

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 164**

51 Int. Cl.:

B09C 1/08 (2006.01)

B09C 1/00 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

C02F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2008 E 08009566 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **26.11.2008 EP 1994996**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un material de construcción que se puede procesar de forma permanente de material de sedimento de agua o suelo mineral contaminado**

30 Prioridad:

25.05.2007 DE 102007024703

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

23.01.2013

73 Titular/es:

**INFRASOIL-SYSTEMS GMBH (100.0%)
AUSSER DER SCHLEIFMUHLE 39-43
28203 BREMEN, DE**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, VOLKER y
HILMER, UWE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 394 164 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

Procedimiento para la producción de un material de construcción que se puede procesar de forma permanente de material de sedimento de agua o suelo mineral contaminado

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de un material de construcción que se puede procesar de forma permanente de material de sedimento de agua o suelo mineral contaminado, particularmente para piezas de construcción sustentadoras y no sustentadoras en la construcción de suelos y carreteras.

10 Los suelos o incluso los sedimentos de agua, que se denominan con frecuencia también lodo, tales como se producen particularmente en trabajos de dragado en dársenas, canales de navegación y similares, pueden estar cargados con contaminantes, en cuyo caso se trata la mayoría de las veces sobre todo de iones de metales pesados que forman complejos y/u otros compuestos orgánicos con frecuencia extremadamente perjudiciales del tipo químico más diverso. Esto tiene como consecuencia que los suelos o sedimentos de agua que se producen durante trabajos de dragado o similares no se pueden depositar en ningún caso en escombreras, tal como anteriormente era habitual y como ocurre actualmente también en un alcance no insignificante, ya que los contaminantes contenidos a lo largo del tiempo debido a eluviación pueden alcanzar el agua subterránea y contaminar la misma.

15 A esto se añade que los suelos o sedimentos de agua que se producen, incluso cuando se almacenan temporalmente en zonas de desecación y se deshidratan mediante evaporación, de forma regular no cumplen los criterios necesarios de un procesamiento como materiales de construcción o la capacidad de depósito desde el punto de vista de la mecánica del suelo con respecto a estabilidad y resistencia a la fatiga, viabilidad, etc.

20 Debido a las propiedades negativas que se han mencionado, los sedimentos de agua que se producen en cantidades considerables con frecuencia se descartan por los mismos motivos y con el mismo tratamiento mediante deshidratación como se puede ver como material de construcción, por ejemplo, para material de construcción de suelo y carreteras, debido a que incluso con un uso de este tipo pueden desplegar los mismos efectos negativos y/o no presentan las propiedades de resistencia requeridas.

25 Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento con el que se puedan tratar suelos o sedimentos de agua contaminados hasta dar un material de construcción que se pueda procesar permanentemente, que se pueda producir de forma continua, almacenar temporalmente y procesar en cualquier momento.

El documento EP 0500199-A2 desvela un procedimiento para el tratamiento de sedimentos de agua contaminados de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

30 El documento EP 0 756 904-A2 desvela un procedimiento para el tratamiento de suelo con ayuda de bentonita organófila en una concentración del 0,02 - 1,25%. Otro documento DE 19936324-A1 desvela un procedimiento para el tratamiento de basuras y limos que incluye el uso del 3,2% de urea.

El objetivo planteado de la producción de un material de construcción que se pueda procesar permanentemente se resuelve de acuerdo con la invención mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Por capacidad de procesamiento permanente del material de construcción se entiende en el marco de la invención que el material de construcción producido de acuerdo con la invención durante un período de tiempo de al menos diez años, preferentemente veinte años, cincuenta años u ochenta años no supere una resistencia máxima de 0,3 MPa, preferentemente 0,25 MPa, más preferentemente 0,2 MPa y aún más preferentemente 0,1 MPa. La resistencia de partida del material de construcción directamente después del tratamiento de acuerdo con la invención se encuentra en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,1 MPa.

40 Mediante la adición de bentonita organófila se unen particularmente impurezas por hidrocarburos. La urea se une particularmente a metales pesados tales como cobre y cinc. El aglutinante da lugar a una estabilización del material, de tal manera que se genera un material de construcción con capacidad de sustentación con propiedades de hermetizantes y sustentadoras.

45 Con respecto al polvo de arcilla, que puede estar compuesto en hasta el 10 - 75% de caolinita y hasta el 5 - 25% de cuarcita, se ha mostrado que el mismo ventajosamente no es expansible, otorgando esta propiedad natural a la caolinita de grano fino una estabilidad de química de cristales y resistencia geoquímica. Mediante la posibilidad no existente de una expansión intercrystalina, como consecuencia no puede tener lugar ninguna difusión iónica.

50 Por ejemplo, se ha mostrado que los valores de k_f requeridos para las medidas de hermetización de 10^{-10} m/s se consiguen con el uso de (polvo de) arcilla de tipo caolinita sin más y que las masas producidas con ello poseen adicionalmente una plasticidad residual para poder ceder, por ejemplo, a una presión de asiento de los productos de deposición sin formación de grietas.

En las superficies de placas cargadas con hidrato de las caolinitas no tiene lugar ninguna corrosión significativa. Solamente en los bordes de grano puede producirse un intercambio iónico y absorciones. Los productos que se

generan por reacciones de precipitación solidificarán en el estado amorfo y se depositan en forma del grano más fino en los poros finos. Mediante el crecimiento no regulado de estos cementos porosos se disminuye adicionalmente la permeabilidad (valor de k_f) de los sedimentos de agua acondicionados y se garantiza o aumenta la estabilidad a largo plazo.

- 5 Mediante la absorción de compuestos orgánicos no se perjudica tampoco la estabilidad. Los constituyentes orgánicos en los sedimentos de agua hasta aproximadamente el 20% no tienen, debido a las propiedades específicas de los polvos de arcilla de tipo caolinita, ningún efecto negativo sobre la estabilidad a largo plazo.

10 Preferentemente está previsto que el material se mezcle con el 7,5 - 8,5% de polvo de arcilla, preferentemente el 8% de polvo de arcilla, el 0,15 - 0,25%, preferentemente el 0,2% de bentonita organófila, el 1 - 3%, preferentemente el 2% de urea y el 3 - 5%, preferentemente el 4% de aglutinante hidráulico.

Ventajosamente, los suelos o sedimentos de agua contienen como máximo un 50% en peso de arena.

En una configuración de la invención se realiza un uso de un polvo de arcilla de tipo caolinita al menos considerablemente exento de carbonato.

15 Preferentemente está previsto que se use un polvo de arcilla con una finura de molienda de hasta aproximadamente 1,5 mm, estando presente preferentemente al menos una parte de grano de aproximadamente el 70% hasta 0,002 mm de tamaño, es decir, una parte de grano muy considerablemente de finura máxima.

De forma apropiada se ventilan los sedimentos de agua antes de la mezcla y, de hecho, preferentemente durante la trituración.

20 Se ha comprobado adicionalmente que es extremadamente apropiado que la mezcla obtenida durante el tratamiento, independientemente de si a los sedimentos de agua a tratar se ha añadido mediante mezcla solamente bentonita organófila o urea o ambos de forma homogénea, antes de una deposición y preferentemente también antes de un procesamiento posterior como material de construcción se almacene temporalmente y, de hecho, preferentemente al menos un día, debiéndose proteger el material tratado hasta entonces durante el almacenamiento temporal frente influencias meteorológicas y particularmente precipitaciones.

25 El aglutinante hidráulico añadido está compuesto en hasta el 5-15% en peso, preferentemente el 10% en peso de clínker de cemento de Portland, en hasta el 60 - 80% en peso, preferentemente el 70% en peso de polvo de escoria granulada de alto horno y hasta el 10 - 30% en peso, preferentemente el 20% en peso de cal fina blanca. En el presente documento, por polvo de escoria granulada de alto horno se entiende un material con la siguiente composición: aproximadamente el 30 - 45% en peso de CaO, el 30-45% en peso de SiO₂, el 5-15% en peso de Al₂O₃, el 4- 17 en peso de MgO, el 0,5 - 1% en peso de S y trazas de otros elementos, preferentemente con la composición: CaO 35 - 45% en peso, SiO₂ 35 - 40%, Al₂O₃ 10 -15 %, MgO 5 -15%, Fe 0,2 - 0,3%, Mn 0,1 - 0,2%, S 0,5 - 1,5%, TiO₂ 0,5 - 1,5%, K₂O 0,5 - 1,0%, Na₂O 0,2 - 1,0%. Esta finura de molienda según Blain se encuentra preferentemente en el intervalo de 4200 cm²/g +/- 100 cm²/g.

35 A este respecto se señala además que las arcillas de tipo caolinita reaccionan de forma relativamente rápida con aditivos hidráulicos y conducen a cementos químicos y, de hecho, esencialmente según el esquema de reacción: mineral de arcilla + aglutinante = mineral de arcilla-Ca + nueva formación. El producto de reacción que se genera a este respecto representa una mezcla compuesta de forma compleja de minerales de arcilla (procedente del lodo de agua primario y el aditivo de arcilla), silicatos de Ca/Al hidratados formados de forma nueva, hidróxidos de metal y complejos orgánicos y en sí es químicamente estable cuando se limita o suprime completamente el suministro de agua.

45 El mecanismo de la solidificación de un material de partida mezclado con un aglutinante y arcilla se desarrolla según la directriz de los procesos de difusión, presumiblemente en los intervalos de grano más fino, a modo de una aproximación asintótica en dirección a un equilibrio termodinámico. Debido a las cantidades añadidas de acuerdo con la invención pequeñas de aglutinante no puede presentarse incluso después de un tiempo muy largo ninguna solidificación considerable, de tal manera que el material tratado incluso después de periodos de tiempo largos se puede continuar todavía procesando de forma similar a un material de suelo natural.

Mediante la adición de urea se consigue particularmente un efecto de unión de Cu y Zn, estableciendo el carbono contenido en los constituyentes orgánicos perjudiciales de los sedimentos de agua determinadas uniones químicas con la urea, que conducen a una unión de los contaminantes así como una solidificación adicional.

50 De acuerdo con la invención está previsto que la urea pueda presentar un contenido de nitrógeno de amida del 40-50%, particularmente del 46%. A pesar de que básicamente se puede usar granulado de urea, es apropiado usar urea en perlas, que debido a su finura se mezcla rápida y uniformemente con el sedimento de agua seco. Puede estar previsto que la urea presente un contenido de biuret de como máximo el 1,2%.

55 El procedimiento de acuerdo con la invención y un equipo para la realización del procedimiento se explican a continuación mediante un dibujo esquematizado adicionalmente del siguiente modo.

ES 2 394 164 T3

Los sedimentos de agua o suelos 3 dragados de una agua 1 tal como, por ejemplo, una dársena, un canal de navegación o similares mediante una excavadora (de canguilones) 2 o similares en primer lugar se suministran de forma adecuada a una zona seca 4 y en ese lugar se deshidratan de forma natural (particularmente mediante evaporación) hasta un contenido de agua (con respecto al peso seco de los sedimentos 3) de al menos el 130%.

- 5 Si por determinados motivos debe realizarse una deshidratación eventualmente de forma considerable más intensa hasta el 70 o el 50%, eventualmente puede tener lugar antes del tratamiento adicional todavía una deshidratación (posterior) mecánica o secado o los sedimentos de agua 3 dragados se pueden suministrar también sin deshidratación natural previa a una deshidratación mecánica.

- 10 En el caso del tratamiento de suelos se asegura un contenido de agua mínimo que garantiza que se pueda realizar un procesamiento con los aditivos de acuerdo con la invención. En caso necesario se humedece el material demasiado seco.

- 15 Después de que el material de tratamiento haya alcanzado el contenido de agua predefinido se suministra a una trituradora 5 que está provista de (al menos) un árbol 6 indicado en el dibujo solamente con una línea de rayas y puntos, sobre el cual están dispuestos elementos de trituración 7 de tipo cuchillo, que Trituran (previamente) los sedimentos de agua 3 deshidratados, al mismo tiempo los homogeneizan (previamente) y simultáneamente los ventilan.

- 20 Los sedimentos de agua deshidratados, triturados, ventilados y con ello también homogeneizados a tratar alcanzan después mediante un transportador 8 un equipo de pesaje 9, en cuyo caso se trata con respecto al funcionamiento de tratamiento pretendido de forma continua de una báscula de cinta transportadora o similares y desde el equipo de pesaje 9 a una mezcladora de circulación forzada de dos árboles 10.

- 25 Al mismo tiempo llegan desde el equipo de pesaje 9 señales (eléctricas), que indican la cantidad temporal del material de sedimento suministrado a la mezcladora 10, a una unidad de control 11, que entre otras cosas no solamente registra estas señales (de cantidades), sino que también procesa las mismas mediante cálculo y a su vez transmite señales de control a un equipo de salida 12 a modo de una esclusa de rueda celular o similares, que está
30 suficiente, debido a que los sedimentos de agua se han deshidratado de forma relativamente intensa, de tal manera que el contenido de agua se encuentra en aproximadamente el 90%.

- 35 Además, la unidad de control 11 controla un equipo de salida 14 de un recipiente de depósito 15, en el que se encuentra aglutinante hidráulico, añadiéndose a los sedimentos de agua 3 en la mezcladora 10 –en cierto modo como "iniciador" para la obtención inmediata de una resistencia de material suficiente después del tratamiento– el 4% de aglutinante (con respecto al peso de la masa seca de sedimento).

- 40 Se señala además que la unidad de control 11 se encuentra además en unión funcional con un equipo de salida 16 de un recipiente de depósito 17 en el que se encuentra bentonita organófila y/o urea en perlas, que se puede añadir de forma controlada o dosificada a los sedimentos de agua 3 a tratar así como al polvo de arcilla de tipo caolinita y al aglutinante y, de hecho, dependiendo de la naturaleza del material de tratamiento por un lado y su fin de destino por otro lado en una cantidad entre aproximadamente el 0,1 - 0,5% o el 1 - 5% (a su vez con respecto al peso seco de los sedimentos de agua).

Se señala adicionalmente que el polvo de arcilla de tipo caolinita suministrado de forma dosificada a los sedimentos de agua 3 a tratar desde el recipiente de depósito 13 con una finura de molienda de hasta aproximadamente 1,5 mm contiene aproximadamente el 70% de parte de grano en el intervalo de hasta 0,002 mm.

- 45 Desde la mezcladora 10 llega el material tratado esencialmente de forma terminada, que se homogeneiza por una trituradora 23 adicional, a través de un transportador 18 a un punto de almacenamiento temporal 24, se almacena temporalmente durante un día protegido contra la intemperie en ese lugar y se usa posteriormente entonces como material de construcción.

- 50 A este respecto se hace referencia también a que las palas 20 dispuestas en los dos árboles 19 de la mezcladora 10 encajan entre sí durante el funcionamiento (los dos árboles 19, 19 se encuentran de forma adyacente en horizontal) de tal manera que despliegan mutuamente en cierto modo a modo de rasquetas un efecto de auto-limpieza.

- 55 Además se hace referencia a que el procedimiento de tratamiento no tiene que realizarse de ningún modo de forma continua. Más bien, incluso puede ser apropiado realizar el mismo de forma discontinua y, de hecho, particularmente desde el punto de vista de la mezcla pretendida íntima y homogénea de los componentes de material individuales en la mezcladora 10 así como al vaciado requerido posteriormente. Con un modo de trabajo discontinuo, el fondo 21 de la carcasa de mezcladora 22 esencialmente cilíndrica puede abrirse a lo largo de una enjuta de 120°, de tal manera que en comparación con mezcladoras de circulación forzada de dos árboles conocidas se obtiene una abertura de

ES 2 394 164 T3

salida cuatro veces tan grande y es posible un vaciado sin problemas. Las posibles heterogeneidades se eliminan mediante una trituradora 23 pospuesta.

5 Como ya se ha indicado anteriormente son posibles numerosas modificaciones adicionales tanto en cuanto al procedimiento como en cuanto al equipo. De este modo, por ejemplo, se puede añadir un silicato tal como particularmente ácido silícico de precipitación industrial como "iniciador" y, de hecho, de forma apropiada también a la mezcladora 10 y, de hecho, preferentemente con funcionamiento discontinuo para poder producir una mezcla muy homogénea.

10 Mediante el aglutinante hidráulico compuesto especialmente se puede procesar el material de construcción producido también a lo largo de un periodo de tiempo largo (al menos 10, 20, 50 u 80 años). El material, por ello, se puede producir de forma continua, almacenar temporalmente y procesar en cualquier momento. El material se puede usar como material de construcción para terraplenados por encima del agua, una construcción sustentadora y/o hermetizante en la construcción de diques, una construcción sustentadora en la fundación de calzadas, terraplenado, no sustentador, en la construcción de carreteras, intercambio de suelos, juntas de superficie y de base para la construcción de basureros. El material de construcción de acuerdo con la invención permanece procesable de forma permanente y se puede montar y desmontar y reutilizar.

Lista de referencias

	1	agua
	2	excavadora
	3	sedimentos de agua
20	4	zona seca
	5	trituradora
	6	árbol de trituradora
	7	elementos de trituración
	8	transportador
25	9	equipo de pesaje
	10	mezcladora
	11	unidad de control
	12	equipo de salida (de 13)
	13	recipiente de depósito
30	14	equipo de salida (de 15)
	15	recipiente de depósito
	16	equipo de salida
	17	recipiente de depósito
	18	transportador
35	19	árboles
	20	palas
	21	fondo
	22	carcasa de mezcladora
	23	trituradora
40	24	punto de almacenamiento intermedio

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un material de construcción que se puede procesar permanentemente de material de sedimento de agua o suelo (3) mineral contaminado, deshidratándose el material hasta un contenido de agua de como máximo el 130%, con respecto a su peso seco, y triturándose homogéneamente y mezclándose el material triturado (3) con, con respecto a su peso seco, a) el 5 - 10% de polvo de arcilla, b) el 0,1 - 0,5% de bentonita organófila o el 1 - 5% de urea y c) el 2 - 5% de aglutinante hidráulico homogéneamente (10), **caracterizado porque** el aglutinante hidráulico presenta el 5 - 15% en peso, particularmente el 10% en peso de clínker de cemento de Portland, el 60 - 80% en peso, particularmente el 70% en peso de polvo de escoria granulada de alto horno y el 10-30% en peso, particularmente el 20% en peso de cal fina blanca y la adición de urea se encuentra en el 1-5% de peso seco del material de suelo contaminado.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material, siempre que se trate de un material de suelo, se lleva hasta un contenido de agua del 5-40% en peso con respecto al peso seco.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material se mezcla con el 7,5 - 8,5%, particularmente el 8% de polvo de arcilla, el 0,15 - 0,25% particularmente el 0,2% de bentonita organófila, el 1 - 3%, particularmente el 2% de urea y el 3 - 5%, particularmente el 4% de aglutinante hidráulico.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se procesan sedimentos de agua (3) con una parte de como máximo el 50% en peso de arena.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el material (3) se ventila y homogeniza antes y después de la mezcla.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el polvo de arcilla está compuesto en hasta el 10-75% de caolinita y en hasta el 5-25% de cuarcita.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el polvo de arcilla presenta una finura de molienda de hasta aproximadamente 1,5 mm.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un polvo de arcilla con al menos aproximadamente el 70% de parte de grano hasta 0,002 mm.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la mezcla antes de una deposición o un procesamiento posterior como material de construcción se almacena temporalmente (24) durante al menos un día.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la urea presenta un contenido de nitrógeno de amida del 40 - 50%, particularmente del 46%.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la urea está formada como perlas.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la urea presenta un contenido de biuret de como máximo el 1,2%.

