

El *big data* irrumpe en las carreteras

La Dirección General de Carreteras, y coordinado por la Dirección Técnica, contrató con la empresa Localyse la adquisición de una serie de datos sobre el comportamiento de los vehículos que discurren por la Red de Carreteras del Estado (RCE). Se viven unos momentos de cambio, dentro de lo que se denomina digitalización, en los que la gestión de la infraestructura tiene que estar presente. Lo que se conoce como *big data* o datos masivos está haciendo irrupción en todos los ámbitos, y las carreteras no deberían ser ajenas a su aprovechamiento.

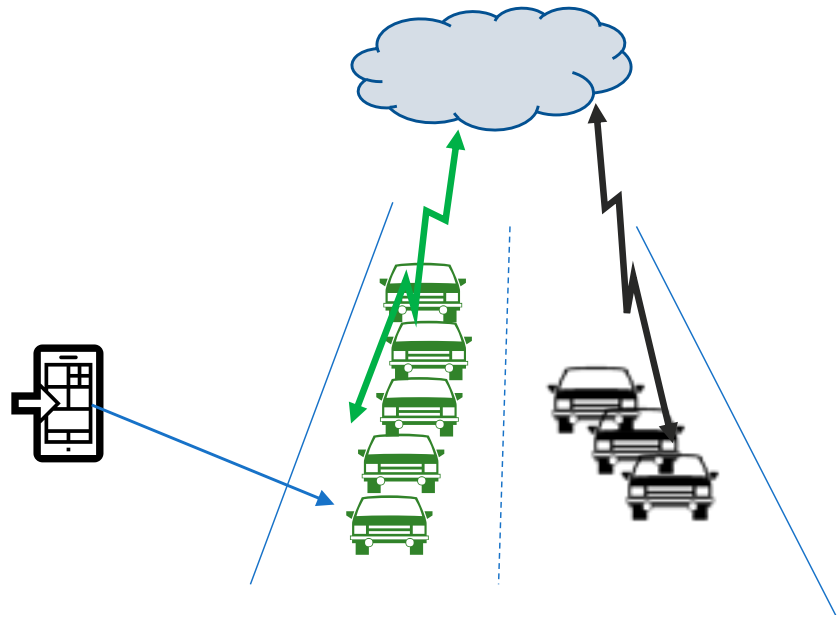
Texto: Óscar Gutiérrez-Bolívar
Reconocimiento:

El autor quiere poner de manifiesto la labor desarrollada por José Ramon Gamo en la recopilación de datos y su ayuda en la edición.

Introducción

Independientemente de definiciones y límites más o menos académicos del término *big data*, se trata de analizar cantidades considerables de información para lo que se necesitarán nuevas herramientas de análisis más allá de las bases de datos tradicionales y de los modelos de correlación habituales. Pero sin entrar en el detalle de las herramientas de análisis, es verdaderamente interesante poder acceder a una información a la que hasta ahora difícilmente se podía tener acceso. Esa falta de información real se subsanaba con aproximaciones por medio de mediciones indirectas y por modelos teóricos. Además, muchas de las consideraciones o asunciones que se empleaban tenían su origen en estudios realizados en otros países con condiciones que podrían ser muy distintas. No obstante, hay que destacar el grandísimo avance que supuso para la técnica la elaboración de modelos que, partiendo de unas observaciones representativas, pero escasas, podrían tener una aplicación universal. En esos modelos siempre se contaba con un cierto margen de error y con la necesidad de ir calibrándolos para adaptarlos mejor a la realidad.

El panorama que se abre ahora es muy distinto. Se trata de un nuevo paradigma en el que las fórmulas que simulan la realidad se sustituyen por la realidad misma, o mejor por su medición detallada. La ingeniería se enfrenta a una nueva forma de hacer las cosas en la que se da una situación paradójica: antes se disponía de fórmulas relativamente sencillas que simplificaban una realidad a la que no se podía acceder en toda su extensión, y ahora se tiene acceso a algo mucho más complejo como son todos los detalles de la realidad. Es previsible



Datos de los vehículos por medio de dispositivos móviles.

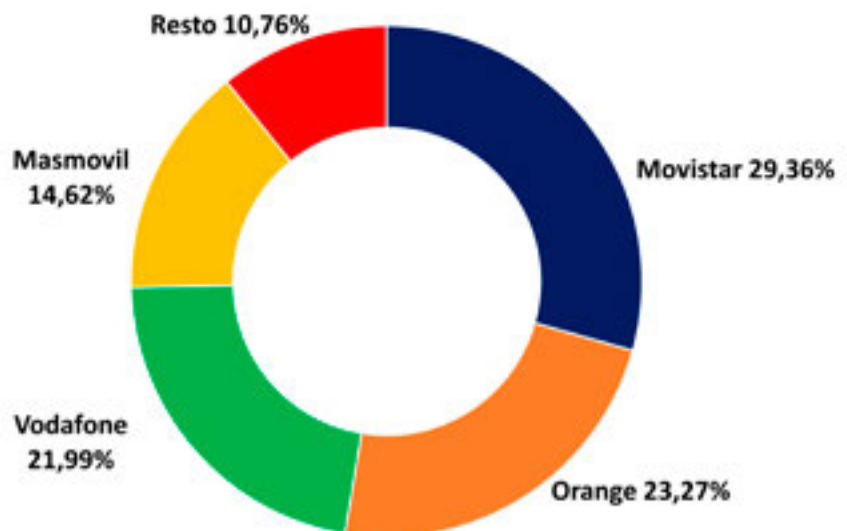
que en el futuro suponga un movimiento dialéctico entre ambas formas, pero que tendrá que acercarse más a un contraste cada vez más factible con toda la realidad. Cómo se producirá ese proceso es una incógnita que el tiempo irá dilucidando. De momento esta acción es una

primera aproximación con la que se irán explorando las posibilidades y se analizarán los logros.

Los datos

Sabido es que hoy en día cada individuo es una fuente de informa-

Operadores de telefonía



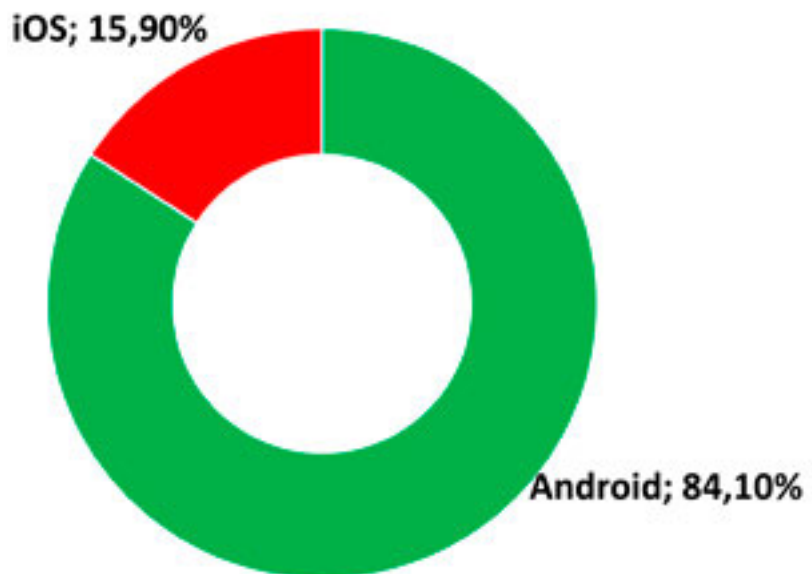
Fuente: CNMC.

Sistema operativo de móviles

ción de la que se pueden obtener los más diversos beneficios. Según Eurostat en 2021 el 94 % de los españoles usan el móvil para acceder a internet. Por otra parte, el mayor de los operadores de telefonía tiene menos del 30 % de cuota, según la Comisión Nacional del Mercado de la Competencia. Como contraste del 84 % al 90 % utilizan el sistema Android.

Por otra parte, es difícil conocer la cuota de mercado de los distintos navegadores independientes o montados en los vehículos. Por el número de ventas de aparatos o de vehículos se podría aventurar que algunas marcas podrían estar instalados en unos tres millones de vehículos. Pero frente a los usuarios de Android que tengan habilitado su localización, y los usuarios de otros sistemas que usaran Google Maps o Waze, se llegaría a la conclusión de que Google tiene una posición de cuasi monopolio en España. Esa situación supone que en realidad la muestra es muy cercana a la totalidad de la población. Otros sistemas vinculados a la mecánica de los automóviles pueden proporcionar más información, pero el número de usuarios hace que decrezca su representatividad.

Para este estudio se utilizaron datos de Google sometidos a un cierto tratamiento. El dato fundamental es la velocidad en pequeñas secciones de una determinada longitud y medidas cada cierto intervalo de tiempo. Se proporciona el valor medio de las velocidades de recorrido de los vehículos. Según las circunstancias se han elegido unas longitudes y unos tiempos. Para la mayor parte de los casos se han elegido longitudes de 150 m y tiempos de 5 minutos. Ha habido casos de 50 m si se necesitaba un detalle especial, y de intervalos de tiempo de 10 o 15 minutos si



Fuente: <https://www.kantar.com/es/campaigns/cuota-de-mercado-de-smartphones>



Método tradicional de aforo. Fuente: Gobierno de Navarra.

para un determinado objetivo no se requerían tanta precisión. Se eligieron unos 300 tramos de diversa longitud y durante diferentes períodos de tiempo.

Así pues, se cuenta con las velocidades en cada sección de 50 o 150 m y el retraso medido en segundos por km. La velocidad de

referencia para los retrasos sería la velocidad libre, que se obtiene por la consideración de datos históricos de cada tramo. También se dispone de datos de velocidades, tiempos de recorrido y retrasos en los tramos más amplios, de hasta 100 km, que abarcan a todas las pequeñas secciones de 50 o 150 m.

Expectativas

En este tipo de estudios en que se utilizan nuevas técnicas cabe un cierto margen de incertidumbre acerca de los logros. Intuitivamente se pueden suponer una serie de posibles utilidades de los datos. Posteriormente será necesario contrastar esas asunciones apriorísticas con la realidad.

Hasta ahora la información era la suministrada por el sistema de aforos de que dispone la RCE, que entre otras, cuenta con una serie de estaciones permanentes que pueden medir el número de vehículos que circulan, su longitud e incluso sus velocidades. El problema es que las velocidades solo se miden en determinados puntos de la red. En la red hay casi 500 estaciones permanentes. La longitud de calzadas en las que están distribuidas es de unos 35 000 km, lo que vendría a suponer una cada 70 km. Si se compara con los 50 o 150 m de longitud de los tramos utilizados en el estudio la diferencia es muy notable. Por tanto, el método de adquisición permitiría tener una información fidedigna de la velocidad de los vehículos en tramos tan pequeños que pudieran considerarse datos como casi puntuales. Sin embargo, no se dispondría de una clasificación de los vehículos ni de su número. En las estaciones permanentes al medir la longitud de los vehículos, se puede distinguir entre pesados, ligeros y motocicletas. Para soslayar la falta de información sobre el número de vehículos y su tipología, se podrían aprovechar esas estaciones de aforo. Con los datos de aforos de todas las estaciones se podría tener un dato bastante aproximado del número de vehículos en cada tramo y de su distribución. Uno de los estudios posteriores que sería necesario realizar es

precisamente encontrar la relación entre el número de vehículos y sus velocidades.

Bien, pero ¿para qué sirven las velocidades de los vehículos? ¿Para sancionar? La velocidad es un parámetro esencial en la planificación, diseño, explotación y conservación de las carreteras. Las carreteras se diseñan para transportar personas y mercancías de una forma segura, pero eficaz. La vía debe permitir que los vehículos circulen a una velocidad tal que permita que siga siendo un medio eficaz de distribución de riqueza a toda

El diseño, la planificación, conservación, explotación y gestión de carreteras, se verán revolucionados por el *big data*.

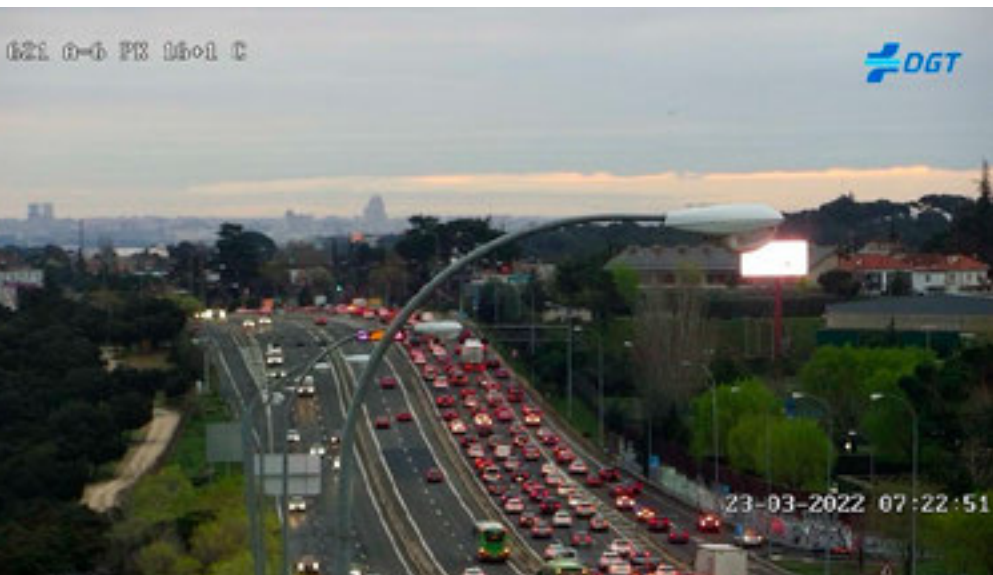
la nación. La carretera es el medio que facilita la mayor proporción de todo el servicio de transporte con una enorme superioridad frente al ferroviario, marítimo o aéreo. Lo ideal sería que la velocidad fuera constante a lo largo de cualquier recorrido. La realidad es que existen muchos factores que distorsionan ese ideal. En primer lugar, la orografía que condiciona el trazado de las carreteras. Las ondulaciones o sinuosidad del terreno tanto en forma horizontal, curvas, como en vertical, rampas y pendientes, pueden afectar a la velocidad de los vehículos. Otro aspecto determinante es la demanda. Si hay

muchos vehículos que acceden a las vías, la velocidad de cada uno puede verse afectada. Sin embargo, podría aumentar la capacidad, es decir la disminución de la velocidad podría verse compensada con un mayor número de vehículos que comparten un determinado tramo. El equilibrio entre velocidad y capacidad es un parámetro fundamental del diseño y gestión. Hay que tener muy presente que los tiempos de transporte pueden suponer ahorros o despilfarros muy considerables en la economía de un país. Un exceso de tiempo de recorrido supone la pérdida de horas de trabajo, de deterioro de la mercancía, de pérdida de oportunidad y, aunque apenas se considera, de un mayor gasto energético, de emisiones y de deterioro de los vehículos. Los requerimientos de la logística son, además, cada vez más exigentes.

No habría que olvidar la repercusión que las condiciones climáticas y de iluminación pueden tener en las velocidades, así como las obras u otras interrupciones. Tampoco, a la seguridad vial. La velocidad es prácticamente siempre protagonista de los accidentes. Sin vehículos en movimiento difícilmente se producen accidentes.

Congestión

Teniendo en cuenta esas premisas se han abordado varias posibilidades de análisis. Una de ellas fue el estudio de la congestión. Se trata de identificar puntos en donde se produzcan disminuciones notables de la velocidad debidas a una elevada demanda. Se previó analizar tramos en donde con alguna periodicidad se producían. Se consideraron tramos periurbanos en donde, dependiendo de las horas, de los días o de las estaciones se producían congestiones. También se consideraron tramos que experimentaban



Congestión de entrada. Fuente: DGT

atascos los fines de semana, tanto de salida como de regreso. Algunos tramos se extendieron más allá de zonas urbanas donde también se podrían ver afectados por iguales circunstancias.

El campo de la modelización del tráfico ha sido muy atractivo para los expertos en la materia. Desde modelos macroscópicos a microscópicos pasando por asimilaciones a sistemas hidráulicos viscosos, cinéticos, movimientos brownianos, propagación de ondas de choques, teoría de colas, sistemas markowianos, teoría del caos, etc. El mundo académico ha considerado un desafío la resolución del problema de cómo modelizar el tráfico. La aparición del *big data* ha modificado de forma sustancial la forma de abordar el problema. Gracias a los datos suministrados por los usuarios se puede acceder a la realidad sin necesidad de la intermediación de los modelos. Se tiene acceso a un número elevadísimo de personas que suministran unos datos que antes no estaban disponibles, pues solo se accedía a unas mediciones en un único punto, y por un tiempo muy limitado. Ahora se pueden tener datos de la práctica totalidad de los vehículos en cualquier momento y en cualquier posición. Se puede afirmar que se accede di-

rectamente a la realidad. Se podría prescindir de los modelos que eran una aproximación a la realidad con muchas lagunas, y que en muchos casos estaban basados en experiencias ajenas a las condiciones y usos de una determinada red de carreteras o tramos específico. Eso no quita un ápice de mérito a todos los esfuerzos que se han hecho a lo largo de los años para mejorar el conocimiento. Lo que ocurre es que ahora la realidad se ha hecho accesible, y, por tanto, sería insensato seguir utilizando aproximaciones cuando se tiene acceso a la realidad. No obstante, siempre se dan resistencias a prescindir de los modelos antiguos, por costumbre y por comodidad. Por otra parte, aunque se tenga acceso a esa realidad, sigue siendo necesario hacer modelos para predecir situaciones. Se están desarrollando sistemas que, utilizando redes neuronales o inteligencia artificial, permitan procesar una ingente cantidad de datos e ir «aprendiendo» de lo que ocurre en la realidad. En resumen, se cambia unos modelos basados en una parte exigua de la realidad a otros que abordan casi su totalidad y a un menor coste.

Cabe preguntarse cómo afecta la congestión al gestor de la infraestructura. Antes que nada,

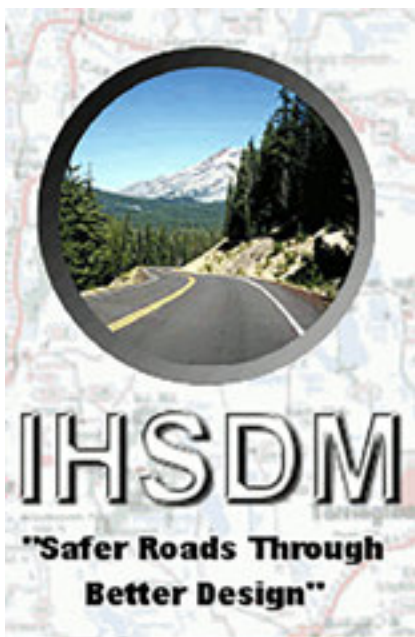
hay que señalar que con estas herramientas se puede evaluar con precisión la afección real a los usuarios. Se pueden cuantificar los tiempos de retraso frente a la situación que se considere de referencia. Esos tiempos se pueden monetizar, y así medir el coste extra que los usuarios soportan sobre la congestión. Las medidas que se pueden tomar son de muy diversa índole. Entre ellas cabría la necesidad de ampliar las vías o la de construir trayectos alternativos. Hoy en día se trata de huir de nuevas construcciones por su repercusión ambiental. Existen una panoplia de soluciones, como pueden ser la implantación de carriles reversibles; una mejora de la información a los usuarios; la promoción de la alta ocupación de los vehículos, compartiéndolos; el control de accesos o *ramp metering*, u otras. Mediante análisis de costo-beneficio, o de ciclo de vida se puede estudiar la conveniencia de implantación de esas medidas.

Homogeneidad en el trazado

Desde el punto de vista de la seguridad, un trazado homogéneo facilita la “lectura” de la carretera por parte de los usuarios. Si en el trazado se dan puntos singulares que suponen una discontinuidad, pueden crear situaciones de zozobra para los conductores que los lleve a tomar decisiones que causen un accidente. Existen en la actualidad herramientas y experiencias de los gestores, auditores de seguridad y proyectistas que pueden ser de ayuda. Así el modelo y programa Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) permite analizar con los datos de tráfico, dimensiones y sinuosidad el grado de seguridad que la carretera ofrece.



Homogeneidad para el usuario.
Fuente: ACEX.



Modelo estadounidense para evaluar el trazado.
Fuente: FHWA.

El modelo se basa en experiencias de carreteras de los Estados Unidos y se asienta sobre un número representativo, pero limitado, de observaciones. De la misma forma las experiencias de expertos, con ser muy valiosas, siempre se encuentran limitadas en número y ámbitos. El análisis de datos masivos puede ser de gran utilidad para detectar aquellos puntos donde los conductores modifican de forma puntual su respuesta, que podría ser detectada por cambios de velocidad. Se trataría de una herramienta de análisis verdaderamente objetiva. Se podrían tomar decisiones sobre modificaciones de trazado, anchuras, distancias o señalización. Además, permitirían medir, también de forma objetiva, el resultado de las actuaciones.

Parámetros de diseño generales

El diseño de las carreteras se basa, en muchos casos, en decisiones que en un determinado momento se tomaron asumiendo que eran las mejores opciones. Evidentemente, se basan en primera instancia en leyes de la mecánica y en constricciones geométricas. Pero dentro de unos márgenes se han adoptado unos valores fijos que se han dado como buenos, y que, de hecho, han resultado eficaces, pero que convendría comprobar de forma extensa con la respuesta real de los conductores. Por ejemplo, la forma en que los conductores toman curvas de determinados radios, las velocidades reales que se dan en determinados tramos, la credibilidad que ofrece la señalización limitativa medida por el cumplimiento por parte de los conductores, la influencia de las pendientes y rampas; la visibilidad vertical y horizontal; los estrechamientos, etc.



Clásico para evaluar el servicio que prestan las carreteras.
Fuente: TRB.

Igualmente, la capacidad, en cuanto al flujo medido en número de vehículos por unidad de tiempo podría ser verdaderamente contrastada por la medida de velocidad real. Hasta ahora son las anchuras, distancias de obstáculos, ondulaciones y otros los parámetros con los que se considera la velocidad que pueden desarrollar los vehículos, y consecuentemente su capacidad. La velocidad real en el llamado flujo libre, cuando el tráfico no es un impedimento, se basa en un cálculo que utiliza unas fórmulas que sería necesario contrastar.

Con el análisis de datos masivos se podría ajustar más todas esas metodologías, pero es imprescindible contrastarlas de forma fehaciente. Como resultado se podrán validar o considerar su mejora. Hay que tener en cuenta las diferencias entre países y regiones, los cam-

bios en el parque de vehículos, los hábitos y el mismo aprendizaje de los conductores.

Diseños específicos

Hay también otros elementos, como puedan ser las incorporaciones, salidas, cruces o las glorietas que requieren una atención especial. Aunque también en estos casos existen herramientas para su cálculo, se debería contrastar que el funcionamiento previsto es el que realmente ocurre. De lo contrario sería necesario adoptar medidas para mejorarlas. La eficacia de la implantación o modificación de estos elementos se podría evaluar de forma muy precisa.

Planificación

Uno de los criterios para la toma de decisión sobre una alternativa son los tiempos de recorrido que se emplean en un determinado tramo. Con la utilización de estas herramientas se puede determinar el tiempo de recorrido real medido durante un espacio de tiempo suficientemente representativo. También puede servir para comparar alternativas de distintos itinerarios y tomar decisiones de inversión o incluso de conservación. Más aún, podría dar lugar a la cesión de algún tramo a otras administraciones por disponer de un itinerario que cumpla mejor las prestaciones que se exijan a la RCE. Unas bajas velocidades de recorrido también pueden desencadenar algún tipo de mejora. Desde ampliaciones, a modificaciones de trazado, construcción de túneles, viaductos etc. En el caso de desvíos por obras, también se puede calcular el retraso que se ocasionará a los usuarios, y así poder evaluar de una forma coherente la eficacia una actuación. El coste de la actuación, su duración y el daño ocasionado a los usuarios



Criterios para el diseño de carreteras.
Fuente: MITMA

deben ser cuidadosamente sopesados.

En el caso de tramos que necesiten rehabilitación, la disminución de la velocidad de recorrido, junto con el número de vehículos, pueden ser un elemento decisivo a la hora de planificar inversiones de rehabilitación.

Seguridad vial

Como ya se ha mencionado la velocidad es determinante en la gravedad de los accidentes. Con la utilización de los datos masivos se puede determinar cuáles son las velocidades reales en cualquier punto de la red, pero de forma especial en los tramos de concentración de accidentes, o en aquéllos que se considere que merecen un estudio. Además, esas velocidades se pueden discriminar por horarios, días de la semana, meses y estaciones. Incluso acontecimientos puntuales o extraordinarios. Las condiciones de contorno, y los análisis detallados, como en intersecciones, glorietas, zonas de adelantamiento, trazados complicados, barreras, obstáculos

y otros unidos a las distribuciones de velocidades pueden dar una perspectiva muy útil.

Algunos resultados

Para elegir los tramos se consultó a todos los responsables de la RCE para que indicaran los puntos en que se consideraba útil realizar algún estudio. Al tratarse de algo nuevo, y con las necesidades de atender al día a día, no fue excesiva la demanda de tramos para estudiar. Con el paso del tiempo la demanda se fue incrementando, a medida en que se fue reparando en la utilidad de la herramienta. De cualquier forma, los datos están disponibles para su estudio y análisis y se espera ampliar la aplicación de esta herramienta.

Congestión

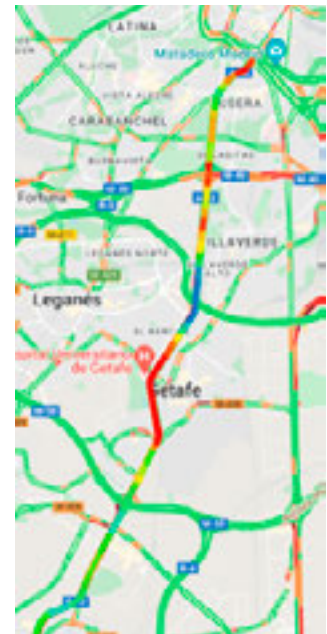
Una de las primeras demandas fueron las de Madrid, para conocer las condiciones de congestión en las carreteras de acceso.

Para ello se recabaron datos de las carreteras con más demanda para evaluar la congestión real que se produce con un detalle al que no se tenía acceso. Se consideraron las horas, días de la semana, del mes y de vacaciones. Una parte muy importante son los problemas que se dan en las horas consideradas como punta. Además de identificar los peores momentos y su extensión geográfica y temporal, se pudo analizar la forma en que evolucionaba. La posibilidad de hacer ese estudio durante un tiempo considerable proporciona mucha información para conocer mejor el proceso. Se puede ver en las figuras las condiciones de alguna carretera y la evolución del estado de congestión.

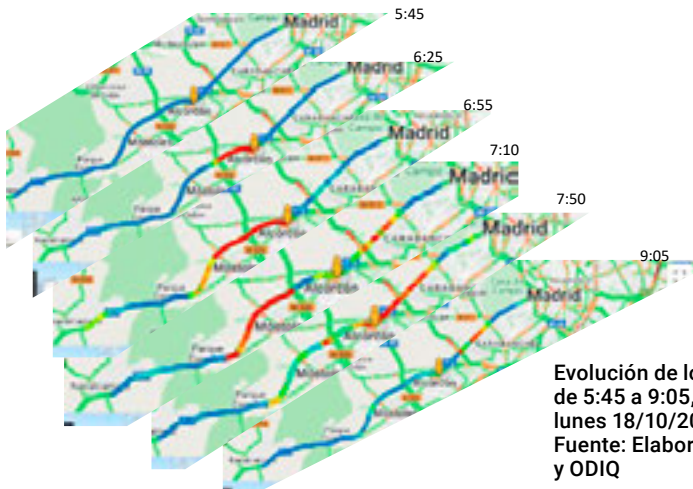
Otro problema que causa cierto malestar en los usuarios son los atascos en los fines de semana o en



Estado de la circulación de la A5 18/10/2021 Fuente: Elaboración propia y ODIQ.

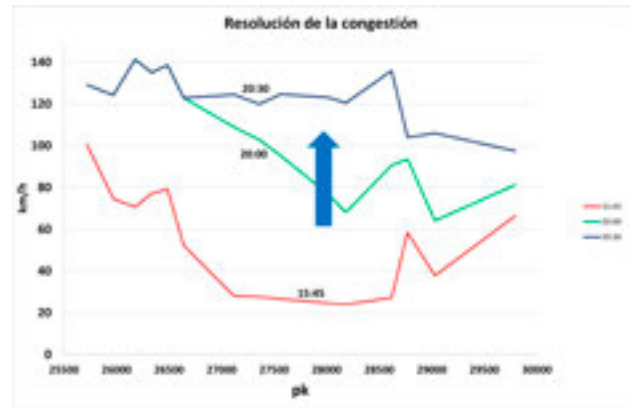
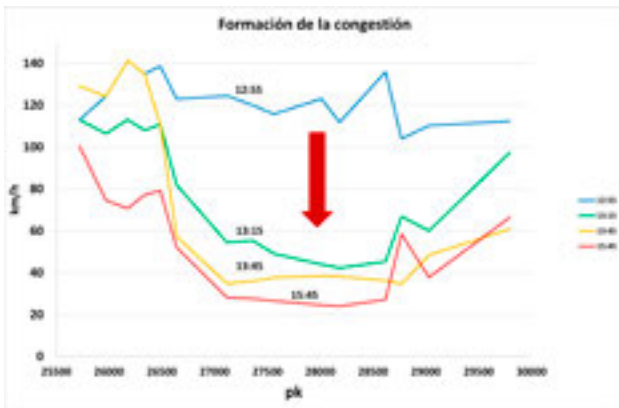


Estado de la A42 a las 7:42 Fuente: Elaboración propia y ODIQ



Evolución de los retrasos A5 de 5:45 a 9:05, lunes 18/10/2021. Fuente: Elaboración propia y ODIQ

las operaciones salida o de regreso. También se prestó una especial consideración a esas situaciones. Como ejemplo en la A1 ocurre que en un determinado momento se pasa de tres carriles a dos, lo que suele ocasionar una serie de retenciones. En las figuras se puede apreciar cómo se propaga y como se va amortiguando al cabo del tiempo. La congestión es un problema tridimensional, en el que intervienen la velocidad, el espacio y el tiempo.



14 Formación y disolución de la congestión en A1. 30/07/2021. Fuente: Elaboración propia

Velocidades- pk- hora

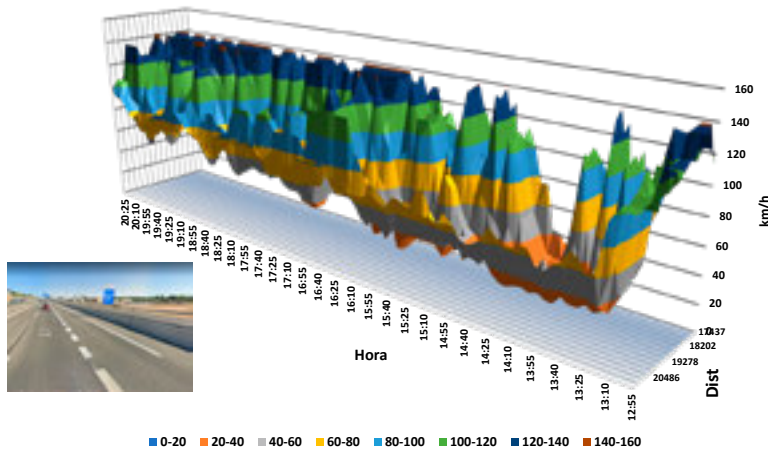
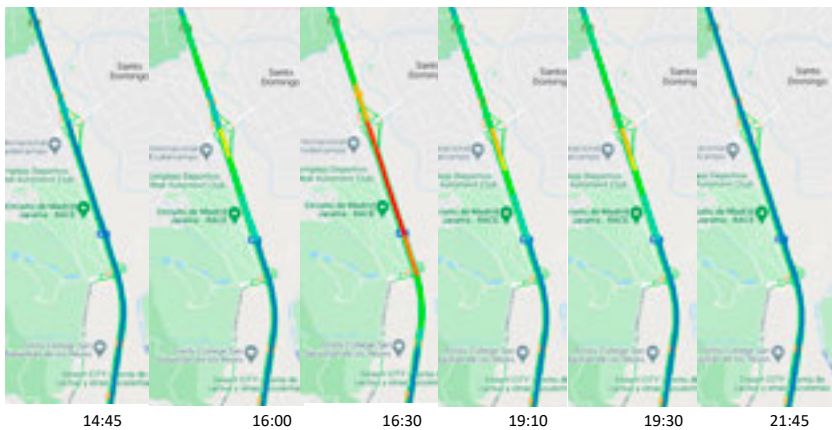
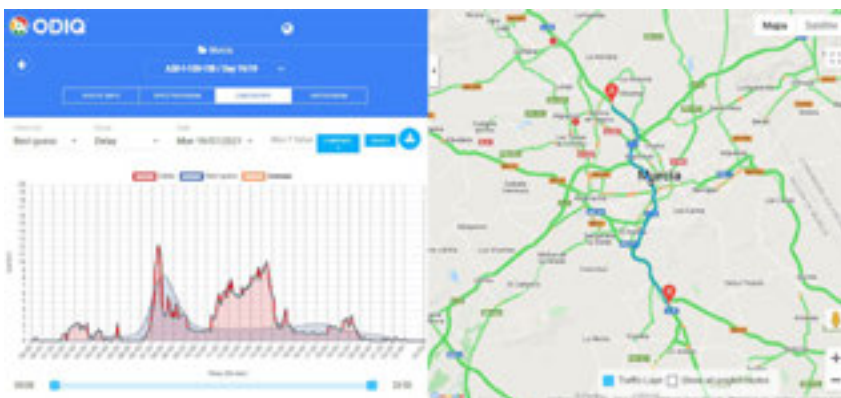


Gráfico 3D del tramo de la A1 congestionado, 31/07/2021. Fuente Google, elaboración propia y ODIQ.



Evolución de la congestión A1 31/07/2021. Fuente: Elaboración propia y ODIQ.



Retrasos en el itinerario 19/07/2021 en Murcia. Fuente Elaboración propia y ODIQ.

Además de esos tramos, se consideraron numerosos tramos en el área periurbana de Murcia. Los problemas en ciertas horas y en determinados días de la semana arrojan una información de gran valor para la toma de decisiones. En Extremadura también se estudiaron tramos de enlace entre la A5 y la A66 en días comprometidos.

También se escogieron numerosos tramos en Galicia para abordar problemas de congestiones puntuales.

Condicionantes climáticos

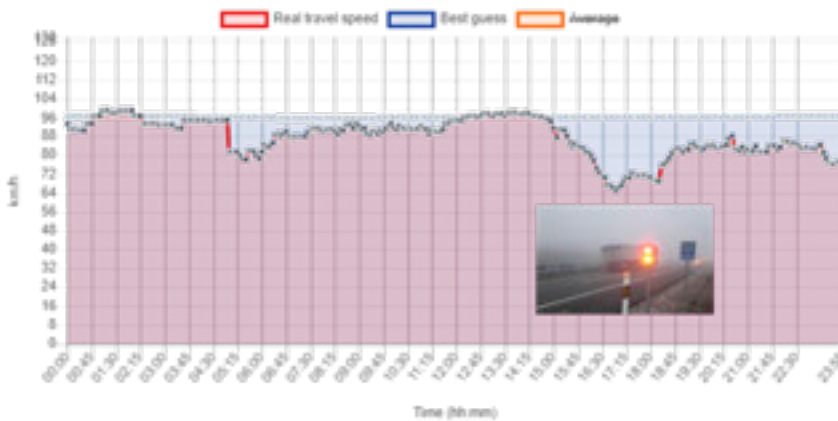
También se consideró un tramo en Mondoñedo, que es una zona especialmente delicada por las nieblas, donde se tomaron datos para comprobar la velocidad real de los vehículos.

Planificación

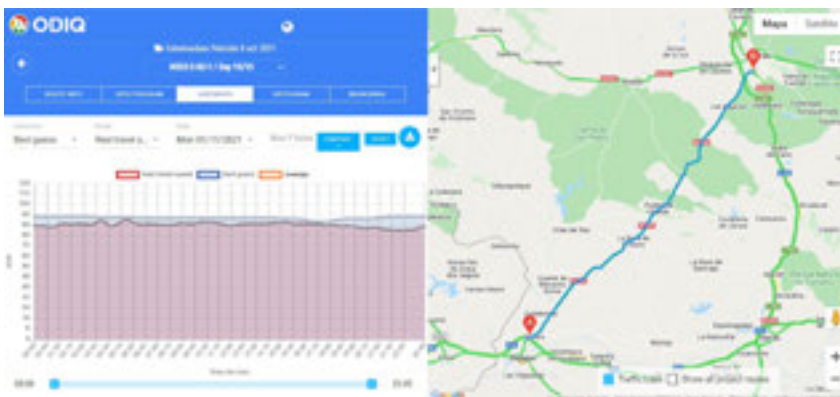
En Extremadura la N-523 se estudió la velocidad media de recorrido entre Cáceres a Badajoz. Se trata de una carretera susceptible de ser ampliada por unir dos capitales de provincia. La realidad es que la velocidad promedio en los tramos es de 88,23 km/h, y la V_{85} es de 115 km/h. No se observan retrasos destacables en ningún día de la semana ni a ninguna hora.

Homogeneidad en tramos

En la A6 se estudió la media móvil de las velocidades, lo que permite detectar zonas en que se rompe la homogeneidad. Se detectaron varios puntos en donde se observaron cambios en la velocidad. Uno es en el p.k. 32, 96 en la llamada curva de Parquelagos y el otro en el entorno del p.k. 17,65 en el estrechamiento de las Rozas. El estudio se hizo un sábado de agosto en la calzada 2 de entrada a Madrid. De esta forma se podía considerar que el tráfico esta-



Mondoñedo,14/08/2021 velocidades de recorrido. Influencia de la niebla.
Fuente: Elaboración propia, DGT y ODIQ



N-523.Velocidades de recorrido. Cáceres-Badajoz.
Fuente. Elaboración propia y ODIQ



Análisis de homogeneidad. Fuente: elaboración propia y ODIQ.

ba en condiciones de flujo libre, es decir que no había perturbaciones debidas a las interacciones entre vehículos. Por tanto, los únicos condicionantes eran las condiciones del trazado. El estado era bueno.

Trazado

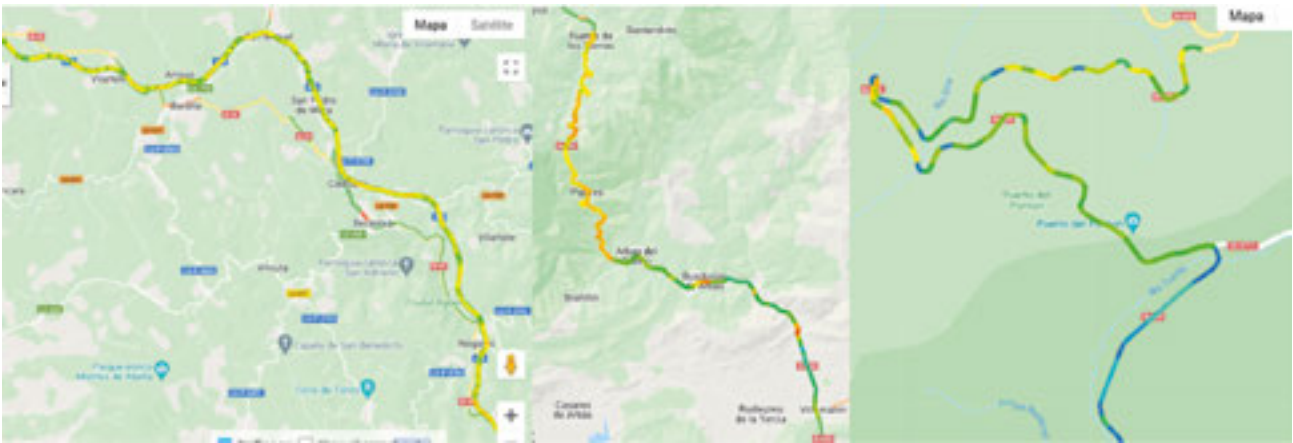
Las velocidades en tramos con cierta sinuosidad pueden ser de interés para un mejor conocimiento de cómo influyen en los usuarios los radios de curvatura, las pendientes y rampas, especialmente en tramos de cierta sinuosidad. Entre otros se han considerado varios puertos como los de Piedrafita, Pajares y el Pontón. Se trataría de una buena base para el estudio y contraste de los criterios de diseño. Se han elegido días en los que se considera que prácticamente es el trazado el condicionante de la velocidad. Como botón de muestra la velocidad media en el puerto del Pontón es de 58,8 km/h y la V_{85} es de 77,21 km/h.

Seguridad vial

Se han considerado todos los tramos de concentración de accidentes y algunos con alto índice de peligrosidad. Los estudios de seguridad exigen el cruce de la información con datos de detalle como los suministrados por el sistema ARENA de la Dirección General de Tráfico. Por ejemplo, en la N-230 del p.k. 6 al 8 la velocidad media es 58,8 km/h y la V_{85} es de 71,99 km/h. Se trata de una zona transitada con varias entradas, salidas y glorietas. Existen limitaciones a 40, 70 y 80 km/h.

Elementos especiales

Los estudios con datos reales de intersecciones, tramos de trenzado, incorporaciones, salidas, glorietas, carriles adicionales pueden rea-



Velocidades en puertos de Piedrafita, Pajares y el Pontón. Fuente: elaboración propia y ODIQ

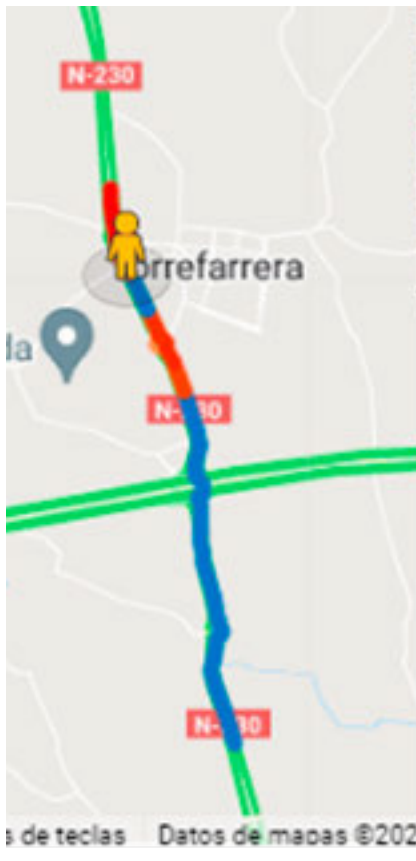
lizarse con la máxima solvencia, pues la cantidad y la precisión de datos permitirá revisar los criterios de dimensionamiento y adaptarlos, si se manifiesta como necesario.

Conclusiones

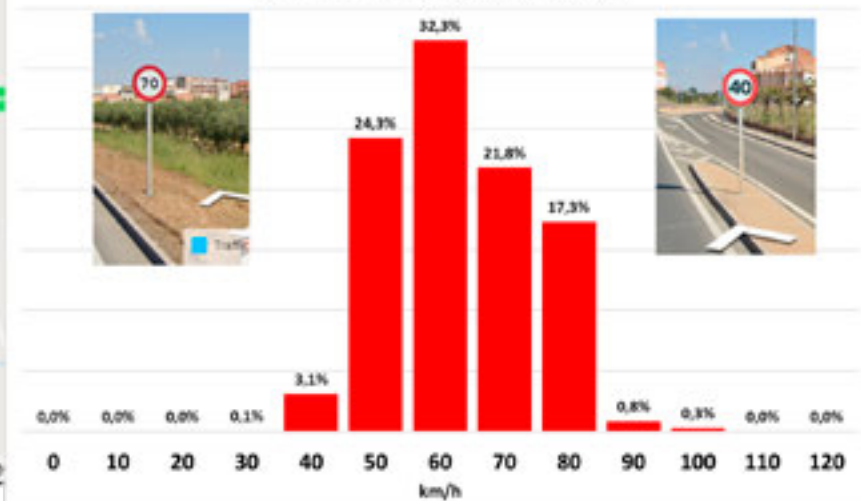
Se trata de un primer acercamiento al *big data* o datos masivos para su utilización en las carreteras. En este caso esos datos han partido

de un número considerable de ciudadanos que de alguna forma han sustituido al trabajo que antes se hacía con lo que se conocía como un “coche flotante”. Se trataba de un coche que trataba de comportarse como un vehículo medio, manteniendo una velocidad tal que el número de los que iban más deprisa igualara al de los que iban más despacio. Este método como muchas otras emulaciones

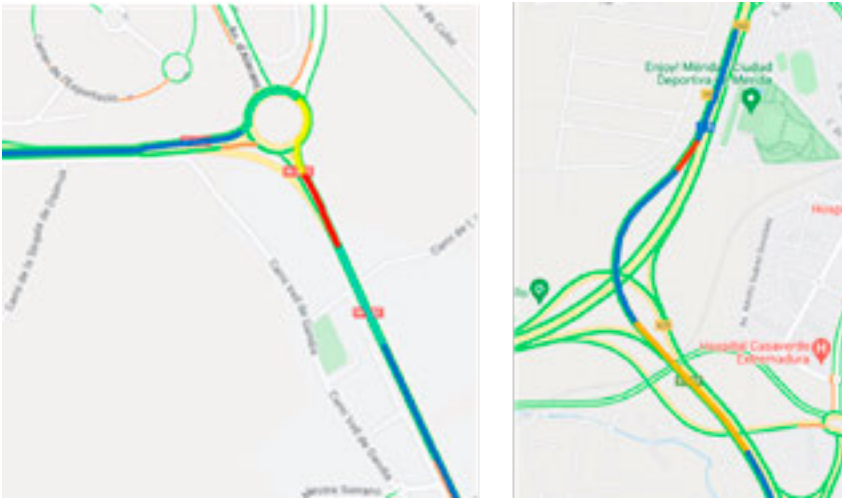
mecánico-matemáticas han rebozado de ingenio y creatividad con el fin de recrear una realidad que era inabordable. Gracias a estos datos que de alguna manera los usuarios intercambian, en este caso con Google, se tiene acceso a una información que siempre fue tan codiciada como inalcanzable. El hecho de que al suministrador de esa información se le pueda tildar de monopolista presenta una enorme



Distribución de velocidades



TCA Análisis de velocidades. Fuente: Elaboración propia y ODIQ



Velocidades en glorieta y enlace. Fuente: Elaboración propia y ODIQ

ventaja, pues casi se llega al sueño de disponer de la práctica totalidad de la población, en sentido estricto y estadístico.

Se abre un vasto horizonte de lo que se pueda hacer con esa información. Hay que tener en cuenta que gran parte de la ingeniería de tráfico se ha basado en encuestas y observaciones que con la ayuda de la estadística crearon un corpus de la materia. Con mucha probabilidad cuando se contrasten los métodos y modelos con los resultados reales no se encontrarán diferencias notables, pero, con similar seguridad, habrá campo para hacer ajustes, mejoras y adaptaciones a las necesidades de los usuarios.

Se han mostrado algunos de los muchos estudios que se podrán ejecutar. También tendrán que desarrollarse herramientas para un mejor análisis que, tal vez, trasciendan a las bases de datos relacionales y a las regresiones. Habrá un lugar para las redes neuronales, la inteligencia artificial o sistemas que aprendan. La información se puede ir almacenando para estudiarla y desarrollar nuevas herramientas, especificaciones, métodos de diseño y de gestión.

Si se dispusiera de datos de aceleraciones, de desplazamientos u otros procedentes de los elementos mecánicos de los vehículos, se podría evaluar el estado de los pavimentos o de otros elementos.

También habría que explorar la posibilidad de manejar orígenes y destino de las personas para una mejor gestión de la red y de su planificación

Por otra parte, esa información deberá también poder utilizarse en tiempo real para la toma de decisiones. Las anomalías que se produzcan podrán dar alertas para la intervención. Los fenómenos meteorológicos, los accidentes, incidentes podrán ser detectados también con este medio.

En un futuro podrá gestionarse la oferta y la demanda de ocupación de intervalos de tiempo y espacio en la red. La gestión de datos masivos junto con técnicas de *blockchain* podrán ser de gran utilidad.

Muchos sectores están siendo revolucionados por el *big data*. La carretera que en los inicios de los ordenadores se aproximó rápidamente a su utilización, había ido perdiendo posiciones de vanguardia. Con la irrupción de los datos

masivos y con la digitalización de la movilidad se abre un hueco para que la carretera retome su puesto en la punta de lanza del progreso. Y el progreso en la red se substancia dando un mejor servicio a los ciudadanos. ■

Bibliografía

- Comisión Nacional del Mercado de la Competencia. <http://www.cnmc.es>
- DG de Carreteras. (2016). Norma 3.1-IC trazado, instrucción de carreteras. Ministerio De Fomento, Madrid.
- DG Carreteras NOTA DE SERVICIO 5/2014. Prescripciones y Recomendaciones Técnicas Para La Realización De Estudios De Tráfico De Los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos De Carreteras. (2014).
- Eurostat <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submit-ViewTableAction.do>
- Gerlough, D. L., & Huber, M. J. (1976). Traffic Flow Theory, Mahnke, R., Kaupužs, J., & Lubashevsky, I. (2005). Probabilistic description of traffic flow. Physics Reports, 408(1-2), 1-130.
- Queiroz, W., Capretz, M. A. M., & Dantas, M. (2019). An approach for SDN traffic monitoring based on big data techniques. Journal of Network and Computer Applications, 131, 28-39.
- S. Amini, I. Gerostathopoulos, & C. Prehofer. (2017). Big data analytics architecture for real-time traffic control. - 2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), pp. 710-715.
- TRB. (2016). Manual, highway capacity; A guide for multimodal mobility analysis. Transportation Research Board, Washington, DC, 6.
- Wolshon, B., & Pande, A. (2016). Traffic engineering handbook John Wiley & Sons.
- Y. Lv, Y. Duan, W. Kang, Z. Li, & F. Wang. (2015). Traffic flow prediction with big data: A deep learning approach.