



ANEXO METODOLÓGICO

NECESIDADES DE INVERSIÓN EN CONSERVACIÓN



Asociación
Española de la
Carretera

Julio de 2022



Asociación Española de la Carretera

C/Goya 23, 4º derecha

28001 Madrid. 915779972

aec@aecarretera.com

INTRODUCCIÓN

La metodología de trabajo empleado para el estudio “Necesidades de inversión en conservación” es un método propio basado en la inspección visual, desarrollado por la Asociación Española de la Carretera que permite conocer la situación de los firmes, señalización vertical y horizontal, balizamiento y barreras de seguridad de una determinada red mediante el empleo de un Índice que representa el estado de la misma. Asimismo, el método tiene la capacidad de facilitar el análisis comparativo del estado de conservación de diferentes redes de la misma categoría o nivel.

El método se caracteriza por los siguientes aspectos fundamentales:

- ✓ Aleatoriedad en la identificación de los tramos a evaluar.
- ✓ Representatividad de los tramos elegidos en relación al estado general de la carretera.
- ✓ Formación a los evaluadores que realizan el trabajo de campo.
- ✓ Sencillez en la recogida de información, de forma que se logre la máxima homogeneidad en el trabajo de los evaluadores.
- ✓ Tratamiento sistemático de la información, basado en un control de calidad específico.
- ✓ Resultados representativos del estado de conservación de las carreteras, con un alto nivel de fiabilidad.

Indudablemente, la utilización de equipos mecanizados de auscultación incorporaría datos más técnicos que la inspección visual; sin embargo, existen varias razones que justifican la validez de una inspección visual, entre las que destacan las siguientes:

- ✓ Las inspecciones visuales se han venido utilizando en los últimos años en países como Suecia, Reino Unido y también en España.
- ✓ En los pliegos de concesión para la conservación y explotación de las autovías de primera generación publicados en 2007, un buen número de indicadores se valoran por medio de inspección visual, por ejemplo, la presencia de fisuración en firmes bituminosos y de hormigón, la presencia de baches o el estado de las barreras y elementos de contención. En total, 18 de los 41 indicadores (44%) se calcula mediante inspección visual.
- ✓ El estudio pone de manifiesto lo que el ojo humano detecta, no los deterioros que, por ejemplo, en el caso del firme, podrían presentarse en las capas de base, sin que puedan apreciarse en superficie y, por lo tanto, ser visibles al ojo humano. Se trata, por tanto, de estimaciones “de mínimos”.
- ✓ El valor añadido del trabajo de inspección visual que realiza la Asociación Española de la Carretera radica en la continuidad de la serie, cuyo primer dato es del año 1985, porque permite realizar una valoración temporal, tanto de indicadores de estado, como de necesidades de inversión.

- ✓ No existe otro estudio de similares características en España, ni tampoco datos oficiales de los titulares de las vías, de carácter homogéneo, que permitan valorar tendencias o hacer estimaciones más precisas.
- ✓ Su simplicidad permite obtener datos fiables en tan solo dos meses de trabajo de campo, lo que aporta coherencia e igualdad de condiciones a todas las redes, y permite obtener una foto fija del estado de conservación global de la red.

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Los trabajos se desarrollan en las siguientes etapas:

1. Definición del tamaño de la muestra.

Para la determinación de la tendencia en la evolución del estado de la red, se considera suficiente tomar una muestra de la misma, siempre y cuando el método seguido para su determinación sea objetivo y las muestras, representativas.

Cuanto mayor es la muestra mayor fiabilidad en los resultados que se obtengan, por cuanto se aproxima más a la población, pero el coste y tiempo del estudio se incrementan considerablemente. Es, por tanto, conveniente buscar una solución de compromiso entre estas dos tendencias.

En la determinación del tamaño de la muestra, o número de tramos a evaluar se han seguido criterios estadísticos. El cálculo para la determinación del número necesario de puntos, está basado en el objetivo de obtener un error máximo en las mediciones del orden del 3%.

Así, se ha empleado una distribución Binomial, mediante la cual se puede calcular el número de puntos necesarios a través de la expresión:

$$N = \frac{k^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q}$$

Donde:

P: probabilidad de salir elegido (50%)

q: probabilidad de no salir elegido (50%).

N: número total de tramos en la red a inspeccionar.

e: error.

K: valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido. Para un nivel de confianza de 95% K = 1.96

n: número de puntos a muestrear.

En el caso de la Red de Carreteras del Estado, al igual que en el caso de la red de carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, el tamaño de la muestra se obtiene a partir de la longitud total de la red viaria.

Los 1.300 tramos de 100 metros de carretera considerados en la Red de Carreteras del Estado suponen un error del 2.62%.

Los 1.700 tramos de 100 metros de carretera considerados en las redes de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales suponen un error del 2.4%.

2. Identificación de tramos a inspeccionar.

Los tramos se distribuyen aleatoriamente en los mapas que utilizarán los evaluadores, de acuerdo a los siguientes criterios:

- ✓ Las carreteras de la Red del Estado están orientadas, en términos generales, de forma radial. Por ello, se utiliza un procedimiento estratificado en la ubicación de los puntos, en forma lineal, comenzando por ubicar el primer punto al azar y ubicando el resto sucesivamente a una distancia aproximadamente constante. Esta distancia se obtiene dividiendo la longitud de kilómetros en la Red de Carreteras del Estado de la provincia en cuestión, entre el número de puntos a evaluar (tamaño de la muestra) y representado a escala del mapa. En las vías que no son radiales, la ubicación de los puntos se realiza de manera aleatoria, cubriendo toda la red viaria.
- ✓ En las carreteras de las Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, se realiza una distribución del número de puntos a evaluar de manera homogénea en las redes de primer, segundo y tercer nivel. La distribución se realiza de forma aleatoria, tratando de cubrir, siempre que sea posible, todas las carreteras de la red viaria.
- ✓ Por si alguno de los puntos se localizara en un tramo en obras, se indica a los evaluadores (etapa siguiente) que se deberá ubicar en la misma carretera, lo más próximo posible al tramo ubicado inicialmente en el mapa. El evaluador dejará constancia del cambio en los registros del trabajo de campo.
- ✓ Se solicita a los evaluadores que consideren un punto lo más próximo posible al localizado en el mapa, aunque el tramo finalmente evaluado puede variar algunos kilómetros, debido a la necesidad de localizar un punto seguro para estacionar el vehículo y realizar el trabajo con seguridad.
- ✓ Durante el curso de formación se aclara a los evaluadores que el tramo finalmente evaluado debe ser característico del estado de la vía. Es decir, se les prohíbe registrar los datos de un tramo que esté muy deteriorado, si ésta no es la situación general de la carretera que están analizando; de la misma manera, no se podrá elegir un tramo en perfectas condiciones si la vía en la que está no presenta esas mismas condiciones. En definitiva, los tramos elegidos deben ser representativos del estado general de la vía.

- ✓ Se evitan siempre puntos singulares de la vía: puentes, travesías, intersecciones, enlaces, etc.

3. Formación de evaluadores.

Los evaluadores que realizan el trabajo de campo se seleccionan entre ingenieros de caminos, canales y puertos o estudiantes de último año, de manera que tengan conocimientos básicos sobre ingeniería y, en particular, sobre carreteras.

A todos ellos se les impartió un curso de formación de dos días de duración, durante el mes de junio de 2021, en el que se les enseñaron los siguientes procedimientos:

- ✓ Aspectos generales de utilización de los mapas, hojas de campo e identificación de tramos a inspeccionar.
- ✓ Inspección del estado de los firmes.
- ✓ Inspección del estado de la señalización vertical.
- ✓ Inspección del estado de la señalización horizontal.
- ✓ Inspección del estado de las barreras metálicas de seguridad.
- ✓ Inspección del estado de los elementos de balizamiento.
- ✓ Seguridad en la inspección visual.

Durante el curso se realizan numerosos ejemplos prácticos para comprobar que los evaluadores han comprendido el procedimiento de inspección. Así mismo, los primeros tramos de evaluación son enviados a la Asociación Española de la Carretera para su seguimiento y comprobación, de manera que se corrijan posibles errores.

La Asociación Española de la Carretera presta apoyo on-line a los evaluadores en todo momento, durante el desarrollo del trabajo de campo.

4. Desarrollo del trabajo de campo.

Durante el desarrollo del trabajo de campo, los evaluadores disponen del mapa con los puntos a inspeccionar, una pizarra para la identificación de los tramos, hojas de campo, el manual de evaluación y una cámara de fotos.

Los evaluadores realizan el siguiente trabajo:

- ✓ Planificación del trabajo de campo.
- ✓ Identificación y localización de tramos de inspección.
- ✓ Estacionamiento del vehículo en una zona segura.
- ✓ Recorrido a pie del tramo de 100 metros localizado en el mapa y registro de los datos relativos al estado del firme en la hoja de campo.
- ✓ Localización de una señal vertical de código y valoración de su estado en la hoja de campo.
- ✓ Valoración del estado de conservación de la marca vial.
- ✓ Valoración del estado de conservación de las barreras metálicas de seguridad.
- ✓ Valoración del estado de conservación de los elementos de balizamiento.

- ✓ Realización de fotografías a cada uno de los elementos inspeccionados.

En cada punto analizado se recogen 131 datos, repartidos en los siguientes grupos:

- 31 datos por tramo con relación al estado del firme.
- 21 datos por tramo con relación al estado de la señalización vertical.
- 10 datos por tramo con relación al estado de la señalización horizontal.
- 43 datos por tramo con relación al estado de las barreras metálicas de seguridad.
- 26 datos por tramo con relación al estado del balizamiento.

5. Revisión y control de los resultados del trabajo de campo.

Los resultados del trabajo de campo se adecúan a un archivo Excel para la recopilación de todos los datos de manera homogénea; el evaluador entrega una hoja Excel por cada provincia, así como el material utilizado en la inspección y el conjunto de fotografías adecuadamente identificadas.

Los trabajos entregados son objeto de un exhaustivo control de calidad, de manera que se compruebe que los puntos evaluados se corresponden con los puntos localizados en el mapa y que la evaluación se ha desarrollado de manera correcta.

6. Proceso de la información recogida.

La información de las hojas Excel se utiliza para alimentar una base de datos específica para cada uno de los elementos analizados (firmes, señalización vertical, señalización horizontal, barreras metálicas de seguridad y elementos de balizamiento).

La Asociación Española de la Carretera dispone de un software específico que desde su desarrollo en la década de los 90, sistematiza la obtención de los indicadores de estado y de las necesidades de inversión.

7. Obtención de indicadores de estado y necesidades de inversión.

El software específico mencionado anteriormente permite obtener la valoración de los indicadores de estado de cada aspecto en la Red de Carreteras del Estado (por Demarcaciones) y en las redes de las Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales.

En cuanto a las necesidades de inversión, en el capítulo de los firmes se obtienen a partir del mismo programa, al que se le introduce un cuadro de precios que se actualiza convenientemente.

El cálculo de las necesidades de inversión del equipamiento viario (señalización vertical, señalización horizontal y barreras de seguridad) se realiza a partir de los elementos en mal estado; en el caso de la señalización vertical, se estima que deben reponerse todas las señales que han superado su periodo de garantía; en el caso de las marcas viales, se estima que deben

repintarse todos los tramos que han obtenido una puntuación inferior a 5 en una escala de 0 a 10; en el caso de las barreras de seguridad, deben reponerse en aquellos tramos donde el estado de conservación se haya identificado como deficiente.

CALIBRACIONES.

Para los siguientes elementos, la inspección está calibrada:

- ✓ Señalización horizontal: hace varias campañas se realizó una medición con equipamiento específico (ECODYN) y se valoró el error que cometía el ojo humano respecto al valor obtenido de manera instrumental. Desde entonces, los resultados de la inspección de señalización horizontal se calibran de acuerdo a este factor corrector.
- ✓ Señalización vertical: un muestreo realizado en varias ocasiones con retro-reflectómetro portátil ha permitido concluir que tal y como se había comprobado con la inspección visual (sin equipamiento específico), más del 50% de las señales no cumplen con el nivel de retrorreflexión requerido. Este valor es muy superior al obtenido en las estimaciones visuales.