

## **IMPORTANCIA DE LAS REVISIONES PERIÓDICAS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD EN PUENTES COLGANTES**

Ing. Godoy, M. L.; Mag. Ing. Montanaro, M. I.; Ing. Bisogno Eyler, S.; Ing. Diaz Maimone, D.  
Área Estructuras – Dpto. Ing. Civil y Agrimensura - UNICEN  
mgodoy@fio.unicen.edu.ar, mariainesmontanaro@gmail.com

### **RESUMEN**

La planta urbana de la ciudad de Olavarría es atravesada por el arroyo Tapalqué. Numerosos puentes permiten la comunicación entre ambas márgenes. Tienen diferentes tipologías estructurales, pudiendo distinguirse los puentes colgantes o peatonales, que se han constituido en un símbolo de la ciudad, y los puentes vehiculares de hormigón.

Debido a su alta transitabilidad se originan deterioros durante su vida útil, por lo que es sumamente importante realizar tareas de inspección, evaluación y diagnóstico para la posterior reparación estructural.

A tal fin, se firmaron convenios entre la Municipalidad de Olavarría y la Facultad de Ingeniería de la UNICEN, en el marco de los cuales se realizaron tareas de evaluación en los años 2007, 2010, 2016 y 2021.

En este trabajo se hace referencia a la importancia de las revisiones periódicas realizadas en siete puentes colgantes peatonales, las patologías halladas y las propuestas de reparación a corto, mediano y largo plazo, con el objeto de garantizar la seguridad estructural y de los transeúntes, así como su funcionalidad.

### **ABSTRACT**

*The urban plant of the city of Olavarría is crossed by the Tapalqué stream. Numerous bridges allow communication between both banks. They have different structural typologies, being able to distinguish the suspension or pedestrian bridges, which have become a symbol of the city, and the concrete vehicular bridges.*

*Due to its high trafficability, deterioration occurs during its useful life, so it is extremely important to carry out inspection, evaluation and diagnosis tasks for subsequent structural repair.*

*To this end, agreements were signed between the Municipality of Olavarría and the Faculty of Engineering of UNICEN, within the framework of which evaluation tasks were carried out in the years 2007, 2010, 2016 and 2021.*

*In this work, reference is made to the importance of the periodic revisions carried out in seven pedestrian suspension bridges, the pathologies found and the repair proposals in the short, medium and long term, in order to guarantee the structural and pedestrian safety, as well as its functionality.*

## **INTRODUCCIÓN**

El arroyo Tapalqué atraviesa la ciudad de Olavarría, y sobre él se han construido siete puentes colgantes peatonales que vinculan los diferentes barrios emplazados en sus cercanías. Estos puentes se han constituido en símbolos característicos de la ciudad, siendo destacados y reconocidos por los habitantes y visitantes que llegan a la ciudad y los recorren. Se hallan ubicados estratégicamente en la zona urbana y son muy usados por la población estable. Varios de ellos debieron ser reconstruidos luego de las inundaciones de 1980 y 1985.

Las estructuras en general y los puentes en particular presentan deterioros durante el transcurso de su vida útil, en parte por no contar con el mantenimiento adecuado, lo que puede afectar su capacidad portante. Es sumamente importante su detección para realizar una adecuada reparación estructural. Esto requiere la ejecución de tareas de inspección, evaluación y diagnóstico.

La Municipalidad de Olavarría, interesada por conocer el estado de conservación de los puentes de la ciudad en general y de los puentes colgantes en particular, firmó un convenio con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires para la realización de la inspección, evaluación, diagnóstico y propuesta de reparaciones de los puentes existentes sobre el Arroyo Tapalqué. Esto les permitiría establecer prioridades para la posterior realización de reparaciones.

Las tareas de inspección requeridas fueron llevadas a cabo por docentes del área de Estructuras de la mencionada institución y se han realizado en cuatro oportunidades, efectuando una minuciosa inspección visual de las partes componentes con la finalidad de arribar a un pormenorizado diagnóstico. En los años 2007 y 2010 el estudio abarcó a los siete puentes, mientras que en 2016 se incluyeron seis y en 2021 sólo uno, el que no había sido inspeccionado en 2016 (calle Merlo).

Un monitoreo periódico es fundamental para la correcta conservación de estas estructuras, es por ello que en este trabajo se hace hincapié en la prevención, la cual debe orientarse a establecer un programa mínimo de conservación, disponer los recursos suficientes, realizar inspecciones y trabajos de mantenimiento periódicos que permitan sostener en el tiempo asignado de vida útil una prestación acorde a la establecida.

## **ESTRUCTURA RESISTENTE DE LOS PUENTES COLGANTES**

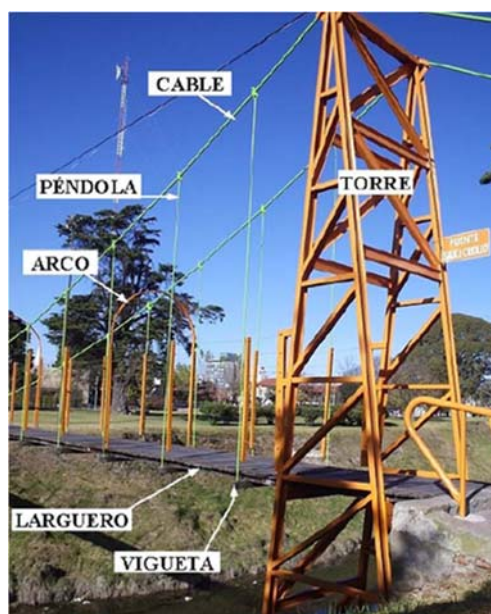
La estructura resistente consiste en un tablero suspendido construido en madera, y formado por tramos individuales, denominados módulos, articulados entre sí. Cada uno de ellos consta de un entablonado de madera para la circulación peatonal que apoya sobre tres largueros, uno central y dos laterales, dispuestos en la dirección longitudinal del puente.

Los largueros apoyan sobre las denominadas viguetas transversales (travesaños de madera), las que se vinculan en sus extremos con las péndolas, compuestas por barras de hierro redondo dispuestas verticalmente y provistas de rosca en su extremo inferior a efectos de posibilitar su ajuste a la vigueta. Las péndolas transmiten las

cargas a dos cables de suspensión laterales. La unión péndola - cable se materializa mediante abrazaderas. Los cables apoyan sobre la parte superior de dos torres metálicas, ubicadas en ambas márgenes del arroyo, y sus extremos están en la mayoría de los casos anclados al suelo en las adyacencias de las torres, que están formadas por un entramado de perfilería de acero y reciben los soportes de las barandas del puente. Estas últimas sirven de contención peatonal y están formadas por parantes de madera unidos mediante hileras de alambre que se tesan desde las torres. Unidos a las barandas, y para mantener su posición, se disponen arcos metálicos, que apoyan sobre las tablas de circulación. Los tramos individuales se unen entre si mediante articulaciones ubicadas en los extremos de los largueros.



*Figura 1. Vista general de un puente colgante peatonal de la Ciudad de Olavarría*



*Figura 2. Elementos constitutivos de un puente colgante*

El recorrido del arroyo es sinuoso y presenta diferentes distancias entre las barrancas, esto hace que las longitudes de los puentes sean distintas, pero en promedio se estima una longitud de 46 m. de largo.

## **METODOLOGÍA DE RELEVAMIENTO VISUAL**

Para evaluar el estado de los puentes peatonales es necesario como primera instancia el relevamiento de antecedentes, luego la inspección in-situ, un diagnóstico, propuestas de reparación y por último la toma de decisiones para identificar la inmediatez con que se tiene que actuar.

La metodología adoptada para el relevamiento in-situ de los puentes es visual en su totalidad. Es conocido que la inspección visual es la técnica más antigua entre los ensayos no destructivos, y también la más usada por su versatilidad y su bajo costo. Los resultados no sólo dependen de la experiencia de quien realiza la inspección, sino también de los elementos, materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos de falla que el objeto pueda presentar [1].

Las inspecciones se han llevado a cabo por docentes del área de Estructuras de la UNICEN, que recorren cada puente desde el tablero y desde la rivera. Los elementos se enumeran y se separan en los que se encuentran aguas arriba y aguas abajo. La utilización de escalera, calibres, cinta métrica de acero, láser, lupa, binoculares, celulares y tiza contribuyen a cumplir esta instancia. Las fotografías para el registro de daños, relevamiento de medidas y enumeración son otras actividades realizadas en esta etapa.

Los elementos constitutivos analizados son: tablero (incluye tablas, largueros y viguetas), torres, cables, péndolas, articulaciones, barandas, arcos y accesos. No son objeto del análisis las fundaciones propiamente dichas ni la zona de los anclajes de los cables, las cuales están cubiertas y debidamente selladas. Sólo se efectúa una inspección visual de la parte superficial de las fundaciones de las torres y de los pernos que las vinculan.

## **PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

De cada una de las inspecciones visuales realizadas surge un detallado informe sobre los deterioros que se encuentran para ser considerados por parte del Municipio de Olavarría para su correspondiente reparación. Simultáneamente se efectúa una clasificación de las reparaciones a ser realizadas a corto, mediano o largo plazo de acuerdo con el grado en que el deterioro hallado compromete la seguridad de los transeúntes.

Es importante destacar que la mayoría de los defectos encontrados no comprometen el comportamiento estructural de ninguno de los puentes evaluados.

A continuación, se detallan los deterioros hallados en las diferentes inspecciones, clasificados según el material: madera o acero.

## Elementos de madera

Los daños en los componentes de madera son los más relevantes y los que más frecuentemente se encuentran. Es de destacar que las maderas no están protegidas por algún recubrimiento o pintura [2].

Las tablas de circulación suelen estar fisuradas o quebradas, y en algunos casos aislados están ausentes, lo que compromete la seguridad de los peatones (Figura 3).



*Figura 3. Daños y falta de tablas*

Los deterioros encontrados en largueros son: rotura en la zona de articulaciones, (Figura 4), roturas por corte de la sección transversal (Figura 5) y fisuras longitudinales (Figura 6).



*Figura 4: Roturas en zona de articulación*



*Figura 5: Rotura de larguero*



*Figura 6: Fisuras longitudinales*

Las viguetas también suelen presentar deterioros, principalmente en la zona de unión con la péndola (Figura 7), donde se observan agujeros agrandados o cortados y fisuras en la dirección de las fibras. Se destaca la presencia de un elemento auxiliar metálico que permite la adecuada vinculación con la péndola.



*Figura 7: Deterioros en la unión de la péndola con la vigueta*

### **Elementos de acero**

El deterioro encontrado en los elementos de acero es originado por corrosión en la mayoría de los casos. Con frecuencia se confunde con un simple proceso de oxidación, siendo en realidad un proceso más complejo.

Los espesores de los perfiles normalizados de las torres son medidos con calibres y en la mayoría de los casos no sufren modificaciones respecto de los valores establecidos en las correspondientes tablas. Sólo en algunos casos se han advertido alteraciones y disminución del espesor o descamación, tal como se presenta en la Figura 8.



*Figura 8: Zona de encuentro de dos perfiles y corrosión en perfil a nivel del tablero*

Se ha observado que la mayor parte de los deterioros se presentan en las barras

dispuestas horizontalmente. Esto se da por la acumulación del agua de lluvia (Figura 9) y por la falta u obstrucción de los orificios necesarios para su evacuación.



*Figura 9: Inicio de corrosión y acumulación de agua en perfiles horizontales*

En todas las evaluaciones realizadas se ha podido observar que los cables no han sufrido deterioros que comprometan su resistencia. El principal defecto encontrado en los cables de algunos de los puentes fue la aparición de pequeños puntos de inicio de corrosión, imperceptibles a simple vista y falta de uniformidad de la sección transversal (Figura 10). En un solo caso se pudo observar que uno de los alambres envolventes estaba cortado (Figura 11).



*Figura 10: Alteración del cable*



*Figura 11: Corte de alambre del cable*

Se inspecciona con suma atención la zona de apoyo de los cables sobre las torres ya que es una zona crítica, principalmente por la fricción que allí se origina y por la fatiga. No se han encontrado evidencias de deterioro (Figura 12).



*Figura 12: Apoyo del cable sobre la torre*

Los anclajes al suelo de fundación se encuentran cubiertos por tierra en algunos puentes y en otros ocultos debajo del hormigón de la vereda (figura 13). Al no observarse en ninguno de los puentes una disminución del tesado del cable, no se recomienda ninguna acción. En caso de observar en alguna inspección alguna irregularidad, se sugerirá destapar para inspeccionar, pero dicha acción puede resultar contraproducente si no es necesaria.



*Figura 13: Anclajes del cable al suelo*

Las péndolas han presentado los siguientes defectos: pérdida del medio de unión a la vigueta (Figura 14), inclinación por desplazamiento de la abrazadera sobre el cable y péndolas dobladas en la zona de unión a la vigueta (Figura 15).



*Figura 14: Pérdida de medio de unión a la vigueta*



*Figura 15: Péndolas inclinadas y dobladas*

Uno de los mayores inconvenientes encontrados es la deficiencia o pérdida de la vinculación en las articulaciones, producida por roturas en la madera del larguero o pérdida del medio de unión. Esto genera problemas en la transitabilidad del puente al originar desniveles perjudiciales para los peatones, Figuras 4 y 16.



*Figura 16: Pérdida de la articulación*

Los arcos y flejes de acero pierden en muchas ocasiones su medio de unión al tablero y esto afecta su funcionalidad, Figura 17.



*Figura 17: Pérdida del medio de unión al tablero de arcos y flejes*

## **CASO PARTICULAR: PUENTE SOBRE CALLE MERLO Y LA SEGURIDAD DE LOS PEATONES**

Para resaltar la importancia de dar continuidad a las inspecciones periódicas de los distintos puentes colgantes, se va a hacer referencia al caso particular del puente de la calle Merlo y a algunos eventos ocurridos allí en los últimos años.

A fines de julio de 2015 un automóvil impactó el puente colgante ubicado sobre el arroyo Tapalqué a la altura de la calle Merlo [3]. Como consecuencia de ello, uno de los tensores perdió parte de su tensión originando el desprendimiento del tablero de madera (Figura 18). Los cables que conforman los tensores tienen una alta resistencia, pero no están preparados para el tipo de impacto sufrido. Desde la Secretaría de Servicios Públicos y Mantenimiento Urbano de la Municipalidad indicaron en ese momento que evaluarían las alternativas de reparación.



*Figura 18: Estado del puente de la calle Merlo tras el impacto de un automóvil*

La reparación incluyó la modificación del anclaje del cable de acero, que originalmente estaba enterrado en el suelo anclándolo a un muerto de hormigón armado elevado sobre el terreno. Además, se acortó la longitud del tensor y el anclaje quedó más cerca de la torre, con lo que se logró alejarlo de la circulación vehicular (Figura 19).

El puente fue habilitado a principios de marzo de 2016, en coincidencia con el inicio del ciclo lectivo, ya que es muy usado por los estudiantes de la escuela situada enfrente.



*Figura 19: Modificación del anclaje de los tensores en el puente de calle Merlo*

En el año 2016 la Facultad de Ingeniería fue contratada para realizar la evaluación de los puentes colgantes, pero en esa ocasión no fue incluido el puente sobre calle Merlo debido a que había sido reparado recientemente.

Un año después, a fines de marzo de 2017, una mujer que transitaba por el puente quedó con una pierna atrapada al romperse una de las tablas de la pasarela de madera y fue liberada por Bomberos [4]. Este hecho evidencia la importancia de la inspección periódica para realizar un mantenimiento preventivo y así evitar este tipo de accidentes.

En el año 2021, luego de once años sin ser inspeccionado por la Facultad de Ingeniería, se convocó al área de Estructuras para la inspección del puente de la calle Merlo. En este año no se incluyeron en el convenio los seis restantes. Se diagnosticó que el estado general del puente era regular, ya que existían deterioros considerables en los componentes de madera y en la nivelación entre tramos. Si bien esto no comprometía el comportamiento estructural, sí podía afectar la seguridad de los transeúntes.

Las tablas de madera que componen la pasarela son uno de los elementos que más rápidamente se deterioran, ya que en general no están protegidas ante la intemperie, además del uso intensivo y a veces inadecuado que se les da. Tras la inspección de 2021 se recomendó, entre otras cosas, reemplazar en el puente de la calle Merlo 108 tablas que presentaban fisuras longitudinales, desgaste superficial importante, pérdida de sección en los extremos o espesor reducido.

De acuerdo a la cronología expuesta, se puede observar que en un año el deterioro puede ser tal que se genere un accidente como el ocurrido en 2017, y que, en un periodo de cuatro a cinco años, la cantidad de tablas a reemplazar es muy importante, por lo que la probabilidad de que ocurran incidentes se acrecienta.

## **PROPUESTAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN**

De acuerdo a las patologías descritas anteriormente, a su gravedad y a la urgencia de concretar acciones para mejorar, reparar o reforzar los distintos elementos que componen los puentes colgantes, se enumeran a continuación las propuestas de mantenimiento y reparación, clasificadas según el plazo en que deberían atenderse. Esto es a modo general, ya que dependiendo del grado en que una patología afecte a la seguridad se podrá establecer si se debe resolver con mayor o menor prontitud.

Es importante plantear un plan de inspección regular y frecuente que permita hacer un mantenimiento periódico, y preferentemente preventivo.

### **Corto plazo**

- Reemplazar las tablas que presentan fisuras longitudinales, desgaste superficial importante, pérdida de sección en los extremos o espesor reducido.
- Sustituir largueros de madera y viguetas en mal estado.
- Proteger los elementos de madera.
- Reparar las articulaciones. Reemplazar medios de unión faltantes.
- Reparar uniones deterioradas entre arcos y tableros.
- Ajustar las péndolas de manera de alcanzar una adecuada nivelación de los diferentes tramos del tablero.

### **Mediano plazo**

- Levantar las tablas de circulación de los tableros que se encuentran sobre las articulaciones, para poder observar más detalladamente las mismas, e inspeccionar el estado de largueros y viguetas.
- Reemplazar o reforzar los perfiles que tienen agujeros en el alma.
- Reparar y proteger contra la corrosión todos los perfiles de la torre, eliminando los rastros de óxido previamente.
- Pintar los cables con productos anticorrosivos.
- Corregir la verticalidad de las péndolas.
- Mantener descubiertas de excesos de tierra y residuos las zonas de las bases

de las torres para su inspección periódica y mejor conservación.

- Nivelar y mantener las veredas de acceso a los puentes.

## **Largo plazo**

La existencia de un mantenimiento preventivo eficiente basado en un plan de inspección regular y frecuente evitaría tener que hacer refuerzos y mantenimientos correctivos de gran magnitud, a excepción de la ocurrencia de eventos poco probables como impactos vehiculares o inundaciones extremas.

## **CONSIDERACIONES O CONCLUSIONES**

Los puentes colgantes, a excepción del ubicado a la altura de calle Merlo, no han sido evaluados de manera integral desde el año 2016, es decir, han transcurrido seis años desde el último estudio realizado desde la Facultad de Ingeniería.

El ambiente en que se encuentran emplazados, su exposición a las inclemencias climáticas y los materiales con los que han sido construidos, representan sin lugar a dudas los factores más influyentes para su deterioro. A esto se le suman algunas cargas no adecuadas al destino de estos puentes. La causa de muchas de las deficiencias encontradas es por falta de mantenimiento en el tiempo. La no ejecución de las reparaciones necesarias puede originar una severa limitación en las capacidades operacionales de la estructura. Particularmente los elementos estructurales de madera requieren de la aplicación de productos adecuados para su protección, con la finalidad de prolongar su utilidad. Con el paso del tiempo y dadas las características de las maderas, en algunos casos solo su reemplazo representa la solución.

Se considera necesario implementar un plan de inspección regular y frecuente que permita hacer un mantenimiento periódico y preferentemente preventivo. De esta manera, las reparaciones necesarias serán menos costosas y disminuirá la probabilidad de accidentes en peatones.

## **Referencias**

[1] M.I. Montanaro, M.L. Godoy, I.E. Rivas (2015). Evaluación de las condiciones de servicio de puentes peatonales. 28° COMADEM 2015 - X CORENDE. ISBN 978-987-23957-7-3.

[2] <http://www.inti.gob.ar/maderaymuebles/pdf/durabilidad.pdf>

[3] <https://www.elpopular.com.ar/nota/-392776/2015/07/puente-colgante-la-reparacion-podria%3Cbr%3E-demorar-un-tiempo-importante>

[4] <https://www.elpopular.com.ar/nota/-423568/2017/04/se-cambiaran-las-tablas-del%3Cbr%3E-puente-colgante-de-la-calle-merlo>