

CONSIDERACIONES SOBRE LAS INSPECCIONES DE PUENTES.



Alvaro Navareño Rojo. (anavareno@fomento.es)

*Ministerio de Fomento
Dirección General De Carreteras
Subdirección General de Conservación
Consejero Técnico*

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.	3
2.- LA CONSERVACIÓN DESDE EL DISEÑO DEL PUENTE.	3
3.- SISTEMA DE GESTIÓN DE OBRAS DE PASO. DG CARRETERAS. (Mº FOMENTO).	5
4.- INVENTARIO DE OBRAS DE PASO.	7
4.1.- FICHAS DE DATOS GENERALES	8
4.2 FICHAS COMPLEMENTARIAS DESCRIPTIVAS.	11
5.- INSPECCIONES DE OBRAS DE PASO EN LA RED DEL ESTADO.	14
6. IMPORTANCIA DE LAS INSPECCIONES EN LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS PUENTES.	17
7.- BIBLIOGRAFIA	19

1.- INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la “Guía de Inspecciones Básicas de la RCE” la inspección de un puente se define como el conjunto de las actuaciones técnicas realizadas de acuerdo con un plan previo, que nos facilita los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado de la obra.

Sin embargo, esta tarea constituye un paso intermedio en la labor de Gestionar una obra de paso o un puente, ya que como consecuencia de las inspecciones han de realizarse otras actividades que den coherencia a una verdadera gestión sistemática del mantenimiento o la conservación.

La AASHTO define los sistemas de gestión de infraestructuras como *“un procedimiento sistemático de mantenimiento, actualización y operación de patrimonios de forma económicamente efectiva. Combinando criterios ingenieriles con conceptos económicos y prácticas comerciales y que proporcionan herramientas para una aproximación más lógica a la toma de decisiones, tanto a corto como a largo plazo”*.

Un SGP (Sistema de Gestión de Puentes), por tanto, es una herramienta que permite asegurar el óptimo mantenimiento de todas y cada una de las estructuras de un patrimonio con un coste mínimo. Un SGP deberá proporcionar unos criterios racionales para:

- Asegurar la funcionalidad y seguridad de la estructura
 - a lo largo de la vida útil del puente
- Mantener la capacidad portante requerida
 - al mínimo coste
 - con la menor interrupción de tráfico posible

2.- LA CONSERVACIÓN DESDE EL DISEÑO DEL PUENTE.

Las obras no son eternas, los puentes se ven afectados por numerosos condicionantes a lo largo de toda su vida útil, que afectan en el tiempo a sus características de seguridad y funcionalidad. Por este motivo, **durante la fase de Diseño y Proyecto de un puente deben preverse todos estos condicionantes**, y

hacer más fácil la labor de su conservación tanto desde un punto de vista de la seguridad como de la economía en costes de conservación que esto puede suponer.

En este sentido, ya en el año 2008, se aprobó la nueva Instrucción de hormigón estructural “EHE-08” donde se dedica un capítulo al mantenimiento de las estructuras previendo en su art. 103º que el autor del proyecto redacte un Plan de Mantenimiento específico, que constituirá un documento más del proyecto de la estructura en cuestión. Por otra parte, la nueva EAE-10 también recoge un capítulo dedicado al mantenimiento, indicando en su art. 93º la obligatoriedad de incorporar un “Plan de inspección y mantenimiento” en el proyecto de estructuras de clase 4 o 3.

Actualmente, hay un grupo de trabajo mixto, al amparo de la Comisión 4 de ACHE y del Comité de Puentes de la ATC (AIPCR), que esta trabajando en la definición precisa del contenido de dichos planes de Mantenimiento.

En esta fase inicial de proyecto de la obra deben tenerse en cuenta factores como: los relacionados con la tipología estructural (y geometría en planta y alzado), establecimiento de las vidas útiles de los distintos elementos así como la previsión de su reposición, establecimiento de zonas visitables y planificación de posteriores inspecciones, aspectos relacionados con la definición del drenaje, aspectos relacionados con la definición de las transiciones al puente y otras zonas sensibles, así como una variedad de **aspectos encaminados a optimizar los recursos para que el puente mantenga su nivel de servicio y con las condiciones de seguridad previstas durante toda su vida útil estimada.**

Dichos planes han de ser coherentes y estar pensados para cumplir los objetivos que cada entidad gestora o administración tenga implementado a través de su **Sistema de Gestión de Obras de Paso**. Dicho sistema, por tanto, nos proporciona una herramienta útil para llevar a cabo la conservación de un patrimonio de obras, en este caso puentes, optimizando los recursos disponibles, a partir de la información que nos suministra. **Nos debe permitir, a partir de la información del sistema, prever y planificar las actuaciones necesarias para conservar adecuadamente, según la estrategia definida y los recursos disponibles.**

3.- SISTEMA DE GESTIÓN DE OBRAS DE PASO. DG CARRETERAS. (Mº FOMENTO).

En la Red de Carreteras del Estado, existen actualmente más de 25.000 obras de paso, de las que el 66 % tienen uno o más vanos con luces iguales o superiores a 10 m, es decir, son las que se denominan técnicamente “puentes”. Este importante patrimonio unido a su diversidad, ya que se compone de obras de paso de edad, tipología, luces y dimensiones en general, así como de materiales empleados en su construcción muy variados, origina una complejidad en la gestión de su conservación.

Por todo ello y al objeto de optimizar la gestión de las infraestructuras, la decisión de reparar una obra de paso deteriorada no debe tomarse, en general, desde la perspectiva aislada de una estructura, sino desde la perspectiva general del conjunto de la Red, cuyo mantenimiento es responsabilidad de la Dirección General de Carreteras, de forma que se pueda asegurar que el dinero empleado en dicha reparación está plenamente justificado y que su inversión proporciona la más alta rentabilidad cara al mantenimiento de ésta en las mejores condiciones de utilización y seguridad.

Desde 1.999 la Dirección General de Carreteras, originariamente mediante la asistencia técnica de la empresa Torroja Oficina Técnica, posteriormente con la asistencia de la UTE Geocisa e Ines Ingenieros, y actualmente con la asistencia de la empresa Geocisa, ha implantado un Sistema de Gestión de las obras de paso de la Red de Carreteras del Estado, incorporando, coordinando y sistematizando actuaciones que venían desarrollándose con anterioridad, e introduciendo otras nuevas de forma que responda a estas necesidades, el cual se desarrolla a partir de:

- El **Inventario** de las estructuras que conforman la Red.
- La realización sistemática de **inspecciones** a las obras de paso, las cuales tienen tres niveles de estudio diferenciados:

Inspecciones Básicas (o Rutinarias),

Inspecciones Principales

Inspecciones Especiales

- La evaluación sistematizada de los deterioros de los elementos de una estructura, para lo cual se ha elaborado un **catálogo de deterioros posibles**, así como de sus causas probables, que ayuda al personal encargado de la Inspección Principal a caracterizar de forma inequívoca los deterioros

detectados. Además se dan los criterios a aplicar para determinar la importancia de los daños detectados. Esta cuantificación es objetiva y permite establecer correlaciones con otras estructuras deterioradas.

- La estimación del estado de las obras de paso, asignándoles un **índice de condición**, que se obtiene a partir de la extensión, gravedad y evolución del daño.
- El establecimiento de **prioridades de reparación**, ponderando a su vez los índices de condición mediante factores que tienen en cuenta la seguridad, la funcionalidad, el tráfico, la importancia del itinerario donde está ubicada la estructura, la posibilidad de itinerarios alternativos, el valor patrimonial o histórico, etc. La definición de las alternativas de reparación con su coste, considerando la magnitud de los daños y las circunstancias de accesibilidad en que la reparación debe realizarse; y la elaboración de los programas de actuación, adaptados a los presupuestos anuales disponibles.
- **El control y seguimiento de los programas de actuación.** Siendo este punto el último en enumerarse resulta un aspecto fundamental en la gestión en tanto en cuanto sirve para verificar, calibrar y determinar la eficacia de las actuaciones realizadas y su correcta elección y planificación.

Visualización de una de las pantallas del programa SGP:

“Modulo de Inventario: Datos de Identificación- Tipología de tablero”.

A menudo se confunde la Gestión de los diferentes elementos de la carretera con el manejo y utilización de Programas Informáticos de ayuda a la Gestión; sin embargo, **es importante destacar que la verdadera Gestión implica la toma de decisiones por parte de los gestores. Así, como complemento a la labor humana, estos sistemas de gestión, cada vez más mecanizados, constituyen una herramienta imprescindible para que estas decisiones se realicen de manera objetiva, racional y con eficacia.**

4.- INVENTARIO DE OBRAS DE PASO.

El inventario contiene datos referentes a la identificación, características geométricas, funcionales y estructurales de las obras de paso, con una longitud entre estribos superior a 3 m, existentes en la Red de Carreteras del Estado.

Para llevar a cabo este inventario, desde 1985 se han realizado diversas campañas, de toma de datos y fotografías en campo, y su correspondiente trabajo posterior de gabinete.

Actualmente toda esa información se encuentra recogida en el modulo de inventario del SGP y se organiza en una serie de fichas estructuradas de la siguiente forma:

- **Datos Previos:** Código del puente, Carretera y Punto Kilométrico; así como la denominación del Puente y la fecha del Inventario.
- Una **ficha de Datos Generales:** Situación y Funcionalidad, Descripción y Limitaciones Funcionales. La ficha de datos generales recoge, además del código de la estructura e información complementaria para su localización (coordenadas U.T.M., carretera soportada por la obra, municipio, calle, etc...), la tipología estructural y datos característicos de la obra tales como número de vanos, luces, etc., así como su geometría.
- **Fichas complementarias** descriptivas de los diferentes componentes-elementos de la estructura. Se han estructurado en seis tipos: fichas de vanos, fichas de estribos, fichas de pilas/pilonos, ficha de juntas, ficha de tirantes y ficha de elementos no estructurales.



Para facilitar el conocimiento y mejora de la metodología seguida se ha elaborado la **“GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE OBRAS DE PASO DE LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO”**, donde se recogen las líneas generales y los procedimientos que deben seguirse para realizar el inventario.

Brevemente, se detallan en los siguientes apartados los aspectos más significativos del mismo.

4.1.- FICHAS DE DATOS GENERALES

Dentro de esta ficha se recoge la identificación completa del puente, las principales características geométricas y las características funcionales.

4.1.1.- Identificación

Código

Las obras de paso, se identifican por un código, que sirve para establecer una relación biunívoca entre el código que facilita el acceso a la ficha técnica y la estructura.

El código de identificación tiene la siguiente estructura AA-BBBB-CCCC+DDD.

- Los dos primeros según sea el tipo de carretera N (nacional), A (autopista), etc,
- Los cuatro siguientes indican el número de la carretera (006,601,620a, etc).
- Los cuatro siguientes indican el kilómetro donde se encuentra la obra de paso.
- Los tres últimos indican la distancia en metros desde el último p.k.

Denominación

La denominación se realiza, igualmente, de forma sistemática, así por ejemplo si se trata de un puente sobre un río u otra infraestructura, podría denominarse “Paso sobre” ó “Puente Real”, teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el párrafo anterior.

Situación

Carretera soportada por la obra y bajo la obra, provincia, coordenadas U.T.M., municipio, etc

Funcionalidad

Circulación que permite y obstáculo que salva.

Gestión de la estructura.

Si la obra está cedida, se encuentra fuera de servicio, su gestión depende de una concesionaria, o se ha demolido.

4.1.2.-Descripción**Clase de estructura.**

En este apartado se catalogan las obras de paso según la “Luz Libre” del vano mayor, atendiendo a la siguiente clasificación:

- *Pontón*: Obra de paso cuyo vano mayor tiene una luz libre mayor de 3 m y menor o igual que 10 m.
- *Puente*: Obra de paso cuyo vano mayor tiene una luz libre mayor de 10 m.
- *Puente de grandes dimensiones*: Si cumple algunas de las siguientes condiciones: (Luz máxima de vano mayor de 40 m, altura de pila mayor de 25m o longitud mayor de 100 m)
- *Pasarela*: Obra de paso cuya única finalidad es permitir el paso peatonal entre los dos márgenes de un obstáculo. En este caso se inventaría la estructura o pórticos principales, prescindiendo de las rampas y escaleras de acceso.

Además se clasifican según su tipología estructural en:

- Tablero de: vigas/losa/cajón.
- Boveda.
- Arco.
- Marco o tubo.
- Atirantado
- Colgante

Material constitutivo

Geometría.

Dentro de las características geométricas se recogen las siguientes:

Longitud total (m): En puentes, puentes de grandes dimensiones, pasos superiores y pasos inferiores distintos de bóvedas, marcos y tubos, se define como la distancia entre juntas de estribos siguiendo el eje de la carretera. En marcos se define como la distancia entre caras interiores de los hastiales, en tubos como el diámetro del mismo y en bóvedas es la distancia entre los extremos del tímpano.

Luz máxima (m): En puentes, puentes de grandes dimensiones, pasos superiores y pasos inferiores distintos de marcos, bóvedas o tubos se define como la distancia máxima horizontal entre dos ejes de apoyos consecutivos, medida en la dirección de la carretera que soporta la estructura. En marcos, bóvedas y tubos es la distancia máxima horizontal entre hastiales/estribos consecutivos o el diámetro del tubo, medida en dirección perpendicular al eje de la estructura.

Anchura media de la plataforma (m): es la distancia horizontal media entre bordes exteriores de plataforma, medida en la dirección perpendicular a la carretera o vía que soporta la estructura.

Altura máxima de pila (m): es la distancia máxima vertical entre la cara inferior del tablero y el nivel inferior. En arcos y bóvedas es la distancia máxima vertical entre el arranque del arco y el nivel inferior.

Planta: recta o esviada.

4.1.3.- Limitaciones funcionales

En este apartado se reflejan las características que afectan al tráfico que circula funcionamiento, tanto de la obra de paso inventariada, como de la vía (carretera o camino) que pasan por encima de la obra de paso.

Sentido de circulación: Se indica si la estructura soporta tráfico en los dos sentidos de circulación o solo en sentido creciente o decreciente de la misma.

Limitaciones “de carga”: Se refleja la existencia de una limitación de carga, mediante la señal de tráfico correspondiente, para la circulación sobre la estructura

inventariada de vehículos que igualen o sobrepasen un cierto peso. Se indica cuál es el peso máximo permitido.

Limitaciones “de gálibo”: En este apartado se definen las limitaciones al tráfico que puede producir la existencia de una estructura de mayor o menor gálibo (tanto en altura como en anchura), para la carretera inventariada o para la que cruza, si ésta también pertenece a la Red de Carreteras del Estado.

Limitaciones de anchura: Se indica si en la tramo que corresponde a la obra de fabrica la sección de la carretera es menor que en los tramos adyacentes.

4.1.4.- Documentación gráfica.

Además de los datos definidos con anterioridad de cada estructura se toman una serie de fotografías de planta y alzado para una mejor caracterización de la misma.

GEOCISA		Ministerio de Fomento Dirección General de Carreteras Subdirección General de Conservación y Explotación	Sistema de Gestión de Puentes
Código: 0A-0004-0350+300-D	Carretera: A-4	PK: 350+300	Fecha inventario: 07/05/2007
Denominación: PUENTE SOBRE CTRA. VILLA DEL RÍO A LAS VEGAS			

FOTOGRAFÍAS DE INVENTARIO



VISTA INFERIOR



ALZADO2



ALZADO



PLATAFORMA

4.2 FICHAS COMPLEMENTARIAS DESCRIPTIVAS.

Una vez que se ha recogido la ubicación y las principales características del puente es necesario caracterizar cada uno de los elementos que constituyen la obra de paso. Debido al alto número de elementos y tipologías existentes se han **definido seis fichas tipo**:

- Fichas de vanos
- Fichas de estribos
- Fichas de pilas/pilonos
- Ficha de juntas
- Ficha de tirantes
- Ficha de elementos no estructurales

ON-0501-0088+350 PUENTE SOBRE CTRA. ACCESO SANTA MARTA. SENTIDO SALAMANCA

Datos Generales | **Vanos** | Pilas | Pilonos | Estribos | Hastiales | Haz de tirantes | Juntas | Rampas / Escaleras | Elementos no resistentes

Grupo de vanos: V1

Tipología: **Tablero Losa/Vigas/Cajón** Materiales

Tipología del tablero

☒ Losa
☐ Vigas
☐ Cajón

☐ Forjado
☐ Vigas Transversales
☐ Losa de compresión
☐ Bovedillas
☐ Otros

☐ Canto variable en vanos

Descripción de elementos

Losa: ☒ Prefabricada ☐ In situ
☐ Maciza
☐ Aligerada
☐ Sin determinar
☐ No nervada
☒ Nervada

Cajón: ☐ Prefabricada ☐ In situ
☐ Simple
☐ Multiple
 Número:

Vigas: ☐ Prefabricada ☐ In situ
☐ Rectangular
☐ En ☐ En ☐ En ☐ En celosía ☐ En artesa
☐ Otros

Forjado: ☐ Prefabricada ☐ In situ
☐ Continuo
☐ No continuo
☐ Ambos

Pretensado exterior: ☐ Cables
☐ Vainas
☐ Anclajes
☐ Desviadores

Conex. subestructura

CONEXIÓN: ☒ Articulada ☐ Rígida

Pilas: ☐ Estribos: ☐

Unión a media madera

Apoyos: ☐ Cama de nivelación

Otros elementos del tablero

☐ Costillas/Jabalcoes
☐ Relleno de tierra sobre tablero
☐ Placas de encofrado perdido
☐ Pintura / tratamiento protector
☐ Refuerzos

☐ Revestimiento
☒ Riostras

☒ Traviesas intermedias
☐ Cruces de San Andrés
☐ En K
☐ Otros

Otros elementos:

Observaciones:

Ejemplo de ficha descriptiva de vanos.

En los casos de las fichas de vanos y de pilas/pilonos los datos que contienen varían en función de la tipología del puente.

Datos Generales Vanos Pilas Pilonos **Estribos** Hastiales Haz de tirantes Juntas Rampas / Escaleras Elementos no resistentes

Grupo de estribos: E1, E2

Tipología:

☐ Abierto ☒ Cerrado ☒ Muro frontal ☐ Portante ☐ Contención ☐ Prefabricado ☐ In situ ☐ Tierra reforzada ☐ De contrafuertes

☐ Dintel cargadero/Viga durmiente ☐ Fustes/pantallas/pilotes

Conexión Estribo - Tablero:

☐ Articulada ☐ Rígida ☐ Cama de nivelación ☐ Datos recogidos en el vano (arco / bóveda)

Otros elementos de estribos:

☐ Murete de guarda ☐ Contrafuertes ☐ Pintura/tratamiento protector ☐ Revestimiento ☐ Tajamar ☒ Muros laterales/en prolongación ☐ Dispositivos antisísmicos ☐ Convencional ☐ Tierra reforzada ☐ De contrafuertes ☐ Aletas ☐ Orejas ☐ Anclajes ☐ Refuerzos

Cimentación:

☒ Superficial ☐ Losa ☐ Otros Sin determinar ☐ Profunda ☐ Pilotes ☐ Pantallas ☐ Cajones hincados ☐ Pozos ☐ Recintos tablestacados ☐ Otros Sin determinar ☐ Sin determinar

Transición terraplén - obra:

☐ Losa ☐ Cuña de transición ☐ Sin transición ☐ Sin determinar

Observaciones:

Ejemplo de ficha descriptiva de estribos

Datos Generales Vanos Pilas Pilonos **Estribos** Hastiales Haz de tirantes Juntas Rampas / Escaleras **Elementos no resistentes**

Elementos de protección

De superestructura

☐ Gálbos ☐ Balizamientos

De subestructura e infraestructura

☐ Protección de choques ☐ Protección de socavación ☐ Protección de catenaria

De terraplenes

☐ Plantaciones ☐ Escolleras ☐ Muros de protección ☐ Cunetas de guarda ☐ Gaviones ☐ Revestimientos ☒ Bajantes

Elementos auxiliares

Organización de la plataforma

☐ Pavimento ☐ Asfáltico ☐ Hormigón ☐ Empedrado ☐ Epoxidado ☐ Otros ☐ Bordillos ☒ Aceras ☒ Mediana ☒ Barreras ☐ Barandillas ☒ Pretilas ☐ Impostas ☐ Pantalla antivirtido ☐ Pantalla antivertido ☐ Señalización ☐ Horizontal ☐ Vertical ☐ Manga viento

Elementos de acondicionamiento

Evacuación de aguas

☐ Sumideros Ud. ☐ Vienteaguas Ud. ☐ Gárgolas Ud. ☐ Cunetillas Ud. ☐ Tubos de desagüe Ud. ☐ Goterones ☐ Mechinales

Iluminación

☐ Farolas Ud. ☐ Focos Ud. ☐ Juntas constructivas / entre módulos o elementos

☐ Escalera de acceso ☐ Junta entre estructuras ☐ Elementos ornamentales ☐ Cuña de acceso

Servicios adicionales

☐ Tuberías ☐ Longitudinal ☐ Transversal ☐ En Aceras ☐ Colgadas de la superestructura ☐ Colgadas de la subestructura ☐ Colgadas de la superestructura ☐ Colgadas de la subestructura ☐ Arquetas

Otros elementos auxiliares

☐ Terraplén ☐ Cauce m.

Observaciones:

Ejemplo de ficha descriptiva de elementos no resistentes

5.- INSPECCIONES DE OBRAS DE PASO EN LA RED DEL ESTADO.

En las inspecciones de las obras de paso que se llevan a cabo en la Dirección General de Carreteras, **en el marco del Sistema de Gestión implantado**, y de acuerdo a la definición que de las mismas se realiza en el documento “Inspecciones principales de puentes de carretera” publicado en marzo de 1.988 por el Servicio de Puentes y Estructuras, se establecen distintos niveles de inspección que se diferencian en su intensidad, frecuencia y medios humanos y materiales empleados. Estos son: Inspecciones básicas (o rutinarias), principales y especiales.

TIPO DE INSPECCION	DEFINICION	RESULTADO	PERIODICIDAD	SITUACION ACTUAL
BASICAS (o rutinarias)	Efectuadas por las personas encargadas del mantenimiento de la carretera (los operarios de la carretera). Su objetivo es hacer un seguimiento somero del estado de las estructuras, para detectar lo antes posible fallos aparentes que podrían originar gastos importantes de conservación o reparación si no son corregidos a tiempo.	Ficha de Inspección básica para cada puente, con resultado: -Aceptable -Necesita Reparación -Urgente Reparación. Operaciones de conservación ordinaria.	15 meses	Tradicionalmente, generación de informe anual sobre los puentes. Desde la Nota de Servicio de 2007, (metodología y objetividad): cuatro campañas de Inspecciones 2007, 2008, 2009 y 2010.

TIPO DE INSPECCION	DEFINICION	RESULTADO	PERIODICIDAD	SITUACION ACTUAL
PRINCIPALES	Son realizadas por personal especializado (Ingenieros). Implican la observación minuciosa del estado de todos los elementos del puente (<i>Constituye una verdadera auscultación visual</i>).	Ficha de Inspección para cada puente. (Auscultación visual). Para cada puente resulta un índice de Estado o Condición: Entre 0 (perfecto estado) y 100 (muy mal estado) Operaciones de conservación ordinaria y Detección y Priorización (función del índice de estado) de inspecciones especiales o de mayor detalle.	5 años (aproximadamente)	En 1999 primera campaña. Primer Itinerario, con 3.218 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 621.298,64 euros (1er Itinerario). En 2001 segunda campaña. Segundo Itinerario, con 2500 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 539.264,12 euros (2º Itinerario). Tercer Itinerario, con 2500 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 539.264,12 euros (3er Itinerario). En 2005 tercera campaña: Centro - Norte, con 2.500 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 973.182 euros (4º itinerario) Centro - Sur, con 2.500 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 973.182 euros (5º itinerario) Noroeste, con 2000 obras de paso, incluye actualización de inventario, con un presupuesto base de licitación de 1.547.950,19 euros (7º itinerario) En 2009 Cuarta campaña: Zona Sur, con 2430 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.347.224,35 €. + 215.555,90 € de iva (6º itinerario). Prorrogado(+2430) Zona Norte, con 2430 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.347.224,35 €. + 215.555,90 € de iva (8º itinerario). Prorrogado. (+2430)

TIPO DE INSPECCION	DEFINICION	RESULTADO	PERIODICIDAD	SITUACION ACTUAL
ESPECIALES	Son inspecciones de detalle que necesariamente implican la presencia de técnicos y equipos especiales. Se efectúan como consecuencia de situaciones singulares o problemas graves detectados.	Informe de inspección y Proyecto de reparación. <i>Evaluación y comprobación de la seguridad estructural y capacidad portante de los puentes.</i> Normalmente implican operaciones de conservación extraordinaria: -protección, - reparación, - rehabilitación - actualización - refuerzo	-- No son periódicas. Cuando surge una necesidad (Se detecta un puente con patologías medias o graves.)	En 2001 tres contratos: Sur, con 38 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.240.885,32 euros (1er Itinerario) Noreste, con 43 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.350.310,72 euros. (2º Itinerario) Noroeste, con 44 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.249.248,06 euros. (3er Itinerario) En 2005 tres contratos: Centro-Sur, con 40 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.352.158 euros (4º itinerario) Noreste, con 45 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.320.675.06 euros (5º itinerario) Noroeste, con 40 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.353.639.032 euros (6º itinerario) En 2009 cuatro contratos : Norte, con 18 actuaciones en obras de paso y 14 actuaciones de mejora en pretiles y con un presupuesto base de licitación de 1.362.367,75 € + 217. 978,84 de IVA (7º itinerario) Inspecciones de detalle en toda la Red, en 70 obras de paso y con un presupuesto base de licitación de 1.125.940,27 €. + 180.150,44 € de iva (1º itinerario) Sur con 18 actuaciones en obras de paso y 10 actuaciones de mejora en pretiles y con un presupuesto base de licitación de 1.252,531,74 €. + 200.405,08 € de IVA (8º itinerario) Centro, con 18 actuaciones en obras de paso y 10 actuaciones de mejora

				en pretilos con un presupuesto base de licitación de 1.252,531,74 €. + 200.405,08 € de IVA .(9º itinerario)
--	--	--	--	---

6. IMPORTANCIA DE LAS INSPECCIONES EN LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS PUENTES.

Entre las operaciones que requiere la gestión de los puentes, *una de las más complejas es calcular o determinar la capacidad portante del mismo*. Esto es debido a que las normas existentes se redactaron para el diseño de puentes nuevos y son consecuentemente no directamente aplicables a puentes construidos con materiales de una cierta edad o antigüedad. Por otro lado, las mismas normas ni siquiera incluyen las mismas reglas para cargas en servicio.

Existen además algunas otras razones que dan idea de esta complejidad y *que acentúan la importancia de la realización de una inspección para la correcta evaluación del estado del puente*, según distintos niveles de intensidad, y que finalmente nos permiten estimar la capacidad portante del puente:

- Los documentos de cálculo o diseño no están siempre disponibles, o pueden encontrarse, y a menudo no se encuentran los listados o tablas de cálculos.
- Existen muchos tipos de materiales (tales como fábrica, hormigón armado, hormigón pretensado, o acero), gran variedad de tipologías (tableros de vigas, losa, atirantados, etc) y diversidad de procedimientos constructivos (cimbra, autocimbra, tableros empujados, voladizos sucesivos, prefabricados, “in situ”, etc.)
- Algunos puentes son recientes, pero otros son muy antiguos.
- Algunos están en excelentes condiciones pero otros se encuentran con deterioros muy evidentes o con un nivel tensional muy elevado.
- Algunos han sido reparados, otros ensanchados o ampliados, o modificados.
- El estado de algunas partes del puente puede ser muy difícil de determinar, a falta de tecnología apropiada. Este es el caso no solo de las cimentaciones sino, por ejemplo de los tendones de postensado.
- El estado y los esfuerzos en los materiales del puente varían notablemente en las distintas partes de la estructura. Localmente, un fallo por esfuerzos puede además llegar a ser desastroso.

- Hay y ha habido muchas “cargas de cálculo” y “reglas de diseño” que han sufrido cambios a lo largo de los tiempos.
- Algunos de estos cambios se han introducido mediante “circulares” o “notas técnicas” para mejorar o corregir problemas encontrados, que no han supuesto revisión completa de la normativa o instrucciones, lo cual afecta adversamente a la “trazabilidad” de las regulaciones o normas.
- Los modelos de cálculo, en algunas ocasiones, han sido simplificaciones, en ausencia de las potentes herramientas de cálculo actuales.
- El comportamiento de un puente en servicio, puede diferir del modelo de cálculo diseñado. (Simplemente se puede comprobar midiendo las reacciones en los apoyos, tras un levantamiento, y las calculadas en el proyecto)
- Es importante destacar que *la manera en que un puente aparenta resistir las cargas de tráfico no significa que el nivel de seguridad del mismo sea adecuado*. Puede tener una “capacidad portante” o “de carga” inapropiada o defectos latentes.
- *Actuaciones pasadas*, como ensanches de puentes de fábrica, realizadas a veces sobre bases de cálculo y detalles constructivos cuestionables, en ocasiones a falta de estudios en profundidad de la capacidad de carga del puente, *son a veces la causa de daño e estas estructuras*.

Por tanto:

Para poder estudiar y realizar estudios de “capacidad portante de estructuras” es necesaria la realización previa de una inspección, y en su caso una exhaustiva campaña de caracterización del puente, y además tener acreditada experiencia y conocimiento de los cambios en los criterios de seguridad de las distintas normativas, un conocimiento amplio de las distintas normativas habidas tras el paso del tiempo, de las distintas “instrucciones de cargas” actuantes en distintas épocas, y de las diversas propiedades de los distintos materiales existentes así como procedimientos constructivos.

¿Son necesarias herramientas complicadas de cálculo?

No son precisamente los métodos sofisticados de cálculo los preferibles, en general, a priori, en la evaluación de estructuras, sino todo lo contrario, la determinación o evaluación de la capacidad de carga o portante de un puente debe o puede realizarse en etapas sucesivas, acorde a los distintos niveles de intensidad de las inspecciones, *y fundamentalmente consistentes con los datos disponibles o de los que puede*

disponerse; y los recursos necesarios para esto han de minimizarse en función del nivel de exactitud de lo que vayamos buscando.

7.- BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. 1988. Inspecciones principales de puentes de carretera. Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica. Madrid.
- Ministerio de Fomento. 1999. GSM, Sistema de Gestión de las Actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad. Centro de publicaciones, Secretaria General Técnica. Madrid.
- Nota de Servicio 2007 (9 de Marzo). Sobre la Realización de Inspecciones de Nivel Básico en Obras de Fabrica de la Red de carreteras del Estado. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación. Madrid.
- **“Guía para la realización del Inventario de Obras de Paso”. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Planificación e infraestructuras. 2009. Madrid.**
- “Guía de Inspecciones Básicas de Obras de Paso”. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Planificación e infraestructuras. 2009. Madrid.
- “Inventario de la Red de carreteras del Estado”. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Planificación e infraestructuras. 2010. Madrid.
- Management of Bridges/Gestion des ponts. (HA, TRL, SETRA, LCPC) Thomas Telford Ltd. 2005.
- Bridge Management 5. GAR Parke and P Disney. Thomas Telford Ltd. 2005.
- Case Studies of Rehabilitation, Repair, and Strengthening of Structures. IABSE- SED, AIPC, IVBH. IABSE November 2010.