

Comparación entre el Programa de Evaluación de Puentes de “e-Bridge” en Costa Rica y el Sistema de Administración de Puentes en República Checa

Comparison between the Bridges Evaluation Program “e-Bridge” in Costa Rica and the Bridge Management System in Czech Republic

Cristian Augusto Ramírez-Alméciga¹

*Fecha de recepción: 25 de mayo de 2016
Fecha de aprobación: 6 de setiembre de 2016*

Ramírez-Alméciga, C. Comparación entre el Programa de Evaluación de Puentes de “e-Bridge” en Costa Rica y el Sistema de Administración de Puentes en República Checa. *Tecnología en Marcha*. Vol. 29, Número Especial Estudiantes 3. Pág 79-85.
DOI: 10.18845/tm.v29i6.#2904



¹ Estudiante. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Carrera: Ingeniería en Construcción. Correo electrónico: craural@gmail.com

Palabras clave

Evaluación de puentes; sistema de manejo de puentes; inspección de puentes.

Resumen

El Programa de Evaluación de Puentes, único que se está llevando a cabo en el país en el área de evaluación de puentes, está a cargo del proyecto “e-Bridge”. Con el fin de determinar si este programa está creando sólidas bases en Costa Rica para en el futuro contar con un sistema íntegro de manejo de puentes como el de países europeos, se compararon los procedimientos y la información obtenida del programa con los correspondientes a un modelo más desarrollado, el Sistema de Manejo de Puentes en República Checa. Se concluyó que en las fases de inventariado e inspecciones visuales el Programa de Evaluación de Puentes se asemeja en gran medida a dos de los cuatro módulos en funcionamiento del sistema checo. Aún sin poder comparar los dos módulos restantes de dicho sistema, debido a que en Costa Rica hasta ahora se encuentran en desarrollo, se obtuvieron dos factores que podrían mejorar el proyecto tico: la codificación de cada uno de los miembros de los puentes para facilitar el manejo de información, así como el desarrollo de un software para el almacenamiento futuro de datos referentes al historial de mantenimiento y reparación de los puentes.

Keywords

Evaluation of bridges; bridges management system; bridge inspection.

Abstract

The only project that is taking place in the country in the field of bridges evaluation, The Bridges Assessment Program, is in charge of “e-Bridge”, and belongs to it. In order to determine whether the program is creating a solid base in Costa Rica or not for an integrated bridge management system, in the future, similar to those in European countries, procedures and information of this program were compared with the corresponding ones in a more developed model: the Bridge Management System, in the Czech Republic. It was concluded that in the phases of inventory and visual inspections, the Bridges Assessment Program greatly resembles two of the four modules run by the Czech system. Although it was not possible to make any comparison with the two remaining modules of the Czech system, because in Costa Rica so far they are in development stage, two factors were found that could improve the costa rican project: the encoding of each of the members of the bridges to facilitate management of the information, and the development of software for future storage of data relating to the history of maintenance and repair of bridges.

Introducción

Los puentes no solo son de gran importancia en la comunicación entre comunidades, para el transporte de mercancías y comercio, haciendo estas actividades mucho más rápidas y seguras, sino que también dejan gran huella dentro de la sociedad por su exposición al público. Es seguro que muchos arquitectos e ingenieros sueñan con diseñar y construir grandes puentes para que sus obras sean de gran utilidad, obteniendo de paso reconocimiento y asegurándose que sean perdurables. Pero esto podría verse reducido si no se le da un correcto mantenimiento a los puentes.

En Costa Rica estas estructuras han sido históricamente olvidadas. Solo hasta estos últimos cinco años se ha implementado el proyecto “e-Bridge”, el cual tiene como objetivo la predicción remota de fallas en puentes. Parte de este proyecto es el Programa de Evaluación de Puentes, el cual se encarga del inventario e inspección de los puentes, según el contrato de “e-Bridge” con la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). Como tareas dentro del programa, se obtienen datos en visitas previas y visitas de inspección, los cuales son ingresados al Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP).

Varios pasos adelante se encuentran países europeos en los cuales se tiene establecido ya el Sistema de Monitoreo de la Salud en Puentes, tal como señala Wenzel, quien recopiló los avances que se han realizado en este campo: *“Structural Health Monitoring, as part of lifecycle management procedures, experienced a growth in importance recently. To maintain and improve the high quality and high level of service to the public [sic] it is essential to know the lifecycle performances of structures to ensure long service life and durability”* (Wenzel, 2009).

República Checa no es la excepción; por esta razón se efectuó el análisis comparativo con el sistema checo, para prever si lo realizado actualmente por el Programa de Evaluación de Puentes podrá dar las bases necesarias para en el futuro tener también en Costa Rica un sistema íntegro para el monitoreo y la toma de decisiones referentes a puentes.

Materiales y métodos

La información sobre los procesos de inspección, control y mantenimiento de puentes fue obtenida de dos fuentes principales. La primera de ellas, en Costa Rica, el Programa de Evaluación de Puentes (al que se denotará como PEP) de “e-Bridge” (Ver figura 1), de documentos tales como formularios utilizados por el programa y manuales para la inspección, así como de los datos ingresados a la plataforma SAEP (Sistema de Administración de Estructuras de Puentes). La asistencia realizada en este programa brindó al investigador el acercamiento y el conocimiento de estos recursos de antemano.

Por otra parte, la pasantía realizada en la Universidad Técnica Checa en Praga, República Checa, mediante el convenio de Movilidad Estudiantil del Instituto Tecnológico de Costa Rica, permitió la obtención de material citado a lo largo del artículo, la segunda fuente, así como también el curso “Bases of Bridges Design” realizado en el semestre de invierno 2014-2015 en dicha universidad, la obtención de conocimiento enfocado en los tipos de puentes, sus componentes principales, la determinación de esfuerzos y su diseño.

El proceso consistió en estudiar los procedimientos utilizados en el PEP, la información recolectada por dicho programa, su organización y documentación, para luego visualizar este conjunto al futuro y analizar si el rumbo tomado permitiría establecer un programa de inspección, control y mantenimiento de puentes comparable con el deseado por la literatura e implementado en cierto grado actualmente en países como República Checa.

Resultados y discusión

Primeramente se analizó la situación en cada uno de los países por comparar, Costa Rica y República Checa, y después se identificaron las diferencias y las similitudes entre ambos.

En República Checa, el resumen presentado en el artículo “Bridge Management System in the Czech Republic. State-of-the-art” (Křístek & Šafář, 2005) ya se cuenta con dos sistemas diferentes de inventario, mantenimiento y reparación de puentes; uno para puentes en autopistas y carreteras, y otro para puentes usados por ferrocarriles. El artículo se enfocará en el primer sistema, ya que así lo hace también el programa en Costa Rica. El sistema de

manejo de puentes checo se divide en cuatro módulos principales: “Inventario”, “Inspección”, “Mantenimiento” y “Administración”. Es aquí donde se encuentra la gran diferencia y la dificultad para comparar los procedimientos implementados actualmente en Costa Rica con los de República Checa, si se quisiera reconocer fortalezas y debilidades en ambas partes, ya que los checos tienen implementado el sistema de cuatro fases y se enfocan, sobre todo ahora, en inspecciones rutinarias y mantenimiento. Caso contrario a Costa Rica, en donde el proyecto de “e-Bridge” es el primer paso para el montaje de un sistema similar al descrito anteriormente, y se encuentra básicamente en el proceso de inventario de los puentes, mediante inspecciones visuales y algunas pocas de mayor detalle, encuéntralas cuales son prioritarias, según el contrato con el CONAVI.

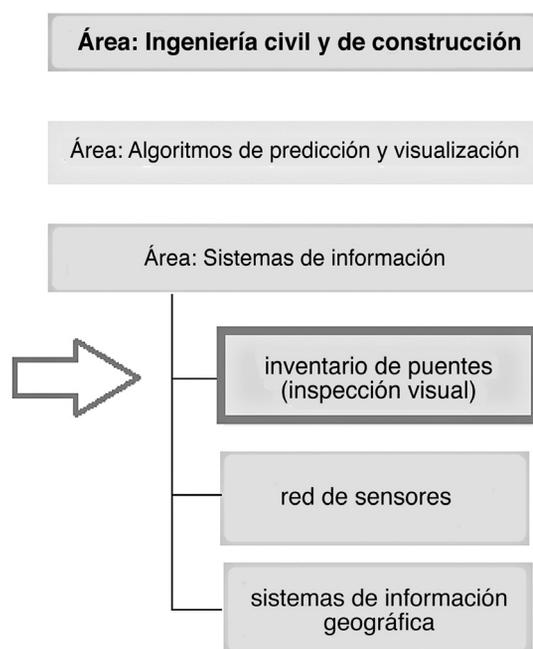


Figura 1. Área técnica de trabajo del programa e-Bridge a analizar. Fuente: Giannina Ortiz Quesada.

Pero es necesario examinar más de cerca cada una de las fases del sistema checo, lo que se expone a continuación.

Primeramente en el módulo de “Inventario”, se cuenta con un sistema para obtener información básica del puente muy similar al del PEP, con una variante interesante: la codificación única de cada miembro del puente, para facilitar el manejo de la información y evitar posibles confusiones. En el módulo de “Inspección” ya se tienen clasificados los diferentes tipos de inspecciones que se realizan a los puentes: las principales, las extraordinarias y las ordinarias. Estas inspecciones son documentadas por separado cronológicamente y se realizan de acuerdo al nivel en la escala de urgencia determinado en inspecciones anteriores. Ya en “Mantenimiento” se anota un registro de las necesidades de mantenimiento y reparaciones cuando estas se determinan; posteriormente, una vez que el mantenimiento y las reparaciones son realizados también se registra en el sistema. Los trabajos de mantenimiento están diferenciados de acuerdo a su magnitud: mantenimiento no constructivo menor, mantenimiento constructivo mayor, inversiones y diagnóstico, y trabajos de diseño. Finalmente, el área administrativa del programa es la encargada de todo lo referente a los usuarios, su acceso y permisos, así como rutinas de seguridad del sistema y almacenamiento de información.



Figura 2. Puentes en República Checa. Fuente: Autor.

Para responder al planteamiento de si se puede llegar a establecer un sistema completo en un futuro cercano, con base en el rumbo que se está tomando actualmente en Costa Rica, se analizaron los procedimientos llevados a cabo por el programa PEP, los datos obtenidos y luego, una posible trazabilidad de los resultados obtenidos con insumos costarricenses al sistema checo..

En el PEP se trabaja actualmente de la siguiente forma: con base en una lista, según el contrato con el CONAVI, el programa planea giras a los puentes. La primera es la Visita Previa y la segunda, la Visita de Inspección Visual. Durante la Visita Previa se toman datos de ubicación, tipo de puente, características de diseño y construcción, accesibilidad, dimensiones, rutas alternas, servicios y documentación fotográfica, entre los más importantes. En la Visita de Inspección Visual se recolectan datos del estado tanto de la superestructura y la subestructura como de los accesorios; para esto se localizan, se dimensionan y se asigna una escala a los daños encontrados en cada uno de los elementos.

Importante es mencionar que después de un proceso de aprobación de la información para asegurarse de que incluye todos los datos de cada puente exigidos, además de agregar comentarios explicativos y detallados, y planos digitales creados con base en las observaciones y mediciones en campo, entre otros, se ingresa al SAEP, y aunque muchos costarricenses no lo saben, no solo los Ingenieros en Construcción tienen acceso a esta información, sino que bajo el perfil de “Invitado” cualquier persona puede conocerla (Ver figura 3).



Usuario INVITADO **Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)**

Inicio Acercas de SAEP Ayuda Cerrar Sesión

INFORMACIÓN PUENTE

Información del Puente

Tipo ruta: Ruta nacional Provincia: GUANACASTE
 Nombre: TEMPISQUE NUEVO Cantón: LIBERIA
 Versión: 1 Distrito: NACASCOLO
 Clasificación: PRIMARIO Encargado: ZONA 2-1 LIBERIA
 Ruta N°: 21 Sección control: 50082
 Kilómetro: 18.008 Código Puente:

Latitud norte: 10° 33' 43.77" Fecha de diseño: NO / /
 Latitud total: 10.562159
 Longitud oeste: 85° 35' 26.52" Fecha de construcción: NO / /
 Longitud total: -85.590706

Elementos Básicos Dimensiones del Camino Superestructura Subestructura Fotos Planos Otros Proceso de Aprobación Mensaje Estado Puente

Figura 3. Muestra de información en el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) para invitados. Fuente: Autor

Wenzel, H. (2009) recomienda que el Sistema de Monitoreo para la Salud de Puentes debe incluir campañas de inspección, para obtener información general de los puentes; evaluación periódica de las estructuras; evaluación detallada para la rápida toma de decisiones, y observación y evaluación en línea mediante herramientas electrónicas. Así, si se toman estas como patrón dentro del sistema checo, puede apreciarse una clara cercanía del sistema costarricense a aquel, y afirmarse que en Costa Rica, se está realizando la primera fase.

Como una posible modificación en el PEP, y solo si se determinara necesario, se podría utilizar la codificación de los elementos de los puentes como se hace en República Checa, lo cual facilitaría el manejo de la información. En relación con la segunda fase, llegará el momento en que los principales puentes del país estén introducidos en el sistema SAEP, entonces se podrá comenzar con esta fase (sin dejar de lado el ingreso de los puentes faltantes de menor importancia, claro está), que es la evaluación periódica de las estructuras. Para proceder según el método checo sería necesario saber cuáles son las estructuras de prioridad de acuerdo a la escala de urgencia, la cual se podrá determinar gracias a las calificaciones de los daños encontrados en cada elemento de los puentes que se está haciendo en el PEP: punto a favor para el programa costarricense. Ya para la tercera fase, en que se deberán registrar los trabajos de mantenimiento y reparaciones, hay un vacío en el sistema, ya que SAEP no está diseñado para introducir esta información, por lo que se debería entonces comenzar por crear un programa de software para dicho propósito. Es cierto que parte de la tercera y toda la cuarta fase se salen del propósito de este artículo, pero de igual forma es de suma importancia en las dos primeras fases obtener una amplia base de datos como punto de partida para las fases posteriores.

Conclusiones y recomendaciones

El sistema de manejo de puentes checo consta de cuatro fases ya establecidas y operando: "Inventario", "Inspección", "Mantenimiento" y "Administración". El Programa de Evaluación de Puentes, de "e-Bridge", se asemeja mucho, en las dos primeras fases, al sistema empleado en República Checa para el mantenimiento de los puentes de autopistas y carreteras, pues se realizan visitas previas y visitas de inspección visual. No se pueden comparar directamente estos dos sistemas en las fases posteriores, ya que en Costa Rica estas se encuentran en desarrollo. No obstante, se pudieron determinar puntos específicos que podrían significar mejoras en el programa costarricense a futuro, tales como la codificación de cada uno de los elementos de los puentes introducido al sistema, lo cual facilitaría el manejo de la gran

cantidad de información recopilada, y la elaboración de un software que permitiría el ingreso futuro de documentación más allá del inventario y las inspecciones visuales (SAEP), referente al mantenimiento y reparaciones de los puentes.

Bibliografía

- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) (2013). Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP). Costa Rica. Consultado en: http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP_CONAVI_Web/
- Křístek, V., Šafář, R. (junio, 2005). *Bridge Management System in the Czech Republic. State-of-the-art* (Section). Centre for Integrated Design of Advanced Structures. Czech Technical University.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. Costa Rica.
- Thomas W. Ryan et al. (2006). *Bridge Inspector's Reference Manual* (Vol. 1). U.S. Department of Transportation.
- Wenzel, H. (2009). *Health Monitoring for Bridges*. Vienna, Austria: John Wiley & Sons, Ltd.