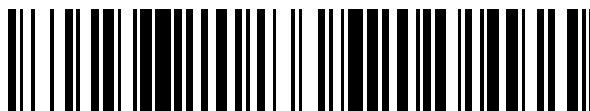


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 732**

51 Int. Cl.:

C09D 7/00 (2008.01)
C04B 33/04 (2006.01)
C09D 183/00 (2006.01)
C09D 183/04 (2006.01)
C09D 183/06 (2006.01)
C08K 3/20 (2006.01)
C08K 3/34 (2006.01)
C08K 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2017** **E 17188309 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020** **EP 3290482**

54 Título: **Materiales particulados que tienen alta reflectancia solar total**

30 Prioridad:

29.08.2016 US 201615250772

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2021

73 Titular/es:

U.S. SILICA COMPANY (100.0%)
8490 Progress Drive, Suite 300
Frederick, MD 21701, US

72 Inventor/es:

JENREE, RHONDA MARIE;
SMITH, ROCKY LEE;
WU, SHIH-JEN y
WELLER, JR., DAVID EARL

74 Agente/Representante:

DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro

ES 2 861 732 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

Materiales particulados que tienen alta reflectancia solar total

ANTECEDENTES

Los techos comerciales y residenciales están continuamente expuestos a los elementos exteriores, que a menudo son severos o extremos. Incluso en condiciones externas moderadas, estos techos están expuestos a condiciones ambientales o climáticas que afectan a la capacidad de los techos para aislar los interiores de edificios o residencias de los efectos de las condiciones ambientales o climáticas. En muchas partes del mundo, durante los meses de verano, los techos están continuamente expuestos a altas temperaturas y condiciones soleadas en las que los materiales del techo absorben la energía solar y retienen altos niveles de calor. A medida que los techos absorben la energía solar y retienen el calor, las condiciones dentro de los edificios o residencias subyacentes se ven perjudicadas, lo que a menudo hace que los interiores se calienten hasta llegar a condiciones incómodas. Para remediar estas condiciones, los edificios o residencias a menudo recurren a mayores cantidades de aislamiento interno o un mayor uso de sistemas de enfriamiento artificial (por ejemplo, equipos de climatización). Sin embargo, aumentar la cantidad de aislamiento tiene una capacidad limitada para reducir la transferencia de calor, y el aumento de los costes de energía hace que el aumento del uso de sistemas de enfriamiento artificial sea indeseable o incluso prohibitivo. El documento US2015/0192698 desvela en el ejemplo 4 una composición de material particulado reflectante que comprende: un 62,5 % de arcilla; un 10 % de feldespatos y un 10 % de sienita nefelínica; un 2,5 % de carbonato de sodio

RESUMEN

La invención se define en las reivindicaciones. Las realizaciones de la descripción que no se incluyen en las reivindicaciones son solo para fines ilustrativos.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, una composición de material particulado reflectante incluye una mezcla de material particulado de un sustrato de material particulado, un potenciador de la dureza y un pigmento. La composición de material particulado reflectante incluye además un revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado. La composición de material particulado reflectante puede tener una reflectancia solar total del 70 % o más, por ejemplo, del 80 % o más, o del 90 % o más. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la mezcla de material particulado sin el revestimiento exterior hidrófobo puede tener una reflectancia solar total de 70 % o más, por ejemplo, del 80 % o más, o del 90 % o más antes de revestir con el revestimiento hidrófobo (es decir, la mezcla de material particulado sin revestir puede tener una reflectancia solar total del 70 % o más, por ejemplo, del 80 % o más, o del 90 % o más).

En algunas realizaciones, el sustrato de material particulado puede comprender un feldespato, por ejemplo, sienita nefelínica. El feldespato puede estar presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 20 % en peso al 60 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado. El sustrato de material particulado puede incluir además una arena a base de sílice. La arena a base de sílice puede estar presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 3 % en peso al 20 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.

El potenciador de la dureza puede incluir yeso de París, sal de Epsom, apatita, carbonato de calcio, carbonato de magnesio y/o carbonato de sodio. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza puede comprender yeso de París. El potenciador de la dureza puede estar presente en una cantidad del 10 % en peso o más basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.

El pigmento puede incluir una composición de pigmento a base de arcilla que comprende una arcilla de caolín en una cantidad del 50 % en peso o más basándose en el 100 % en peso de la composición de pigmento a base de arcilla. En algunas realizaciones, el pigmento puede estar presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 45 % en peso o menos basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.

La composición de pigmento a base de arcilla puede incluir además un componente de pigmento secundario, algunos ejemplos del cual incluyen óxidos de metales de transición, sulfatos de metales alcalinotérreos, silicatos metálicos (por ejemplo, silicatos de metales alcalinotérreos y/o silicatos de metales alcalinos) y cristobalita. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el componente de pigmento secundario puede incluir sal de Epsom, BaSO₄, SrCO₃, BaCO₃, ZrSiO₄, Ca₂SiO₄, Ba₂SiO₄, silicato de magnesio, SnO y/o ZnO. En algunas realizaciones, el componente de pigmento secundario puede estar presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 1 % en peso al 15 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, un método de preparación de la composición de material particulado reflectante puede incluir mezclar el sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y un medio líquido para formar una mezcla de material particulado, tratar térmicamente la mezcla de material particulado, mezclar la mezcla de material particulado tratada térmicamente con una composición de revestimiento hidrófobo para formar el revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado. El método puede incluir además triturar la mezcla de material particulado antes del tratamiento térmico. En algunas

realizaciones, el método puede incluir además secar y/o calcar la mezcla de material particulado antes de la trituración.

En algunas realizaciones, un método de preparación de la composición de material particulado reflectante puede incluir mezclar el sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y un medio líquido para formar una mezcla de material particulado. Este método incluye además secar la mezcla de material particulado a una temperatura de hasta aproximadamente 800 °C para formar una mezcla de material particulado seco y triturar la mezcla de material particulado seco para formar una mezcla de material particulado triturado y materiales particulados finos. El método puede incluir además mezclar los materiales particulados finos con cantidades adicionales del sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y el medio líquido para formar una segunda mezcla de material particulado, tratar térmicamente la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado, y mezclar la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado con una composición de revestimiento hidrófobo para formar el revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado. Los materiales particulados finos pueden tener un tamaño de partícula suficiente para pasar a través de un tamiz de malla 40 o más pequeño. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los materiales particulados finos pueden tener un tamaño de partícula suficiente para pasar a través de un tamiz de malla 50.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La reducción de la transferencia de calor del entorno externo al espacio de trabajo o habitable interior de un edificio es cada vez más importante a medida que aumenta el coste de la energía. En particular, mientras que el espacio interior de una residencia o edificio generalmente se puede mantener confortable mediante el uso de sistemas de enfriamiento artificial (por ejemplo, sistemas de climatización), a medida que aumentan los costes de energía, también aumenta el coste de mantener un espacio de trabajo o habitable confortable. En consecuencia, son deseables métodos para reducir la transferencia de calor del entorno externo al espacio interior de un edificio o residencia. De hecho, dicha reducción de la transferencia de calor reduciría la cantidad de tiempo que los sistemas de enfriamiento artificial necesitarían para funcionar para mantener un espacio interior confortable, reduciendo así la cantidad de energía consumida por esos sistemas de enfriamiento.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, un material particulado de techo incluye gránulos o materiales particulados reflectantes solares, y el material particulado de techo tiene una reflectancia solar total en masa (también denominada en el presente documento como "reflectancia solar total" o simplemente "reflectancia solar") del 70 % o más medida con un reflectómetro de Surface Optics Corporation (San Diego, California). Por ejemplo, se puede usar el reflectómetro portátil 410-Solar visible/NIR de Surface Optics Corporation (San Diego, California), que mide la reflectancia en 7 bandas de longitud de onda y usa un algoritmo para calcular la reflectancia solar total. En algunas realizaciones, el material particulado de techo tiene una reflectancia solar de al menos el 60 %, por ejemplo, al menos el 70 % o al menos el 80 %. En algunas realizaciones, el material particulado de techo puede tener una reflectancia solar de al menos el 80 %, y en algunas realizaciones puede tener una reflectancia solar total de al menos el 85 % o al menos el 90 %. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo puede tener una reflectancia solar total del 90 % o más. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo tiene una reflectancia solar del 60 % al 95 %, del 70 % al 95 %, del 80 % al 95 %, del 70 % al 90 %, del 80 % al 90 %, del 85 % al 95 % o del 90 % al 95 %.

Como se analiza adicionalmente más adelante, el material particulado de techo puede incluir una mezcla de material particulado que está revestida con un revestimiento hidrófobo. En algunas realizaciones, la mezcla de material particulado revestidas puede tener los valores de reflectancia solar total notificados anteriormente, es decir, al menos el 60 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, al menos el 85 % o al menos el 90 %, etc. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la mezcla de material particulado sin revestir (es decir, el material particulado de techo antes de revestir con el revestimiento hidrófobo analizado más adelante, o el material particulado de techo sin el revestimiento exterior hidrófobo), también puede tener estos valores de reflectancia solar total. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir (o el material particulado de techo sin el revestimiento hidrófobo) puede tener una reflectancia solar total en masa del 70 % o más medida usando un reflectómetro de Surface Optics Corporation (San Diego, California). En algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir (o el material particulado de techo sin el revestimiento hidrófobo) puede tener una reflectancia solar de al menos el 60 %, por ejemplo, al menos el 70 % o al menos el 80 %. En algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir (o el material particulado de techo sin el revestimiento hidrófobo) puede tener una reflectancia solar de al menos el 80 %, y en algunas realizaciones puede tener una reflectancia solar total de al menos el 85 %, o al menos el 90 %. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir (o el material particulado de techo sin el revestimiento hidrófobo) puede tener una reflectancia solar total del 90 % o más. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir tiene una reflectancia solar del 60 % al 95 %, del 70 % al 95 %, del 80 % al 95 %, del 70 % al 90 %, del 80 % al 90 %, del 85 % al 95 % o del 90 % al 95 %.

Adicionalmente, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a la luz ultravioleta ("UV") (es decir, en la banda de longitud de onda de 335-380 nm) de al menos el 20 %, por ejemplo, del 20 % al 80 %. En algunas realizaciones, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una

reflectancia a UV de al menos el 25 %, por ejemplo, del 25 % al 75 %, del 25 % al 70 % o del 40 % al 70 %, medida usando un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a UV del 50 % o más, por ejemplo, del 50 % al 70 %, medida usando un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California).

Además, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a la luz visible ("VIS") (es decir, en la banda de longitud de onda de 400-720 nm) de al menos el 60 %, por ejemplo, del 60 % al 97 %, o del 60 % al 95 %, medida usando un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a VIS del 70 % o más, por ejemplo, del 70 % al 98 %, o del 70 % al 97 %, medida usando un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California).

Además, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a la luz infrarroja ("IR") (es decir, en la banda de longitud de onda de 700-2500 nm) de al menos el 60 %, por ejemplo, del 60 % al 98 %, o del 60 % al 97 %, medida con un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo (revestido o sin revestir) puede tener una reflectancia a IR del 70 % o más, por ejemplo, del 70 % al 98 % o del 70 % al 97 %, medida usando un reflectómetro solar de Surface Optics Corporation (San Diego, California).

Como se describió anteriormente, el material particulado de techo de acuerdo con realizaciones de la presente invención puede tener una reflectancia solar total, reflectancia a UV, reflectancia a IR y/o reflectancia a VIS dentro de los intervalos descritos, ya sea que el material esté revestido con el material de revestimiento hidrófobo o el material no esté revestido. En algunas realizaciones, sin embargo, el material particulado de techo sin revestir puede tener una reflectancia solar total, reflectancia a UV, reflectancia a IR y/o reflectancia a VIS diferente de la o las reflectancias correspondientes del material homólogo revestido. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material particulado de techo sin revestir puede tener una reflectancia solar total, reflectancia a UV, reflectancia a IR y/o reflectancia a VIS que es mayor que la o las reflectancias correspondientes del material homólogo revestido. Como tal, mientras que las versiones revestidas y sin revestir del material particulado de techo pueden tener una reflectancia solar total, reflectancia a UV, reflectancia a IR y/o reflectancia a VIS dentro de los mismos intervalos (como se analizó anteriormente), las versiones revestidas y sin revestir del material puede tener diferentes valores de reflectancia dentro de los mismos intervalos.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, el material particulado de techo puede tener una densidad aparente de 40 libras/pie³ a 75 libras/pie³, por ejemplo, de 50 libras/pie³ a 75 libras/pie³, de 40 libras/pie³ a 60 libras/pie³, de 50 libras/pie³ a 60 libras/pie³ o de 45 libras/pie³ a 60 libras/pie³. En algunas realizaciones, el material particulado de techo puede tener una densidad aparente de 50 libras/pie³ a 60 libras/pie³, por ejemplo, de 52 libras/pie³ a 58 libras/pie³ o de 53 libras/pie³ a 56 libras/pie³. La densidad aparente relativamente baja del material particulado de techo permite ahorros de coste significativos. Por ejemplo, la densidad aparente más baja permite la aplicación de menos materiales particulados (o gránulos) por unidad de área (o cuadrado) y mientras sigue logrando los beneficios de la reflectancia solar (tales como, por ejemplo, una alta reflectancia solar total y/o reflectancia a UV, VIS y/o IR).

Como se usa en el presente documento, el término "material particulado de techo" y términos similares, se refieren a materiales particulados o gránulos reflectantes solares que son útiles en las llamadas aplicaciones de "techo frío" y, de hecho, el término "material particulado de techo" se usa indistintamente con los términos "materiales particulados reflectantes solares", "gránulos reflectantes solares", "materiales particulados reflectantes", "gránulos reflectantes" y términos similares. Adicionalmente, aunque los materiales particulados y gránulos descritos en el presente documento se promocionan por su eficacia en aplicaciones de "techo frío", se entiende que los materiales particulados y gránulos descritos pueden tener otros usos y aplicaciones, y que las realizaciones descritas no se limitan a su uso en aplicaciones de "techo frío". Por ejemplo, en algunas realizaciones, los materiales particulados de techo descritos en el presente documento pueden ser útiles en cualquier superficie exterior, por ejemplo, como relleno en una pintura exterior o aplicación similar.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, los materiales particulados o gránulos reflectantes incluyen un sustrato o relleno de material particulado (o granular), un potenciador de la dureza (o de la procesabilidad), un pigmento (o colorante) y un revestimiento exterior hidrófobo. El sustrato (o relleno) puede incluir cualquier sustrato de material particulado adecuado, tal como, por ejemplo, un feldespatos y/o una arena (tal como, por ejemplo, una arena a base de sílice). Puede usarse cualquier feldespatos adecuado en el sustrato (o relleno) de material particulado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el feldespatos puede incluir un feldespatos alcalino y/o una sienita nefelínica. Como se usa en el presente documento, el término "feldespatos alcalino" se usa en su sentido reconocido en la técnica y se refiere a materiales de feldespatos que son ricos en uno o más elementos alcalinos, tales como, por ejemplo, litio, potasio y/o sodio. En algunas realizaciones, por ejemplo, el feldespatos puede incluir feldespatos de potasio, feldespatos de sodio, feldespatos de litio y/o sienita nefelínica. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el feldespatos puede incluir albita, anortoclasa, microclina, ortoclasa, sanidina y/o sienita nefelínica. En algunas realizaciones, por ejemplo, el feldespatos puede incluir sienita nefelínica.

Adicionalmente, se puede usar cualquier arena adecuada en el sustrato (o relleno) de material particulado. Los

ejemplos no limitantes de arenas adecuadas incluyen arena de sílice, arena de circón, arena de olivino, arena de lago, arena de cromita, arena de talco y arena de cuarzo. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena puede incluir una arena a base de sílice. Como se usa en el presente documento, el término "arena a base de sílice" se refiere a sustratos de material particulado que incluyen sílice como constituyente primario (es decir, la sílice está presente en la arena en la mayor cantidad respecto a cualquier otro ingrediente). Además, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice incluye una mayoría de sílice, es decir, la sílice está presente en la arena a base de sílice en una cantidad del 50 % en peso o más. Mientras que la arena a base de sílice incluye sílice como constituyente primario, la arena a base de sílice (como componente del sustrato de material particulado) puede incluir constituyentes secundarios. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir uno o más óxidos secundarios como constituyente secundario, ejemplos no limitantes de los cuales incluyen tridimita y cristobalita (que son las fases minerales de la sílice y pueden formarse al calentar o calcinar la sílice), Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 y P_2O_5 . En algunas realizaciones, por ejemplo, el constituyente secundario incluye tridimita, cristobalita y/o Al_2O_3 , y en algunas realizaciones el constituyente secundario incluye Al_2O_3 además de uno o más óxidos secundarios u otros constituyentes secundarios. En algunas realizaciones, los constituyentes secundarios pueden estar presentes en la arena a base de sílice en una cantidad de menos del 50 % en peso, por ejemplo, el 40 % en peso o menos. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir sílice en una cantidad del 50 % en peso o más, alúmina (es decir, Al_2O_3) en una cantidad del 20 % en peso o más, con otros constituyentes secundarios (por ejemplo, tridimita, cristobalita, TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 y/o P_2O_5) que constituyen el resto de la arena a base de sílice. En algunas realizaciones, la arena a base de sílice (como componente del sustrato de material particulado) incluye sílice en una cantidad del 50 % o más, y una o más de tridimita y/o cristobalita como constituyentes secundarios que componen el resto de la arena a base de sílice. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice incluye una mezcla de sílice con una o más de tridimita y cristobalita como constituyentes secundarios, y en algunas realizaciones, la arena a base de sílice incluye una mezcla de sílice tanto con tridimita como con cristobalita como constituyentes secundarios.

En algunas realizaciones, la arena a base de sílice tiene un aspecto opaco o semiopaco. Además, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice tiene una forma de angular a subredondeada, por ejemplo, una forma angular. Los términos "angular" y "subredondeada", en lo que se refiere a la forma de las partículas, son términos de la técnica conocidos por los expertos en la materia, y se usan en el presente documento en el sentido reconocido en la técnica. De hecho, las formas de partículas a las que se hace referencia en el presente documento se analizan en Rodríguez et al., "Particle Shape Quantities and Measurement Techniques - A Review", EJGE, vol. 18, Bund. A, págs. 169-198 (2013), cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento como referencia. Por ejemplo, se puede encontrar una descripción general de diferentes descriptores de tamaño de partícula en la tabla 4 de Rodríguez en la página 181, que también se incorpora específicamente en el presente documento como referencia.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede tener una dureza de Mohs de 6 o mayor. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice tiene una dureza de Mohs de 6 a 9 o de 6 a 8. Además, la arena a base de sílice puede tener un tamaño promedio de partícula de 5 a 200 micrómetros, por ejemplo, de 5 a 150 micrómetros o de 5 a 125 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 200 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 200 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 5 a 200 micrómetros.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 150 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 150 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 5 a 150 micrómetros.

En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 125 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5 a 125 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 5 a 125 micrómetros.

De acuerdo con algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede tener un tamaño promedio de partícula de 10 a 200 micrómetros, por ejemplo, de 10 a 150 micrómetros o de 10 a 125 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 10 a 200 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 10 a 200 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 10 a 200 micrómetros.

Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más

de las partículas tienen un tamaño de 10 a 150 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 10 a 150 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 10 a 150 micrómetros.

- 5 En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 10 a 125 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 10 a 125 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 10 a 125 micrómetros.
- 10 En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 90 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5, 10, 15, 30, 40, 52, 63, 75, 106 o 125 micrómetros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que el 92 % o más de las partículas tienen un tamaño de 5, 10, 15, 30, 40, 52, 63, 75, 106 o 125 micrómetros. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arena a base de sílice puede incluir una arena en la que del 90 % al 95 % de las partículas tienen un tamaño de 5, 10, 15, 30, 40, 52, 63, 75, 106 o 125 micrómetros. El tamaño de las partículas de arena a base de sílice puede medirse por cualquier medio o dispositivo adecuado, algunos ejemplos no limitantes de los cuales incluyen métodos de sedimentación por rayos X (usando, por ejemplo, la línea de instrumentos SEDIGRAPH® disponible de Micromeritics Instrument Corporation (Norcross, GA) o instrumentos similares), o métodos de difracción láser (usando, por ejemplo, la línea de instrumentos MICROTRAC® de Microtrac, Inc. (Montgomery, PA) o instrumentos similares).
- 20 Algunos ejemplos no limitantes de arenas a base de sílice adecuadas incluyen las líneas de productos MIN-U-SIL® y SIL-CO-SIL® disponibles en U.S. Silica (Frederick, MD).

- El sustrato (o relleno) de material particulado puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, el sustrato (o relleno) de material particulado puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad siempre que los materiales particulados reflectantes resultantes exhiban las propiedades deseadas, tales como, por ejemplo, dureza, reflectancia solar total y/o reflectancia a UV, VIS o IR. En algunas realizaciones, por ejemplo, el sustrato (o relleno) de material particulado puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 15 % en peso a aproximadamente el 65 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 65 % en peso, o de aproximadamente el 40 % en peso a aproximadamente el 65 % en peso.
- 25 En realizaciones en las que el sustrato (o relleno) de material particulado incluye tanto un feldespato como una arena (por ejemplo, una arena a base de sílice), el feldespato y la arena también pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, en algunas de dichas realizaciones, el feldespato (por ejemplo, sienita nefelínica) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 25 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 55 % en peso, de aproximadamente el 35 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, o del 35 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena (por ejemplo, arena a base de sílice) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 3 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso, o de aproximadamente el 7 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso.
- 30 En realizaciones en las que el sustrato (o relleno) de material particulado incluye tanto un feldespato como una arena (por ejemplo, una arena a base de sílice), el feldespato y la arena también pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, en algunas de dichas realizaciones, el feldespato (por ejemplo, sienita nefelínica) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 25 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 55 % en peso, de aproximadamente el 35 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, o del 35 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena (por ejemplo, arena a base de sílice) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 3 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso, o de aproximadamente el 7 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso.
- 35 En realizaciones en las que el sustrato (o relleno) de material particulado incluye tanto un feldespato como una arena (por ejemplo, una arena a base de sílice), el feldespato y la arena también pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, en algunas de dichas realizaciones, el feldespato (por ejemplo, sienita nefelínica) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 25 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 55 % en peso, de aproximadamente el 35 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, o del 35 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena (por ejemplo, arena a base de sílice) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 3 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso, o de aproximadamente el 7 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso.
- 40 En realizaciones en las que el sustrato (o relleno) de material particulado incluye tanto un feldespato como una arena (por ejemplo, una arena a base de sílice), el feldespato y la arena también pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, en algunas de dichas realizaciones, el feldespato (por ejemplo, sienita nefelínica) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 25 % en peso a aproximadamente el 60 % en peso, de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 55 % en peso, de aproximadamente el 35 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, o del 35 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la arena (por ejemplo, arena a base de sílice) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 3 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso, o de aproximadamente el 7 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso.

- El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede ser cualquier potenciador adecuado que sea capaz de mejorar la dureza o procesabilidad de los materiales particulados reflectantes. Ejemplos no limitantes del potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) incluyen yeso de París (es decir, $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), yeso hidratado (es decir, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sal de Epsom (es decir, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), aplita, carbonato de calcio, carbonato de magnesio y carbonato de sodio. En algunas realizaciones, por ejemplo, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede incluir yeso de París. Puede usarse cualquier potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) individual, o puede usarse una combinación de diferentes potenciadores.
- 45 El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 15 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 15 % en peso al 25 % en peso, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 15 % en peso a aproximadamente el 21 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes.
- 50 El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 15 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 15 % en peso al 25 % en peso, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 15 % en peso a aproximadamente el 21 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes.
- 55 El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 15 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 15 % en peso al 25 % en peso, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 15 % en peso a aproximadamente el 21 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes.

- El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 15 % en peso o más, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 15 % en peso al 25 % en peso, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 15 % en peso a aproximadamente el 21 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes.
- 60 El pigmento (o colorante) puede ser cualquier pigmento (o colorante) adecuado capaz de impartir un pigmento

reflectante (por ejemplo, un pigmento blanco) a los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el pigmento (o colorante) puede incluir cualquier material que exhiba una reflectancia solar total (por sí solo, es decir, fuera de los materiales particulados reflectantes) del 80 % o más. Los ejemplos no limitantes de pigmentos adecuados incluyen óxidos de metales de transición, arcillas, silicatos de calcio (por ejemplo, wollastonita) y pirofilitas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el pigmento puede incluir un óxido de metal de transición, un silicato de calcio (por ejemplo, wollastonita), una pirofilita y/o una arcilla de caolín. En algunas realizaciones, por ejemplo, el pigmento puede incluir dióxido de titanio, una pirofilita, un silicato de calcio (por ejemplo, wollastonita), una arcilla de caolín hidratada y/o una arcilla de caolín calcinada. Los ejemplos no limitantes de pigmentos adecuados incluyen silicatos de calcio (por ejemplo, wollastonita), caolín EPK (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe de aproximadamente el 0,93 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la pérdida por ignición (LOI) y se normaliza a un contenido total de óxido del 100 %) disponible de Edgar Minerals (Edgar, FL), caolín MCNAMEE® (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe de aproximadamente el 0,38 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la LOI y se normaliza a un contenido total de óxido de 100 %) disponible de Vanderbilt Minerals, LLC (Norwalk, CT), caolín Kingsley (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe del 0,45 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la LOI y se normaliza a un contenido total de óxido del 100 %) disponible de Kentucky-Tennessee Clay Company (Roswell, GA), caolín 6 TILE® (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe de aproximadamente el 0,4 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la LOI y se normaliza a un contenido total de óxido del 100 %) disponible de Kentucky-Tennessee Clay Company (Roswell, GA), caolín optiKasT (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe de aproximadamente el 0,58 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la LOI y se normaliza a un contenido total de óxido del 100 %) disponible de Kentucky-Tennessee Clay Company (Roswell, GA), caolín lone Airfloated (por ejemplo, que tiene un contenido de Fe de aproximadamente el 0,7 % en peso, donde el contenido de Fe notificado se ajusta para excluir la LOI y se normaliza a un contenido de óxido total del 100 %) disponible de lone Minerals, Inc. (lone, CA), la línea de productos ASP® (por ejemplo, ASP G90 y ASP G92) disponible de BASF Corporation (Florham Park, NJ), y la línea de productos PYRAX® (por ejemplo, Pyrax HS) disponible de RT Vanderbilt Company, Inc. (Norwalk, CT).

En algunas realizaciones, el pigmento incluye una composición de pigmento a base de arcilla. Como se usa en el presente documento, el término "composiciones de pigmento a base de arcilla" se refiere a composiciones de pigmento que incluyen arcilla (por ejemplo, arcilla de caolín hidratada o calcinada) como componente primario (es decir, la arcilla está presente en la composición de pigmento en la mayor cantidad respecto a cualquier otro componente). Además, en algunas realizaciones, la composición de pigmento a base de arcilla incluye una mayoría de arcilla, es decir, la arcilla está presente en la composición de pigmento a base de arcilla en una cantidad del 50 % en peso o más. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arcilla está presente en la composición de pigmento a base de arcilla en una cantidad del 60 % en peso o más, o del 50 % en peso al 80 % en peso.

Aunque la composición de pigmento a base de arcilla incluye arcilla (por ejemplo, caolín hidratado o calcinado) como componente primario, la composición de pigmento a base de arcilla puede incluir componentes de pigmento secundarios. Por ejemplo, los componentes de pigmento secundarios pueden incluir materiales de pigmento adicionales y/o aditivos de pigmento. Algunos ejemplos no limitantes de componentes de pigmento secundarios adecuados incluyen óxidos de metales y de metales de transición (por ejemplo, TiO_2 , ZnO , SnO y diversos titanatos), sulfatos de metales alcalinotérreos (por ejemplo, BaSO_4 , MgSO_4 (incluyendo formas anhidras o hidratadas, tales como, por ejemplo, sal de Epsom) y similares), carbonatos de metales alcalinotérreos (por ejemplo, SrCO_3 y BaCO_3), silicatos de metales de transición (por ejemplo, ZrSiO_4), silicatos metálicos (por ejemplo, silicatos de metales alcalinotérreos y silicatos de metales alcalinos, cuyos ejemplos no limitantes incluyen Ca_2SiO_4 , Ba_2SiO_4 , silicato de magnesio y ZrSiO_4) y minerales (por ejemplo, cristobalita). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el componente de pigmento secundario puede incluir TiO_2 , BaSO_4 , ZnO , ZrSiO_4 , SrCO_3 , un silicato metálico (por ejemplo, un silicato de metal alcalino y/o un silicato de metal alcalinotérreo) y/o cristobalita. En algunas realizaciones, por ejemplo, la composición de pigmento a base de arcilla puede incluir la arcilla (por ejemplo, caolín hidratado o calcinado) en una cantidad del 50 % en peso o más, siendo el resto de la composición uno o más de TiO_2 , BaSO_4 , ZnO , ZrSiO_4 , SrCO_3 , un silicato metálico (por ejemplo, un silicato de metal alcalino y/o un silicato de metal alcalinotérreo) y/o cristobalita. En algunas realizaciones, por ejemplo, la composición de pigmento a base de arcilla puede incluir la arcilla (por ejemplo, caolín hidratado o calcinado) en una cantidad del 50 % en peso o más, siendo el resto de la composición uno o más de sal de Epsom, BaSO_4 , SrCO_3 , BaCO_3 , ZrSiO_4 , Ca_2SiO_4 , Ba_2SiO_4 , silicato de magnesio, SnO y/o ZnO .

Por ejemplo, los componentes de pigmento secundarios pueden estar presentes en la composición de pigmento a base de arcilla en una cantidad inferior al 50 % en peso. En algunas realizaciones, por ejemplo, los componentes de pigmento secundarios están presentes en la composición de pigmento a base de arcilla en una cantidad positiva (es decir, más del 0 % en peso) hasta el 49 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los componentes de pigmento secundarios pueden estar presentes en la composición de pigmento a base de arcilla en una cantidad del 1 % en peso al 40 % en peso, del 5 % en peso al 30 % en peso o del 10 % en peso al 25 % en peso. Por ejemplo, cuando está presente un pigmento secundario, el pigmento primario (ya sea a base de arcilla o no a base de arcilla (como, por ejemplo, un óxido de metal de transición)) y los componentes de pigmento secundarios pueden estar presentes en el pigmento en una proporción en peso de 70:30 a 90:10, por ejemplo, de 75:25 a 90:10, o de 80:20 a 90:10.

Para impartir un pigmento no blanco a los materiales particulados reflectantes, o para proporcionar otras propiedades beneficiosas, el pigmento (o composición de pigmento a base de arcilla) puede incluir un aditivo de pigmento, tal como un aditivo no blanco, un aditivo antimicrobiano, un aditivo de reflectividad, etc. Dichos aditivos adecuados (por ejemplo, aditivos no blancos) incluyen sulfatos de metales de transición, nitratos de metales de transición y diversos pigmentos disponibles de Ferro Corporation, Mayfield Heights, Ohio (por ejemplo, los pigmentos comercializados con los nombres comerciales GEODE®, COOL COLORS® y ECLIPSE®). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el aditivo puede incluir CuSO_4 , AgNO_3 y/o un pigmento disponible de Ferro Corporation. En la composición de pigmento a base de arcilla, el aditivo puede estar incluido como uno de los componentes de pigmento secundario de la composición de pigmento a base de arcilla, y puede estar incluido en las cantidades descritas anteriormente en relación con los componentes de pigmento secundarios.

Algunos ejemplos no limitantes de componentes de pigmentos secundarios y aditivos de pigmento adecuados incluyen la línea ALTIRIS® de pigmentos (por ejemplo, pigmento ALTIRIS® 550 y pigmento ALTIRIS® 800) disponible de Huntsman (Stockton-On-Tees, Reino Unido), la línea Ti-PURE® de pigmentos de dióxido de titanio (por ejemplo, Ti-PURE® R-900 o Ti-Pure® R-960) disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, Delaware), la línea TYZOR® de titanatos orgánicos (por ejemplo, TYZOR® 217) también disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, Delaware), la línea TYZOR® de titanatos y circonatos orgánicos (por ejemplo, TYZOR® TE (un titanato orgánico) y TYZOR® TEAZ (un circonato orgánico)) disponible de Dorf Ketal Chemicals Pvt. Ltd. (Maharashtra, India).

El pigmento (es decir, la composición de pigmento en su conjunto, incluyendo la arcilla y cualquier aditivo de pigmento) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 45 % en peso o menos, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el pigmento puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 40 % en peso o menos, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el pigmento puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 10 % en peso al 45 % en peso, o del 10 % en peso al 40 % en peso, basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados reflectantes. Además, en algunas realizaciones, la arcilla puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 5 % en peso al 40 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, la arcilla puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 10 % en peso al 35 % en peso, del 15 % al 30 % en peso, del 10 % al 30 % en peso o del 15 % en peso al 25 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes. Adicionalmente, los componentes de pigmento secundarios (por ejemplo, sal de Epsom, BaSO_4 y/o ZnO) pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 1 % en peso al 15 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, los componentes de pigmento secundarios pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en una cantidad del 1 % en peso al 10 % en peso, del 1 % en peso al 8 % en peso, del 2 % en peso al 8 % en peso o del 2 % en peso al 7 % en peso, basándose en el peso total de los materiales particulados reflectantes.

Además, en realizaciones que incluyen una mezcla o combinación de dos o más componentes de pigmento secundarios, los dos componentes de pigmento secundarios pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier cantidad adecuada y en cualquier proporción en peso adecuada. Por ejemplo, en algunas realizaciones que incluyen BaSO_4 y ZnO como componentes de pigmento secundarios, los materiales particulados reflectantes pueden incluir una mayor cantidad de BaSO_4 que de ZnO . En algunas realizaciones, por ejemplo, el BaSO_4 puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad que es aproximadamente del 10 % al 30 % mayor que la cantidad de ZnO en los materiales particulados reflectantes, por ejemplo, una cantidad que es aproximadamente del 15 % al 20 % mayor que la cantidad de ZnO en los materiales particulados reflectantes. En algunas realizaciones, por ejemplo, el BaSO_4 puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 5 % en peso, mientras que el ZnO puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 4 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el BaSO_4 puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 2 % en peso a aproximadamente el 4 % en peso, mientras que el ZnO puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 3 % en peso.

En algunas realizaciones, como se analizó anteriormente, el pigmento incluye una arcilla. En realizaciones de los materiales particulados reflectantes en las que el sustrato (o relleno) de material particulado incluye un feldespato (por ejemplo, sienita nefelínica) y el pigmento incluye una arcilla (por ejemplo, caolín hidratado), el feldespato puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en una cantidad mayor que la cantidad de la arcilla. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el feldespato y la arcilla pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en una proporción en peso de 40:60 a 90:10, por ejemplo, de 45:55 a 85:15, de 60:30 a 90:10 o de 60:30 a 85:15. Adicionalmente, el feldespato y la arcilla pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en una cantidad total combinada de aproximadamente el 50 % en peso a aproximadamente el 75 % en peso, por ejemplo de aproximadamente el 50 % en peso a aproximadamente el 70 % en peso, o de aproximadamente el 55 % en peso a aproximadamente el 70 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el

feldespatos y la arcilla pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en una cantidad combinada total de aproximadamente el 65 % en peso.

El revestimiento exterior hidrófobo proporciona resistencia a la intemperie y a los rayos UV a los materiales particulados reflectantes y se forma a partir de una composición de revestimiento. La composición de revestimiento puede incluir cualquier material adecuado para revestir los materiales particulados reflectantes con un revestimiento hidrófobo. Algunos ejemplos no limitantes de materiales adecuados para el revestimiento hidrófobo incluyen silanos, siloxanos, polisiloxanos, organopolisiloxanos y resinas de silicona. En algunas realizaciones, por ejemplo, el revestimiento exterior hidrófobo puede incluir un silano y/o siloxano. Puede usarse cualquier silano y/o siloxano adecuado para el revestimiento hidrófobo. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el revestimiento hidrófobo puede incluir un silano o siloxano con funcionalidad alquilo y/o alcoxi. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el revestimiento hidrófobo puede incluir un material seleccionado entre alquilsilanos, alquilsiloxanos, alcoxisilanos, alcoxisiloxanos, alcoxisilanos funcionalizados, alquilsilanos funcionalizados, alcoxisiloxanos funcionalizados y/o alquilsiloxanos funcionalizados. Los grupos funcionales en los silanos y siloxanos funcionalizados pueden ser cualquier grupo funcional adecuado, incluyendo (pero sin limitarse a) grupos alquilo (lineales o ramificados), grupos amino, grupos que contienen halógeno (por ejemplo, grupos que contienen flúor, tales como, por ejemplo, grupos fluoroalquilo) y grupos glicol. Adicionalmente, en algunas realizaciones, el revestimiento hidrófobo puede incluir un silano o siloxano acuoso y/o a base de sol-gel.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, el revestimiento hidrófobo puede incluir un compuesto de silano representado por la fórmula 1.



En la fórmula 1, R es un grupo orgánico funcionalizado, R' es H o un grupo alquilo de C1 a C5, n es un número entero de 1 a 10 y X es un grupo hidrolizable (por ejemplo, un grupo hidroxilo o un grupo alcoxi). En la fórmula 1, los grupos R' geminales y vecinales pueden ser iguales o diferentes. De acuerdo con algunas realizaciones, el grupo orgánico puede incluir un grupo alquilo o cicloalquilo funcionalizado en el que el grupo funcional puede incluir un grupo amino, un grupo que contiene nitrógeno, un grupo epoxi, un grupo hidroxilo u otros grupos funcionales adecuados capaces de reaccionar con el polímero.

Ejemplos no limitantes de compuestos adecuados para el revestimiento exterior hidrófobo incluyen bis(2-hidroxietil)-3-aminopropiltriethoxisilano, 3-aminopropil-triethoxisilano, 3-ureidopropiltriethoxisilano, N-(2-amino-etil)-3-aminopropiltrimethoxisilano, 3-aminopropil-triethoxisilano, tri-methoxisililpropil-dietilentriamina, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltri-methoxisilano y 3-glicidopropiltri-methoxisilano. En algunas realizaciones, por ejemplo, el revestimiento hidrófobo puede incluir un material seleccionado de N(beta-aminoetil)gamma-aminopropiltrimethoxisilano, alcoxisilanos con función polietilenglicol, silanos oligoméricos de cadena corta con función alquilo, fluoroalquilsiloxanos modificados, propiltriethoxisilano y/o similares. Puede usarse un solo material para el revestimiento hidrófobo, o puede usarse una combinación de dos o más materiales. Algunos ejemplos no limitantes de materiales adecuados para el revestimiento hidrófobo incluyen la línea de productos SILRES® (por ejemplo, la línea de productos SILRES® BS, por ejemplo, SILRES® BS 3003) disponible de Wacker Chemie AG (Múnich, Alemania), la línea DYNASYLAN® de silanos y siloxanos (por ejemplo, DYNASYLAN® SIVO 112, DYNASYLAN® SIVO 113, DYNASYLAN® SIVO 110, DYNASYLAN® PTEO, DYNASYLAN® F 8815, DYNASYLAN® 9896 y DYNASYLAN® 4148) disponible de Evonik Industries AG (Essen, Alemania) y la línea SILQUEST® de silanos y siloxanos (por ejemplo, SILQUEST® A-1120, SILQUEST® A-1630A y SILQUEST® A-137) disponible de Momentive Performance Materials, Inc. (Waterford, Nueva York). Se puede usar un solo compuesto (o producto) para el revestimiento hidrófobo, o se puede usar una combinación de dos o más compuestos (o productos).

La cantidad del revestimiento exterior hidrófobo se puede seleccionar para aliviar el exceso de polvo y para prevenir o reducir la cantidad de aglomeración. Por ejemplo, si el revestimiento hidrófobo está presente en una cantidad demasiado baja, el material particulado del techo resultante puede presentar un exceso de polvo. Por el contrario, si el revestimiento exterior hidrófobo está presente en una cantidad demasiado alta, el material particulado del techo resultante puede presentar un exceso de aglomeración. En algunas realizaciones, por ejemplo, el revestimiento exterior hidrófobo puede constituir un 5 % en peso o menos del material particulado del techo (es decir, el peso total del sustrato (o relleno), potenciador de la dureza (o de la procesabilidad), pigmento (colorante), revestimiento exterior hidrófobo, etc.). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el revestimiento exterior hidrófobo constituye el 3 % en peso o menos del material particulado del techo. En algunas realizaciones, el revestimiento exterior hidrófobo constituye el 2 % en peso o menos, o del 1,5 % en peso al 2 % en peso.

Aunque el revestimiento hidrófobo proporciona resistencia a la intemperie y a los rayos UV, el revestimiento hidrófobo también disminuye la reflectancia solar total del material particulado reflectante. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el material particulado pigmentado subyacente (es decir, la mezcla del sustrato (o relleno), el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) y el pigmento (o colorante) tiene una reflectancia solar total del 80 % o más. Cuando el material particulado pigmentado subyacente tiene una reflectancia solar total dentro de este intervalo, el material particulado reflectante (es decir, el material particulado pigmentado revestido con el revestimiento exterior hidrófobo) mantiene una reflectancia solar total adecuada a pesar de la disminución de la reflectancia solar total causada por la aplicación del revestimiento hidrófobo. De hecho, en algunas realizaciones, el

revestimiento hidrófobo puede disminuir la reflectancia solar total del material particulado pigmentado subyacente hasta en un 5 %, por ejemplo, del 1 % al 5 % o del 2 % al 4 %. En consecuencia, en algunas realizaciones, el material particulado pigmentado (es decir, antes de la aplicación del revestimiento hidrófobo) puede tener una reflectancia solar total del 80 % al 95 %, por ejemplo, del 85 % al 95 %, del 85 % al 94 %, del 85 % al 93 %, del 90 % al 95 % o del 90 % al 93 %.

Las composiciones de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben reflectancia solar total, así como reflectancia a UV, VIS e IR mejoradas. Estas propiedades de reflectancia mejoradas pueden atribuirse a varios factores, incluyendo la distribución de óxido en los productos finales (es decir, en los materiales particulados reflectantes antes y después de la calcinación, y antes y después de la adición del revestimiento hidrófobo). Por ejemplo, en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo), las composiciones de acuerdo con realizaciones de la presente invención tienen contenidos bajos de hierro y óxido de titanio. El hierro contribuye al color del material (es decir, los productos con mayor contenido de óxido de hierro aparecen más amarillos), mientras que el dióxido de titanio tiene un efecto negativo sobre la reflectancia a UV. Por ejemplo, el TiO_2 por sí solo exhibe típicamente una reflectancia a UV de aproximadamente un 10 %, y cuando se combina en determinadas cantidades con determinadas cantidades de otros materiales, la reflectancia a UV cae aún más. De hecho, cuando se combina en determinadas cantidades con determinadas cantidades de arcilla, el TiO_2 puede reducir la reflectancia a UV del 10 % a más del 30 %. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de óxido de hierro (es decir, Fe_2O_3) de 0,50 % en peso o menos, por ejemplo, menos del 0,40 % en peso o menos del 0,30 % en peso. En algunas realizaciones, por ejemplo, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de óxido de hierro de una cantidad positiva (es decir, mayor del 0 % en peso) a aproximadamente el 0,50 % en peso, o de una cantidad positiva a aproximadamente el 0,40 % en peso, por ejemplo, de una cantidad positiva a aproximadamente el 0,30 % en peso. Adicionalmente, en algunas realizaciones, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de dióxido de titanio de menos del 0,30 % en peso, por ejemplo, menos del 0,25 % en peso, menos del 0,20 % en peso o menos del 0,15 % en peso. En algunas realizaciones, por ejemplo, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de dióxido de titanio de una cantidad positiva (es decir, mayor del 0 % en peso) a menos del 0,30 % en peso, o de una cantidad positiva a aproximadamente el 0,25 % en peso, por ejemplo, de una cantidad positiva a aproximadamente el 0,20 % en peso, o de una cantidad positiva a aproximadamente el 0,15 % en peso.

Además, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de óxido de aluminio (es decir, Al_2O_3) de menos de 40 % en peso, por ejemplo, menos del 30 % en peso, menos del 20 % en peso o menos del 19 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de óxido de aluminio de una cantidad positiva (es decir, mayor del 0 % en peso) a menos del 40 % en peso, o de una cantidad positiva a menos del 30 % en peso, por ejemplo, de una cantidad positiva a menos del 20 % en peso, o de una cantidad positiva a menos del 19 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa (es decir, antes o después de la calcinación, o antes o después de la adición del revestimiento hidrófobo) tienen un contenido de óxido de aluminio de una cantidad positiva (es decir, mayor del 0 % en peso) a aproximadamente el 18 % en peso.

Los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención pueden incluir determinados otros óxidos. Como se usa en el presente documento, el término "otros óxidos" en este contexto se refiere a todos los óxidos distintos de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y TiO_2 . Por ejemplo, los "otros óxidos" pueden incluir CaO , MgO , Na_2O y/o K_2O , así como ZnO y/o BaO . Además, P_2O_5 , Ga_2O_3 , Li_2O , Rb_2O , SrO , ZrO y/o SO_3 pueden estar presentes en los "otros óxidos". Estos otros óxidos pueden estar presentes en diversos grados en los materiales particulados reflectantes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, estos otros óxidos pueden estar presentes en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad total de aproximadamente el 12 % en peso al 30 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 15 % en peso al 30 % en peso, o de aproximadamente el 15 % en peso a aproximadamente el 25 %. En algunas realizaciones, por ejemplo, el CaO puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 0,2 % en peso a aproximadamente el 11 % en peso, o de aproximadamente el 0,2 % en peso a aproximadamente el 10,5 % en peso. Adicionalmente, el MgO puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0,01 % en peso a aproximadamente el 12 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 0,02 % en peso a aproximadamente el 11 % en peso, o de aproximadamente el 0,02 % en peso a aproximadamente el 10,5 % en peso. Además, el Na_2O puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 17 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 16 % en peso, o de aproximadamente el 0,2 % en peso a

aproximadamente el 16 % en peso. Además, el K_2O puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0,05 % en peso a aproximadamente el 6 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 0,05 % en peso a aproximadamente el 5 % en peso, o de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 4,5 % en peso. Además, el BaO puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0 % en peso a aproximadamente el 5 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 5 % en peso, o de aproximadamente el 2 % en peso a aproximadamente el 4 % en peso. El ZnO (analizado anteriormente como un componente de pigmento secundario potencial) puede estar presente en los materiales particulados reflectantes en cualquier etapa en una cantidad de aproximadamente el 0,01 % en peso a aproximadamente el 4 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 0,02 % en peso a aproximadamente el 4 % en peso, o de aproximadamente el 0,03 % en peso a aproximadamente el 3 % en peso.

En algunas realizaciones, los materiales particulados reflectantes tienen una dureza de Mohs de 6 a 7, por ejemplo 6. Adicionalmente, los materiales particulados reflectantes pueden registrar una dureza Vickers promedio de 700 a 900, por ejemplo, de 750 a 850, con una desviación estándar de aproximadamente 60 a aproximadamente 100, por ejemplo, de aproximadamente 70 a aproximadamente 90 o de aproximadamente 80 a aproximadamente 90. Como se usan en el presente documento, los valores de "dureza Vickers" son aquellos valores obtenidos por pruebas de penetración realizadas de acuerdo con la norma ASTM E2546-07 a una fuerza máxima de 25 mN usando un probador de nanodureza "NHT" de CSM Instruments, número de serie 6-135 con módulo número de serie 080820 y software "Indentation" versión 3.81.05.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, un método de preparación de los materiales particulados reflectantes (o gránulos reflectantes o composiciones de materiales particulados reflectantes) incluye mezclar el sustrato (o relleno) de material particulado, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) y el pigmento para formar una mezcla sustancialmente homogénea. Como se usa en el presente documento, el término "sustancialmente" se usa como un término de aproximación, y no como un término de grado, y está destinado a tener en cuenta las desviaciones y variaciones inherentes en las propiedades o valores medidos, observados o calculados. Por consiguiente, el término "sustancialmente homogéneo" indica que, aunque la mezcla puede no ser perfectamente homogénea, los expertos en la materia considerarán que la mezcla es homogénea. El método incluye además añadir un medio líquido (por ejemplo, agua) a la mezcla de componentes hasta que se logre la consistencia deseada. La consistencia deseada en esta etapa del proceso puede variar dependiendo de una variedad de factores, por ejemplo, si se desea que la composición sea finalmente moldeable o fluida. En algunas realizaciones, sin embargo, el medio líquido se puede añadir a la mezcla en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, o de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso. Por ejemplo, en algunas realizaciones en las que se desea que la composición sea moldeable, el medio líquido se puede añadir a la mezcla en una cantidad de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 25 % en peso a aproximadamente el 35 % en peso, o aproximadamente el 30 % en peso. En algunas realizaciones en las que se desea que la composición sea fluida, el medio líquido se puede añadir a la mezcla en una cantidad de aproximadamente el 30 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 35 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso, o aproximadamente el 40 % en peso.

El método puede incluir además extruir la mezcla húmeda (es decir, la mezcla de materiales particulados y el medio líquido) o verter la mezcla húmeda en moldes y después secar el producto extruido o moldeado. El secado se puede realizar a cualquier temperatura adecuada para expulsar sustancialmente el medio líquido. Como se analizó anteriormente, como se usa en el presente documento, el término "sustancialmente" es un término de aproximación, y no un término de grado, y la frase "expulsar sustancialmente el medio líquido" tiene la intención de dar cuenta de las desviaciones inherentes en la medición, cálculo u observación de la cantidad de medio líquido que queda en la mezcla después del secado. Por ejemplo, el medio líquido se consideraría sustancialmente expulsado si la cantidad de medio líquido que queda en la mezcla no es detectable o es despreciable de otro modo, como entenderían los expertos en la materia.

La temperatura para secar la mezcla húmeda no está particularmente limitada y puede variar dependiendo del medio líquido seleccionado. Sin embargo, la temperatura debe ser lo suficientemente alta para expulsar sustancialmente el medio líquido, pero no lo suficientemente alta como para constituir un tratamiento térmico o un procedimiento de calcinación. Por ejemplo, el secado se puede realizar a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 800 °C, por ejemplo, de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 700 °C, de aproximadamente 120 °C a aproximadamente 160 °C, o de aproximadamente 130 °C a aproximadamente 150 °C. Adicionalmente, el tiempo necesario para secar la mezcla húmeda no está particularmente limitado y puede variar dependiendo de la consistencia de la mezcla húmeda, el medio líquido usado en la mezcla húmeda, la temperatura usada para realizar el secado y la cantidad de medio líquido en la mezcla húmeda. En algunas realizaciones, el secado se realiza durante de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 90 minutos, por ejemplo, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 70 minutos, o de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 60 minutos.

A continuación, la mezcla seca puede triturarse y/o calcinarse (o someterse a un tratamiento térmico). En

realizaciones en las que la mezcla seca se tritura y se calcina, la mezcla seca puede triturarse primero y después calcinarse, o calcinarse primero y después triturarse. De hecho, en algunas realizaciones, la mezcla seca se puede triturar primero (es decir, antes de la calcinación) al tamaño de partícula deseado. Esta trituración previa permite reintroducir cualquier material fino (o material particulado fino) en la alimentación del producto, reduciendo así la cantidad de material de desecho generado por el proceso. El potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) (por ejemplo, yeso de París y/o sal de Epsom) en los materiales particulados reflectantes ayuda a habilitar esta propiedad. En particular, en algunas realizaciones que incluyen cantidades más pequeñas del potenciador de la dureza (o de la procesabilidad) (o nada del potenciador), las mezclas pueden generar partículas más finas cuando se Trituran a mano. Las partículas finas generadas durante el proceso de trituración pueden reciclarse reintroduciéndolas en la alimentación de producción. Sin embargo, debido a su tamaño de partícula más pequeño, se puede aumentar la cantidad de medio líquido necesaria para alcanzar la consistencia deseada de la mezcla húmeda. En algunas realizaciones, las partículas finas recicladas se pueden añadir a la alimentación de producción en una cantidad de aproximadamente el 25 % en peso de la alimentación o menos.

En algunas realizaciones en las que los materiales particulados finos generados durante el proceso de trituración se reciclan a la alimentación de producción, el método puede incluir mezclar el sustrato (o relleno) de material particulado, el potenciador de la dureza (o de la procesabilidad), el pigmento y un medio líquido para formar una mezcla de material particulado. Este método incluye además secar la mezcla de material particulado a una temperatura de hasta aproximadamente 800 °C para formar una mezcla de material particulado seco y triturar la mezcla de material particulado seco para formar una mezcla de material particulado triturado y los materiales particulados finos. Como se usa en el presente documento, el término "finos" al describir los materiales particulados finos se refiere al tamaño de partícula de los materiales particulados e indica un tamaño de partícula que es suficiente para pasar a través de un tamiz de malla 40 o más pequeño. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los materiales particulados "finos" pueden tener un tamaño de partícula suficiente para pasar a través de un tamiz de malla 40 o malla 50.

El método puede incluir además reintroducir los materiales particulados finos en la alimentación de producción mezclando los materiales particulados finos con cantidades adicionales del sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y el medio líquido para formar una segunda mezcla de material particulado. El método también puede incluir además tratar térmicamente la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado, y mezclar la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado con una composición de revestimiento hidrófobo para formar el revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado.

Como se analizó anteriormente, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, la mezcla seca se puede calcinar antes o después de la trituración. El proceso de calcinación se puede realizar a cualquier temperatura adecuada y durante cualquier período de tiempo adecuado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la mezcla seca (antes o después de la trituración) puede calcinarse (o cocerse) a una temperatura de aproximadamente 1000 °C a aproximadamente 1200 °C, por ejemplo, de aproximadamente 1025 °C a aproximadamente 1200 °C, o de aproximadamente 1025 °C a aproximadamente 1170 °C. Además, en algunas realizaciones, la mezcla seca puede calcinarse (o cocerse) durante de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos, por ejemplo, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 50 minutos, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 40 minutos, o aproximadamente 30 minutos.

Después de la trituración y/o calcinación, la mezcla cocida se reviste con el revestimiento hidrófobo. Para aplicar el revestimiento hidrófobo, se añade el material del revestimiento (por ejemplo, un material de silano o siloxano) a la mezcla cocida y la mezcla revestida resultante se mezcla hasta que sea sustancialmente homogénea. En algunas realizaciones, el material del revestimiento hidrófobo (por ejemplo, un silano o siloxano) se puede diluir primero con un medio de dilución líquido (por ejemplo, agua). La cantidad de medio de dilución líquido no está particularmente limitada y dependerá del material usado para el revestimiento hidrófobo. Sin embargo, la cantidad del medio de dilución líquido debería ser suficiente para lograr una viscosidad y consistencia de la mezcla líquida de revestimiento que sea suficiente para revestir las partículas en el grado deseado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la mezcla líquida de revestimiento puede incluir el material de revestimiento (por ejemplo, un silano o siloxano) y el medio líquido (por ejemplo, agua) en una proporción en peso de aproximadamente 1:3 a aproximadamente 1:7, o aproximadamente 1:5.

El material del revestimiento hidrófobo (por ejemplo, un silano o siloxano) se puede añadir a la mezcla cocida en cualquier cantidad adecuada. En algunas realizaciones, por ejemplo, el material del revestimiento hidrófobo se añade a la mezcla cocida en una cantidad de aproximadamente el 0,3 % en peso a aproximadamente el 2 % en peso (peso seco) basándose en el 100 % en peso de la mezcla cocida. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el material del revestimiento hidrófobo se añade a la mezcla cocida en una cantidad de aproximadamente el 0,5 % en peso a aproximadamente el 1,5 % en peso, de aproximadamente el 0,7 % en peso a aproximadamente el 1,2 % en peso, o de aproximadamente el 1 % en peso, basándose en el 100 % en peso de la mezcla cocida.

Adicionalmente, en su forma líquida, la mezcla de revestimiento líquida se puede añadir a la mezcla de material particulado cocido sin revestir en cualquier cantidad adecuada para efectuar un revestimiento adecuado o suficiente de las partículas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la mezcla líquida se puede añadir a los materiales

particulados cocidos sin revestir en una cantidad de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 7 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso, o aproximadamente el 10 % en peso basándose en el 100 % en peso de los materiales particulados cocidos sin revestir.

- 5 A continuación, la mezcla revestida se seca para expulsar o eliminar sustancialmente el medio de dilución líquido y curar el revestimiento. La temperatura y la duración de este proceso de secado no están particularmente limitadas. Sin embargo, la temperatura y la duración del proceso de secado deberían ser suficientes para expulsar sustancialmente el medio líquido. Por ejemplo, el secado se puede realizar a una temperatura de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 200 °C, por ejemplo, de aproximadamente 120 °C a aproximadamente 160 °C, o de
- 10 aproximadamente 130 °C a aproximadamente 150 °C. Adicionalmente, en algunas realizaciones, el secado se puede realizar durante de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 90 minutos, por ejemplo, de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 70 minutos, o de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 60 minutos. El producto resultante puede filtrarse o tamizarse después para eliminar los finos (es decir, materiales particulados finos) y lograr el tamaño de partícula y la distribución del tamaño de partícula
- 15 deseados. Puede usarse cualquier proceso de filtrado y cribado adecuado para este fin, procesos que son conocidos por los expertos en la materia.

- Como se indicó anteriormente, en algunas realizaciones del método, los materiales particulados se pueden humedecer con un medio líquido durante la mezcla inicial, y el revestimiento hidrófobo se puede diluir con un medio de dilución líquido. Se puede usar cualquier medio líquido adecuado como medio líquido y medio de dilución líquido,
- 20 incluyendo, pero sin limitarse a, medios acuosos (por ejemplo, agua), disolventes orgánicos y mezclas de los mismos (tales como, por ejemplo, alcoholes diluidos). Sin embargo, en algunas realizaciones, se usa un medio acuoso, y en algunas realizaciones, el medio acuoso es agua. Aunque se pueden usar disolventes orgánicos y mezclas orgánicas/acuosas, estos medios aportan componentes orgánicos volátiles (COV) y, por lo tanto, son menos deseables en operaciones a gran escala por razones ambientales y de seguridad.

- 25 Cuando se usa, el medio líquido está presente en la mezcla de materiales particulados en una cantidad correspondiente a la demanda de agua de los materiales particulados. Como se usa en el presente documento, la "demanda de agua del sustrato" se usa en su sentido reconocido en la técnica para referirse a la cantidad fraccional de agua requerida para producir una consistencia o trabajabilidad especificada de la mezcla de sustrato. Como entenderán los expertos en la materia, la cantidad de agua o medio líquido requerida para satisfacer la "demanda de
- 30 agua del sustrato" puede variar dependiendo del tipo de sustrato usado y del tamaño de partícula o distribución del tamaño de partícula del sustrato. En cualquier caso, cuando se usa, el medio líquido (por ejemplo, agua) se expulsa después de la mezcla inicial durante el secado y/o el tratamiento térmico (o calcinación) posterior.

- En los métodos de acuerdo con realizaciones de la presente invención, la mezcla se puede realizar de cualquier manera adecuada y usando cualquier maquinaria adecuada. En algunas realizaciones, por ejemplo, la mezcla se
- 35 realiza usando una mezcladora de cemento, una mezcladora de tambor, una mezcladora de disco, una mezcladora de clavijas, una mezcladora de cinta-paleta, una mezcladora planetaria, una mezcladora de doble cono, una mezcladora en V, una mezcladora vertical o una mezcladora de tornillo sin fin.

EJEMPLOS

- Los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos se presentan sólo con fines ilustrativos y no limitan el alcance de
- 40 ninguna de las realizaciones descritas en el presente documento.

EJEMPLOS 1-4

- Se mezclaron sienita nefelínica, arcilla de caolín (ASP® G90 obtenida de BASF Corporation (Florham Park, NJ), yeso de París, sílice (MIN-U-SIL® 10 obtenida de US Silica (Frederick, MD), BaSO₄ y ZnO en las cantidades que se muestran en la tabla 1. A continuación, se añadió agua a cada mezcla hasta el nivel de demanda de agua de la
- 45 mezcla. A continuación, cada mezcla humedecida se secó en un horno a una temperatura de aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 30 minutos para eliminar sustancialmente el agua. A continuación, cada mezcla seca se trituró y después se calcinó a la temperatura indicada en la tabla 1 y durante el tiempo indicado en la tabla 1.

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4
Sienita nefelínica (% en peso)	40,2	40,0	40,0	40,0
Caolín (ASP® G90) (% en peso)	20,1	30,0	35,0	25,0
Yeso de París (% en peso)	17,1	19,0	19,0	19,0
Sílice (MIN-U-SIL® 10) (% en peso)	17,1	5,0	0,00	10,0
BaSO₄ (% en peso)	2,76	3,25	3,25	3,25
ZnO (% en peso)	2,76	2,75	2,75	2,75
Temperatura de cocción (calcinación) (°C)	1150	1150	1150	1150
Tiempo de cocción (calcinación) (minutos)	10	15	15	15-30

Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de cada una de las mezclas calcinadas sin revestir, y los resultados se muestran en la tabla 2. Adicionalmente, cada una de las mezclas calcinadas sin revestir se revistió después con el mismo revestimiento hidrófobo. Específicamente, se diluyó un silano (SILRES® BS 3003 obtenido de Wacker Chemie AG (Múnich, Alemania)) con agua a una proporción en peso de 1:5 de silano respecto a agua, y la solución diluida se añadió a la mezcla en una cantidad del 10 % en peso del componente de silano basándose en el 100 % en peso de la mezcla calcinada sin revestir. Después, la mezcla revestida se secó a aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 30 minutos para eliminar sustancialmente el agua. El material revestido seco se tamizó a continuación hasta el tamaño de partícula deseado. Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de cada una de las mezclas calcinadas revestidas de forma hidrófoba, y los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

	Ej. 1 sin revestir	Ej. 1 revestido	Ej. 2 sin revestir	Ej. 2 revestido	Ej. 3 sin revestir	Ej. 3 revestido	Ej. 4 sin revestir	Ej. 4 revestido
UV (335-380 nm) (%)	60,0	59,1	58,8	58,6	56,6	58,7	63,7	61,9
VIS (400-540 nm) (%)	85,6	85,5	83,9	85,3	83,1	84,0	87,4	86,2
VIS (480-600 nm) (%)	89,6	89,4	89,2	90,7	88,9	89,5	91,6	90,1
VIS (590-720 nm) (%)	91,7	91,4	92,6	93,6	92,7	92,7	93,8	91,8
IR (700-1100 nm) (%)	93,5	93,1	95,4	95,7	95,8	94,8	96,0	93,4
IR (1000-1700 nm) (%)	93,3	92,5	95,1	94,9	95,2	93,3	95,6	92,7
IR (1700-2500 nm) (%)	92,2	90,1	94,2	90,9	94,4	87,6	94,0	89,2
TSR (%)	90,1	89,5	90,7	91,2	90,6	90,0	92,3	90,0

Como puede verse en la tabla 2, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben una buena reflectancia solar total, así como una buena reflectancia a UV, VIS e IR tanto antes como después de la adición del revestimiento hidrófobo.

Ejemplos 5-9

- 5 Se prepararon materiales particulados sin revestir como en los ejemplos 1-4, excepto que las cantidades de sienita nefelínica, arcilla de caolín (ASP® G90 obtenida de BASF Corporation (Florham Park, NJ), yeso de París, sílice (MIN-U-SIL® 10 obtenida de US Silica (Frederick, MD), BaSO₄ y ZnO fueron las indicadas en la tabla 3. Adicionalmente, la temperatura de cocción (o calcinación) y la duración de la cocción (o calcinación) para cada una de las mezclas de material particulado fueron las indicadas en la tabla 3.

10

Tabla 3

	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8	Ej. 9
Sienita nefelínica (% en peso)	30,0	35,0	45,0	50,0	55,0
Caolín (ASP® G90) (% en peso)	35,0	30,0	20,0	15,0	10,0
Yeso de París (% en peso)	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
Sílice (MIN-U-SIL® 10) (% en peso)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
BaSO₄ (% en peso)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
ZnO (% en peso)	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Temperatura de cocción (calcinación) (°C)	1125	1125	1125	1125	1125
Tiempo de cocción (calcinación) (minutos)	15-30	15-30	15-30	15-30	15-30
Densidad aparente (libras/pie³)	53,3	54,3	54,3	59,5	69,4

Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de cada una de las mezclas calcinadas sin revestir, y los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 9
UV (335-380 nm) (%)	58,6	62,4	66,7	63,4	56,8
VIS (400-540 nm) (%)	83,7	85,7	88,9	86,6	85,0
VIS (480-600 nm) (%)	88,3	90,3	92,8	90,0	88,3
VIS (590-720 nm) (%)	92,3	93,3	94,8	91,6	89,3
IR (700-1100 nm) (%)	95,7	96,1	96,7	93,3	90,0
IR (1000-1700 nm) (%)	95,3	95,4	95,4	91,4	87,5
IR (1700-2500 nm) (%)	93,5	93,0	88,1	82,0	77,7
TSR (%)	90,6	91,6	92,8	89,5	86,5

15

Como puede verse en la tabla 4, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben una buena reflectancia solar total, así como una buena reflectancia a UV, VIS e IR con cantidades variables del sustrato de material particulado y del pigmento.

Ejemplos 10-12

- 20 Para los ejemplos 10-11, se prepararon materiales particulados sin revestir como en los ejemplos 1-4, excepto que las cantidades de sienita nefelínica, arcilla de caolín (ASP® G90 obtenida de BASF Corporation (Florham Park, NJ), yeso de París, sílice (MIN-U-SIL® 10 obtenida de US Silica (Frederick, MD), BaSO₄ y ZnO fueron las indicadas en la

tabla 5. Para el Ejemplo 12, se prepararon materiales particulados sin revestir como en los ejemplos 1-4, excepto que se usó sal de Epsom en lugar de BaSO₄, como se indica en la tabla 5. Adicionalmente, la temperatura de cocción (o calcinación) y la duración de la cocción (o calcinación) para cada una de las mezclas de material particulado fueron las indicadas en la tabla 5.

5

Tabla 5

	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
Sienita nefelínica (% en peso)	40,0	40,0	40,0
Caolín (ASP® G90) (% en peso)	25,0	25,0	25,0
Yeso de París (% en peso)	19,0	19,0	19,0
Sílice (MIN-U-SIL® 10) (% en peso)	10,0	10,0	10,0
BaSO₄ (% en peso)	6,0	0,0	0,0
Sal de Epsom (% en peso)	0,0	0,0	3,25
ZnO (% en peso)	0,0	6,0	2,75
Temperatura de cocción (calcinación) (°C)	1125	1125	1125
Tiempo de cocción (calcinación) (minutos)	15-30	15-30	15-30
Densidad aparente (libras/pie³)	59,6	65,8	56,9

Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de cada una de las mezclas calcinadas sin revestir, y los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
UV (335-380 nm) (%)	62,8	53,2	60,0
VIS (400-540 nm) (%)	85,3	81,9	84,8
VIS (480-600 nm) (%)	87,8	87,4	89,9
VIS (590-720 nm) (%)	90,8	91,1	93,3
IR (700-1100 nm) (%)	93,9	94,3	95,7
IR (1000-1700 nm) (%)	93,0	92,6	94,1
IR (1700-2500 nm) (%)	86,7	89,3	87,3
TSR (%)	89,5	88,7	90,7

10

Como puede verse en la tabla 6, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben una buena reflectancia solar total, así como una buena reflectancia a UV, VIS e IR con configuraciones variables del componente de pigmento secundario.

Ejemplos 13-18

15

Se prepararon materiales particulados sin revestir como en los ejemplos 1-4, excepto que los materiales y las cantidades de los materiales fueron los indicados en la tabla 7. Adicionalmente, la temperatura de cocción (o calcinación) y la duración de la cocción (o calcinación) para cada una de las mezclas de material particulado fueron las indicadas en la tabla 7.

Tabla 7

	Ej. 13	Ej. 14	Ej. 15	Ej. 16	Ej. 17	Ej. 18
Sienita nefelínica (% en peso)	40,0	37,0	40,0	30,0	40,0	40,0
Caolín (ASP® G90) (% en peso)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Yeso de París (% en peso)	0,0	19,0	0,0	19,0	0,0	0,0
Aplita molida (% en peso)	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sal de Epsom (% en peso)	0,0	3,0	19,0	10,0	0,0	0,0
CaCO₃ (% en peso)	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0
MgCO₃ (% en peso)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
Sílice (MIN-U-SIL® 10) (% en peso)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
BaSO₄ (% en peso)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
ZnO (% en peso)	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Temperatura de cocción (calcinación) (°C)	1125	1150	1125	1150	1050	1150
Tiempo de cocción (calcinación) (minutos)	15-30	15-30	15-30	15-30	15-30	15-30
Densidad aparente (libras/pie³)	69,5	59,6	69,5	69,4	-	73,5

Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de cada una de las mezclas calcinadas sin revestir, y los resultados se muestran en la tabla 8.

5

Tabla 8

	Ej. 13	Ej. 14	Ej. 15	Ej. 16	Ej. 17	Ej. 18
UV (335-380 nm) (%)	52,5	55,8	50,8	45,6	59,1	40,8
VIS (400-540 nm) (%)	78,6	82,6	80,0	75,2	78,6	77,1
VIS (480-600 nm) (%)	81,3	88,1	84,7	81,6	80,2	83,4
VIS (590-720 nm) (%)	86,7	91,5	88,3	85,9	83,7	87,2
IR (700-1100 nm) (%)	90,0	94,3	90,8	87,9	89,1	88,2
IR (1000-1700 nm) (%)	88,7	93,9	89,2	87,8	91,7	87,4
IR (1700-2500 nm) (%)	84,1	92,0	84,3	85,8	90,4	83,0
TSR (%)	84,5	89,5	85,7	82,9	84,7	83,4

Como puede verse en la tabla 8, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben una buena reflectancia solar total, así como una buena reflectancia a UV, VIS e IR con configuraciones variables del potenciador de la dureza (o de la procesabilidad).

10 Ejemplo 19

Se prepararon materiales particulados sin revestir como en los ejemplos 1-4, excepto que los materiales y las cantidades de los materiales fueron los indicados en la tabla 9. Adicionalmente, la temperatura de cocción (o calcinación) y la duración de la cocción (o calcinación) para la mezcla de material particulado fueron las indicadas en la Tabla 9.

Tabla 9

	Ejemplo 19
Aplita molida (% en peso)	40,0
Caolín (ASP® G90) (% en peso)	25,0
Yeso de París (% en peso)	19,0
Sílice (MIN-U-SIL® 10) (% en peso)	10,0
BaSO4 (% en peso)	3,25
ZnO (% en peso)	2,75
Temperatura de cocción (calcinación) (°C)	1125
Tiempo de cocción (calcinación) (minutos)	15-30
Densidad aparente (libras/pie³)	54,3

Se evaluaron la reflectancia solar total (TSR) así como la reflectancia a UV, VIS e IR de la mezcla calcinada sin revestir del ejemplo 19, y los resultados se muestran en la tabla 10.

5

Tabla 10

	Ejemplo 19
UV (335-380 nm) (%)	53,5
VIS (400-540 nm) (%)	79,1
VIS (480-600 nm) (%)	83,9
VIS (590-720 nm) (%)	89,0
IR (700-1100 nm) (%)	92,2
IR (1000-1700 nm) (%)	91,7
IR (1700-2500 nm) (%)	90,7
TSR (%)	86,8

Como puede verse en la tabla 10, los materiales particulados reflectantes de acuerdo con realizaciones de la presente invención exhiben una buena reflectancia solar total, así como una buena reflectancia a UV, VIS e IR con configuraciones variables del feldespató y la arcilla.

- 10 Aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, modificaciones y variaciones adicionales serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, las composiciones y los materiales particulados pueden tener componentes adicionales, que pueden estar presentes en diversas cantidades adecuadas, por ejemplo, otros
- 15 aditivos adecuados para mejorar la resistencia, reducir el olor y/o modificar de otro modo las propiedades de la composición y los materiales particulados fabricados. De manera similar, los métodos de preparación de las composiciones y partículas como se describen en el presente documento a modo de realizaciones de ejemplo pueden modificarse de acuerdo con el conocimiento en el campo al que pertenecen las diversas realizaciones. Por
- 20 ejemplo, los métodos de preparación de las composiciones y los materiales particulados pueden incluir etapas adicionales, pueden realizarse a diversas temperaturas y/o pueden modificarse adecuadamente de otro modo (por ejemplo, como se describe con referencia a las composiciones y los materiales particulados). Como tal, la invención no se limita a las realizaciones desveladas específicamente, y la composición, los materiales particulados y los métodos de preparación de las composiciones y los materiales particulados pueden modificarse sin apartarse de la invención, que está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

A lo largo del texto y las reivindicaciones, cualquier uso de la palabra "aproximadamente" refleja la penumbra de variación asociada con la medición, las cifras significativas y la intercambiabilidad, todo tal como lo entiende una

- 5 persona con conocimientos ordinarios en la técnica a la que pertenece esta invención. Además, como se usa en el presente documento, el término "sustancialmente" se usa como un término de aproximación y no como un término de grado, y está destinado dar cuenta de las variaciones y desviaciones normales en la medición o evaluación asociada con la composición, los materiales particulados y el método de preparación de las composiciones y los materiales particulados (por ejemplo, en la descripción de propiedades físicas o químicas de diversos componentes o composiciones y en la descripción de cantidades de diversos componentes).

REIVINDICACIONES

1. Una composición de material particulado reflectante, que comprende:
una mezcla de material particulado que comprende:
un sustrato de material particulado que comprende un feldespato y/o una arena,
5 un potenciador de la dureza que comprende yeso de París, sal de Epsom, aplita, carbonato de calcio, carbonato de magnesio y/o carbonato de sodio, y
un pigmento que comprende una arcilla, estando presente el feldespato en la mezcla de material particulado en una cantidad mayor que una cantidad de la arcilla; y
10 un revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado, comprendiendo el revestimiento exterior hidrófobo un silano, siloxano, polisiloxano, organopolisiloxano y/o resina de silicona.
2. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la mezcla de material particulado sin el revestimiento exterior hidrófobo tiene una reflectancia solar total del 70 % o más.
3. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que el feldespato comprende sienita nefelínica.
- 15 4. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el sustrato de material particulado comprende el feldespato y el feldespato está presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 20 % en peso al 60 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.
5. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en la que el sustrato de material particulado comprende además la arena, y la arena es opcionalmente una arena a base de sílice.
- 20 6. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la arena a base de sílice está presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 3 % en peso al 20 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.
- 25 7. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el potenciador de la dureza está presente en una cantidad del 10 % en peso o más basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.
8. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 7, en la que el pigmento comprende una composición de pigmento a base de arcilla que comprende una arcilla de caolín en una cantidad del 50 % en peso o más basándose en el 100 % en peso de la composición de pigmento a base de arcilla y, opcionalmente, el pigmento está presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 45 % en peso o menos basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.
- 30 9. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la composición de pigmento a base de arcilla comprende además un componente de pigmento secundario seleccionado del grupo que consiste en óxidos de metales de transición, sulfatos de metales alcalinotérreos, silicatos de metales alcalinotérreos, silicatos de metales alcalinos y cristobalita, y, opcionalmente, el componente de pigmento secundario comprende sal de Epsom, BaSO₄, SrCO₃, BaCO₃, ZrSiO₄, Ca₂SiO₄, Ba₂SiO₄, silicato de magnesio, SnO y/o ZnO, y además, opcionalmente, el componente de pigmento secundario está presente en la mezcla de material particulado en una cantidad del 1 % en peso al 15 % en peso basándose en el 100 % en peso de la mezcla de material particulado.
- 35 10. La composición de material particulado reflectante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 7 a 9, en la que el revestimiento exterior hidrófobo comprende un silano y/o un siloxano.
11. Un método de preparación de la composición de material particulado reflectante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 7 a 10, comprendiendo el método:
45 mezclar el sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y un medio líquido para formar la mezcla de material particulado;
tratar térmicamente la mezcla de material particulado; y
mezclar la mezcla de material particulado con una composición de revestimiento hidrófoba para formar el revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la composición de revestimiento hidrófoba comprende un silano y/o siloxano y un medio de dilución líquido.

5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además triturar la mezcla de material particulado antes del tratamiento térmico o secar la mezcla de material particulado antes de la trituración.

14. Un método de preparación de la composición de material particulado reflectante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y 7 a 10, comprendiendo el método:

mezclar el sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y un medio líquido para formar la mezcla de material particulado;

10 secar la mezcla de material particulado a una temperatura de hasta aproximadamente 800 °C para formar una mezcla de material particulado seco;

triturar la mezcla de material particulado seco para formar una mezcla de material particulado triturado y materiales particulados finos;

15 mezclar los materiales particulados finos con cantidades adicionales del sustrato de material particulado, el potenciador de la dureza, el pigmento y el medio líquido para formar una segunda mezcla de material particulado;

tratar térmicamente la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado;

20 mezclar la mezcla de material particulado y la segunda mezcla de material particulado con una composición de revestimiento hidrófoba para formar el revestimiento exterior hidrófobo sobre la mezcla de material particulado; y opcionalmente

los materiales particulados finos tienen un tamaño de partícula suficiente para pasar a través de un tamiz de 420 µm (malla 40) o más pequeño.