



Inspección visual y patología del puente vehicular de acceso a la urbanización Santa Coloma en el municipio de Floridablanca, departamento de Santander

Mario Montero Carreño¹

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito realizar la inspección visual y el estudio de la patología del puente de acceso de la urbanización Santa Coloma, en donde se estudiarán los daños presentes en la estructura, teniendo como base la información recolectada de las actividades ejecutadas: visitas de campo, inspección visual, mediciones de su geometría y ensayos de campo y de laboratorio. Las visitas e inspección se realizaron según lo consignado en el Manual para la Inspección de Puentes y Pontones del Instituto Nacional de vías. El proyecto surge de la necesidad de atender a la población residente y perteneciente al sector urbano en el barrio Lagos II – urbanización Santa Coloma y circunvecinos, para recuperar y mantener las condiciones de acceso cómodo a los hogares, y el tránsito y desplazamiento seguro de los habitantes y vecinos a las zonas institucionales tales como centros educativos, cívicos, gubernamentales, culturales, escenarios deportivos y recreativos, y en general a los diferentes lugares donde se ubica el equipamiento comunitario cuyas óptimas condiciones se han visto afectadas por el deterioro del puente de acceso a la urbanización debido a la lluvia torrencial ocurrida sobre el Río Frío

PALABRAS CLAVE: Inspección Patológica, diagnóstico, daños en puentes.

ABSTRACT

The purpose of this work is to carry out the visual inspection and study of the pathology of the access bridge of the Santa Coloma urbanization, where the damages present in the structure will be studied, based on the information collected from the activities carried out: field visits, visual inspection, measurements of its geometry and field and laboratory tests. The visits and inspection were carried out as stated in the Manual for the Inspection of Bridges and pontoons of the National Institute of Roads. The project arises from the need to serve the resident population and belonging to the urban sector in the Lagos II neighborhood urbanization Santa Coloma and surrounding areas, to recover and maintain the conditions of comfortable access to homes, and the safe transit and movement of inhabitants and neighbor's to institutional areas such as educational, civic and governmental centers, cultural, sports and recreational scenarios, and in general to the different places where the community equipment is located whose optimal conditions have been affected by the deterioration of the access bridge to the urbanization due to the torrential rain that occurred over the Río Frío.

KEYWORDS: Pathological inspection, diagnosis, damage to bridges.

¹ Estudiante de Ingeniería Civil, Escuela de Ingenieros Militares. Bogotá, Colombia. montero2010@hotmail.com

Introducción

El día martes 28 de enero del 2020 una avalancha en la madrugada ocasionó que un árbol cayera al río y fuera arrastrado por la corriente hasta la zona del Conjunto residencial Santa Coloma, en el municipio de Floridablanca, Santander; el choque del árbol con la estructura ocasionó daños en barandas y el andén peatonal en concreto, en el costado donde ocurrió el golpe. Entre los daños más importantes, están el colapso del paso peatonal del puente vehicular y 7.00 metros de longitud de barandas en el costado aguas arriba (costado paso peatonal). Por lo que se buscó establecer ¿Cuál era estado actual del puente de acceso vehicular de la urbanización Santa Coloma, después del evento torrencial del 28 de enero de 2020, y definir la viabilidad de una propuesta de intervención? Por medio del desarrollo de la inspección visual y patología del puente vehicular de acceso a la urbanización Santa Coloma, con el fin de conocer las posibles intervenciones a realizar sobre la estructura; elaborar la inspección y clasificación de la estructura de acuerdo a las especificaciones propuestas por el INVIAS en el manual de puentes y portones. (Valoración). Identificar los daños y lesiones presentes del puente vehicular de acceso a la urbanización Santa Coloma. (Análisis) y proponer una alternativa para la intervención de intervención a corto, mediano y largo plazo. (Manejo).

El enfoque de la investigación es cuantitativo con nivel de investigación descriptivo, dado que utiliza información medible y cuantificable como los resultados de laboratorio, la planimetría, el análisis de las lesiones, para describir el estado, especificar las propiedades más importantes de la estructura y la metodología para la intervención del puente de acceso a la urbanización Santa Coloma.

Desarrollo teórico

La patología del concreto en puentes puede definirse como el estudio de los orígenes, formas, consecuencias de la obra civil. Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y su comportamiento, Algunos pueden estar presentes desde su concepción o construcción, otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil, y otras pueden ser consecuencia de accidentes [1].

La inspección visual debe preparar un informe general del estado de la estructura, donde se presente en forma clara y ordenada la descripción de la estructura y los diferentes daños visibles en los elementos, su localización, y si es el caso, la necesidad de realizar una inspección detallada y de tomar ensayos específicos. [2]

Las partes generalmente conocidas de los puentes se denominan en superestructura e infraestructura. La superestructura incluye aquellos componentes que hacen parte del tablero, como: losas, vigas, riostras, armadura, arco, cables, tirantes, pendolones, catenaria, anclajes, bordillos, andenes, barandas, juntas de dilatación, apoyos, pavimento, drenaje y separadores. La infraestructura abarca: pilas, pilones, estribos, cimentaciones, torres y las aletas con su correspondiente cimentación. Incluyendo las losas de aproximación o de acceso, el

terraplén de acceso, los conos y taludes [3]. En la investigación, se definen los diferentes tipos de puentes y La clasificación de los puentes según la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) se puede hacer con base en dos criterios, según su estructura y según el material del que están contruidos, como se muestra a continuación en la figura No 1:

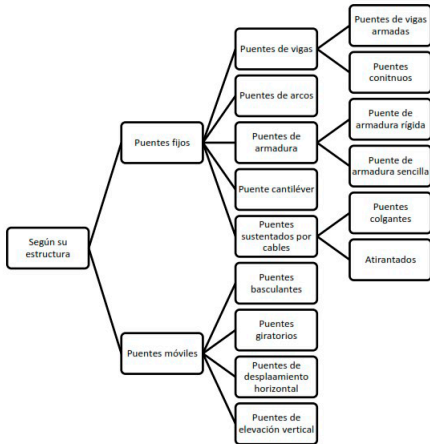


Figura 1. Tipos de Puente según su estructura.
Fuente: AASHTO, Diseño de Puentes

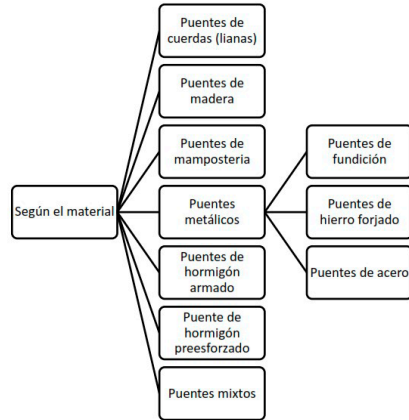


Figura 2. Tipos de puente según el material.
Fuente: AASHTO, Diseño de Puentes

La figura No 2 presenta la clasificación de los puentes según el material del que son contruidos. La estructura del puente Santa Coloma, en función de sus materiales, es un puente en concreto, por lo que a continuación, en la figura No 3, se presentan algunos de los daños más comunes en los puentes de concreto:

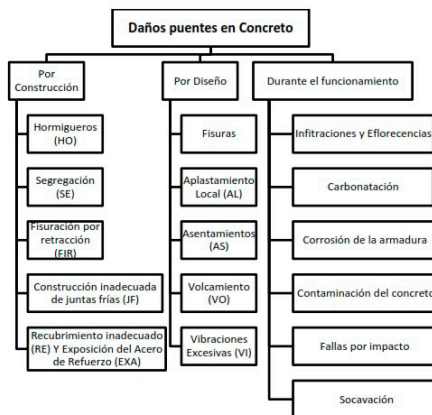


Figura 3. Daños en Puentes de Concreto.
Fuente: INVIAS, 2006.

Lesiones o daños

Cada una de las manifestaciones observables de un problema constructivo. El síntoma o efecto final del proceso patológico en cuestión. Es el aviso de la existencia de un problema y es el punto de partida de cada estudio patológico. Resulta fundamental identificarlas de forma correcta, ya que un error de identificación nos lleva a un diagnóstico equivocado [4]. Las tablas No 1, 2 y 3 a continuación muestran los tres tipos de lesiones que se distinguen en la inspección de puentes: lesiones físicas, lesiones mecánicas y lesiones químicas:

Tabla 1. Tipo de lesiones físicas. Fuente: L. Patiño, "Generalidades, lesiones y causas", Universidad Santo Tomás, 2021

Tipo de lesión.		Primaria	Secundaria
A) HUMEDADES			
	de obra.	X	
	Capilar.	X	X
	de filtración.	X	X
	de condensación.	X	X
	accidental.		X
B) SUCIEDAD			
	por depósito.	X	
C) EROSIÓN			
	por lavado diferencial.	X	
	atmosférica	X	X

Fuente: L. Patiño, "Generalidades, lesiones y causas", Universidad Santo Tomás, 2021

Tabla 2. Tipo de Lesiones mecánicas

Tipo de lesión.		Primaria	Secundaria
D) GRIETAS.			
	por carga.	X	X
	por dilatación y contracción.	X	X
E) FISURAS.			
	por soporte	X	X
	por acabado	X	X
F) DESPRENDIMIENTOS			
	acabado continuo	X	X
	acabado por elementos	X	X
C) EROSIÓN			
	mecánica.	X	

Fuente: L. Patiño, "Generalidades, lesiones y causas", Universidad Santo Tomás, 2021

Causa

Es el agente activo o pasivo, que actúa como origen de un proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones varias causas pueden conllevar a una misma lesión.

El proceso patológico no queda resuelto si no se ataca el origen, es decir la causa. Se presentan muchos fracasos en intervenciones sobre procesos patológicos cuando no se atacan las causas (origen), sino que se limitan a resolver el síntoma (lesión) [4].

Trabajo de campo

- Recopilación de información de la estructura, ubicación, antecedentes, toma de testimonios.
- Inspección visual (visita a campo): Registro fotográfico, revisión de acceso a superestructura, subestructura.
- Elaborar la inspección y clasificación de la estructura de acuerdo a las especificaciones propuestas por el INVIAS en el manual de puentes y portones.
- Diligenciamiento de formato para inspección visual de puentes y portones.
- Elaboración de plano de levantamiento geométrico de puente santa Coloma.
- Toma de muestras en campo para resistencia a la compresión simple
- Realización en sitio de profundidad de carbonatación.
- Realización de esclerometría en sitio.
- Análisis de resultados de las pruebas realizadas y comparativas.
- Consolidación de información, resultados, análisis y determinar recomendaciones para las propuestas de la intervención, conclusiones.

Extracción de núcleos y resistencia a la compresión simple

Los núcleos de concreto no exhibieron porosidad anormal, ni hormigueros que sugieran defectos de compactación, no obstante, los valores de resistencia a compresión alcanzados en los ensayos de compresión simple reflejan un concreto de resistencia heterogénea, con rangos desde los 651 psi hasta los 5200 psi, lo que no permite establecer un valor confiable de resistencia a la compresión para los elementos de la estructura.

Esclerometrías

Se emplearon para evaluar la resistencia a la compresión en elementos cuyo difícil acceso para el sacanúcleos no hizo posible extraer muestras de concreto.



Figura 4. Extracción núcleos de concreto y ensayo de compresión simple.
Fuente: autores del proyecto.



Figura 5. Ejecución en el puente de ensayo de índice de rebote.
Fuente: autores del proyecto.

La tabla N 4 muestra los resultados obtenidos, como producto del ensayo de esclerometría en algunos elementos del puente Santa Coloma

Tabla 4. Resultados ensayo de esclerometría

Elemento	Resistencia (PSI)
Columna 1	3000
Pantalla Margen Derecho	2257
Pantalla Margen Izquierdo	1857
Viga Riostra Margen Izquierdo	5286
Viga de borde carril derecho acceso	5000

Fuente: autores del proyecto.

Profundidad de Carbonatación

Con el fin de determinar el espesor de la capa carbonatada, se rocía una solución de 1% de fenolftaleína en alcohol de 90°, sobre las probetas de concreto o regatas, de acuerdo a la norma UNE-EN 14630:2007.

La estructura presenta un alto grado de carbonatación, ocasionando que el acero principal de las columnas, ya se encuentra despasivado por efectos del cambio de PH del concreto, siendo más propenso a la corrosión del acero de refuerzo y a la disminución de su capacidad estructural, como se evidencia en los resultados del ensayo de profundidad de carbonatación con una profundidad máxima de hasta 16 mm, lo que alcanza la zona de refuerzo del elemento.



Figura 6. Determinación de profundidad de carbonatación en campo y laboratorio.
Fuente: autores del proyecto.

Inspección de elementos

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunos de los elementos que se inspeccionaron para establecer el diagnóstico y el levantamiento de las lesiones del puente de acceso a la Urbanización Santa Coloma



Figura 7. Lesiones en la superestructura y el tablero
Fuente: autores del proyecto.



Figura 8. Lesiones en las losas de aproximación y juntas.
Fuente: autores del proyecto.



Figura 9. Vista Lateral de las lesiones en Vigas y Riostras.
Fuente: autores del proyecto.



Figura 10. Detalles de la socavación y estado de la armadura de soporte de la subestructura y el tablero.
Fuente: autores del proyecto.

Discusión de resultados

La lluvia torrencial del 28 de enero del 2020, es la causa más reciente que ha ocasionado lesiones en la estructura del puente, debilitó la estructura del puente vehicular, reduciendo el carril y arrancando una longitud considerable de barandas en el borde izquierdo. Desde el punto de vista funcional, el puente no está cumpliendo su servicio conforme para lo que fue construido, dado que está sin paso peatonal y un solo carril habilitado.

No se evidencia fisuración en los elementos del pórtico que conforman la estructura del puente, no obstante, se evidencia profundos daños en el recubrimiento, que exponen los aceros de refuerzo a condiciones ambientales que los oxidarán fácilmente, como la lluvia, contaminación y radiación solar.

La estructura presenta un alto grado de carbonatación, ocasionando que el acero principal de las columnas, ya se encuentra despasivado por efectos del cambio de PH del concreto, siendo más propenso a la corrosión del acero de refuerzo y a la disminución de su capacidad estructural, como se evidencia en los resultados

del ensayo de profundidad de carbonatación con una profundidad máxima de hasta 16 mm, lo que alcanza la zona de refuerzo del elemento.

La estructura de madera, presenta lesiones graves de pudrición, suciedad, pérdida de sección e inestabilidad, amenazando la integridad del puente. A su vez, la estructura metálica presenta oxidación en las uniones con pernos, y oxidaciones en tramos del pie de amigos.

Las intervenciones que se le han hecho, han sido arbitrarias y carecen de un profundo grado de ingeniería y de conceptualización estructural, toda vez, que construyendo un recalce para mitigar la socavación y con la incrustación de un pie de amigo apoyado en una de las caras laterales de una columna de apoyo de la estructura, ponen en peligro la eficiencia estructural de este elemento, modificando su esbeltez y su sistema de carga, adicionando cargas para las que no fue diseñada originalmente.

Conclusiones

El estado del puente evidencia falencias tanto en su superestructura como en su infraestructura; El puente cuenta con un sistema de pie de amigos, que soportan el tablero central, una estructura metálica y tableros en madera que lo sostiene. Presenta pérdida importante de recubrimiento y exposición directa del acero de refuerzo, el cual ya se encuentra en avanzado estado de corrosión en las columnas. En las vigas de borde longitudinales el acero de 1" se encuentra únicamente en la parte baja del elemento, lo que permite identificar que no cuenta con reforzamiento bajo el criterio de diseño de inversión de momento. La estructura de madera, presenta lesiones graves de pudrición, suciedad, pérdida de sección e inestabilidad, amenazando la integridad del puente. A su vez, la estructura metálica presenta oxidación en las uniones con pernos, y oxidaciones en tramos del pie de amigos.

Por su construcción es muy difícil definir un sistema de transporte de las cargas y a su vez, no se tiene garantía de que la estructura antigua y lo que actualmente conocemos como el puente, trabajen de manera conjunta esto no permite plantear su reforzamiento y repotenciación o un modelamiento matemático de su comportamiento en algún software.

Los resultados de los ensayos realizados nos arrojan fenómenos de carbonatación en el concreto con altas probabilidades de corrosión del refuerzo a corto plazo por la despasivación del concreto. Los valores de resistencia finales a compresión alcanzados en los ensayos de compresión simple y esclerometría, reflejan un concreto de resistencia heterogénea, con rangos desde los 651 psi hasta los 5200 psi, lo que no permite establecer un valor confiable de resistencia a la compresión para los elementos de la estructura

La estructura se encuentra completamente socavada, y las intervenciones que han tenido hasta el momento han sido de carácter temporal y no constituyen una solución satisfactoria de la causa porque sólo se ha atendido las lesiones derivadas del alto grado de socavación de la cimentación, más no se atiende la causa del problema.

Como conclusión general, se puede afirmar que es suficiente el levantamiento, ensayos de resistencia a la compresión, ensayos de esclerometría, ensayos de carbonatación, y el diagnóstico de la inspección realizado al puente que no es necesario dar continuidad ni profundidad a esta temática, ya que, por su tipología y las conclusiones expuestas, existen suficientes razones objetivas para recomendar su sustitución.

Referencias

- [1] M. C. & B. V. Cabrera Cárdenas, «Estudio de patologías estructurales de los puentes vehiculares en la Calle 13 Avenida Américas con Carrera 50 – localidad de Puente Aranda en la ciudad de Bogotá,» Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2019.
- [2] INVIAS, Manual para la Inspección Visual de Puentes y Pontones, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2006.
- [3] M. D. E. E., Ingeniería de Puentes. Tomo I., Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2012.
- [4] M. L. Patino, Curso de Historia Clínica: “Generalidades, lesiones y causas”, Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2021.