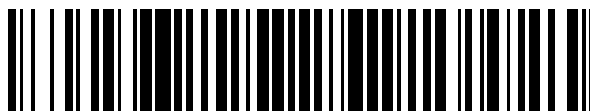


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 278**

51 Int. Cl.:

C02F 1/42

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2008** **PCT/US2008/081079**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2009** **WO09058676**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2008** **E 08843496 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 2209743**

54 Título: **Composición de agregado para el tratamiento de un fluido contaminado**

30 Prioridad:

31.10.2007 US 932702

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

16.03.2020

73 Titular/es:

SECURE NATURAL RESOURCES LLC (100.0%)
900 N. Michigan Avenue, Suite 1700
Chicago, IL 60611, US

72 Inventor/es:

BURBA, JOHN L. III

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 748 278 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 de agregado para el tratamiento de un fluido contaminado

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere generalmente al campo del tratamiento de fluidos, y principalmente a composiciones para tratar soluciones y gases. En sus aspectos más particulares, la invención se refiere a composiciones de agregado adecuadas para su uso en el tratamiento de soluciones acuosas y gases que contienen uno o más contaminantes químicos y biológicos, y a procesos para preparar dichas composiciones de agregado.

Antecedentes de la invención

La purificación y filtración de agua y otras soluciones acuosas es necesaria para muchas aplicaciones, como el suministro de agua potable segura, el tratamiento de alimentos, flujos de procesos y subproductos asociados con diversos procesos industriales, y el tratamiento y manejo de aguas de residuos municipales. Los métodos conocidos para purificar soluciones acuosas incluyen ósmosis inversa, destilación, intercambio iónico, adsorción química, coagulación, floculación y filtración o retención. Muchas de estas prácticas de purificación pueden ser costosas, energéticamente ineficientes y requieren unos conocimientos técnicos y una sofisticación significativos para su implementación a gran y pequeña escala. Como resultado, muchas tecnologías avanzadas de purificación de fluidos han tenido una aplicación limitada más allá de las aplicaciones municipales o industriales.

Los contaminantes biológicos, tales como las bacterias y los hongos, pueden eliminarse de las soluciones acuosas mediante ultrafiltración, pero los virus generalmente son demasiado pequeños para que la filtración sea un medio eficaz de purificación. Debido a que la filtración es solo parcialmente efectiva, el tratamiento con aditivos químicos tiende a ser el método de elección para abordar la presencia de dichos contaminantes. Los ejemplos de aditivos químicos incluyen agentes oxidantes fuertes como cloro, peróxido de hidrógeno, ozono o sales de amina cuaternaria, agentes floculantes y agentes de precipitación. Sin embargo, el uso de aditivos químicos requiere una administración cuidadosa y una monitorización de las soluciones tratadas, así como un manejo, transporte y almacenamiento especiales, lo que las hace más costosas y menos deseables para muchas aplicaciones. Como resultado, se desean medios simplificados para eliminar los contaminantes biológicos de las soluciones acuosas.

Además, con el reciente aumento del terrorismo, los gobiernos de todo el mundo están cada vez más preocupados por los efectos de los agentes de guerra química, agentes biológicos, productos químicos industriales y otros materiales tóxicos. Debido a que las naciones almacenan dichos materiales tanto para usos industriales como para agentes de guerra, dichos contaminantes representan un peligro para las fuerzas armadas y las poblaciones civiles debido a la posible exposición por inhalación, absorción y/o ingestión. Como resultado, la contaminación del agua subterránea y otras fuentes de agua potable con contaminantes químicos y biológicos es una preocupación importante para los militares y para los gobiernos municipales y los distritos de servicios públicos.

Los agentes de guerra química comúnmente conocidos incluyen compuestos organosulfurados como el sulfuro de 2,2'-diclorodietilo (HD, mostaza, gas mostaza, mostaza S o mostaza de azufre), que se conocen como agentes "de formación de ampollas" o "abrasadores" y pueden ser letales en dosis altas. Otros agentes de guerra química incluyen compuestos a base de organofosforados ("OP"), como O-etil (2-diisopropilamino) etil metilfosfonotiolato (VX), 2-propilmetilfosfonofluoridato (GB o Sarin) y 3,3'-dimetil-2-butil metilfosfonofluoridato (GD o Soman), que comúnmente se conocen como agentes "nerviosos" porque atacan el sistema nervioso central y pueden causar parálisis y potencialmente la muerte en un corto período de tiempo. Otros contaminantes químicos incluyen ciertos productos químicos industriales, insecticidas y pesticidas como el paratión, el paraoxón y el malatión, que también pueden tener efectos nocivos.

Los métodos y materiales para descontaminar superficies expuestas a agentes de guerra química son conocidos en la técnica. Yang et al., "Decontamination of Chemical Warfare Agents", Chem Rev. Vol. 92, pp 1729-1743 (1992). Estos métodos y materiales tienden a funcionar reaccionando químicamente y/o adsorbiendo el agente de guerra química, pero se centran en la descontaminación de vehículos, equipos, personal y otras superficies que han estado expuestas al agente. Debido a que dichos métodos y materiales no son adecuados o lo suficientemente efectivos para tratar agentes de guerra química en solución, sigue existiendo la necesidad de medios simplificados para eliminar y/o detoxificar un amplio espectro de contaminantes químicos de soluciones acuosas, incluidos, entre otros, agentes nerviosos, agentes de formación de ampollas, pesticidas, insecticidas y otros agentes químicos tóxicos.

Además, la exposición a contaminantes químicos y biológicos por inhalación también es una preocupación que no se ha abordado adecuadamente. Los métodos básicos que se utilizan para controlar la calidad del aire incluyen filtración, absorción en sorbentes sólidos, precipitación electrostática, conversión química y tratamiento con diversas formas de radiación, incluyendo calor, luz ultravioleta y microondas. Los métodos de filtración de gas tienden a estar limitados por el tamaño de poro de los filtros, y generalmente no son capaces de eliminar muchos contaminantes biológicos y químicos. El uso de tamaños de poros ultra pequeños tiende a obstruirse debido a que las partículas en el filtro producen una caída de presión excesiva a través del filtro que es inaceptable para muchas aplicaciones. La

precipitación electrostática opera imponiendo una carga sobre las partículas y a continuación retirándolas de una corriente de gas a una superficie con carga opuesta, como en una placa de recolección. Esta técnica no es adecuada para corrientes de gas a alta velocidad, para fluidos que contienen contaminantes químicos volátiles o para contaminantes que de otro modo serían difíciles de cargar. Las reacciones químicas tienden a ser efectivas solo en pequeños volúmenes de gas y pueden requerir un procesamiento o manejo adicional del gas para eliminar los reactivos y subproductos indeseables y potencialmente dañinos que quedan. El calentamiento, aunque efectivo para eliminar muchos tipos de contaminantes biológicos y químicos de los gases, tiende a ser ineficaz en las corrientes de gas de mayor velocidad. La luz ultravioleta puede ser efectiva, pero es difícil de implementar en grandes volúmenes de gas ya que la luz tiende a ser absorbida solo por aquellos contaminantes en la porción de la corriente de gas inmediatamente adyacente a la fuente de luz.

La adsorción de gases en un sorbente puede ser efectiva, particularmente cuando el sorbente se adapta específicamente al contaminante que se eliminará del gas. Sin embargo, cuando no se conoce la naturaleza específica del contaminante o cuando la corriente de gas contiene varios contaminantes diversos, el uso de sorbentes conocidos puede no purificar adecuadamente el gas. Como resultado, sigue existiendo la necesidad de una composición que sea capaz de eliminar, desactivar y/o detoxificar un conjunto diverso de contaminantes biológicos y químicos como bacterias, virus, agentes nerviosos, agentes de formación de ampollas, pesticidas, insecticidas y otros agentes químicos tóxicos que pueden estar presente en varios fluidos, incluidas soluciones acuosas y gases.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un sustrato de filtro como se define en las reivindicaciones adjuntas.

En una realización, la invención proporciona una composición de agregado para tratar un fluido que contiene uno o más contaminantes. La composición de agregado incluye un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y un aglutinante polimérico.

El aglutinante polimérico puede tener menos del 15 % en peso de la composición, en algunos casos menos del 10 % en peso y en otros casos menos del 8 % en peso de la composición. El aglutinante polimérico puede incluir uno o más polímeros seleccionados del grupo que consiste en polímeros termoendurecibles, polímeros termoplásticos, polímeros elastoméricos, polímeros celulósicos y vidrios. Cuando el aglutinante polimérico comprende un copolímero de etileno-vinilo, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras consiste esencialmente en un compuesto anhidro insoluble que contiene elementos de las tierras raras.

En algunas realizaciones, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede incluir un compuesto que contiene cerio derivado de la descomposición térmica de un carbonato de cerio o la descomposición de un oxalato de cerio. En otras realizaciones, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende un óxido de cerio. En una realización más específica, la composición de agregado consiste esencialmente en uno o más óxidos de cerio, el aglutinante polimérico, y opcionalmente, un adyuvante de flujo. El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede incluir partículas adheridas a una superficie externa del aglutinante polimérico.

La composición de agregado puede comprender partículas agregadas que tienen un área superficial media de al menos aproximadamente 1 m²/g, en algunos casos de al menos aproximadamente 5 m²/g, y en otros casos, de al menos aproximadamente 25 m²/g. La composición de agregado puede comprender partículas agregadas que tienen un tamaño de agregado promedio de al menos aproximadamente 1 µm. La composición de agregado tiene una capacidad de adsorción para eliminar el arsénico de una solución acuosa de al menos aproximadamente 50 mg/g de la composición de agregado. En algunos casos, la capacidad de adsorción de la composición para eliminar el arsénico de una solución acuosa es de al menos aproximadamente 60 mg/g de la composición de agregado, y en otros casos, de al menos aproximadamente 70 mg/g.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un proceso para preparar una composición de agregado para tratar un fluido que contiene uno o más contaminantes. El proceso incluye una etapa inicial de mezclar un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras con un aglutinante polimérico para formar una mezcla.

La mezcla se somete a uno o más tratamientos mecánicos, químicos y térmicos para adherir el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras al aglutinante polimérico. Los tratamientos mecánicos pueden incluir compactación, compresión, prensado, mezclado, extrusión y aplicación de vibraciones u ondas a la mezcla. Los tratamientos químicos pueden incluir uno o más de conversión química y el uso de un adhesivo. Los tratamientos térmicos pueden incluir calentar la mezcla a una temperatura elevada y permitir que la mezcla se enfríe para formar una composición de agregado. En algunas realizaciones, la temperatura elevada es una temperatura por debajo del punto de fusión del aglutinante polimérico a la que el aglutinante polimérico es maleable o adherente y el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras se adhiere al aglutinante polimérico. En una realización en la que el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende partículas, las partículas pueden adherirse a la superficie externa del aglutinante polimérico.

El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede comprender partículas que se adhieren a una superficie externa del aglutinante polimérico. Opcionalmente, el proceso puede incluir comprimir una mezcla calentada de compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y aglutinante polimérico.

5 Una etapa opcional puede incluir reducir el tamaño de la composición de agregado. La reducción de tamaño se puede lograr mediante uno o más de corte, trituración, molienda y tamizado de la composición de agregado.

10 El aglutinante polimérico puede tener menos del 15 % en peso de la composición, en algunos casos menos del 10 % en peso y en otros casos menos del 8 % en peso de la composición. El aglutinante polimérico puede incluir uno o más polímeros seleccionados del grupo que consiste en polímeros termoendurecibles, polímeros termoplásticos, polímeros elastoméricos, polímeros celulósicos y vidrios. Cuando el aglutinante polimérico comprende un copolímero de etileno-vinilo, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras consiste esencialmente en un compuesto anhidro insoluble que contiene elementos de las tierras raras.

15 El aglutinante polimérico puede ser un sólido. En algunas realizaciones, el aglutinante polimérico comprende una o más de fibras, partículas, agregados de fibras y/o partículas, y mezclas de las mismas. El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede incluir partículas que tienen un tamaño medio de partículas mayor de aproximadamente 1 nm. En algunas realizaciones, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede incluir un compuesto que contiene cerio derivado de la descomposición térmica de un carbonato de cerio. En otras realizaciones, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende un óxido de cerio. En una realización más específica, la composición de agregado consiste esencialmente en uno o más óxidos de cerio, el aglutinante polimérico, y opcionalmente, un adyuvante de flujo.

25 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación, se describen realizaciones ilustrativas de la invención. En aras de la claridad, en esta memoria descriptiva no se describen todas las características de una realización real. Por supuesto, se apreciará que en el desarrollo de cualquier realización real, se deben tomar numerosas decisiones específicas de implementación para lograr los objetivos específicos de los desarrolladores, como el cumplimiento de las restricciones relacionadas con el sistema y las relacionadas con el negocio, que variarán de una implementación a otra. Además, se apreciará que dicho esfuerzo de desarrollo podría ser complejo y requerir mucho tiempo, pero sin embargo sería una tarea rutinaria para los expertos en la materia que tienen el beneficio de esta divulgación.

35 Se entenderá que una composición de agregado como se describe en el presente documento se puede usar para eliminar, desactivar y/o detoxificar uno o más contaminantes químicos y biológicos en una solución acuosa o gas. Los ejemplos de soluciones que pueden tratarse con las composiciones descritas en el presente documento incluyen soluciones en sistemas de agua potable, en sistemas de tratamiento de aguas residuales y en corrientes de alimentación, proceso o residuos de diversos procesos industriales, entre otros. Además, es necesario tratar los gases que contienen dichos contaminantes en ambientes abiertos, como en el campo de batalla, en espacios cerrados como dentro de edificios o estructuras similares, dentro de vehículos como aviones, naves espaciales, barcos o vehículos militares, y donde sea que puedan encontrarse dichos contaminantes. Las composiciones descritas se pueden usar para eliminar contaminantes químicos y biológicos de soluciones acuosas y gases que tienen diversas características de volumen y caudal y se pueden aplicar en varias aplicaciones fijas, móviles y portátiles. Si bien partes de la divulgación en el presente documento describen la eliminación de contaminantes del agua, dichas referencias son ilustrativas y no deben interpretarse como limitantes.

50 Como se usa en el presente documento, "uno o más de" y "al menos uno de" cuando se usan para preceder varios elementos o clases de elementos como X, Y y Z o X_1 - X_n , Y_1 - Y_n y Z_1 - Z_n , está previsto que se refiera a un solo elemento seleccionado entre X o Y o Z, una combinación de elementos seleccionados de la misma clase (como X_1 y X_2), así como una combinación de elementos seleccionados entre dos o más clases (como Y_1 y Z_n).

55 La terminología "eliminar" o "retirar" incluye la sorción, precipitación, conversión y destrucción de microorganismos patógenos y de otro tipo, como bacterias, virus, hongos y protozoos y de contaminantes químicos que pueden estar presentes en la solución o el gas. Los términos "desactivar" o "desactivación", "detoxificar" o "detoxificación" y "neutralizar" incluyen eliminar un contaminante biológico o químico de un fluido o volverlo no patógeno o benigno para los seres humanos u otros animales, como por ejemplo matando el microorganismo o convirtiendo el agente químico en una forma o especie no tóxica.

60 Los términos "contaminante biológico", "microbio", "microorganismo" y similares incluyen bacterias, hongos, protozoos, virus, algas y otras entidades biológicas y especies patógenas que se pueden encontrar en soluciones acuosas. Los ejemplos específicos no limitantes de contaminantes biológicos pueden incluir bacterias como *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Shigella spp*, *Leptospira*, *Legimella pneumophila*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella terrigena*, *Bacillus anthrace*, *Vibrio cholera*, *Salmonella tyracis*, virus como el de la hepatitis A, norovirus, rotavirus y enterovirus, protozoos como *Entamoeba histolytica*, *Giardia*, *Cryptosporidium parvum* y otros. Los contaminantes biológicos también pueden incluir diversas

especies, como hongos o algas que generalmente no son patógenas pero que se eliminan ventajosamente. La forma en que dichos contaminantes biológicos llegan a estar presentes en la solución o el gas, ya sea por motivos naturales o por contaminación intencionada o no intencionada, no es limitante de la invención.

- 5 El término "contaminante químico" o "agente químico" incluye agentes de guerra química conocidos y productos químicos industriales y materiales tales como pesticidas, insecticidas y fertilizantes. En algunas realizaciones, el contaminante químico puede incluir uno o más de un agente organosulfurado, un agente organofosforado o una mezcla de los mismos. Los ejemplos específicos no limitantes de dichos agentes incluyen fosfonofluoridatos de o-
- 10 alquilo, como sarin y soman, fosforamidocianidatos de o-alquilo, como tabun, o-alquilo, s-2-dialquil aminoetil alquilfosfonotiolatos y sus correspondientes sales alquiladas o protonadas, como VX, compuestos mostaza, incluyendo 2-cloroetilclorometilsulfuro, bis (2-cloroetil) sulfuro, bis (2-cloroetiltio) metano, 1,2-bis (2-cloroetiltio) etano, 1,3-bis (2-cloroetiltio)-n-propano, 1,4-bis (2-cloroetiltio)-n-butano, 1,5-bis (2-cloroetiltio)-n-pentano, bis (2-cloroetiltiometil) éter y bis (2-cloroetiltioetil) éter, Lewisitas, incluyendo 2-clorovinildicloroarsina, bis (2-clorovinil) cloroarsina, tris (2-clorovinil) arsina, bis (2-cloroetil) etilamina y bis (2-cloroetil) metilamina, saxitoxina, ricina,
- 15 fosfonidfluoruro de alquilo, fosfonitos de alquilo, clorosarin, clorosoman, amitón, 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno, 3-quinuclidinil bencilato, dicloruro de metilfosfonilo, dimetilmetilfosfonato, dihaluros dialquilfosforamídicos, alquil fosforamidatos, ácido difenil hidroxiaacético, quinuclidin-3-ol, dialquil aminoetil-2-cloruros, dialquil aminoetan-2-oles, dialquil aminoetan-2-tioles, tiodiglicoles, alcoholes de pinacolilo, fosgeno, cloruro de cianuro, cianuro de hidrógeno, cloropicrina, oxiclururo de fósforo, tricloruro de fósforo, pentacloruro de fósforo, oxiclururo de alquil fósforo, fosfitos de alquilo, tricloruro de fósforo, pentacloruro de fósforo, fosfitos de alquilo, monocloruro de azufre, dicloruro de azufre y cloruro de tionilo.

Los ejemplos no limitantes de productos químicos industriales y materiales que pueden tratarse eficazmente con las composiciones descritas en el presente documento incluyen materiales que tienen grupos funcionales aniónicos

25 tales como fosfatos, sulfatos y nitratos, y grupos funcionales electronegativos, tales como cloruros, fluoruros, bromuros, éteres y carbonilos. Ejemplos no limitantes específicos pueden incluir acetaldehído, acetona, acroleína, acrilamida, ácido acrílico, acrilonitrilo, aldrina/dieldrina, amoníaco, anilina, arsénico, atrazina, bario, bencidina, 2,3-benzofurano, berilio, 1,1'-bifenilo, bis (2-cloroetil) éter, bis (clorometil) éter, bromodichlorometano, bromoformo, bromometano, 1,3-butadieno, 1-butanol, 2-butanona, 2-butoxietanol, butaraldehído, disulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, sulfuro de carbonilo, clordano, clorodecona y mirex, clorfeninfos, dibenzo-p-dioxinas cloradas (CDD), cloro, clorobenceno, clorodibenzofuranos (CDF), cloroetano, cloroformo, clorometano, clorofenoles, clorpirifos, cobalto, cobre, creosota, cresoles, cianuro, ciclohexano, DDT, DDE, DDD, DEHP, di (2-etilhexil) ftalato, diazinón, dibromocloropropano, 1,2-dibromoetano, 1,4-diclorobenceno, 3,3'-diclorobencidina, 1,1-dicloroetano, 1,2-

30 dicloroetano, 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetano, 1,2-dicloropropano, 1,3-dicloropropano, diclorvos, ftalato de dietilo, metilfosfonato de diisopropilo, di-n-ftalato de butilo, dimetoato, 1,3-dinitrobenceno, dinitrocresoles, dinitrofenoles, 2,4-y 2,6-dinitrotolueno, 1,2-difenilhidrazina, di-n-octilftalato (DNOP), 1,4-dioxano, dioxinas, disulfotón, endosulfán, endrina, etión, etilbenceno, óxido de etileno, etilenglicol, etilparatión, fentiones, fluoruros, formaldehído, freón 113, heptacloro y epóxido de heptacloro, hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno, hexaclorociclohexano, hexaclorociclopentadieno, hexacloroetano, hexametilendiisocianato, hexano, 2-hexanona, HMX (octógeno), fluidos

35 hidráulicos, hidrazinas, sulfuro de hidrógeno, yodo, isoforona, malatión, MBOCA, metamidofos, metanol, metoxicloro, 2-metoxietanol, metil etil cetona, metil isobutil cetona, metil mercaptano, metilparatión, metil t-butil éter, metilcloroformo, cloruro de metileno, metilendianilina, metacrilato de metilo, metil-terc-butil éter, mirex y clordecona, monocrotofos, N-nitrosodimetilamina, N-nitrosodifenilamina, N-nitrosodi-n-propilamina, naftaleno, nitrobenceno, nitrofenoles, percloroetileno, pentaclorofenol, fenol, fosfamidón, fósforo, bifenilos polibromados (PBB), bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), propilenglicol, anhídrido ftálico, piretrinas y piretroides, piridina, RDX (ciclonita), selenio, estireno, dióxido de azufre, trióxido de azufre, ácido sulfúrico, 1,1,2,2-tetracloroetano, tetracloroetileno, tetriilo, talio, tetracloruro, triclorobenceno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tricloroetileno (TCE), 1,2,3-tricloropropano, 1,2,4-trimetilbenceno, 1,3,5-trinitrobenceno, 2,4,6-trinitrotolueno (TNT), acetato de vinilo y cloruro de vinilo.

50 En una realización de la invención, se proporciona una composición de agregado para tratar un fluido que contiene uno o más contaminantes químicos y biológicos. La composición de agregado comprende un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y un aglutinante polimérico.

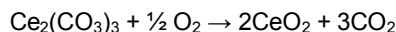
55 Como se usa en el presente documento, "insoluble" pretende referirse a materiales que son insolubles en agua, o como máximo, son escasamente solubles en agua en condiciones normales de temperatura y presión.

La composición puede comprender menos o más del 10,01 % en peso del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras. El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras constituye más

60 del 11 %, más del 12 % o más del 15 % en peso de la composición de agregado. En algunos casos, puede desearse una mayor concentración de compuestos que contienen elementos de las tierras raras. Dependiendo de la aplicación y la naturaleza de otros componentes en la composición, la composición puede ser al menos aproximadamente el 20 %, en otros casos al menos aproximadamente el 50 %, en otros al menos aproximadamente el 75 % y en otros aún más del 95 %, en peso de un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras

65 raras.

El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio, el compuesto que contiene cerio derivado de un carbonato de cerio o un oxalato de cerio. Más específicamente, se puede preparar un compuesto que contiene cerio insoluble de alta área superficial descomponiendo térmicamente un carbonato u oxalato de cerio a una temperatura entre aproximadamente 100 °C y aproximadamente 350 °C en un horno en presencia de aire. Las condiciones de temperatura y presión pueden alterarse dependiendo de la composición del material de partida que contiene cerio y las propiedades físicas deseadas del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras. La reacción puede resumirse como:



El producto puede tratarse con ácido y lavarse para eliminar el carbonato restante. Los procesos de descomposición térmica para producir óxidos de cerio que tienen diversas características se describen en la Patente de EE.UU. n.º 5.897.675 (áreas de superficie específicas), la Patente de EE.UU. n.º 5.994.260 (poros con estructura laminar uniforme), la Patente de EE.UU. n.º 6.706.082 (distribución específica del tamaño de partícula), y la Patente de EE.UU. n.º 6.887.566 (partículas esféricas). El carbonato de cerio y los materiales que contienen carbonato de cerio están disponibles en el mercado y pueden obtenerse de cualquier fuente conocida por los expertos en la materia.

En realizaciones donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende un óxido de cerio, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede incluir un óxido de cerio tal como CeO_2 . En una realización particular, la composición de agregado puede consistir esencialmente en uno o más óxidos de cerio, el aglutinante polimérico, y opcionalmente, un adyuvante de flujo.

El compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede estar presente en la composición de agregado en forma de uno o más de un gránulo, cristal, cristalito, partícula u otro particulado, denominado generalmente en el presente documento como "partícula". Las partículas de los compuestos insolubles que contienen elementos de las tierras raras pueden tener un tamaño medio de partícula de más de 1 nm, más particularmente de al menos aproximadamente 5 nm, y aún más particularmente de al menos aproximadamente 10 nm. En otras realizaciones, las partículas pueden tener tamaños de partícula medios de al menos aproximadamente 100 nm, específicamente de al menos aproximadamente 250 nm, más específicamente de al menos aproximadamente 500 nm, y aún más específicamente de al menos aproximadamente 1 µm.

Para promover la interacción del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras con un contaminante en una solución o gas, la composición de agregado puede comprender partículas agregadas del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras que tienen un área superficial media de al menos aproximadamente 1 m²/g. Dependiendo de la aplicación, se pueden desear áreas de superficie más altas. Específicamente, las partículas pueden tener un área superficial de al menos aproximadamente 5 m²/g, en otros casos más de aproximadamente 10 m²/g, y en aún otros casos más de aproximadamente 25 m²/g. Cuando se desean áreas de superficie más altas, las partículas pueden tener un área de superficie de más de aproximadamente 70 m²/g, en otros casos, más de aproximadamente 85 m²/g, en otros casos más de 115 m²/g, y en otros casos más de aproximadamente 160 m²/g. Además, se prevé que las partículas con áreas de superficie más altas serán efectivas. Un experto en la materia reconocerá que en aplicaciones donde la solución o el gas fluyen a través de la composición, el área superficial de la composición impactará la dinámica de fluidos del fluido con la composición de agregado. Como resultado, es posible que sea necesario equilibrar los beneficios derivados del aumento de las áreas de superficie con desventajas como la caída de presión que se puede producir.

Se incluye un aglutinante polimérico en la composición para formar un agregado que tiene el tamaño, estructura, densidad, porosidad y propiedades del fluido deseadas. En algunas realizaciones, el aglutinante polimérico puede comprender una o más fibras, partículas, agregados de fibras y/o partículas, y mezclas de las mismas. Un aglutinante polimérico adecuado puede incluir cualquier material polimérico que se unirá y/o soportará el compuesto que contiene elementos de las tierras raras insoluble en condiciones de uso. Los aglutinantes poliméricos adecuados incluirán tanto polímeros naturales como sintéticos, así como modificaciones sintéticas de dichos polímeros. Un experto en la materia reconocerá que la selección del material aglutinante polimérico dependerá de factores tales como los componentes de la composición, las propiedades de dichos componentes, sus características de unión, las características de la composición final y el método de uso pretendido.

En general, los polímeros que se funden entre aproximadamente 50 °C y aproximadamente 500 °C, más particularmente, entre aproximadamente 75 °C y aproximadamente 350 °C, incluso más particularmente entre aproximadamente 80 °C y aproximadamente 200 °C, son adecuados para su uso en la agregación de los componentes de la composición. Los ejemplos no limitantes pueden incluir poliolefinas que se ablandan o funden en el rango de aproximadamente 85 °C a aproximadamente 180 °C, poliamidas que se ablandan o funden en el rango de aproximadamente 200 °C a aproximadamente 300 °C, y polímeros fluorados que se ablandan o funden en el intervalo de aproximadamente 300 °C a aproximadamente 400 °C. El punto de fusión del aglutinante polimérico preferiblemente no excederá la temperatura de sinterización del compuesto insoluble seleccionado que contiene elementos de las tierras raras.

Dichos materiales poliméricos generalmente se incluirán en la composición de agregado en cantidades que varían

de aproximadamente el 0 % en peso a aproximadamente el 90 % en peso, basado en el peso total de la composición. En algunas realizaciones, el aglutinante polimérico estará presente en una cantidad inferior a aproximadamente el 15 % en peso de la composición. Más específicamente, el aglutinante polimérico puede ser inferior a aproximadamente el 10 % y, en otras realizaciones, inferior a aproximadamente el 8 % en peso de la composición.

Dependiendo de las propiedades deseadas de la composición, los aglutinantes poliméricos pueden incluir uno o más polímeros generalmente clasificados como termoestables, termoplásticos, elastómeros o una combinación de los mismos, así como polímeros celulósicos y vidrios. Los polímeros termoestables adecuados incluyen, pero no se limitan a, poliuretanos, siliconas, fluorosiliconas, resinas fenólicas, resinas de melamina, formaldehído de melamina y formaldehído de urea. Los termoplásticos adecuados pueden incluir, entre otros, nylones y otras poliamidas, polietilenos, incluidos copolímeros de LDPE, LLDPE, HDPE y polietileno con otras poliolefinas, policloruro de vinilo (tanto plastificados como no plastificados), resinas de fluorocarbono, tales como politetrafluoroetileno, poliestirenos, polipropilenos, resinas celulósicas tales como acetato butiratos de celulosa, resinas acrílicas, tales como poliácridatos y polimetilmetacrilatos, mezclas termoplásticas o injertos tales como acrilonitrilo-butadieno-estirenos o acrilonitrilo-estirenos, policarbonatos, polivinilacetatos, acetatos de etilenvinilo, polivinil-alcoholes, polioximetileno, poliformaldehído, poliacetales, poliésteres, tales como tereftalato de polietileno, poliéter éter cetona y resinas de fenol-formaldehído, tales como resoles y novolacas. Los elastómeros adecuados pueden incluir, entre otros, cauchos naturales y/o sintéticos, como cauchos de estireno-butadieno, neoprenos, caucho de nitrilo, caucho de butilo, siliconas, poliuretanos, polietileno clorosulfonado alquilado, poliolefinas, polietilenos clorosulfonados, perfluoroelastómeros, policloropreno (neopreno), terpolímeros de etileno-propileno-dieno, polietileno clorado, fluoroelastómeros y ZALAK™ (elastómero Dupont-Dow). En una realización específica en la que el aglutinante polimérico comprende un copolímero de etileno y vinilo, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras consiste esencialmente en un compuesto anhidro que contiene elementos de las tierras raras. Los expertos en la materia se darán cuenta de que algunos de los termoplásticos enumerados anteriormente también pueden ser termoestables dependiendo del grado de reticulación, y que algunos de cada uno de ellos pueden ser elastómeros dependiendo de sus propiedades mecánicas. La categorización utilizada anteriormente es para facilitar la comprensión y no debe considerarse como limitante o controladora.

Los polímeros celulósicos pueden incluir celulosa natural, como algodón, papel y madera, y modificaciones químicas de la celulosa. En una realización específica, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede mezclarse con fibras de papel o incorporarse directamente en pulpa de papel para formar un filtro a base de papel que comprende el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras.

Los aglutinantes poliméricos también pueden incluir materiales de vidrio tales como fibras de vidrio, cuentas y esteras. Los sólidos de vidrio se pueden mezclar con partículas de un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y calentarse hasta que los sólidos comiencen a ablandarse o se vuelvan adherentes para que el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras se adhiera al vidrio. De manera similar, las fibras de vidrio extruidas o hiladas pueden recubrirse con partículas del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras mientras el vidrio está en estado fundido o parcialmente fundido o con el uso de adhesivos. Alternativamente, la composición de vidrio se puede dopar con el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras durante la fabricación. Las técnicas para depositar o adherir compuestos insolubles que contienen elementos de las tierras raras a un material de sustrato se describen en la Patente de EE.UU. n.º 7.252.694 y otras referencias sobre pulido de vidrio. Por ejemplo, las técnicas de electrodeposición y el uso de adhesivos metálicos se describen en la Patente de Estados Unidos 6.319.108 como útiles en materia del pulido de vidrio.

En algunas aplicaciones, los vidrios solubles en agua como se describen en las Patentes de EE.UU. n.º 5.330.770, 6.143.318 y 6.881.766, pueden ser un aglutinante polimérico apropiado. En otras aplicaciones, también se pueden usar materiales que se hinchan a través de la absorción de fluidos, incluidos, entre otros, polímeros tales como ácidos poliacrílicos producidos sintéticamente y poliácridamidas y polímeros orgánicos de origen natural tales como derivados de celulosa. Los polímeros biodegradables tales como los polietilenglicoles, los ácidos polilácticos, los polivinilalcoholes, los copolilactideglicólicos y similares también pueden usarse como aglutinante polimérico.

Cuando sea deseable regenerar la composición a través de la esterilización, el aglutinante polimérico seleccionado debería ser estable en condiciones de esterilización y debería ser compatible con el método de esterilización previsto. Ejemplos específicos no limitantes de aglutinantes poliméricos que son adecuados para métodos de esterilización que implican exposición a altas temperaturas incluyen nitrato de celulosa, polietersulfona, nylon, polipropileno, politetrafluoroetileno y ésteres de celulosa mixtos. Las composiciones preparadas con estos aglutinantes pueden esterilizarse en autoclave cuando se preparan de acuerdo con estándares conocidos. La composición de agregado puede ser estable a la esterilización por vapor o al autoclave, así como a la esterilización química a través del contacto con especies químicas oxidativas o reductoras, dado que para una regeneración eficiente y efectiva puede ser necesaria una combinación de métodos de esterilización. En una realización en la que la esterilización incluye la generación electroquímica de una especie química oxidativa o reductora, el potencial eléctrico necesario para generar dicha especie se puede lograr usando la composición como uno de los electrodos. Por ejemplo, una composición que contiene un aglutinante polimérico normalmente aislante puede volverse conductora mediante la inclusión de un nivel suficientemente alto de partículas conductoras tales como carbón

activado granular, negro de humo o partículas metálicas. Alternativamente, si el nivel deseado de carbono u otras partículas no es suficientemente alto para hacer que un polímero aislante sea conductor, se puede incluir un polímero intrínsecamente conductor en el material aglutinante.

Los componentes opcionales que son adecuados para su uso en la composición de agregado pueden incluir uno o más de compuestos solubles que contienen elementos de las tierras raras, agentes de descontaminación, agentes biocidas, adsorbentes, adyuvantes de flujo, aglutinantes y sustratos no poliméricos, y similares. Dichos componentes opcionales pueden incluirse en la composición de agregado dependiendo de la utilidad pretendida y/o las características deseadas de la composición.

Los compuestos que contienen elementos de las tierras raras solubles opcionales pueden tener diferentes actividades y efectos. A modo de ejemplo, se ha reconocido que algunos compuestos solubles que contienen elementos de las tierras raras tienen un efecto bacteriostático o antimicrobiano. Se describe que el cloruro de cerio, el nitrato de cerio, el sulfato de cerio anhidro y el cloruro de lantano tienen dicha actividad en "The Bacteriostatic Activity of Cerium, Lanthanum, and Thallium", Burkes et al., Journal of Bacteriology, 54:417-24 (1947). De manera similar, se describe el uso de sales de cerio solubles como nitratos de cerio, acetatos cerosos, sulfatos cerosos, haluros cerosos y sus derivados, y oxalatos cerosos para su uso en tratamientos de quemaduras en la Patente de EE.UU. n.º 4,088,754. Otros compuestos solubles que contienen elementos de las tierras raras, ya sean de naturaleza orgánica o inorgánica, pueden impartir otras propiedades deseables a las composiciones y pueden usarse opcionalmente.

Los agentes de descontaminación opcionales pueden incluir materiales que sean capaces de eliminar o detoxificar contaminantes químicos de varias superficies. Los ejemplos no limitantes de agentes de descontaminación que pueden ser adecuados incluyen metales de transición y metales alcalinos como se describe en la Patente de EE.UU. n.º 5.922.926, polioxometalatos como se describe en Publicación de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos n.º 2005/0159307 A1, óxidos de aluminio como se describe en las Patentes de EE.UU. n.º 5.689.038 y 6.852.903, complejos de amonio cuaternario como se describe en la Patente de EE.UU. n.º 5.859.064, zeolitas como se describe en la Patente de EE.UU. n.º 6.537.382 y enzimas como se describe en la Patente de EE.UU. n.º 7.067.294.

Los agentes biocidas pueden incluirse opcionalmente para atacar contaminantes biológicos en una solución o gas. Los materiales que pueden ser adecuados para su uso como agentes biocidas incluyen, entre otros, metales alcalinos, metales alcalinotérreos, metales de transición, actínidos y derivados y sus mezclas. Los ejemplos específicos no limitantes de agentes biocidas secundarios incluyen elementos o compuestos de plata, zinc, cobre, hierro, níquel, manganeso, cobalto, cromo, calcio, magnesio, estroncio, bario, boro, aluminio, galio, talio, silicio, germanio, estaño, antimonio, arsénico, plomo, bismuto, escandio, titanio, vanadio, itrio, circonio, niobio, molibdeno, tecnecio, rutenio, rodio, paladio, cadmio, indio, hafnio, tantalio, wolframio, renio, osmio, iridio, platino, oro, mercurio, talio, torio y similares. Los derivados de dichos agentes pueden incluir acetatos, ascorbatos, benzoatos, carbonatos, carboxilatos, citratos, haluros, hidróxidos, gluconatos, lactatos, nitratos, óxidos, fosfatos, propionatos, salicilatos, silicatos, sulfatos, sulfadiazinas y sus combinaciones. Cuando la composición de agregado comprende opcionalmente un compuesto que contiene titanio tal como un óxido de titanio, la relación en peso del compuesto que contiene titanio con respecto al compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras es inferior a aproximadamente 2:1. Cuando la composición de agregado comprende opcionalmente un compuesto que contiene aluminio, la relación en peso del compuesto que contiene aluminio al compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras es inferior a aproximadamente 10:1. Cuando se sinteriza uno o más de los componentes de la composición de agregado, la composición contendrá no más de dos elementos seleccionados del grupo que consiste en itrio, escandio y europio. En una realización que incluye un agente biocida opcional seleccionado del grupo que consiste en metales de transición, óxidos de metales de transición y sales de metales de transición, la composición de agregado comprenderá menos de aproximadamente el 0,01 % en peso de una mezcla de nanopartículas de plata y cobre.

Otros materiales que pueden ser adecuados para su uso como agentes biocidas incluyen agentes orgánicos tales como sales de amonio cuaternario como se describe en la Patente de EE.UU. n.º 6.780.332, y compuestos organosilícicos como se describen en la Patente de EE.UU. n.º 3.865.728.

También se pueden usar otros materiales orgánicos y sus derivados que se sabe que desactivan contaminantes biológicos. A modo de ejemplo, los polioxometalatos se describen en la Patente de EE.UU. n.º 6.723.349 como eficaces para eliminar contaminantes biológicos de los fluidos. Esta patente hace referencia a M. T. en Heteropoly and Isopoly Oxometalates, Springer Verlag, 1983, y Chemical Reviews, vol. 98, núm. 1, págs. 1-389, 1998, como ejemplos descriptivos de polioxometalatos efectivos.

La composición de agregado puede comprender opcionalmente uno o más adyuvantes de flujo. Los adyuvantes de flujo se usan en parte para mejorar la dinámica de fluidos de un fluido sobre o a través de la composición de agregado, para evitar la separación de los componentes de la composición de agregado, evitar la sedimentación de finos y, en algunos casos, para mantener la composición de agregado en su lugar. Los adyuvantes de flujo adecuados pueden incluir tanto materiales orgánicos como inorgánicos. Los adyuvantes de flujo inorgánicos pueden incluir sulfato férrico, cloruro férrico, sulfato ferroso, sulfato de aluminio, aluminato de sodio, cloruro de polialuminio,

triclóruo de aluminio, sílices, tierra de diatomeas y similares. Los adyuvantes de flujo orgánicos pueden incluir floculantes orgánicos conocidos en la técnica, tales como poliacrilamidas (catiónicas, no iónicas y aniónicas), EPI-DMA (epiclorhidrina-dimetilaminas), DADMAC (cloruros de polidialildimetil-amonio), polímeros de dicianidamida/formaldehído, polímeros de dicianidamida/amina, guar natural, etc. Cuando está presente, el adyuvante de flujo se puede mezclar con el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y el aglutinante polimérico durante la formación de la composición de agregado. Alternativamente, las partículas de la composición de agregado y del adyuvante de flujo se pueden mezclar para producir una mezcla física con el adyuvante de flujo dispersado uniformemente por toda la mezcla. En otra alternativa más, el adyuvante de flujo puede disponerse en una o más capas distintas aguas arriba y aguas abajo de la composición de agregado. Cuando están presentes, los adyuvantes de flujo se usan generalmente a bajas concentraciones de menos de aproximadamente el 20 %, en algunos casos menos del 15 %, en otros casos menos del 10 % y en otros casos menos de aproximadamente el 8 % en peso de la composición de agregado.

Otros componentes opcionales pueden incluir varios agentes inorgánicos que incluyen materiales de intercambio iónico como resinas sintéticas de intercambio iónico, carbonos activados, zeolitas (sintéticas o naturales), minerales y arcillas como bentonita, esmectita, caolín, dolomita, montmorillinita y sus derivados, materiales y minerales de silicatos metálicos tales como las clases de fosfato y óxido. En particular, son adecuadas las composiciones minerales que contienen altas concentraciones de fosfatos de calcio, silicatos de aluminio, óxidos de hierro y/u óxidos de manganeso con concentraciones más bajas de carbonatos de calcio y sulfatos de calcio. Estos materiales pueden ser calcinados y procesados por varios métodos para producir mezclas de diferentes composiciones.

Otros componentes opcionales de la composición de agregado incluyen aditivos, tales como aditivos de modificación de superficie de partículas, agentes de acoplamiento, plastificantes, cargas, agentes de expansión, fibras, agentes antiestáticos, iniciadores, agentes de suspensión, fotosensibilizadores, lubricantes, agentes humectantes, tensioactivos, pigmentos, colorantes, estabilizadores UV y agentes de suspensión. Las cantidades de estos materiales se seleccionan para proporcionar las propiedades deseadas.

La composición de agregado se puede usar para eliminar, desactivar o detoxificar contaminantes químicos y biológicos en una solución o gas al poner en contacto el fluido con la composición. Quienes estén familiarizados con la materia del tratamiento de fluidos comprenderán que los componentes, las dimensiones físicas y la forma de la composición de agregado pueden manipularse para diferentes aplicaciones y que las variaciones en estas variables pueden alterar los caudales, la contrapresión y la actividad de la composición para tratamiento de ciertos contaminantes. Como resultado, el tamaño, la forma y la distribución de la composición de agregado pueden variar considerablemente dependiendo del método de uso previsto. En una realización donde la composición de agregado se usa para tratar una solución acuosa que contiene arsénico, la composición de agregado puede tener una capacidad de adsorción para eliminar el arsénico de la solución de al menos aproximadamente 50 mg de arsénico por gramo de la composición de agregado. En algunos casos, la capacidad de adsorción será de al menos aproximadamente 60 mg/g y, en otros casos, de al menos aproximadamente 70 mg/g. Se cree que la capacidad de adsorción depende en parte del área superficial del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras utilizado para preparar la composición de agregado y de la composición de agregado resultante.

La composición de agregado se puede formar a través de uno o más de mezcla, extrusión, moldeo, calentamiento, calcinación, sinterización, prensado, compactación, el uso de adhesivos y/u otras técnicas conocidas en la materia. En realizaciones en las que se desea que la composición de agregado tenga áreas superficiales más altas, la sinterización es menos deseada. El uso del aglutinante polimérico permite la producción de una composición de agregado de tamaño, estructura y durabilidad suficientes para su uso en el tratamiento de soluciones y gases. La combinación del aglutinante polimérico y el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras produce una composición de agregado que tiene una actividad elevada para descontaminar fluidos sin imponer una caída de presión sustancial en el fluido tratado.

La composición de agregado comprende partículas fluidas, gránulo, perla, sedimento, polvo, fibra o forma similar. Dichas partículas pueden tener un tamaño medio de partícula de al menos aproximadamente 1 μm , específicamente de al menos aproximadamente 5 μm , más específicamente de al menos aproximadamente 10 μm , y aún más específicamente de al menos aproximadamente 25 μm . En otras realizaciones, el agregado tendrá un tamaño medio de partículas de al menos aproximadamente 0,1 mm, específicamente de al menos aproximadamente 0,5 mm, más específicamente de al menos aproximadamente 1 mm, aún más específicamente de al menos aproximadamente 2 mm, y aún más específicamente de más de 5,0 mm. La composición del agregado se puede triturar, cortar, picar o moler y a continuación tamizar para obtener un tamaño de partícula deseado. Dichas partículas fluidas pueden usarse en lechos o reactores fijos o fluidizados, reactores o tanques agitados, distribuidos en filtros de partículas, encapsuladas o encerradas dentro de membranas, mallas, pantallas, filtros u otras estructuras permeables a los fluidos, depositadas en sustratos de filtro, y además se pueden formar en una forma deseada, como una lámina, película, esterilla o monolito para diversas aplicaciones.

Además, la composición de agregado puede incorporarse o recubrirse sobre un sustrato de filtro. Los sustratos de filtro pueden incluir materiales aglutinantes poliméricos y no poliméricos como se describe en el presente documento y materiales tales como cerámica, metales, carbonos y similares. Los sustratos filtrantes pueden estar hechos de

partículas, fibras, láminas, películas y combinaciones de los mismos. La estructura de un sustrato de filtro variará dependiendo de la aplicación, pero puede incluir cualquier estructura de bloque permeable a los fluidos que tenga una forma y dimensiones físicas deseadas adecuadas para las condiciones de uso. Ejemplos no limitantes incluyen mallas, pantallas, películas, láminas, tubos, estructuras alveolares, monolitos y bloques de varias formas, incluidos cilindros y toroides.

En otra realización, la invención proporciona un proceso para preparar una composición de agregado para tratar un fluido que contiene uno o más contaminantes. El proceso incluye la etapa de mezclar un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras con un aglutinante polimérico para formar una mezcla. Los compuestos insolubles que contienen elementos de las tierras raras y los materiales aglutinantes poliméricos se han descrito en detalle anteriormente. En una realización más específica, el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende un particulado de alta área superficial de un compuesto insoluble que contiene cerio, más particularmente, el producto de un carbonato de cerio calcinado. Los ejemplos específicos de los aglutinantes poliméricos que pueden mezclarse con el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras incluyen poliolefinas, acetato de celulosa, acrilonitrilo-butadieno-estireno, PTFE, fibras de papel, fibras de vidrio o perlas y polímeros adhesivos. El aglutinante polimérico debe seleccionarse de modo que no tenga un punto de fusión que exceda la temperatura de sinterización del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras insoluble, ya que la sinterización del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras puede reducir el área superficial de la composición de agregado final.

Se pueden usar técnicas y equipos conocidos en la técnica para mezclar partículas y fibras para mezclar los componentes. Los componentes se someten a mezcla durante un período de tiempo suficiente para producir una mezcla relativamente homogénea. Además, para asegurar una distribución más uniforme del compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras en toda la composición de agregado, en realizaciones donde la mezcla se someterá a un tratamiento térmico, se prefiere que los componentes se mezclen completamente antes del calentamiento.

La mezcla se somete a uno o más tratamientos mecánicos, químicos y térmicos para adherir el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras al aglutinante polimérico. Los tratamientos mecánicos pueden incluir compactación, compresión, prensado, mezclado, extrusión y someter la mezcla a vibraciones u ondas. La compresión de la mezcla puede ocurrir antes, durante o después de que la mezcla se caliente, dependiendo de las propiedades deseadas de la composición de agregado. La mezcla se puede comprimir en una prensa, cilindro de prueba, extrusora u otro equipo conocido en la técnica para comprimir o compactar materiales en una forma o distribución deseadas. La cantidad de presión y la duración de la aplicación de dicha presión dependerán de los componentes seleccionados, sus características de unión y el uso previsto de la composición de agregado. Dentro de límites, la aplicación de presiones más altas y/o la aplicación de presión durante períodos de tiempo más prolongados tienen por objeto evitar que la composición de agregado se degrade o produzca finos en condiciones de uso. Los tratamientos químicos pueden incluir uno o más de conversión química y uso de adhesivo o adhesivos químicos como los conocidos en la técnica. A modo de ejemplo, se puede usar un reticulador para promover la reticulación del aglutinante polimérico. Los tratamientos térmicos pueden incluir calentar la mezcla a una temperatura elevada para promover una conversión química y/o física.

En una realización, la mezcla se calienta a una temperatura por debajo del punto de fusión del aglutinante polimérico a la que el aglutinante polimérico se ablanda y se vuelve maleable o adherente al tacto. La mezcla debe calentarse a una temperatura suficiente para asegurar que el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras se adhiera al aglutinante polimérico sin derretir completamente el aglutinante polimérico. La temperatura específica dependerá de la composición del aglutinante polimérico seleccionado. A continuación se deja enfriar la mezcla para formar una composición de agregado.

En algunas realizaciones, el aglutinante polimérico comprende una o más fibras, partículas, agregados de fibras o partículas y mezclas de las mismas, y el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras se adhiere a la superficie externa del aglutinante polimérico tras el tratamiento de la mezcla. Cuando el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras está en forma de partículas, el producto de la composición de agregado puede comprender una matriz de partículas insolubles que contienen elementos de las tierras raras adheridas o incrustadas en la superficie externa del aglutinante polimérico.

Una etapa opcional puede incluir reducir el tamaño de la composición de agregado. La reducción de tamaño se puede lograr mediante técnicas conocidas en la materia, que incluyen uno o más de cortar, triturar, moler y tamizar la composición de agregado hasta el tamaño deseado.

Los siguientes ejemplos se proporcionan para demostrar realizaciones particulares de la presente invención. Los expertos en la materia deben apreciar que los métodos descritos en los ejemplos que siguen representan simplemente realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención. Sin embargo, los expertos en la materia deberían apreciar, a la luz de la presente descripción, que se pueden hacer muchos cambios en las realizaciones específicas descritas y aún obtener un resultado similar o similar sin apartarse de la presente invención.

Ejemplo 1: Aglutinante polimérico particulado

En este ejemplo, se prepararon agregados con Microthene® F (FN50100), un polietileno de baja densidad obtenido de Equistar. Microthene® Fis es un polvo ultrafino y de forma esférica con un tamaño medio de partícula de 20 micrómetros, un índice de fusión de 23 g/10 min y un rango de fusión de 92,0 °C-114,5 °C. El óxido de cerio (CeO₂) se obtuvo de HEFA Rare Earth Canada Company, Ltd.

Se hicieron mezclas físicas del óxido de cerio y el polímero en diferentes composiciones (en peso). Cada componente se pesó y se mezcló con un mezclador de laboratorio equipado con un accesorio de paleta fijado para que gire a -160 rpm durante aproximadamente 30 minutos para lograr una mezcla homogénea. Un cilindro de prueba Carver con un diámetro interno de 2,86 cm (1,125 pulgadas) se calentó a temperaturas que varían de 90 °C a 100 °C. Se vertieron cuatro gramos de la mezcla de óxido de cerio/polímero en el molde calentado y se comprimieron a presiones que oscilaban entre 23,44 MPa (3400 psig) y 68,95 MPa (10.000 psig). Los tiempos de prensado variaron de 5 a 20 minutos. Después de prensar los gránulos, se cortaron y tamizaron entre una malla de 18 x 70 para obtener partículas del orden de 500 µm. Se midieron áreas de superficie específicas en un instrumento BET de un solo punto Micromeritics Flowsorbll 2300 utilizando el método prescrito por el fabricante.

La Tabla 1 detalla el conjunto de parámetros.

Tabla 1

Temperatura (°C)	Presión en MPa (psig)	Tiempo (min)	% de aglutinante	SSA (m ² /g)
90	23,44 (3400)	5	2,5	107,74
90	68,95 (10.000)	20	2,5	88,11
90	23,44 (3400)	20	10	79,01
95	46,88 (6800)	12,5	6,25	107,08
100	23,44 (3400)	5	10	
100	68,95 (10.000)	5	2,5	102,45
100	23,44 (3400)	20	2,5	92,72
100	68,95 (10.000)	20	10	38,67

Ejemplo 2: Aglutinante polimérico particulado

En este conjunto de ejemplo, los agregados se formaron con el terpolímero Polifil® RP ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) obtenido de The Plastics Group of America. La resina termoplástica tiene un índice de fusión de 4-8 g/10 min y un punto de ablandamiento Vicat de 98,9 °C.

El ABS se tamizó para producir partículas de menos de 100 micrómetros, y a continuación se mezcló con óxidos de cerio, se prensó y se tamizó siguiendo el mismo procedimiento del Ejemplo 1. El rango de temperatura del cilindro de ensayo se aumentó de 105 °C a 110 °C. Todos los demás parámetros permanecieron iguales. Los gránulos de 4 g se cortaron y se tamizaron entre una malla de 18 x 70 para producir un tamaño de partícula promedio de 500 µm. Las áreas de superficie específicas se determinaron como en el Ejemplo 1.

La capacidad de arsénico se determinó exponiendo 10 mg del agregado preparado contra 500 ml de una solución de arsénico de 400 ppb. La solución se preparó en agua NSF y el pH se ajustó a 7,5. Los 500 ml de solución y 10 mg de material se pusieron en una botella de plástico de boca ancha y se dejaron girar durante 24 horas. Después de las 24 horas, el agregado se filtró y analizó para determinar la concentración de arsénico utilizando el ICP-MS (espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente) de Agilent número de modelo 7500CE. Para cada composición, se prepararon, probaron y analizaron tres muestras. Los datos informados de la capacidad de arsénico (As Capacity) representan un promedio de las tres muestras para cada composición.

La Tabla 2 detalla el conjunto de parámetros.

Tabla 2

Temperatura (°C)	Presión en MPa (psig)	Tiempo (min)	% de aglutinante	SSA (m ² /g)	Capacidad de As (V) (mg As/g material)
105	68,95 (10.000)	5	10	91,68	1,33
107,5	46,88 (6800)	12,5	6,25	87,46	1,28
105	23,44 (3400)	5	2,5	115,54	4,38
105	68,95 (10.000)	20	2,5	112,27	
110	23,44 (3400)	5	10	88,4	3,41
105	23,44 (3400)	20	10	114,86	2,95
110	68,95 (10.000)	5	2,5	78,42	2,15
110	23,44 (3400)	20	2,5	89,48	4,11
110	68,95 (10.000)	20	10	115,41	3,24

Ejemplo 3: Aglutinante polimérico particulado con tierra de diatomeas

En este ejemplo, el conjunto de parámetros del Ejemplo 2 se modificó solo con la adición de tierra de diatomeas (TD). La composición de TD osciló entre el 1 % y el 5 % (en peso) y todos los demás parámetros y procedimientos permanecieron iguales. Los gránulos de 4 g se cortaron y tamizaron entre una malla de 18 x 70 para producir un tamaño de partícula promedio de 500 µm. Las áreas de superficie específicas se determinaron como en los ejemplos anteriores.

La Tabla 3 detalla el conjunto de parámetros.

Tabla 3

Temperatura (°C)	Presión en MPa (psig)	% de aglutinante	% de TD	SSA (m ² /g)
110	23,44 (3400)	2,5	5	91
105	68,95 (10.000)	2,5	5	75
105	23,44 (3400)	2,5	1	71
107,5	46,88 (6800)	6,25	3	72
110	23,44 (3400)	10	1	88
110	68,95 (10.000)	2,5	1	73
105	68,95 (10.000)	10	1	83
110	68,95 (10.000)	10	5	64
105	23,44 (3400)	10	5	70
107,5	46,88 (6800)	6,25	3	83

Ejemplo 4

El procedimiento de los Ejemplos 1-3 se repitió con el óxido de cerio y GUR® 2122, un polietileno de peso molecular ultra alto obtenido de Ticona. La poliolefina lineal tiene un peso molecular de 4,5MM g/mol, un punto de ablandamiento Vicat de 80 °C y un tamaño de partícula del orden de 100 µm.

La temperatura del cilindro de ensayo se varió entre 60 °C y 100 °C, la presión de prensado entre 23,44 MPa (3400 psig) y 68,96 MPa (10.000 psig), y el tiempo de prensado entre 0,5 y 5 minutos. Los gránulos de 4 g se cortaron y tamizaron entre una malla de 18 x 70 para obtener un tamaño de partícula promedio de 500 µm. Las áreas de superficie específicas se determinaron como en los ejemplos anteriores.

La Tabla 4 enumera la matriz de parámetros para este ejemplo particular.

Tabla 4

Temperatura (°C)	Presión en MPa (psig)	Tiempo (min)	% de aglutinante	SSA (m ² /g)
80	46,88 (6800)	2,75	6	82,13
100	68,95 (10.000)	5	10	84,02
60	68,95 (10.000)	0,5	10	
60	23,44 (3400)	0,5	2	
100	23,44 (3400)	5	2	118,01
100	23,44 (3400)	0,5	10	87,28
80	46,88 (6800)	2,75	6	90,26
60	23,44 (3400)	5	10	
60	68,95 (10.000)	5	2	
100	68,95 (10.000)	0,5	2	

Ejemplo 5 - Aglutinante polimérico fibroso

En este ejemplo, los agregados se produjeron usando pulpa de polietileno Short Stuff® obtenida de Mini Fibers, Inc. Estas fibras son un polietileno fibrilado de alta densidad, un termoplástico con un rango de fusión de 125 °C-136 °C, una longitud de 0,1 mm-0,6 mm y un diámetro de 5 µm. El óxido de cerio es el mismo que con los ejemplos anteriores.

Cada componente se pesó y se mezcló con un mezclador de laboratorio equipado con un accesorio de cuchillas fijado para rotar a ≈160 rpm durante aproximadamente 30 minutos para lograr una mezcla homogénea. El cilindro de prueba Carver con un diámetro interno de 2,86 (1,125 pulgadas) se calentó a temperaturas que varían de 70 °C a 115 °C. Se vertieron cuatro gramos de la mezcla de óxido de cerio/polímero en el molde calentado y se comprimieron a presiones que oscilaban entre 23,44 MPa (3400 psig) y 68,95 MPa (10.000 psig). Los tiempos de prensado también variaron en este punto de 30 a 120 segundos. Los gránulos de 4 g se cortaron y tamizaron entre una malla de 18 x 35 para producir un tamaño de partícula mínimo de 500 µm. Las áreas de superficie específicas y la capacidad de As se determinaron como en el Ejemplo 2.

La Tabla 5 detalla el conjunto de parámetros.

Tabla 5

Temperatura (°C)	Presión en MPa (psig)	Tiempo (s)	% de aglutinante	SSA (m ² /g)	Capacidad de As (III) (mg As/g material)	Capacidad de As (V) (mg As/g material)
115	68,95 (10.000)	120	7	81,8	6,22	1,26
115	23,44 (3400)	120	2	105,86	7,51	3,13
92,5	46,88 (6800)	75	4,5	74,91	5,72	1,62
70	68,95 (10.000)	120	2	93,17	5,21	1,77
70	23,44 (3400)	120	7	90,19	7,41	2,07
115	68,95 (10.000)	30	2	105,86	5,88	1,05
115	23,44 (3400)	30	7	144,81	5,43	1,07
70	68,95 (10.000)	30	7	82,77	5,2	2,16
70	23,44 (3400)	30	2	102,85	5,72	2,82
92,5	46,88 (6800)	75	4,5	84,59	7,02	3,39

5 Ejemplo 6 - Aglutinante polimérico fibroso con tierra de diatomeas

Los agregados en este ejemplo se prepararon con el mismo material y procedimiento que en el Ejemplo 5 con la adición de tierra de diatomeas (TD). La composición del TD varió entre el 1 % y el 5 % (en peso), la composición del aglutinante varió entre el 2 % y el 5 % (en peso), y la temperatura del cilindro de prueba Carver varió de 70 °C a 115 °C. La presión de prensado y el tiempo se mantuvieron constantes a 46,88 MPa (6800 psig) durante 1 minuto. Los gránulos de 4 g se cortaron y tamizaron entre una malla de 18 x 35 para producir un tamaño de partícula mínimo de 500 µm. Las áreas de superficie específicas y la capacidad de As se determinaron como en el Ejemplo 2.

La Tabla 6 detalla el conjunto de parámetros.

Tabla 6

Temperatura (°C)	% de aglutinante	% TD	SSA (m ² /g)	Capacidad de As (III) (mg As/g material)	Capacidad de As (V) (mg As/g material)
70	5	5	61,2	5,41	4,22
115	5	1	80,85	5,39	3,58
115	2	5	89,81	6,20	3,94
92,5	3,5	3	91,61	7,54	3,73
70	5	1	101,64	5,53	4,11
115	2	1	94,62	5,66	3,28
70	2	1	83,76	7,23	3,59
70	2	5	100,72	7,86	2,98
92,5	3,5	3	65,11	5,81	3,49
115	5	5	58,32	7,56	3,08

Las realizaciones particulares desveladas anteriormente son solo ilustrativas, ya que la invención puede modificarse y practicarse de maneras diferentes pero equivalentes, evidentes para los expertos en la materia que tienen el beneficio de las enseñanzas de la presente memoria. Además, no se pretende que existan limitaciones a los detalles de construcción o diseño mostrados en el presente documento, que no sean los que se describen en las reivindicaciones a continuación. Por lo tanto, es evidente que las realizaciones particulares desveladas anteriormente pueden alterarse o modificarse y todas esas variaciones se consideran dentro del alcance y el espíritu de la invención. En consecuencia, la protección que se busca en este documento es la que se establece en las reivindicaciones a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato de filtro para eliminar contaminantes, que comprende:

- 5 una composición de agregado que tiene un compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras y un aglutinante polimérico, en donde el compuesto insoluble de las tierras raras es CeO_2 , obtenido por descomposición térmica de un carbonato o un oxalato de cerio a una temperatura de entre 100°C y 350°C en un horno en presencia de aire, en donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras está adherido al aglutinante polimérico, en donde el sustrato del filtro tiene una estructura de bloque permeable a los
- 10 fluidos, en donde la composición de agregado comprende más del 11 % en peso de dicho compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras, y en donde la composición de agregado está en forma de una partícula fluida, un gránulo, una perla, perdigones, polvo o fibra.
- 15 2. El sustrato de filtro de la reivindicación 1, en donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende partículas adheridas a una superficie externa del aglutinante polimérico.
3. El sustrato de filtro de la reivindicación 1, en donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende partículas que tienen un área superficial media de al menos $25\text{ m}^2/\text{g}$.
- 20 4. El sustrato de filtro de la reivindicación 1, en donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras comprende partículas que tienen un tamaño medio de partículas mayor de 1 nm .
5. El sustrato de filtro de la reivindicación 4, en donde el compuesto insoluble que contiene elementos de las tierras raras interactúa con un contaminante en una solución o un gas.
- 25 6. El sustrato de filtro de la reivindicación 5, en donde la solución o el gas fluyen a través de la composición de agregado.
- 30 7. El sustrato de filtro de la reivindicación 1, en donde la composición de agregado comprende uno o más de compuestos solubles que contienen elementos de las tierras raras, agentes de descontaminación, agentes biocidas, adsorbentes, adyuvantes de flujo, aglutinantes no poliméricos y sustratos.
- 35 8. El sustrato de filtro de la reivindicación 1, en donde el aglutinante polimérico comprende uno o más polímeros seleccionados del grupo que consiste en polímeros termoendurecibles, polímeros termoplásticos, polímeros elastoméricos, polímeros celulósicos y vidrios.