

# Procedimientos durante la inspección de puentes de carretera

LUIS R. GONZÁLEZ ARESTUCHE (\*)

**RESUMEN** La determinación del estado físico de la estructura, aplicando las técnicas requeridas, es el objetivo primordial de la inspección de un puente. Las posibles estrategias de conservación que se sigan, deberán garantizar, en lo esencial, la durabilidad de todos los elementos que componen o caracterizan al puente en análisis. Por este motivo conviene entonces, que el planteamiento de los procedimientos atienda a cada una de esas partes de manera independiente. Estos procedimientos de inspección estarán asociados a la investigación de campo basada en métodos sistemáticos, organizados y eficaces que consideren a todos los elementos del puente.

## PROCEDURES FOR HIGHWAY BRIDGE INSPECTION

**ABSTRACT** *The primordial objective of bridge inspection is to determine the physical state at the structure using the required techniques. The possible preservation strategies should guarantee, in essence, the durability of all bridge elements. For this reason is suitable that the procedures attend to each part of bridge separately. These inspection procedures will be associated with the field investigations based on systematic, organized and effective methods which consider all bridge elements.*

**Palabras clave:** Puentes de carretera; Inspección de puentes; Técnicas de inspección.

## INTRODUCCIÓN

La determinación del estado físico de la estructura, aplicando las técnicas requeridas, es el objetivo primordial de la inspección de un puente. Las posibles estrategias de conservación que se sigan, deberán garantizar, en lo esencial, la durabilidad de todos los elementos que componen o caracterizan al puente en análisis. Por este motivo conviene entonces, que el planteamiento de los procedimientos atienda a cada una de esas partes de manera independiente.

Estos procedimientos de inspección estarán asociados a la investigación de campo basada en métodos sistemáticos, organizados y eficaces que consideren a todos los elementos del puente. Las observaciones que se realicen durante la inspección de un puente tendrán que ser claras, precisas, detalladas y de fácil interpretación en fechas incluso posteriores al elaborar el informe o reporte final.

Los procedimientos deberán ajustarse a las observaciones que se describen ahora, aunque no es recomendable ceñirse solo a éstas.

Esto último se plantea porque las inspecciones no podrán únicamente limitarse a la detección de fallas, sino también de posibles problemas que puedan prevenirse, además de que se localicen esas zonas. Con ello estaremos en la posibi-

lidad de proponer acciones para el mantenimiento en su carácter preventivo y no sólo teniendo en cuenta la necesidad de reparar o aplicar acciones correctivas.

## ACCESOS DEL PUENTE

- Verificación de las condiciones del pavimento en cuanto a irregularidades, rugosidades o posibles hundimientos.
- Delimitación de la existencia o no de esfuerzos que afecten la estructura por el impacto provocado por los defectos enumerados en el aspecto anterior.
- Detección de agrietamientos o irregularidades en las losas que constituyen el acceso o aproke; o huecos producidos por erosión o asentamiento del relleno.
- Comprobación de que el espaciamiento libre en las juntas (entre el pavimento del acceso y el diafragma del estribo) es el adecuado.
- Presencia de materiales no compresibles en la junta, al no estar debidamente sellada y que puedan impedir su movimiento normal.
- Revisión de las distancias, pendientes, drenajes y barreras de protección en los accesos.

## CORRIENTE DE AGUA

- Verificación de la capacidad hidráulica bajo el puente, considerando la existencia de material de acarreo en el fondo producto de las avenidas.

(\*) Profesor. Ingeniero Civil. Director de Servicios Técnicos e Investigación-Innovación. Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EM-PAI). Ministerio de la Construcción (Matanzas-Cuba).

- Presencia de evidencias de materiales flotantes que representen amenazas en las estructuras durante las máximas crecidas.
- Detección de cambios significativos en el perfil del terreno bajo el puente, valoración de tendencias de desviación, socavación o degradación del cauce y sus márgenes.
- Funcionamiento de los dispositivos para la protección de las márgenes, determinando si están funcionando o no.
- La presencia de obstrucciones en el cauce, tales como escombros, basura y malezas que impidan la circulación libre de la corriente de agua.
- Formación de bancos de grava, cantos rodados o arena que encaucen la corriente hacia los cimientos de estribos o pilas.
- Formación de olas, en la corriente principal y las márgenes.

### CIMENTACIONES DIRECTAS

- Verificación de socavaciones en los cimientos directos o zapatas de cimentación. Por supuesto que este tipo de reconocimiento deberá hacerse en época de estiaje.
- Pruebas de inmersión para realizar dicho reconocimiento cuando sea necesario.
- Prestar mayor atención en el caso de cimientos aislados, en los que el efecto de la erosión puede ser mucho más grave.
- Detección de socavaciones en una sola cara del cimiento de pilas, con presencia excesiva de materiales sólidos en la opuesta.
- Presencia de rellenos de tierra o piedra sobre los cimientos.
- Formación de grietas en las superficies del hormigón, así como cualquier indicio del deterioro de éste.

### CIMENTACIONES INDIRECTAS

- Comprobación en pilotes de madera de que no estén carcomidos, sobre todo en las áreas sometidas a las fluctuaciones de la corriente (mojado y secado, alternos). Podrá realizarse mediante perforaciones pequeñas que deberán ser taponeadas con madera tratada al concluirse las comprobaciones y/o ensayos.
- En pilotes de madera en ambientes marinos, detectar posibles daños ocasionados por la polilla del mar, situación que se presenta cuando quedan expuestos debido a la socavación.
- Acumulación de tierra u otros materiales en las zonas carcomidas de pilotes de madera.
- Comprobación de deterioros en la zona de salpicadura de pilotes de acero o de hormigón.

### PILAS Y ESTRIBOS

- Inspección de todo el hormigón expuesto para determinar la presencia y magnitud de agrietamientos o cualquier deterioro del material.

- Ejecución de nivelaciones cuando se sospeche o detecte la posibilidad de asentamientos, estableciendo comparaciones con registros anteriores.
- Evidencias de golpes en pilas o estribos.

### MUROS DE ESTRIBOS Y ALETONES

- Comprobaciones de que la mampostería no presenta agrietamientos en las juntas de mortero, observando también que el rejunteado esté en buenas condiciones.
- Presencia de agua o limos en muros y aletones.
- Detección de erosiones, oquedades u otro tipo de fallos.

### APOYOS

- Examen de todos los aparatos de apoyo para precisar su funcionamiento adecuado según el diseño.
- Evidencias de asentamientos en pilas y estribos reflejadas en los apoyos.
- Revisión de los pernos para el anclaje de apoyos, comprobando si están dañados o no, así como si requieren de ser ajustados.
- Comprobación de que las tuercas para pernos de anclaje estén correctamente colocadas en los apoyos que permiten la dilatación, de modo que garanticen el movimiento previsto para éstos.
- Garantía de la limpieza en apoyos del tipo móvil.
- Que los rodillos de los apoyos móviles se apoyen uniformemente en toda su longitud, estando en la posición apropiada.
- En el caso que los apoyos precisen de lubricación que la tengan, según se recomendó por diseño.
- Determinación del estado físico de los cojinetes en apoyos del tipo elástico señalando las evidencias de hendiduras, aplastamientos o desplomes.
- Presencia de grietas, deterioro o desprendimientos en apoyos de hormigón.
- Ante la posibilidad de tránsito pesado, golpeduras o sisimos el examen de los aparatos de apoyo debe ser aún más riguroso.
- Cuando el apoyo se garantiza con materiales como neopreno (reforzado o no), papel asfáltico o plomo, hay que revisar la aparición de grietas o descostramientos en los puntos en que se asienta la superestructura sobre los cabezales.

### CABEZALES

- Presencia de deterioro, grietas, o indicios de sobreesfuerzos.
- Determinación de deflexiones excesivas en cabezales sometidos a cargas pesadas.
- Detección de rotaciones que resulten de conexiones excéntricas en cabezales de acero, o porque los rigidizadores resulten deficientes para las actuales condiciones de circulación de los vehículos.

### VIGAS PRINCIPALES

- Examen en el alma de *vigas* de sección "T" de *hormigón armado* para comprobar la existencia de agrietamientos anormales o la desintegración del material, especialmente en las áreas de apoyo.
- En el caso de un paso de un camino transitado, verificar que las vigas no presenten daño alguno producido por impactos de vehículos pesados de gran altura que pasen bajo la obra inspeccionada.
- En *vigas a base de cajones*, verificar que no existan agrietamientos importantes en la losa inferior.
- Existencia de desplazamientos en las articulaciones que puedan provocar sobrefuerzos. Evaluación de las causas en el caso de que estén presentes desplazamientos anormales de consideración.
- En *vigas de hormigón postensado*, revisar sus alineamientos, agrietamientos y deterioros en el material.
- Posibilidad del desconchamiento en las zonas de apoyos, así como en los diafragmas fundidos en el lugar, que pueden deberse al escurrimiento plástico del material y a las ondulaciones en las vigas postensadas.
- Anotaciones cuidadosas sobre la localización y tamaño de las grietas en los macizos de hormigón o cualquier indicio de corrosión y deterioro en la montura que aloja los cables del postensado.
- En *vigas de acero*, examinar la presencia de grietas o corrosión a lo largo del ala superior, alrededor de los remaches o en las cabezas de los pernos.
- Detección de humedad entre las planchas de las alas, las conexiones de los diafragmas, así como en los apoyos.
- Verificación de las soldaduras acerca de si están agrietadas o no. Precisar y detallar esta observación cuando las conexiones no sean ordinarias, o en secciones curvas, o en esquina de difícil acceso, o en cualquier parte del elemento donde varíe la configuración de las partes metálicas, o en áreas donde se concentren esfuerzos o aquellas sometidas a vibraciones.
- Observación de movimientos que pueden originar esfuerzos de fatiga.
- Determinación de pandeos en el alma y en los elementos rigidizadores, así como falta de alineación u otros posibles daños.

### TABLERO, PISO O CUBIERTA

- En *tableros con pisos de madera*, examinar que no estén carcomidos, sobre todo en las zonas en que se producen uniones con elementos metálicos.
- Detección de desprendimientos producidos por un clavado deficiente o donde los pernos se hayan aflojado por la repetición de las cargas que transitan por el puente.
- Observaciones durante el paso del tránsito para detectar elementos que estén sometidos a deformaciones excesivas o que estén sueltos.
- En *tableros con losa de hormigón*, deberá revisarse que no existan agrietamientos, desconchamientos, exudaciones, baches, huecos u otras evidencias de deterioro.

- Evaluación de la observación anterior en lo referente a la pérdida de la integridad o continuidad estructural conservando las posibilidades para garantizar el rodamiento de los vehículos por todas las sendas de circulación.
- Examen cuidadoso tendiente a evidenciar deterioros en el acero que refuerza el hormigón, sobre todo cuando los elementos están localizados en un ambiente marino o agresivo.

### SUPERFICIE DE RODAMIENTO

- Cuando la capa de rodadura se consigue con asfalto, deberán detectarse todos los defectos que puedan ocultarse bajo ésta. En estos casos se recomienda remover en dicha capa algunas partes significativas del tablero para efectuar observaciones o investigaciones más detalladas, según corresponda.
- Revisar las partes inferiores de la losa para determinar si existen o no indicios de peligro y/o deterioro.
- Evidencias de circulación de agua a través de las losas que presenten agrietamientos.
- Cuando la capa de rodadura queda conformada por elementos de acero, verificar la presencia de corrosión o de soldaduras defectuosas.
- En general para todo tipo de superficies de rodamiento deberán tenerse en cuenta observaciones como las relacionadas ahora: revisar el sistema de drenaje, la posibilidad de que se presenten áreas de acumulaciones de agua, que todos los tubos para el drenaje estén abiertos y sin obstrucciones y que éstos no descarguen de manera directa sobre los elementos de las estructuras del puente, que erosionen los accesos o que derramen sobre un camino inferior transitado.

### PARAPETOS, PRETILES O BARANDAS

- En los de *madera* deberá comprobarse que no estén carcomidos y que todas sus secciones sean seguras.
- En los de *acero* u otro metal, revisar si presentan o no corrosión, así como el estado en que se encuentra la pintura; observar si existen evidencias de manchas de óxido alrededor del hormigón que contiene los receptáculos en que quedan atrapados o instalados.
- En los de *hormigón*, examinar si existen agrietamientos, desprendimientos, oxidaciones u otros defectos.
- En general para todo tipo de defensas se verificarán los aspectos tales como: protección contra daños que pudiera ocasionar el tránsito; el alineamiento vertical ante cualquier asentamiento de la subestructura y el horizontal por deficiencias en los apoyos y que garanticen las condiciones de seguridad recomendadas para una adecuada circulación del tránsito por el puente, así como que no tengan cortaduras o salientes que puedan constituir un peligro para los peatones.

### ACERAS

- En el caso de *aceras de hormigón* realizar comprobaciones sobre la presencia de grietas, desconchamientos, baches u otro tipo de deterioro.

- Existencia de desplazamientos, que constituyan peligros para la circulación peatonal.
- Observaciones en las zonas aledañas a las juntas, especialmente en los estribos del puente.
- Para *aceras de acero*, verificar la posibilidad de corrosiones y el estado del ajuste de todas las conexiones.
- Comprobación de que el drenaje es el adecuado.

### CONTENES

- Detección de agrietamientos, desconchamientos y deterioros de otro tipo.
- Precisar si han perdido altura a consecuencia de recapes excesivos en la superficie de rodadura.
- Estado de la pintura en los sitios o zonas donde ésta es utilizada para mejorar la visibilidad.

### JUNTAS DE DILATACIÓN

- Chequeos del espaciado adecuado, para la garantía de los movimientos térmicos.
- Presencia de escombros u otros materiales al estar la junta abierta.
- En el caso de juntas selladas revisar si el sello aún impide la entrada de piedras, tierra o cualquier otro material no compresible.
- Anclajes sueltos, agrietamientos o fallos en las soldaduras de las juntas de acero.
- Golpes en las losas de hormigón adyacentes a la junta, para localizar vacíos o degradaciones de éstas.

### BARRERAS DE PROTECCIÓN

- Chequeo del alineamiento.
- Localización de daños ocasionados por el tránsito de vehículos.
- Detección de la presencia de agrietamientos o cualquier otro tipo de deterioro.
- Cuando sean metálicas, determinar la existencia de corrosión, así como el ajuste o no de los pernos de anclaje y sus tuercas.

### ARMADURAS DE ACERO

- Comprobación del alineamiento horizontal y vertical de los elementos que conforman los cordones. En caso de alteraciones, investigar en todo detalle, para precisar las causas.
- Existencia de excentricidades en las conexiones.
- En elementos corroidos limpiarlos con un cepillo metálico para determinar las secciones modificadas
- Localización de alabeos, retorcimientos y dobladuras
- Presencia de daños en los contravientos superiores provocados por la circulación de cargas de gran altura.
- Revisión de cada uno de los elementos que constituyen los contravientos inferiores para determinar su forma de funcionamiento.

- Precisión del estado de la pintura.
- Reporte del grado o nivel de corrosión.
- Observación detallada en los alrededores de las cabezas de pernos o remaches.
- Aparición de movimientos o vibraciones laterales de la estructura durante la circulación de vehículos.
- En planchas múltiples atornilladas o remachadas revisar si hay evidencias de deformación o corrosión.
- Detección de desgastes o cortaduras en pernos o remaches.

### PUENTES MÓVILES

- Examen de las armaduras, del sistema de piso y del resto de los elementos estructurales.
- Revisión de los contrapesos para detectar si todos los elementos son resistentes y seguros.
- Verificación cuidadosa de que el acero no presente corrosión que se extienda hasta el hormigón.
- Inspección concienzuda alrededor de los empotramientos para detectar indicios de corrosión o pérdida del área en la sección transversal de los elementos.
- Percatarse de que los drenajes en los contrapesos estén libres de materias extrañas y funcionando de manera óptima.
- Desgastes o corrosiones en los cables de los contrapesos y en los usados para el alzado y bajado de las *estructuras de tipo levadizas*. Determinar también si el nivel de lubricación de los cables es el adecuado.
- Revisión de los rodillos viajeros y las guías para verificar que tienen el espacio libre especificado y que no están muy desgastados.
- Comprobación de que la pendiente de la superficie de rodadura no presente discontinuidades.
- Manutención de la separación libre especificada en las juntas entre el tramo móvil y los tramos fijos.
- Al paso de vehículos pesados, observar el movimiento vertical diferencial de la junta entre las dos secciones del *tramo basculante*.
- Desgaste de los pasadores que toman el esfuerzo cortante.
- Detección de roturas en las soldaduras de los emparrillados de acero de las estructuras móviles del puente.
- Inspección para el estudio del funcionamiento de todas las estructuras mecánicas, realizada por personal especializado en este tipo de maquinarias.
- A su vez, comprobar que no existan ruidos anormales y desajustes en ejes y apoyos.
- Se realizarán aperturas de prueba en la parte móvil para asegurarse sobre el funcionamiento de todos los dispositivos y que éste esté correctamente balanceado.
- Puesta en acción de las plantas de energía auxiliares para su revisión.

- Entrevista al operador del puente para investigar sobre el manejo de las operaciones, así como posibles introducciones de cambios atendiendo al régimen establecido para éstas.
- Revisión por personal calificado de los aspectos relacionados con las operaciones eléctricas, garantizando que se complementen con las observaciones de la parte mecánica, al estar estas dos muy relacionadas.
- La inspección eléctrica incluirá: cableado, controles, conductos, motores e iluminación.
- Profundización en la búsqueda de líneas rotas y/o desgastadas por el uso.
- Determinación de posibles riesgos que pudiesen poner en peligro la seguridad del operador y del personal auxiliar encargado de la conservación, de las diferentes unidades mecánicas y/o eléctricas.
- Aseguramiento de que existan en los puntos de arribo al puente todas las señales para el tránsito, atemperadas a las condiciones de la circulación y a las operaciones en la parte móvil.
- Utilización de buzos para el examen, de cables submarinos, conductores de la energía.
- Aseguramiento del funcionamiento de las barreras y sistemas de señales tanto para el transporte carretero como para el marino.
- Examen minucioso de los elementos de la subestructura ante posibles daños producidos por golpes del tráfico marítimo.

#### TRAMOS SUSPENDIDOS

- Examen de los cables de suspensión principales para la verificación de las condiciones de su revestimiento, de modo que protejan al acero contra la corrosión.
- Revisión minuciosa a los sujetadores de los cables, soportes sobre las torres y anclajes.
- Profundización en la forma en que se suspenden los cables, comprobando que no se han producido corrimientos y desajustes en los pernos.
- Presencia de corrosión en los anclajes por penetración o acumulación de la humedad.
- Inspección de las armaduras que rigidizan el piso, las torres y los caballetes de los cables.

#### ASPECTOS ESTÉTICOS

- Revisión de las condiciones de la pintura y de las superficies expuestas que mucho tienen que ver con la apariencia del puente.
- Es evidente que estos aspectos estéticos están relacionados con las acciones de conservación correspondientes al mantenimiento.

#### INSTALACIONES O REDES INDEPENDIENTES

- Elaboración de registro para relacionar detalles de los servicios públicos de alcantarillado, acueducto, comunicaciones o de electricidad, adosados o confinados al puente.
- Determinación de posibles sobrecargas en la estructura, al ser adicionadas nuevas instalaciones.
- En caso de corrientes navegables determinar si obstruyen o no la vía, o si por su posición impiden la remoción de basuras acumuladas durante las grandes avenidas.
- Evidencias de golpeaduras o daños provocados por el tránsito cuando se encuentren sobre el tablero, al nivel de la superficie de rodadura.
- Seguridad de que las instalaciones estén apoyadas adecuadamente y que no constituyan un peligro potencial en caso de que exista circulación de vehículos debajo de la estructura.
- Verificación cuidadosa de que dichas instalaciones no constituyan un peligro potencial sobre el puente. Insistir en la detección de roturas o salideros que causen agrietamientos, corrosión o daños en la pintura.
- En todos los casos se tendrá en cuenta que las instalaciones sobre el puente permanecerán o no, en función de cómo afecte su estética.
- Presencia de movimientos de dilatación o vibraciones que introduzcan efectos perjudiciales en las estructuras.

#### OBSERVACIÓN FINAL

- La persona encargada de la conservación local de una vía deberá mantener un estado de observación permanente de los puentes, para conocer e informar a los inspectores sobre particularidades que pueden no estar ya presentes, o ser evidentes en el momento en que se realiza la inspección.