

TÍTULO: ANÁLISIS DE DEFECTOS EN LA LOSA DE RODAMIENTO

M. Amarales*, K. Rivero y X. Cardoso

Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte, Cetra, Mitrans, Cuba

HIPERVÍNCULO "mailto:*tecme@iitransp.transnet.cu" *tecme@iitransp.transnet.cu

RESUMEN

En la ponencia se presentan los resultados de un estudio realizado en un atraque de la costa norte de la República de Cuba a partir de la defectación técnica del atraque y la evaluación hidroquímica del agua en penetración de origen y características desconocidas, con la finalidad de conocer las posibles causas de socavaduras de la losa de rodamiento, manifestado en forma de dolina y de determinar el posible origen de la entrada de agua a la misma. Para ello se realizó una revisión y estudio bibliográfico, se ejecutaron los ensayos con el empleo de técnicas de análisis de laboratorio y observaciones visuales submarinas, y se analizaron los resultados obtenidos, los que reflejaron que la cortina del muelle para la contención del relleno técnico, no brinda la protección necesaria, lo que da la posibilidad de existencia de vías de aguas por el interior del muelle, y que el agua existente en la dolina, no es del mar, y según su composición, se corresponde con agua dulce de residuales urbanos.

INTRODUCCIÓN

El atraque objeto de estudio se encuentra en la boca de una bahía comprendida entre las llamadas de bolsa, posee sus aguas limpias y tranquilas y esta enclavada en la costa norte de Cuba. La ponencia presenta el resultado de realizar una defectación técnica de la estructura del atraque y una evaluación hidroquímica, debido a la erosión existente en el relleno técnico del mismo y la penetración de agua de origen y características hidroquímicas desconocidas. Para el desarrollo del estudio se trazaron los siguientes objetivos.

1. Realizar un levantamiento de la estructura superficial y sumergida del atraque.
2. Determinar las posibles causas de socavaduras de la losa de rodamiento, manifestado en forma de dolina.
3. Determinar las características hidroquímicas del agua en penetración.
4. Determinar el posible origen de la entrada de agua.

En la ejecución de los ensayos se utilizó el siguiente equipamiento

- ? Medidor de pH digital portátil marca TOSHIBA..
- ? Cámara fotográfica submarina modelo Nikon-5.
- ? Salinómetro digital inductivo marca Taunomi Seiki.
- ? Equipo Portátil multiparámetro marca Orión modelo 1230.
- ? Utensilios y materiales de laboratorios.

Las conclusiones y recomendaciones que se exponen son de aplicación puntual y permitirá la toma de decisiones para la rehabilitación de la capacidad portante de la losa.

DESARROLLO

DATOS PRELIMINARES

El atraque de referencia, al principio de la revolución era utilizado como punto de transportación de arena y posteriormente se emplea para la descarga de combustible y carga general.

Se tiene la referencia que desde hace un tiempo, eran perceptibles las oscilaciones que se producían en la losa al tránsito de camiones y otros vehículos que pasan por la zona; de igual manera se comenzó a observar una flexión en la losa, que al inicio fue ligera, la que devino en pronunciada así como la aparición de grietas en varias direcciones en la superficie de la losa. Todos estos aspectos, determinaron que se limitara el uso de atraque, y que en la zona más pronunciada de la flexión, se dejara caer un peso considerable, capaz de provocar un hueco. Como resultado de esta acción, se produjo una dolina en el muelle de aproximadamente 4,5 m de diámetro y 3 m de profundidad (en su punto más bajo) tal y como se puede apreciar en la Fig. 1

Fig.1 Dolina abierta en el muelle

INSPECCIÓN VISUAL

Como se puede observar en la Fig. 2 y 3, en el interior del hueco, se aprecia una pequeña "laguna" con cuatro vías de aguas: una que aparece desde el fondo, y otras tres que salen en forma de ramas por la superficie en dirección a las dos líneas de frente de muelle así como residuos sedi-mentados en las paredes de la misma.

Esta laguna en ocasiones tiene un pronunciado flujo de agua que penetra de la vía situada en el fondo y que se evacua por las tres vías laterales. Este flujo de agua es más pronunciado en las tardes y las mañanas, además su nivel de superficie varía coincidiendo con los cambios de marea. El olor percibido es similar a la pestilencia de las aguas albañales o ciertas sustancias sulfurosas.

Fig.2 Canales de evacuación abiertos en la dolina

Fig. 3 Residuos sedimentados en las paredes de la dolina

INSPECCIÓN SUBMARINA. RESULTADOS

Como resultado de la inspección submarina, se detectó que la línea de frente de muelle está formada por tres tipos de cortinas de contención. Estas van desde pilotes hincados uno junto a otro para conformar una cortina, hasta la estructura de cortina de tablestaca de cajones Larssen.

En esta inspección se detectaron dos fenómenos importantes:

? Existen oquedades entre los elementos de las cortinas conformadas por elementos de hormi-gón armado, los que además no tienen aplicada ninguna protección contra la corrosión de los aceros de refuerzos. Las separaciones que existen entre los elementos que forman la cortina, alcanzan valores de hasta 20 cm.

? En la línea litoral del muelle, existe una abertura de la tablestaca con derrame de relleno técni-co, y en esta zona además, se detecta una corriente de salida de agua.

Lo anterior se refleja en la Fig. 4, 5, 6

Fig. 4 Punto de ruptura de la tablestaca en el lateral del muelle. en este lugar se registra una fuerte corriente saliendo del muelle.

Fig. 5 Zona de cambio de la cortina, nótese como de cortina frontal, pasa a línea de pilotes y corti

na trasera.

Fig. 6 Obsérvese la erosión del relleno producto de la separación entre los pilotes que conforman la cortina de contención.

Fig. 7 Tercer tipo de cortina, nótese también la socavadura del relleno en los puntos de separación entre pilotes de contención.

ENSAYOS HIDROQUÍMICOS. RESULTADOS.

Los ensayos hidroquímicos se realizaron en dos puntos de muestreo del atraque. Se tomó como punto 1 el agua de la laguna de la dolina abierta en la losa de rodamiento y como punto 2 el agua de mar de frente del muelle, en este punto se tomaron muestras de superficie y fondo.

Los métodos analíticos empleados en las determinaciones físico - químico fueron:

? Determinación del oxígeno disuelto (OD) según ISO 5813- 1983 (E)

? PH y conductividad, se determinaron "en situ" utilizando un PH-metro digital portátil.

? La salinidad se midió electrometricamente con un Salinómetro digital inductivo.

? La identificación y cuantificación de los hidrocarburos totales, se determinaron mediante la técnica reportada por CARIPOL, utilizando la espectroscopia IR con límites de detección 50,0 ng.L⁻¹

Los valores obtenidos se pueden apreciar en la tabla siguiente.

Tabla No 1: Resultados de los ensayos hidroquímicos

Estación	OD (mg/L)	PH	uds	S (%)	Cl – g/l	Cond. ms	Hidrocarburos totales. mg/L	Punto
16,226,203,60	< 2*	190,39	Punto 2 (S)	6,128,4136,019,87265,27	Punto 2 (F)	6,408,5136,019,8736---	2*	Valor mínimo aceptado según la tabla de salinidad y que corresponde a un valor de 5 %.

Los resultados de sulfuros de hidrógeno no se reportan, ya que en todas las muestras analizadas el valor fue 0, es decir, ausencia total de este indicador, dado por la presencia abundante de oxígeno disuelto en el medio. Según la NC:12-01-02/89–Agresividad corrosiva del agua de mar, los valores de este indicador demuestran la calidad hidroquímica del agua de la bahía.

Las concentraciones de los hidrocarburos totales detectados en las zonas son típicas de aguas contaminadas por petróleo, fundamentalmente en el punto 2

Por otra parte, los valores de los diferentes parámetros físicos-químicos determinados en el punto 1, son típicos de agua dulce, contaminadas por residuales urbanos y se observa una marcada diferencia con los valores obtenidos en el punto 2, tanto en superficie como en el fondo, indicando la falta de relación entre el agua de mar con la existente en la dolina.

Adicionalmente se hizo un muestreo en un tercer punto que corresponde a la corriente de salida lateral, coincidiendo en rango, con los valores obtenidos en el punto 1.

VALORACIÓN ECONÓMICA Y APOORTE SOCIAL

Los resultados obtenidos proporcionaron los datos, conocimientos y los detalles necesarios para la mejor comprensión del problema y discernir el origen del agua en penetración, lo que posibilita la toma de las acciones necesarias para la rehabilitación de la capacidad portante de la losa, o al menos su rescate para ejecutar otros trabajos con un margen adecuado de seguridad y protección para los obreros y las mercancías

En los momentos actuales, la administración de la ESP Mariel, ha ejecutado acciones que

garanti-zan el cumplimiento de las recomendaciones formuladas, pero se desconoce el valor de los costos.

CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en la inspección visual, submarina y ensayos hidro-químicos se puede determinar que:

1. El muelle presenta tres estructuras de contención:
 - ? Estructuras de cortina frontal.
 - ? Estructura de línea de pilotes y cortinas traseras de pilotes.
 - ? Estructura de línea frontal de pilotes y cortinas traseras de pilotes verticales y horizontales.
2. La cortina del muelle para la contención del relleno técnico, no brinda la protección necesaria, lo que da la posibilidad de existencia de vías de aguas por el interior del muelle.
3. El agua existente en la dolina, no es del mar, y según su composición, se corresponde con agua dulce de residuales urbanos.
4. La aparición del agua por debajo de la losa de rodamiento, es el resultado de una erosión de varios años, provocada por aguas residuales que pueden venir de roturas en red de alcantarillado de la zona, o de algún vertimiento que circule independiente de esta red.

RECOMENDACIONES.

1. Realizar un estudio de la red de alcantarillado de la zona para ubicar el posible punto de origen de esta agua.
2. Estudiar otros vertimientos que puedan estar generando esta corriente de agua.
3. Acometer las acciones que garanticen el restablecimiento de la capacidad portante de la losa a partir del dictamen técnico que se realice por especialistas y la futura utilización del muelle.

BIBLIOGRAFÍA

1. APHA-WPCF-AWWA (1998) "Standard methods for examination of water and wastewater" American Public Health Association 20th Edition. 210 p.
2. Caripol (1980) "Manual of Petroleum Pollution Monitoring" LAB (4301) Rickenbaker, Causing Miami Fla. 33149, 14 p.
3. CYTED (1998) Colectivo de autores. Subprograma XV. Corrosión / Impacto ambiental sobre materiales. "Manual de Inspección, Evaluación y Diagnostico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado. 2da edición, 208 p.
4. Dutka B. J. (1993) "Microbiological and Toxicological Analysis of Water, Wastewater and Sediment" National Water Research Institute.
5. NC: 27 (1999) "Proyecto de Norma Cubana, Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones 15 p.
6. NC: 12-01-02 (1988) SNPCC "Agresividad Corrosiva del agua de mar" 15 p.
7. NC: 93-01-105 (1987) "Especificaciones y Procedimientos para la Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero" 10 p.