

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 304**

51 Int. Cl.:

<b>C09K 17/12</b>	(2006.01)
<b>C04B 28/26</b>	(2006.01)
<b>C01B 33/157</b>	(2006.01)
<b>C01B 33/152</b>	(2006.01)
<b>E02D 3/12</b>	(2006.01)
<b>C09K 17/46</b>	(2006.01)
<b>C01B 33/154</b>	(2006.01)
<b>C04B 12/04</b>	(2006.01)
<b>C04B 111/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2018 PCT/EP2018/085810**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2019 WO19121892**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2018 E 18833029 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.03.2021 EP 3694954**

54 Título: **Composición acuosa para formar un gel, su utilización, así como el procedimiento para producirla**

30 Prioridad:

**20.12.2017 DE 102017130688**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.11.2021**

73 Titular/es:

**WÖLLNER GMBH (100.0%)  
Wöllnerstrasse 26  
67065 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**WEISS, MATTHIAS;  
LIND, JÖRG y  
HENSEL, PETER**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 880 304 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Composición acuosa para formar un gel, su utilización, así como el procedimiento para producirla

5 La presente invención se refiere a una composición acuosa para formar un gel, en particular, de un gel blando, a una utilización de esta composición acuosa para formar una solera de sellado mediante inyección en material de suelo formando un gel, además a una solera de sellado, así como a una excavación con una solera de sellado, producido con la composición acuosa según la invención, así como a un procedimiento para producir la composición acuosa.

10 El terreno edificable, ya sea para la edificación industrial, la edificación de viviendas, la construcción civil o para infraestructuras, es un bien valioso. No obstante, tales proyectos de construcción independientemente de qué tipo deben realizarse también en lugares, en los que en realidad no existe terreno edificable apto para una edificación. En este caso tienen que llevarse a cabo mejoras del terreno edificable. En particular, en el caso de la creación de excavaciones por debajo del nivel del agua subterránea surgen problemas a este respecto. Una excavación de este tipo tiene que impermeabilizarse entonces a través de una impermeabilización con una solera de sellado, habitualmente en el procedimiento de inyección. Esta forma dentro de una excavación una barrera que discurre esencialmente en horizontal, que impide la penetración de agua subterránea. Las excavaciones presentan a menudo un recinto de excavación que discurre verticalmente, en particular en el caso en el que el nivel del agua subterránea se encuentra más alto que una base de excavación prevista, que también se denomina solera de excavación. Pero también son necesarias impermeabilizaciones para el aseguramiento de zonas contaminadas y vertederos, ya sea igualmente en forma de soleras de sellado, o si no de manera más avanzada de encapsulaciones, de modo que en el caso de una encapsulación completa también puede hablarse de una impermeabilización en forma de torta. Básicamente, el término impermeabilización en el sentido de la presente invención comprende cualquier tipo de impermeabilizaciones en un material de suelo por lo menos desde un lado (por ejemplo, en forma de una solera de sellado, en particular para la protección del agua subterránea, por ejemplo, en el caso de un vertedero, o para impedir la penetración de agua subterránea, por ejemplo, en una excavación), pero también desde dos, tres o más lados, también en forma cerrada (encapsulación parcial o completa) en ambos sentidos, según el caso de aplicación.

30 Procedimientos para la producción de una solera de sellado que discurre horizontalmente en material de suelo se conocen de manera diversa. Por ejemplo, puede incorporarse cemento en un procedimiento de inyección en material de suelo en una zona de suelo por debajo de la solera de una excavación. Alternativamente al cemento se conocen también procedimientos de inyección, en los que se configura un gel que bloquea el agua, en particular, un gel blando. Tales procedimientos pueden producirse, por ejemplo, a partir de disoluciones a base de vidrio soluble o si no de geles de sílice. A este respecto, antes de la inyección con vidrio soluble o gel de sílice puede llevarse a cabo una inyección de cemento, para evitar una flotación de la solera de gel, que habitualmente se denomina solera de gel blando, junto con material de suelo. En el caso de inyecciones de cemento es especialmente desventajoso que se forme hidróxido de calcio muy alcalino, clasificado como corrosivo, con lo que además existe el peligro del aumento del valor de pH del agua subterránea.

45 Una impermeabilización por medio de una solera de sellado a base de vidrio soluble tiene lugar habitualmente utilizando una disolución de aluminato de sodio, que inicia la verdadera formación de gel en el vidrio soluble. Por tanto, se habla de una disolución de aluminato de sodio de este tipo, en general, como reactivo, también denominado endurecedor. Sin embargo, el valor de pH de una disolución de vidrio soluble y aluminato de sodio es muy alcalino y mucho mayor que un valor de pH habitual del agua subterránea. Además, cada vez se requiere más, en particular, por parte de las autoridades, que ya solo lleguen cantidades reducidas de aluminio al agua subterránea. Por los motivos mencionados anteriormente, los proyectos de construcción correspondientes en algunas regiones en Alemania, en los que está prevista una solera de sellado a base de vidrio soluble utilizando una disolución de aluminato de sodio como reactivo o si no a base de cemento, eventualmente ya no se autorizan para la protección del agua subterránea.

55 Para evitar estos problemas, el documento DE 198 58 004 A1 propone prever una mezcla formadora de gel, no alcalina, para impermeabilizar y estabilizar suelos frente al flujo de agua en objetos de construcción y de obras subterráneas, para la impermeabilización de objetos de obra civil instalados en el suelo, así como para la encapsulación de zonas contaminadas y vertederos, que esté compuesta por vidrio soluble, agua, reactivo ácido, polielectrolito aniónico y aditivos. A este respecto, se ajustan valores de pH preferentemente en un intervalo comprendido entre 2 y 4. Como reactivo ácido se utiliza ácido sulfúrico concentrado. Sin embargo, en este procedimiento resulta desventajoso en particular que, precisamente en suelos acidificados, se potencie aún más la acidificación mediante el aporte de una disolución ácida de este tipo, de modo que este procedimiento podría conllevar perfectamente aún más desventajas en cuanto a la protección del agua subterránea y del medioambiente que los procedimientos conocidos utilizando una disolución de aluminato de sodio como reactivo.

65 El documento DE 102 18 771 A1 propone un procedimiento para formar una solera de sellado en forma de un gel blando no utilizando vidrio soluble, sino gel de sílice. A este respecto, como reactivo se utilizan diferentes sales de metal. El valor de pH de la mezcla formadora de gel utilizada debe encontrarse en un intervalo comprendido entre

7 y 9. Sin embargo, en la utilización de una mezcla a base de gel de sílice de este tipo como medio de inyección resulta desventajoso que las sales de metal se eliminan mediante lavado con el tiempo y pasan al agua subterránea, tal como sucede también en el caso de la utilización de una disolución de aluminato de sodio para el endurecimiento de un vidrio soluble. Además, el gel de sílice utilizado en el mismo es una sustancia de partida cara, dado que este tiene que producirse habitualmente en primer lugar a través de un intercambiador de iones, por lo que el procedimiento propuesto en el mismo no sería económico.

El documento DE 26 00 625 A1 divulga un procedimiento para sujetar o consolidar suelos mediante la introducción o inyección de un agente de endurecimiento, utilizándose un disolvente y mezclándose la disolución de tal manera que el valor de pH se encuentra en un intervalo comprendido entre ligeramente ácido y ligeramente alcalino.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es poner a disposición una composición para la formación de un gel, que sea adecuado en particular para la impermeabilización de excavaciones con una solera de sellado o para la producción de una solera de sellado, que no presente las desventajas conocidas del estado de la técnica. A este respecto, se encuentra en particular en un primer plano la protección del agua subterránea.

Este objetivo se alcanza según la invención mediante una composición acuosa para la formación de un gel, preferentemente de un gel blando, que comprende por lo menos un vidrio soluble con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 2,0 y aproximadamente 4,0 y por lo menos un primer reactivo, concretamente por lo menos un ácido inorgánico y/o por lo menos un ácido orgánico, y por lo menos un segundo reactivo, concretamente por lo menos un éster, seleccionado de entre un grupo que comprende éster metílico, éster etílico y/o éster propílico del ácido ascórbico, ácido acético y éster de ácido dicarboxílico con cadenas de carbono con entre 1 y 6 átomos de carbono, triglicéridos, carbonato de propileno, triacetina o ésteres dibásicos, encontrándose el valor de pH de la composición en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10,5, preferentemente hasta aproximadamente 10, aún más preferentemente hasta exactamente 10. El valor de pH se determina directamente, es decir como máximo 5 minutos tras la producción de la composición y la adición completa del por lo menos un reactivo. Por regla general aumenta tras la producción de la composición de manera mínima en un procedimiento de dos etapas descrito más adelante, y disminuye tras la producción de la composición en un procedimiento de dos etapas descrito más adelante tras la adición de por lo menos un segundo reactivo, en particular, en forma de un éster, para estabilizarse entonces después de 24 a 48 horas a un valor que corresponde esencialmente al valor de pH tras la producción de la composición.

Siempre que en la presente invención se utilice el término “aproximadamente” o “esencialmente” en relación con valores, intervalos de valores o términos que incluyen valores, el experto en la materia en cuestión entiende por ello aquel que este considere habitualmente como apropiado desde el punto de vista técnico en el contexto dado. En particular están comprendidas desviaciones de los valores, intervalos de valores o términos que incluyen valores indicados de +/- el 10%, preferentemente +/- el 5%, más preferentemente +/- el 2%, por el término “aproximadamente” o “esencialmente”. Siempre que en la presente invención se indiquen diferentes intervalos para datos de cantidades con respecto a componentes y definiciones de la composición según la invención, los límites inferiores y los límites superiores de los diferentes intervalos con respecto al respectivo componente y la respectiva definición pueden combinarse entre sí.

Al evitar la utilización de sales de metal como reactivo se evita, en particular, un paso de cationes metálicos debido a eliminación mediante lavado a lo largo de periodos de tiempo prolongados en agua subterránea. Además, debido al valor de pH ajustado no se respalda ninguna acidificación posiblemente existente del material de suelo. Mediante la utilización de por lo menos un vidrio soluble con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 2,0 y aproximadamente 4,0 se reduce además la cantidad de silicatos alcalinos en el gel, con lo que se reduce el peligro de un paso de cationes alcalinos al agua subterránea, desencadenado, por ejemplo, por reacciones con el material de suelo circundante. Además, con la composición acuosa según la invención es posible ajustar los denominados tiempos de vertido, que son suficientes para posibilitar un buen procesamiento de la composición acuosa *in situ*. El gel que puede formarse con la composición según la invención es un gel blando, en particular, un gel blando elástico, que presenta menos sólidos en comparación con los geles duros.

El módulo molar indica en qué razón molar se encuentran el dióxido de silicio y el óxido alcalino. El módulo molar se denomina también índice de razón molar (MVZ). El intervalo seleccionado según la invención se encuentra en el extremo superior del denominado subgrupo de los vidrios solubles neutros y cubre el intervalo que le sigue hasta el límite inferior del subgrupo de los vidrios solubles con alto contenido en ácido silícico. De manera especialmente preferible, en el sentido de la presente invención el módulo molar se selecciona encontrándose en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,35 y aproximadamente 3,95, más preferentemente encontrándose en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,4 y aproximadamente 3,9.

Por tiempo de vertido se entiende el tiempo, en el que una disolución de inyección para la formación de una solera de sellado puede bombearse o inyectarse todavía en un material de suelo. También puede denominarse tiempo de procesamiento. A menudo se describe también como el tiempo, en el que una disolución de inyección sale todavía de manera líquida al inclinar un vaso. No existe un procedimiento unitario para la determinación de este parámetro esencial. En la presente invención, el tiempo de vertido se determina mediante una determinación del

tiempo de vertido viscosimétrica. Esta tuvo lugar con un reómetro de oscilación montado sobre bolas HAAKE Viskotester IQ, adquirido a través de la empresa Thermo Fischer Scientific Inc., sede Karlsruhe, Alemania, por medio del que se determinó la viscosidad compleja a lo largo del tiempo. Los datos de medición determinados se leyeron y evaluaron a través de un software. A este respecto, en primer lugar, tuvo lugar un suavizado por medio de un filtro de valores medios con un tamaño de ventana de 7 puntos de medición, formándose a continuación la derivación de una curva suavizada y suavizándose esta a su vez con un filtro de valores medios con un tamaño de ventana de 5 puntos de datos. A continuación, se determinó mediante derivación la pendiente de la curva de la viscosidad compleja, si es positiva o negativa, y se continuó entonces con esto también para los siguientes 35 puntos de datos. A este respecto, como máximo 5 puntos de datos de la primera derivación pueden ser positivos. Como condición marginal adicional, la viscosidad compleja tenía que ser 10 puntos de datos más tarde menor que la viscosidad compleja actual. Para la elección del tiempo de vertido correcto se registró entonces gráficamente además el cambio de signo. Un ejemplo de una determinación de este tipo del tiempo de vertido a partir de la viscosidad completa en el sentido de la presente invención se indica en la figura 1.

La composición acuosa según la invención presenta tiempos de vertido ajustables de manera variable en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1 minuto y aproximadamente 120 minutos, preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 10 minutos y aproximadamente 100 minutos, más preferentemente en un intervalo entre aproximadamente 30 minutos y aproximadamente 90 minutos.

En la composición acuosa está presente por lo menos un vidrio soluble. Sin embargo, también pueden utilizarse mezclas de diferentes vidrios solubles, por ejemplo, de diferentes vidrios solubles con diferentes módulos molares en los intervalos según la invención y preferidos adicionalmente indicados. Preferentemente, el por lo menos un vidrio soluble se selecciona de entre un grupo que comprende vidrio soluble de potasio y vidrio soluble de sodio, preferentemente el por lo menos un vidrio soluble es un vidrio soluble de sodio. De manera especialmente preferible se utiliza por lo menos un vidrio soluble de sodio, de manera más preferible exactamente un vidrio soluble de sodio, con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,2, de manera preferible aproximadamente 3,4, y aproximadamente 3,9, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,42 y aproximadamente 3,85. Tales vidrios solubles de sodio muestran curvas de tiempo de vertido determinadas a partir de la viscosidad compleja, tal como se describió anteriormente, en la composición total acuosa, que discurren más bien de manera plana, con lo que se obtienen como resultado tiempos de vertido más prolongados. De manera especialmente preferible se utiliza por lo menos un vidrio soluble de sodio, de manera preferible exactamente un vidrio soluble de sodio, con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,4 y aproximadamente 3,5. Por lo menos un vidrio soluble de sodio de este tipo se utiliza de manera especialmente preferible en un procedimiento de producción de una etapa de la composición acuosa según la invención, tal como se describe más adelante. Más preferentemente se utiliza por lo menos un vidrio soluble de sodio, de manera preferible exactamente un vidrio soluble de sodio, con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,2 y aproximadamente 3,9, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,3 y aproximadamente 3,5 o entre aproximadamente 3,8 y aproximadamente 3,9. Un vidrio soluble de sodio de este tipo se prefiere especialmente en el caso de la producción de la composición acuosa según la invención en un procedimiento de dos etapas, tal como se describe adicionalmente más adelante.

El por lo menos un reactivo se selecciona de entre un grupo que comprende ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido adípico, ácido málico, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido acético, ácido oxálico, ácido tartárico, éster metílico, éster etílico y/o éster propílico de los ácidos orgánicos mencionados anteriormente y de otros ácidos dicarboxílicos, éster de ácido dicarboxílico con cadenas de carbono con entre 1 y 6 átomos de carbono y triglicéridos. Los ésteres de ácido dicarboxílico presentan dos grupos organilo, que presentan dichas longitudes de cadena de la cadena de carbonos, pudiendo presentar, sin embargo, también la longitud de la cadena de carbonos entre los dos grupos éster de entre 1 y 6 átomos de carbono. Según la funcionalización de dichos ácidos inorgánicos y orgánicos, incluyendo aquellos con entre 1 y 6 átomos de carbono para la formación de ésteres de ácido dicarboxílico, y el grado de esterificación pueden estar presentes ésteres mono-, di- o tripropílicos, -metílicos o -etílicos. Como ésteres se prefieren especialmente carbonato de propileno, triacetina (triacetato de glicerina) y/o ésteres dibásicos (DBE), es decir, ésteres dimetílicos de ácidos dicarboxílicos. Se prefiere especialmente carbonato de propileno, en particular, en un procedimiento de dos etapas, tal como se describe más adelante. Como ácido orgánico se prefiere especialmente ácido acético, en particular, en combinación con por lo menos un ácido inorgánico, en particular, ácido sulfúrico diluido. De manera especialmente preferible, el por lo menos un primer reactivo es un ácido inorgánico, seleccionado de entre un grupo que comprende ácido nítrico y ácido sulfúrico. Por lo menos un ácido inorgánico de este tipo como reactivo se utiliza preferentemente en el caso de la producción de una composición acuosa en un procedimiento de una etapa, tal como se describe más adelante, o si no para la producción de una primera disolución con un valor de pH específico en un procedimiento de dos etapas, tal como se describe más adelante. Ácidos algo más débiles en comparación con esto, tales como, en particular, los ésteres mencionados anteriormente, se utilizan preferentemente en el procedimiento de dos etapas según la invención descrita más adelante en una segunda disolución. De manera especialmente preferible, en el procedimiento de una etapa y de dos etapas, en particular en el procedimiento de dos etapas, se utilizan varios reactivos, preferentemente por lo menos uno de los ésteres mencionados anteriormente, por lo menos un ácido inorgánico y/o por lo menos un ácido orgánico, no teniendo que encontrarse o utilizarse los hasta tres componentes

mencionados en forma de una única mezcla común, sino que también pueden utilizarse por separado en las dos etapas del procedimiento de dos etapas, descrito más adelante. Así, según la invención, en la primera etapa se utilizará por lo menos un ácido inorgánico y/o por lo menos un ácido orgánico, preferentemente diluidos, y en la segunda etapa por lo menos un éster, preferentemente en forma pura, es decir, sin diluir. Más preferentemente, en el caso del procedimiento de una o dos etapas, el ácido inorgánico se selecciona de entre un grupo que comprende ácidos mono- o multiprotónicos, preferentemente monoprotónicos, diprotónicos y/o triprotónicos, y se prefiere especialmente ácido sulfúrico (diprotónico). Como ácido inorgánico monoprotónico se prefiere ácido clorhídrico. Más preferentemente, en el caso del procedimiento de una o dos etapas, el ácido orgánico se selecciona de entre un grupo que comprende ácidos monocarboxílicos, y se prefiere ácido acético. Más preferentemente, en el caso del procedimiento de una o dos etapas, preferentemente procedimiento de dos etapas, el por lo menos un éster se selecciona de entre un grupo que comprende carbonato de propileno, triacetina (triacetato de glicerina) y/o ésteres dibásicos (DBE), es decir, ésteres dimetilícos de ácidos dicarboxílicos, y se prefiere más el carbonato de propileno. De manera especialmente preferible, un grupo de reactivos que pueden utilizarse, en particular, en el procedimiento de dos etapas, está compuesto por ácido sulfúrico, ácido acético y/o por lo menos uno de los ésteres mencionados anteriormente, preferentemente carbonato de propileno. Como reactivo en el sentido de la presente invención se excluyen los aldehídos y sus derivados, en particular, también glioxal, dado que estos por regla general son nocivos para la salud y el agua subterránea. Preferentemente se utilizan solo reactivos inocuos para la salud. De manera muy especialmente preferible, en particular, en el caso de una producción de una etapa de la composición acuosa, el reactivo es ácido sulfúrico. De manera especialmente preferible, los ácidos utilizados se utilizan de manera diluida, sirviendo como disolvente o emulsionante, preferentemente agua. De manera especialmente preferible, el por lo menos un reactivo se selecciona de entre un grupo de ácidos inorgánicos diluidos. De manera muy especialmente preferible, el por lo menos un reactivo es ácido sulfúrico diluido con un contenido de ácido sulfúrico en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50%, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 30%. Se prefiere muy especialmente ácido sulfúrico aproximadamente al 20% como reactivo. De manera especialmente preferible se utiliza ácido sulfúrico como reactivo, en un procedimiento de dos etapas como primer reactivo. La cantidad de reactivo inorgánico diluido, en particular, ácido sulfúrico, se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 2% en peso y aproximadamente el 10% en peso, preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 3% en peso y aproximadamente el 6% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, comprendiendo el reactivo inorgánico diluido entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 30% del reactivo inorgánico sin diluir. Por el contrario, dichos ésteres pueden utilizarse preferentemente en su forma pura, es decir, sin diluir, y más preferentemente en forma líquida. Pero también son posibles mezclas de dichos ésteres diluidos con agua, siempre que exista miscibilidad. Sin embargo, entonces tendría que elevarse dado el caso la concentración del por lo menos un vidrio soluble en la disolución diluida, lo que puede ser desventajoso para la reacción de reticulación, de modo que no puedan obtenerse geles blandos configurados de manera uniforme. Los ácidos orgánicos se utilizan preferentemente como los ácidos inorgánicos diluidos con agua, más preferentemente en intervalos de concentración correspondientes a los mencionados anteriormente para ácidos inorgánicos.

De manera especialmente preferible, el valor de pH de la composición acuosa se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7,5 y aproximadamente 10,5, preferentemente aproximadamente 10, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7,8 y aproximadamente 9,5. En dichos intervalos para el valor de pH, la composición acuosa según la invención presenta en particular tiempos de vertido todavía suficientes, tal como se reproducen anteriormente, de modo que esta puede procesarse bien, sin que se produzca una formación de gel demasiado rápida de la composición acuosa.

En una forma de realización preferida adicionalmente de la composición acuosa según la invención, esta presenta un contenido de dióxido de silicio en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,5% en peso y aproximadamente el 5% en peso, preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,9% en peso y aproximadamente el 3,2% en peso, y más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,3% en peso y aproximadamente el 2,9% en peso, con respecto, en cada caso, a la cantidad total de la composición. Ventajosamente, en dichos intervalos según la invención y preferidos en relación con la proporción de dióxido de silicio de la composición acuosa es posible una prolongación del tiempo de vertido en comparación con los contenidos de dióxido de silicio, que se encuentran fuera de los intervalos reivindicados, en particular, por encima de dichos intervalos. En particular en el caso de los módulos molares en un intervalo comprendido entre aproximadamente 2,0 y aproximadamente 3,0 de los vidrios solubles utilizados, el contenido de dióxido de silicio se encuentra preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,3% en peso y aproximadamente el 2,9% en peso, más preferentemente aproximadamente el 2,6% en peso. De manera especialmente preferible, el por lo menos un vidrio soluble en los intervalos estrechos, preferidos, tal como se reproducen anteriormente es por lo menos un vidrio soluble de sodio. Además, puede producirse una composición acuosa y con ello también un gel producido a partir de la misma con un valor de pH, que se encuentra por debajo de 10, y preferentemente se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7,8 y aproximadamente 9,5. A este respecto, en los intervalos de dióxido de silicio seleccionados, la producción de la disolución acuosa y del gel también puede tener lugar de manera relativamente sencilla y sin grandes complicaciones del procedimiento. Además, ventajosamente, en el caso de un contenido de dióxido de silicio en dichos intervalos, con respecto a la cantidad total de la composición, se utiliza en última instancia solo una cantidad

reducida de óxido alcalino, que prácticamente está unida completamente en el gel y, por tanto, no puede llegar en forma de cationes alcalinos por eliminación mediante lavado al agua subterránea. En el caso de dichos contenidos de dióxido de silicio tiene lugar ventajosamente la formación de un gel con una red fina y partículas de silicato pequeñas en esta red, con lo que el gel formado presenta como gel blando una mejor estabilidad a largo plazo y con ello vida útil que los geles (blandos) comparables producidos a partir de vidrio soluble, con disolución de aluminato de sodio como reactivo.

De manera especialmente preferible, en el sentido de la presente invención se utiliza una composición acuosa para la formación de un gel, que comprende un vidrio soluble de sodio con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,3 y aproximadamente 3,9 y como reactivo ácido sulfúrico, en particular ácido sulfúrico diluido, más preferentemente ácido sulfúrico del 10% al 30%, presentando la composición un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7,8 y aproximadamente 9,5, ascendiendo el contenido de dióxido de silicio a un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,3% en peso y aproximadamente el 3% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.

De manera especialmente preferible, en el sentido de la presente invención se utiliza una composición acuosa para la formación de un gel, que comprende por lo menos uno, de manera preferible exactamente un vidrio soluble de sodio con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 3,3 y aproximadamente 3,9, preferentemente en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 7,5% en peso y aproximadamente el 10,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, y como primer reactivo ácido sulfúrico, en particular ácido sulfúrico diluido, más preferentemente ácido sulfúrico del 10% al 30%, preferentemente en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 3,8% en peso y aproximadamente el 5,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, y como segundo reactivo por lo menos un éster, preferentemente carbonato de propileno, en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,15% en peso y aproximadamente el 2% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, presentando la composición un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 8 y aproximadamente 9,8, ascendiendo el contenido de dióxido de silicio a un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,3% en peso y aproximadamente el 3% en peso, preferentemente a un intervalo comprendido entre aproximadamente el 2,3% en peso y aproximadamente el 2,8% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. A este respecto, se prefiere especialmente que como primer reactivo se añada el ácido sulfúrico diluido en una primera etapa a una disolución de vidrio soluble diluida y en una segunda etapa se añada el por lo menos un éster en forma pura, es decir, sin diluir, a la disolución generada en la primera etapa. Por lo demás, la composición comprende además del por lo menos un vidrio soluble de sodio, del ácido sulfúrico y del por lo menos un éster, preferentemente solo agua.

En una composición acuosa según la invención preferida adicional, una razón molar entre el por lo menos un reactivo y un óxido alcalino, que está comprendido por el por lo menos un vidrio soluble, se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,5:1 y aproximadamente 2:1, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,5:1 y aproximadamente 1,6:1. La razón molar se refiere a la neutralización de los componentes utilizados en la formación de gel, formándose la solución alcalina a partir del óxido alcalino, mientras que el ácido procede del reactivo. Es decir, si se utiliza un vidrio soluble de sodio, se forma sosa cáustica, si se utiliza vidrio soluble de potasio se forma potasa cáustica. Con ello, la razón molar depende del número de protones del reactivo utilizado. Si se utiliza un reactivo diprotónico, en particular, ácido sulfúrico, la razón molar se encuentra preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,7:1 y aproximadamente 0,98:1, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,75:1 y aproximadamente 0,95:1. Ventajosamente, en el caso de un ajuste correspondiente de la razón molar, es decir, de una razón molar subestequiométrica, por un lado se respalda la formación de un gel reticulado de manera más o menos completa, por otro lado se obtiene también un gel, que presenta un valor de pH en los intervalos según la invención y preferidos indicados. De este modo se protege en última instancia el agua subterránea, puesto que debido a la reticulación más o menos completa se reduce una salida de cationes alcalinos y también de silicatos del gel, con lo que puede reducirse una acidificación del material de suelo o si no del agua subterránea y una influencia negativa en la fauna del suelo.

Más preferentemente, la composición según la invención comprende por lo menos un espesante. Ventajosamente, mediante la adición de por lo menos un espesante puede tener lugar un ajuste de la viscosidad de la composición acuosa, que tiene influencia sobre la formación de gel y con ello también sobre el tiempo de vertido. De manera especialmente preferible, mediante el por lo menos un espesante se aumenta la viscosidad de la disolución acuosa según la invención precisamente al inicio de la reacción entre el por lo menos un reactivo y el por lo menos un vidrio soluble, y de este modo se reduce la velocidad de reacción de la formación de gel. Preferentemente, el por lo menos un espesante se selecciona de entre un grupo que comprende alginatos, pectinas, almidones, xantana, caolín, bentonitas, ésteres de celulosa tales como carboximetilcelulosa o hidroxietilcelulosa, poliácridatos, arcillas del grupo de los minerales de dos capas y/o de tres capas y/o poliuretanos. De manera especialmente preferible, el por lo menos un espesante está contenido en la disolución acuosa en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,05% en peso y aproximadamente el 2,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. El o los espesantes no reaccionan con el por lo menos un vidrio soluble en la composición acuosa, sino que influyen en su viscosidad, aumentándola. La composición acuosa según la invención también puede

comprender sales inorgánicas como agentes estabilizantes. Las sales inorgánicas se seleccionan preferentemente de entre un grupo que comprende sulfatos, carbonatos, hidrogenocarbonatos, cloruros, fosfatos, nitratos y óxidos de sodio, potasio, litio, magnesio y/o calcio. De manera especialmente preferible, el por lo menos un agente estabilizante está contenido en la composición acuosa en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,01% en peso y aproximadamente el 1% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. Para la modificación del módulo molar del por lo menos un vidrio soluble en la disolución acuosa, la composición según la invención puede comprender ventajosamente también ácido silícico, preferentemente en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,01% en peso y aproximadamente el 2% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.

La composición acuosa según la invención comprende preferentemente un contenido total de agua en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 75% en peso y aproximadamente el 96% en peso, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 78% en peso y aproximadamente el 96% en peso, de manera preferible entre aproximadamente el 80% en peso y aproximadamente el 96% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. Con agua se mezcla preferentemente el por lo menos un vidrio soluble, pero también el reactivo, de modo que se obtiene como resultado una disolución del por lo menos un vidrio soluble o reactivo en agua. Puede utilizarse agua desionizada o agua corriente, agua de manantial y/o agua subterránea, también puede utilizarse agua de mar desalinizada.

Más preferentemente, la composición según la invención comprende por lo menos un reactivo como sustancia pura, en particular, cuando el reactivo es un éster que preferentemente no se encuentra en forma sólida, preferentemente por lo menos uno líquido, sin diluir, tal como se ha descrito anteriormente, en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,15% en peso, preferentemente aproximadamente el 0,25% en peso, y aproximadamente el 5% en peso, preferentemente aproximadamente el 2% en peso, más preferentemente hasta aproximadamente el 1,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. "Como sustancia pura" significa que no se tiene en cuenta un disolvente como el agua, es decir, con ello quiere decirse la cantidad del reactivo sin disolvente. Así, por ejemplo, como reactivo puede utilizarse un éster no diluido con agua. De manera especialmente preferible, el por lo menos un reactivo como sustancia pura está comprendido por la composición en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,5% en peso y aproximadamente el 4,5% en peso y más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,8% en peso y aproximadamente el 4% en peso, en cada caso con respecto a la cantidad total de la composición. Siempre que se utilice una mezcla de reactivos, por ejemplo, dos, tres o más reactivos, en el procedimiento de una etapa o dos etapas, son válidos los intervalos de cantidades indicados anteriormente para la cantidad total de una composición de este tipo. Preferentemente, el por lo menos un reactivo en forma pura, preferentemente por lo menos uno de los ésteres mencionados anteriormente, se utiliza como segundo reactivo en un procedimiento de dos etapas. El por lo menos un reactivo en forma pura se utiliza en un procedimiento de dos etapas como segundo reactivo, preferentemente en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,15% en peso y aproximadamente el 2% en peso, más preferentemente entre aproximadamente el 0,25% en peso y aproximadamente el 1,5% en peso, y más preferentemente entre aproximadamente el 0,3% en peso y aproximadamente el 1,5% en peso, en cada caso con respecto a la cantidad total de la composición.

Más preferentemente, la composición acuosa según la invención comprende el por lo menos un vidrio soluble con un contenido de sólidos en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1% en peso y aproximadamente el 6% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. De manera especialmente preferible, la composición acuosa comprende un contenido de sólidos del por lo menos un vidrio soluble en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,2% en peso y aproximadamente el 5,8% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. De manera muy especialmente preferible, el contenido de sólidos del por lo menos un vidrio soluble se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,4% en peso, preferentemente aproximadamente el 2,1% en peso, y aproximadamente el 5,7% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. Siempre que esté presente una mezcla de vidrios solubles, por ejemplo, de dos, tres o más vidrios solubles, son válidos los intervalos de cantidades indicados anteriormente para la cantidad de contenido de sólidos de una mezcla de este tipo. El contenido de sólidos se determina deshidratando y calcinando un (1) gramo del por lo menos un vidrio soluble en un crisol adecuado, precalentado y enfriado de nuevo, a una temperatura de aproximadamente 650°C a lo largo de 60 minutos, llevándose la temperatura lentamente hasta la temperatura de calcinación de aproximadamente 650°C. A este respecto, pueden utilizarse sustancias portadoras tales como arena, que evitan una salpicadura del vidrio soluble en el caso de calentamiento. A partir de la pérdida por calcinación determinada por ponderación mediante una comparación antes y después de la calcinación se determina el contenido de sólidos, que corresponde al residuo de calcinación. El contenido de sólidos está compuesto esencialmente por dióxido de silicio y dióxido de sodio en el caso de un vidrio soluble de sodio y por dióxido de silicio y óxido de potasio en el caso de un vidrio soluble de potasio.

Con la composición acuosa según la invención es posible ventajosamente formar un gel, que puede configurar una impermeabilización, por ejemplo, en forma de una solera de sellado, por ejemplo, en una excavación, estando configurada la composición acuosa o el gel formado de manera respetuosa con el medioambiente y esencialmente neutra para el agua subterránea. El gel formado es un gel blando. Ventajosamente, debido a la buena capacidad de reticulación conseguida no se emite en particular ningún catión alcalino al agua subterránea o el material de

suelo circundante. Mediante los tiempos de vertido ajustables, dependientes del valor de pH, se evitan las desventajas que se producen por una acidificación o una alcalinización demasiado elevada. Se obtienen geles muy reticulados, siendo en comparación con los geles conocidos en particular del estado de la técnica, que se produjeron por medio de disolución de aluminato de sodio como reactivo, la sinéresis considerablemente menor, en particular, en el caso de la producción de la composición según la invención en un procedimiento de dos etapas. Los geles producidos secretan con el tiempo un líquido de sinéresis y se contraen a este respecto. Esto se denomina sinéresis en el presente contexto. Debido a la sinéresis solo reducida en los geles producidos a partir de la composición acuosa según la invención debe establecerse una contracción menor. Los geles producidos de esta manera presentan una mejor estabilidad a largo plazo, en comparación con geles, que se produjeron utilizando disolución de aluminato de sodio como reactivo. Sin embargo, de manera muy especialmente ventajosa con la composición según la invención pueden ajustarse tiempos de vertido muy buenos antes de la verdadera formación de gel, en particular, cuando se tiene en cuenta el contenido de dióxido de silicio tal como se describió anteriormente. Un ajuste más exacto del tiempo de vertido previsible puede conseguirse ventajosamente mediante el ajuste de la razón molar entre el por lo menos un reactivo y el por lo menos un óxido alcalino, tal como se describió anteriormente. Debido a la reticulación muy amplia, el silicato del por lo menos un vidrio soluble se une ventajosamente de manera prácticamente cuantitativa en el gel. Finalmente, también se emiten menos iones alcalinos al material de suelo circundante y al agua subterránea.

Además, la presente invención se refiere a la utilización de la composición acuosa según la invención para la formación de una impermeabilización, por ejemplo, en forma de una solera de sellado de una excavación, con una base de excavación por debajo del nivel del agua subterránea, pero también de otras soleras de sellado o encapsulaciones parciales o completas para vertederos, etc., mediante la inyección de la misma en un material de suelo formando un gel, que es en particular un gel blando. Por ejemplo, de este modo pueden impermeabilizarse vertederos con respecto al agua subterránea o si no encapsularse zonas contaminadas/sustancias contaminantes en el suelo por todos los lados para impedir una contaminación del agua subterránea. Preferentemente, la inyección de la composición acuosa según la invención en un material de suelo tiene lugar en una capa, que se encuentra por debajo de una base de excavación o por debajo de un vertedero o zona contaminada, y, a este respecto, más preferentemente de manera separada del mismo. Entonces puede evitarse de manera segura una flotación de la impermeabilización en forma de una solera de sellado, que representa un conjunto del material de suelo con el gel formado a partir de la mezcla, en el caso de aplicación de una excavación.

Por lo demás, la presente invención se refiere a una impermeabilización, producida con una composición acuosa según la invención, tal como se ha descrito anteriormente, mediante la inyección de la misma en material de suelo, por ejemplo en forma de una solera de sellado o también en forma de una encapsulación parcial o completa de un vertedero, así como una excavación según la invención con una impermeabilización en forma de una solera de sellado, producida con una composición acuosa según la invención, tal como se describió anteriormente, mediante la inyección de la misma en material de suelo. Una excavación comprende en particular, tal como se expone también en el documento DE 102 18 771 A1, una barrera vertical en forma de un recinto de excavación. Preferentemente, la solera de sellado, preferentemente la solera de sellado de una excavación, pero también una de un vertedero, etc., está producida de tal manera que esta impide la entrada o el paso de agua subterránea o a la inversa de sustancias en el agua subterránea. Una inyección de la por lo menos una composición acuosa tiene lugar preferentemente mediante una inyección de impermeabilización, y en este caso más preferentemente mediante un procedimiento a baja presión.

La presente invención se refiere además a un procedimiento para producir una composición acuosa según la invención, tal como se describió anteriormente, llevándose a cabo en una primera etapa una primera mezcla de una primera disolución a partir de agua con por lo menos un vidrio soluble y una segunda disolución diluida de por lo menos un primer reactivo, concretamente por lo menos un ácido inorgánico y/o un ácido orgánico, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9,0 y aproximadamente 10,8, y mezclándose en una segunda etapa la primera mezcla con por lo menos un segundo reactivo, concretamente por lo menos un éster, seleccionado de entre un grupo que comprende éster metílico, éster etílico y/o éster propílico del ácido ascórbico, ácido acético, y éster de ácido dicarboxílico con cadenas de carbono con entre 1 y 6 átomos de carbono, triglicéridos, carbonato de propileno, triacetina o ésteres dibásicos, en disolución diluida o en forma pura, hasta que se alcanza un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10,5, preferentemente aproximadamente 10, más preferentemente entre aproximadamente 7,8 y aproximadamente 9,5. A este respecto, puede colocarse previamente la segunda disolución diluida de por lo menos un primer reactivo y entonces añadirse la primera disolución a partir de por lo menos un vidrio soluble y agua. Alternativamente, también puede colocarse previamente la primera disolución a partir de por lo menos un vidrio soluble y agua y entonces añadirse la segunda disolución diluida de por lo menos un primer reactivo. Finalmente, esta también puede mezclarse directamente sin colocar previamente la primera o la segunda disolución. En el procedimiento según la invención es esencial que tanto la primera disolución como la segunda disolución representan una disolución diluida con respecto a los compuestos relevantes contenidos en las mismas, concretamente el por lo menos un vidrio soluble por un lado y el por lo menos un primer reactivo por otro lado. La segunda disolución diluida comprende preferentemente como primer reactivo un ácido inorgánico, preferentemente ácido sulfúrico. Como por lo menos un segundo reactivo en forma pura puede utilizarse un éster, tal como se describió anteriormente, preferentemente uno de los ésteres mencionados anteriormente, más preferentemente

carbonato de propileno, triacetina y/o ésteres dibásicos (DBE). Más preferentemente, en una segunda disolución diluida de este tipo se utiliza como primer reactivo ácido sulfúrico, en particular ácido sulfúrico diluido, más preferentemente ácido sulfúrico del 10% al 30%, preferentemente en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 2% en peso y aproximadamente el 10% en peso, de manera especialmente preferible en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 3,8% en peso y aproximadamente el 5,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición. Si no se utilizara en particular una segunda disolución diluida, que comprenda en particular por lo menos un ácido orgánico, y/o por lo menos un ácido inorgánico, sino por ejemplo el reactivo en forma de un ácido inorgánico concentrado, por ejemplo, en forma de ácido sulfúrico concentrado, la formación de gel transcurriría de manera descontrolada, dado que la velocidad de reacción de la formación de gel es entonces muy alta. Una dilución del por lo menos un primer reactivo tiene lugar preferentemente con agua como disolvente. Disolución en el sentido anterior quiere decir también que el por lo menos un primer reactivo puede encontrarse en forma de una emulsión o suspensión en agua. El mezclado también puede tener lugar de tal manera que la dilución tenga lugar conjuntamente mediante la colocación previa de los componentes individuales, concretamente por lo menos de agua, que preferentemente se coloca previamente en primer lugar, por lo menos un vidrio soluble y por lo menos un reactivo. En esta configuración de la invención debe prestarse atención a que tenga lugar un mezclado suficientemente rápido de dichos componentes. Sin embargo, preferentemente se producen en primer lugar la primera y la segunda disolución por separado y solo entonces se mezclan. Componentes adicionales, tales como por ejemplo el por lo menos un espesante, agente estabilizante o ácido silícico, en el caso de la mezcla de la primera disolución diluida y la segunda disolución diluida producidas por separado entre sí, pueden añadirse a por lo menos una de estas, dado el caso también a ambas disoluciones, o también solo o adicionalmente en el dispositivo de mezclado a las disoluciones primera y segunda que están mezclándose. Preferentemente tiene lugar una adición del por lo menos un espesante a agua antes de la adición del por lo menos un vidrio soluble para la producción de la primera disolución o antes de la adición del por lo menos un reactivo para la producción de la segunda disolución.

De manera especialmente preferible, en el procedimiento según la invención, la razón de la cantidad del contenido de sólidos de vidrio soluble con respecto a agua en la primera disolución se selecciona en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:5 y aproximadamente 1:50, preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:10 y aproximadamente 1:30. Mediante la elección correspondiente de la razón de cantidades, que está desplazada hacia las primeras disoluciones más diluidas de vidrio soluble con respecto a agua, en el caso de reacciones con la segunda disolución diluida o del por lo menos un primer reactivo contenido en la misma se obtiene ventajosamente una reticulación lo más completa posible del vidrio soluble utilizado, con lo que pueden formarse, en particular, geles de larga duración a partir de la composición acuosa. En un procedimiento alternativo, tal como se describió anteriormente, en el que se mezclan agua, el por lo menos un vidrio soluble y el por lo menos un primer reactivo de manera suficientemente rápida con un dispositivo de mezclado adecuado, puede obtenerse igualmente una reticulación lo más completa posible del vidrio soluble utilizado o de los vidrios solubles utilizados.

Más preferentemente, la razón de la cantidad de un segundo reactivo como sustancia pura, es decir, libre de disolvente, en particular, libre de agua, con respecto a agua en la segunda disolución se selecciona en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:1 y aproximadamente 1:125, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:10 y aproximadamente 1:110. En el caso de dichas razones de cantidades de reactivo con respecto a agua se evita en última instancia una acidificación de la composición acuosa, así como una formación de gel en intervalos de valores de pH cercanos a 7.

Más preferentemente, la mezcla obtenida a partir de la primera disolución y la segunda disolución se genera en un mezclador de flujo y a continuación se descarga la mezcla para la inyección en un material de suelo. Sin embargo, también puede trabajarse en forma de un lote. A este respecto, los componentes individuales de la composición se suministran por separado a un dispositivo de mezclado y se mezclan entre sí. A este respecto es ventajosa una dilución previa del por lo menos un vidrio soluble y del por lo menos un primer reactivo. Los ésteres como segundo reactivo se utilizan preferentemente en forma pura, es decir, sin diluir. A este respecto, la inyección en un material de suelo puede tener lugar tal como se describió anteriormente ya en relación con la composición acuosa según la invención, así como la solera de sellado o excavación. El mezclado ventajoso en un mezclador de flujo posibilita en particular una descarga continua de la mezcla mediante inyección en un material de suelo. La continuidad de la descarga también es posible porque se utiliza una composición acuosa específica, que debido a la selección de por lo menos un vidrio soluble específico y de por lo menos un reactivo específico posibilita el ajuste de los intervalos de valores de pH según la invención en un procedimiento continuo.

Según la invención, en una primera etapa se lleva a cabo una primera mezcla de la primera disolución del agua con el por lo menos un vidrio soluble y la segunda disolución diluida de por lo menos un primer reactivo, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10,8, preferentemente entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10, y en una segunda etapa se mezcla entonces esta primera mezcla con por lo menos un segundo reactivo en disolución diluida o con por lo menos un segundo reactivo en forma pura, cuando como segundo reactivo se utiliza por lo menos un éster, preferentemente uno de los ésteres definidos anteriormente, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10,5, preferentemente aproximadamente 10, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7,8, más preferentemente entre aproximadamente 8,5, y

aproximadamente 9,8, más preferentemente aproximadamente 9,5. Esta forma de realización según la invención del procedimiento según la invención puede denominarse en el sentido de la presente invención procedimiento de dos etapas. En lugar de una segunda disolución diluida, en el caso de utilizar ésteres como segundo reactivo en particular, que se encuentran preferentemente en forma pura, como sólido o en forma líquida, esta puede utilizarse directamente sin dilución. En la primera etapa, con el por lo menos un primer reactivo se lleva a cabo preferentemente una neutralización previa del por lo menos un vidrio soluble hasta un grado de neutralización en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 70% y aproximadamente el 85%, preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 72% y aproximadamente el 80%. En la segunda etapa tiene lugar entonces a través del por lo menos un segundo reactivo, preferentemente por lo menos un éster en forma pura, una neutralización adicional hasta un grado de neutralización en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 90% y aproximadamente el 160%, más preferentemente en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 100% y aproximadamente el 130%. El procedimiento de dos etapas se caracteriza por la ventaja de que la primera mezcla con un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10,8 puede almacenarse a lo largo de un tiempo suficientemente largo para la utilización, posiblemente también a lo largo de varios días. La segunda etapa tiene lugar de manera preferible aproximadamente durante 5 segundos, de manera más preferible aproximadamente durante 30 segundos, de manera todavía más preferible aproximadamente durante 30 minutos, hasta aproximadamente 48 horas, preferentemente hasta aproximadamente 2 horas, todavía más preferentemente hasta aproximadamente 5 minutos, después de la primera etapa, más preferentemente en un periodo de tiempo comprendido entre aproximadamente 30 minutos y aproximadamente 6 horas, preferentemente entre aproximadamente 30 minutos y aproximadamente 90 minutos, después de la primera etapa del procedimiento según la invención. Así puede ajustarse el tiempo de vertido de manera más sencilla, mezclándose la primera mezcla en la segunda etapa con por lo menos un segundo reactivo en disolución diluida o con por lo menos un éster en forma pura, es decir, sin diluir, en particular con por lo menos uno de los ésteres definidos anteriormente. La segunda etapa puede seguir también, en el caso de una realización de procedimiento continua, de manera esencialmente directa a la primera etapa. Los problemas que se producen posiblemente en el caso de un procedimiento de una etapa con una formación de gel que se produce demasiado rápido, que también depende de temperaturas ambientales y los materiales utilizados, se reducen de este modo. El ajuste del tiempo de vertido tiene lugar esencialmente mediante la adición del por lo menos un segundo reactivo, ya sea en disolución diluida o como sólido o en forma pura, también en forma líquida, en el caso de ésteres como segundo reactivo. Según la invención, el por lo menos un segundo reactivo y el por lo menos un primer reactivo son diferentes entre sí. Por ejemplo, como por lo menos un primer reactivo puede utilizarse un ácido inorgánico, por ejemplo y también preferentemente ácido sulfúrico en forma diluida, y entonces tras alcanzar el valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10,8 y tras el almacenamiento, dado el caso, de la primera disolución utilizarse como por lo menos un segundo reactivo un éster metílico, éster etílico o éster propílico de un ácido orgánico, tal como, por ejemplo, carbonato de propileno o triacetina o DBE, para ajustar el valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10,5, preferentemente aproximadamente 10. Cuando menor se ajuste el valor de pH, más corto será por regla general el tiempo de vertido.

Las ventajas de la presente invención se explican más detalladamente mediante las siguientes figuras y ejemplos. Muestran:

Figura 1: una evaluación gráfica para la determinación del tiempo de vertido a partir de la viscosidad compleja con el procedimiento utilizado en la presente invención para la determinación del tiempo de vertido;

Figura 2a: determinación del tiempo de vertido en función del valor de pH de un vidrio soluble de sodio con un módulo molar de 3,46;

Figura 2b: determinación del tiempo de vertido en función del valor de pH de un vidrio soluble de sodio con un módulo molar de 3,83;

Figura 2c: determinación del tiempo de vertido en función del valor de pH de un vidrio soluble de potasio con un módulo molar de 3,48;

Figura 2d: determinación del tiempo de vertido en función del valor de pH de un silicato de potasio con un módulo molar de 3,97;

Figura 3a: comparación de los tiempos de vertido de vidrios solubles de sodio y vidrios solubles de potasio en el caso de un contenido de dióxido de silicio del 1,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición;

Figura 3b: comparación de los tiempos de vertido de vidrios solubles de sodio y vidrios solubles de potasio en el caso de un contenido de dióxido de silicio del 2% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición;

Figura 3c: comparación de los tiempos de vertido de vidrios solubles de sodio y vidrios solubles de potasio en el caso de un contenido de dióxido de silicio del 2,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la

composición;

Figura 4a: comparación de tiempos de vertido en el caso de una composición producida en el procedimiento de dos etapas a partir de un vidrio soluble de sodio en el caso de un contenido de dióxido de silicio del 2,5% en peso con tres ésteres diferentes en la segunda etapa como segundo reactivo en función del grado de neutralización en la segunda etapa; y

Figura 4b: comparación de tiempos de vertido según la figura 4a en el caso de solo un éster como segundo reactivo en un vidrio soluble de sodio con diferentes contenidos de dióxido de silicio.

El procedimiento empleado en la presente invención para la determinación del tiempo de vertido ya se explicó anteriormente con detenimiento en la descripción general. La figura 1 muestra a este respecto una representación gráfica a modo de ejemplo de una determinación del tiempo de vertido viscosimétrica con un reómetro de oscilación Haake Viskotester IQ y la determinación gráfica del tiempo de vertido mediante el algoritmo utilizado, tal como igualmente ya se describió anteriormente con detenimiento en la descripción general. A este respecto, de la gráfica de evaluación a modo de ejemplo según la figura 1 puede deducirse que debido al ruido de los valores de medición durante la medición se determinaron dos tiempos de vertido (véase la curva rectangular reproducida en la misma), concretamente a aproximadamente 500 segundos y una vez a aproximadamente 820 segundos. El tiempo de vertido que resulta de ello se encuentra a 500 segundos, dado que siempre en el caso de la determinación de varios tiempos de vertido debido a cambios de signo, generado por el algoritmo expuesto, aquel tiempo de vertido, que se encuentra en el punto, en el que la magnitud de la viscosidad compleja determinada empieza a reducirse, es aquel tiempo de vertido que es relevante para la utilización de la composición acuosa según la invención en el marco de la creación de impermeabilizaciones tales como soleras de sellado y excavaciones con soleras de sellado, en particular, mediante inyección, formando un gel, en particular, un gel blando.

Las figuras 2a a 2d muestran las determinaciones de los tiempos de vertido en función del valor de pH con respecto a diferentes vidrios solubles de sodio o vidrios solubles de potasio, habiéndose utilizado como reactivo siempre ácido sulfúrico al 20%. Todos los vidrios solubles de sodio y vidrios solubles de potasio utilizados se adquirieron de Wöllner GmbH, Ludwigshafen. La siguiente tabla 1 aclara las propiedades de los vidrios solubles utilizados:

Tabla 1

Tipo de vidrio soluble	Módulo molar [-]
Silicato de sodio A	3,46
Silicato de sodio B	3,83
Silicato de potasio A	3,48
Silicato de potasio B	3,97
Silicato de sodio C	2,11
Silicato de potasio C	2,54

En los ensayos de base se varió el contenido de dióxido de silicio en un intervalo comprendido entre el 1,5% en peso y el 4% en peso de dióxido de silicio, en cada caso con respecto a la cantidad total de la composición acuosa utilizada. A este respecto, la razón molar del ácido sulfúrico al 20% utilizado como reactivo con respecto a la proporción de óxido de sodio o proporción de óxido de potasio se escalonó en pasos de 1,1:1, 1,05:1, 1:1, 0,9:1, 0,85:1 y 0,8:1. Para impedir reacciones no deseadas durante el mezclado de ácido y vidrio soluble se diluyeron previamente tanto el ácido sulfúrico como el vidrio soluble de sodio o vidrio soluble de potasio utilizado con, en cada caso, la mitad del agua de amasado necesaria. Durante la realización del ensayo se colocó previamente el ácido sulfúrico diluido y se añadió la disolución de vidrio soluble diluida con agitación intensa. En aquellos ensayos, en los que en el plazo de 48 horas no pudo observarse ninguna formación de gel, se asumió un tiempo de vertido de 10.000 minutos. En los ensayos, en los que se produjo una formación de gel en un periodo de tiempo de entre 3 horas y 24 horas, se asumió, debido a las capacidades limitadas, un tiempo de vertido de 24 horas.

De las razones molares y proporciones de dióxido de silicio anteriores se obtuvieron las composiciones de las composiciones acuosas según la invención utilizadas por sí mismas. Por ejemplo, una composición acuosa con una razón molar de ácido sulfúrico con respecto a óxido de sodio de 0,9:1 en el caso de la utilización del silicato de sodio A en el caso de un contenido de dióxido de silicio del 1,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, se compone del 5,41% en peso de silicato de sodio A como vidrio soluble de sodio, del 3,27% en peso de ácido sulfúrico al 20% y del 91,32% en peso de agua, mientras que al basarse en un contenido de dióxido de silicio del 3% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, había un 10,81% en peso de silicato de sodio A como vidrio soluble de sodio, un 6,54% en peso de ácido sulfúrico al 20% y un 82,65% en peso de agua. En el caso de una razón molar de ácido sulfúrico con respecto a óxido de sodio de 0,8:1 en el caso de la utilización de silicato de sodio A como vidrio soluble de sodio se obtenía, por ejemplo, una composición al basarse en un contenido de dióxido de silicio del 1,5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición, con un 5,41% en peso de silicato de sodio A como vidrio soluble de sodio, un 2,95% en peso de ácido sulfúrico al 20% y un 91,64% en peso de agua, mientras que al basarse en un contenido de dióxido de silicio del 3% en peso había

un 10,81% en peso de silicato de sodio A como vidrio soluble de sodio, un 5,9% en peso de ácido sulfúrico al 20% y un 83,29% en peso de agua en la composición. Todos los datos de cantidades mencionados en porcentaje en peso se refieren, en cada caso, a la cantidad total de la composición acuosa.

5 El valor de pH se midió en los ensayos realizados directamente tras el comienzo del mezclado completo, dado que, a continuación, por regla general podía observarse un aumento del valor de pH de hasta 0,5. Esto no debe tener ninguna influencia sobre la realización de los ensayos, porque la medición del valor de pH tuvo lugar directamente tras el comienzo de las mezclas acuosas. Por lo demás, las mediciones se realizaron más o menos a temperatura ambiente en un intervalo de temperatura comprendido entre 23°C y 30°C. A este respecto, debe  
10 tenerse en cuenta que la temperatura tiene una influencia sobre la formación de gel y con ello sobre los tiempos de vertido en el sentido de que, cuanto menor sea la temperatura, más tarda la formación de gel y con ello mayores son los tiempos de vertido. De la figura 2a relativa a la utilización de un vidrio soluble de sodio silicato de sodio A pueden deducirse tiempos de vertido a un valor de pH de 8 de entre apenas un minuto y aproximadamente 80 minutos, siendo un valor de pH menor, cuanto mayor sea el contenido de dióxido de silicio. La curva reproducida  
15 en la figura 2a relativa al contenido de dióxido de silicio del 3% en peso presenta una irregularidad, que es atribuible a un error de medición.

La figura 2b muestra ahora la determinación del tiempo de vertido en función del valor de pH en el caso de utilizar el vidrio soluble de sodio silicato de sodio B, que presenta un módulo molar mayor que el silicato de sodio A según la figura 2a. Sin embargo, en este caso las relaciones entre el contenido de dióxido de silicio, el valor de pH y el tiempo de vertido son esencialmente similares a los del vidrio soluble de sodio silicato de sodio A. En el caso de un contenido de dióxido de silicio del 2,5% en peso puede reconocerse una desviación, que se debe igualmente a un error de medición.

25 La figura 2c muestra la dependencia del tiempo de vertido del valor de pH en el caso de la utilización de un vidrio soluble de potasio silicato de potasio A con un módulo molar de 3,48, que en este sentido es comparable con la utilización de un vidrio soluble de sodio silicato de sodio A según la figura 2a. En este caso, en el caso de un valor de pH de 8 pueden establecerse tiempos de vertido menores en comparación con el vidrio soluble de sodio según la figura 2a, que se encuentran parcialmente en el intervalo de procesamiento aceptable inferior. Por lo demás, en  
30 este caso el tiempo de vertido aumenta igualmente con la proporción de dióxido de silicio decreciente.

La figura 2d muestra la dependencia del tiempo de vertido del valor de pH en el caso de la utilización de un vidrio soluble de potasio silicato de potasio B con un módulo molar alto de 3,97, que puede compararse aproximadamente con el vidrio soluble de sodio silicato de sodio B según la figura 2b. También en este caso se muestra una  
35 disminución del tiempo de vertido y por lo demás resultados similares a los que se consiguieron con el vidrio soluble de potasio de módulo bajo silicato de potasio A.

Resumiendo, de las figuras 2a a 2d puede deducirse que preferentemente en el caso de ajustar un valor de pH por debajo de 10,5 o 10, la proporción de dióxido de silicio debería reducirse en un intervalo por debajo de aproximadamente el 3,5% en peso, preferentemente por debajo del 3% en peso. Dado que, además, en el caso de la utilización de contenidos de dióxido de silicio mayores se mostró una sinéresis más intensa, es decir, un comportamiento de contracción reforzado debido a la exudación del agua de poro atrapada en la estructura del gel, los contenidos de dióxido de silicio mencionados anteriormente son aquellos que se encuentran en el intervalo preferido de la presente invención.

45 Los en total seis vidrios solubles de sodio y vidrios solubles de potasio utilizados se compararon entre sí a contenidos de dióxido de silicio del 1,5% en peso, del 2% en peso y del 2,5% en peso a diferentes valores de pH. Las figuras 3a a 3c aclaran las diferencias, estando abreviados los silicatos de sodio con "NaSil" y los silicatos de potasio con "KSil". En el caso de un contenido de dióxido de silicio del 1,5% en peso se garantiza, con excepción del vidrio soluble de potasio C a un valor de pH en el intervalo de 8, un tiempo de vertido mínimo de 10 minutos. Por encima de un valor de pH de 7, los tiempos de vertido de vidrios solubles de potasio se encuentran en parte claramente por debajo de los tiempos de vertido de los vidrios solubles de sodio. En un intervalo de pH de entre 8 y 9 es llamativo que los vidrios solubles de mayor módulo presentan un tiempo de vertido mayor. Una comparación de la figura 3a relativa a un contenido de dióxido de silicio del 1,5% en peso con la figura 3b relativa a un contenido de dióxido de silicio del 2% en peso muestra un comportamiento similar, pudiendo reconocerse como diferencia relevante un desplazamiento en el intervalo alcalino relativo al mínimo de los tiempos de vertido. Un comportamiento correspondiente puede observarse según la figura 3c en el caso de contenidos de dióxido de silicio del 2,5% en peso en relación con vidrios solubles de sodio. En los vidrios solubles de potasio apenas puede reconocerse ya una diferencia entre el vidrio soluble de potasio de módulo alto y de módulo bajo. En los vidrios solubles de sodio no tiene lugar ningún desplazamiento adicional del mínimo del tiempo de vertido al intervalo alcalino, por el contrario, en los vidrios solubles de potasio puede reconocerse un desplazamiento.

Las series de ensayos reproducidas en las figuras 2a a 2d y 3a a 3c muestran que una composición acuosa según la invención óptima para la producción de un gel, en particular, de un gel blando, que puede utilizarse como impermeabilización, por ejemplo, para soleras de sellado o excavaciones con soleras de sellado, presenta un contenido de dióxido de silicio en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1,5% en peso y

aproximadamente el 3% en peso a una razón molar del ácido sulfúrico utilizado como reactivo con respecto al contenido de óxido alcalino en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,75:1 y aproximadamente 0,95:1. En particular, entonces se obtienen valores de pH aceptables para el agua subterránea y respetuosos con el medioambiente en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 9,5 para la composición acuosa según la invención.

Además, se realizaron ensayos comparativos de diferentes sistemas de reactivos en cuanto a su compatibilidad ambiental. A este respecto se llevó a cabo una comparación entre un reactivo a base de una disolución de aluminato de sodio, un reactivo a base de la sal metálica hidrogenocarbonato de sodio en forma de polvo y ácido sulfúrico como reactivo. Las composiciones estudiadas pueden deducirse de la siguiente tabla 2:

Tabla 2

Reactivo	Proporción de reactivo [% en peso]	Tipo de vidrio soluble	Proporción de SiO <sub>2</sub> [% en peso]	Proporción de agua [% en peso]
Stabilil 19	2,75	silicato de sodio A	6,35	74,25
Stabilil 23	2,00	silicato de sodio A	6,35	75,00
Ácido sulfúrico (al 20%)	4,65	silicato de sodio B	2,50	85,82

En cada caso se realizaron 100 g de las mezclas mencionadas anteriormente con una razón molar de reactivo con respecto a óxido alcalino de 0,875:1 de manera correspondiente a los ensayos realizados, que se basaban en las figuras 2a a 2d y 3a a 3c. Los recipientes de muestra se cerraron a continuación firmemente y se dejaron reposar una semana a temperatura ambiente de 20°C. A continuación, se pesó y se analizó el líquido de sinéresis generado.

Ya un análisis óptico de los geles, producidos con las dos mezclas comparativas con Stabilil 19 (adquirido de Wöllner GmbH, Ludwigshafen), que presenta una lejía de aluminato de sodio con un 19% en peso de óxido de aluminio, y con Stabilil 23 (adquirido de Wöllner GmbH, Ludwigshafen), que es un hidrogenocarbonato de sodio pulverulento, muestra claras diferencias con el gel producido con una composición acuosa de vidrio soluble de sodio B utilizando ácido sulfúrico a un contenido de dióxido de silicio del 2,5% en peso y un valor de pH de aproximadamente 8,5 en el sentido de que este último parecía considerablemente más claro y transparente. De esto puede deducirse que hay una red más fina y que las partículas de silicato en el propio gel son más pequeñas. El análisis de los líquidos de sinéresis dio como resultado tras la determinación de la cantidad absoluta de las sustancias analizadas en los mismos los siguientes valores, reproducidos en la tabla 3:

Tabla 3

	Stabilil 19	Stabilil 23	Realización de procedimiento de una etapa con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Realización de procedimiento de dos etapas con carbonato de propileno y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Sinéresis [g]	4,44	24,63	7,09	0,19
SiO <sub>2</sub> [mg]	45,7	125,6	1,4	0,04
Na [mg]	71,3	440,9	38,3	0,10
Al [mg]	0,4	/	/	/

El análisis confirma, en principio, la comprobación óptica de los geles obtenidos en el sentido de que el líquido de sinéresis, basado en el gel producido con la composición acuosa según la invención con ácido sulfúrico, presenta cantidades extremadamente reducidas de dióxido de silicio, lo que indica que en el gel formado hay una red de óxido de silicio más fina y prácticamente completa. En general se muestra que los geles producidos por medio de la composición acuosa emiten claramente menos sodio y dióxido de silicio, en particular, en el caso de una realización de procedimiento de dos etapas, al entorno, ya sea el material de suelo circundante o el agua, que lo que sucede en geles, que se producen según el estado de la técnica con disoluciones de aluminato de sodio o sales de metal. Además, resumiendo, puede establecerse que el valor de pH de la composición acuosa utilizada, tal como se describió anteriormente en relación con las figuras 2a a 2d y las figuras 3a a 3c, se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 9,5 y con ello en una que no es nocivo para el agua subterránea y, en particular, tampoco puede conducir a una acidificación del material de suelo.

Además, en un procedimiento de dos etapas se ajustó una disolución acuosa de un vidrio soluble de sodio con un módulo molar de aproximadamente 3,5 y un contenido de dióxido de silicio del 2,5% en peso en una primera etapa con ácido sulfúrico al 20% a un grado de neutralización previa del 75%, y pocos segundos tras la producción se ajustó esta primera mezcla con un éster en forma pura a grados de neutralización de entre el 90% y el 160% y a este respecto se determinaron los tiempos de vertido. El contenido de agua de la composición ascendía al 95,3% en peso, con respecto a la composición total, la proporción de reactivo (ácido sulfúrico y éster conjuntamente) aproximadamente al 4,5 +/- 0,55% en peso, igualmente con respecto a la composición total. Como éster en forma

- 5 pura se utilizaron carbonato de propileno, triacetina y un éster dibásico (DBE) sin diluir. De la tabla 3 anterior puede deducirse que, en particular, la sinéresis está todavía claramente mejor con respecto al procedimiento de una etapa (en el caso de la utilización de carbonato de propileno como éster). Los resultados determinados se representan en la figura 4a. Se muestra claramente que con carbonato de propileno (línea inferior en la figura 4a) el tiempo de vertido puede ajustarse en una ventana de tiempo buena para el procesamiento en un intervalo comprendido entre aproximadamente 50 min y aproximadamente 100 min a través de un intervalo de grados de neutralización amplio. Los resultados para los otros dos ésteres son igualmente buenos, pero el tiempo de vertido se encuentra claramente más alto que en el caso de carbonato de propileno.
- 10 Finalmente, partiendo todavía del procedimiento de dos etapas expuesto anteriormente, se estudió la influencia de los tiempos de vertido en el caso de la utilización de carbonato de propileno a diferentes contenidos de dióxido de silicio del vidrio soluble de sodio utilizado. A este respecto se ajustó con ácido sulfúrico un grado de neutralización previa del 77,5% y con carbonato de propileno en la segunda etapa un grado de neutralización en un intervalo comprendido entre el 90% y el 120%. A este respecto, directamente tras la adición del carbonato de propileno
- 15 como segundo reactivo, se determinó también el valor de pH, que se encontraba para todas las composiciones en un intervalo comprendido entre 9,3 y 9,5. Como resulta evidente a partir de la figura 4b, pudieron ajustarse tiempos de vertido a lo largo de un periodo de tiempo óptimo para el procesamiento de entre aproximadamente 20 min y aproximadamente 80 min.
- 20 Por consiguiente, con la presente invención se pone a disposición una composición acuosa, que es adecuada para la producción de un gel, en particular, un gel blando, en particular en el marco de una inyección, para soleras de sellado o excavaciones con soleras de sellado, que se caracteriza por un tiempo de vertido ajustable, de modo que también en un procedimiento de descarga continua, en particular, procedimiento de inyección, puede producirse la solera de sellado, concretamente formando un gel, que es compatible en cuanto al valor de pH y además debido
- 25 a la configuración de redes mejoradas solo conduce a una descarga reducida de iones alcalinos y silicatos.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Composición acuosa, que comprende por lo menos un vidrio soluble con un módulo molar en un intervalo comprendido entre aproximadamente 2,0 y aproximadamente 4,0, por lo menos un primer reactivo, concretamente por lo menos un ácido inorgánico y/o por lo menos uno orgánico, y por lo menos un segundo reactivo, concretamente por lo menos un éster, seleccionado de entre un grupo que comprende éster metílico, éster etílico y/o éster propílico del ácido ascórbico, ácido acético, y éster de ácido dicarboxílico con cadenas de carbono con entre 1 y 6 átomos de carbono, triglicéridos, carbonato de propileno, triacetina o ésteres dibásicos, encontrándose el valor de pH de la composición acuosa en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y  
10 aproximadamente 10,5.
- 15 2. Composición según la reivindicación 1, caracterizada por que esta presenta un contenido de dióxido de silicio en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,5% en peso y aproximadamente el 5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.
3. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el por lo menos un vidrio soluble se selecciona de entre un grupo que comprende vidrio soluble de potasio y vidrio soluble de sodio.
- 20 4. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que una razón molar entre el por lo menos un reactivo y un óxido alcalino, que está comprendido por el por lo menos un vidrio soluble, se encuentra en un intervalo comprendido entre aproximadamente 0,5:1 y aproximadamente 2:1.
- 25 5. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que esta comprende además por lo menos un espesante.
- 30 6. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que esta comprende un contenido total de agua en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 75% en peso y aproximadamente el 96% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.
- 35 7. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que esta comprende el por lo menos un reactivo como sustancia pura en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 0,25% en peso y aproximadamente el 5% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.
- 40 8. Composición según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que esta comprende el por lo menos un vidrio soluble con un contenido de sólidos en una cantidad en un intervalo comprendido entre aproximadamente el 1% en peso y aproximadamente el 6% en peso, con respecto a la cantidad total de la composición.
- 45 9. Utilización de una composición acuosa según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8 para formar una impermeabilización mediante inyección en un material de suelo formando un gel.
10. Impermeabilización, producida con una composición acuosa según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8 mediante la inyección de la misma en material de suelo.
- 50 11. Excavación con una impermeabilización en forma de una solera de sellado, producida con una composición acuosa según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8 mediante la inyección de la misma en material de suelo.
- 55 12. Procedimiento para producir una composición acuosa según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, mezclándose en una primera etapa una primera mezcla de una primera disolución a partir de agua con por lo menos un vidrio soluble y una segunda disolución diluida de por lo menos un primer reactivo, concretamente por lo menos un ácido inorgánico y/o por lo menos uno orgánico, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9,0 y aproximadamente 10,8, y mezclándose en una segunda etapa la primera mezcla con por lo menos un segundo reactivo, concretamente por lo menos un éster, seleccionado de entre un grupo que comprende éster metílico, éster etílico y/o éster propílico del ácido ascórbico, ácido acético, y éster de ácido dicarboxílico con cadenas de carbono con entre 1 y 6 átomos de carbono, triglicéridos, carbonato de propileno, triacetina o ésteres dibásicos, en disolución diluida o en forma pura, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 7 y aproximadamente 10,5.
- 60 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que la razón de la cantidad de un contenido de sólidos de vidrio soluble con respecto a agua en la primera disolución se selecciona en un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:5 y aproximadamente 1:50.
- 65 14. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 12 y 13, caracterizado por que la razón de la cantidad de primer reactivo como sustancia pura con respecto a agua en la segunda disolución se selecciona de entre un intervalo comprendido entre aproximadamente 1:1 y aproximadamente 1:125.

15. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por que el mezclado tiene lugar en un mezclador de flujo y a continuación se descarga la mezcla para inyectarla en material de suelo.
- 5 16. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado por que en una primera etapa se proporciona la primera disolución a partir de agua y por lo menos un vidrio soluble y en una segunda etapa se añade la segunda disolución diluida del por lo menos un primer reactivo a lo largo de un periodo de tiempo de entre aproximadamente 10 segundos y aproximadamente 6 minutos, hasta que se ajusta un valor de pH en un intervalo comprendido entre aproximadamente 9 y aproximadamente 10,5.
- 10 17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado por que la segunda etapa tiene lugar entre aproximadamente 30 segundos y aproximadamente 48 horas después de la primera etapa.

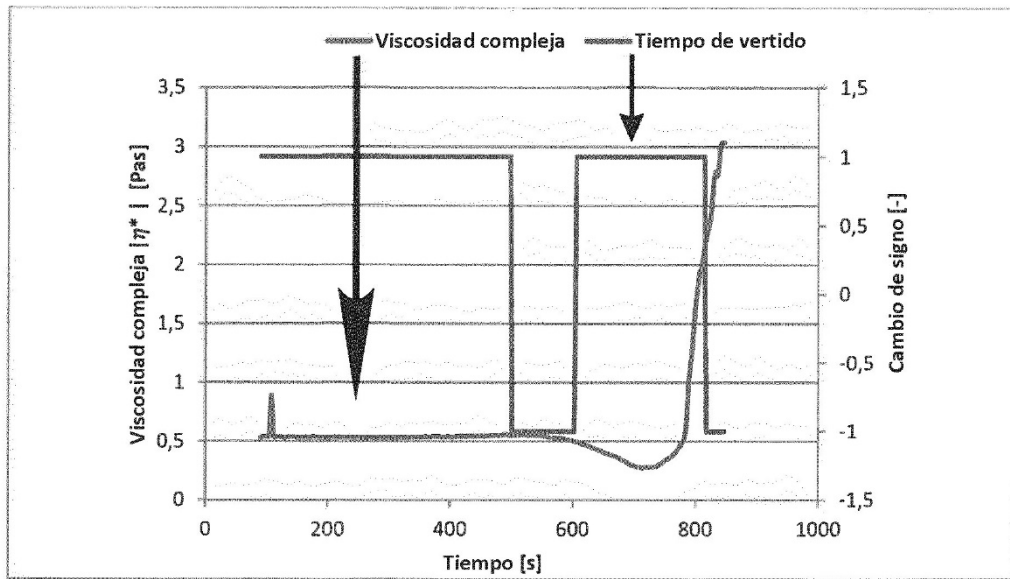


Fig. 1

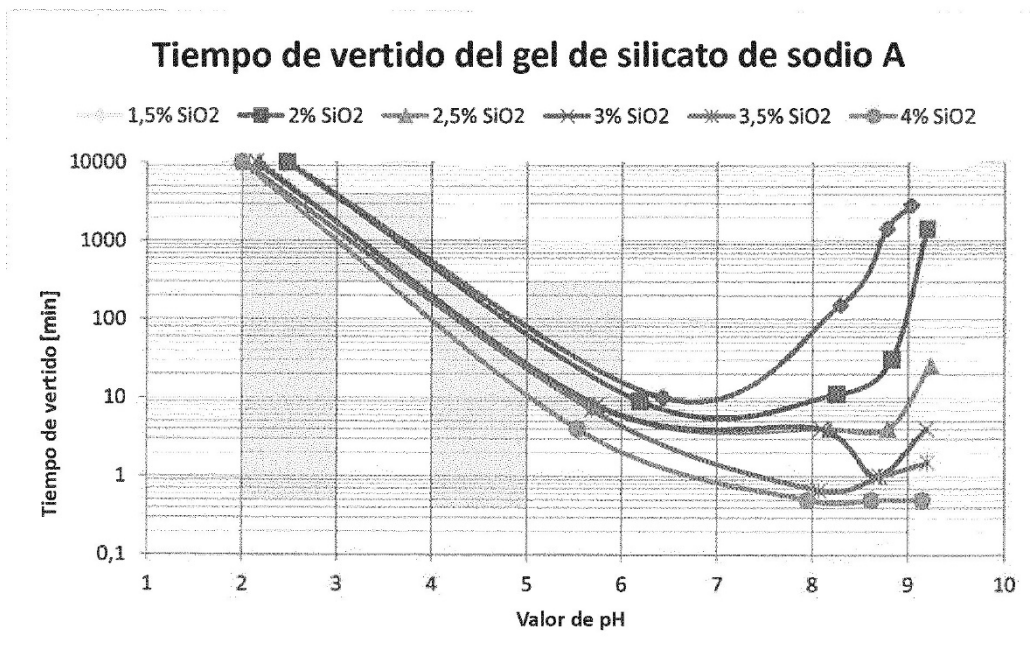


Fig. 2a

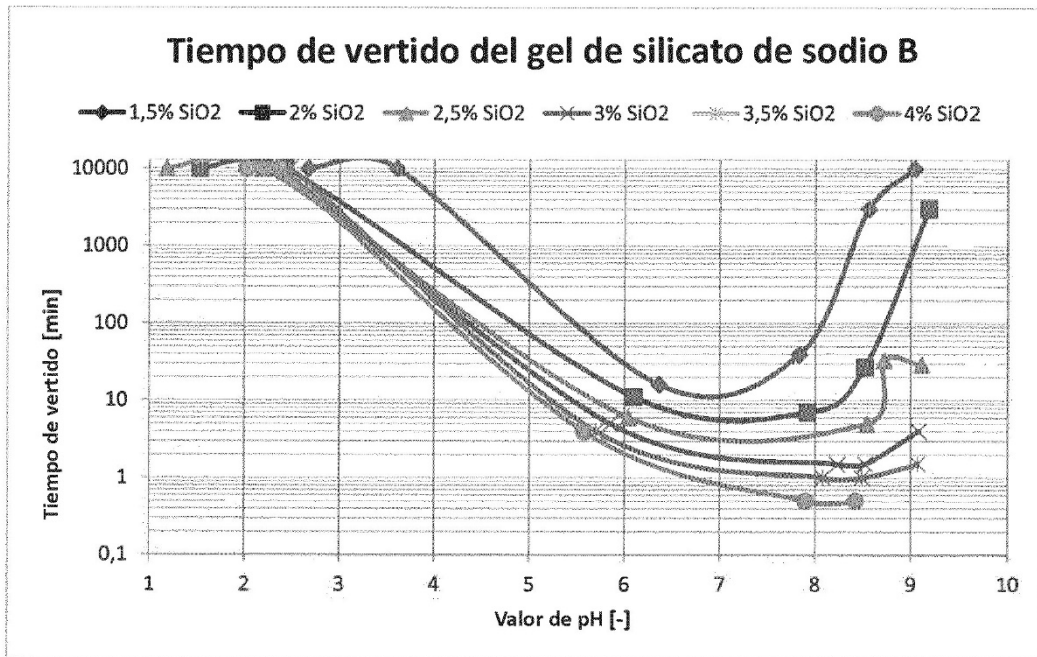


Fig. 2b

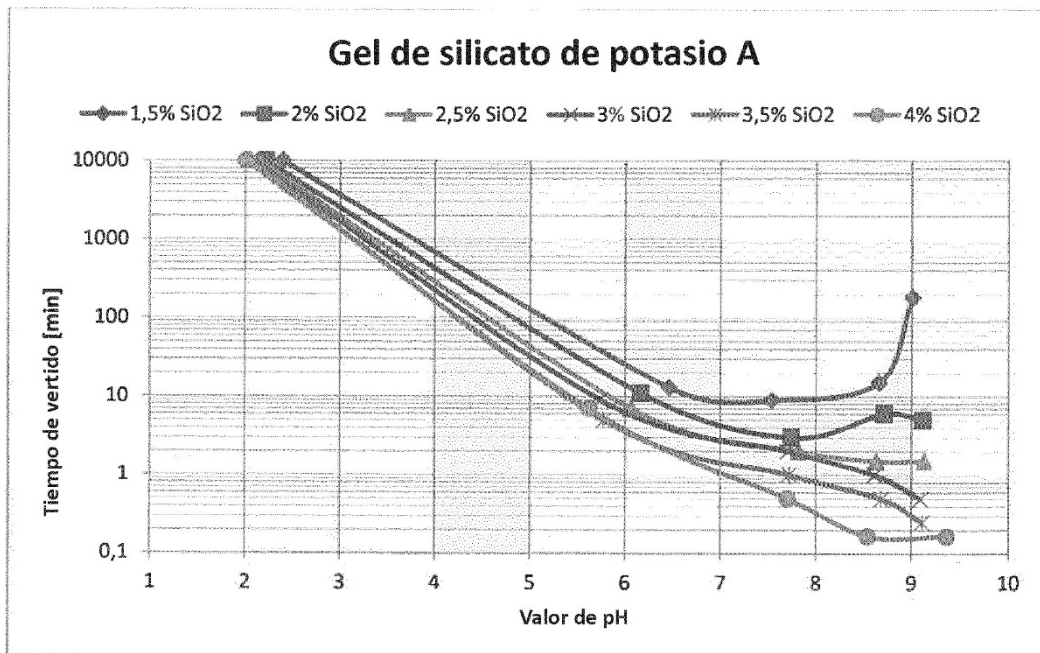


Fig. 2c

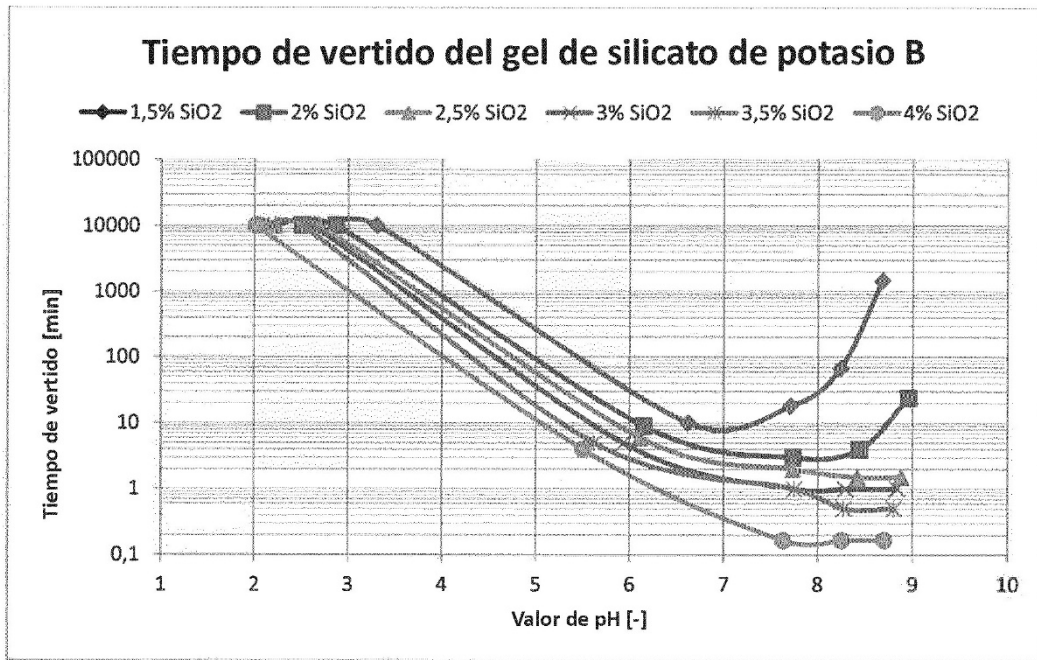


Fig. 2d

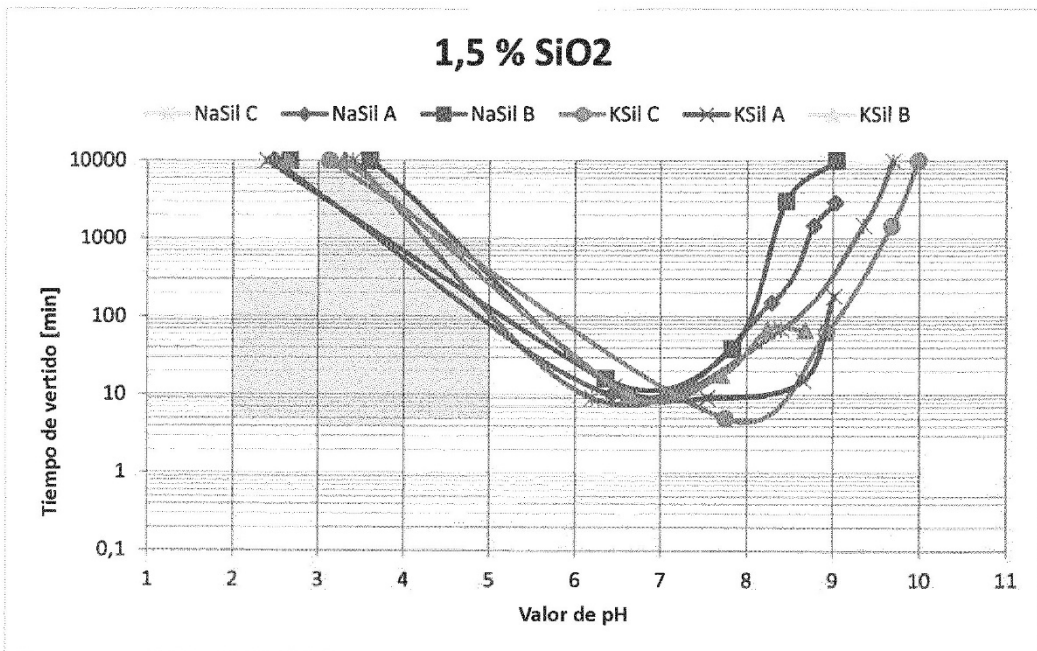
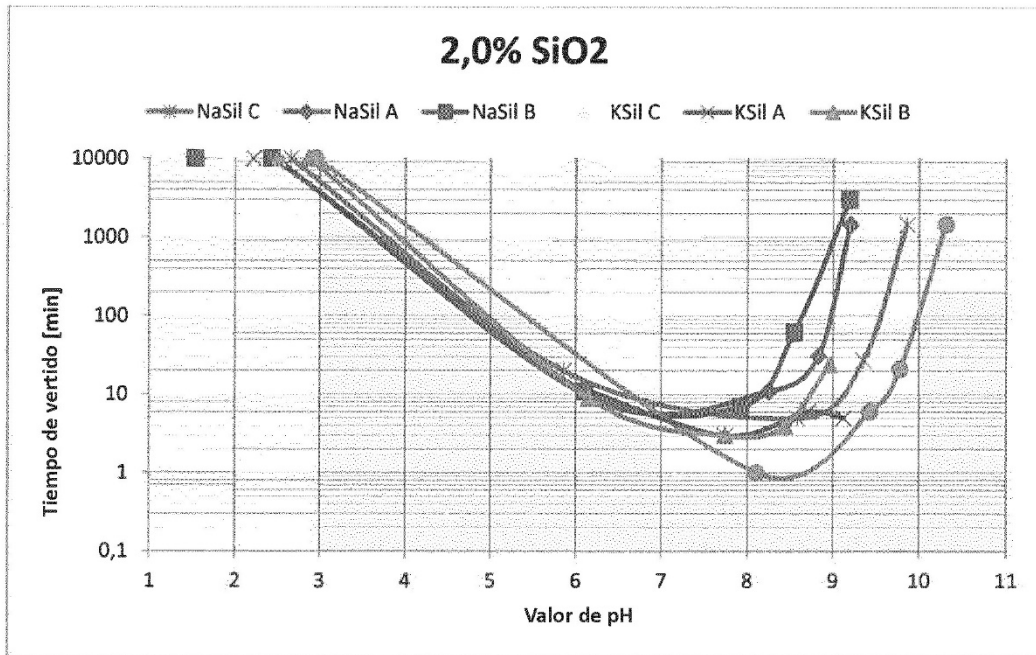
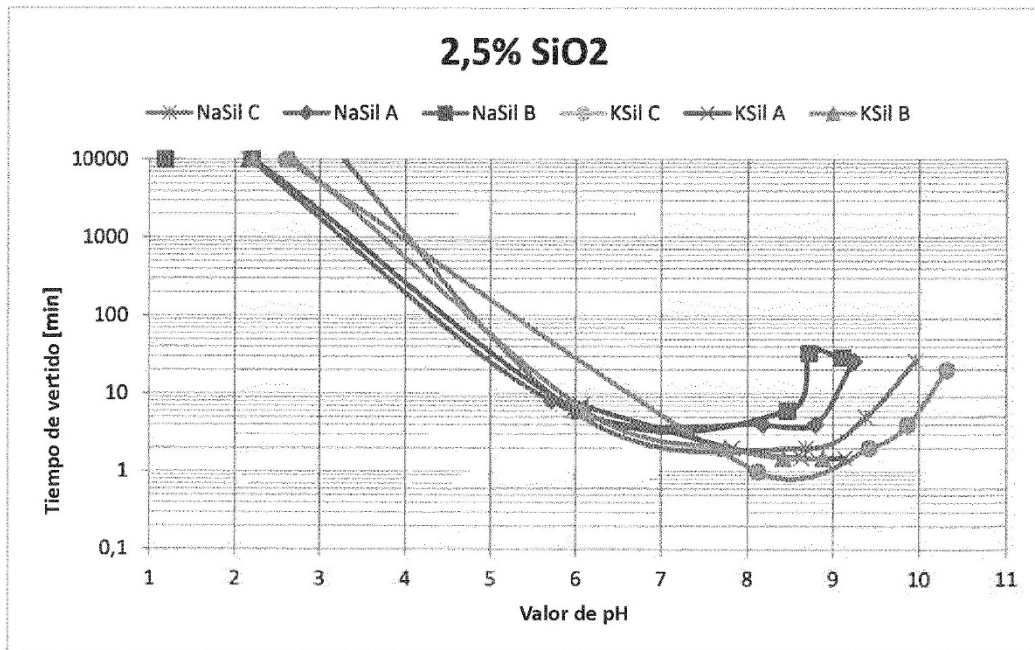


Fig. 3a



**Fig. 3b**



**Fig. 3c**

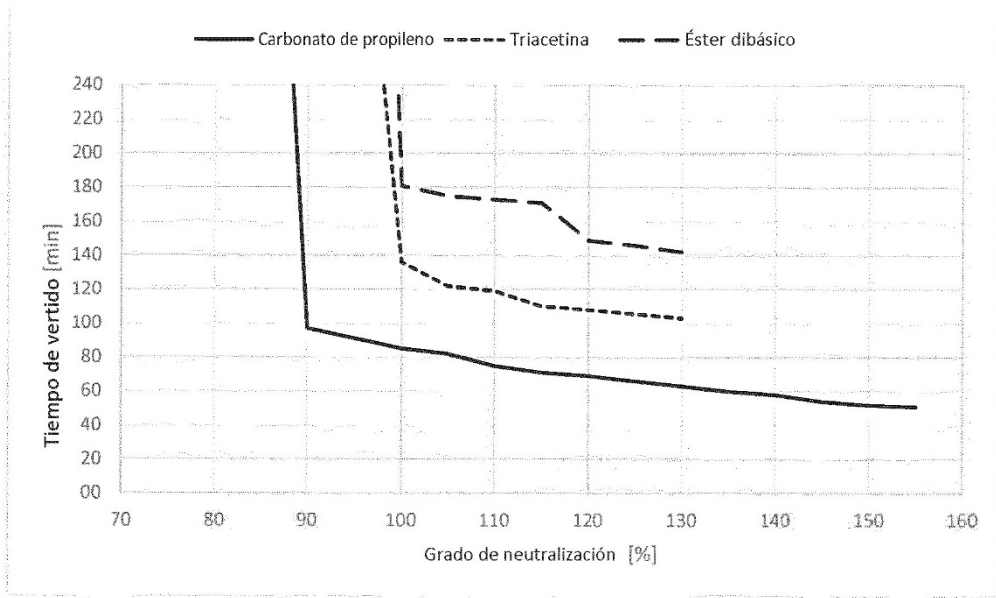


Fig. 4a

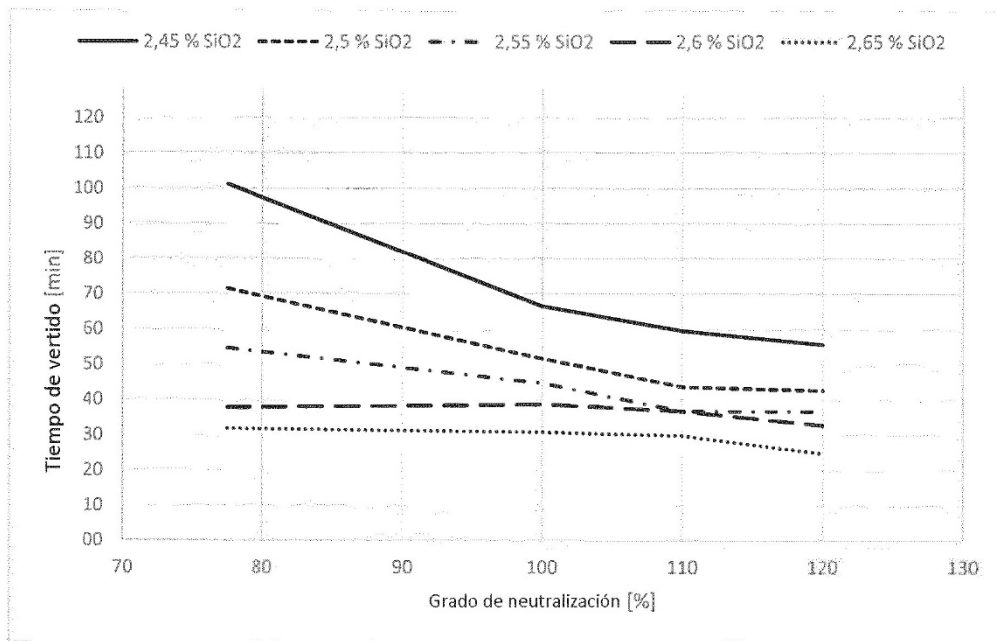


Fig. 4b