



# Concreto lanzado para túneles y taludes

46

**En la actualidad, el desarrollo tecnológico, tanto de maquinaria como del concreto y sus aditivos, brinda nuevos horizontes al concreto lanzado.**

Raquel Ochoa

Fotos: Cortesía de TGC.

# E

l desarrollo tecnológico de la maquinaria y el concreto han provocado, junto con los progresos en la transformación de los aditivos y de la mano de obra especializada, el surgimiento de nuevas perspectivas en la aplicación del concreto lanzado o proyectado (shotcrete).

El ser humano, en la constante búsqueda por la eficiencia, productividad y calidad de sus espacios ha innovado los procedimientos y usos de los insumos de la construcción, particularmente en el rubro del concreto lanzado. La convergencia de la fuerza de trabajo y los medios de producción avalan la eficacia en la aplicación de este material para taludes, muros de contención, túneles, minas y muelles, entre otras obras; además de contar con la rentabilidad económica en los procesos constructivos, el embellecimiento y cuidado del entorno circundante.

Desde que el científico y escultor norteamericano, Cal Ethan Akeley, patentó en 1911 la primera máquina presurizada para lanzar mortero de manera continua –por vía seca– hasta la actualidad, donde el método de proyección de concreto vía húmeda, reforzado con fibra metálica se ha vuelto extensivo, el desarrollo de métodos, tecnologías, equipos y aplicación para la proyección de concreto se ha transformado cualitativamente, estimulando la mayor seguridad en el ambiente laboral, productividad en el sistema de proyección y ciclos constructivos más limpios.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, Enrique Santoyo Villa, protagonista, conocedor apasionado en la aplicación del concreto lanzado y directivo TGC–empresa especializada en la aplicación del concreto lanzado–, junto con su equipo de expertos: Javier Contreras Montiel y Jaime González Alcántara–, explican la importancia del concreto lanzado en México y la preponderancia de migrar hacia otras técnicas más eficientes y productivas, como es el Grid Beam System, utilizado en Japón y otras partes del mundo.



## UN CONCEPTO

A partir de los años cincuenta del siglo XX, el American Concrete Institute (ACI), adoptó el término de concreto lanzado definiéndolo como “un mortero o concreto que es lanzado a altas velocidades en forma neumática sobre una superficie, que puede ser concreto, piedra, terreno natural, mampostería, acero, madera, poliestireno, etcétera”. La proyección a velocidades altas permite no sólo la acción







## Concreto lanzado a la carta

- **Componentes del concreto proyectado que definen una tecnología completa:**

El material del concreto proyectado, el proceso de proyección y el sistema del concreto proyectado (equipos).

- **Los procesos de aplicación de concreto proyectado:**

Vía seca y vía húmeda.

- **El concreto lanzado es un método de construcción:** Rápido, flexible y económico.

- **Principales características de la mezcla para una mejor manejabilidad y durabilidad del concreto:**

Alta resistencia temprana; buena bombeabilidad (suministro de flujo denso); Adecuadas características de fraguado del concreto; diseño de mezcla adecuado para lanzar; manejabilidad adecuada para el operario (largos tiempos abiertos) y rebote mínimo.

- **Aplicaciones:**

En la estabilización de excavaciones en tunelería y construcción subterránea; revestimiento de túneles y cámaras subterráneas; estabilización en la construcción de minas y galerías; reparación de concreto (reemplazo de concreto y reforzamiento); restauración de edificios históricos (estructuras de piedra); trabajos de sello de filtraciones; estabilización de zanjas; estabilización de taludes; revestimiento protector; capas de desgaste; estructuras especiales portantes livianas y aplicaciones artísticas.

- **Ventajas:**

Aplicación a cualquier altura ya que se adhiere inmediatamente y sostienen su propio peso; puede aplicarse sobre superficies irregulares; tienen buena adherencia al sustrato; muestran una configuración totalmente flexible del espesor de capa en sitio; es posible también el concreto proyectado reforzado, con refuerzo de fibra o malla; puede lograrse revestimiento con rápida capacidad de soporte a cargas, sin formaletas o tiempos de espera prolongados.

- **Funciones de los agregados del concreto proyectado:**

Para los parámetros principales que influyen en la homogeneidad de la mezcla de concreto proyectado; en los parámetros que determinan el requerimiento de agua; como llenante de menor costo en la matriz de concreto proyectado; como consecución de propiedades mecánicas (resistencia a la tensión, flexión y resistencia a compresión); siendo fuerte influencia en la manejabilidad de la mezcla (formas de las partículas y finos) y de alta influencia en la durabilidad requerida (porosidad y pureza).

- **Tipos del concreto proyectado:**

Superplastificantes; retardadores; humo de sílice coloidal y en polvo; humo de sílice en polvo modificado con polímeros y ayudantes de bombeo y estabilizadores.

Fuente: Con información de Sika.

de colar sino también compactar el concreto, logrando disminuir los tiempos del proceso productivo. No obstante, conforme se ha incrementado el uso y aplicación de este insu- mo, la demanda de mayor eficiencia, calidad, productividad y desempeño, también se ha vuelto una de las exigencias y requerimientos básicos para su utilización.

Enrique Santoyo, explica que: "para rea- lizar una aplicación exitosa y asegurar la calidad en la aplicación de concreto lanzado sobre una superficie, es indispensable un el estudio del sitio, trabajadores expertos, un método de lanzamiento adecuado y la maquinaria que corresponda con las espe-

cificaciones ideales del sitio. El concreto lanzado o proyectado sobre una superficie, únicamente se adhiere en rocas limpi- as, duras, libres de aceites, agua o materia- les extraños. Su aplicación no funciona en rocas blandas y polvosas, por el consecuente desprendimiento de polvo.

En México, el primer proyecto donde se utilizó concreto lanzado para la estabilización de taludes fue en la carretera de Acapulco. Sin embargo, las peculiaridades del sitio, abun- dantes en rocas polvosas (tobas y lutitas, entre otras), no permitieron la exitosa adherencia a la roca y, por ende, las consecuencias que actualmente presenta ésta carretera".

## RETÍCULAS DE SISTEMA DE VIGAS

En los últimos años, con un ritmo vertiginoso, el uso y aplicación de concreto lanzado ha escalado posiciones significativas en México, ampliando sus horizontes de aplicación. Para el directivo de TGC es necesario buscar la mayor eficiencia, calidad y productividad de esta aplicación. Por ello, su firma de ingeniería está migrando a la técnica Grid Beam System, o retículas de sistema de vigas, desarrollada por los expertos japoneses. El primer talud construido en México con este sistema de concreto lanzado de 25 cm, lo llevó a su equipo de expertos en un talud ubicado sobre la zona de Tecamachalco, en el Estado de México.

Por más de 30 años, Japón ha utilizado la técnica Grid Beam System para estabilizar natural y artificialmente taludes. Su uso es proteger a las superficies de la erosión, además de utilizarse como soporte para las

estructuras al combinarse con las anclas de tierra. Otra característica interesante de este sistema es que, por su flexibilidad geométrica, las vigas de concreto, se adaptan con facilidad a las ondulaciones naturales de los taludes sin dejar de contactar con la superficie, logrando tornarse en un muro o talud verde, transformando visiblemente el entorno circundante.

El experto explica: "El Grid Beam System es una técnica que se hace con el confinado en espacios pequeños. Son cimbras que se quedan ahogadas o integradas dentro del concreto. A diferencia de las cimbras de madera, las de malla se integran al concreto, transmutándose en parte inherente del refuerzo de las vigas y traveses del talud.

Aunque en Japón tienen muchos años aplicando esta técnica, en México somos los pioneros en introducir esta solución. Las traveses japonesas continúa el experto, son un sistema de cuadrículas. La idea –para su aplicación en México–, es

## Publicaciones



*"Un mundo de soluciones en concreto"*

## REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS (2011)

### ACI 318 S-11

El "Reglamento para las construcciones de concreto estructural" en su edición 2011, presenta la última versión que se ha realizado a dicho documento.

● **\$680 M.N.**

Más gastos de envío.

[www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)



CONTACTO:

Michael López Villanueva  
Tel.: 01 (55) 5322 5740 Ext. 210  
mlopez@mail.imcyc.com

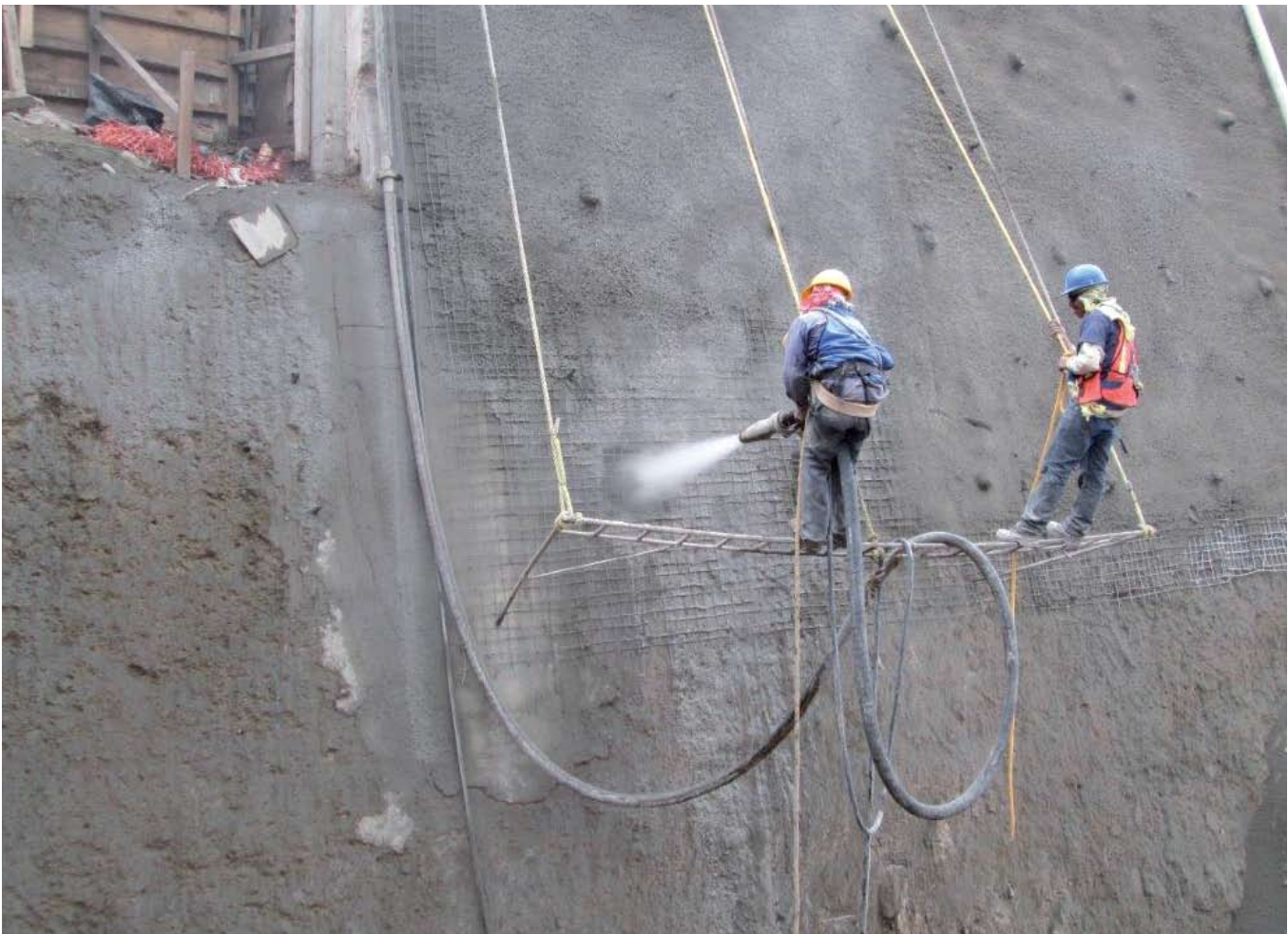


## El refuerzo de las fibras

**Fue en 1971 cuando** se desarrolló el concreto lanzado con fibras en los Estados Unidos de Norteamérica. Dos años después tuvo su primer uso práctico por parte del Colegio de Ingenieros del Ejército de EUA, en la represa Ririe, en Idaho. Para fines de la década de los setenta ya estaba siendo utilizado este refuerzo en países como Noruega.

¿Por qué es importante el uso de fibras de refuerzo? Porque permiten el control del agrietamiento por retracción plástica y de secado, o por esfuerzos térmicos. Asimismo, mejoran la resistencia al impacto, así como la ductilidad/tenacidad; es decir, la transmisión de carga después del agrietamiento. El tipo de fibras que pueden estar en este tipo de concreto, pueden ser metálicas o sintética (donde un componente importante es el polipropileno y el polietileno).

Con información de: German Hermida  
(Tomado de [www.asocreto.org.mx](http://www.asocreto.org.mx))





desarrollarlas como un sistema de retículas inclinadas o diagonales. Obviamente, la tropicalización de la técnica japonesa en nuestro país debe responder a las particularidades de la geografía y el clima, entre otras especificidades.

En el trópico [enfatisa el entrevistado] las lluvias torrenciales se presentan con enorme fuerza, generando erosión; por ello, la solución para proteger el talud son retículas diagonales. El próximo talud que construiremos será en la carretera Guadalajara-Tepic. En él aplicaremos el Grid Beam System. La introducción de este sistema y sus cimbras metálicas integradas, revolucionarán la forma de construcción de taludes en México, permitiendo mayor calidad, eficiencia y seguridad, productividad y menores costos constructivos", exterioriza Santoyo Villa.

## DE TODO CON TODO

"En Europa y en Oriente muchas estructuras se realizan con concreto lanzado. El concreto lanzado y aplanado o planchado logra la tersura y forma del concreto tradicional. Además, se alcanza la misma resistencia a un menor costo, pero con mayor eficiencia y, por ende, mayor productividad y rentabilidad del proceso constructivo. Esto significaría un cambio enorme para el país.", explica el entrevistado.

"La aplicación del concreto lanzado en los túneles y taludes es una solución factible –continua–; es un gran cambio en la ingeniería mexicana; por ello queremos estimular su uso y aplicación en túneles y taludes ya que consideramos que es más económico que un concreto tradicional. Además de que, si se agregan fibras de acero al concreto lanzado se puede lograr una mejor capacidad estructural. Esto es normal en Japón, Corea y Estados Unidos. En México, lo estamos introduciendo. Hoy es posible generar muros y taludes verdes con concreto lanzado. Se lanza tierra vegetal con gomas para originar un muro verde. El equipo de TGC está dedicado al desarrollo de este sistema", explica el directivo.

"Asimismo, el concreto lanzado también puede ser utilizado en la diversas reparacio-



nes de elementos estructurales, permitiendo su habilitación. En Estados Unidos, se están realizando varias intervenciones estructurales y el concreto lanzado ha sido la clave para su rehabilitación con eficiencia y calidad".

## TÚNELES Y TALUDES

"Los túneles y taludes son los dos grandes temas del concreto lanzado, explica el experto. El primer túnel, de concreto lanzado con agregados de fibra, fue el de Loma Larga en Monterrey, seguido de la Supervía. "Nuestra propuesta es que los túneles sean de concreto lanzado reduciendo los tiempos de aplicación entre un 20 y 30 por ciento, lo cual impactará en la disminución de los costos de construcción y la elevación en la calidad de la obra".

Los tiempos actuales y la reducción de los espacios exigen revolucionar a soluciones más eficientes, por ello, el especialista hace énfasis en que "se deben resolver con concreto lanzado los túneles y taludes. El revestimiento primario y secundario de túneles puede realizarse con concreto lanzado. A decir de los expertos en ventilación, en los túneles largos deben existir condiciones para una buena ventilación. Por ello, uno de los problemas que se atribuye al concreto lanzado es que la rugosidad de las paredes no permite una ventilación óptima; sin embargo, la solución es el planchado o aplanado del concreto lanzado, hasta alcanzar una apariencia tersa como la de un concreto tradicional", concluye el ing. Santoyo. **C**