

Deterioros aparecidos en las estructuras de la autopista Villalba-Adanero

Por D. José María Morera
Ingeniero de Caminos
Director General de
IBERICA AUTOPISTAS, S.A.



Figura 1

1. Introducción

LA Autopista de Villalba-Adanero se inicia en el PK. 39,500 de la A-6, en las estribaciones del lado sur de la Sierra de Guadarrama, con una cota de 877 m; atraviesa el macizo rocoso del Guadarrama a través de dos túneles de aproximadamente 3.000 m de longitud cada uno, para alcanzar su cota máxima de 1.309 m en el PK. 70. Posteriormente, va perdiendo altura, llegando a la cota 1.103 en el km 86, término municipal de Villacastín, y desde allí discurre sin grandes variaciones de altura con una cota media de 950 hasta el km 109, término municipal de Adanero.

A lo largo de un trazado tan accidentado existen en la autopista un total de 31 grandes obras de fábrica

(L. > 7 m) de distintas tipologías, siendo las más importantes los Viaductos de la Jarosa, San Rafael, Arenales, Sotillo y Lavadero, todos ellos de una longitud superior a los 300 m, constituidos por vanos independientes de 40 m de luz, formados a base de vigas prefabricadas (Fig. 1).

Dado su carácter de autopista de montaña, las temperaturas existentes oscilan grandemente entre amplios márgenes, alcanzándose hasta los 20.º bajo cero en invierno y superándose con relativa frecuencia los 30.º en verano. Son frecuentes en invierno temperaturas mínimas entre 8 y 12.º bajo cero y muy frecuentes entre 2 y 8.º bajo cero. En la ladera norte de la sierra la humedad suele ser elevada y son relativamente frecuentes la formación de nieblas.

Con este panorama es evidente que los problemas de vialidad invernal en la autopista son impor-

tantes y que los tratamientos preventivos para evitar la formación de hielo son muy frecuentes, dando una idea de su magnitud el hecho de que durante 1986 se hayan consumido unos 2.000 t de cloruro sódico y unas 100 t de cloruro cálcico. Los recorridos efectuados por los equipos de tratamientos preventivos y limpieza de calzadas contra la nieve, han sido superiores a 25.000 km en ese año. Las estructuras son puntos de especial atención, por la mayor facilidad de producirse hielo en su superficie.

2. Inspección de las obras de fábrica

El Servicio de Conservación de la autopista tiene establecidos unos programas de seguimiento y auscultación de las distintas unidades de obra que componen el conjunto de la autopista (firmes, plantaciones,

instalaciones eléctricas, etc.). Dentro de estos programas, evidentemente, existe un plan de inspección sistemático de las obras de fábrica, cuyos períodos entre inspecciones oscilan en función del tipo de obra de que se trate. Así, las pequeñas obras de paso que están integradas dentro de los sistemas de drenaje de la autopista, se revisan y se efectúan las limpiezas pertinentes todos los años, antes del invierno, para que puedan desempeñar correctamente las funciones para las que están construidas.

Las grandes obras de fábrica están sometidas a inspecciones someras, también de forma periódica, y normalmente todos los años se realiza una inspección de este tipo. Además de este tipo de inspecciones encaminadas fundamentalmente a mantener la funcionalidad de estas obras, cada cinco años se realiza una "Inspección Principal" de los grandes viaductos, para lo cual se utilizan medios especiales de acceso y personal cualificado (Fig. 2).



Figura 2

Refiriéndose a estos viaductos, en el año 1980 se realizó la primera de estas inspecciones, donde no se detectaron desórdenes importantes en las vigas, aunque sí había principios de corrosión del hormigón y de las armaduras en los dinteles y en algunos puntos de las pilas. Esta corrosión provenía, fundamentalmente, del agua que se infiltraba por las juntas de los puentes y se quedaba retenida en el paramento superior del dintel. Este agua, bien entendi-

do de los tratamientos invernales efectuados sobre los tableros de los puentes (Fig. 3).

En aquellos momentos, el daño no era lo suficientemente importante como para intervenir de for-



Figura 3

“En el año 1980 no se detectaron desórdenes importantes en las vigas, aunque sí había principios de corrosión del hormigón y de las armaduras en los dinteles y en algunos puntos de las pilas.”

ma inmediata y la única medida que se tomó fue la de construir debajo de cada junta un canalón que recogiese las aguas para evacuarlas lateralmente (Fig. 4). De esta forma se frenaría el proceso degradatorio inicial.

En el año 1985 se repitió la inspección. Los daños existentes en los dinteles habían progresado, pero sólo ligeramente; sin embargo fue una sorpresa el descubrir que las vigas laterales presentaban fenómenos avanzados de corrosión en el



Figura 4

“En algunos de los puntos se picó el hormigón para ver el alcance de los daños y se vio que éstos afectaban claramente a las armaduras pasivas y en algún caso a las activas.”

hormigón y en las armaduras (Fig. 5).

En algunos de los puntos donde se presentaba este fenómeno, se picó el hormigón para ver el alcance de los daños y se vio que éstos afectaban claramente a las armaduras pasivas y en algún caso a las activas, por lo que se decidió hacer un análisis detallado de daños para proceder a su reparación (Fig. 6).



Figura 6

3. Análisis de daños

Los daños existentes se pueden agrupar en tres clases, según los elementos estructurales en los que han aparecido:

a) Vigas. Se encuentran dañadas las vigas de borde y justamente en los puntos situados debajo de los sumideros por donde discurre el agua. Como existen cinco pasos de agua, normalmente en esos cinco puntos



Figura 5

se produce, en mayor o menor medida, un foco de corrosión que afecta al hormigón que se encuentra reventado, a las armaduras pasivas

“Se encuentran dañadas las vigas de borde y justamente los puntos situados debajo de los sumideros por donde discurre el agua.”



Figura 8

que en algunos casos han desaparecido completamente y, menos frecuentemente, a las armaduras activas (Fig. 8), habiéndose encontrado alambres rotos en algún tendón (Fig. 9).

En el resto de las vigas, riostras y tableros, no se han detectado daños. b) Dinteles y pilas. Como ya se ha indicado antes, los daños se han producido por corrosión de hormi-





Figura 10

gón y armaduras por el agua salada que se almacena en el capitel y discurre por los paramentos. La zona afectada del hormigón es superficial (recubrimiento) y las armaduras pasivas afectadas son asimismo las de piel (Figs. 10 y 11).

c) Aceras. El hormigón de las aceras por el efecto combinado del agua salada y de los ciclos de hielo y deshielo, sufren un proceso de de-

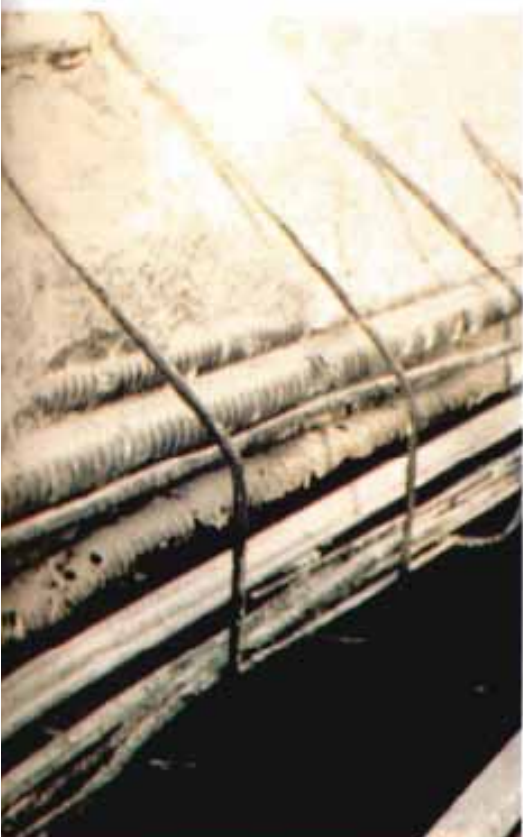


Figura 9



Figura 11

sintegración bastante generalizado y que afecta normalmente a las armaduras pasivas existentes (Fig. 12).



Figura 12

“El hormigón de las aceras por el efecto combinado del agua salada y de los ciclos de hielo y deshielo, sufren un proceso de desintegración bastante generalizado.”

4. Terapéutica aplicada para la protección y reparación de las estructuras

A la vista de los hechos anterior-

res, la Empresa Concesionaria inició inmediatamente una serie de actuaciones encaminadas, por un lado, a la reparación de los daños existentes y, por otro, a la protección de las estructuras contra los agentes agresivos.

Para la reparación de los focos de corrosión en vigas se está procediendo de una manera sistemática en las zonas de hormigón corroído, primero mediante picado profundo con martillos neumáticos, después reposición, si procede, de las armaduras pasivas deterioradas o desaparecidas y posteriormente hormigonando la zona con un mortero



Figura 13

autonivelante sin retracción y de alta resistencia inicial. Para asegurar la perfecta unión entre ambos hormigones, el hormigón viejo, una vez saneado, es tratado con chorro de arena (Figs. 13, 14 y 15).

En los casos en que se ha producido rotura de alambres de pretensado, hasta la fecha se han dejado sin reparar porque se han efectuado cálculos de comprobación teórica para conocer los coeficientes de seguridad reales con distintas hipóte-



Figura 14

sis de pérdida de pretensado. Las roturas que hasta la fecha se han



Figura 15

“Para asegurar la perfecta unión entre ambos hormigones, el hormigón viejo una vez saneado, es tratado con chorro de arena.”

detectado, en ningún caso afectan a la seguridad real de las estructuras.

La reparación de las pilas y dinteles no se ha iniciado todavía de forma sistemática, aunque se han hecho pruebas sobre los sistemas que se pueden emplear habida cuenta de la menor prioridad en la ejecución de sus trabajos. Básicamente, el sistema consistirá en sanear mediante picado el hormigón deteriorado, limpieza profunda de hormigón y armadura mediante tratamientos con chorro de arena y posterior reparación del hormigón con un mortero de características análogas a la utilizada en vigas (Fig. 16).

Para la reparación de las aceras se efectúa un saneado previo, mediante picado con maza, del hormigón deteriorado, realizándose posteriormente una limpieza con agua a alta presión (500 kg/cm²) (Fig. 17). Este sistema es sustituido del tratamiento con chorro de arena, a fin de permitir la circulación en uno de los carriles de la calzada cuando se está trabajando, aunque resulta más caro. Una vez realizado este saneado, se encofran los bordes y se vierte el mortero autonivelante, terminando la acera con un mortero de consistencia normal, para darle una pendiente transversal a la misma. Ambos morteros son sin retracción (Fig. 18). Posteriormente se efectúa un tratamiento de impermeabilización con dos manos de pintura especial a base de latex.

Para la protección de las estructuras contra los agentes agresivos, fundamentalmente el agua con cloruros, se están tomando distintas medidas, algunas de ellas desde un punto de vista de vialidad invernal, consistentes en la búsqueda de sustitutos de la sal para los tratamientos preventivos y, otras encaminadas a canalizar y evacuar las

“Deben evitarse en los puentes de vigas el mayor número de juntas posible y disponer de sistemas para canalizar el agua que pase a través de ellas, evitando que llegue a la superficie del dintel.”

aguas, lo más rápidamente posible, de las estructuras. Por último, si este agua se pone en contacto con las estructuras, procurar impermeabilizar los paramentos para que el daño, si existiese, se reduzca al mínimo.

Así, todos los mechinales existentes han sido cerrados y sustituidos por un dren longitudinal ejecutado en el borde de unión de la calzada y la acera, encargado de recoger el agua de la interfase tablero-pavimento (Fig. 19) (ver página siguiente). Por encima de este dren está previsto que circule el agua superficial contra las aceras hasta su desagüe en arqueta a la que a su vez llega el agua de los drenes de tablero. De estas arquetas parten tubos de PVC con suficiente sección y longitud para que las aguas no tomen contacto con el hormigón.

Las aguas que se infiltran por las juntas desaguan por canalones a media caña. Este sistema funciona solamente regular, debido a que los pájaros construyen sus nidos en esos sitios.

Se está estudiando suprimir las juntas haciendo tableros continuos, obra que se acometerá en un futuro próximo.

Por último, todos los paramentos que pueden estar expuestos frecuentemente al contacto con el agua salada, se están tratando con pinturas impermeabilizantes a base de latex.

Además, con objeto de controlar en el futuro la posible progresión de los daños, se han dejado testigos de evolución de la corrosión.

Conclusiones

De nuestra experiencia en la conservación de estructuras podemos



Figura 16

sacar las siguientes conclusiones:

- 1) Cuando existen tratamientos invernales a base de sales, se deben efectuar “inspecciones principales” con una periodicidad máxima de 5 años.
- 2) Deben eliminarse los sumideros como sistemas de evacuación del agua de las calzadas. Estas deben canalizarse hasta arquetas de desagüe y allí, mediante sistemas apropiados, verterse al exterior.
- 3) Deben evitarse en los puentes de vigas el mayor número de juntas posible y disponer de sistemas para canalizar el agua que pase a través



Figura 17



Figura 18

de ellas, evitando que llegue a la superficie del dintel.

4) Las vigas deben proyectarse de tal forma que puedan ser inspeccionadas. En particular, los extremos de las vigas deben separarse lo suficiente para permitir el acceso a las mismas.

5) Los dinteles deben estar limpios de suciedad para evitar que el agua se estanque allí, y su superficie deberá tener una pendiente adecuada para la eliminación de las aguas.

6) Deben buscarse sistemas sustitutos de la sal común para los tratamientos invernales sobre estructuras, tanto preventivos como en caso

“La utilización de productos de reparación debe realizarse con precauciones, pues suelen presentarse problemas como falta de pasivación de armaduras, fisuras de retracción, etc.”

de nevada (urea, CMA acetato de calcio magnesio).

7) La utilización de productos de reparación, (morteros, resinas), debe realizarse con precauciones si no se tiene experiencia, pues suelen presentar problemas tales como falta de pasivación de armaduras, fisuras de retracción, faltas de adherencia, etc.

Por último, queremos agradecer la colaboración prestada por las empresas PROES, en los estudios técnicos, GEOCISA, en sus labores de inspección y auscultación de es-

tructuras y REHESA (Rehabilitación de Estructuras), por sus labores de reparación, pues todas ellas han colaborado con la propiedad en la resolución de los problemas existentes, con gran interés, debido sobre todo a la falta de antecedentes sobre reparaciones de este tipo.



Figura 19

Resumen

IBERPISTAS, S.A., como concesionaria de la autopista Villalba-Adanero, y por tanto responsable de su mantenimiento, realiza con regularidad la Inspección rutinaria de sus estructuras, y periódicamente, cada cinco años, la Inspección principal, de acuerdo con las “Recomendaciones para la conserva-

ción de obras pretensadas (H.P. 6-83)”, de la A.T.E.P.

Lo que inicialmente se detectó como ligeros defectos o manchas en la Inspección rutinaria, más tarde, en una Inspección principal con la “Pasarela FIP”, se calificó como ligeros desconchones y manchas de óxido.

Dicho esto, se trató de paliar o frenar estos deterioros con medidas basadas en la evacuación de las aguas de la calzada a través de las juntas; si bien esta operación se realizó de forma somera y no exhaustivamente.

En la Inspección principal realizada en 1985, se constató una rápida evolución de estos defectos, con reventones en el hormigón y armaduras pasivas.

En vista de ello, se tomó la decisión de realizar un estudio detallado de causas y efectos para pasar a continuación a la acción. Es decir, se comenzó la reparación a medida que, al irse descubriendo las armaduras activas y pasivas se observaba su grado de deterioro, así como la penetración de los cloruros en el hormigón y el grado de carbonatación del mismo.