



CONSTRUCCIÓN PAN-AMERICANA

JUNIO 2016 | NUMERO 8

www.cpa-mpa.com

NUEVO
DISEÑO EN EL
INTERIOR

Hazaña hídrica en Ecuador

El trasvase Daule-Vences es la obra de regulación hídrica más grande del país. *p12*

19. Expectativas de crecimiento para la construcción en Panamá

Se estima que en 2016 el sector aumentará en torno a 10,5% y mantendrá la tendencia de crecimiento.

26. Puertos de América Latina, listos para el Canal

El sector portuario regional se ha preparado para el nuevo escenario Post-Panamax.

36. Una tuneladora abierta que hace historia en México

La obra del Túnel Emisor Poniente II Ciudad de México, todo un hito en tunelación.

Un fundamento sólido en el Metro de Monterrey

Las piloteadoras Soilmec ayudan a la construcción de la Línea 3 del Metrorrey en la ciudad regiomontana.

La Línea 3 del Metro de Monterrey, en Nuevo León, estará lista en 2017. Coincidiendo con el anuncio del gobierno local de que los trabajos de construcción que se realizan por la avenida están a punto de terminarse, hemos realizado un repaso de las actividades desarrolladas a la hora de colocar los pilotes en su porción elevada.

Es de todos conocidos en México que uno de los proyectos de transporte públicos que más expectación están creando se sitúa en la capital industrial del norte del país: La Línea 3 del Metro de Monterrey. Los equipos de perforación Soilmec Serie SR han jugado un papel destacado en las labores de cimentación.

La ciudad de Monterrey es la capital del estado de Nuevo León y cuenta con una población de más de cuatro

millones de habitantes. Es una de las áreas metropolitanas más importantes y el segundo centro fabril y financiero del país azteca.

El Metro de Monterrey, conocido como Metrorrey, está completamente separado del tráfico y transcurre de forma subterránea y elevada, aprovechándose de un sistema de bus que utiliza paradas exclusivas y obligatorias a lo largo de su ruta.

Desde su inauguración en 1991, este sistema de transporte masivo ha estado compuesto por la Línea 1, que transcurre de este a oeste, y la Línea 2, la cual realiza un eje norte-sur. Sus 31 estaciones transcurren en un trazado de 32 kilómetros de longitud.

El proyecto surgió en 2013 cuando la Secretaría Mexicana de Transportes y Comunicaciones dio la luz verde a



Trabajos de cimentación de la nueva Línea 3 de Metrorrey.

la construcción de la Línea 3, la cual serviría a cientos de miles de pasajeros, considerando que las líneas actuales transportan a casi medio millón de pasajeros diariamente.

La nueva ruta partirá desde la actual Línea 2 en Macroplaza, el centro cultural y administrativo de la ciudad, para finalizar su ruta en el Hospital Metropolitano, al este de la ciudad, la mayoría de este trazado transcurriendo de forma elevada. En total tendrá 9 estaciones y contará con una extensión de 7,5 kilómetros, proporcionando un intercambiador con la Línea 1.

La geología de Monterrey depende estrictamente de su ubicación geográfica entre dos placas tectónicas, la Sierra Madre Oriental y la planicie del Golfo de México. Esta última se extiende desde Florida hasta la península de Yucatán, englobando a toda la zona noreste de México, y las condiciones del terreno corresponden a una secuencia gruesa de sedimentos clásticos clasificados por una deformación de la extensión. La Sierra Madre Oriental es una cadena montañosa en cuyas colinas se levanta el área metropolitana de Monterrey y cuya morfología es una secuencia de rocas sedimentarias marinas fundamentalmente carbonatadas y clásticas, las cuales están complejamente dobladas.

Las condiciones del subsuelo de Monterrey incluyen depósitos aluviales



de escayola, arena, grava (no cementada y parcialmente cementada) y depósitos de esquistos que descansan sobre roca sedimentaria.

El túnel como solución

El proyecto de la Línea 3 del Metro planea construir un túnel bajo el centro de la ciudad, el cual es tremendamente congestionado, cerca del área de Macroplaza. El método de construcción es el de falso túnel (cortar y cubrir, traducido literal del inglés), el cual es uno de los más utilizados en la construcción de túneles de esquistos en el mundo.

Mediante este sistema de tunelación



se extrae el pavimento de la calle y se excava una trinchera desde la superficie en la que se construye el túnel y se pone a continuación un techo con un sistema de apoyo en su superficie que sea lo suficientemente fuerte como para soportar la carga de todo lo que se construirá sobre el túnel, para a continuación restaurar la calle.

Como apoyo lateral para la excavación de los muros, se decidió perforar una serie de pilotes desarrollados en dos líneas paralelas, construidos a doce metros de distancia entre ellos, para así permitir la construcción de dos filas de Metro.

Los pilotes contaban con una profundidad promedio de 18 a 20 metros y con un diámetro de 600mm, siendo ejecutados con una piloteadora Soilmec SR-30 de perforación hidráulica equipada con un barril interno o central y cubo con roca dentada. El modelo SR-30 es de la categoría de 30 toneladas.

El sistema de falso túnel es por lo general una opción económica de tunelación, siendo el método más práctico. En áreas urbanas, su construcción suele causar interferencias con el tráfico y otras actividades urbanas debido al limitado espacio disponible.

El SR-30 puede transportarse por completo con una barra Kelly para un ajuste rápido gracias al cabezal rotatorio con un alto par de torsión y un rápido y pesado sistema de cilindro de alta resistencia que permite una buena productividad en una unidad compacta.

El viaducto como solución

Para la segunda parte de la ruta, en dirección norte-este de la ciudad, se decidió usar una estructura elevada, conectar desde el túnel mediante una sección de transición.

El viaducto es un sistema eficiente y económico de transporte masivo, el cual ha mostrado su utilidad en las Líneas 1 y 2 del Metrorrey. La superestructura del viaducto es una secuencia de extensiones construidas en vigas con concreto premoldeado reforzado, las cuales se unen entre ellas y sobre las que se situarán los rieles del Metro. Las subestructuras del viaducto consisten en una fila de columnas acopladas directamente al pilote perforado.

La subestructura será sujeta de varios efectos de carga debido a los pesos, el recorrido del tren y los agentes atmosféricos, por cuyas razones se instaló un apoyo elastomérico que proporcionara una conexión flexible entre la viga y el capitel.



Las duras condiciones del suelo de Monterrey permiten el uso de un solo eje para aguantar las grandes cargas de los cimientos, una opción positiva en términos de constructibilidad y mantenimiento del tráfico debido al espacio estrecho requerido en el lugar de trabajo.

Los ejes se perforaron con la pilotadora hidráulica SR-40 y una unidad SR-70 con el método de pilotes en seco (dry bored piles, en inglés). Estas unidades estaban equipadas con las barras Kelly telescópicas reforzadas ajustadas con un cubo y barril central con rocas dentadas.

Los pilotes fueron perforados hasta ser soportados por la roca sedimentaria con longitudes que oscilan entre 15 y 36 metros y un diámetro de 2.400mm.

La necesidad de usar una unidad de tamaño mediano que pudiera trabajar fácilmente en un espacio reducido, junto con las condiciones del suelo y la gran dimensión del eje hizo necesario proceder con una secuencia precisa de perforación.

El primer paso fue usar una herramienta con un diámetro de 800mm hasta la profundidad requerida

alternando el uso del cubo y el barril central cuando era necesario cortar una capa de roca. Posteriormente procedieron al alargamiento de los orificios usando herramientas con un mayor tamaño hasta los 2.400mm requeridos. La perforadora usada proporcionó excelentes resultados, especialmente la unidad SR-40, a pesar de su tamaño (es una máquina de 40 toneladas), la cual fue capaz de garantizar una maniobrabilidad óptima y un buen nivel de producción. **C**

Pies de foto. 1, El Soilmec SR-40 haciendo un eje único para la cimentación de la columna del viaducto. 2, Vista de la estructura de la Línea 3 y la jaula reforzada del eje perforado. 3, Vista de un cubo instalado en la pilotadora. 4, Vista del modelo SR-30 en labores de piloteado.



PIPE SYSTEMS

Resistentes a la abrasión, endurecidos por inducción y disponibles en sistemas de recubrimiento sencillo o doble pared, los productos con tecnología de vanguardia Pipe Technology® de Putzmeister están contruidos para hacer frente a las aplicaciones más complejas en nuestra industria.

Los sistemas de tubería en acero con doble recubrimiento reciben un tratamiento especial por calor y un proceso de lavado a presión con el fin de poder producir una dureza de 65 a 67 HRC en la superficie interna de la tubería, proporcionando así, la resistencia superior al desgaste que usted exige. Toda la tubería de la Autobomba incluyendo codos, torreta, pluma y cubierta están contruidos con el mismo material resistente al desgaste.

En Putzmeister, superar sus expectativas no es un objetivo – es una obligación.

Putzmeister
PIPE TECHNOLOGY

262.866.3200 | PutzmeisterPipeTech.com



RENDIMIENTO AL MAS ALTO NIVEL

