

## Contribuciones para la Evaluación de Puentes en la República Argentina

José A. Saracho<sup>1</sup>, José R. Barlek<sup>2</sup>, Oscar Dip<sup>2</sup>, Eduardo A. Castelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Tucumán, Rivadavia 1050 - (4000) S. M. de Tucumán, Tel: 0381 4217150  
PID UTN Evaluación y rehabilitación de puentes, Email: joseanibalsaracho@yahoo.com.ar.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800 - (4000) S. M. de Tucumán, Tel: 0381 4364087

<sup>3</sup> Vialidad Nacional, 3° Distrito, Tucumán, Av. Mate de Luna 1981- (4000) 0381 4331000

**Resumen** - Se presenta en primer lugar el análisis de los resultados sobre la condición de 173 puentes de la red vial nacional que han sido relevados y evaluados a la fecha por Vialidad Nacional, lo cual permitió identificar los principales tipos de patologías que afectan a los puentes del país.

A continuación se presentan propuestas para la modificación y/o ampliación de la metodología de evaluación de puentes actualmente en uso en la República Argentina. Las observaciones y recomendaciones para posibles mejoras están basadas en las patologías más frecuentes y en análisis comparativos de los resultados y experiencia surgidos de aplicar la metodología local y la vigente en los Estados Unidos a dos puentes, uno metálico y otro de hormigón armado.

Los cambios propuestos incluyen modificaciones en planillas de inspección rutinaria y en los procedimientos de evaluación analítica y experimental. Asimismo, se formulan observaciones sobre la metodología de evaluación de la condición de estado.

**Palabras clave:** puentes, evaluación, patologías

### Contributions for Bridges Evaluation in the Argentine Republic

**Abstract** - An analysis of the condition of 173 bridges of the argentinian national highway is presented in this paper. These bridges have been surveyed and evaluated by the National Highway Agency, which identified the main type of pathologies that affect the bridges of Argentina.

Proposals for the modification and/or improvement of the assessment methodology of bridge currently used in the Argentine Republic are presented. The observations and recommendations for possible improvements are based on more frequent pathologies and comparative analysis of results and experience of applying the Argentine methodology and the current methodology used in United States to two bridges, one of reinforced concrete and the other made of steel.

The proposed changes include modifications in the routine inspection sheets and in the procedures of analytical and experimental evaluation. In the same way, observations on the assesment methodology of the bridges conditions were done.

**Keywords:** Bridges, Evaluation, Pathologies

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad se reconoce ampliamente la necesidad de contar con un Sistema de Gestión de Puentes (SGP) para garantizar la seguridad y funcionalidad de estas obras de infraestructura a un costo mínimo. Dentro del SGP se destacan los módulos de Relevamiento o Inspección para la toma de datos y el de Evaluación para la verificación del desempeño estructural y monitoreo de los procesos de deterioro.

En la República Argentina, ya desde el año 2007, la Dirección Nacional de Vialidad inició la tarea de inventario y relevamiento de los puentes de la Red Vial Nacional a través de un sistema de gestión propio denominado SIGMA P (DNV y UNC, 2008), cuya implementación aún se encuentra en fase de desarrollo.

Un pormenorizado estudio de los procedimientos de evaluación de puentes según esta metodología y la americana, a través de la aplicación de las mismas a dos casos de estudio con análisis de procedimien-

tos y resultados obtenidos, permitió identificar las coincidencias y divergencias de tales metodologías.

Tomando como base lo realizado y contemplando tanto la infraestructura como la capacidad técnica y operativa disponibles en nuestro medio, se procedió a efectuar un análisis de los aspectos salientes de los procedimientos y, con ello, a plantear modificaciones y/o ampliaciones a la metodología argentina que permitan su adecuación a los criterios actuales de evaluación y posibiliten una rápida y efectiva aplicación de la misma a nivel regional. Estos aportes se hacen para cada uno de los siguientes procesos involucrados en la metodología de evaluación: inspección, evaluación analítica, evaluación experimental y evaluación de la condición de estado.

En un trabajo reciente (Saracho J. A., 2011) se aplicaron estos cambios propuestos a la evaluación de dos puentes de distinta tipología estructural, uno metálico y otro de hormigón armado afectados por

diversas patologías, lo cual sirvió para comprobar su facilidad de aplicación y efectividad. En las Figs. 1 y 2 se observan las vistas de dichos puentes.



**Fig. 1** - Puente de hormigón armado sobre el Río Pueblo Viejo, Ruta prov. 325, Tucumán. Longitud total: 101 m. Antigüedad: 42 años. Principal patología: Erosión generalizada del lecho del río con descalce de fundaciones



**Fig. 2** - Puente metálico sobre el Río Gastona, Ex Ruta 38 (acceso Ciudad de Concepción, Tucumán). Longitud total: 353.50 m. Edad: 86 años. Principal patología: corrosión de nudos inferiores y tablero, descenso y rotación de una de las pilas

Cualquier metodología a seguir para la evaluación de puentes debe estar abierta a la posibilidad de cambios que pudieran surgir a partir de la experiencia de su aplicación, procurándose así una optimización permanente de la misma. En tal sentido, al encontrarse la metodología SIGMA P en una fase inicial de implementación, las propuestas aquí presentadas vienen a cubrir este propósito en función de las necesidades que los autores pudieron observar.

## SITUACIÓN DE LOS PUENTES DEL PAÍS

Desde la implementación del Sistema de Gestión de Puentes “SIGMA-P”, se ha llevado a cabo el Inventario, Relevamiento, Evaluación y Diagnóstico de 173 puentes de la Red Vial Nacional (RVN) (DNV y UNC 2011). Ochenta de estos puentes relevados pertenecen a la región del NOA (noroeste argentino), abarcando los distritos de Tucumán, Jujuy, Salta y Catamarca. Los otros noventa y tres puentes corresponden a las otras regiones del país y comprenden los distritos de Río Negro, Neuquén, La Pampa, La Rioja, San Juan, Corrientes, Misiones, Santa Cruz, Santa Fe, San Luis, Córdoba y Mendoza. El análisis de esta información, que corresponde a puentes que han sido observados por la DNV por padecer algún tipo de deficiencia, ha permitido poner en evidencia los principales tipos de patologías que los afectan.

A continuación se presenta un resumen de los resultados de las evaluaciones de los puentes relevados, en donde se destaca el porcentaje de puentes con riesgo alto y las causas que conducen a esta situación.

En la Fig. 3 se presenta un gráfico en donde se observa que el 54 % de los puentes relevados hasta el momento presenta riesgo alto. Las causas que explican el “riesgo alto” de estos puentes son variadas, pero predominan los problemas hidráulicos y viales, tal como se observa en la Fig. 4. De acuerdo a esta ilustración, el 51 % de los puentes de riesgo alto presentan problemas hidráulicos, el 30 % de los puentes están condicionados por sus características viales (especialmente por anchos de calzada menor a 8.30 m) y el 17 % presentan problemas estructurales. Además, el 11 % de las obras de arte relevadas presenta riesgo alto en virtud del promedio ponderado de los indicadores.

Cabe destacar que estos porcentajes no representarían la situación del stock de puentes de la Red Vial Nacional en su conjunto, por cuanto las estructuras relevadas surgen de una selección realizada por la DNV y que incluye, en la mayoría de los casos, puentes con problemas de alguna índole lo que explicaría el alto porcentaje de puentes con riesgo alto que se ha obtenido hasta el momento.

Estos diagramas permiten concluir que el problema presente en la mayor parte de los puentes relevados es el riesgo hidráulico. Se encontró que el 51 % de los puentes presenta problemas de este tipo que requieren de atención urgente. Dichos problemas, tales como la socavación general, socavación local, azolve, gálibo insuficiente y presencia de erosiones retrogradantes, deben estudiarse espe-

Puentes evaluados

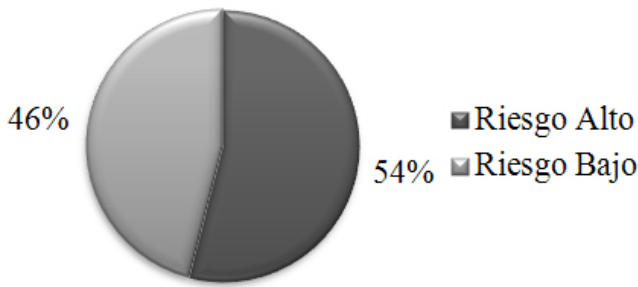


Fig. 3 - Porcentaje de puentes con riesgo alto sobre el total de puentes relevados a la fecha

Puentes con Riesgo Alto

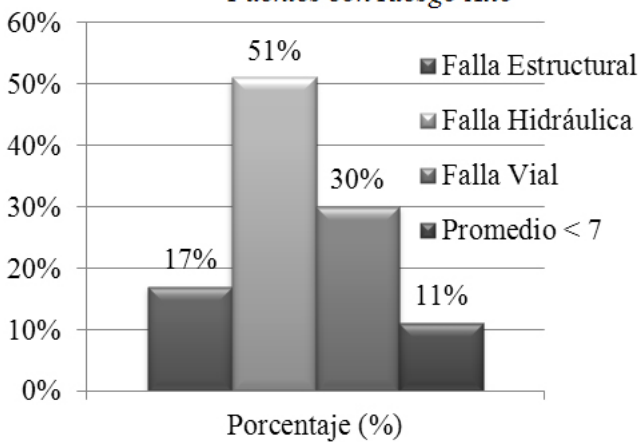


Fig. 4 - Puentes con riesgo alto según indicadores estructural, hidráulico, y vial

cialmente para cada puente. Ésto, en virtud de que la solución a problemas determinantes de seguridad hidráulica debe partir de la consideración de las condiciones particulares de cada río y su cuenca. Por este motivo no se pueden proponer soluciones típicas para estos problemas. En los puentes mostrados en Fig. 5 a Fig. 8 se ilustran algunas de estas afectaciones.



Fig. 5 - Erosión generalizada del cauce del Río La Puerta. Ruta 60, Pcia. de Catamarca



Fig. 6 - Socavación local en pila. Puente sobre el Río Talamuyuna, Ruta Nacional N° 38, Pcia. de La Rioja



Fig. 7 - Azolve en Puente sobre el Dren Bofinger, Ruta Nacional N° 153, Pcia. de San Juan



Fig. 8 - Erosión en terraplén de acceso, con estribo y fundación del mismo al descubierto. Ruta Nacional N° 38, Pcia. de Tucumán. Ejemplo ilustrativo extremo que no corresponde al grupo de puentes relevados

En algunos casos las tareas de mantenimiento rutinario pueden eliminar el riesgo alto de un puente desde el punto de vista de la hidráulica. Tal es el caso de algunos puentes en el norte del país (Distrito Jujuy), en donde se observa una significativa reducción de la sección hidráulica por azolve del lecho.

Este problema se resuelve limpiando el cauce periódicamente, lo que eliminaría el “riesgo alto” en la mayoría de los puentes analizados en la zona si es que los otros dos indicadores tienen buena calificación.

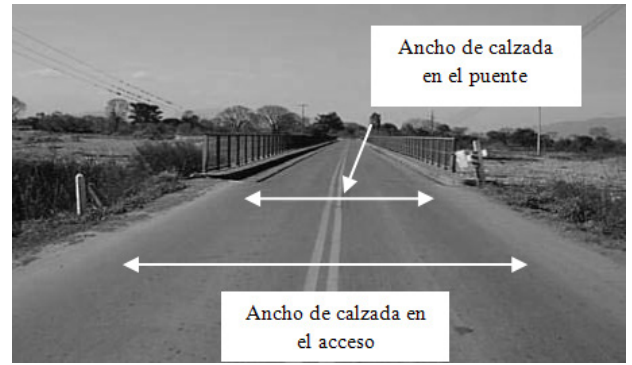
Por otra parte el 30% de los puentes se encuentran en riesgo vial alto, representada en la mayoría de los casos por un ancho de calzada menor a 8.30 m (distancia medida entre cordones de vereda, de acuerdo con la convención del sistema SIGMA-P y que es determinante para la asignación de riesgo alto en seguridad vial). De este grupo, en donde la seguridad vial es determinante, el 85.7 % de los puentes tienen buenas calificaciones en los aspectos estructural e hidráulico. Esto significa que de ser posible un ensanchamiento del tablero del puente se eliminaría el “riesgo alto” de estas estructuras.

Cabe destacar que dentro del indicador de riesgo vial se evalúan otros parámetros además del ancho de calzada, como la ocurrencia de accidentes fatales, demarcación horizontal, barandas, y defensas. Sin embargo el aspecto determinante en los casos estudiados es el ancho menor a 8.30 m de la calzada. Una mejora o reparación de los demás aspectos citados se puede considerar incluida dentro de las tareas de reparación rutinaria de un puente. En las Figs. 9 y 10 se dan ejemplos de puentes con los problemas citados relacionados con la seguridad vial.

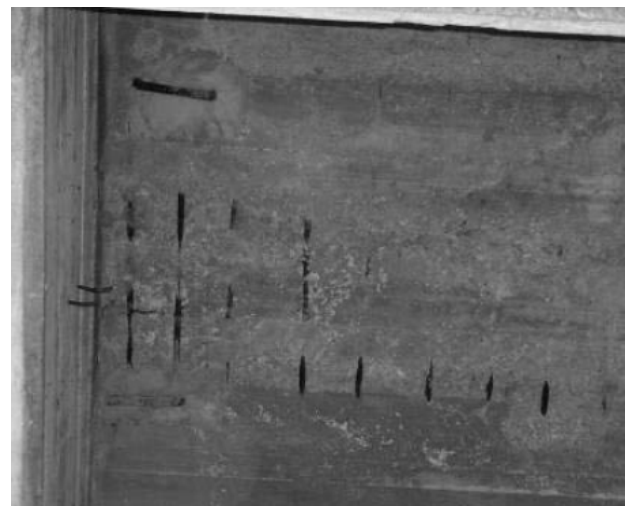


**Fig. 9 - Ancho de calzada insuficiente.**  
Puentes sobre el Río El Gato, Pcia de Jujuy

Se observa que relativamente pocos puentes presentan problemas estructurales graves que determinen por sí mismos el “riesgo alto” a través de calificaciones menores o iguales a 5 (cinco). La mayor parte de las estructuras requiere de trabajos menores que pueden ser incluidos en las tareas de mantenimiento rutinario. En las Figs. 11 a 14 se pueden ver ejemplos de este tipo de afectaciones frecuentes.



**Fig. 10 - Estrangulamiento de la ruta y falta de elementos de guiado en los accesos.** Puentes sobre el Río Perico, Pcia. de Jujuy



**Fig. 11 - Armaduras expuestas en la cara inferior de la losa del tablero.** Puentes sobre el Río Jesús María, Pcia. de Córdoba



**Fig. 12 - Escaso recubrimiento de la viga con apreciación de estribos.** Puentes sobre el Río Purmamarca, Pcia. de Jujuy



**Fig. 13** - Carpeta de rodamiento asfáltica con fisuras y desprendimientos en el puente sobre el Río El Gato, Pcia. de Jujuy



**Fig. 14** - Junta de dilatación con perfiles metálicos faltantes en Puente sobre el Río Quines, Pcia. de San Luis

Los puentes que presentan problemas estructurales que se reflejan en calificaciones bajas (menores a 5) requieren de intervenciones importantes. Estos puentes representan el 17 % de los casos estudiados. Para los puentes relevados hasta el momento estas intervenciones consistirían en refuerzos o reemplazos de pilas que se encuentran socavadas por los cursos de agua (ejemplo extremo en Fig. 15). También se observan puentes cuyas tareas de reparación no son importantes tomadas en forma aislada, pero el conjunto de las reparaciones recomendadas haría un volumen de trabajo importan-

te que excedería un mantenimiento de rutina y por el cual se asigna una calificación estructural global baja.



**Fig. 15** - Falla por erosión local en pila. Puente Lucas Córdoba sobre el Río Salí, Ruta 9, Pcia. de Tucumán. Ejemplo ilustrativo extremo que no corresponde al grupo de puentes relevados.

El 11 % restante se encuentra en riesgo alto debido a que el promedio ponderado de sus calificaciones de riesgo arrojó un valor menor a siete, de modo que debe intervenir la estructura en más de un aspecto para mejorar el estado de conservación global de la obra de arte

## CONTRIBUCIONES

### Inspecciones

Mientras que en la metodología local sólo se consideran tres tipos de inspecciones, inicial, de rutina y detallada, en otros países se tienen en cuenta además de éstas, las inspecciones de daño, las de elementos de falla crítica, inspecciones subacuáticas y las especiales. Estos últimos tipos, dada su mayor especificidad, posibilitan abordar la inspección de los puentes de mayor envergadura y complejidad de la red vial y debieran tomarse en cuenta en nuestro país para esos casos puntuales.

En la metodología local no se establece la duración del periodo entre inspecciones rutinarias. Al respecto convendría disponer en nuestro país que la duración de dicho periodo no supere los dos años, tal como se hace en los países más avanzados.

Al analizar con espíritu crítico las disposiciones del Manual del Inspector de Puentes de la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos (FHWA, 2002) y del Manual de Operaciones del SIGMA Puentes (DNV, 2008), se tomaron las pautas necesarias para la elaboración de los informes de inspección detallada para los casos de estudio que se presentan en la publicación de referencia (Saracho J. A., 2011). En ellos se vuelca la información relevada que resulta de importancia para la asignación de un puntaje por parte del ingeniero evaluador, la cual comprende los distintos aspectos relacionados con el estado estructural, hidráulico y el riesgo en materia de seguridad

vial. Las planillas de inspección propuestas fueron diseñadas para reflejar los daños típicos relevados en los distintos componentes durante dicha inspección detallada con el propósito de identificar los elementos a reemplazar o reparar. Esta forma de procedimiento puede tomarse como guía para las inspecciones detalladas a realizar sobre los puentes nacionales.

En cuanto a las inspecciones rutinarias, pudo establecerse que la planilla de inspección planteada en la metodología SIGMA no toma en consideración el registro de las cantidades por ítems en referencia a las tareas de mantenimiento rutinario, las cuales son necesarias para la operación del módulo costos. Por otra parte se encontraron falencias en lo que atañe a la falta de información relevada vinculada a los estados hidráulico y vial. Ésto llevó a la propuesta de una nueva Planilla para Inspecciones Rutinarias. La misma se diseñó para poder recabar en forma ordenada y sistemática los datos necesarios para la evaluación de puentes de manera que, conjuntamente con el registro fotográfico, sirva al ingeniero evaluador para asignar una calificación a la estructura.

Se destaca que las inspecciones en ambos puentes se realizaron con utilización de instrumentos de campo sencillos y de bajo costo, habiéndose comprobado que los mismos resultaron suficientes para la realización de esta tarea. Esta facilidad se contrapone con la necesidad de contar con inspectores debidamente capacitados para obtener datos de campo para la evaluación con la calidad y confiabilidad requeridas.

### **Evaluación analítica**

Según pudo establecerse, el uso de los coeficientes parciales calibrados en la metodología americana provee mayor confiabilidad con niveles de seguridad uniformes. Asimismo, a través de la aplicación a los casos de estudio, pudo comprobarse la sencillez del procedimiento. Por otro lado, diversos países de América latina como México, Colombia, Venezuela, Chile y Perú, entre otros, emplean para el diseño de puentes las Especificaciones AASHTO LRFD (AASHTO LRFD, 2010). En la República Argentina actualmente se hallan en trámite de aprobación Reglamentos para el diseño de estructuras de hormigón armado y metálicas que siguen la línea norteamericana (CIRSOC 201, 2005 y CIRSOC 301, 2005). Por lo tanto, en la previsión razonable que el nuevo reglamento CIRSOC referido a Puentes tome como base los lineamientos de las Especificaciones AASHTO LRFD, se propone adoptar para nuestro país la metodología de evaluación establecida por el Manual

de Evaluación de Puentes de AASHTO (AASHTO, 2010) en lo referente a las verificaciones a nivel de inventario y operación para sobrecargas de diseño.

La diferenciación en la verificación según estos dos niveles es pertinente de aplicarse en nuestro medio habida cuenta de la importante cantidad de puentes existentes que se encuentran casi al límite de su vida útil, con tipos de daños leves a moderados y con escaso mantenimiento. De esta manera se ofrece un marco legal y técnico para contemplar la evaluación de estos casos que pueden no satisfacer las pautas actuales de diseño. Los resultados obtenidos en los casos de estudio demostraron que en ambos puentes se satisfacen los requerimientos para sobrecargas de diseño AASHTO al propósito de la evaluación.

A su vez se considera de utilidad la verificación correspondiente para el otorgamiento de permiso de paso en caso de sobrecargas extraordinarias y la restricción de cargas mediante señalizaciones. Para poder implementar estas acciones en nuestro medio, las mismas deberán ser acompañadas por una fuerte política de control por parte de la DNV y las Vialidades Provinciales, sobre todo en estas últimas en caminos de la red secundaria y terciaria. Dada la propensión de los transportistas de carga a transgredir dichas señalizaciones, con el consiguiente peligro para sus propias vidas y la de terceros y posibles daños al patrimonio, deberán agregarse obstáculos que impidan la circulación que se prohíbe. Ante una limitación de carga, puede resultar útil la colocación de pórticos metálicos cuyo gálibo no permita el traspaso de vehículos pesados.

### **Evaluación experimental**

Dada la mayor rigurosidad de los criterios fijados por el método de evaluación experimental de AASHTO (AASHTO, 2010; Transportation Research Board, 1998) en relación a las prácticas actualmente vigentes en el país y la facilidad con que se obtiene la carga de prueba objetivo, se recomienda adoptar lo prescripto por las normas americanas en lo que respecta a los ensayos de verificación. Para completar el ensayo sería conveniente incorporar a esta metodología la comprobación del criterio de remanencia de las deformaciones fijado por la norma española (Ministerio de Fomento de España, 2002) de manera de controlar también el comportamiento en la descarga.

Se recalca el gran valor que tiene la modalidad de evaluación experimental para nuestro país por la importante cantidad de puentes con ausencia de documentación de su proyecto y cons-

trucción (memorias y planos), en donde ésta es la única manera de indagar su capacidad de carga.

De la experiencia obtenida del ensayo de ambos puentes se pudieron constatar las dificultades operativas y de costo para materializar sobre calzada las cargas exigidas para la verificación a nivel de inventario. Por lo tanto, para la evaluación experimental de los puentes en nuestro medio, se recomienda efectuar la verificación a nivel de operación, en donde las cargas máximas de ensayo se compadecen con las actualmente utilizadas en las pruebas que se realizan en el país.

Cabe destacar que nuestro país no cuenta con una normativa específica para la evaluación experimental. Esta situación ha llevado frecuentemente a reemplazar los ensayos de carga por otro tipo de ensayos más económicos, como por ejemplo los dinámicos. Se trata sin duda de una confusión, pues estos últimos de ninguna manera pueden proveer la información que la evaluación experimental de puentes requiere. De allí la necesidad de contar lo más pronto posible con una normativa específica a tal fin.

#### **Evaluación de la condición de estado**

La experiencia realizada en los dos puentes permitió comprobar el buen grado de ajuste de la metodología local con respecto a la americana. Esta última, cuyos procedimientos se establecen en la Guía para Inventario y Evaluación de Puentes de la FHWA (FHWA, 1995) con complementos y actualizaciones presentados en FHWA, 2006 tiene el aval de venir usándose desde hace ya varios años y con actualización permanente en el país que está a la vanguardia en la evaluación de puentes. No obstante, por mayor claridad y simpleza de procedimiento verificadas, se sugiere mantener en nuestro país la metodología dada por el sistema de gestión SIGMA Puentes (DNV y UNC, 2008), incorporando para los criterios de evaluación del riesgo estructural lo dispuesto por AASHTO.

En el procedimiento americano el inspector se encarga, además del relevamiento de datos, de asignar las calificaciones en los ítems de la planilla que tienen que ver con la evaluación de la condición de estado. Por su lado, en la metodología local la asignación de puntajes se hace recién en el módulo de evaluación por parte de un ingeniero evaluador en base a la información volcada en las planillas e informes de la inspección. La experiencia realizada permitió comprobar la conveniencia que en campaña se haga una evaluación preliminar, por ejemplo a través de consignas como "SI/NO" (Cumple o No cumple las pautas señaladas) o "B/R/M" (el estado de los componentes es Bueno,

Regular o Malo). De esta manera durante la inspección, además de recabar los datos de campo, se hará un juicio de valor sobre los distintos ítems que luego le servirán a dicho ingeniero evaluador para la asignación de un puntaje. En tal sentido, la planilla de inspección propuesta contempla la carga de esta información con criterios sencillos para establecer dicha evaluación preliminar (Saracho J. A. 2011). De esta forma se evitarán omisiones en los datos requeridos y se inducirá al inspector a volcar la información que resulta de estricta utilidad para la evaluación. Dada la especificidad de dicha información y la importancia que reviste dentro del sistema de gestión se mandará un alto grado de capacitación del inspector.

#### **CONCLUSIONES**

El análisis de resultados de los relevamientos efectuados ha puesto en evidencia que la principal deficiencia de los puentes de la República Argentina lo constituye la vulnerabilidad hidráulica. Ésto conduce a la necesidad de poner énfasis especial en el estudio de medidas de protección al pie de pilas y estribos, embocaduras o diques de encauzamiento y protecciones ribereñas. Asimismo, en el caso de proyectos de nuevos puentes, se deben considerar con especial cuidado los criterios para definir la luz del puente en atención al riesgo de erosión por contracción del flujo y las pautas para fijar la cota de fundación por el fenómeno de socavación.

El otro problema de importancia detectado consiste en el riesgo en seguridad vial provocado por el ancho de calzada menor de 8.30 m. Esta situación torna al puente funcionalmente obsoleto, con la necesidad de ensanche del tablero o de lo contrario su reemplazo a mediano plazo.

En base a la experiencia adquirida a través de la aplicación de las metodologías aquí citadas se pudo arribar a propuestas de modificación en las planillas de inspección rutinaria y a recomendaciones para el uso de criterios actualizados en relación a la evaluación analítica y experimental. En caso de implementarse estas medidas, se espera una mejora significativa en la evaluación de los riesgos estructural, hidráulico y de seguridad vial, logrando en definitiva una mejor evaluación de los puentes.

#### **REFERENCIAS**

DNV y UNC, "Sistema de Gerenciamiento de Puentes para la República Argentina. SIGMA-P", Dirección Nacional de Vialidad y Centro de Vinculación de Ensayos No Destructivos y de Evaluación de Obras de Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universi-

dad Nacional de Córdoba, Argentina, Argentina, (2008).

Saracho J. A., “Evaluación de Puentes”, Tesis (Magister en Ingeniería Estructural), Instituto de Estructuras, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina, 245, (2011).

DNV y UNC, “Mejoras y Aplicación del Método SIGMA–Puentes a la Red Vial Nacional de la República Argentina. Informe de Avance N° 7”. Dirección Nacional de Vialidad y Centro de Vinculación de Ensayos No Destructivos y de Evaluación de Obras de Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, (2011).

FHWA, “Bridge Inspector’s Reference Manual. BIRM”, Federal Highway Administration, Washington, (2002).

AASHTO, “Standard Specifications for Highway Bridges”, American Association of State highway and Transportation Officials, Washington, DC. (2002).

AASHTO LRFD, “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”, American Association of State highway and Transportation Officials, Washington, DC., (2010).

CIRSOC 201, “Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón”, Instituto Nacional de Tecnología Indus-

trial, INTI, Buenos Aires, Argentina, (2005).

CIRSOC 301, “Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios. Estados Límites”. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI, Buenos Aires, Argentina, (2005).

AASHTO, “The Manual for Bridge Evaluation”, American Association of State highway and Transportation Officials, Washington, DC. (2010).

Transportation Research Board, “Manual for Bridge Rating Through Load Testing”, Transportation Research Board, Washington, DC. (1998).

Ministerio de Fomento de España, “Recomendaciones para la Realización de Pruebas de Carga de Recepción en Puentes de Carreteras”, Ministerio de Fomento, Secretaría de estado de Infraestructuras, Dirección General de Carreteras, Madrid, España, (2002).

FHWA, “Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation’s Bridges”, Federal Highway Administration (FHWA), Washington, (1995).

FHWA, “The Impact of Load Rating Methods on Federal Bridge Program Funding”, Federal Highway Administration, Washington, (2006).