

Mejora de la seguridad Vial y movilidad mediante actuaciones de bajo coste y comprobación de su eficacia mediante tecnología *big data*

Seguridad Vial y Movilidad a bajo coste

- **Texto: Jaime López-Cuervo Abad,**
Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid

La conservación de

la Red de Carreteras del Estado se realiza mediante contratos de servicios con empresas de conservación integral que incluyen, entre otros objetivos, la realización de estudios de seguridad vial y la posibilidad de acometer actuaciones de bajo coste encaminadas a la mejora de la seguridad vial y la movilidad de los distintos usuarios que hacen uso de las carreteras y sus entornos.

Dichos contratos disponen de personal técnico especializado con un amplio conocimiento del funcionamiento de la carretera y en la actualidad nos encontramos con nuevas tecnologías que pueden apoyar en la toma de decisiones y mejorar los análisis previos, para detectar los problemas que se puedan estar produciendo, o evaluar la

efectividad de las medidas que se tomen.

En este artículo se detalla el proceso seguido para el análisis e implementación de una serie de actuaciones de bajo coste que han ido encaminadas a mejorar la compatibilidad de movimientos de usuarios tan distintos como peatones y vehículos, consiguiendo que ambos se realicen en unas condiciones adecuadas de seguridad.

Antecedentes y características del tramo donde se ha actuado

En febrero de 2021, el Ayuntamiento de Torrelodones trasladó a la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid un escrito redactado por el equipo directivo de los centros educativos ubicados en el municipio de Torrelodones, a la

altura del p.k. 30+200, en el que solicitan la mejora en la señalización de las vías de servicio de la autovía A-6, ambos sentidos, al formar parte de un itinerario de uso habitual por los alumnos de los centros.

Las vías de servicio son de titularidad estatal y las aceras peatonales del entorno son competencia del Ayuntamiento de Torrelodones. En los últimos años se han venido acometiendo diversas actuaciones de mejora del enlace, como la renovación de la señalización de orientación para los vehículos, la mejora de la iluminación (haciendo hincapié en los pasos de peatones), la ejecución de nuevas isletas de guiado de los vehículos y la mejora del balizamiento tendentes a la mejora de la seguridad vial, aunque no se había detectado un incremento en la accidentalidad o peligrosidad



Vista aérea del enlace Outarelo.

en esta zona. A raíz de la solicitud efectuada por los centros educativos, y a la vista del elevado tránsito peatonal de alumnos existente, se atendió su petición y se procedió a realizar un análisis de la situación y funcionamiento del enlace y su entorno para buscar posibles mejoras de seguridad vial.

La zona se caracteriza por ser un enlace con glorietas en ambos márgenes y que permite los movimientos entre las vías de servicio de la Autovía A-6 a través de un puente (denominado Outarelo por su cercanía al palacete señorial de Outarelo de principios del siglo XX) sobre las calzadas principales de dicha autovía. Asimismo, las glorietas conectan con la carretera M-519 en su margen izquierda (que da acceso a Torrelodones-Colonia) y con la Avenida de la Dehesa en su margen derecha (que da acceso a Torrelodones-Pueblo y concretamente a instalaciones educativas y deportivas).

Del análisis del enlace, se detectaron los siguientes conflictos:

1. La glorieta de margen derecha dispone de una isleta muy reducida y ubicada excéntrica al eje de la vía de servicio. Habitualmente, una glorieta provoca un calmado de tráfico debido a la obligatoriedad física de realizar un trazado curvo de radios pequeños que consigue reducir la velocidad. Pero en este caso, al permitir una trayectoria recta en el paso por la intersección, carecía de este beneficio de reducción forzosa de la velocidad de los vehículos. Esta trayectoria recta en el paso por la intersección era, además, continuación de un trazado recto en la aproximación desde la vía de servicio.
2. La parada de autobús ubicada antes de la llegada a la glorieta



Iluminación LED de la salida de la glorieta margen derecha.

- en margen derecha no disponía de dársena de parada, por lo que los autobuses se detenían en el carril derecho, reduciendo momentáneamente la capacidad de la vía de servicio en su llegada a la glorieta.
3. El paso de peatones ubicado al norte de la glorieta de margen derecha se encontraba muy próximo a la misma, de manera que el tiempo de que disponía el conductor para percibir la presencia de peatones con intención de cruzar era muy limitado, dándose situaciones de frenazos por parte de los vehículos.
4. Las aceras carecían de elementos de guiado de los peatones hasta los pasos de peatones, con el riesgo de que se produjeran cruces por zonas no permitidas.
5. Las aceras no disponían de elementos que aportaran seguridad a los peatones, careciendo de separación física frente a los vehículos más allá de los bordillos de la propia acera.

Actuaciones de bajo coste implantadas

El estudio de los conflictos existentes y las posibilidades de adaptación de los elementos de la carretera es fundamental para que las medidas de mejora que se tomen vayan encaminadas a resolver los problemas existentes, evitando que se generen situaciones problemáticas que no existían previamente.

Se plantearon los siguientes objetivos para la mejora de la seguridad vial, intentando evitar que se produjera un empeoramiento en las condiciones del tráfico, principalmente por una posible reducción de la capacidad del enlace:

1. Forzar un calmado del tráfico en la llegada de los vehículos a la glorieta de margen derecha.
2. Mejorar la percepción de los peatones.
3. Aumentar la seguridad de los peatones y tomar medidas de guiado hacia zonas seguras de cruce de las calzadas.

Dado que estos objetivos se planteaba alcanzarlos con medidas de bajo coste que pudieran ser acometidas a través del contrato de conservación vigente, se priorizó el análisis de la modificación de la señalización horizontal y vertical. Por ello, se decidió acometer las siguientes actuaciones:

- Refuerzo de la señalización vertical mediante:
 - Instalación de carteles con fondo flúor, para mayor percepción por parte de los conductores, en los que se avisase de la presencia de colegios (y por tanto, de menores) y se limitase la velocidad a 20 km/h.
 - Instalación de señales informativas de paso de peatones y de peligro por ciclistas con un tamaño acorde a las características de las vías.
 - Instalación de señales luminosas en los pasos de peatones con mayor flujo de menores.
- Mejora de los sistemas de contención:
 - Se modificaron los sistemas de contención en los estribos del puente de manera que se mejorara la seguridad de los vehículos.
- Reubicación del paso de peatones a la salida de la glorieta de margen derecha en su zona norte.
 - La reubicación se llevó a cabo para separar el paso de peatones de la glorieta, de manera que los conductores dispusieran de mayor tiempo de percepción de la presencia de peatones con intención de cruzar.
- Instalación de barandillas en las aceras.
 - Esta actuación, acometida por el Ayuntamiento de Torrelodones, con el que se mantuvo



Trayecto antiguo



Trayecto nuevo

Cambios de trazado realizado.



Detalle chicane y dársena de acceso a la glorieta.



Trabajos de mejora del pavimento peatonal.

una coordinación permanente sobre todas las actuaciones a realizar, ha permitido el guiado de los peatones a las zonas seguras de cruce.

- Sustitución de las luminarias de VSAP por luminarias tipo LED, que mejoran notablemente la percepción de todos los elementos de la carretera y la presencia de peatones en horario nocturno.
- Refuerzo de la señalización horizontal mediante:
 - Ejecución de nuevas bandas transversales de alerta en la llegada a la glorieta de margen izquierda y reposición de las existentes en la llegada a la glorieta de margen derecha.
 - Utilización de nuevos símbolos en calzada que permitan informar al conductor del carril que debe elegir previamente a la llegada a la glorieta según el movimiento que quiera realizar.
 - Habilitación de nueva dársena para parada de autobuses en la llegada a la glorieta de margen derecha.
- Modificación del trazado de la glorieta de margen derecha:
 - Ejecución de una chicane en el acceso a la glorieta de margen derecha desde el sur, rompiendo la trayectoria recta existente y forzando el calmado del tráfico.
 - Anulación del movimiento de cambio de sentido al tráfico procedente de la Avenida de la Dehesa, desplazando dicha trayectoria a la glorieta de margen izquierda. Esta actuación permitía dar mayor fluidez a los movimientos y su afección es reducida puesto que es el movimiento menos realizado por los vehículos en dicho enlace.



Vista aérea de la glorieta margen derecha.

- Mejora de la acera sur del enlace.
 - Debido a la mejora de los sistemas de contención, y para conseguir un mayor confort en el tránsito peatonal, se procedió a la sustitución del pavimento de la acera de esta margen, con la utilización de elementos de guiado para personas con discapacidad visual.

La modificación del trazado de acceso a la glorieta de margen derecha se pudo realizar por la existencia de un cebreado en el lado izquierdo de la calzada de llegada a la glorieta y permitió además poder disponer una dársena en la margen derecha para la parada de los auto-

buses, logrando con ello compensar la pérdida de capacidad por la medida de calmado del tráfico con la liberación del carril derecho que antes quedaba anulado cuando los autobuses realizaban la parada correspondiente.

La modificación de la señalización horizontal se acometió en dos fases. En una primera fase se ejecutó con señalización provisional amarilla para probar su eficacia y que los conductores (principalmente usuarios habituales) se adaptaran a la nueva señalización. Posteriormente, una vez confirmada su idoneidad, se acometió la renovación del firme en el enlace y se procedió a ejecutar la señalización horizontal definitiva.

Análisis de seguridad vial a través de datos proveniente de vehículos conectados

Una vez acometidas estas actuaciones, se decidió aprovechar las nuevas tecnologías disponibles para comprobar si la problemática estaba correctamente identificada (en los que se refiere a la reducción de velocidades y calmando de tráfico) y si se habían alcanzado los objetivos planteados.

Para analizar el tráfico se han utilizado datos provenientes de vehículos conectados (CVD por sus siglas en inglés). El vehículo conectado genera gran cantidad de datos sobre los diferentes elementos del coche: desde temperatura, activación de los limpiaparabrisas, velocidades, frenazos, activaciones de ABS etc. También, de manera indirecta, puede generar información acerca del estado de la infraestructura, pues, por ejemplo, las ruedas o las cámaras instaladas en los vehículos pueden aportar una estimación sobre el estado de las vías: baches, deslizamiento, estado de señalización etc.

Actualmente ya hay un cierto número de vehículos conectados. Y lo indudable es que ese número sólo puede crecer. La práctica totalidad de fabricantes intenta generar nuevas fuentes de ingresos, como la venta de datos, aunque de momento la comercialización es limitada por el uso que terceras partes puedan hacer de dichos datos.

Pero son muchas las iniciativas de los fabricantes para suministrar productos que puedan servir para mejorar el mantenimiento del vehículo, la seguridad vial o incluso la conservación de infraestructuras. Parece obvio que tener datos de cómo se comporta el usuario, cómo "lee" el coche la carretera, o

incluso dónde el conductor requiere ayudas por parte del vehículo, significa un gran paso para el diseño y gestión de las carreteras.

La utilización de los datos provenientes de CVD en análisis de problemáticas de seguridad vial es muy reciente, y la densidad de datos es todavía limitada, debido a que prácticamente sólo se recogen datos de los vehículos fabricados en un periodo reciente y sólo de algunos fabricantes concretos. En el área de estudio en cuestión, en 2021 tan sólo contamos con varios cientos de vehículos al día cuyas velocidades han quedado registradas en los meses anteriores a la actuación (mayo 2021). Pero como nuestro interés es conocer los cambios entre el "antes" y el "después", esta información es valiosa porque, aunque sea sólo un tipo de vehículo el que analizamos, al menos

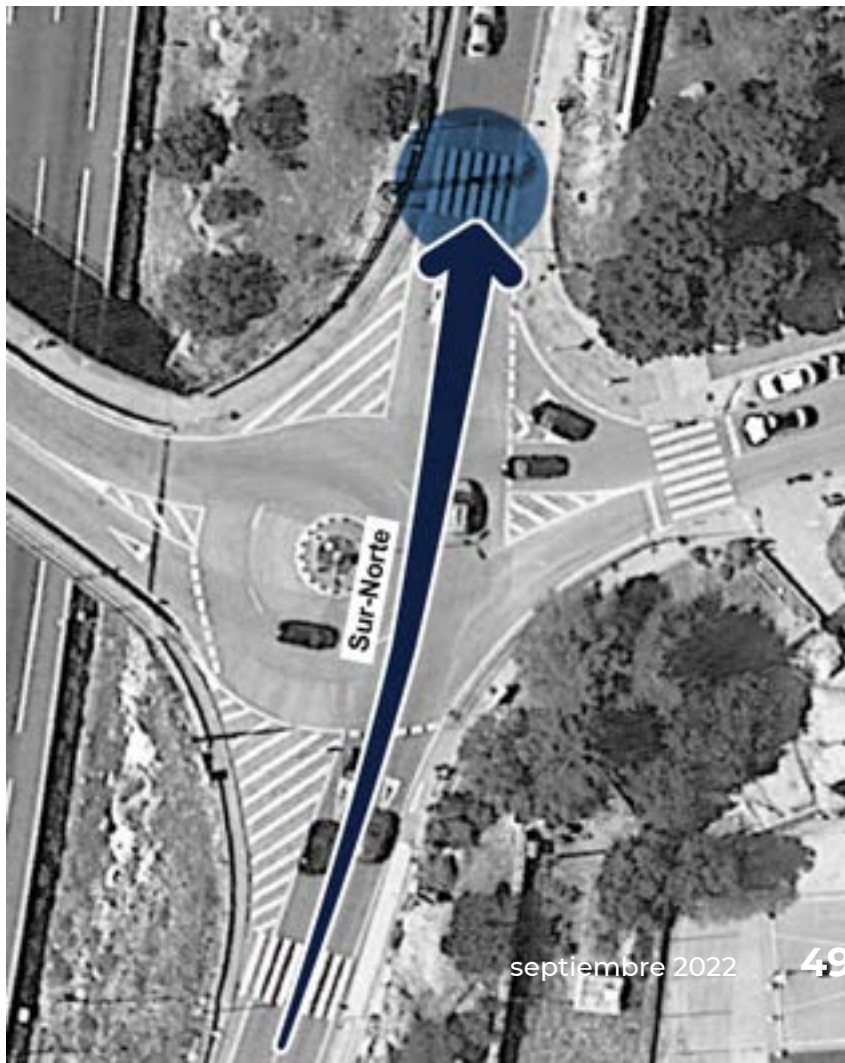
es el mismo antes y después de la actuación.

A cambio de estas limitaciones, el uso de CVD cuenta con tres principales ventajas:

- Permite conocer la velocidad en cualquier punto de la trayectoria.
- Tenemos acceso a datos anteriores a la actuación.
- A diferencia del estudio de los accidentes, que requiere de plazos más largos para poder usarse en la evaluación de la efectividad (habitualmente al menos 3 años), el uso de CVD no requiere esperar tanto tiempo.

El uso de CVD permite no solo medir la velocidad en un punto determinado, sino que, además, al usar identificadores de viaje (journey IDs) podemos filtrar la velocidad en un punto por origen/destino (es su combinación la que genera la trayectoria). Así, comprobamos si

Trayectoria que generaba problemas de seguridad vial.



efectivamente con anterioridad a la actuación (enero-abril), la velocidad media en el paso de peatones al norte de la glorieta de margen derecha es mayor en aquellos vehículos que provienen del lado sur de la vía de servicio.

Durante la identificación del problema, se ha comprobado que, durante el periodo de estudio, en torno al 20 % de los vehículos que continúan por la vía de servicio posterior a la glorieta provienen de ella y hacen la glorieta "recta", mientras que el 80% restante proviene de Torrelodones-Pueblo o Torrelodones-Colonia. Por lo tanto, el problema queda en aquel 20 % de vehículos. Esta información evidencia que efectivamente los vehículos procedentes de la vía de servicio son aquellos que salen de la glorieta a mayor velocidad, un 23 % más rápido que el resto.

Se necesitará tiempo para evaluar la consecución de algunos de los objetivos de la actuación (reducción de accidentes, reducción de quejas, etc.). Pero podemos evaluar la reducción de la velocidad como objetivo de esta actuación. Típicamente, para actuaciones de calmado de tráfico se estudia la reducción de la velocidad media y

la reducción de las velocidades del percentil 85, V_{85} (aquella que es superada sólo por el 15 % de los vehículos). Es especialmente importante esta última reducción ya que, si bien se persigue reducir la velocidad en general de toda la zona, sobre todo, lo que se desea es reducir la de aquellos vehículos que van a excesiva velocidad. Es conocido que la relación entre riesgo de accidente y velocidad es exponencial, por lo que cualquier reducción de velocidad de los vehículos que más rápido circulan significa que la efectividad de la actuación se verá multiplicada. Dicho de otra manera: para reducir el riesgo de siniestros viales, no hay medida más efectiva que reducir la velocidad de los que circulan más rápido. En la actuación realizada, precisamente se ha diseñado la rotura de la alineación de entrada sur de la glorieta para conseguir ese efecto reductor.

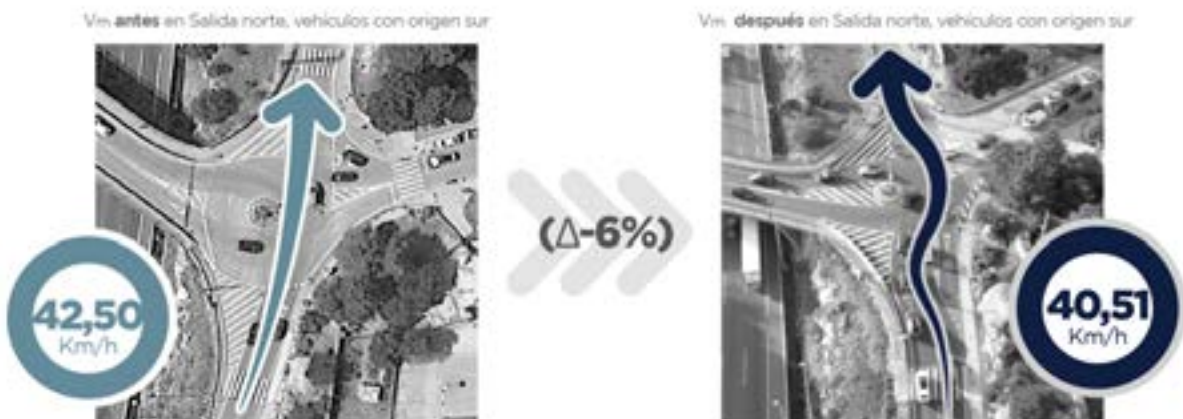
Filtrando los datos de CVD, nos encontramos que la velocidad media ha pasado de 37,95 km/h a 37,06 km/h. Este descenso del 2,5 % no es excesivamente significativo. De hecho, incluye los meses de verano, donde la velocidad es más fluida (no hay colegios). Además, el propósito de la actuación no es ba-

jar la velocidad en general, incluso la ejecución de una dársena para el autobús busca que el tráfico sea más fluido. Pero si nos fijamos sólo en los vehículos que toman la salida norte procedentes de la vía de servicio (tráfico Sur-Norte), que es aquel cuya alineación se ha modificado con la actuación, el descenso es mucho más acusado, pasando de 42,50 km/h a 40,51 km/h. Este descenso del 6 % sí es más significativo, además incluye los meses de verano y sin colegios. Si eliminamos los meses de verano y nos centramos en los meses donde hay un mayor riesgo por el funcionamiento de los colegios, la reducción de la velocidad es más acusada.

Pero, como hemos comentado, la eficacia real del calmado de tráfico se evalúa analizando la reducción de velocidad de esos pocos vehículos que viajan con exceso de velocidad. La velocidad percentil 85 es la velocidad operativa característica de un elemento, representada por el percentil 85 de la distribución de velocidades libres temporales de vehículos ligeros observadas en servicio.

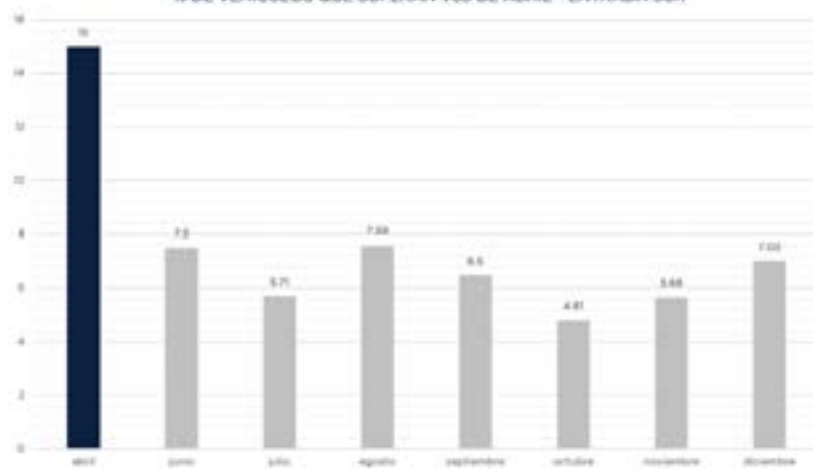
Para ello, se ha tomado como referencia la V_{85} del mes inmediatamente anterior a la actuación

Reducción de la velocidad media de paso por la glorieta.





% DE VEHÍCULOS QUE SUPERAN V₈₅ DE ABRIL - ENTRADA SUR



Reducción velocidad V₈₅.

(abril de 2021), en la entrada sur de la glorieta. Aproximadamente, el 50 % del tráfico que circulaba a más de la V₈₅ en abril (53,75 km/h) ya no lo hace.

La utilización de los datos provenientes de CVD para el estudio de problemas de seguridad vial es algo novedoso y su principal ventaja es que permite estudiar el comportamiento real de un conjunto de vehículos mediante técnicas de análisis de datos.

En el caso concreto de esta actuación se puede concluir que la problemática se ha identificado correctamente y que la solución adoptada, desde el punto de vista de los vehículos, ha permitido alcanzar los dos objetivos principales:

- Reducir el exceso de velocidad de los vehículos de origen sur, dado que los vehículos que

superan la V₈₅ se ha reducido alrededor de un 50 %.

- Conseguir unas velocidades más homogéneas en el tráfico vehicular, la velocidad media en ambos ejes se ha estabilizado en torno a 40 km/h.

Por tanto, los resultados obtenidos del análisis de CVD, corroboran el estudio realizado por los técnicos del servicio de conservación y las medidas implantadas.

Sólo queda agradecer la colaboración de todo el equipo de conservación, tanto el perteneciente a la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid como a la UTE API-Sarrión encargada de la conservación del tramo, así como a la empresa Xouba (que ha realizado en análisis de los CVD) y a los técnicos del Ayuntamiento de Torrelodones. ■