

N°2:

Rehabilitación de túnel del ferrocarril Nogales-Guadalajara (México) con concreto lanzado y marcos de acero.

Ing. Raúl Bracamontes Jiménez, Director en ADRA.

Miembro honorario del IMCYC, ASA, entre otros. Certificador de lanzadores de concreto por el IMCYC y ACI.

ANTECEDENTES

El 26 de febrero del 2015 ocurrió un derrumbe en el túnel 13 en la línea T del ferrocarril Nogales – Guadalajara a la altura de Plan de Barranca Jalisco, México lo que cerró el paso del ferrocarril de esta importante vía sin accidentes.

El túnel, de una longitud de 230 m de largo, fue construido en 1924 y reforzado en 1958. Su soporte constaba de un arco de concreto reforzado con un radio de 2 m, apoyado sobre un muro de concreto reforzado de 5 m de altura de espesor variable entre 60 a 90 cm, tanto el arco como el muro solo contaban con una parrilla de acero de refuerzo de ¾" colocado a cada 40 cm en ambos sentidos.

Los esfuerzos del terreno ocasionaron un derrumbe en el centro del túnel que afectó una zona de aproximadamente 30 m donde hubo desplazamientos de hasta 1 m del muro que provocó el cierre parcial de la vía del ferrocarril. Se estima que el volumen desplazado fue de unos 1500 m³.

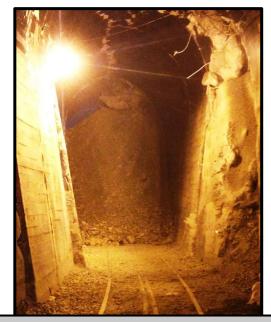


Fig.1: Derrumbe inicial y el desplazamiento de los muros en la zona

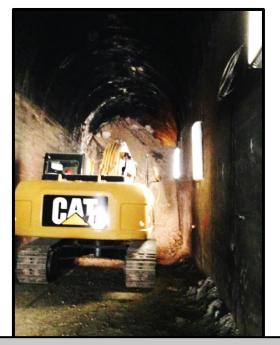


Fig.2: Retiro del material del derrumbe.



N°2: Rehabilitación de túnel del ferrocarril Nogales-Guadalajara (México) con concreto lanzado y marcos de acero.

PROCEDIMIENTO

Inmediatamente, se procedió a estabilizar y controlar el terreno para reabrir el paso del ferrocarril a la brevedad.

Para contener el derrumbe, se realizaron trabajos de inyección de lechada de cemento para consolidar el material suelto por el interior y se colocó una cortina de tubos paraguas, con una separación de 50 cm entre ellos (también denominados tubos de enfilaje). Estos tubos son elementos de soporte diseñados para ser utilizados en suelos y macizos rocosos de mala calidad pues aportan consistencia al terreno de forma inmediata, con la finalidad de proveer un techo y poder retirar el material caído en el interior.

Una vez retirado el material, se colocó una parrilla de acero y se recubrió con concreto lanzado, lo que construyó un muro estructural en la zona de caído, y se instalaron unos marcos de acero para reforzar el túnel.



Fig.3: Zona de derrumbe ya contenida mediante inyección.



Fig.4: Instalación de tubos paraguas y concreto lanzado.

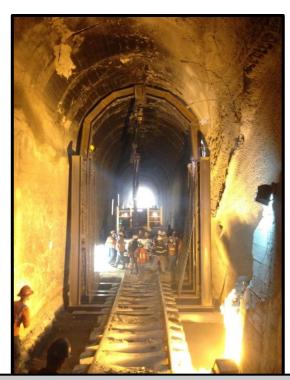


Fig.5: Instalación de marcos metálicos en la zona de derrumbe.



N°2: Rehabilitación de túnel del ferrocarril Nogales-Guadalajara (México) con concreto lanzado y marcos de acero.

Simultáneamente, mientras se estabilizaba la zona de derrumbe, se trabajó en las zonas aledañas al caído donde se registraron movimientos de los muros para demoler parcialmente y reforzar el muro y el terreno mediante la instalación de anclas de cables de acero de pre-esfuerzo.

La demolición parcial se realizó mediante el corte con equipos de disco diamantado y demolido mediante rompedores manuales, para no transmitir mucha vibración o impacto al muro existente, y la perforación para la instalación de anclaje fue mediante un equipo Stenuik barrenando a 3" de diámetro y 10 metros de profundidad. Todo ello para reabrir el paso del ferrocarril, pues es una vía de comunicación de suma importancia comercial, y realizar la demolición definitiva y recuperación de la sección original del túnel posteriormente.



Fig.6: Cortes con equipos de disco diamantado.



Fig.7: La etapa de reabrir el túnel al paso ferrocarril duró 2 semanas.



Fig.8: Pruebas de paso del ferrocarril.

Después de permitir el desalojo de los contenedores que se habían acumulado durante el tiempo que estuvo cerrado el túnel, se realizó la reconstrucción definitiva de la zona afectada: se demolió el muro existente y se construyó uno nuevo.



N°2: Rehabilitación de túnel del ferrocarril Nogales-Guadalajara (México) con concreto lanzado y marcos de acero.

Previamente, se insertó una fila de tubos paraguas y se realizaron inyecciones de cemento para consolidar el terreno y facilitar la demolición.



Fig.9: Instalación de tubos paraguas.

Para la demolición, se utilizó una sierra corta muros con discos de 700 mm y 1200 mm de diámetro que permitían el corte del espesor completo del muro sin transmitir vibración o impacto y su posterior demolición con un martillo hidráulico para instalar de un marco de acero.

Una vez instalado dos marcos, se demolía la sección entre ellos para instalar parrillas de acero de refuerzo y reconstruir el muro con concreto lanzado, el cual tenía más de 2 m de espesor en algunas partes, dándole el acabado con llana. Esta segunda etapa duro 2 semanas más.



Fig.10: Corte del espesor del muro.



Fig.11: Demolición por secciones.



N°2: Rehabilitación de túnel del ferrocarril Nogales-Guadalajara (México) con concreto lanzado y marcos de acero.



Fig.12: Reconstrucción del muro después de la demolición.

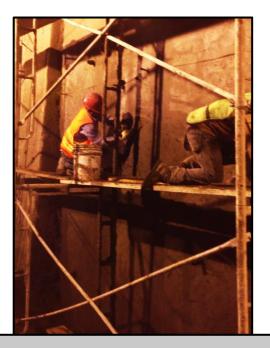


Fig.13: Acabado de muros.

CONCLUSIONES

La demolición con disco diamantado no generó nuevos daños a la zona afectada por lo que se pudo realizar demoliciones precisas sin poner en riesgo la estabilidad de la obra. El concreto nos ofrece la versatilidad de poder adecuar sus características a las necesidades del proyecto.

El concreto lanzado, por su sistema de colocación, fue muy útil pues permitió controlar el terreno inestable mediante el uso de aditivo acelerante que ocasionó el fraguado muy rápido del concreto (6 min). Ello incrementó la seguridad en el proceso de reparación y la facilidad de poder colocar grandes volúmenes y espesores de concreto sin necesidad de cimbras, lo cual ahorró tiempo en el proceso constructivo.

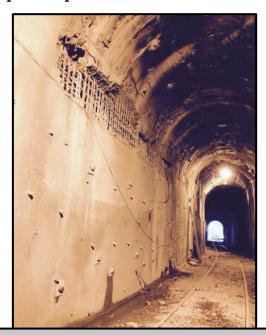


Fig.14: Túnel ferroviario.







