

**EVALUACION DE DOS PUENTES EN EL DEPARTAMENTO URUGUAY
PROVINCIA DE ENTRE RÍOS**



M.I. SCHIERLOH
Mg. Ingeniera
UTN Facultad Regional C. del Uruguay
Entre Ríos, Argentina
schierlm@frcu.utn.edu.ar



R.F. SOUCHETTI
Ingeniero Civil
UTN Facultad Regional C. del Uruguay
Entre Ríos, Argentina
ing.souchetti@hotmail.com.ar



J.D. SOTA
Prof. Ing.^a Civil
UTN-Facultad Regional Concordia
Entre Ríos, Argentina
jdsota@gmail.com

RESUMO

En este trabajo se presenta la evaluación realizada en dos Puentes de hormigón armado, en el departamento Uruguay-Entre Ríos. Se comentan algunas particularidades de estos puentes ejecutados en la década del '20, que por su tipología y ubicación medio-ambiental, hace que se susciten problemas similares en cuanto a: conservación de elementos estructurales, procesos patológicos que los afectan, dificultades de acceso para su inspección y conservación, además de técnicas específicas de monitoreo, reparación y mantenimiento. Se plantea un diagnóstico y finalmente se especifican las conclusiones alcanzadas sobre aspectos a tener en cuenta al desarrollar los planes de inspección y conservación, en referencia a las técnicas específicas de monitoreo, reparación y mantenimiento.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, forma parte de la continuación de las tareas realizadas en los puentes de la Ruta Provincial Nro.39, según Convenio Marco firmado entre la Vicegubernación de la Provincia de Entre Ríos y la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay.

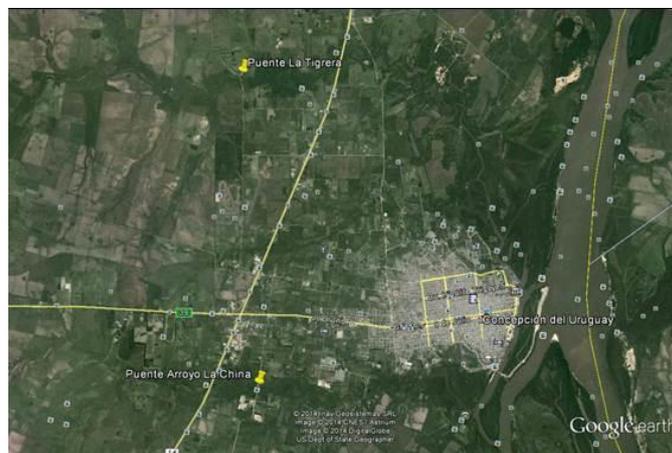


Figura 1: Vista de la ubicación de los puentes (marcados en amarillo).

Se presentan aquí los trabajos de inspección y posterior evaluación del estado de dos puentes de hormigón armado, seleccionados por la Dirección Provincial de Vialidad, Zonal IX Uruguay. Dichos puentes están ubicados sobre el Arroyo Molino (Puente La Tigra) y sobre el Arroyo de La China (Puente Taborda). La ubicación de los mismos fue remitida por dicha Zonal a saber: a) Puente La Tigra, sobre el Arroyo Molino a $32^{\circ} 25' 23''$ Sur y $58^{\circ} 18' 46''$ Oeste y b) Puente Taborda, sobre Arroyo La China, a $32^{\circ} 30' 25''$ Sur y $58^{\circ} 18' 11''$ Oeste. Según se puede apreciar en la Figura 1. En ninguno de los casos se tienen antecedentes de construcción.

2. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Para la evaluación se plantearon cuatro etapas bien definidas a saber [1] [2] [3]:

- a- Inspección preliminar,
- b- Inspección detallada,
- c- Evaluación estructural y
- d- Diagnóstico.

En función del programa de trabajos previstos inicialmente, se mantuvo una reunión con Directivos de la Dirección Provincial de Vialidad, a quienes se les expusieron los lineamientos del trabajo a desarrollar y se solicitó información sobre planimetría y materiales de construcción, con el fin de completar las planillas de antecedentes de obra. Si bien la respuesta fue muy positiva, mostrando gran interés, no se encontró documentación de ninguno de los puentes a analizar.

2.1 Puente La Tigra

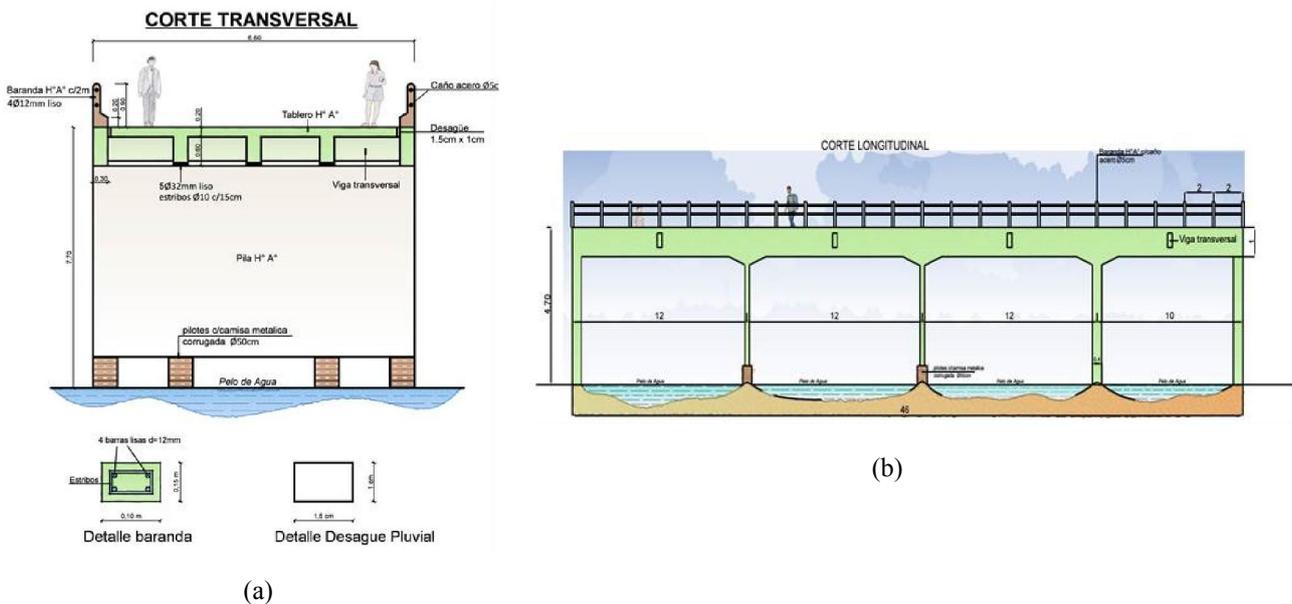


Figura 2: Esquemas de corte transversal (a) y longitudinal (b)

Según su destino o uso es un puente carretero, de Hormigón Armado in situ, construido entre los años 1920- 1930, con una longitud de 46 m, un ancho de calzada de 6 m y una altura máxima de 4,7 m desde el pelo de agua hasta el borde superior del tablero. Está compuesto por un tablero de hormigón armado, con una sola junta de dilatación a los 36 m, barandas de hormigón; cinco vigas longitudinales, tres pilas y dos estribos. En este puente, se pudieron observar diferentes afectaciones siendo la principal, el desplome de las pilas centrales. En la figura 2 se muestran esquemas de ambos cortes.

2.1.1 Barandas

El sistema constructivo, esta compuesto por columnas de hormigón armado de 10 cm x 15 cm, separadas cada 2 m, unidas por dos caños de acero de 5 cm de diámetro. En ellas Se observan problemas de impacto con armadura expuesta en las columnas y torcedura del caño de acero, Figura 3. No se observan problemas de fisuración ni de fallas constructivas (oquedades, recubrimientos, etc) en el resto de los elementos. Se valoró el índice de daños particular de

esta estructura [1], en dos (2), ya que presenta algunos problemas de seguridad para los usuarios por impactos menores en su estructura.

2.1.2 Tablero

Está construido de hormigón armado in situ de 6 metros de ancho por 46 metros de largo, Figura 3. El espesor es de 20 cm. Se encuentra apoyado en cinco vigas longitudinales y tiene una sola junta de dilatación, a los 36 metros desde la cabecera sur. Posee desagües pluviales rectangulares de 1,5 cm x 1,5 cm, construidos verticalmente al borde de la cuneta del puente. El inconveniente más importante, está provocado por los desplomes de las pilas centrales, lo que generó una superficie de rodamiento con grandes diferencias de nivel tanto longitudinal como transversal. Esta variación del gálibo, obliga a los vehículos, a circular a muy baja velocidad. Si tomamos los valores del relevamiento planialtimétrico en el tablero del puente, las diferencias de nivel entre cunetas es la siguiente:

- Sobre el Estribo sur : 1,8 cm (casi inexistente),
- Sobre la Pila sur : 15,5 cm de caída entre cuneta este y oeste (2,5%),
- Sobre la Pila central : 26,9 cm de caída entre cuneta este y oeste (4,5%),
- Sobre la Pila norte : 23,2 cm de caída entre cuneta este y oeste (3,8%),
- Sobre el Estribo norte : 20,5 cm de caída entre cuneta este y oeste (3,4%).

Otro problema observado, son los desagües pluviales laterales. Estos desagües son muy pequeños (1,5 cm x 1 cm), por lo que se encuentran totalmente obstruidos. Esto provoca, junto a las diferencias de niveles antes mencionados, que en días de lluvia, gran parte del tablero se encuentre con abundante agua retenida durante tiempos prolongados en la superficie de rodamiento sin escape posible, provocando el peligro de planeo de los vehículos.



Figura 3: Vistas del estado de la baranda y del tablero

El índice de daños particular de esta estructura [1] se valoró en cinco (5), ya que aunque no presenta problemas patológicos importantes, sí, graves problemas del gálibo y de la superficie de rodamiento por variaciones de niveles que provocan una disminución de la velocidad directriz y por ende de la categoría del puente. Así como también, presenta problemas de acumulación de agua, que repercuten en la seguridad del usuario en días de lluvia,

2.1.3 Vigas Principales



Figura 4: Vista de las vigas y detalle de desagües en el tablero y oquedades en viga principal

El sistema constructivo, es de hormigón armado in-situ. Consta de cinco vigas longitudinales, apoyadas en el estribo sur y en la pila III y otras cinco vigas longitudinales apoyadas en la pila III y en el estribo norte. Posee una vigas transversales por tramo, y una en cada pila y estribo, Figura 4. Tienen una altura de 60 cm y un ancho de 30 cm. La armadura está compuesta por cinco hierros lisos de 32 mm de diámetro en la parte central de la misma. Las pruebas con esclerómetro, dieron un índice de rebote promedio de 35 en las cinco vigas. Se observan pocas fisuras, en toda su longitud, con espesores que varían de 0,3 mm a 0,4 mm. Se observaron oquedades en el tramo norte del puente (últimos 10 m), que dejan a los hierros principales expuestos al medio ambiente, Figura 4. El índice de daños particular de esta estructura [1] se valoró en dos (2), ya que presenta algunos problemas de oquedades y armaduras expuestas en la sección norte del puente.

2.1.4 Pilas y cabezales

Consta de dos cabezales extremos y tres pilas interiores de hormigón armado in situ, Figura 5. Entre las pilas centrales, corre el Arroyo Molino. En la pila sur, se observan algunas fisuras longitudinales inclinadas a 45 grados de 0,2 mm de espesor y 1m de longitud. En el resto de los estribos, no se observan fisuras importantes. Las pruebas con esclerómetro, dieron un índice de rebote promedio de 38. La patología más importante de las pilas interiores, es el desplome de los mismos, Figura 5. Los desplomes, se producen hacia el lado oeste de la estructura, variando los valores desde 18,8 cm en la pila sur, medido de la parte superior de la viga lateral, al pelo de agua (4,7 metros de altura), hasta 28,2 cm en la pila central, medido de la parte superior de la viga lateral al pelo de agua (4,7 metros). Esto indica un gran asentamiento de las bases, lo que provoca las diferencias en el gálibo y la superficie de rodamiento del tablero del puente. El índice de daños particular de esta estructura [1] se valoró en cinco (5), ya que presenta valores de desplome importantes.



Figura 5: Vista de uno de los cabezales, de las pilas y detalle desplome de la pila central, referido al nivel del agua.

2.1.5 Cimentaciones

La cimentación, está compuesta por cuatro pilotes de hormigón armado por cada pila, cubiertos con una camisa metálica corrugada de 50 cm de diámetro cada uno. La patología más importante de la cimentación, es el asentamiento excesivo entre los pilotes extremos de una misma pila o estribo. Si tomamos los valores del relevamiento planialtimétrico en el tablero del puente, las diferencias de nivel entre pilotes extremos de una misma pila o estribo son:

- Cimentación Estribo sur : 1,8 cm (casi inexistente),
- Cimentación Pila sur : 15,5 cm entre pilote oeste y el pilote este,
- Cimentación Pila central : 26,9 cm entre pilote oeste y el pilote este,
- Cimentación Pila norte : 23,2 cm entre pilote oeste y el pilote este,
- Cimentación Estribo norte : 20,5 cm entre pilote oeste y el pilote este.

Estos asentamientos diferenciales, son los que provocan los desplomes de pilas y estribos y la diferencia del gálibo en el tablero del puente. El índice de daños particular de esta estructura [1] se valoró en cinco (5), ya que presenta valores de

asentamiento excesivos, lo que generó deformaciones del gálibo en el tablero del puente, que provocan la disminución de la velocidad directriz.

2.1.6 Diagnóstico

La inspección realizada y los valores del índice de daños de los diversos elementos del puente indicaron lo siguiente:

- Las bases, pilas, estribos y tablero del puente, tienen ID=5. Ello indica que se debe realizar una inspección principal a dichos elementos, una vez por año [1]. Esta inspección debe realizarse, enfatizando los estudios en la evolución en el tiempo del asentamiento en las bases, desplomes de pilas y estribos y relevamiento planialtimétrico del tablero del puente para verificar el estado del gálibo y la superficie de rodamiento.
- Al resto de los elementos del puente, se les debe realizar una inspección Rutinaria una vez al año y cada cinco años una inspección principal.
- Se deberá realizar reparaciones en las barandas del puente problemas provocados por los impactos y de esta manera, dar mayor seguridad a los usuarios.
- Se deberá solucionar el inconveniente de los desagües pluviales obstruidos, a fin de evacuar rápidamente el agua de lluvia caída. Para ello, se pueden agrandar los existente (orificios verticales) en el tablero, o realizar otros nuevos a 45 grados en el borde de la cuneta con salida hacia los costados del puente, de diámetro no menor a seis centímetros.
- Si el camino rural actual, fuese un camino principal, el puente debería ser reemplazado de inmediato por uno nuevo, debido a que las variaciones del gálibo y la superficie de rodamiento provocan una disminución de la velocidad directriz de los vehículos, hasta valores de “paso de hombre”, dismiuyendo la categoría del puente. Al ser un camino rural y totalmente secundario, donde solamente circula maquinaria rural y vehículos particulares que acceden a campos de la zona, no se considera necesario un inmediato reemplazo del puente.
- El seguimiento recomendado en el punto 1- determinará la evolución en el tiempo de esos defectos y servirá para analizar si corre peligro la estabilidad de la estructura, en cuyo caso se recomendará la urgente construcción de un puente nuevo.

2.2 Puente Taborda

Según su destino o uso es un puente carretero, de Hormigón Armado in situ, construido en similar época que el anterior, con una longitud de 38 m, un ancho de calzada de 6 m y una altura máxima de 3,1 m desde el borde inferior de las pilas hasta el borde superior del tablero. Está compuesto por un tablero de hormigón armado, sin juntas de dilatación, barandas de hormigón; cinco vigas longitudinales, dos pilas y dos estribos. En este puente, se pudieron observar diferentes afectaciones siendo la principal, el hundimiento y giro del estribo Este.

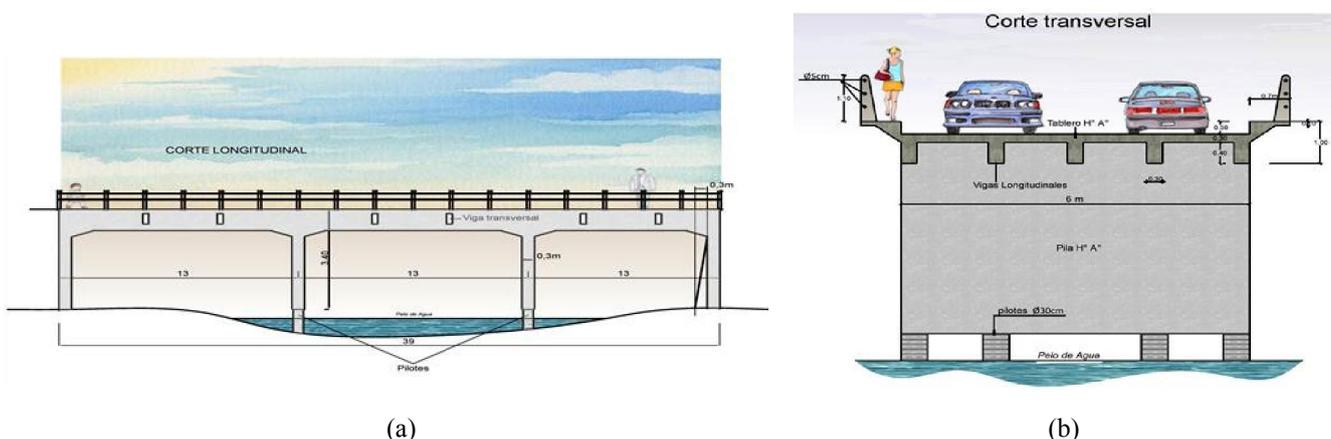


Figura 6: Esqueda del corte logitudinal (a) y transversal (b) del puente.

2.2.1 Barandas

El sistema constructivo, está compuesto por columnas de hormigón armado 10 cm x 15 cm en la parte superior y 10 cm x 20 cm en la parte inferior, separadas cada 2 m, unidas por tres caños de acero de 5 cm de diámetro. Se observaron algunos problemas de impacto pequeño sobre las barandas con armadura expuesta en las columnas de baranda. En la cabecera este del puente, varias columnas de baranda se encuentran libres, sin agarre del hormigón armado del tablero. Y alguna de ellas han sido dañadas para permitir la colocación de cañerías accesorias que pasan por el puente. No se observan problemas de fisuración ni problemas de fallas constructivas (oquedades, recubrimientos, etc) en el resto de los elementos. El índice de daños particular de esta estructura es dos (2), ya que presenta algunos problemas de seguridad para los usuarios por impactos menores en su estructura [1].

2.2.2 Tablero

Está construido de hormigón armado in situ de 6 metros de ancho por 38 metros de largo. El espesor es de 30 cm. Se encuentra apoyado en cinco vigas longitudinales y tiene dos veredas laterales de 0,7 metros, donde se apoyan las barandas, Figura 7. No posee desagües pluviales laterales. Solo se encontró un pequeño caño circular de desagüe en los extremos del puente a la altura del tablero del mismo. No se observó fisuración importante o desprendimiento de hormigón, lixiviación, recubrimiento, cargas exteriores, etc. El mayor inconveniente, esta provocado por el asiento y giro del cabezal Este, en su extremo Nor-Este. Esta pequeña diferencia del gálibo, no dificulta sin embargo la variación de la velocidad directriz de los vehículos. Si tomamos los valores del relevamiento planialtimétrico en el tablero del puente, las diferencias de niveles entre cunetas es la siguiente:

- Sobre el Estribo Oeste : 1,5 cm (casi inexistente),
- Sobre la Pila Oeste : 0,5 cm de caída entre cuneta Sur y Norte,
- Sobre la Pila Este : 0,5 cm de caída entre Sur y Norte,
- Sobre el Estribo norte : 18 cm de caída entre cuneta Sur y Norte (3%).

El índice de daños particular de esta estructura [1] es dos (2), ya que no presenta problemas patológicos importantes y el inconveniente de la diferencia de gálibo en el extremo Este, no provoca una disminución de la velocidad directriz y por ende de la categoría del puente, pero si presenta problemas de acumulación de agua, que repercuten en la seguridad del usuario en días de lluvia.

2.2.3 Vigas principales

El sistema constructivo, es de hormigón armado in-situ. Consta de cinco vigas longitudinales continuas, apoyadas en los Estribos y Pilas del puente, posee dos vigas transversales por tramo. Tienen una altura de 70 cm y un ancho de 30 cm. La armadura está compuesta por hierros lisos de 32 mm de diámetro. Se observan pocas fisuras, en toda la longitud de las vigas, con espesores que varían de 0,3 mm a 0,4 mm. Así como también algunos problemas de armadura expuesta por desprendimiento del recubrimiento, que dejan los hierros principales expuestos al medioambiente. El índice de daños particular de esta estructura [1] se lo valoró en dos (2), ya que presenta algunos problemas de armadura expuesta. Figura 7.



Figura 7: Vista de las vigas principales con detalle del deterioro observado.

2.2.4 Pilas y cabezales

Consta de dos cabezales extremos y dos pilas interiores de hormigón armado in situ. Entre las pilas centrales, corre el Arroyo La China. En las pilas y estribos, no se observaron problemas importantes de fisuración, corrosión, oquedades, etc.



Figura 8: Vista del descenso en tablero y giro del estribo Este y del desprendimiento del muro protector lateral.

La patología más importante observada fue el asentamiento y giro de la pila Este, en su extremo Nor-Este, Figura 8. Donde se midió un asentamiento de 18 cm respecto del otro extremo de la pila. Simultáneamente, se produjo un giro en este extremo registrándose una pérdida del plomo medido desde el extremo inferior de la misma con respecto al extremo superior, de 30 cm en 2,4 metros de altura (la parte inferior de la pila, se desplazó 30 cm hacia el Arroyo). Esto indica un problema de asentamiento de las base Nor-Este del puente, lo que provoca las diferencias en el gálibo y la superficie de rodamiento del tablero del puente. Este asentamiento y giro de la Pila, provocó además, la separación de la estructura protectora lateral del puente, construido en hormigón armado. Se observó, una falta total de unión entre las armaduras del muro de protección lateral del puente y de las armaduras de la Pila. Así como también algunos problemas de socavación detrás del muro protector del puente. El problema del asentamiento (según informes de la Empresa Hosifa, concesionaria del basural de la ciudad), fue provocado hace varios años atrás, cuando se trasladó el basural de la ciudad a esa zona (Las cavas del basural, se encuentran a 300 metros al oeste del puente) y comenzaron a circular vehículos muy cargados con basura de la ciudad y brosa de las canteras alledañas. Según informes de la empresa Hosifa, el Arroyo La China, se encuentra tapado y embalsado aguas abajo del puente, a fin de permitir el pasaje de animales de los campos linderos, de un lado a otro del arroyo. Lo que provoca además que el nivel de agua bajo el puente, sea siempre constante, debido al embalse del Arroyo. Se detectó, así mismo, que en días de copiosas lluvias, este embalse del Arroyo aguas abajo del puente, provoca el corte del camino por el lado este del mismo, pasando el agua por sobre el camino, y con demora en su posterior escurrimiento. Esta situación, provoca socavación del puente en el extremo lado Nor-Este de la Pila. El índice de daños particular de esta estructura [1] se valoró en tres (3), ya que presenta valores de asentamiento importantes en un solo extremo de la estructura.

2.2.5 Cimentaciones

La cimentación, está compuesta por cuatro pilotes de hormigón armado por cada pila (30 cm de diámetro cada uno). Se desconoce el tipo de fundación de los estribos, ya que el estribo Este está permanentemente cubierto de agua y no permite ver el dispositivo y el estribo Oeste tiene tierra que lo cubre. La patología más importante de la cimentación, es el asentamiento excesivo en el estribo Este, Figura 8. Si tomamos los valores del relevamiento planialtimétrico en el tablero del puente, las diferencias de nivel entre pilotes extremos de una misma pila o estribo fueron:

- Cimentación Estribo Oeste : 1,5 cm (casi inexistente),
- Cimentación Pila Oeste : 0,5 cm entre pilote Sur y Norte,
- Cimentación Pila Este : 26,9 cm entre pilote Sur y Norte,
- Cimentación Estribo Este : 20,5 cm entre pilote Sur y Norte.

Otro inconveniente detectado, es el defectuoso encuentro Pila-Pilote, con hierros a la vista y pérdida de verticalidad, careciendo de un cabezal continuo que evite este inconveniente. El índice de daños particular [1] de esta estructura se valoró en tres (3), ya que fueron importantes los asentamientos medidos, solo en el extremo Nor-Este del Estribo Este, lo que provoca el giro del mismo y deformaciones del gálibo en el tablero del puente en ese extremo, que no originan sin embargo, variaciones en la velocidad directriz de los vehículos que lo circulan.

2.2.6 Diagnostico

La inspección realizada y los valores de los índices de daños de los diversos elementos del puente indicaron lo siguiente:

- Las bases, pilas, estribos y tablero del puente, tienen ID=3. Ello indica que se debe realizar una inspección principal en dichos elementos, una vez cada tres años. Esta inspección deberá realizarse, enfocando los estudios en la evolución del asentamiento y giro en el estribo Este del puente y relevamiento planialtimétrico del tablero del mismo para verificar el estado del gálibo y la superficie de rodamiento.
- Al resto de los elementos del puente, se les debe realizar una inspección Rutinaria una vez al año y cada cinco años una inspección principal.
- Se deberán reparar las barandas del puente, por los problemas provocados por los impactos y de esta manera, dar mayor seguridad a los usuarios.
- Se recomienda solucionar el inconveniente de los desagües pluviales inexistentes, a fin de evacuar rápidamente el agua de lluvia caída. Para ello, se pueden realizar perforaciones a 45 grados en el borde de la cuneta con salida hacia los costados del puente, con un diámetro no menor a seis centímetros.
- Se deberá proceder a la unión, a través de soldaduras u otras técnicas, de los hierros del estribo Este del puente y el muro norte de protección del mismo, a fin de mejorar los problemas de asentamiento y giros que allí se presentan. Se deberá además unir ambos muros con hormigón, a fin de eliminar la actual abertura entre los mismos e impedir la socavación de la tierra detrás del muro y del estribo.
- El camino actual, es un camino secundario, pero con gran circulación de vehículos con cargas importantes (mayores a 40 toneladas), y por vehículos cargados con basura de la ciudad, que son depositados en las cavas que están a 300 metros al oeste del puente. Por ello, es necesario una limpieza del cauce del Arroyo La China, aguas al sur del puente, a fin de permitir el libre escurrimiento del agua y evitar el embalsamiento y corte del camino por agua de lluvia.
- El seguimiento recomendado en el punto 1- determinará la evolución en el tiempo de esos defectos y servirá para analizar si corre peligro la estabilidad de la estructura.

5. AGRADECIMENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Hosifa por su apoyo y colaboración continuas, a la Zonal IX de Vialidad Provincial y al Agrim. Patricio Machado por su colaboración en las mediciones.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Schierloh, M.I.; Sota, J.D.; Helene, P., “Aporte técnico al gerenciamiento de Puentes, en Ruta Provincial n° 39. Entre Ríos. Argentina”, Congreso CINPAR 2014 (Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras), Santiago de Chile, 2014, 14 p.
- [2] Schierloh M. I., Souchetti R. F. y Machado P. “Evaluación de las condiciones del hormigón armado en puentes carreteros de la red vial provincial en Entre Ríos”, VIII Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras. CINPAR 2012. La Plata, 2012, 15 p.
- [3] Dirección Provincial de Vialidad, Bs. As. *Manual para Inspecciones Rutinarias de Puentes y Alcantarillas en Servicio*. Buenos Aires, 2007, 45 p.