

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES EN LA RED DE GESTIÓN DIRECTA DE abertis AUTOPISTAS ESPAÑA

## José Manuel SIMÓN-TALERO MUÑOZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
TORROJA INGENIERÍA S.L.

[jsimontalero@torroja.es](mailto:jsimontalero@torroja.es)

## Pedro Pablo SÁNCHEZ MARTÍNEZ-FALERO

Ingeniero Técnico de Obras Públicas  
TORROJA INGENIERÍA S.L.

[pps@torroja.es](mailto:pps@torroja.es)

## Carlos MILLÁN URRÁ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA

[carlos.millan@abertisautopistas.com](mailto:carlos.millan@abertisautopistas.com)

## RESUMEN

En España, Abertis gestiona directamente más de 1.500 kilómetros de autopistas, cubriendo el 59% del total de vías de peaje, a través de las siguientes concesionarias: Acesa, Aumar, Iberpistas, Aucat, Castellana, Aulesa y Avasa.

En el año 2008 se considera la necesidad de homogeneizar el mantenimiento de las infraestructuras, hasta entonces llevada a cabo de forma particular por cada concesionaria. Surge, entre otras, la necesidad de implantar un Sistema para gestionar de manera uniforme y homogénea todos los puentes y estructuras cuya conservación y mantenimiento recae en Abertis.

El objetivo de este artículo es reflejar, por tanto, algunas conclusiones relativas a los resultados de las inspecciones principales llevadas a cabo y de la implantación del Sistema de Gestión de Puentes.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión-Puentes-Autopistas-Peaje-Inspecciones-SGP

## 1. Introducción



Figura 1. Red de autopistas de abertis

En España, Abertis gestiona directamente más de 1.500 kilómetros de autopistas, cubriendo el 59% del total de vías de peaje, a través de las siguientes concesionarias: Acesa, Aumar, Aucat, Aulesa, Avasa, Iberpistas, y Castellana.

En el año 2008 se considera la necesidad de homogeneizar el mantenimiento de las infraestructuras, hasta entonces llevada a cabo de forma particular por cada concesionaria.

Surge, entre otras, la necesidad de implantar un Sistema para gestionar de manera uniforme y homogénea todos los puentes y estructuras cuya conservación y mantenimiento recae en abertis.

El sistema de gestión de Abertis-Autopistas-España permite obtener una estimación de los costes de reparación en función de las características de los deterioros detectados, de su ubicación y de su accesibilidad. Además, también permite realizar una ordenación de prioridades de actuación. Se presenta un resumen de los resultados obtenidos sobre las 3427 obras estudiadas y de las mejoras en la gestión que ha supuesto la aplicación del sistema.

Si bien no requiere mayor atención informativa la aplicación informática desarrollada, ampliamente difundida en otros foros y congresos, si resultan interesantes los resultados derivados de las inspecciones principales realizadas al efecto, fundamentalmente para el Gestor del Sistema.

## 2. Inspecciones realizadas

Para completar el contrato en el plazo preestablecido se dispusieron un total de 9 equipos de inspección simultáneos, de dos personas, con capacitación técnica adecuada, más 2 equipos de reserva, y 5 técnicos para realizar la introducción de los datos de inventario de todas las estructuras. El plazo total de ejecución de todas estas tareas ha sido de, aproximadamente 3 años. El coste total de ejecución de todas estas tareas se corresponde con una repercusión unitaria por estructura del orden de 650-700 euros por estructura.

Entre agosto de 2008 y abril de 2009 se realizaron todas las inspecciones, obteniendo un rendimiento medio de 4 inspecciones por día.

De manera ilustrativa se exponen a continuación algunos datos de carácter técnico relativos al contrato:

- 3.427 Estructuras inspeccionadas de más de 2,0 m de luz
- 442 Cauces inspeccionados
- 101 Inspecciones con medios especiales de acceso
- 103 Inspecciones Especiales
- 573 Viaductos, de los cuales 73 tienen pilas de altura superior a 20 m
- 228,5 km de estructura inspeccionados, correspondientes a 2.500.000 m<sup>2</sup> de plataforma
- Repercusión de 2,7 estructuras por km de autopista
- 14.700 planos introducidos en la Base de Datos (BD)
- Tamaño utilizado en BD: 70 Gb
- 10.900 imágenes cargadas en BD
- 72.000 registros de deterioros cargados en BD

En el Sistema se ha incluido también el inventario completo de todas las estructuras. De las 3427 obras de fábrica inventariadas, de luz mayor de 2,0 m, 977 corresponden a puentes o viaductos del tronco de la autopista, 880 son pasos superiores sobre la misma, 1552 son pasos inferiores bajo la autopista y las restantes 18 son pasarelas que cruzan también sobre la autopista.

En la tabla que sigue se presentan las características principales de las estructuras (longitud, anchura y superficie) agrupadas en función de su tipología (puentes o viaductos, pasos superiores, pasos inferiores y pasarelas).

TIPO DE OBRA	Total			Dimensiones medias		
	Número (m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Longitud media (m)	Anchura media (m)	Superficie media (m <sup>2</sup> )
<b>Puentes y Viaductos</b>	977	91 863	1 317 400	94.0	14.3	1 348.4
<b>Pasos superiores</b>	880	57 812	534 817	65.7	9.3	607.7
<b>Pasos inferiores</b>	1 552	78 386	463 759	50.5	5.9	298.8
<b>Pasarelas</b>	18	443	1 680	24.6	3.8	93.3
<b>TOTAL</b>	<b>3 427</b>	<b>228 504</b>	<b>2 317 656</b>	<b>66.7</b>	<b>10.1</b>	<b>676.3</b>

**Tabla 1. Características de las estructuras**

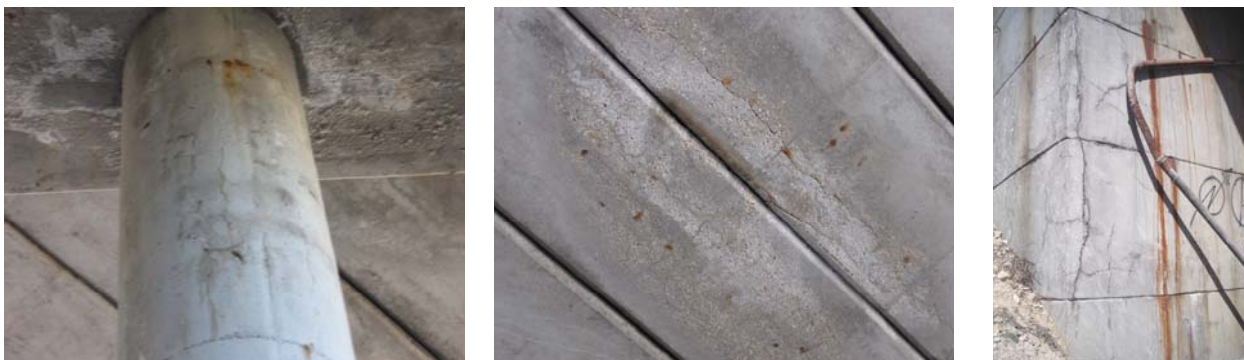
Prácticamente todas las estructuras son de hormigón. Tan solo 14 estructuras tienen el tablero metálico o mixto (hormigón y acero), 7 de las cuales son pasarelas peatonales y las otras 7 son pasos sobre autopista. Igualmente, sólo 16 obras de drenaje transversal están realizadas con tubos de chapa ondulada galvanizada.

### 3. Resultados de las Inspecciones principales

#### 3.1. Deterioros detectados

A continuación se reflejan algunos resultados de las inspecciones visuales realizadas que pueden resultar interesantes.

- i) El 44% de las estructuras inspeccionadas cuentan con fisuras inducidas por esfuerzos, en cualquiera de sus elementos resistentes. Entre el 33% y el 38% de las estructuras apoyadas en pilas y estribos padecen este tipo de fisuras frente a casi el 55% de las POP (luz < 10 m) que se encuentran fisuradas por este efecto. Podría ser un indicador de que se consideran estructuras secundarias, a efectos de proyecto.
- ii) El entorno del 25% de estructuras tipo puente, aunque con una dispersión mayor que en el caso anterior, presentan fisuras debidas a corrosión de las armaduras frente al 13% de estructuras enterradas, influido lógicamente por se menor exposición ambiental.



**Figura 2. Fisuras por corrosión en fuste, vigas y muro de estribo**

- iii) Menos del 1% de las estructuras inspeccionadas presentaron algún tipo de descalce en algún elemento de cimentación, sin que ello supusiera riesgo alguno de asentamiento o giro de las subestructuras.



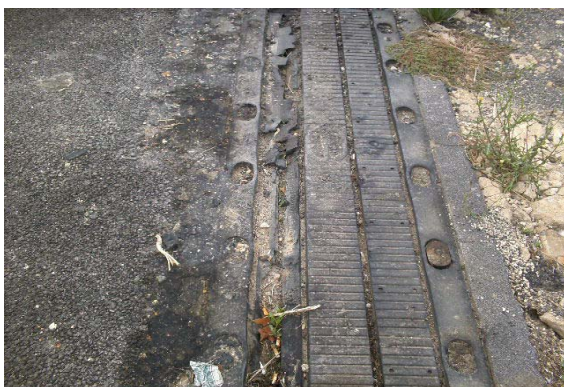
**Figura 3. Descalce en cimentación por socavación**

- iv) Más del 20% de los pasos superiores tienen algún problema en el funcionamiento de sus apoyos, frente a un 11% de estructuras del tronco con patologías similares. En total, 263 estructuras presentaron algún daño en los aparatos de apoyo, representando a casi un 8% del total de estructuras.



**Figura 4. Apoyos bloqueados y desplazados de su posición teórica**

- v) Más del 25% de los pasos sobre las autopistas tienen problemas moderados en el funcionamiento de las juntas de calzada, frente a un 11% de estructuras del tronco con patologías similares, lo que denota que la conservación de las estructuras, generalmente transferidas, no resulta eficiente. Del total de estructuras, casi 350 puentes, un 18% de los mismos, reflejaban patologías en las juntas de calzada.



**Figura 5. Junta de calzada deteriorada o inexistencia de junta de calzada**

- vi) Casi el 40% de las estructuras tienen algún deterioro moderado en los sistemas de contención, de los que casi la mitad corresponden a problemas en barandillas peatonales.
- vii) Se detectaron cerca de 10.000 m<sup>2</sup> de desconchones y lajaciones con armadura pasiva implicada, en los diferentes elementos de hormigón de las estructuras inspeccionadas.



**Figura 6. Armaduras a la vista con rastros de oxidación y desconchón en paramento de hormigón**

- viii) Se detectaron casi 6.000 m de armaduras a la vista, con síntomas de corrosión y cerca de 26.000 m<sup>2</sup> de superficies con la armadura vista, en cualquiera de sus direcciones, lo que representan casi 8,0 m<sup>2</sup> por estructura.
- ix) Si se reparasen todos los deterioros, incluidos los intrascendentes, el coste de reparación se elevaría hasta los 40 millones de euros, lo que representa unos 11.500 € por estructura.
- x) Si se reparasen sólo los deterioros de moderados a severos, dejando al margen los deterioros intrascendentes, habría que actuar sobre 1315 puentes y el coste estimado disminuiría a 24 millones de euros, lo que representa 18.000 €/estructura correspondientes a unos 10.000 €/hm de estructura. Esto significa que el 40% de los deterioros detectados no requieren actuación de reparación.
- xi) 28 estructuras sobre 442, presentan un potencial alto de socavación del cauce (un 6%). Tan solo 1 estructura presentó en un elemento de subestructura una socavación considerada “fuerte”, sobrepasando el canto del encepado. Conviene aclarar que esta estructura dispone de pilotes en la cimentación.

### **3.2. Ordenación de prioridades**

El software desarrollado para realizar la gestión de los puentes permitió priorizar el estado de conservación de todas las estructuras, en función de unos determinados indicadores, que evalúan cada uno de los deterioros observados, ponderando, además, según sea la importancia del elemento en el puente (a nivel resistente o a nivel funcional), y dependiendo de otros parámetros como la intensidad media diaria de tráfico, la importancia estratégica del puente en cuestión y la propia envergadura del puente.

Conjugando todos estos parámetros se obtuvo un índice de estado numérico, que cuantificaba el nivel de conservación de cada estructura. Una vez fijado el umbral de aceptación de las estructuras, se pudo proceder a planificar las actuaciones de reparación y el plan de inversión necesario. A título meramente informativo, en la evaluación por criterios de resistencia, se produjeron los siguientes resultados:

- i) 3320 estructuras (~97%) resultaron evaluadas muy por debajo del umbral de aceptación, lo que significa que su conservación es adecuada y volverán a evaluarse en la siguiente campaña de inspecciones (3-5 años)
- ii) Cerca de 100 estructuras (~3%) obtuvieron un índice de estado en el entorno del umbral de aceptación, por lo que se debe proceder, en general, a la reparación de los deterioros que han generado dicho estado o a un seguimiento periódico y minucioso de la evolución de estos daños.
- iii) Sólo 11 estructuras (3,2 ‰) superaron el umbral de aceptación en la ordenación de prioridades. En los puentes en que se da esta casuística es obligado realizar un estudio de detalle de las patologías detectadas, con vistas a repararlas o, en algunos casos, hay que proceder a acometer algunas reparaciones de forma inmediata, o incluso con carácter de urgencia.
- iv) Ningún puente requirió una actuación de emergencia.

#### **4. Inspecciones especiales de detalle**

89 estructuras requirieron la realización de Inspecciones de detalle por parte de personal especializado, lo que representa menos de un 3% de las estructuras inspeccionadas. Las causas objeto de estas inspecciones fueron las que siguen:

- 45 puentes presentaron una elevada medición de fisuras en sus tableros, inducidas por esfuerzos de flexión.
- 10 puentes presentaron una cuantiosa medición de fisuras, de orientación vertical, en las pilas.
- 7 obras de paso transversal, tipo cajón o marco, presentaron fisuración generalizada, de orientación longitudinal, en sus dinteles.
- 4 puentes presentaban golpes en las vigas de borde de los tableros.
- 6 estructuras presentaron síntomas de ataque químico en alguno de sus elementos.
- 10 estructuras presentaron indicios de descalce por socavación a asentamientos de rellenos.
- 7 estructuras presentaron daños de cuantiosa medición relacionados con el hormigón (desagregación, desconchones con o sin armadura implicada, etc).

Realizadas las 89 inspecciones especiales, las principales conclusiones obtenidas se resumen como sigue:

- i) 34 estructuras requirieron una actuación de reparación o refuerzo, a corto plazo.
- ii) 21 estructuras requieren una actuación de reparación a medio plazo.
- iii) 26 estructuras requieren un seguimiento de los daños para observar su evolución.
- iv) 2 estructuras requirieron un proyecto de sustitución de apoyos.
- v) 16 estructuras sin actuaciones de reparación recomendadas, hasta nueva evaluación.
- vi) 8 estructuras cuyos deterioros no revisten gravedad.

vii) 2 estructuras a inspeccionar con medios especiales de acceso, debido a la altura de pilas.

Además, 101 estructuras requirieron medios especiales de acceso, 84 de ellas por altura de rasante superior a 20 m y otras 17 por salvar cauces no rebasables.



**Figura 7. Vistas de la pasarela autoportante utilizada en buena parte de las inspecciones**

El rendimiento obtenido con esta máquina osciló entre 7 y 10 vanos por jornada, dependiendo de la luz de los vanos y de la sección tipo del tablero. La maniobra de despliegue de la celosía metálica se realiza aproximadamente en 10-15 minutos. La utilización de este tipo de maquinaria implicó necesariamente el corte temporal del carril derecho de la calzada de cada puente.

Estas inspecciones sirvieron para detectar, entre otras anomalías, el desplazamiento de algunos apoyos, el cuarteamiento del neopreno de alguno de ellos, o la exposición a la vista de un trozo de vaina de pretensado adherente, amén de estados de fisuración que no se detectaron, a vista de pájaro, desde el terreno natural.



**Figura 8. Apoyos desplazados y vaina de pretensado expuesta**

El presupuesto medio estimativo de reparación de estas estructuras se encuentra en el entorno de los 55.000 € por puente, con una repercusión media, por superficie de tablero, de unos 15 €/m<sup>2</sup>, lo que denota el buen estado de conservación de las estructuras.

## 5. Conclusiones de las inspecciones realizadas

Con la implantación y utilización del sistema de gestión se ha tratado de optimizar los recursos disponibles, que siempre son escasos, para la conservación de las estructuras de la red. Así, se ha tratado de emplear dichos recursos en los puentes que, realmente tenían una prioridad técnica de ser rehabilitados.

Adicionalmente, la extensa y detallada campaña de inspecciones realizada ha permitido detectar ciertas circunstancias que deben ser tenidas muy en cuenta para realizar una adecuada gestión del mantenimiento de los puentes. Entre estas cabe resaltar las siguientes.

- A priori, los aparatos de apoyo de material elastomérico constituyen un punto débil de cara a la conservación, ya que su vida útil nominal es menor que la de la estructura. Sin embargo, en general, el estado de conservación de muchos de los apoyos inspeccionados, que tienen ya edades cercanas a los 30-35 años, estaban en buen estado de conservación.
- Se han sustituido muchas juntas de calzada por otras del tipo “perfil de neopreno embebido y cubierto de mástic asfáltico”. Estas juntas mejoran notablemente el confort del usuario y también la estanquidad. Su empleo es adecuado para recorridos pequeños, como los que se pueden producir actualmente en muchas de las estructuras inspeccionadas que tienen longitudes dilatables no muy elevadas y en las que gran parte del movimiento de retracción y fluencia ya se ha producido.
- En puentes situados en zonas de posibles nevadas invernales se ha utilizado profusamente la sal como medida preventiva de explotación. Este uso de un agente altamente agresivo junto con la deficiente impermeabilización de los tableros (muchas veces inexistente incluso, puesto que en la época de construcción de muchos de ellos no se impermeabilizaban los tableros) y junto con una inadecuada disposición de los elementos de drenaje del tablero, ha llevado a encontrar elementos de hormigón atacados gravemente por cloruros. En algunos casos la gravedad del ataque ha llevado, incluso, a demoler algún tablero.