

Desarrollo de un Programa de Monitoreo y Mantenimiento Estructural

Universidad Politécnica de Puerto Rico Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Por:

Adolfo I. Ayuso Sáez

Mentores:

Gustavo Pacheco Crosetti
Amado Vélez Gallego

Propósito: Garantizar la seguridad de los usuarios y el buen funcionamiento del Sistema de Transportación del Tren Urbano.

En el Tren Urbano, una falla estructural pudiera llegar a implicar detener su operación. Si asociamos el funcionamiento del tren con nuestra salud, un monitoreo estructural eficiente sería como nuestra visita periódica al médico. Un programa de monitoreo nos ayudaría a prevenir y comprender posibles fallas estructurales que le pudieran suceder al Sistema. El monitoreo periódico nos ayudaría a detectar fenómenos como la deformación diferida en el tiempo y la corrosión en los cables de post tensado, facilitando el desarrollo de protocolos para tratar estos sucesos. Tenemos que tener claro que una falla estructural significativa podría ocasionar costos sociales significativos al verse interrumpida la operación del Sistema y en el peor de los casos, la pérdida de vidas humanas. Por lo tanto, la implementación de un programa de monitoreo y mantenimiento estructural nos ayudaría a prevenir posibles fallas estructurales y de suceder alguna, subsanar las mismas a la brevedad posible. Este trabajo investigativo toma en cuenta el dicho popular que dice:

“Es mejor prevenir que lamentar...”

Objetivos

Desarrollar un programa de monitoreo y mantenimiento estructural que permita:

- evaluar la integridad y salud estructural del Tren Urbano.
- prevenir posibles fallas estructurales.

Beneficios

- Prevenir posibles fallas estructurales que pueden ocasionar costos sociales y pérdidas de vidas humanas.
- Proveer protocolos para casos de emergencia.
- La información que se pueda documentar sobre la respuesta estructural ayudará a:
 - ? tener un mejor entendimiento de su comportamiento.
 - ? contribuir con datos de campo específicos para Puerto Rico, que podrían ser usados para el desarrollo y mejoramiento de códigos y manuales de diseño locales.

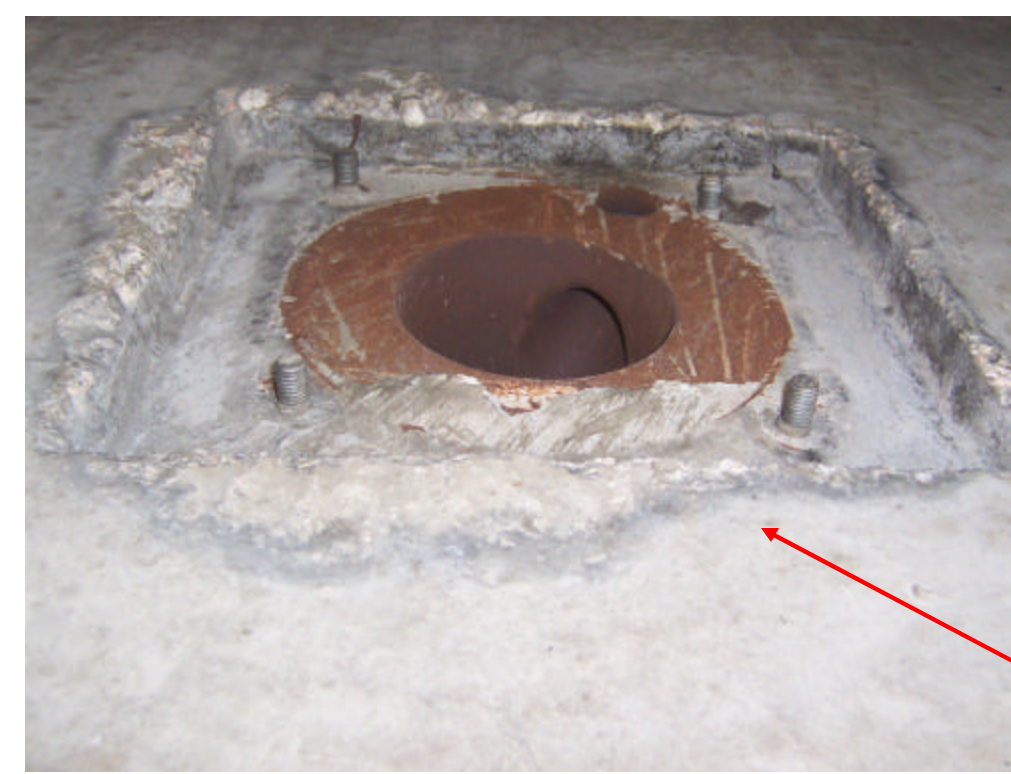


Figura 1: Punto de anclaje de los cables de post tensado descubierto



Figura 2: Varillas expuestas al ambiente



Figura 3: Varillas expuestas al ambiente

Información Recopilada

En esta parte se presentan algunos de los hallazgos más sobresalientes producto de las diferentes actividades realizadas:

Visitas de Campo

Vale la pena aclarar que el recorrido a través de la alineación del Tren Urbano fue uno sencillo y que el único instrumento utilizado fue una cámara digital.

- Un punto designado para el anclaje de los cables de post tensado descubierto (Figura 1).
- Algunas varillas expuestas al ambiente (Figura 2 y Figura 3).
- La omisión de una pared (Figura 4)*.

Revisión Literaria – Problemas Potenciales Encontrados

•Puentes construidos con la metodología de diseño utilizados para las partes elevadas de la alineación del Tren Urbano han presentado problemas de corrosión en los cables de post tensado en lugares como:

¿Estados Unidos

¿Florida

¿New York (Rhode Island)

En Estado Unidos existe una institución que se encarga de trabajar con los problemas recientes en los tensores de post tensado, la *American Segmental Bridge Institute (ASBI) Grouting Committee*.

¿Reino Unido

•Según reportes de la Administración Federal de Rieles “*Federal Railroad Administration*”, los Estados Unidos han incurrido en gastos ascendentes a 302 millones de dólares entre los años 1992 y 2002 asociados a fallas estructurales en los rieles de trenes. De esa cantidad se gastaron 48 millones de dólares en el año 2001.

Entrevistas

- Los rieles de acero son inspeccionados por la compañía suplidora antes de exportarlos a Puerto Rico. Luego de su colocación en la alineación del Tren Urbano no se le realizan pruebas con el propósito de detectar fisuras internas que puedan favorecer las posibilidades de una falla estructural.
- Al presente no se ha planificado ninguna inspección a los cables de post tensado utilizados en los elevados.

Resultados Preliminares

- Por los hallazgos encontrados en la visita de campo es recomendable que un inspector cualificado recorra periódicamente la alineación del Tren Urbano para verificar, buscar y notificar condiciones estructurales atípicas a lo largo del mismo.
- La necesidad de la implantación de un programa de monitoreo y mantenimiento estructural, con el propósito de evaluar la integridad estructural es recomendado.
- Debido a la experiencia con los puentes sujetos por cables de post tensados, específicamente en el estado de la Florida, es apropiado realizar inspecciones rutinarias a los segmentos elevados del tren urbano, dándole un énfasis mayor a los cables de post tensado.
- Dos de las circunstancias donde los rieles se ven propensos a que se formen grietas internas son: el proceso de su colocación y la cargas de impacto transmitidas durante el frenado, aceleración y movimiento del tren. Por lo cual es recomendable establecer una rutina de inspección con la tecnología apropiada para identificar este tipo de problema en los rieles.



Figura 4: Omisión de una pared

*Aunque no es un elemento de orden estructural, representa un peligro potencial en el caso de curiosos que penetren el área de la vía del tren.

Asuntos Críticos a Considerarse

- Elevados (Puentes sostenidos por los cables de post tensado)
- Alineación (Rieles de acero)
- Instrumentación existente (Acelerómetros)

Trabajos Futuros

Se estará trabajando en:

- guías para la inspección general estructural.
- guías para la inspección de los cables de post tensado.
- viabilidad de instrumentar los cables de post tensado.
- factibilidad de la instrumentación de los puentes con la meta de poder estudiar la respuesta estructural luego de un suceso como puede ser un sismo.
- recomendaciones de posibles tecnologías que se pueden utilizar para la inspección de los rieles.