

TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS TERRENOS

Por JOSE M.^a PALA CATARINEU Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

El presente artículo es un comentario al publicado en octubre del pasado año, "Pilotes por calentamiento del terreno", de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Manuel Vidal Pardal y Antonio Angulo Alvarez.

En la Revista de Obras Públicas del mes de octubre de 1969, los ingenieros señores Vidal Pardal y Angulo Alvarez publicaron un interesante artículo sobre la materia, titulado "Pilotes por calentamiento del terreno". Inmediatamente, se me ocurrieron algunas sugerencias y comentarios sobre tan importante tema, y redacté el borrador correspondiente; pero, habiéndose perdido éste, lo redacté nuevamente, solo que cambiando el título y alguno de los puntos tratados.

Si se consigue tratar térmicamente, y por medios relativamente económicos, los terrenos arcillosos, se habrá conseguido aumentar notablemente su cohesión, resistencia y elasticidad. De ahí su aplicación para mejorar los cimientos, recalces, evitar los corrimientos de terrenos, y en las pantallas de algunas presas; también, si el grado de coadura resultase suficientemente elevado, para, sin más elementos, afirmar carreteras y consolidar túneles, abiertos en terrenos arcillosos, evitando costosos revestimientos. El ingenioso aparato "Vulcano", de los mencionados Ingenieros, calienta el terreno, que rodea a un taladro hecho en éste por tres tubos delgados, introducidos en este agujero, por donde circulan gases calientes a ligera presión, calentando simultáneamente los tubos eléctricamente.

Otro tratamiento térmico interesante es el puesto en práctica, desde 1932, por el Ingeniero australiano Irvine, para endurecer el terreno ar-

cilloso en las carreteras, empleado en Australia y en la India. El procedimiento consiste, en esencia, en aplicar directamente el calor al terreno de la explanación de la carretera mediante un horno móvil, sobre ruedas, para aplicar las llamas al suelo; una especie de horno de reverbero, en movimiento continuo. La coadura afecta a un espesor de tres pulgadas; pueden hacerse recargos; la resistencia al tráfico es parecida al macadam ordinario. Por eso, con poca circulación, el terreno tratado puede utilizarse sin más afirmado; con tráfico importante, será base del firme. El procedimiento se emplea con éxito donde no existan materiales granulares; según su inventor es muy económico. La máquina funciona empleando la leña como combustible (en la India se emplea aceite), funcionando continuamente durante las veinticuatro horas, con tres obreros por turno y un capataz. (Tengo a disposición de quien lo solicite el texto, en inglés, de la descripción del procedimiento, que hace la Sociedad concesionaria del invento de Mr. Irvine).

Hay carreteras en terrenos arcillosos, donde el firme es sumamente sensible al agua y a las humedades, produciéndose blandas (profundos baches) por la proximidad de balsas y corrientes de agua. Para remediar estos males y endurecer el terreno, al compañero Cabredo y a mí, se nos ocurrió si podría conseguirse pasando sobre el

terreno (como si fuese un aspirador) una bobina eléctrica, que induciría, hasta cierta profundidad del suelo húmedo, corrientes de Foucault que lo calentarían, dado que el agua, si no es pura, es buena conductora de la electricidad. La corriente de la bobina será de gran frecuencia y muy intensa, para que tenga elevado poder inductivo; en cambio su tensión será baja, para que no dañe a los obreros. Como el calor eléctrico es caro, parece que el procedimiento sólo será adecuado para utilizarlo en casos especiales. No obstante, creemos que debe ensayarse porque puede ser la solución en alguna ocasión difícil, donde no puedan emplearse los métodos tradicionales.

En la fabricación de objeto de cerámica basta, éstos, después de su primera cocción, para esmaltarlos, se pintan con una composición de materias inertes (arenas finas y calcitas), sales de plomo y sal común; después se cuecen nuevamente. Análogamente, la superficie perimetral de un canal sin revestir, en terreno arcilloso o margoso, pueden endurecerse y estabilizarse por cocción, aplicando previamente un compuesto de materias inertes con la solución de un fundente barato (sal común, bicarbonato sódico, etcétera) y calentándolo con un lanzallamas o soplete; quizá pueda servir, a estos efectos, el so-

plete de fontanero. (En relación con este particular, recordamos la conferencia de un ilustre Ingeniero, abogando por la supresión o reducción de los revestimientos de hormigón, para abaratar las obras hidráulicas). El procedimiento, posiblemente, podrá adoptarse, también, en las explanaciones de carreteras y caminos. Desde luego, en este caso, como en los examinados anteriormente, es preciso un estudio económico, porque si el resultado de éste es negativo, el procedimiento es inaceptable, porque no es viable económicamente.

Con las indicaciones anteriores, no pretendemos vanagloriarnos, ni perseguimos objeto personal alguno; sólo aspiramos a ser útiles a los demás. Si el éxito acompaña a su realización, pueden ser de gran trascendencia en el mundo de la construcción. Por carecer de medios personales y materiales, y por nuestra avanzada edad y estado de salud, me es imposible efectuar los ensayos correspondientes. Así que brindamos su ejecución a las entidades y laboratorios que dispongan de los medios adecuados para ello. Por haber sido los primeros que han estudiado con éxito, sobre el terreno, los tratamientos térmicos, en nuestro país, merecen un aplauso los Ingenieros señores Vidal Pardo y Angulo Alvarez.

NOTAS AL COMENTARIO DEL SR. PALAU CATARINEU

Hemos leído, con la atención que merece, el interesante comentario de D. José M.^a Palá Catarineu acerca del tratamiento térmico del terreno para mejorar sus condiciones. Tras agradecerle los comentarios elogiosos que nos dedica por el artículo "Pilotes por calentamiento del terreno", pasamos a comentar algunas de las valiosas sugerencias contenidas en su escrito.

Como decíamos en nuestro artículo, hemos estudiado las realizaciones que conocíamos de otros autores. Además del ingeniero Irvine citado por el Sr. Palá, han tratado el tema: Tscharnji, Ischy, Rao, Wodhaven, Guton, Abelev, Askalonov, Beles, Stanlescu, Novak, Donde, Riabkóv, Kotzias, Kasperskij, Lomize, Mescherikov, Gilman, Fedorov, Ostajew, Litwinow, Horn y Kunakow, que nosotros sepamos.

El Sr. Palá Catarineu cita en su escrito campos de aplicación muy prometedores, como son

el afirmado de carreteras y la consolidación de túneles perforados en terrenos arcillosos en sustitución de los revestimientos y, asimismo, el endurecimiento y la estabilización por cocción de la superficie perimetral de un canal sin revestir, por aplicación previa de un compuesto de materias inertes, con lo que se abaratarían esas obras hidráulicas, si bien, el empleo de lanzallamas o sopletes tienen la limitación que impone la necesidad de no producir la fusión del terreno, que se alcanza cuando la temperatura pasa de ciertos límites.

A nosotros nos parece muy interesante también ensayar el procedimiento de combinar el tratamiento técnico del terreno arcilloso con el de inyección posterior; la inyección de tales terrenos resulta ineficaz, pero tratando con temperaturas altas se consigue hacer desaparecer la cohesión capilar, con la formación de grietas que permiten la circulación de la lechada, con-

siguiéndose una consolidación que reforzaría los efectos logrados con la coadura de la parte arcillosa.

Como indica acertadamente el Sr. Palá, lo que decidirá en definitiva será el factor económico, y en ese sentido estamos realizando ensayos que esperamos nos proporcionen las soluciones más convenientes.

En cuanto al punto, interesante como todos los citados por el Sr. Palá Catarineu, referente a las explanaciones de carreteras y caminos, es oportuno citar el sistema empleado en algunas autopistas europeas, que está basado en

una serie de paneles que se calientan eléctricamente. El tratamiento térmico es muy adecuado en estas obras, pues la capacidad de carga de la subbase de una carretera depende en gran parte del contenido de agua en el terreno; el problema de la seguridad contra el hielo, también está estrechamente unido a la proporción de humedad del suelo, lo que contribuye al interés que presenta un buen tratamiento térmico en estos casos.

Manuel Vidal Pardo

Antonio Angulo Alvarez