

El óxido de calcio representa una opción idónea para la estabilización de terrenos arcillosos y expansivos como los del Pacífico y el sureste del país.

Hugo Salvatierra Arreguín



La necesidad de crear infraestructura ha provocado que los constructores tengan que realizar grandes obras sobre los sitios más inhóspitos, cuyos **suelos** no siempre cuentan con las características idóneas para poder cimentar sobre ellos. La solución a este problema requiere **estabilizar los terrenos**.

Para ello existen infinidad de métodos, entre los que están el uso de pilotes de concreto, los drenes verticales de arena, las columnas de cemento, el sistema *Jet Grout* seco y húmedo, así como los micropilotes o las columnas calcinadas en sitio.

Según sean las necesidades, en estos procesos pueden ser utilizados cemento, arena, piedras, cenizas, aditivos e incluso cal, materia prima que según Enrique Santoyo Villa, investigador y socio emérito del Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM), “desde los tiempos clásicos ha sido empleada para **estabilizar** los caminos. Durante la primera mitad del siglo XX los alemanes y los estadounidenses hicieron lo mismo. Incluso los aztecas la mezclaban con tezontle para reforzar las bases de sus pirámides”.

Pese a los avances tecnológicos, el óxido de calcio **aún es vigente** dentro de la construcción, y el **mejoramiento de suelos** no es la excepción, como opina Eduardo Medina Wiechers, académico de la Universidad Iberoamericana, pues constituye una opción ideal en la compactación de terrenos con arcillas blandas que no tienen mucha capacidad de carga, en los de tipo expansivo que tanto daño causan en las carreteras y vías férreas, o en los de roca, sujetos a los estragos de los flujos de agua”.

Obra y magia de Oriente

Con al finalidad de mejorar los suelos blandos saturados, desde 1960 los constructores chinos han utilizado el método de **pilotes de cal**. Con esta técnica se obtiene una mayor compactación y un aumento tanto de los esfuerzos horizontales como del volumen.

Por otra parte, al utilizar el proceso de tipo inglés, la punta cónica de un tubo de acero -instrumento que opera a manera de válvula de pie- penetra la tierra y cuando llega al fondo, un vibrador introduce el óxido de calcio granulado y en incrementos, para posteriormente compactarlo con el mismo vibrador.

En el caso del tratamiento de suelos expansivos conviene usar cal viva, pues con esta técnica es posible reducir la actividad química de las arcillas para mitigar su capacidad de absorción de agua y acrecentar su volumen. Gracias a su baja rigidez final, su uso no es recomendable para tierras blandas y saturadas.


Ahorrradores y resistentes


Los **pilotes de hormigón** de cal se originan en Suecia. Éstos pueden ser fabricados con diversos sistemas, aunque hay un método que permite reducir el remoldeo del suelo en el fuste del pilote, el cual está integrado por un sistema perforador constituido por dos tubos paralelos.


El primero -de 25 cm de diámetro- penetra el suelo como un sacabocado, mediante impactos o vibraciones, en tanto que el segundo -de 5 cm de diámetro- introduce el óxido de calcio a baja presión mientras sale al mismo tiempo que el otro.

Para contrarrestar los efectos de los sulfatos existentes es agregada una mezcla de arena fina, ceniza volante, cemento y aditivos. Debido a su baja capacidad de carga son idóneos para la estabilización de cimientos de casas de hasta tres niveles, caminos y carreteras situados en terrenos blandos, mismos que a causa de la mala cimentación suelen tener baches y deformaciones.


Y mueve la batidora...

Las **columnas de cal**  fueron desarrolladas en Suecia y han tomado auge en países escandinavos como Noruega y Finlandia, donde son empleadas para solucionar los problemas producidos por el lento lavado de sales y los altos contenidos de agua del suelo.

El método consiste en una perforadora cuya barra lleva una **batidora en un extremo** . El tubo baja hasta la profundidad deseada para después retornar a la superficie. Al momento del regreso la broca gira, mezclando la cal viva que va siendo introducida mediante un flujo de aire a presión. Así, el óxido queda mezclado con la arena para conformar la estructura.

Su uso se da principalmente en carreteras, pistas de aeropuertos, suelos industriales y comerciales, cortinas de presas y desarrollos habitacionales ligeros, sobre todo cuando presentan taludes inestables. Por cierto, esta técnica - también conocida como **Soil o Deep Mixing** , puede emplear cemento, material con el que ha cobrado auge en Estados Unidos, Europa y Japón.


Corre por los poros

Un método comúnmente utilizado en la Unión Americana es el de **inyección de cal** , procedimiento efectivo en la disminución de la expansibilidad de suelos de estados como Texas y Arizona. En México, este tipo de suelos existe en lugares como Querétaro.


Para realizar esta técnica de estabilización primero hay que introducir un tubo de 2.5 a 5 cm de diámetro. Durante el descenso y ascenso del tubo se induce una fractura hidráulica. Así, siguiendo las rutas de la menor resistencia, la lechada de cal es forzada lateral y verticalmente dentro de la masa de suelo, con lo que es posible formar una red de láminas alternadas.

El óxido de calcio reacciona con la arcilla en la superficie de contacto de las láminas para incrementar la resistencia del suelo y reducir el movimiento de humedad. De esta manera se logra minimizar el movimiento del suelo y sus efectos dañinos.

Este sistema ha sido empleado en vías férreas de los Estados Unidos. La técnica también fue utilizada en el Centro Óptico de Mesquite, Texas, un edificio construido sobre un terraplén sanitario, cuya estructura sufrió daños debido al metano producido por la descomposición de los rellenos, por lo que fue necesario, mediante el proceso de inyección, renivelar la losa, sellar el suelo y detener el gas.

En relación al futuro de los métodos de estabilización de suelos a base de cal, Roberto López Zaldaña, director general de Keller Cimentaciones de Latinoamérica, subrayó a Obras: "Para que la gente **los conozca**  toma tiempo, y es un hecho que nadie los recomienda sin que los haya visto previamente, y aún así sólo los aceptan algunos. Pero no es un problema exclusivo de México, lo mismo sucede en Estados Unidos".

REQUERIMIENTOS PREVIOS

Debido a los efectos que tienen sobre los **terrenos arcillosos y expansivos** , los diversos métodos de estabilización de suelos a base de cal representan una importante contribución para el campo de la geotecnia aplicada a los procesos constructivos.

Áxel Ramírez Ramírez, ingeniero de proyectos de Keller Cimentaciones de Latinoamérica, comenta a Obras sobre las propiedades del óxido de calcio en las diversas técnicas de mejoramiento: “Aumenta la resistencia al esfuerzo cortante, reduce los asentamientos, incrementa la capacidad de carga, mitiga la licuación, baja la permeabilidad y disminuye la compresibilidad”.

Previo al uso de algún método de estabilización deben ser examinadas las condiciones del terreno en sus características ingenieriles y químicas, para así elegir adecuadamente los cementantes a usar y el proceso de estabilización idóneo. Entre los estudios más usados están las pruebas índice y de consolidación, así como las evaluaciones de estratigrafía, contenidos de agua, límites de consistencia y propiedades mecánicas.

Al respecto, Eugenio Campos Finney, director general de Campos Finney Cimentaciones y Construcciones, concluye: “Es indispensable conocer la estratigrafía del suelo para identificar los obstáculos con que nos vamos a encontrar. Por ejemplo, cuando te lesionas un brazo, el médico tiene que ver si está roto o no, si te va a enyesar o a poner una férula. Nosotros no contamos con la capacidad de mirar a través de la tierra, y si no hay un sondeo previo podemos enfilarnos rumbo a un eminente fracaso”.