





1970

376674

La impermeabilización o consolidación de los suelos se hace normalmente por inyección de cemento o de mezclas cemento-arcilla, cuando se trata de terrenos muy permeables, y con silicato de sosa, en terrenos que lo son  
5 menos.

Los límites de inyectabilidad en función de la granulometría de los suelos han sido determinados experimentalmente. Así, el límite de inyectabilidad de cemento corresponde a arenas de 0,5 mm., según Terzaghi y de 0,75  
10 mm., según Glossop y Skempton. Para los silicatos, Terzaghi y Glossop indican una granulometría de 0,1 mm., y Ridel de 0,12 mm. Y en cuanto a terrenos más finos, tales como arenas limosas o fangos, no existían prácticamente productos inyectables.

15 Luego, con el desarrollo de los altos polímeros orgánicos, era normal que los especialistas investigasen para emplear estos productos en la inyección de los suelos poco permeables. Lamentablemente, la formación de las aludidas materias plásticas necesita condiciones de temperatura y de presión que no pueden ser realizadas en el terreno  
20 "in situ".

No obstante, después de la guerra se sabía dar coherencia a los suelos por mezcla de un suelo pulverulento con ciertas materias plásticas (trabajos de Winterkorn), pero tales productos no fraguaban en ausencia de aire y tenían  
25



una viscosidad bastante superior a la del agua.

Asimismo, se pueden mencionar algunos derivados de las resinas acrílicas, puestas a punto por la Cyana-  
mid y que llevan a productos complicados y, consecuentemente,  
30 caros.

Por el contrario, el procedimiento objeto de la presente invención, remedia tales inconvenientes, consistiendo el mismo en inyectar en el suelo productos que forman después de su mezcla una resina fenoplástica que  
35 fragua perfectamente, incluso en presencia de un gran ex  
ceso de agua, así como en ausencia de aire.

Dicha resina fenoplástica se forma por los tres constituyentes siguientes:

1º) Un aldehído como el formaldehído, la hexametileno-  
40 notetramina, o todo cuerpo o mezcla de cuerpos que libere los productos citados.

2º) Un fenol sustituido, ya que, en efecto, el fenol normal utilizado para la preparación de las baquelitas no reacciona con frío ni en presencia de un exceso de agua,  
45 debiéndose señalar que la posición de las sustituciones es muy importante, pues, por ejemplo, con los difenoles, sólo el difenol 1-3 (la resorcina) reacciona en frío.

3º) Un catalizador, que puede ser:

-Un ácido, incluso débil (desde el ácido clorhídrico al bicarbonato de sosa), o una base, si bien con una  
50 base la reacción es lenta e incompleta; con amoníaco es casi instantánea, pero da un precipitado, obteniéndose los mejores resultados con una mezcla sosa-amoníaco.

-Un oxidante, como el persulfato de amoníaco.

55 -Una mezcla de diferentes cuerpos precipitados.

En la dosificación aldehído-fenol puede permitirse una gran tolerancia que va como mínimo de media a dos partes de fenol por cada parte de aldehído, habiéndose determinado la proporción óptima fragmentando muestras de resina pura o de resina y arena. Así, se ha encontrado que  
60



con el aldehído fórmico y la resorcina, la mezcla óptima se obtiene empleando 800 gramos de resorcina por un litro de formol 30 %.

Las resistencias obtenidas son independientes de la naturaleza y de la concentración del catalizador; contrariamente, los tiempos de fraguado son función de la naturaleza y de la concentración en catalizador.

Ensayos efectuados con diferentes catalizadores han dado los siguientes resultados:

	EN MEDIO ACIDO	EN MEDIO BASICO	EN MEDIO OXIDANTE	FRAGUADO
70	HCl, SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> , HCO <sub>2</sub> H PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> H Acidos oxálico y pícrico	NH <sub>4</sub> OH (inestable) NH <sub>4</sub> OH + NaOH Silicato de sosa (queda blando)		Menos de 10 minutos Entre 1/2 y 1 hora
75	Acido cítrico Acido tartárico	Carbonato y bicarbonato de sosa Sosa, potasa	Persulfato de amoníaco	Entre 3 y 4 horas En 1 día
80	Acido bórico, ácido tioglicólico, ácido nafténico, fosfato, ácido de sodio, cloracetato de etilo, cloruro de amonio,		Agua oxigenada, perborato	Sin efecto catalítico.
85	formiato de isopropilo			

Estas mezclas son susceptibles de una muy grande dilución.

Asimismo, tal como aparece en el gráfico adjunto, en el que las curvas 1 a 4 muestran la elevación de la temperatura en función del tiempo, la reacción es fuertemente exotérmica; con débil dilución, por el contrario, puesto que hay en la mezcla un 75%, por lo menos, de agua, no se corre el riesgo de una fuerte elevación de la temperatura de la resina o del suelo inyectado.

Las composiciones de las mezclas respectivas son las



siguientes:

Curva	Resorcina g.	Formol cm <sup>3</sup>	HCl cm <sup>3</sup>	Persulfato de amonio g.
1	500	500	10	--
2	500	500	40	--
3	333	333	26	--
4	333	333	26	13

100 Para tiempos de fraguado muy cortos interesa inyectar separadamente la resina y el catalizador de tal manera que la mezcla no se haga más que en el mismo taladro. Para esto se utiliza una bomba principal de gran caudal y una pequeña bomba volumétrica que inyecte el catalizador.

110 Algunas fórmulas utilizadas para inyectar una arena fina (permeabilidad  $10^{-2}$  cm/seg.) muy cerca de la superficie del suelo, se dan a continuación a título de ejemplo no limitativo:

- Agua ..... 30 litros
- Resorcina ..... 30 kilos
- Formol ..... 30 litros
- 115 - Persulfato de amoníaco . 800 gramos
- Agua ..... 30 litros
- Bicarbonato ..... 2 kilos
- Resorcina ..... 30 kilos
- Formol ..... 30 litros
- 120 - Agua ..... 25 litros
- Resorcina ..... 30 kilos
- Formol ..... 30 litros

cuyas mezclas son inyectadas con la bomba principal.

Y la mezcla:

- 125 - Amoníaco ..... 1 litro y medio
- Sosa ..... 1 litro y medio
- Agua ..... 5 litros

que es inyectada por la bomba secundaria.

130 Todas las referidas inyecciones de resina se realizan con presiones nulas, como máximo 200 g/cm<sup>2</sup>, y presión



constante en el curso de la inyección, debiéndose hacer así puesto que la viscosidad del monómero está muy cerca de la del agua (alrededor de 3 centipoises) y permanece inalterada hasta la polimerización en masa.

135 Después de un tratamiento, se ha podido abrir una capa con el martillo picador en la arena en cuestión, cuya resistencia ha sido como mínimo de 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

Obviamente, se pueden aportar a la composición de la mezcla inyectada todas las modificaciones de detalle que se juzguen útiles, según los casos y aplicaciones, sin salirse por ello del cuadro de protección de la patente, 140 por ejemplo, se ha constatado que pueden añadirse ventajosamente a la mezcla diferentes fenoles, tales como fenol normal, cresol o xilenol.

145 N O T A

=====

En resumen, la PATENTE DE INTRODUCCION recaerá sobre las reivindicaciones siguientes:

1. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, caracterizado por inyectarse en el suelo 150 a tratar, amén de con el concurso de una bomba principal de gran caudal, una mezcla que comprende un aldehído y un fenol sustituido en orden a formar una resina fenoplástica en presencia de un catalizador; el propio catalizador con auxilio 155 a su vez de una pequeña bomba volumétrica; y agua en proporción correspondiente a la naturaleza del terreno y a la rapidez buscada de fraguado.

2. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 1, en que el aldehí 160



do que entra en la mezcla es formaldehído o hexametileno tetramina.

165 3. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 1, en que el aldehído que entra en la mezcla puede ser suministrado por todo cuerpo que lo libere durante la inyección.

170 4. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 1, en que el feno sustituido que forma parte de la mezcla es resorcina, preferentemente.

175 5. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 1, en que la relación de las cantidades respectivas de formaldehído y de resorcina es, preferentemente, igual a 1/0,8.

180 6. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 4, en que la resorcina es susceptible de reemplazar en parte por otro fenol.

185 7. Un procedimiento para la inyección de terrenos poco permeables, especialmente, de terrenos constituidos por arenas limosas, según la reivindicación 1, en que el catalizador incorporado en la mezcla puede ser básico, ácido, oxidante o una mezcla del tercer grupo con uno de los dos primeros.

190 8. "UN PROCEDIMIENTO PARA LA INYECCION DE TERRENOS POCO PERMEABLES, ESPECIALMENTE, DE TERRENOS CONSTITUIDOS POR ARENAS LIMOSAS", sustancialmente como se describe y reivindica en la presente Memoria, que consta de ocho ho



jas numeradas y mecanografiadas por una sola cara, y una lámina de planos.

Madrid, 18 de Febrero de 1970

Por CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

El mandatario:

FAUSTO SANCHEZ VALLADARES

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed name "FAUSTO SANCHEZ VALLADARES".