

Retos de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la movilidad y el transporte por carretera

1

Introducción

Acudiendo a la RAE, la palabra 'tecnología' es un término de origen griego, τεχνολογία, formada por téchnē (τέχνη, arte, técnica u oficio, que puede ser traducido como destreza) y logía (λογία, el estudio o tratado de algo). De la unión de ambos, el término 'tecnología' se puede definir como "el tratado de la destreza en un arte, técnica u oficio".

En este sentido, Kofi Annan, en su discurso inaugural de la primera fase de la WISS (World Summit on the Information Society) celebrada en Ginebra, en 2003, dijo:

"Las tecnologías de la información y la comunicación, no son ninguna panacea, ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas, para llegar a los objetivos de desarrollo del milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua".

Ateniéndonos al contenido de esta cita, el término 'tecnología' se podría definir, con redundancia, como "el conjunto de conocimientos sobre un arte, técnica u oficio científicamente ordenados, que permiten, con destreza, diseñar bienes que facilitan la adaptación al medio ambiente o crear servicios para satisfacer las necesidades esenciales y los deseos de la humanidad".

Por otro lado, el término 'información' procede del latín informatio, -ōnis, 'concepto' o 'explicación de una palabra'; de este modo, siguiendo a la RAE, es el acto de informar, es decir, es la "comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada".

En cuanto a la comunicación, siguiendo el procedimiento anterior, procede del latín communicatio, -ōnis, y según la RAE, es el acto de comunicar o comunicarse, y aquí, de las diversas

ÁNGEL J.
**Muñoz
Suárez**

Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos

Comisión de Transportes del
Colegio de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos



acepciones que contiene, tomaremos aquellas que se refieren a la “transmisión de señales mediante un código emisor común al emisor y al receptor” y la que se refiere a “la unión que se establece entre ciertas cosas, mediante diversos medios o recursos”.

En base a lo anterior, este artículo tratará de explicitar las técnicas de adquisición, tratamiento y procesamiento de datos, la transmisión y medios de comunicación y la difusión de la información, que permiten acceder a un usuario, directa o indirectamente, esté o no involucrado y en tiempo real¹, a la información y conocimiento de las circunstancias específicas concurrentes en la Gestión de la Movilidad y el Transporte por Carretera, al objeto y fin de que pueda adaptar y optimizar sus recursos.

2 Técnicas de adquisición, tratamiento y procesamiento de datos

La adquisición de datos se inicia con la determinación del fenómeno físico o la propiedad física del objeto que se desea medir, cualquiera que sea su naturaleza, propiedad o fenómeno (objeto de la investigación), a la que siguen las etapas del tratamiento y procesamiento.

A lo largo de la historia, la obtención de datos con más o menos proliferación y calidad, siempre fue una actividad a la que se dedicaron recursos de forma continua y constante. En base a ellos, civilización tras civilización, se han sucedido, avances y progresos de cuantía y relevancia variable, los cuales han generado incrementos de bienestar en cada periodo.

Desde la Edad Antigua (desde el 3.500 a. C. hasta el siglo V), ya se aplicaron métodos de medición recurrente basados en la observación ocular del entorno terrenal próximo, y posteriormente a los astros. De la observación, se pasó al cuestionamiento de la periodicidad de los acontecimientos y a través de una meditada reflexión se produjeron las primeras acotaciones (civilizaciones sumerias, persas, egipcias y griegas, entre otras), donde aparecen los primeros esbozos en forma de sím-

bolos o gráficos sobre un soporte (piedra, madera, metales...), ambos variables y evolutivos (escritura jeroglífica), a los que le siguieron las escrituras cuneiformes (hendiduras hechas con cuñas sobre arcilla), hasta que, a ciertos jeroglíficos, se les atribuyó un valor fonético.

Con la transición de los pictogramas a los ideogramas (signos esquemáticos pero no lingüísticos de un mensaje), que aún perduran en China y Japón, se llega a los grafemas (correspondencia sonora de un gráfico con un fonema en un idioma), como unidades mínimas e indivisibles de la escritura.

Durante la Edad Media (siglos V a XV), se producen significativos avances en la observación y la reflexión, coincidentes con el apogeo de las coetáneas civilizaciones mediterráneas, griega, romana y árabe, que culminan en la escritura romana y árabe que aún perduran.

Al llegar a la Edad Moderna (desde 1492 hasta la Revolución Francesa, es decir desde el s. XV al XVIII), se perfeccionan la medición, la acotación, el análisis y el estudio, y aunque las técnicas aún siguen siendo precarias y limitadas, se generan sustanciales progresos en diversas disciplinas, incorporando no solo sólidas teorías, sino, incluso, avanzadas formulaciones en múltiples materias, que son el germen del desarrollo de diversos mecanismos y máquinas (por ej. la aparición de la imprenta, que mediante la impresión en papel, facilitó de modo gráfico, la transmisión del conocimiento, lo que es aún vigente y permanece como un sólido medio de comunicación).

Solo cuando el hombre pudo sustituir las señales gráficas, sonoras o visuales, por señales eléctricas, (bien entrado el S XVIII), comenzó una nueva era tecnológica, la de las telecomunicaciones². Se alcanza, de este modo, la Edad Contemporánea (siglos XVIII a XXI), época en la que se avanza en la formulación y modificación de ciertas teorías vigentes, se demuestran y contrastan eventos, se perfeccionan mecanismos y máquinas y aparecen muchos de los inventos que hoy en día perduran.

Si bien los primeros sistemas de telecomunicaciones aparecieron hacia finales del siglo XVIII, y utilizaron como medio de comunicación un medio físico o trozos de alambre de hierro (sistemas alámbricos), que posteriormente se perfeccionaron, con el uso de cables, el primer exponente de las telecomunicaciones por cable es el telégrafo, que en 1837 permitió, a distancia y en tiempo real, la comunicación entre un emisor y un receptor, entre los que no había un contacto visual, pero sí físico a través de un cable (sistema alámbrico, de diversa naturaleza). Una evolución de los sistemas alámbricos es el cable de fibra óptica³ (cable de alma de vidrio que permite grosores menores, mayor alcance y menores interferencias).

El transporte de la información era y es por medio de señales eléctricas (se mueven electrones), en los primeros y por señales ópticas o de luz (se mueven fotones), en los de fibra óptica. La transmisión se efectuaba en un solo sentido, por medio de pulsaciones que abrían y cerraban el circuito eléctrico, las cuales activaban el receptor, al que posteriormente se le añadió un rodillo de papel en el quedaban impresas las señales, que obedecían al uso de un código (llamado Morse en honor a su inventor).

No obstante lo anterior, los sistemas alámbricos unifilares metálicos, presentaban, en general, tres grandes problemas: no se podía transmitir hasta que no se completaba el mensaje, eran lentos y no eran accesibles para todo el mundo.

Esto fue resuelto con la aparición del teléfono⁴ fijo, que soportado en un sistema alámbrico permitía transmitir mensajes de sonido, (en aquellos tiempos música y voz) y simultáneamente en ambos sentidos. La aparición del teléfono precisó de dos nuevos elementos: el micrófono y el auricular.

Unos años después (1895) nacen las comunicaciones sin hilos o cables (sistemas inalámbricos). Con este sistema, la transmisión de las señales eléctricas, se realiza bien mediante ondas mecánicas o bien por ondas electromagnéticas. En este último caso se precisa de un nuevo elemento: la antena, que convierte las señales eléctricas en ondas electromagnéticas, cuando ejercen de emisor y las ondas electromagnéticas en señales eléctricas, cuando ejercen de receptor. Este tipo de transmisión supuso grandes avances en la transmisión y como medio de comunicación, ya que su velocidad de transmisión es la velocidad de la luz.

No obstante, en cualquiera sistema, se generan no pocas distorsiones y para evitarlas aparecen diversas acciones rectificadoras, que actúan sobre la amplificación, el aislamiento, el multiplexado, el filtrado, la excitación o la linealidad y aparecen equipos que las ejecutan, como p.ej el puente de Wheatstone⁵ o el transistor⁶.

Un sistema típico de entrada de datos obedece al esquema tipo siguiente:

A las fases de captación, registro y almacenamiento de los datos, le sigue la del tratamiento y procesado, pues de lo contrario estaríamos ante un procedimiento incompleto.

3 El soporte de las TIC

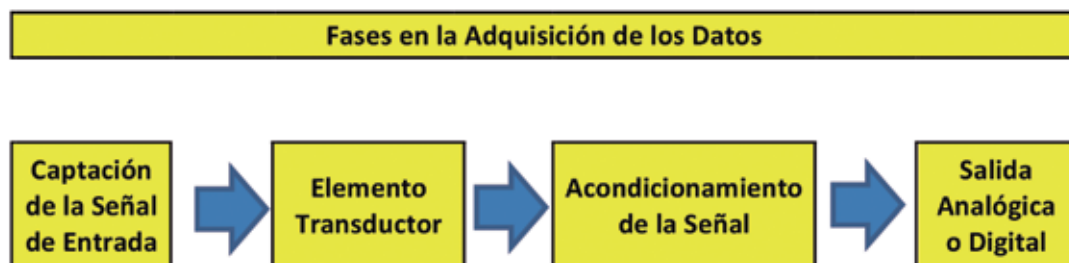
Antes del desarrollo de las telecomunicaciones, la transmisión de todo lo que se observaba o conocía, era comunicado a través de símbolos (banderas, humo...), el correo, mediante emisarios que se desplazaban y que eran capaces de transmitir estos símbolos e incluso mensajes sonoros y la documentación escrita, es decir todo el registro, archivo y almacenamiento de los datos, se efectuaba mediante símbolos, mensajes o escritos en papel.

Hacia la segunda mitad del siglo XX, con la aparición de los primeros ordenadores (*hardware*) e incipientes desarrollos informáticos (*software*), la realización sistemática, recurrente y metódica de la adquisición, almacenamiento y comunicación de datos, reside en estos equipamientos y las citadas tareas son ejecutables sin prácticamente limitación alguna. La evolución, tanto de las máquinas como de los desarrollos informáticos es notable y se manifiesta en el alcance de las prestaciones que, sucesivamente, se van disponiendo y desarrollando, (imitadoras de las funciones cognitivas de los humanos), de modo que ya se empieza a hablar de máquinas dotadas con una inteligencia, que se denomina 'artificial' (en adelante AI).

Al localizarse el *hardware* y *software* en ciertos emplazamientos, aparecen, los Centros Neurálgicos (en adelante CN), que no son sino lugares en los que, como consecuencia de las dotaciones y prestaciones de que disponen, se lleva a cabo el tratamiento y procesado de los datos generadores del conocimiento, con un alcance y diversidad de materias tal que la investigación progresa de forma continua.

Esto hace que en los CN, después de la etapa de tratamiento y procesado, se pueda acometer la etapa de la transmisión de la información usando distintos medios comunicación, y por tanto distribuirla, bien directamente al usuario o indirectamente, alojándola en los lugares adecuados para que sea el propio usuario quien acceda a la misma, cuando quiera que le interese.

La tendencia actual es que los usuarios pasen de ser consumidores a productores y de receptores a creadores de información, es decir, que sean una fuente de información, constituyendo, de este modo, una red que retroalimente y actualice la información, con lo que ésta puede ser más y más perfeccionada e inteligente, cualquiera que sea su naturaleza o sector de aplicación. A ello han contribuido, a gran



velocidad, las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TIC).

Las TIC, para el tratamiento, producción e intercambio de bienes y servicios, en general, se pueden definir como *“el conjunto de conocimientos, prácticas y experiencias, que alcanzan, tanto a las personas que utilizan los productos de hardware y software adecuados, como a la equipos instalados y su puesta en servicio, sin olvidar, obviamente, el mantenimiento de sus sistemas”*. Es decir, las TIC son capaces de generar un entorno seguro y eficaz, donde la accesibilidad de los usuarios, además de fiable, queda garantizada.

Las TIC, si bien a veces tienen una instalación y aplicación limitadas, cada día progresan y se perfeccionan más y más; son altamente demandadas y su presencia, creciente entre los usuarios; y son consideradas como el procedimiento óptimo para acceder a la información y como medio de comunicación.

Así, cuando antes, el conocimiento adolecía de un cierto desfase en el tiempo y en el espacio y en la mayoría de los casos era exclusivo de tan solo unos pocos privilegiados, hoy día, mediante las TIC, es posible hacerlo llegar, prácticamente, a toda la población mundial, habiéndose convertido en un “modus vivendi”.

Las TIC están soportadas en un conjunto de recursos, que se materializan en:

a) unas redes de comunicación (alámbricas o inalámbricas), entre las que cabe citar: la radio, la televisión, la telefonía fija y móvil, las comunicaciones vía satélite y las redes wifi y bluetooth.

b) unos terminales en origen y destino, tales como los ordenadores personales (pc y tablet), las consolas de nueva generación, los equipos de radio y televisión y sin duda, el más utilizado y evolucionado: el teléfono⁸.

c) unas aplicaciones: existen múltiples (tantas como conceptos) y de diverso alcance y naturaleza, que permitan descargar las informaciones y servicios suministrados, mediante acceso libre o por medio de claves o códigos de acceso.

d) unas redes sociales, basadas en sistemas operativos (SO), que residiendo en el terminal, tienen por función el proveer una interfaz entre el resto de los programas del terminal, los dispositivos de hardware y el usuario; hay cuatro navegadores: Internet Explorer, Google Chrome, Firefox y Safari, con funcionalidades singulares y diferenciadas, que hacen que, en la actualidad, su presencia y penetrabilidad sea distinta y más o menos predominante.

Solo cuando la información está elaborada en los CN, y se disponen de los medios de comunicación adecuados es posible llevar a cabo la etapa de la difusión, que es el proceso de propagación o divulgación de los conocimientos, de dar a conocer el estado de las cosas, es exponer las capacidades y actitudes o es irradiar las noticias del objeto investigado.

4 Las TIC en la Movilidad y el Transporte por Carretera

Un ejemplo de aplicación de las TIC es el que se implementa, con mayor o menor intensidad, en el control y gestión del estado de la movilidad y el transporte por carretera, que soportados en los equipamientos que constituyen los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), son objeto de tratamiento en el marco del Comité Técnico de Normalización de AENOR, AEN/CTN199, en un total de 18 subcomités.

No vamos a explicitar aquí la relación de equipos que los ITS contemplan, sino dando por hecho que están instalados y en funcionamiento, las particularidades relativas a este entorno.

El equipamiento que, en carreteras, ha sido aplicado en la adquisición, tratamiento y procesamiento de datos, pasa por la red que estuvo constituida por los postes SOS, de auxilio sanitario y mecánico, soportada en un sistema alámbrico de cobre (hoy en desuso, ante el auge de la telefonía móvil).

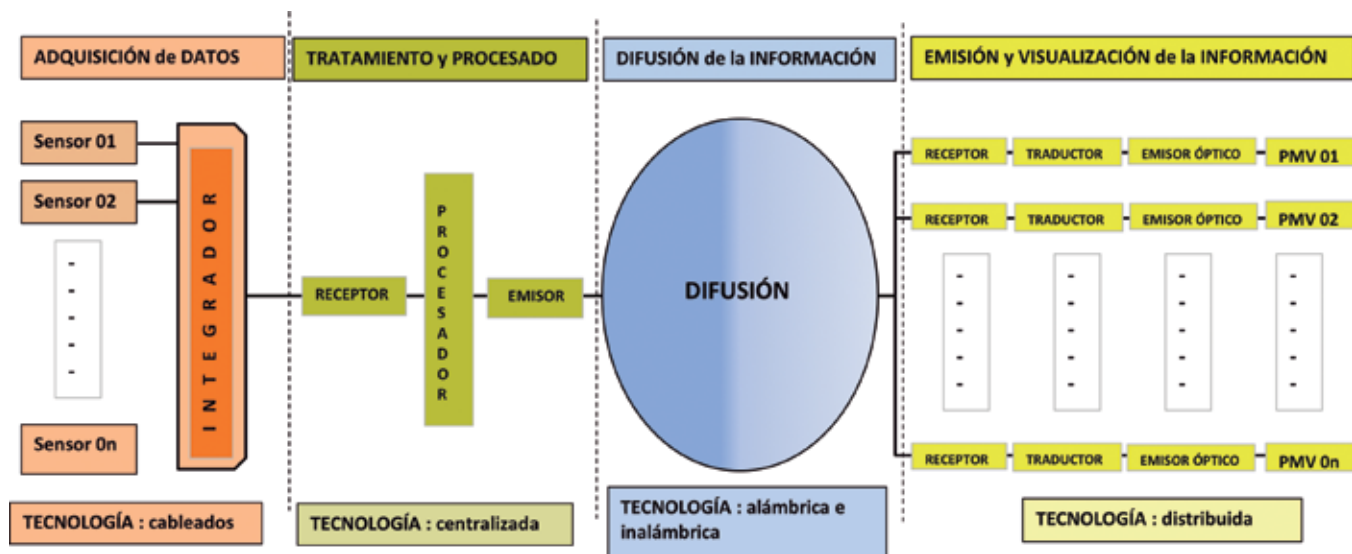
Actualmente, se adquieren tres grandes tipos de datos, como son los relativos a la movilidad (intensidad y velocidad), los medioambientales (meteorología y contaminación) y las imágenes.

Para los primeros, se instalaron e instalan Estaciones de Toma de Datos fijas (ETD), para los datos medioambientales se usaron y usan las de los Sensores de Variables Ambientales en Carretera (SEVAC), que captan los datos meteorológicos, las Estaciones de Monitorización del Aire en Carretera (EMAC), que miden los datos de gases y partículas, y para las imágenes las cámaras fijas y monitorizadas, configurando circuitos cerrados de TV.

Si en vías a cielo abierto, la gestión de la movilidad es complicada, cuando se trata de los túneles, los datos a adquirir es mucho más amplia, ya que se ven involucrados muchos más diversos equipos, como son los de detección y extinción de incendios, los de control de humos, las dotaciones de las salidas de emergencia, los relativos a las redes de suministro de energía, los relativos a los niveles y circuitos de iluminación o los equipamientos de extracción y bombeo.

El tratamiento y procesamiento se resuelve, en todos los casos, por medio de las dotaciones de hardware y software particulares, que, residentes en los CN, actúan sobre los datos almacenados que configuran la Base de Datos.

La transmisión y medios de comunicación de datos está resuelta, mediante los equipamientos que constituyen las estaciones remotas universales (ERU), los controladores locales (PLC), y las redes alámbricas propietarias basadas en cable de cobre (ya casi en desuso por sus limitaciones) y la más actual y potente, basada en cables de fibra óptica, que aun son imprescindibles, allí donde no existe cobertura de las redes inalámbricas.



Esquema actual de las TIC en carreteras

cas, con configuraciones formadas por circuitos redundantes o de doble camino.

Por contra, en casos de difícil acceso o carencia de sistemas alámbricos físicos, se utilizan los sistemas inalámbricos, que comprenden desde el uso de redes basadas en GPRS, GPS, RDSI (soportada en la telefonía tradicional), los sistemas de interconexión usados para comunicaciones en redes, como el TCP/IP, que describe un conjunto de guías generales de operación para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red y el más ampliamente extendido que constituye internet.

Para la difusión de la información en el entorno de la movilidad y el transporte por las infraestructuras viarias, una vez realizadas unas tareas previas de organización, catalogación y jerarquía, se usan, indistintamente, los diferentes medios que las TIC proporcionan.

Así se usan, desde los escritos (en forma de leyes, reglamentos, comunicados, boletines, notas), a las emisiones por radio (mediante programas divulgativos, anuncios, mensajes, consejos), pasando por las emisiones por vídeo, a través de la difusión de imágenes por TV y terminando con los equipos a bordo (*on board*), tanto si se trata de equipamientos terminales en el vehículo como de terminales basados en la telefonía móvil.

A lo anterior, se han de añadir los Paneles de Mensaje Variable (PMV), instalados "in situ" en las infraestructuras, con tecnología evolutiva diversa, si bien normalizada en el seno del AEN/CTN199, conforma a la EN12966. Los PMV, que con configuraciones y morfologías diversas e incidencias y coberturas limitadas, no solo por debido a sus intrínsecas prestaciones, sino por condiciones presupuestarias, permiten, como resultado de su gestión, dar informaciones concretas y específicas allí donde están ubicados y en caso de ausencia de eventos prioritarios, son aptos para enviar mensajes con información de ámbito global y generalizado.

En cuanto a la emisión, con los PMV actualmente en uso, si bien es cierto que después de múltiples y diversas evoluciones

en el alcance de las tecnologías y prestaciones se ha conseguido, ampliamente, la cromaticidad y resolución necesaria para los fines a los que se aplican, no es menor cierto que no es posible emitir todo tipo de mensajes y pictogramas, pues, sin ser exhaustivo, en aquellos, el número y tamaño de los caracteres lo limita y en estos, no es posible la nítida emisión de ciertos detalles. En todo caso, los PMV, están capacitados para emitir mensajes y pictogramas, previamente configurados y organizados.

En este caso, debido a las características del PMV existente, la información emitida debe de ser contextualizada, responder a un tiempo (cronología), debe estar jerarquizada ante la simultaneidad de los posibles eventos a informar y debe de estar adaptada al medio, es decir poseerá un contenido, ostentará una vigencia, gozará de una prioridad, tendrá un alcance y servirá para una circunstancia.

De modo sucinto y en general:

- el contenido, ira de lo simple a lo complejo y de lo específico a lo general, es decir, se ha de informar sobre aquello de lo que se tiene certeza por escasa que ésta sea, frente a lo impreciso aunque fuese aplicable por estadística;
- la vigencia, implica, un tiempo de validez, una vigilancia del evento y una actualización de la información en tiempo presente;
- la prioridad, repercutirá en la jerarquización, en base a la mayor o menor grado de vulneración y afectación a la movilidad y el transporte;
- el alcance puede ser puntual tanto adaptado al emplazamiento como al tiempo real, particular (para un determinado concepto, situación o evento) o global (como una información dirigida a todos los usuarios); y, por último,
- la circunstancia o el tipo de evento, influirá en todas las anteriores propiedades.

Ante una información disponible, un usuario adoptará, una actitud pasiva (receptora) o activa (buscadora). En la información recibida a través de los PMV solo podrá ser receptor, mientras que con las TIC, podrá ejercer ambas.

El actual croquis de difusión de la información obedece al esquema del página anterior.

Desde hace no muchos años, también se adquieren datos de la movilidad, por medio de la aplicación de las técnicas de control de equipos móviles (vehículos piloto, equipos a bordo, teléfonos móviles...) y a través de proveedores privados, de modo que ya varios organismos están procediendo a realizar la adquisición de datos de tráfico e información del estado de la movilidad, a través de este tipo de dotaciones.

Este es la razón de la incorporación de la Dirección General de Tráfico (DGT) al programa 'Connected Citizens Program' de Waze⁹, en línea con la tendencia de otras autoridades de tráfico de todo el mundo¹⁰.

Esta nueva forma de gestionar la movilidad, implica el intercambio gratuito de datos de tráfico, para mejorar la gestión de la movilidad y la seguridad vial, y se extiende tanto a los datos del tráfico, endógenos (intensidad y velocidad), como a los exógenos (medioambientales, incidentes, estado de la red viaria y otras circunstancias).

El uso de las TIC permite incorporar, en ésta línea de actuación, al usuario o vehículo conectado, como elemento activo de información punto-multipunto, lo cual permitirá el intercambio de la información con otros interesados o multipunto-punto, es decir podrá obtener la información de otros entes conectados.

Comoquiera que, el conductor de un vehículo podrá estar o no conectado, a voluntad o bien a través de los dispositivos y prestaciones con las que esté dotado a bordo el propio vehículo, el porcentaje de participación puntual o global de usuarios o vehículos variará. Cuando la conexión sea un hecho y se produzca, se podrá, sobre la movilidad en las infraestructuras, además de incrementar la cantidad y veracidad de los datos en tiempo real, realizar unos tratamientos y procesados más exhaustivos y con ello una mayor y mejor cantidad y calidad del conocimiento, de modo que transmitido éste, sea de utilidad para otros muchos usuarios, todo lo cual redundará en producir sensibles mejoras en la seguridad vial.

Con la participación de cualquier usuario o vehículo como un elemento de información, se plantea, una nueva manera de realizar la gestión del tráfico en tiempo real, lo cual requiere desarrollar, evidentemente, de forma paulatina y jerarquizada, en los futuros próximos años, aplicaciones gratuitas para los usuarios, con un presumible potencial, de gran alcance y contenido, no exentas, no obstante, de dificultades y ciertas incertidumbres.

Al mismo tiempo que las actuales TIC, permiten realizar tales funciones, también permiten ejercer otro tipo de acciones, como son las de ser utilizadas como medio biunívoco de control e identificación, lo que puede acarrear consecuencias peyorativas para los usuarios, de aquí la necesidad de que la participación sea consentida y anónima. Es imprescindible que la accesibilidad a las aplicaciones sea libre y gratuita, pues de este modo, se puede alcanzar una mutua información, servir de punto de encuentro, nunca como puntos de conflicto, asegurar unos niveles de calidad y confianza o facilitar nuevos servicios añadidos, como la localización de vehículos, incidencias u otras circunstancias, beneficiosas para la sociedad.

Por otro lado, no debe de obviarse que, si bien es coherente aprovechar los actuales recursos y el amplio espectro de los agentes implicados como medio de captación, recopilación y archivo de datos, éstos solo serán eso, datos, sin ningún significado, a menos que en algún CN se archiven, traten, procesen y se obtengan informaciones y conocimientos, que, a través de la capacidad y alcance de las TIC, pueden ser transmitidos y lleguen a los vehículos implicados en la movilidad y el transporte por carretera.

Es por lo que deberán seguir existiendo unos CN, donde se analicen y estudien, se traten y procesen de forma específica y adecuada, y se implementen unos desarrollos y aplicaciones basadas en la Ingeniería de Tráfico, de las que inferir unas sinergias, que permitan no solo el cuantificar, sino cualificar y desde estos llegar a la parametrización de las capacidades de las vías en tiempo real y llegar a generar una prognosis, en relación con la geometría y tipo de infraestructuras, en las que se mueve el tráfico, con la consideración de las condiciones medioambientales u otras circunstancias.

5 Retos de las TIC

La Gestión de la Movilidad y del Transporte por Carretera es una tarea y disciplina complicada y ardua, por ser multidisciplinar y dependiente de múltiples factores, endógenos y exógenos, a veces imprecisamente relacionados y por estar rodeada de una casuística en multitud de ocasiones errática.

Sin embargo, el desarrollo socio-económico demanda la necesidad de realizar la gestión del tráfico y del transporte por carretera, con un potencial y alcance tal que la circulación rodada sea segura, con lo que es inevitable la necesidad de resolver incertidumbres e inquietudes, que conducen a plantearse no pocas cuestiones relativas al mismo, tales como:

- ¿Cómo y cuál será el estado de medición de la movilidad?, ¿cómo se medirá la acomodación a la geometría y tipología de las infraestructuras?, ¿será necesario medir y evaluar la incidencia de las condiciones medioambientales globales o bastará con las puntuales?

- El actual parque motorizado ¿está suficientemente desarrollado y capacitado para ser entes receptores/emisores de datos?, ¿se deben eliminar los registros fijos?, ¿la recepción y transmisión de datos, está especificada y regulada?, ¿existe una normativa de confidencialidad, de archivo, de tratamiento y de almacenamiento?

- ¿Cuál será la velocidad de circulación nominal o la aconsejada adoptar?, ¿cómo se evalúa la existencia, alcance y duración de una incidencia?, ¿cómo se aprecia y evalúa la incidencia de la simple distracción de un usuario a causa de visualizar un evento?

- ¿Quién jerarquiza y cuál será el umbral que cualifica la seguridad en la circulación?, ¿será suficiente y bastante con realizar las tareas de informar en tiempo real o son necesarias más aplicaciones?

- ¿Es necesario revisar las especificaciones y normativas de los equipamientos para la gestión del tráfico, es decir los STI?

- ¿Quién emitirá las pautas y/o consejos de comportamiento?, ¿cuál será el umbral, criterios o prioridad del tipo o naturaleza de la información sobre el estado de la circulación?, ¿quién fijará y cuál será el umbral de parametrización en la información p. ej. de una congestión?

- La gestión de la movilidad, ¿estará basada en el uso de medios propios y/o ajenos o complementados?, ¿cómo y quién realiza el análisis y/o tratamiento de los datos? ¿Se deberá hacer con o sin desarrollos y aplicaciones propias?, ¿serán o no funciones que residen en los CN?

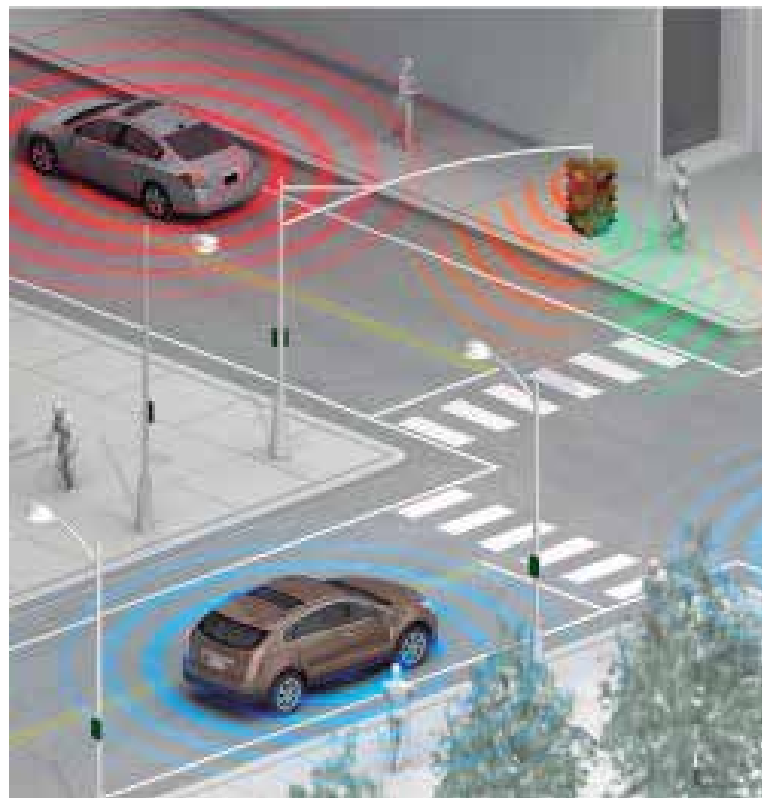
- Dado que existe un organismo que tiene la responsabilidad del Control y Gestión del Tráfico, ¿cómo se contrastará y asumirá ésta responsabilidad?, ¿cómo se jerarquiza y de donde emanan la información y las comunicaciones?, ¿será necesario revisar el alcance y contenido de la legislación vigente a causa de los dilemas legales que se pueden plantear?

Estas y otras cuestiones similares avocaron al Parlamento Europeo y el Consejo, a tomar la decisión de elaborar la DIRECTIVA 2010/40/UE, que vio la luz en julio de 2010.

En su artículo 1 Objeto y ámbito de aplicación:

- establece un marco de apoyo para la implantación y el uso, coordinados y coherentes, de los Sistemas de Transporte Inteligentes (STI), en particular a través de las fronteras entre los Estados miembros, y fija las condiciones generales necesarias para alcanzar ese objetivo;
- dispone que se han de elaborar unas especificaciones para la actuación en los ámbitos prioritarios a que se refiere el artículo 2, así como la elaboración, cuando proceda, de las normas necesarias;
- indica que será aplicable a las aplicaciones y servicios de STI en el ámbito del transporte por carretera y a sus interfaces con otros modos de transporte, sin perjuicio de materias relativas a la seguridad nacional o necesarias para la defensa.

En la citada Directiva se pueden leer en el artículo 2, unos ámbitos prioritarios, que se refieren a conceptos tales como: la óptima utilización de los datos sobre la red viaria, el tráfico y los desplazamientos, la continuidad en los servicios de STI



para la gestión del tráfico y del transporte de mercancías, las aplicaciones de STI para la seguridad y protección del transporte por carretera y la conexión del vehículo a la infraestructura de transporte.

Para tales ámbitos, en el artículo 3, establece un conjunto de acciones prioritarias, referidas al suministro de información sobre desplazamientos, al estado del tráfico en tiempo real o a proporcionar datos y procedimientos para facilitar, cuando sea posible, información mínima sobre el tráfico universal en relación con la seguridad vial, con carácter gratuito para el usuario. Asimismo contempla el proporcionar un sistema de llamada de emergencia (eCall), de plazas de aparcamiento seguras y protegidas para los camiones y vehículos comerciales o el suministro de servicios de reserva de plazas de aparcamiento.

Para cada ámbito y acción prioritaria, la Directiva 2010/40 indica que se han de elaborar y utilizar especificaciones y normas, cuyo alcance, contenido y requisitos, se recogen en el Anexo I. En el Anexo II de Principios de las Especificaciones y de la Implantación de STI, se recoge que la adopción de especificaciones, el otorgamiento de mandatos para la normalización y la selección y el despliegue de aplicaciones y servicios de STI, (a que se refieren los artículos 5, 6 y 8 de la Directiva), se basarán en una evaluación de las necesidades en la que intervendrán todos los participantes implicados, y se atenderán a un conjunto de principios.

Dentro de las aplicaciones que esta Directiva 2010/40 contempla, tal y como puede deducirse del Ámbito Prioritario IV, del Anexo I, se encuentran las relativas a las medidas necesarias para avanzar en el desarrollo y la aplicación de sistemas



cooperativos entre vehículos (V2V = Vehicle-to-Vehicle), entre vehículos e infraestructuras (V2I = Vehicle-to-Infraestructure) o entre infraestructuras (I2I = Infrastructure-to-Infraestructure).

Para alcanzar la comunicación entre vehículos (V2V), es necesario implementar un conjunto de tecnologías a bordo, cuya finalidad es el intercambio de datos, es decir que “un vehículo hable con otro vehículo” y en base a ello obtener o realizar acciones encaminadas a mejorar la seguridad y la fluidez en la movilidad (corrección de trayectorias, anticipación a los eventos, conexión con los servicios de seguridad y/o de atención a los usuarios). Mediante los sistemas cooperativos V2V, las tecnologías se encaminan a potenciar los sistemas de recepción, control y seguridad del vehículo ya que, en base a los sensores de velocidad y los sistemas de geolocalización, es posible crear un sistema de comunicación entre vehículos, de modo que los conductores puedan recibir alertas procedentes de otros vehículos que encontrándose en un perímetro cercano, puedan representar algún riesgo.

Mediante las TIC entre vehículos, se generan redes de comunicaciones ad hoc, en las que las propias partículas (vehículos), son los nodos de comunicaciones y de información en el tiempo y en su entorno inmediato (infraestructura por la que circulan), con lo que la difusión puede ser más específica, concreta y precisa, lo que al ofrecérsela a otros vehículos, estos podrán interpretar esos datos y plantear soluciones automáticas.

En un plazo razonable, cuando una mayoría de los vehículos cuenten con las plataformas necesarias para poder poner en marcha este tipo de servicios, esta red de comunicación significara no pocas ventajas, pues cada vehículo actuará

como un receptor/emisor de información/comunicación de singular importancia para otros vehículos y para los servicios de asistencia y/o emergencia. Fundamentalmente se podrán observar en tres áreas, como son en los avances en la seguridad in itinere (reducción de los accidentes o del impacto de los mismos), en la prevención de las incidencias en carretera (incremento y optimización de la gestión de la movilidad) y en la asistencia avanzada al usuario (aumento del confort y de la seguridad para el conductor y los pasajeros)¹¹.

Cuando, a su vez se tienen en cuenta las condiciones y el entorno en el que se desarrolla la movilidad de las partículas (vehículos), se llega a la necesidad de establecer unas comunicaciones entre el vehículo y las infraestructuras (V2I), lo que es posible a través de un conjunto de tres elementos: unidades tecnológicas de comunicación a bordo, equipos de captación, de medición y de comunicación instalados en las carreteras y las diferentes interfaces de comunicaciones que posibiliten unas conexiones fiables.

Actualmente, aunque ya se han desarrollado varios de estos sistemas V2I como son la advertencia de modificaciones de trazado (intersecciones, glorietas, desprendimiento e incorporación de ramales, existencia de accesos, cambios de carriles, etc.), del estado anticipado de la señalización fija y variable o de la existencia de obstáculos y retenciones, será con la proliferación de vehículos e infraestructuras dotados con unas TIC, cuando será posible alcanzar una optimización de la gestión del tráfico, que redunde en una mayor seguridad en la movilidad y un aumento de la sostenibilidad de las infraestructuras.

También se están desarrollando los sistemas cooperativos que relacionan entre si las infraestructuras (I2I), de modo que se proporcionen servicios dinámicos de rutas, acomodación de las velocidades nominales de circulación, las dotaciones de áreas de parada, de descanso y de aparcamientos seguros para un itinerario específico previamente fijado.

Desde hace ya unos años y simultáneamente a lo anterior, otras nuevas TIC, están siendo desarrolladas y aplicadas a los vehículos con objeto de alcanzar una conducción autónoma. En este sentido, diversos fabricantes de vehículos están consiguiendo vehículos con conducción autónoma, usando para ello algoritmos aplicados a sensores para la conducción y el aparcamiento. En distintos países, (por ejemplo: en España ya se ha experimentado en un largo recorrido), se han venido realizando múltiples y diversas pruebas de conducción automática¹² en las infraestructuras interurbanas, con resultados halagüeños.

Actualmente, a pesar de los grandes avances conseguidos en vías a cielo abierto y en secciones cerradas (túneles), aún se antoja algo más complicado e incluso problemático en tramos urbanos, como consecuencia del incremento y diversidad de las circunstancias que pueden concurrir, aunque en algunas ciudades europeas, ya es una realidad, eso sí, en recintos acotados, aplicados al traslado de público dentro de los aeropuertos, centros comerciales o aparcamientos.

En este sentido, será necesario antes de que se establezca la conducción automática, aplicar medidas legales al respecto, lo que presumiblemente acarreará una modificación en la Ley de Tráfico y un periodo de convivencia con la conducción manual de los vehículos, quedando ésta reducida a los ciclomotores, bicicletas y vehículos singulares tales como los agrícolas, transportes especiales o históricos.



Así se verá la ciudadela futurista de Apple en California

Dentro del ámbito de las ciudades, el uso de las bicicletas, como medio de transporte, es una práctica muy habitual en países como Holanda, donde existen ciudades, como Ámsterdam, en la que el número de bicis triplica al de los vehículos motorizados. El uso es diverso y va desde el de ir a trabajar al del ocio, desde ir de compras a llevar a los niños al colegio y donde está asumido que los ciclistas dominan la ciudad. A tal fin, los planes urbanísticos contemplan, desde hace décadas, la implantación de carriles bici segregados con la separación suficiente como para circular en paralelo y poder llevar a cabo adelantamientos de forma segura, con señalización propia y semáforos y con aparcamientos regulados en intercambiadores de transporte.

El uso potencial y cada vez más extendido de la bicicleta en otras ciudades, como medio de reducción de las congestiones y contaminación que el tráfico rodado produce, está generando diversas prácticas de segregación de carriles en las calzadas en detrimento del espacio actual destinado a los vehículos motorizados, en las aceras destinadas a los peatones, aprovechando plataformas abandonadas de otros modos de transporte e incluso ciclorutas futuristas elevadas¹³.

Por otro lado, al objeto de potenciar la movilidad sostenible en las ciudades, está adquiriendo relevancia el desarrollo del vehículo eléctrico (*smart mobile energy*), lo cual da lugar al sistema cooperativo entre el vehículo y la energía eléctrica necesaria (V2G = vehicle-to-Grid), que, dada su todavía escasa flota y las dificultades derivadas de las normativas necesarias para su implantación, a día de hoy aún se está estudiando su

vialidad económica y técnica (precisa de puntos de carga de energía) y sobre todo de la posibilidad de que las cargas se puedan revertir en la red eléctrica¹⁴.

Este último aspecto está siendo incluido dentro de los programas de la Plataforma Europea de lucha contra el cambio climático, que desarrolla un consorcio internacional (CENEX Británica, Universidad Técnica de Berlín, Universidad e Instituto Tecnológico de la Energía de Valencia) con fines tales como, entre otros, mejorar la gestión de la red de distribución, la rentabilidad económica o la incorporación de energías renovables descentralizadas.

Adicionalmente, están apareciendo nuevos equipamientos, que permiten geolocalizar un vehículo y vigilar el comportamiento de las partículas (vehículos) en las infraestructuras, que pueden venir a complementar a los ya existentes. Nos referimos a los drones, que con una tecnología de alcance, dotación y autonomía diversa, son susceptibles de aplicación como medios de captación de datos y de vigilancia del tráfico, cuya limitación de aplicación y uso actual, reside, fundamentalmente, en la ausencia de una normativa legal.

En todo caso, las nuevas TIC residirán en una sensorización que ira implementada a bordo de los vehículos, en los teléfonos móviles inteligentes, en el uso de ordenadores o en la aplicación de los STI en las infraestructuras, recopilando información cada vez que hacemos algo con nuestro coche, teléfono, computadora o tránsito por una infraestructura. Con estos datos, a través de las denominadas redes neuronales,

es posible llegar a un aprendizaje profundo (deep learning), basado en la acumulación, repetición y reiteración de los datos, (tratamiento estadístico), susceptible de ser posteriormente distribuido a través de Internet.

Con la instalación de las nuevas TIC, a bordo de los vehículos o en los smartphone móviles de los usuarios, se podrá facilitar y optimizar la multimodalidad en el transporte ya que aportarán prestaciones que permitirán poder tomar decisiones de forma rápida, adaptada a las circunstancias y en tiempo real, lo cual, sin duda, redundará en unos beneficios y servicios sociales, ciertamente ampliamente demandados y cada día más extendidos a nivel nacional y supranacional.

Estas y otras potenciales aplicaciones que en el futuro puedan ver la luz, precisan, como ya se ha apuntado, del uso de algoritmos, los cuales permitirán la realización del análisis de datos agregados sobre el comportamiento humano a gran escala, abrirán oportunidades extraordinarias para entender y modelar los patrones de conducta, y podrán ayudar en la toma de decisiones, de modo que no sean humanos quienes decidan, sino que sean los algoritmos.

Esta idea de que sean los algoritmos los que decidan en lugar de las personas, por el contrario, puede resultar inquietante, pues, aunque la decisión sea producto del análisis de cientos de miles de datos, (es lo que se conoce como el big data para el bien social), si bien puede aportar una gran objetividad y suministrar un amplio conocimiento, no está exenta de una casuística y por tanto de una probabilidad en el suceso.

La aplicación del contenido de la Directiva 2010/40, esta generando y dará lugar a la aparición de nuevas TIC que se apoyaran en la evolución del aprendizaje de la máquina (machine learning) y en los robots, que pueden tomar decisiones, con el uso de la AI (inteligencia artificial)¹⁵, de modo que los actuales puestos analógicos de trabajo, pueden verse afectados e incluso puede que desaparezcan, aunque sin duda aparecerán, otros nuevos a los que los trabajadores deberán de adaptarse.

A medida que se van produciendo nuevas TIC, paulatinamente, van siendo instaladas en los vehículos y aún cuando es usual afirmar, sobre todo, por los fabricantes de vehículos, que los sistemas hombre-máquina, no interfieren o inciden en la conducción, ya que se diseñan con la máxima ergonomía, sin embargo, esto no es rigurosamente cierto. No pocas veces, se ha constatado que no pocos accidentes han sido producto de la distracción del conductor cuando manipulan equipamientos instalados a bordo, (por ejemplo, el teléfono móvil, cuyo uso ha sido preciso reglamentar),

A estos efectos y debido a la existencia de ciertos vacíos legales, la Comisión de Asuntos Jurídicos de la Comisión Europea, ha aprobado un informe por el que pide que se cree un marco jurídico concreto, centrado en esta materia y establezca un código ético voluntario que regule la relación entre el robot y los seres humanos.

6

Conclusiones

Las actuales TIC posibilitan, entre otras cosas:

1. La integración de los dispositivos de captación de datos remotos (sensores fijos y móviles) y los sistemas de transmisión existentes (redes) en los CN, donde se realizarán las actividades de operación y mantenimiento de las redes, con automatización y concentrador de llamadas.
2. El desarrollo de una ingeniería de comunicaciones y la documentación de la red a medida para cada necesidad, soportada en una cartografía de precisión.
3. El despliegue de las redes de comunicación alámbricas e inalámbricas, con la inclusión de pruebas de cobertura, de calidad de recepción, de control, de integración y registro de los sistemas de conexión ya sean terrestres o vía satélite .
4. La generación de arquitecturas informatizadas flexibles, adaptadas, específicas, escalables e integradas.
5. El automatismo en la conducción de vehículos, sistemas cooperativos V2V y V2I.
6. Una Era Digital o Informática, nombre con el que se conoce al más reciente período de la humanidad ligado a las TIC, en la que, el acceso al conocimiento no tiene otras limitaciones que las que se derivan de las carencias para acceder a la comunicación satelital.
7. Un pasaje¹⁶ para el futuro, pues tanto las TIC como los algoritmos informáticos, serán de tal potencia que se emplearán en la fabricación de los medios de subsistencia y producirán robots dotados con AI capacitados para realizar tareas que la gente no quiere hacer.

Si bien hoy el conjunto de recursos o medios que constituyen las TIC, en cierto modo, son elementales e imprescindibles para suministrar una información, dado el dinamismo con el que avanzan, la evolución y la capacidad de sus soportes, el alcance y extensión de sus aplicaciones y el número de los usuarios que desean estar informados minuto a minuto o en tiempo real, serán, sin duda, las ineludibles columnas en las que se basará la adquisición, tratamiento y procesamiento de datos, la transmisión y medios de comunicación y la difusión de la información, actual y mucho más del futuro.

Sea como fuere, con las nuevas TIC se podrá disponer de la información en tiempo real y del entorno inmediato de modo que un usuario conductor de un vehículo, podrá acomodar su comportamiento a una intención o propósito, según las diferentes circunstancias, es decir tendrá una actitud para conducir, y en base a ello pondrá en marcha su habilidad, capacidad y destreza para el desempeño de la actividad de la conduc-

ción, es decir será capaz de tener una aptitud para conducir, lo que hará que la movilidad y el transporte por carretera sea cada vez más eficaz, fiable y segura. 📍

NOTAS

(1) Tiempo es el período que transcurre en un sistema cuando este presentaba un estado “X” y el instante en el que “X”, registra una variación perceptible para un observador (o aparato de medida), y real, quiere decir que la reacción del sistema a eventos externos ocurre durante su evolución, es decir, tiempo real, puede definirse como, aquel sistema que interactúa activamente en un entorno con dinámica conocida.

(2) El prefijo “tele”, es de origen griego, e indica lejos, por tanto cualquier medio de comunicación remoto, es una telecomunicación, pero aquí nos referimos al hito en que tal comunicación se efectúa mediante señales eléctricas.

(3) En España las primeras telecomunicaciones “ópticas” experimentales se establecieron en 1799, y a principios de XIX (1800) el telégrafo Madrid-Cádiz óptico fue operativo, antes de la electricidad.

(4) Durante mucho tiempo Alexander Graham Bell ha sido considerado el inventor del teléfono, junto con Elisha Gray. Sin embargo, no fue Bell el inventor, sino solamente el primero en patentarlo, lo que ocurrió en 1876. El 11 de junio de 2001 el Congreso de Estados Unidos aprobó la resolución 269, por la que se reconocía que Antonio Meucci, fue quién inventó el teléfono en 1860 y lo llamó teletrófono, pero solo pudo, por dificultades económicas, presentar una breve descripción de su invento en 1871, sin llegar a formalizar la patente ante la oficina de Patentes de los EE. UU.

(5) Puente formado por un conjunto de cuatro resistencias que formando un circuito cerrado, permite medir la resistencia con precisión en una de ellas, ideado por Charles Wheatstone a partir de 1843.

(6) El término “ transistor” es la contracción en inglés de “transfer” y “resistor” (resistor de transferencias).

(7) Algunos investigadores fijan que en el año 2045, la inteligencia artificial (AI) superará a la humana.

(8) Steve Jobs, presentó el nuevo teléfono móvil, el 9 de enero de 2007, como un terminal, que permite disponer de múltiples aplicaciones.



(9) Publicado en la Revista Tráfico y Seguridad Vial de la DGT, el 9 de enero de 2017.

(10) Transport for London, ASFA: Autopistas de Francia, o ciudades como Nueva York, Boston, Los Angeles y en España, el Ayuntamiento de Barcelona y el Servei Català de Transít.

(11) En 2012, el Departamento de Transporte de EE. UU. realizó una prueba piloto de la tecnología V2V, con una muestra de 3.000 vehículos de diferentes marcas para garantizar que el sistema funciona de manera integrada, sin importar el fabricante.

(12) Algunas marcas de vehículos proponen incorporar, considerando que las congestiones persistirán, sistemas de conducción automática que permitan desentenderse del volante siempre que la velocidad de circulación sea inferior a 60 km/h, que exista una separación nítida de los sentidos de circulación y que no haya semáforos ni presencia de peatones dentro del amplio campo que abarcan sus sensores y dotaciones visuales de entretenimiento que ayuden a soportar los atascos.

(13) SkyCycle es el nombre de la red de ciclorutas diseñada por Norman Foster asociado con Architecture y Space Syntax. El proyecto consiste en una serie de vías elevadas que estarían suspendidas sobre las líneas del tren y los techos de las edificaciones de la capital del Reino Unido. El proyecto contaría con más de 200 rampas de acceso, vías de 15 m de ancho y una capacidad para transportar alrededor de 12.000 ciclistas por hora.

(14) Nissan ensaya en Dinamarca la tecnología V2G, conectable a la red eléctrica fija.

(15) Stephen Hawking, en sesión celebrada el 19 de octubre de 2016, en el LCFI (*Leverhulme Centre for the Future Intelligent*), dijo “la AI es capaz de traer lo mejor y lo peor a nuestras sociedades”.

(16) En el s. XXI, los que viajen en el tren del progreso adquirirán capacidades divinas de creación y destrucción, mientras que los que queden rezagados, se enfrentarán a la extinción. *Homo Deus: Breve Historia del mañana (spanish edition)* de Yuval Noah Harari

