyo.

c) La funcionalidad urbana: modelo de movilidad y espacio público

La funcionalidad urbana, definida a partir de los patrones de movilidad y de servicios de