



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102015019482-0 A2

(22) Data do Depósito: 13/08/2015

(43) Data da Publicação: 31/01/2017



* B R 1 0 2 0 1 5 0 1 9 4 8 2 A

(54) Título: COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA CONSOLIDAR E ESTABILIZAR SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS EM FORMA DE SOLUÇÃO LÍQUIDA, MÉTODO DE OBTENÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS E MÉTODO PARA A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS

(51) Int. Cl.: C09K 17/40; E01C 3/04

(30) Prioridade Unionista: 29/07/2015 PL PL413307

(73) Titular(es): UNIWERSYTET WROCLAWSKI

(72) Inventor(es): SLAWOMIR SZAFERT; ANDRZEJ VOGT; STANISLAW STRZELECKI

(74) Procurador(es): DAVID DO NASCIMENTO ADVOGADOS ASSOCIADOS

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA CONSOLIDAR E ESTABILIZAR SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS EM FORMA DE SOLUÇÃO LÍQUIDA, MÉTODO DE OBTENÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS E MÉTODO PARA A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS. O objecto desta Patente é a composição estabilizadora para consolidar solos barrocos e ilíticos em forma de solução líquida que contém pelo menos um composto orgânico em forma dos compostos derivados de aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos na quantidade de 20 - 40% em peso da composição total; pelo menos um surfactante com carácter ácido, na quantidade de 2-10% em peso da composição total; pelo menos um composto de metais trivalentes, numa quantidade de 1,0-2,5% em peso da composição total; ácido sulfúrico, numa quantidade de até 100% em peso da composição total; o método de fabricação e o método de consolidação e estabilização de solos barrocos e ilíticos utilizando a composição estabilizadora.

COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA CONSOLIDAR E ESTABILIZAR SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS EM FORMA DE SOLUÇÃO LÍQUIDA, MÉTODO DE OBTENÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA SOLOS SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS E MÉTODO PARA A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS

[001] O objecto desta Patente é a composição estabilizadora que é uma nova geração de estabilizadores de permuta iónica de solos barrocos e ilíticos, o processo da sua preparação assim como o método de estabilização de solos barrocos e ilíticos utilizando a composição estabilizadora.

[002] É conhecido o ligante rodoviário ROADBOND EN-1 - uma preparação da empresa C.S.S. Technology, Inc. z Tolar em Texas 76476, Patente US4941924.

[003] Inicialmente a preparação EN-1 era uma mistura de óleo cítrico (por exemplo de limão) com uma solução de ácido sulfúrico de acordo com a Patente US 5000789. A empresa CSS produz uma preparação com uma composição modificada. É a solução do derivado de mono-sulfonados do composto orgânico, alifático que é o D-limoneno, ou seja o ácido D-limoneno-sulfónico no ácido sulfúrico concentrado. O próprio D-limoneno é um simples mono-terpeno, ou seja 1-metil-4-isopropenylo-ciclohexa-1,8-butadieno, do qual por reacção de monosulfo se obtém o ácido 4-izopropenylocykloheksa-1,8-butadieno-1-metileno-sulfónico. A preparação EN - 1 é assim chamado estabilizador de permuta iónica, ou seja - segundo a definição de tais estabilizadores, uma medida eficaz para estabilizar os solos questionáveis ou os que aumentam a superfície ao congelar (barrocos e ilíticos) para a aplicação de uma camada de substrato melhorado ou cama de superfície da estrada, bem

como a reconstrução do pavimento danificado de minerais betuminosos. Esta preparação é produzida e distribuída em estado concentrado. Na indústria de construção de estradas é usada apenas após diluição com água numa proporção de 1:200 a 1:600. A tecnologia com a EN-1 reduz o custo da construção de estradas por 30-60%, aumentando sua capacidade de carga por 40-70%, e aumentando as características de durabilidade é limitada a 20-60% dos custos de manutenção de estradas em relação à realização padrão.

Conhece-se também a preparação produzida e distribuída pela empresa GAMMA COLOR lta. Aplica-se para estabilizar estradas, praças e locais de construção industrial. É particularmente útil para estabilizar os solos questionáveis ou os que aumentam a superfície ao congelar, assim como para estabilizar os solos reforçando diques e em construções de estradas florestais, agrícolas, pátios de estocagem, estacionamentos, etc.

[004] Assim é possível abandonar a ideia de trocar os solos questionáveis e os que aumentam a superfície ao congelar porque a utilização desta preparação permite mudar essas terras em solos permanentemente estabilizados com o aumento da capacidade de carga, $E_2 \geq 120$ MPa. A preparação UPD é uma solução do ácido linear alquilbenzeno sulfônico (ABS) no ácido sulfúrico. Depois de ter misturado da UPD com o solo barroso, entre as partículas de silicatos e silicatos de alumínio contidos no solo, ocorre a formação de ligações químicas fortes e duráveis, incluindo ligações iônicas e ligações de hidrogénio. O factor que cimenta os silicatos e aluminossilicatos é um composto orgânico cotendo um grupo ácido que entre facilmente em reacções com silicatos e

aluminossilicatos criando assim os compostos muito fortes. A camada estabilizada e impermeável que surge é um pouco elástica sem apresentar qualquer indício de fissuras. Também aumenta consideravelmente a capacidade de carga e resistência à compressão. Além disso, a preparação UPD, contém aditivos de impermeabilização e chamado. bloqueadores, fortalecendo a ligação formada evitar que um "envelhecimento" resultante para a estabilização. Além disso, a preparação UPD, contém aditivos de impermeabilização e assim chamados bloqueadores que fortalecem as ligações formadas impedindo assim „o envelhecimento“ da estabilização.

[005] Há ainda uma necessidade para estabilizadores novos de modo a obter uma melhoria decisiva de consolidação dos colóides do solo através da introdução no solo dos compostos que sejam capazes de gerar com estes colóides mais ligações por uma molécula do mesmo do que em preparações conhecidas.

[006] É óbvio que quanto mais o composto tenha grupos capazes de gerar ligações de qualquer tipo, por exemplo grupos activos de carácter doador (formação de complexos com catiões), grupos ácido activos (formação de sal), ou os capazes de formar ligações de hidrogénio assim como os que agem sobre o princípio de forças de Van der Waals, quanto mais este composto interage com colóides do solo e que inclui - em geral - grupos de silicatos, silicatos de alumínio, catiões de metais, óxidos, carbonatos de metais, sílica, sulfuretos e semelhantes.

Além disso, quanto mais os iões metálicos livres aparecerem no solo que tem de ficar estabilizado, e estes iões com possivelmente máxima carga de valência, tanto mais

facilmente produzir-se-á uma rede específica de interações coordenadoras que favorecerá a estabilização de domínios de solo. A produção dum ambiente ácido no solo e a introdução deliberada destes iões no solo fomenta este fenómeno. Por outro lado, mais um dos objectivos de obter os estabilizadores de permuta iónica de nova geração, foi a introdução destes compostos que agem como cordas moleculares reforçando a estrutura barrosos e ilíticos a serem fundidos. As preparações adicionadas no solo têm de conter as substâncias que promovem os processos de emulsificação e de molhagem assim como ao mesmo tempo também actuam como as cordas moleculares acima mencionadas.

[007] Em fim, facultativamente, pode-se adicionar durante a agitação do solo com uma solução diluída da preparação de concentrado fruto da invenção, as substâncias higroscópicas, permanentemente ligantes a água (cimento, gesso, etc.).

[008] A essência da invenção é uma composição estabilizadora para a consolidação de solos barrosos e ilíticos sob a forma de uma solução líquida que compreende:

a) pelo menos um composto orgânico multifuncional sob a forma de derivados de compostos aromáticos, heterocíclicos ou alicíclicos numa quantidade de 20 - 40% em peso da composição total

b) pelo menos um surfactante ácido, numa quantidade de 2-10% em peso da composição total

c) pelo menos um composto de metais trivalentes, numa quantidade de 1,0-2,5% em peso da composição total

d) ácido sulfúrico, em uma quantidade de até 100% em peso da composição total.

[009] De modo preferido, os compostos multifuncionais orgânicos contêm pelo menos dois grupos funcionais e um doador de ácido como ou grupos funcionais que são capazes de interagir com, pelo menos, os colóides do solo pelas forças de Van der Waals, e preferencialmente produzem ligações de hidrogénio.

[010] De modo preferido, os compostos orgânicos multifuncionais contêm pelo menos um grupo sulfonil ao lado do qual são presentes os grupos escolhidos por entre de: fenólico, e/ou tiólico e/ou grupo tiocarboxilo e/ou grupos éster (-COOR), e/ou álcool (-OH), e/ou amida primária (-CONH₂) e/ou secundária, (-CONHR), e /ou de nitrosilic (-NO), e/ou de nitro (-NO₂), e/ou de cetona (C=O), e/ou de quinona (-CO-), e / ou aminas primárias (-NHR), e/ou aminas secundárias (-NH₂), e/ou aminas terciárias (-NR₃).

[011] De modo preferido, como compostos multifuncionais orgânicos são utilizados: ácido 1-naftol -2, 4, 9-trissulfônico, ou ácido 2-sulfo-tereftálico ou ácido antraquinona 2,4-dissulfônico ou ácido 5-sulfosalicílico, ou ácido 2-naftol-4-nitro-6-sulfônico ou as suas misturas.

[012] De modo preferido, são adicionados adicionalmente compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigénio numa quantidade de 2-8% em peso da composição total, de preferência ácidos dicarboxílicos alifáticos e/ou hidroxí ácidos.

[013] De modo preferido, como compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigénio utilizam-se: ácido oxálico, e/ou ácido malónico, e/ou ácido succínico, e/ou ácido tartárico, e/ou ácido cítrico.

[014] De modo preferido, um surfactante com um carácter ácido é usado o ácido 4-dodecil- benzeno-sulfónico (ABS).

[015] De modo preferido, como os compostos de metais trivalentes, utilizam-se os sais contendo iões de ferro trivalente (Fe^{+3}), ou alumínio trivalente (Al^{+3}) sob a forma de sulfatos, ou carbonatos ou óxidos, hidróxidos.

[016] De modo preferido, como ácido sulfúrico é utilizado desde 65% a 96% do ácido sulfúrico e/ou de óleum e/ou SO_3 .

[017] O outro objecto da invenção é um método de obter a composição para estabilizar os solos barrocos e ilíticos. Este método é caracterizado pelo facto de ser realizado por síntese directa de compostos orgânicos multifuncionais sulfonados, sob a forma de compostos derivados aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos numa quantidade de 20 - 40% em peso utilizando agentes de sulfonação na forma dum concentrado de 96% de ácido sulfúrico (H_2SO_4), e/ou óleum (solução de trióxido de enxofre SO_3 em ácido sulfúrico concentrado), e/ou trióxido de enxofre SO_3 , e, em seguida, adicionando a esta solução e os outros ingredientes na forma de: agentes tensioactivos ácidos em uma quantidade de 2-10% por compostos de metais trivalentes em peso, numa quantidade de 1,0-2,5% em peso, em que os ingredientes sejam submetidos a uma mistura intensiva para se obter uma mistura líquida uniforme.

[018] De modo preferido, adicionalmente, à solução de compostos derivados de sulfonados orgânicos multifuncionais sob a forma de derivados aromáticos, heterocíclicos, ou alicíclicos no ácido sulfúrico com os

surfactantes acídicos e compostos de metais trivalentes são adicionados os compostos de cadeia alifática multifuncionais com substituintes contendo oxigênio.

[019] De modo preferido, os compostos orgânicos multifuncionais contêm pelo menos um grupo sulfonil ao lado do qual são presentes os grupos escolhidos por entre de: fenólico, e/ou tiólico e/ou grupo tiocarboxilo e/ou grupos éster (-COOR), e/ou álcool (-OH), e/ou amida primária (-CONH₂) e/ou secundária, (-CONHR), e /ou de nitrosilic (-NO), e/ou de nitro (-NO₂), e/ou de cetona (C=O), e/ou de quinona (-CO-), e / ou aminas primárias (-NHR), e/ou aminas secundárias (-NH₂), e/ou aminas terciárias (-NR₃).

[020] De modo preferido, como compostos multifuncionais orgânicos são utilizados: ácido 1-naftol -2, 4, 9-trissulfônico, ou ácido 2-sulfo-tereftálico ou ácido antraquinona 2,4-dissulfônico ou ácido 5-sulfosalicílico, ou ácido 2-naftol-4-nitro-6-sulfônico ou as suas misturas.

[021] De modo preferido, são adicionados adicionalmente compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio, usam-se ácidos dicarboxílicos e/ou hidroxí ácidos numa quantidade de 2-8% em peso da composição total.

[022] De modo preferido, como compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio utilizam-se: ácido oxálico, e/ou ácido malónico, e/ou ácido succínico, e/ou ácido tartárico, e/ou ácido cítrico.

[023] De modo preferido, um surfactante com um carácter acídico é usado o ácido 4-dodecil- benzeno-sulfônico (ABS).

[024] De modo preferido, como os compostos de metais trivalentes, utilizam-se os sais contendo iões de ferro trivalente (Fe^{+3}), ou alumínio trivalente (Al^{+3}) sob a forma de sulfatos, ou carbonatos ou óxidos, hidróxidos.

[025] De modo preferido, como ácido sulfúrico é utilizado desde 65% a 96% do ácido sulfúrico e/ou do óleum e/ou H_2O .

[026] De modo preferido, a etapa de sulfonação dos compostos multifuncionais aromáticos, heterocíclicos ou alicíclicos utilizando ácido sulfúrico a 96% de força, a uma temperatura de 120 - 125° C durante pelo menos 1 hora, no entanto, usando ácido sulfúrico fumante (o óleum) a temperatura do processo é de 85 - 95°C; os compostos metálicos trivalentes são adicionados à uma mistura de compostos sulfoderivados, multifuncionais aromáticos, heterocíclicos ou alicíclicos no ácido sulfúrico a uma temperatura de 50 - 60°C.

[027] Ainda um outro objecto da invenção é um método de estabilizar os solos barrocos e ilíticos que contém as etapas seguintes:

a. preparar uma solução diluída da composição estabilizante numa proporção de 1: 200,

b. preparar o local para o processo de estabilização, removendo a camada superior de terra de 5 a 30 cm, e nivelamento da superfície,

c. rasgar, esmagar e afrouxar a estrutura do solo a uma profundidade de 15 a 40 cm,

d. introduzir ao solo a solução da composição estabilizante preparada no passo a.

e. alinhar e amassar o solo estabilizado.

[028] De modo preferido, tendo executado o passo b) reveste-se o terreno preparado por uma camada de de cimento ou de misturas de cimento de 2 a 4%, em peso, do solo para endurecer e consolidar.

[029] De modo preferido, o passo de rasgar, esmagar e afrouxar a estrutura do solo a uma profundidade de 15 a 40 cm faz-se com ajuda dum cultivador rotativo.

[030] De modo preferido, introduz-se a solução da composição estabilizante derramando-o na superfície do solo ou pela injeção de pressão.

[031] De modo preferido, para estabilizar os 6,5 m³ do solo barroso e ilítico utiliza-se um (1) litro da composição estabilizadora em forma concentrada.

[032] Utilizando a composição formulada segundo a invenção e o seu método para a estabilização de solos dá diversos benefícios, por exemplo, permite o uso de solo natural, como a única base para a formação de pavimentos de betão camada de asfalto, cubos de pavimento ou constitui um revestimento independente não pavimentado da estrada capaz de suportar as cargas de transporte rodoviário. Reforça consideravelmente ($ME_2 > 120$ MPa) os solos com fraca capacidade de suporte de carga como o chão debaixo de revestimento das estradas, a aos solos coesivos e os que aumentam a superfície ao congelar (solos barrosos e ilíticos) reduz o intumescimento de solos de menos do que 0,5%, e dá-lhes as características adequadas de rochas sedimentares. Ao estabilizar os solos pelo cimento reduz o desgaste de 3% em peso, o que impede contrações e rachaduras. Reduz significativamente a humidade ascendente, obtendo assim a resistência requerida a temperaturas negativas dos solos

estabilizados. Permite assim limitar o revestimento de asfalto e concreto a uma camada de 4 cm, sem diminuir a capacidade de carga, a qualidade e a durabilidade da estrada. Permite a reciclagem local a frio, do revestimento velho de asfalto e concreto com uma parte da fundação na ausência de massas asfálticas adicionais, aumentando sua qualidade e durabilidade. Reduz o tempo e o custo de execução de obras rodoviárias até 70%. Impedindo a formação de rastos, ondulações e brechas, prolonga a vida e reduz o custo de manutenção de estradas por 60-80%. Sendo amigável ao meio ambiente, neutraliza no solo a poluição petroquímica, de óleo e de gasolina formando um material altamente resistente à penetração por água ou outros líquidos. Para estabilizar os solos utiliza-se a solução da composição inventa resultante da diluição da composição com água a uma proporção em volume de 1: 200. O desgaste da composição de estabilização é um litro - para 6,5 metros cúbicos de solo. Isto é, para a estabilização de permuta iónica de 1 m³ do solo é utilizado aprox. 0,16 litro da composição. No caso de uma espessura de camada de 25 cm de subsolo, estrada de terra, reciclagem de velhos revestimentos de concreto e asfalto - o desgaste da composição estabilizadora para 1 m² é aproximadamente 0,04 litros, ou seja para 1,0 km da estrada com uma largura de 6,0 m usa-se se aprox. 240 litros da composição. Obtém-se o valor do módulo estático de deformação secundária E_{v2} que excede o valor de 120 Mp, em média 250 Mp ou mesmo > 400 Mp, o que proporciona uma capacidade de suporte de carga da estrutura para tráfego pesado. Os equipamentos de construção de estradas modernos possibilitam a estabilização de terrenos com a superfície de 2000 - 3000 m²/por dia. Também é possível

utilizar para a estabilização de equipamentos agrícolas, tais como um cultivador rotativo, grade de disco, pulverizadores e rolos de estrada.

[033] Antes de começar os trabalhos, é necessário tomar as amostras do solo para examinar a sua adequação para a estabilização em laboratórios especializados.

[034] A composição fruto da invenção é uma nova geração de estabilizadores de permuta iónica de solos barrosos e ilíticos. É um concentrado de solução líquida que contém: compostos orgânicos polifuncionais de aromáticos, heterocíclicos, alicíclicos e surfactantes acídicos, compostos de metais trivalentes em ácido sulfúrico concentrado.

[035] Os compostos multifuncionais têm uma estrutura espacial que permite a formação de ligações e interacções com as estruturas do solo de modo substancialmente simétrico em torno destes compostos. Isto permite uma apresentação simétrica destas actuações o que leva à formação de estruturas regulares superficiais até mesmo de estruturas espaciais em rede, de tipo 2D e 3D respectivamente.

[036] Tendo em conta os aspectos económicos, aplicou-se os derivados multifuncionais baratos e facilmente disponíveis de hidrocarbonetos aromáticos, alicíclicos e heterocíclicos que são: benzeno, naftaleno, antraceno, fenantreno, piridina, triazina, ciclo-hexano, ciclopropano, ou alguns deles, por exemplo, derivados de quinona, por exemplo: naftoquinona, antraquinona, etc. Por entre de hidrocarbonetos alifáticos de cadeia aplicaram-se geralmente

os derivados multifuncionais de C₃ a C₆. Os compostos polifuncionais devem conter pelo menos dois, de preferência - mais do que dois grupos funcionais, tanto acídicos como os de σ - carácter dador.

[037] A mais preferida é a existência duma sulfona, ao lado da qual/dos quais podem estar presentes os substituintes tais como os grupos de fenol, tiol, carboxilo ou tiocarboxílico.

[038] Pode haver por aqui também outros grupos funcionais, para além de grupo/grupos de ácido sulfónico, os substituintes tendo propriedades muito menores ou mesmo a ausência de propriedades ácidas e as de σ - doador.

[039] No entanto, eles devem ser capazes de interagir com os colóides do solo pelo menos por forças de Van der Waals, contudo seria bem preferível si - como os grupos acima mencionados (do sulfónico aos tiocarboxílicos) - formassem ligações de hidrogênio, ou seja - por exemplo - os grupos de éster -COOR, de álcool -OH, de amida primária e secundária (-CONH₂, -CONHR), de nitrosilic -NO, de nitro - NO₂, de cetona, de quinona - CO-, e mesmo os amins primárias, secundárias e terciárias (- NH₂- NHR, - NR₃), que apesar de terem o carácter sem dúvida básico, mas no ambiente ácido da preparação de permuta iónica estes grupos formam os sais totalmente dissociadas, quer dizer podem interagir com compostos formadores de solo argiloso, etc.

[040] À luz do acima exposto, os compostos exemplares podem ser os derivados, por exemplo, de: naftaleno, benzeno, piridina, antraceno com um, dois ou três grupos sulfónicos e um fenólico ou dois grupos carboxílicos e um sulfónico, etc.

[041] Os compostos exemplares deste tipo são:

- ácido 1-naftol -2, 4, 9-trissulfônico
- ácido 2-sulfo-tereftálico
- ácido antraquinona 2,4-dissulfônico
- ácido 5-sulfosalicílico
- ácido 2-naftol-4-nitro-6-sulfônico

[042] Além disso, seria muito vantajoso do ponto de vista do mecanismo de consolidação de colóides introduzir um agente adicional para a consolidação do solo de modo similar como os descritos acima, mas además que produz estruturas de rede 2D e 3D doutros parâmetros geométricos e outras distâncias inter-atômicas.

[043] Isto permite formar uma segunda estrutura pela qual se aproximam mais outros domínios de solo, aumentando assim o efeito de consolidação do solo.

[044] O factor de diferenciação é a construção de redes na base de compostos orgânicos tendo influência menor o tipo de substituinte.

[045] Além disso, introduz-se à composição estabilizadora de solos barrocos e ilíticos, compostos alifáticos polissubstituídos mais preferencialmente, com um substituintes contendo oxigénio ou - o que seria óptimo - sendo os derivados de deidrocarbonetos alifáticos de cadeia lineares e ramificados da estrutura geral de C₃ a C₆.

[046] Tais componentes são, por exemplo.:

- ácidos dicarboxílicos alifáticos (ácido oxálico, ácido malónico ou succínico, e tc.) ou
- hidroxí ácidos tais como ácido tartárico ou ácido cítrico..

[047] Esses componentes criam uma nova qualidade de interações com os domínios do solo em nível molecular.

[048] O segundo componente da composição de estabilização são agentes tensioactivos possuindo um carácter ácido, por um lado, facilitam a penetração da solução de estabilizador na estrutura capilar do solo, facilitam a molhagem dos domínios de solo insolúveis em água assim como intruduzem um grupo, grupo adicional capaz de produzir ligação iônica, hidrogênica, e até mesmo coordenativa.

[049] Por outro lado, graças à estrutura molecular linear do surfactante com a carga negativa presente na sua extremidade produzem no solo as estruturas armadas adicionais tais como vergalhões em concreto armado.

[050] Por exemplo, o composto deste tipo é o ácido 4-dodecilbenzenossulfonato (ABS)

[051] As preparações contêm também os catiões de metal com maior carga positiva possível, ou seja os íons de ferro trivalente (Fe^{+3}), do alumínio trivalente (Al^{+3}), etc. gerando assim as ligações permanentes entre doadores-receptores com os grupos doadores dos ligandos orgânicos acima mencionados.

[052] É preferível adicionar os sulfatos destes metais porque no caso de cloretos e nitratos pode ser esperada a libertação rápida durante a dissolução de cloreto de hidrogénio ou ácido nítrico o que é desfavorável do ponto de vista do meio ambiente. De preferência, é melhor adicionar esses metais como os seus óxidos, hidróxidos, carbonatos. Todos os compostos acima mencionados (incluindo ferrugem) reagem rapidamente com ácido sulfúrico para dar sulfatos

solúveis.

[053] Todos os componentes da composição estabilizadora são dissolvidos em ácido sulfúrico concentrado (65-96%) que, depois de diluição (normalmente na proporção de 1: 200) - quando em uso - faz o ambiente do solo ligeiramente ácido o que favorece o processo de consolidação do solo devido ao aparecimento de hidrólise ácida dos colóides do solo, de iões metálicos livres bem como aqueles que são adicionados ao solo em conjunto com a composição estabilizadora.

[054] Um factor importante que afecta a qualidade final da composição de acordo com a invenção é a opção de adicionar, durante o processo de consolidação do solo, umas pequenas quantidades (não mais do que 2-4% em massa) de substâncias que permanentemente ligam a água, particularmente em caso de solos encharcados.

Prefere-se a utilização de cimento ou gesso.

[055] A composição estabilizadora de acordo com a invenção é obtida por síntese directa de
de compostos sulfoderivados aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos utilizando agentes de sulfonação na forma dum concentrado de 96% de ácido sulfúrico (H_2SO_4), e/ou óleum (solução de trióxido de enxofre SO_3 em ácido sulfúrico concentrado), e/ou trióxido de enxofre SO_3 , e, em seguida, adicionando a esta solução os outros ingredientes na forma de: agentes tensioactivos ácidos, compostos de metais (de preferência trivalentes) cujos iões,

como iões centrais complexos produzem complexos de natureza polimérica com os sulfoderivados e os compostos de cadeia multifuncionais com um substituintes contendo oxigénio.

[056] No caso do ácido sulfúrico aquoso H_2SO_4 concentrado de 96%, para processos de sulfonação de substratos orgânicos, a concentração deste ácido depois da reacção é sempre menor do que a do ácido de partida por causa do aparecimento de água, como um dos produtos da reacção.

[057] Geralmente, nestes casos, a concentração do ácido sulfúrico H_2SO_4 nas preparações finais que não excede 80%.

[058] Quando é usado ácido sulfúrico fumante (o óleum), a concentração de ácido sulfúrico H_2SO_4 nas preparações finais permanece inalterada posto que qualquer quantidade de água que aparece na reacção de sulfonação é imediatamente consumida pelo trióxido de enxofre SO_3 dissolvido em acético levando à formação de H_2SO_4 .

[059] A composição estabilizadora de acordo com a invenção pode também ser produzida por dissolução em ácido sulfúrico concentrado H_2SO_4 de preparações comercializadas no mercado de sulfoderivados orgânicos assim como dos outros componentes de preparações que são os agentes tensioactivos de ácido e sais de metais trivalentes (de preferência).

[060] A invenção foi descrita nos modelos de realização apresentados a continuação:

Modelo 1 o teor composição de estabilização

1. 100 dm^3 do ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado

(96%) com a densidade $1,86\text{g}/\text{cm}^3$,

2. 20 kg β - naftol ($M_{\text{molecular}} = 144\text{g}$)
3. solução saturada de mistura de:
 - sulfato (VI) de alumínio (III) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_{\text{molecular}} = 342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) contendo de 3,56 kg, a 4,75 kg e
 - sulfato (VI) de ferro (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_{\text{molecular}} = 400\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) de 4,2 kg a 5,6 kg
 - em ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado 96%
- .
4. ácido cítrico 12 kg
5. surfactante acético - ABS, ou seja ácido 4-dodecylo fenil sulfônico em quantidades até 12 kg

Modelo 2 o teor composição de estabilização

1. 100 dm^3 do ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado (96%) (VI),, com a densidade $1,86\text{g}/\text{cm}^3$,
2. 20 kg β - naftol ($M_{\text{molecular}} = 144\text{g}$)
3. solução saturada de mistura de
 - sulfato (VI) de alumínio (III) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ / ($M_{\text{molecular}} = 666\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) contendo de 6,94 kg a 9,25 kg e
 - sulfato (VI) de ferro (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_{\text{molecular}} = 400\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) de 4,2 kg a 5,6 kg
 - em ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado 96%
- .
4. ácido cítrico 12 kg
5. surfactante acético - ABS, ou seja ácido 4-dodecylo fenil sulfônico em quantidades até 12 kg

Modelo 3 método de preparação da composição de acordo com a invenção

Etapa I

[061] Ao reactor com a capacidade de. 250 dm³ indtroduz-se 100 dm³ do ácido sulfúrico H₂SO₄ concentrado (96%) com a densidade de 1,86g/cm³, e, em seguida, adiciona-se lentamente 20 kg β - naftol (M_{molecular} = 144g).

[062] Depois de ter vertido o reagente orgânico ao reactor, agindo vigorosamente leva-se a temperatura da mistura reaccional até 120 - 125^oC mantendo esta temperatura durante uma hora

Etapa II

[063] Após a cessação do aquecimento, e tendo baixado a temperatura da mistura reaccional ao nível de 50 - 60^oC introduz-se uma porção da solução saturada da mistura de 6,94 kg a 9,25 kg do sulfato (VI) de alumínio (III) Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O / (M_{molecular}. = 666g·mol⁻¹) e de 4,2 kg a 5,6 kg do sulfato (VI) de ferro (III) Fe₂(SO₄)₃ (M_{molecular}. = 400g·mol⁻¹) em ácido sulfúrico (VI) H₂SO₄ concentrado 96% .

[064] A quantidade de iões metálicos livres introduzida não deve exceder 15% - 20% da quantidade molar dos compostos aromáticos que formam ligandos quelantes.

[065] O resto dos iões deve provir do solo como resultado da hidrólise ácida dos seus colóides.

[066] A solução de iões Al⁺³ i Fe⁺³ em ácido sulfúrico (VI) H₂SO₄ concentrado 96% pode ser obtida também ao utilizar não os sulfatos prontos (VI) destes metais, mas o produto da reacção do ácido com óxidos, hidróxidos ou

carbonatos de (neste caso, apenas do ferro).

[067] Isto pode ser realizado num reactor separado (de preferência usando óxidos apropriados - no caso de ferro - ferrugem, e no âmbito maior a carepa metalúrgica), ou directamente no reactor no qual se leva os processos de sulfonação, introduzindo por aí estes óxidos, ou no caso do ferro, a ferrugem ou a carepa.

[068] No entanto, neste caso, é necessário utilizar no início da síntese a quantidade correspondentemente mais elevada (até 20%) de ácido sulfúrico concentrado.

[069] Quando o processo de dissolução de óxidos é realizado em paralelo com os processos de sulfonação, ou se a solução de catiões metálicos no ácido sulfúrico é adicionado no início da aqui descrita reacção de sulfonação de derivados de hidrocarbonetos aromáticos, então produz-se a acção catalítica dos catiões neste processo.

[070] Os sulfoderivados já criados ou em via de criação, e os grupos fenólicos, depois de catiões metálicos terem aparecido no líquido de reacção, formam complexos com eles.

[071] Estes complexos são, em especial no caso de catiões Fe^{+3} , permanentes em meio ligeiramente ácido, e muito permanentes no meio neutro ou alcalino, dando uma solução corante com as cores intensas, principalmente com a sombra de violeta (os complexos de alumínio são muito menos estáveis, mesmo num ambiente inerte).

Etapa III

[072] O próximo passo, após a adição de iões de metais, é a introdução na solução de pós-reacção, os

compostos da cadeia alifáticos de oxigénio, por ex. 12 kg de ácido cítrico. O ácido cítrico é dissolvido na solução de pós-reacção com agitação vigorosa durante 10 minutos.

Etapa IV

[073] Na última etapa, introduz-se ao reactor uma porção do surfactante ácido, neste caso o ABS, ou seja o ácido 4-dodecilo fenil sulfónico em quantidade até 12 kg ou seja 5% do peso total da preparação, que acaba por ser intensivamente agitada.

[074] Assim obtém-se a composição estabilizadora sob a forma de um concentrado líquido, que representa 100% de substratos utilizados.

MODELO 4 método de preparação da composição de acordo com a invenção

[075] Ao reactor com a capacidade de. 250 dm³ indtroduz-se 100 dm³ do óleum ou seja a solução de trióxido de enxofre em ácido sulfúrico concentrado (VI) H₂SO₄ (a densidade do óleum é 1,86g/cm³), e, em seguida, adiciona-se lentamente agitando 20 kg β - naftol (M_{molecular} = 144g).

[076] Depois de ter vertido o reagente orgânico ao reactor, encende-se o aquecedor e agitando vigorosamente leva-se a temperatura da mistura reaccional até 85 - 95°C, sendo uma parte do calor - necessário para aquecer a mistura - resultado do processo exotérmicode sulfonação do β - naftol.

[077] A temperatura acima mencionada é mantida durante pelo menos 1 hora.

[078] Depois de ter apagado o aquecedor a temperatura da mistura reaccional vai baixar ao nível de 50 - 60°C, introduz-se uma porção da solução saturada da mistura

de 6,94 kg a 9,25 kg do sulfato (VI) de alumínio (III) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ($M_{\text{molecular.}} = 666\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) ou de preferência de 3,56 kg, a 4,75 kg do sulfato (VI) de alumínio (III) em forma anidra $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_{\text{cz.}} = 342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) e de 4,2 kg a 5,6 kg do sulfato (VI) de ferro (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_{\text{molecular.}} = 400\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) em ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado 96% .

[079] Na última etapa do processo da preparação da composição estabilizadora para solos barrocos e ilíticos, introduz-se ao reactor uma porção do surfactante ácido, neste caso o ABS, ou seja o ácido 4- dodecilo fenil sulfónico em quantidade até 12 kg ou seja 5% do peso total da preparação.

[080] No caso em que na reacção de sulfonação de derivados aromáticos usa-se o óleum, não se adiciona ácidos dicarboxílicos alifáticos e/ou hidroxí ácidos ou os outros derivados dos hidrocarbonetos alifáticos de oxigénio, isto devido ao facto da presença no producto final do ácido sulfúrico praticamente cem por cento. Este ácido sulfúrico não apenas teria facilmente decarboxilado estes compostos, mas também teria desidratado os grupos -OH o que poderia levar até mesmo a carbonização de tais compostos.

MODELO 5

[081] Ao reactor com a capacidade de. 250 dm^3 indtroduz-se 100 dm^3 do ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado (96%) com a densidade de $1,86\text{g}/\text{cm}^3$, e, em seguida, adiciona-se lentamente 10 kg β - naftol ($M_{\text{molecular}} = 144\text{g}$) e 10 kg de ácido salicílico ($M_{\text{molecular}} = 148\text{g}$).

[082] Depois de ter vertido o reagente orgânico ao reactor, agindo vigorosamente leva-se a temperatura da mistura reaccional até 120 - 125°C mantendo esta temperatura durante uma hora.

[083] Após a cessação do aquecimento, e tendo baixado a temperatura da mistura reaccional ao nível de 50°C introduz-se uma porção pesada de 6,94 kg do sulfato (VI) de alumínio (III) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ / ($M_{\text{molecular.}} = 666\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) agitando vigorosamente até que o sal esteja completamente dissolvido

[084] A solução de iões Al^{+3} em ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado 96% pode ser obtida também ao utilizar o produto da reacção do ácido com o seu óxido, hidróxido. Isto pode ser realizado num reactor separado ou no mesmo reactor usando no início, o respectivo excesso do H_2SO_4 concentrado 96%.

[085] O próximo passo, após a adição de iões de metais, é a introdução na solução de pós-reacção, os compostos da cadeia alifáticos de oxigénio, neste caso, 5 kg de ácido cítrico e 4 kg de ácido oxálico, dando um total de 3,75% em peso da preparação.

[086] Em seguida, o procedimento é como descrito nos modelos anteriores. Na última etapa do processo da preparação da composição estabilizadora para solos barrosos e ilíticos, introduz-se ao reactor uma porção do surfactante ácido, neste caso o ABS, ou seja o ácido 4-dodecylo fenil sulfónico em quantidade até 10 kg ou seja 4% do peso total da preparação. Assim obtém-se a composição estabilizadora sob a forma de um concentrado líquido, que representa 100% de substratos utilizados.

MODELO 6

[087] Ao reactor com a capacidade de. 250 dm^3 indtroduz-se 100 dm^3 do ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado (70%) com a densidade de 1,61g/cm³, e em seguida, adiciona-se

lentamente agitando 30 kg do ácido 1-hidroxi-2,4-benzeno-di-sulfónico.

[088] Aquece-se a mistura até a temperatura de 50-60°C agitando vigorosamente até que todo o ácido sulfónico esteja dissolvido.

Então, após a cessação do aquecimento introduz-se uma porção pesada de 6,94 kg do sulfato (VI) de alumínio (III) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ / ($M_{\text{molecular}} = 666\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) agitando vigorosamente até que o sal esteja completamente dissolvido. A solução de iões Al^{+3} em ácido sulfúrico (VI) H_2SO_4 concentrado 96% pode ser obtida como foi descrito no modelo 3.

[089] O próximo passo, após a adição de iões de alumínio (III), é a introdução na solução de pós-reacção, os compostos da cadeia alifáticos ricos em oxigénio, de 4 kg de ácido cítrico e de 2 kg de trietilenoglicol o que dá um total de 3% em peso da preparação.

[090] Introduz-se o trietilenoglicol ao reactor e depois procede-se a dissolvê-lo na solução formada anteriormente, agitando durante 10 minutos. Na última etapa do processo da preparação da composição estabilizadora para solos barrocos e ilíticos, introduz-se ao reactor uma porção do surfactante ácido, neste caso o ABS, ou seja o ácido 4-dodecylo fenil sulfónico em quantidade até 10 kg ou seja 4,9% do peso total da preparação. Assim obtém-se a composição estabilizadora sob a forma de um concentrado líquido, que representa 100% de substratos utilizados.

Modelo 7 método para estabilizar os solos barrocos e ilíticos

a. preparação da solução diluída da composição

estabilizadora na proporção de 1: 200, ou seja, um litro da composição é vertido em 200 litros de água (um barril).

b. preparação da área para o processo de estabilização, removendo a camada superior do solo (húmus), ou seja remover o húmus até o nível dos solos barrosos e ilíticos (que aumentam a superfície ao congelar), coesivos etc. usualmente são 5 - 30 centímetros; ou remove-se o revestimento indelével anterior desgastado, por exemplo: asfalto, pavimento velho, etc; em seguida, geralmente procede-se ao nivelamento preliminar do solo, utilizando, por exemplo, uma motoniveladora.

c. cobrir a área preparada, quando necessário, por uma camada fina de cimento ou de misturas tais como <<silment>> utilizando um equipamento agrícola (um semeador) ou um outro dispositivo para não exceder os 2-4% da massa do solo consolidado,

d. entrada do cultivador rotativo com presas de comprimento adequado, dependendo do objetivo de estabilização; por exemplo, se for um parque de estacionamento, as presas deveriam ser de 20 cm de comprimento, se for uma estrada secundária -. 25 a 30 cm, e uma rodovia > 35 cm. Este dispositivo rasga, esmaga e revolve a estrutura do solo,

e. introduzir a solução diluída da composição preparada na etapa A. Pode-se realizá-lo derramando a solução ao seguir o cultivador rotativo em operação ou por uma injeção de pressão da preparação por bocais localizados em presas do o cultivador rotativo o que melhora a qualidade de misturar a solução com o solo e, opcionalmente, com o

cimento.

f. utilizar o cultivador rotativo para misturar com o solo o cimento formando assim uma massa sólida

g. entrada na área consolidada de motoniveladoras preparando a área para os rolos que esmagam e compacta o solo (os rolos de diversos tipos: vibratórios, estáticos, metálicos, de borracha, etc).

[091] Depois dum dia e até 30 horas, na área consolidada assim pode entrar o equipamento pesado, ou na medida do necessário para estradas, estacionamentos, aeroportos, pode-se começar a imposição de camadas superiores. Se não é necessário, é recomendado deixar o substrato preparado pela tecnologia acima descrita acima, durante pelo menos 7 dias, preferencialmente 21 dias (no caso de rodovia), protegendo a área contra chuva (folha, etc).

[092] Para estabilizar os substrato é utilizado a solução de composição estabilizadora resultante da diluição da composição com água a uma proporção em volume de 1: 200. O desgaste da composição estabilizadora é um litro - para 6,5 metros cúbicos de solo. Isto significa que para a estabilização de permuta iónica de 1 m³ do solo usa se aprox. 0, 16 litro da composição.

[093] No caso de uma espessura de camada de 25 cm de subsolo, estrada de terra, reciclagem de velhos revestimentos de concreto e asfalto - o desgaste da composição estabilizadora para 1 m² é aproximadamente 0,04 litros, ou seja para 1,0 km da estrada com uma largura de 6,0 m usa-se se aprox. 240 litros da composição. Obtém-se o valor

do módulo estático de deformação secundária E_{v2} que excede o valor de 250 Mp, o que proporciona uma capacidade de suporte de carga da estrutura para tráfego pesado.

[094] Os equipamentos de construção de estradas modernos possibilitam a estabilização de terrenos com a superfície de 2000 - 3000 m²/por dia. Também é possível utilizar para a estabilização de equipamentos agrícolas, tais como um lcultivador rotativo, grade de disco, pulverizadores e rolos de estrada.

[095] Antes de começar os trabalhos, é necessário tomar as amostras do solo para examinar a sua adequação para a estabilização em laboratórios especializados.

Modelo 8 Investigação da densidade pelo método de módulo de deformação

[096] Para verificar a qualidade da estabilização do solo, realizam-se os testes (abaixo descritos) da densidade pelo método de módulo de deformação abaixo.

[097] Recomenda-se deixar a camada perfilada do substrato durante o período necessário para possibilitar efectuem-se as reacções químicas induzidas pela acção da preparação estabilizadora. O empreiteiro deverá determinar este período em função da temperatura do ambiente. Os testes realizam-se após 3-7 dias depois de ter realizado a consolidação do substrato.

[098] A densidade é determinada pelo método de definição do módulo de deformação. Verifica-se a densidade de camadas de substrato por uma placa VSS de diâmetro 30 cm segundo BN-64/8931-02. Para calcular módulo de deformação E

devem ser tomada em consideração a gama de cargas da unidade de 0,15 a 0,25 MPa, levando a carga final à camada de substrato a 0,45 MPa.

[099] Entende-se que o material do substrato está suficientemente denso ao cumprir duas condições a seguir, independentemente do tipo de tráfego:

Condição 1:

$$E_2 / E_1 \leq 2,2$$

E_1 - módulo de deformação no primeiro carregamento dos valores mostrados em MPa,

E_2 - módulo de deformação no segundo carregamento dos valores mostrados em MPa.

Condição 2:

$E_2 \geq 100$ MPa para o subsolo melhorado,

$E_2 \geq 120$ MPa para o substrato auxiliar.

[0100] O uso de composição estabilizadora é a melhor solução desempenho rápido, económico e eficaz de tarefas na construção e renovação de estradas, praças, parques de estacionamento, aeroportos, ciclovias, passagens a florestas e terras agrícolas.

[0101] Após a remoção da camada superficial do solo e realizando a macro-nivelção estabiliza-se o canteiro de obras no nível óptimo.

[0102] No caso da camada de espessura de 25 cm estabilizada pelo cimento 2-3% e pela composição segundo a invenção, aparece uma superfície dura que permite evitar a lama no canteiro de obras, possibilita a livre circulação do equipamento, sem veredas temporárias, permite a realização de escavações locais ou lineares na maior parte sem cofragem, reduzindo as camadas tradicionais de estrada ou sob pisos de

objetos cúbicos, evitando câmbios de solos que aumentam o volume ao congelar em outros materiais.

[0103] A composição estabilizadora é amplamente usada.

[0104] Os caminhos de terra batida construídas na forma de camada estabilizada de $25 \div 30$ centímetros apresentam o revestimento permanente em comparação com os caminhos existentes de revestimentos em pedra britada ou de escória, e têm a durabilidade comparável com as estradas de asfalto.

[0105] Não amolecer a altas temperaturas nem apresentam defeitos resultantes de impactos de condições climáticas no Inverno. A sua capacidade de carga atende aos requisitos de seu transporte rodoviário médio. Posteriormente é possível revestir directamente a sua superfície pelo pavimento de asfalto - concreto.

[0106] A composição estabilizadora pode ser utilizada para a estabilização do solo para caminhos de bicicleta e actividades de lazer, sem impacto negativo sobre o ambiente.

[0107] A estabilização do solo usando composição estabilizadora permite a execução de pistas e áreas de estacionamento para os equipamentos de aviação. Após a estabilização o pavimento permanente de solo continua amigável para o meio ambiente e seguro devido às vantagens do material formado como um resultado da mistura do solo com o cimento (ou cinzas voláteis) e a composição estabilizadora.

REIVINDICAÇÕES

1. COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA CONSOLIDAR E ESTABILIZAR SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS EM FORMA DE SOLUÇÃO LÍQUIDA, caracterizado por conter:

a) pelo menos um composto orgânico em forma dos compostos derivados de aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos na quantidade de 20 - 40% em peso da composição total

b) pelo menos um surfactante com um carácter ácido numa quantidade de 2-10% em peso da composição total

c) pelo menos um composto de metal trivalente, numa quantidade de 1,0-2,5% em peso da composição total

d) ácido sulfúrico, em uma quantidade de até 100% em peso da composição total.

2. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por:

os compostos multifuncionais orgânicos conterem pelo menos dois grupos funcionais e um doador de ácido como ou grupos funcionais que são capazes de interagir com, pelo menos, os colóides do solo pelas forças de Van der Waals, e preferencialmente produzem ligações de hidrogénio.

3. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por:

os compostos orgânicos multifuncionais conterem pelo menos um grupo sulfonil ao lado do qual são presentes os grupos escolhidos por entre de: fenólico, e/ou tióico e/ou grupo tiocarboxilo e/ou grupos éster (-COOR), e/ou álcool (-OH), e/ou amida primária (-CONH₂) e/ou secundária, (-CONHR), e /ou de nitrosilic (-NO), e/ou de nitro (-NO₂), e/ou de cetona (C=O), e/ou de quinona (-CO-), e / ou aminas primárias

(- NHR), e/ou aminas secundárias (- NH₂), e/ou aminas terciárias (- NR₃).

4. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicações 1 a 3, caracterizada por:

como compostos multifuncionais orgânicos serem utilizados: ácido 1-naftol -2, 4, 9 - trissulfônico, ou ácido 2-sulfo-tereftálico ou ácido antraquinona 2,4-dissulfônico ou ácido 5-sulfosalicílico, ou ácido 2-naftol-4-nitro-6-sulfônico ou as suas misturas.

5. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por:

serem adicionados adicionalmente compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio numa quantidade de 2-8% em peso da composição total, de preferência ácidos dicarboxílicos alifáticos e/ou hidroxí ácidos.

6. COMPOSIÇÃO, de acordo com as reivindicações 1 ou 5 caracterizada por: como compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio utilizam-se: ácido oxálico, e/ou ácido malônico, e/ou ácido succínico, e/ou ácido tartárico, e/ou ácido cítrico.

7. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por:

como o surfactante com um carácter ácido usa-se o ácido 4-dodecilbenzenossulfonato (ABS)

8. COMPOSIÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por:

como os compostos de metais trivalentes, utilizam-se os sais contendo íons de ferro trivalente (Fe⁺³), ou alumínio trivalente (Al⁺³) sob a forma de sulfatos, ou

carbonatos ou óxidos, hidróxidos.

9. COMPOSIÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada por: como ácido sulfúrico é utilizado desde 65% a 96% do ácido sulfúrico e/ou do óleum e/ou SO_3 .

10. MÉTODO DE OBTENÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA SOLOS SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS, caracterizado por: se realizar por síntese directa de de compostos sulfoderivados aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos na quantidade de 20 - 40% em peso utilizando agentes de sulfonação na forma dum concentrado de 96% de ácido sulfúrico (H_2SO_4), e/ou óleum (solução de trióxido de enxofre SO_3 em ácido sulfúrico concentrado), e/ou trióxido de enxofre SO_3 , e, em seguida, adicionando a esta solução os outros ingredientes na forma de

- surfactantes na quantidade de 2-10% por peso
- compostos metálicos trivalentes na quantidade de 1,0-2,5% em peso, em que os ingredientes são agitados vigorosamente para obter uma mistura líquida homogénea.

11. COMPOSIÇÃO, conforme definida na reivindicação 10, caracterizada por:

adicionalmente, à solução de compostos derivados de sulfonados orgânicos multifuncionais sob a forma de derivados aromáticos, heterocíclicos, ou alicíclicos no ácido sulfúrico com os surfactantes acídicos e compostos de metais trivalentes serem adicionados os compostos de cadeia alifática multifuncionais com substituintes contendo oxigénio.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicações 10 ou 11 caracterizado por: os compostos orgânicos multifuncionais

conterem pelo menos um grupo sulfonil ao lado do qual são presentes os grupos escolhidos por entre de: fenólico, e/ou tiólico e/ou grupo tiocarboxilo e/ou grupos éster (-COOR), e/ou álcool (-OH), e/ou amida primária (-CONH₂) e/ou secundária, (-CONHR), e /ou de nitrosilic (-NO), e/ou de nitro (-NO₂), e/ou de cetona (C=O), e/ou de quinona (-CO-), e / ou amins primárias (-NHR), e/ou amins secundárias (-NH₂), e/ou amins terciárias (-NR₃).

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicações 10 ou 12 caracterizado por: como compostos multifuncionais orgânicos serem utilizados: ácido 1-naftol -2, 4, 9 - trissulfônico, ou ácido 2-sulfo-tereftálico ou ácido antraquinona 2,4-dissulfônico ou ácido 5-sulfosalicílico, ou ácido 2-naftol-4-nitro-6-sulfônico ou as suas misturas.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10 caracterizado por:

serem adicionados adicionalmente compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio numa quantidade de 2-8% em peso da composição total, de preferência ácidos dicarboxílicos alifáticos e/ou hidroxí ácidos.

15. MÉTODO, de acordo com a reivindicações 10 ou 14 caracterizado por: como compostos orgânicos multifuncionais alifáticos que contêm grupos de oxigênio utilizam-se: ácido oxálico, e/ou ácido malônico, e/ou ácido succínico, e/ou ácido tartárico, e/ou ácido cítrico.

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10

caracterizado por: como o surfactante com um carácter ácido usa-se o ácido 4-dodecilbenzenossulfonato (ABS)

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10 caracterizado por:

como os compostos de metais trivalentes, utilizam-se os sais contendo iões de ferro trivalente (Fe^{+3}), ou alumínio trivalente (Al^{+3}) sob a forma de sulfatos, ou carbonatos ou óxidos, hidróxidos.

18. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por: o ácido sulfúrico ser utilizado como uma solução de concentração do ácido sulfúrico de 65% a 96% em água e/ou o óleum.

19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10 caracterizado por: a etapa de sulfonação dos compostos multifuncionais aromáticos, heterocíclicos ou alicíclicos utilizando ácido sulfúrico a 96% de força, a uma temperatura de 120 - 125 ° C durante pelo menos 1 hora, no entanto, usando ácido sulfúrico fumante (o óleum) a temperatura do processo é de 85 - 95°C; os compostos metálicos trivalentes são adicionados à uma mistura de compostos sulfoderivados, multifuncionais aromáticos, heterocíclicos ou alicíclicos no ácido sulfúrico a uma temperatura de 50 - 60°C.

20. MÉTODO PARA A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS, caracterizado por compreender as etapas seguintes:

a) preparar uma solução diluída da composição estabilizante numa proporção de 1: 200,

b) preparar o local para o processo de estabilização, removendo a camada superior de terra de 5 a 30 cm, e nivelamento da superfície,

c) rasgar, esmagar e afrouxar a estrutura do solo a uma profundidade de 15 a 40 cm,

d) introduzir ao solo a solução da composição estabilizante preparada no passo a.

e) alinhar e amassar o solo estabilizado.

21. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 20 caracterizado por: ter executado o passo b) reveste-se o terreno preparado por uma camada de de cimento ou de misturas de cimento de 2 a 4%, em peso, do solo para consolidar.

22. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 20 caracterizado por: o passo de rasgar, esmagar e afrouxar a estrutura do solo a uma profundidade de 15 a 40 cm faz-se com ajuda dum cultivador rotativo.

23. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 20 caracterizado por: introduzir-se a solução da composição estabilizante derramando-o na superfície do solo ou pela injeção de pressão.

24. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 20 caracterizado por: para estabilizar os 6,5 m³ do solo barroso e ilítico utiliza-se um (1) litro da composição estabilizadora em forma concentrada.

RESUMO

COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA CONSOLIDAR E ESTABILIZAR SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS EM FORMA DE SOLUÇÃO LÍQUIDA, MÉTODO DE OBTENÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTABILIZADORA PARA SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS E MÉTODO PARA A ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS BARROSOS E ILÍTICOS

O objecto desta Patente é a composição estabilizadora para consolidar solos barrocos e ilíticos em forma de solução líquida que contém pelo menos um composto orgânico em forma dos compostos derivados de aromáticos ou heterocíclicos ou alicíclicos na quantidade de 20 - 40% em peso da composição total; pelo menos um surfactante com carácter ácido, na quantidade de 2-10% em peso da composição total; pelo menos um composto de metais trivalentes, numa quantidade de 1,0-2,5% em peso da composição total; ácido sulfúrico, numa quantidade de até 100% em peso da composição total; o método de fabricação e o método de consolidação e estabilização de solos barrocos e ilíticos utilizando a composição estabilizadora.