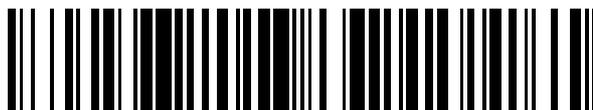


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 633**

51 Int. Cl.:

**C22B 1/242** (2006.01)

**C22B 1/243** (2006.01)

**C22B 1/244** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2012 E 12732981 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2734653**

54 Título: **Composición aglutinante para la aglomeración de minerales finos y procedimiento de nodulización que la utiliza**

30 Prioridad:

**21.07.2011 EP 11005970**

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

**22.02.2016**

73 Titular/es:

**CLARIANT INTERNATIONAL LTD (50.0%)  
Rothausstrasse 61  
4132 Muttenz, CH y  
CLARIANT S.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DILSKY, STEFAN;  
TOOGE, CARLOS AUGUSTO BLASQUES;  
ARIAS MEDINA, JORGE ANTONIO;  
BARTALINI, NILSON MAR;  
SANTOS, ALMIR T.;;  
DA SILVA, WAGNER CLAUDIO y  
SPECK CASSOLA, MONICA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 560 633 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Composición aglutinante para la aglomeración de minerales finos y procedimiento de nodulización que la utiliza

Campo del invento

5 Una nodulización es el método clásico de aglomeración que se usa para convertir a unas fracciones minerales finas, principalmente de una mena de hierro, en un adecuado producto (nódulo) que se ha de alimentar al alto horno y a los reactores de reducción directa. El presente invento describe el uso de una composición aglutinante que comprende un agente coloidal y un polímero sintético. Se evaluó la resistencia a la compresión de los nódulos verdes, secados y cocidos y el resultado muestra un mejor rendimiento que los compuestos usados individualmente. El invento proporciona también un procedimiento de nodulización que usa la composición aglutinante,

10 Antecedentes del invento

Con el fin de hacerse utilizables comercialmente, las menas de baja calidad son generalmente concentradas y nodulizadas antes del tratamiento de reducción en un alto horno. Es corriente en la industria de la minería producir unos aglomerados de menas o nodulizar una mena mineral finamente triturada. Considerando un concentrado de una mena de hierro, la alimentación a un alto horno debería formar un lecho permeable de material, que permita la circulación de un gas a través de él de manera uniforme con una alta velocidad.

15 Los concentrados pulverulentos de menas de hierro, que contienen finas partículas, no son apropiados como una alimentación, puesto que los materiales finos (es decir, las partículas minerales finas que tienen un tamaño de partículas de 0,01 a 0,3 mm, como se mide p.ej. mediante unos tamices) tienden a empaquetarse a la forma de un lecho no permeable. Además, es probable que las partículas finas sean arrastradas hacia fuera en forma de un polvo fino por los altos caudales de gas dentro del alto horno y en dirección hacia el reactor de reducción. La mena pulverulenta debe, por lo tanto, ser aglomerada a la forma de partículas de mayor tamaño que mejorarán la permeabilidad de la alimentación al horno, aumentarán la velocidad y la tasa de reducción y reducirán la cantidad de material soplado fuera del horno como un polvo fino.

20 Una nodulización es una técnica de aglomeración en la que la mena pulverulenta es primeramente conformada como un nódulo o una bola "verde", que luego se seca en una primera etapa realizada por separado y se endurece en una segunda etapa realizada por separado, siendo realizados ambos procesos usualmente por calentamiento. Los nódulos verdes se producen combinando una mena húmeda con un agente aglutinante y volteando la mezcla a la forma de unas bolas por uso o bien de un disco nodulizador o de un tambor nodulizador. Luego los nódulos son secados, calentados previamente y finalmente cocidos a más de 1.000 °C, de manera preferible a desde 1.200 hasta 30 1.400 °C, particularmente a 1.350 °C, con el fin de endurecerlos por sinterización. Esta temperatura es más baja que el punto de fusión de los óxidos de hierro, y los nódulos se endurecen por recristalización de la mena de materiales finos hidratados. Las menas finas fueron dispersadas por el sistema aglutinante entre los límites de granos en partículas.

35 El proceso de nodulización requiere que se añada a la mena un agente aglutinante con el fin de elaborarla apropiadamente. La selección del apropiado tipo de agente aglutinante y la dosificación del mismo presenta una importancia crítica para producir unos nódulos de alta calidad. Los agentes aglutinantes efectúan unas funciones muy importantes en la nodulización de menas de hierro.

40 El agente aglutinante hace que la mena húmeda se vuelva plástica, de manera tal que ella forme unos núcleos, a partir de los gérmenes que crecen a una velocidad controlada para dar unos nódulos bien conformados. Durante la desecación, el agente aglutinante retiene juntas a las partículas en los aglomerados, mientras que el agua es eliminada y continua aglutinándolas hasta que el nódulo sea cocido para sinterizarlo.

La idoneidad de un agente aglutinante es determinada por lo bien que éste pueda conseguir estas funciones al mismo tiempo que no provoque una contaminación de la mena ni problemas en la sinterización.

45 La resistencia mecánica de los nódulos es dependiente del tipo de unión que se produzca por el agente aglutinante. El tipo de unión se puede clasificar como fuerzas capilares, unión de van der Waals y fuerzas de adhesión y cohesión. Las fuerzas capilares son fuertes pero no suficientes para conferir suficiente resistencia mecánica como nódulos a los nódulos acabados. La unión de van der Waals es muy débil y tiene solamente una importancia secundaria para conferir suficiente resistencia mecánica como nódulos a los nódulos acabados.

50 Por lo tanto, es necesario usar unos agentes aglutinantes que sean capaces de ejercer unas fuerzas de adhesión o cohesión para conferir suficiente resistencia mecánica como nódulos a los nódulos acabados. Las fuerzas de adhesión o de cohesión serán citadas también como fuerza cohesiva en esta memoria descriptiva. Las fuerzas adhesivas y cohesivas se presentan entre partículas sólidas cuando está presente la humedad (el agua). Junto al

agua, es necesaria la presencia de un agente aglutinante con el fin de mantener las fuerzas adhesivas y cohesivas también después de haber cocido los nódulos a unas temperaturas por encima de 1.000 °C. Tales agentes aglutinantes son por ejemplo unos minerales arcillosos o unos compuestos de calcio, los cuales aglutinan a las partículas sólidas proporcionando la firmeza necesaria para formar los nódulos.

5 Los minerales arcillosos se encuentran entre los agentes aglutinantes que se usan con la máxima frecuencia en la nodulización de menas de hierro. La ventaja principal de los minerales arcillosos es su buena humectabilidad, su gran fuerza adhesiva y cohesiva, que proporciona suficiente estabilidad mecánica a los nódulos acabados, así como su estabilidad térmica. La desventaja principal de las arcillas y de otros agentes aglutinantes que se basan en minerales de silicatos, consiste en que ellas aumentan el contenido de sílice en el nódulo acabado.  
10 un continuo interés en desarrollar unos agentes aglutinantes que contengan menos cantidad o nada de sílice.

Ciertos compuestos de calcio se pueden usar como agentes aglutinantes, al igual que ciertos minerales arcillosos, en la nodulización de menas de hierro. Los agentes aglutinantes con calcio tienen la ventaja de que ellos aumentan la estabilidad mecánica de los nódulos por medio de unas fuerzas cohesivas y presentan un positivo efecto metalúrgico. El CaO (óxido de calcio) reacciona con el agua para dar una cal hidratada en una reacción denominada hidratación.  
15 hidratación.

Esta reacción es exotérmica y el volumen de la cal hidratada es aproximadamente tres veces más alto que el volumen de CaO. El proceso de hidratación debe de haberse completado antes de mezclar con la mena. De lo contrario, si el óxido de calcio es hidratado durante el proceso de nodulización, él inducirá un deterioro para la estructura de los nódulos debido a una expansión del volumen.

20 Los agentes aglutinantes orgánicos tienen las ventajas de que ellos son altamente efectivos, se pueden diseñar específicamente para aglutinar a unos tipos particulares de partículas, tienen unas características altamente reproducibles, y no aumentan el contenido de sílice. Las investigaciones realizadas muestran que la mejoría en la adhesión natural entre las partículas de polvo, que es causada por los agentes aglutinantes orgánicos, es atribuida a su efecto acrecentador de la humectabilidad sobre la superficie de los materiales concentrados, junto con un aumento en la dispersión de los materiales finos de menas. Los agentes aglutinantes orgánicos son unos agentes dispersantes para materiales finos. El aumento del grado de dispersión de los materiales finos cuando se usan unos agentes aglutinantes orgánicos implica un aumento en la resistencia mecánica de los nódulos por relleno de los espacios vacíos entre las partículas sólidas que forman los nódulos con un mejor acabado sin que se desprenda polvo fino a partir de los materiales finos sobre la superficie de las partículas y de los nódulos. Los agentes aglutinantes orgánicos también se separan por combustión durante la sinterización, dando lugar de esta manera a un aumento en la microporosidad de los nódulos acabados.  
25  
30

El documento de patente de los EE.UU. US-4684549 describe un procedimiento en el que se producen unos nódulos de menas de hierro por medio de la adición de un agente aglutinante que comprende un polímero o copolímero orgánico de acrilato de sodio y acrilamida.

35 El documento US-4728537 describe unos agentes aglutinantes del tipo de polímeros orgánicos tales como unos polímeros catiónicos constituidos a base del cloruro de dialil dimetil amonio y (metil) acrilatos de dialquilamino-alkilo cuaternizados y de dialquilamino-alkil (metil) acrilamidas cuaternizadas

El documento US-4767449 se refiere a un procedimiento de aglomeración, que comprende un sistema aglutinante de dos componentes, siendo un primer componente un polímero aglutinante y siendo un segundo componente una arcilla. El polímero o los copolímeros es / son un(os) derivado(s) de unidades monómeras de acrilamida, acrilato de sodio, acetato de vinilo y poli (óxido de etileno). El polímero puede también ser un polisacárido, p.ej. una carboximetil celulosa, una goma guar y una hidroxietil celulosa.  
40

El documento US-5294250 describe una composición aglutinante exenta de arcilla, espontáneamente fundente, que comprende, en mezcla, un vehículo de soporte seleccionado entre el conjunto formado por unos minerales de magnesio y/o calcio sintéticos o naturales (calcita, olivino, magnesita y dolomita) y un agente intensificador orgánico que se compone de un polisacárido natural de alta viscosidad (goma guar).  
45

El documento US-5306327 describe un agente aglutinante destinado a nodulizar minerales en forma de partículas. El agente aglutinante comprende (1) un almidón natural modificado y (2) un polímero dispersable en agua. El polímero incluye unos lignosulfonatos, unos polímeros acrílicos, un polímero vinílico, unos derivados de celulosas, unas gomas naturales, unas gomas guar y una pectina.  
50

El documento US-5698007 describe un procedimiento para aglomerar un material en forma de partículas en dos etapas: (1) tratar previamente el mineral con una fuente aglutinante de iones de hidróxido, y (2) mezclar el material previamente tratado con un polímero soluble en agua. La fuente de iones de hidróxido puede ser uno de los hidróxidos de sodio, calcio, bario y magnesio. El polímero soluble en agua incluye guar, unos derivados de guar, un

5 carboximetil guar, un hidroxipropil guar, un carboximetil-hidroxipropil guar, un almidón modificado, unos derivados de almidón, un carboximetil almidón, un almidón previamente gelatinizado, unos alginatos, unas pectinas, unas poli(acrilamidas) y unos derivados de las mismas, unos poliacrilatos y unos copolímeros de los mismos, unos poli(óxidos de etileno), unos derivados de celulosa, una carboximetil celulosa, una hidroxietil celulosa, una carboximetil-hidroxietil celulosa, una metil-hidroxietil celulosa, una carboximetil-dihidroxipropil celulosa, una goma de xantano, unos desechos de lechería, unos productos relacionados con la madera, y una lignina..

10 El documento de solicitud de patente de los EE.UU. US-2002/0035188 describe un método para aglomerar un material en partículas, que comprende dos etapas: (A) poner a disposición la superficie del material en partículas en forma de citrato de sodio, agentes dispersantes del tipo de acrilatos, otras sales de ácidos mono- y multi-carboxílicos, unos fosfatos, unos polímeros no iónicos solubles en agua, guar, un almidón, unas/os poli(acrilamidas/ acrilatos no iónicas/os, unas celulosas no iónicas, una metil/etil celulosa, carbonato de sodio, un material cáustico, EDTA tetra-sódico, unos agentes secuestrantes del tipo de éteres, unos oxalatos, o una mezcla de ellos; (B) añadir al material en partículas una cantidad efectiva para aglutinación de un agente aglutinante polimérico tal como guar, 15 unos derivados de guar, un carboximetil guar, un hidroxipropil guar, un carboximetil-hidroxipropil guar, un almidón modificado, unos derivados de almidón, un carboximetil almidón, un almidón previamente gelatinizado, unos alginatos, unas pectinas, unas poli(acrilamidas) y unos derivados de las mismas, unos poliacrilatos y unos copolímeros de los mismos, unos poli(óxidos de etileno), unos derivados de celulosas, y unas sales de los mismos, una carboximetil celulosa, una hidroxietil celulosa, una carboximetil-hidroxietil celulosa, una metil-hidroxietil celulosa, una carboximetil-dihidroxipropil celulosa, una goma de xantano, unos desechos de lechería, unos productos 20 relacionados con la madera, una lignina o una mezcla de estos materiales.

25 El documento de solicitud de patente europea EP-1367141 A1 describe un método para llevar a cabo un tratamiento de granulación en unos materiales en bruto pata la producción de hierro y acero usando un polímero tomado del conjunto formado por: un poli(ácido acrílico), una poli(sal acrílica), una cadena de poli alquilen glicol, un condensado de β-naftaleno sulfonato y formalina, un condensado de melamina, sulfonato y formalina, un poli(ácido amino sulfónico aromático), un lignina sulfonato desnaturalizado , un polímero con un grupo carboxilo y/o sus sales.

Este invento pretende disminuir la cantidad requerida de compuestos de sílice cuando se sinteriza una mena de hierro finamente pulverizada. Este invento pretende además reducir la cantidad requerida de cal hidratada cuando se sinteriza una mena de hierro finamente pulverizada.

#### Descripción detallada del invento

30 En un primer aspecto, el presente invento proporciona una composición aglutinante para la nodulización de partículas minerales finas, que comprende

- a) por lo menos un agente coloidal que ejerce una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, y
- b) por lo menos un polímero sintético que dispersa a las partículas minerales en los nódulos.

35 En un segundo aspecto, el presente invento proporciona un procedimiento para la nodulización de unas menas minerales finas, comprendiendo el procedimiento las etapas de

- a) mezclar la mena mineral fina con una composición aglutinante tal como se ha descrito más arriba para obtener una alimentación para nódulos,
- b) conformar la alimentación para nódulos a la forma de unas bolas (unos nódulos verdes),
- 40 c) secar las bolas,
- d) calentar previamente las bolas secadas a 60 hasta 105 °C hasta alcanzar un peso constante,
- e) calentar subsiguientemente las bolas previamente calentadas a una temperatura de 1.200 °C a 1.400 °C para obtener unos nódulos.

45 En un tercer aspecto, el presente invento proporciona una composición mineral, que comprende una composición aglutinante como más arriba se ha descrito, y una mena mineral seleccionada entre el conjunto que se compone de una mena de hierro, taconita, magnetita, hematita, limonita, goethita, siderita, franklinita, pirita, calcopirita, cromita, ilmenita, cromo, cobre, níquel, zinc, plomo, uranio, borio, una roca fosfatada, talco, dolomita, piedra caliza, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato doble de potasio y magnesio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, negro de carbono, carbón, materiales finos de carbón, calcita, cuarzo o cualquier mezcla de estos minerales.

50 En un cuarto aspecto, el presente invento proporciona el uso de un compuesto aglutinante que más arriba se ha descrito como un aditivo en la nodulización de menas minerales.

55 El presente invento describe un método de aglomerar unas composiciones minerales en partículas. El método incluye mezclar el mineral en partículas con un sistema aglutinante de dos componentes. El primer componente del sistema aglutinante es un agente coloidal para formar unos aglomerados de las partículas minerales. El segundo componente del sistema es un polímero sintético que constituye un agente dispersante para partículas minerales. Se

obtiene un aumento en el rendimiento añadiendo el agente coloidal juntamente con el polímero, proporcionando un efecto sinérgico en el proceso de nodulización, dando unos nódulos con una superior resistencia a la compresión en seco y en verde, en comparación con el agente coloidal o con el polímero, usados individualmente.

5 La expresión "peso constante" tal como se usa en el presente contexto con respecto al calentamiento previo de las bolas secadas, significa que el calentamiento previo se realiza durante un período de tiempo suficiente de manera tal que las bolas secadas alcancen esencialmente un peso que ya no cambie esencialmente con el tiempo en las condiciones de calentamiento previo. Se alcanza un peso constante, cuando unos compuestos que son volátiles en las condiciones de calentamiento previo se vaporizan a partir de las bolas secadas y calentadas previamente.

10 El mineral en forma de partículas, que ha de ser aglomerado de acuerdo con este presente invento, puede ser un mineral triturado finamente, p.ej. en forma de un polvo, un polvo fino, un pedacito u otra forma de partículas. Los minerales o las menas metálicos/as que se han de aglomerar incluyen menas de hierro, taconita, magnetita, hematita, limonita, goethita, siderita, franklinita, piritita, calcopiritita, cromita, ilmenita, cromo, cobre, níquel, zinc, plomo, uranio, niobio, casiterita, rutilo, borio o unas mezclas de los mismos.

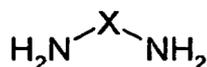
15 Los minerales o las menas no metálicos/as se pueden también aglomerar de acuerdo con el invento, incluyendo una roca fosfatada, talco, dolomita, piedra caliza, sulfato de potasio, cloruro de potasio, un sulfato doble de potasio y magnesio, óxido de magnesio, fosfato de magnesio, negro de carbono, carbón, materiales finos de carbón, calcita, cuarzo o unas mezcla de los mismos.

20 Los agentes coloidales que se emplean en el presente invento comprenden preferiblemente un compuesto seleccionado entre el conjunto que se compone de unos compuestos de calcio, unos compuestos de magnesio y unos minerales arcillosos. El compuesto de calcio o de magnesio se selecciona preferiblemente entre el óxido de calcio, el hidróxido de calcio, el carbonato de calcio, un óxido de calcio y magnesio, un hidróxido de calcio y magnesio. El mineral arcilloso se selecciona preferiblemente entre los filosilicatos que incluyen los grupos de serpentina y caolinita, talco y pirofilita, micas (flogopita, moscovita y biotita), illita (mica hidratada), vermiculita y esmectitas.

25 Se puede determinar si un agente coloidal ejerce o no una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, midiendo la resistencia a la compresión de acuerdo con el método de la norma ASTM E 382, "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la trituración de nódulos de menas de hierro" (ASTM 1997). Para unos nódulos verdes, se seleccionaron aleatoriamente diez de ellos, que tenían unos diámetros que fluctuaban entre 12,5 mm y 10,0 mm. Cada nódulo fue sometido individualmente a una medición de la resistencia a la compresión prensándolo entre unas placas paralelas de un equipo de UHL-KRATOS. El ensayo es destructivo y cada nódulo tiene medida y registrada en la escala del dinamómetro su resistencia a la compresión en el momento de su rotura. El resultado es la media aritmética de diez mediciones y se expresa en kgf / nódulos. El mismo proceso se usa para nódulos secos. Los nódulos secos han de ser enfriados a la temperatura ambiente antes de que comience el ensayo. Se considera que un agente coloidal ejerce una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, si la resistencia a la compresión, medida de acuerdo con éste método cuando está presente el agente coloidal, aumenta en comparación con la resistencia a la compresión medida sin el agente coloidal.

40 El polímero sintético es un compuesto capaz de dispersar a las partículas minerales. Él, particularmente, dispersará a las partículas de menas finas entre las partículas de menas gruesas que quedan como límites de los granos. La expresión "dispersa" deberá significar que las partículas finas están distribuidas más uniformemente entre las partículas gruesas, y se realiza menos separación entre estas partículas finas y gruesas. En una forma de realización preferida, hay 4 grupos de polímeros que trabajarán en esta capacidad:

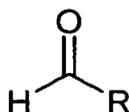
45 a) Los productos de condensación de por lo menos un aldehído y por lo menos un compuesto que contiene dos o más grupos NH<sub>2</sub>. Un compuesto que contiene dos o más grupos NH<sub>2</sub> puede ser representado preferiblemente por la fórmula



en la que

50 X significa un residuo alifático, lineal, ramificado o cíclico que contiene 1 - 10 átomos de carbono, que también puede contener átomos de oxígeno o nitrógeno. Unos ejemplos de dicho compuesto que contiene dos o más grupos NH<sub>2</sub> son la urea, la 1,6-hexano-diamina, la dietileno triamina y la 1,2-ciclohexano-diamina. Alternativamente, X significa un residuo aromático que contiene 1-10 átomos de carbono, que también puede contener átomos de oxígeno o nitrógeno. X puede contener uno o más grupos amino. Unos ejemplos de dicho compuesto que contiene dos o más grupos NH<sub>2</sub> son la melamina, el 1,2-diamino-benceno y el 1,8-diamino-naftaleno.

El aldehído se representa preferiblemente por la fórmula

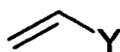


en la que

5 R significa H o un residuo hidrocarbilo alifático que contiene 1 - 4 átomos de carbono, que también puede contener oxígeno. Unos ejemplos de dicho aldehído son el formaldehído, el acetaldehído, el propanal, el pivaldehído y el glioxal.

b) Unos copolímeros obtenidos a través de una reacción catalizada por radicales de un monómero insaturado con un derivado de ácido acrílico.

El monómero insaturado está representado preferiblemente por la fórmula

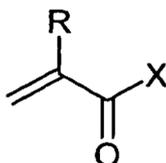


10

en la que

15 Y es hidrógeno, OH o un residuo que contiene de 1 a 10 átomos de carbono y por lo menos un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno o un resto aromático. Particularmente, Y se selecciona entre unos residuos de la fórmula -OR, en la que R significa H, -C(=O)H, -C(=O)CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, C(=O)C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. Unos ejemplos de dichos compuestos son el alcohol vinílico, el acetato de vinilo y el formiato de vinilo. Alternativamente, Y es un residuo que contiene nitrógeno, unos ejemplos de tales compuestos son la vinilpirrolidona y el cloruro de dimetil-dialil-amonio. En el caso de que Y contenga un resto aromático, el compuesto puede ser el estireno. En el caso de que Y sea = OH la unidad monómera se produce preferiblemente por saponificación.

20 El derivado de ácido acrílico está representado preferiblemente por la fórmula



en la que

25 R es H o CH<sub>3</sub> y X es OH, NH<sub>2</sub>, OR', NHR'', NR'''R''', siendo R'-R''', independientemente unos de otros, unos grupos hidrocarbilo alifáticos que tienen de 1 a 6 átomos de carbono. Unos ejemplos de dichos compuestos son el ácido acrílico, el ácido metacrílico, la acrilamida, la metacrilamida, la N, N-dimetil-acrilamida, la N, N-dimetil-metacrilamida y el acrilóil-dimetil-taurato de amonio

c) Unos copolímeros del ácido maleico con el ácido acrílico y del ácido maleico con el ácido metacrílico.

30 d) Unos homopolímeros obtenidos mediante una polimerización catalizada por radicales de un monómero olefínicamente insaturado que comprende por lo menos un grupo carboxílico. El monómero comprende preferiblemente de 3 a 10 átomos de carbono.

Unos ejemplos de dichos compuestos son los homopolímeros del ácido acrílico, del ácido metacrílico, del acetato de vinilo, del formiato de vinilo, del propionato de vinilo, del ácido maleico, del anhídrido de ácido maleico y del ácido fumárico.

35 El polímero sintético se selecciona preferiblemente entre el conjunto que se compone de una resina de melamina, urea y formaldehído, una resina de urea y formaldehído una resina de melamina y formaldehído, una resina de melamina, glioxal y formaldehído, un copolímero de estireno y un compuesto acrílico, un copolímero vinílico y acrílico, un copolímero de acetato de vinilo y un compuesto acrílico, un polímero de acetato de vinilo, un poli-(anhídrido maleico), un copolímero acrílico-maleico, un copolímero de cloruro de dialil dimetil amonio y acrilamida, un policarboxilato, una sal de sodio de un poli-(ácido naftaleno sulfónico), un copolímero de acrilóil-dimetil-taurato de amonio y vinil-pirrolidona, un copolímero de dimetilamina y epíclorhidrina o unas mezclas de ellos.

40

El polímero sintético puede ser añadido como un material sólido. El polímero sintético puede ser añadido también en forma de una solución con cualquier apropiado disolvente. El disolvente preferido es agua.

5 Con respecto a todos los polímeros más arriba mencionados, su peso molecular medio ponderado preferido está situado en el intervalo comprendido entre 500 y 500.000, particularmente entre 700 y 100.000, especialmente entre 800 y 20.000 g/mol, determinado por medio de una GPC (cromatografía de penetrabilidad en gel) frente a un poliestireno.

En una forma de realización, el objetivo del invento es una composición aglutinante para la nodulización de partículas minerales finas, que comprende

- 10 A) por lo menos un compuesto seleccionado entre el conjunto que se compone de unos compuestos de calcio, unos compuestos de magnesio y unos minerales arcillosos, y
- B) por lo menos un polímero sintético seleccionado entre el conjunto que se compone de
- a) unos productos de condensación de por lo menos un aldehído y por lo menos un compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$ ,
- 15 b) unos copolímeros obtenidos por intermedio de una reacción catalizada por radicales de un monómero insaturado con un derivado del ácido acrílico,
- c) unos copolímeros del ácido maleico y del ácido acrílico, y
- d) unos homopolímeros obtenidos por intermedio de una reacción catalizada por radicales de un monómero portador de grupos carboxílicos insaturados.

20 Una serie de polímeros sintéticos disponibles comercialmente, que son útiles en el presente invento, es comercializada por Clariant S.A. São Paulo-Brazil, bajo la marca registrada Arkomon<sup>®</sup>.

Otras sustancias pueden ser añadidas a la composición aglutinante del presente invento. Por ejemplo, en unas operaciones de nodulización de menas de hierro se pueden añadir pequeñas cantidades de carbón y calcita, con el fin de mejorar un proceso metalúrgico, como combustible y componente formador de escorias cuando los nódulos son cocidos.

25 La cantidad efectiva del agente coloidal, así como del polímero sintético, depende del tipo de material en partículas que haya de ser aglomerado o nodulizado, del contenido de humedad del material en partículas, del tamaño de las partículas, del equipo de aglomeración utilizado y de las deseadas propiedades del producto final, de la resistencia a la compresión en seco y en verde, del número de gotas, del tamaño de los nódulos y de la lisura.

30 La cantidad efectiva como aglutinante de un agente coloidal estará situada típicamente en el intervalo de desde aproximadamente 0,001 % hasta 0,6 % en peso, basada en el peso en seco de la mezcla de material en partículas, es decir de la mena mineral sin aditivos. Preferiblemente, el agente coloidal está presente en un intervalo comprendido entre 0,002 % y 0,4 % en peso.

35 Las cantidades efectivas como aglutinantes de un polímero sintético estarán situadas típicamente en el intervalo de desde aproximadamente 0,001 % hasta 1 % en peso, basadas en el peso en seco de la mezcla de material en partículas, es decir de la mena mineral sin aditivos. Preferiblemente, el polímero sintético está presente en un intervalo comprendido entre 0,004 % y 0,15 % en peso.

El material en partículas puede ser aglomerado a la forma de nódulos volteando el polvo de mena concentrada en un tambor o disco con un agente aglutinante y agua, lo que es seguido por una desecación, un calentamiento previo y una cocción.

40 Ejemplos

Ante todo, la mena de muestra fue homogeneizada por el método de una celda alargada u otro método más adecuado y se tomaron unas muestras de aproximadamente 5 kg. El proceso comenzó añadiendo 5 kg (calculado como peso en seco) de un concentrado de mena de hierro dentro de un mezclador fabricado por la compañía HOBART, modelo A - 120T, con una capacidad hasta de 10 kg, y el agitador se hizo girar.

45 El sistema de aglutinante (un aditivo coloidal y un polímero sintético) se añadió lentamente por encima de la parte superior al concentrado, mientras que se agitaba y mezclaba durante 10 minutos. El aditivo coloidal se añadió en

una forma seca y el polímero sintético se añadió en una solución acuosa. La resultante mezcla de material en partículas y del sistema de aglutinante (un aditivo coloidal y un polímero sintético) fue denominado "alimentación para nódulos". La cantidad de aglutinantes añadidos se presenta en kg por tonelada de masa seca de minerales finos.

5 La nodulización tiene los siguientes requisitos. Ante todo, la mena que está siendo nodulizada debería tener una distribución de tamaños de partículas suficientemente finos, en segundo lugar, una humedad suficiente para hacer que la mena sea lo suficientemente pegajosa como para nodulizar pero no tanta humedad que la mena se vuelva "fangosa". Finalmente, es necesario que el sistema aglutinante retenga juntos a los granos de las partículas durante todo el proceso.

10 La alimentación para nódulos se añadió al disco o tambor nodulizador fabricado por la compañía CDC modelo PP80 con un diámetro de 0,6 metros y con una rotación de alrededor de 20 rpm (revoluciones por minuto) y una inclinación de 45 grados, para formar unos nódulos "verdes". Unos nódulos verdes se producen combinando una mena húmeda con el sistema de aglutinante y volteándola a la forma de unas bolas usando el disco nodulizador. Si fuese necesario, el contenido de humedad puede ser ajustado añadiendo lentamente agua. La distribución de tamaños a partir de los nódulos verdes después del ensayo puede estar situada entre 8 y 12 mm. Los nódulos se retiraron desde el disco nodulizador, luego se secaron, se calentaron previamente y finalmente se calentaron a aproximadamente 1.300 °C con el fin de endurecerlos.

20 Para evaluar a los nódulos, se midió la resistencia a la compresión en una máquina de ensayo universal. Los nódulos fueron prensados con unas fuerzas de empuje dirigidas axialmente, y se alcanza el límite de resistencia a la compresión cuando los nódulos han sido triturados.

25 El grado de dispersión de las partículas minerales se describe en la referencia de ZHOU Y., HU Y., y WANG Y., Efecto de iones metálicos sobre la dispersabilidad de un fino diásporo, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, volumen 21, páginas 1166-1171, 2011, y también en la referencia de MARISA M. y LAURINDO S.L.F., Influencia del estado de conglomeración con bomba al realizar la flotación de cuarzo, apatito y calcita, Jornal Escola de Minas, volumen 56, páginas 55 - 60, 2006.

30 Para la finalidad de esta memoria descriptiva, el grado de dispersión de las partículas minerales se determina de la siguiente manera. Se añaden 2,5 g de unas muestras del mineral en un vaso de precipitados de material plástico que contiene 50 ml de agua, y la suspensión se agita durante 5 min usando un agitador magnético y luego se transfiere a un cilindro de sedimentación de vidrio. El cilindro se hace girar hacia arriba y hacia abajo 20 veces, y se deja reposar durante 7 min. El líquido (fracción superior) que está situado por encima del sedimento es separado por extracción con sifón. El sedimento ( $m_{sed}$ ) y las fracciones superiores ( $m_{susp}$ ) se re cogen, secan y pesan. El grado de dispersión (D) es calculado como  $D = m_{susp} / (m_{susp} + m_{sed}) \times 100 \%$ . El diámetro, la altura y el volumen del tubo de sedimentación de vidrio son respectivamente de 4,0 cm, 33 cm y 250 ml. La medición se realiza a la temperatura ambiente.

35 Ejemplo 1

El ejemplo siguiente muestra una mena de hierro VVC, nodulizada usando cal hidratada como agente coloidal con y sin la adición de un copolímero sintético de ácido acrílico y ácido maleico (Fongrascale<sup>®</sup> HOE). La Tabla 1 muestra con claridad que la cantidad de hidróxido de calcio, que es necesaria para conseguir la misma resistencia a la compresión, disminuía cuando se añadía el polímero sintético.

40 Tabla 1: Mena de hierro VVC nodulizada con cal hidratada y el copolímero acrílico-maleico Fongrascale<sup>®</sup> HOE

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Resistencia a la compresión (kgf/ nódulos)	
	Cal hidratada	Fongrascale <sup>®</sup> HOE	En verde	En seco (a 105 °C)
1 (comp.)	27,0	-	1,37	2,21
2 (comp.)	-	0,50	1,60	2,15
3	21,0	0,50	1,30	2,60

Ejemplo 2

El ejemplo siguiente muestra una mena de hierro VVC, nodulizada usando cal hidratada como agente coloidal con y sin la adición de un copolímero sintético de melamina y formaldehído (Dismulgan® V 3377). La Tabla 2 muestra con claridad que la cantidad de hidróxido de calcio, que es necesaria para conseguir la misma resistencia a la compresión, disminuía cuando se añadía el polímero sintético.

5

Tabla 2: Mena de hierro VVC nodulizada con cal hidratada y el copolímero de melamina y formaldehído Dismulgan® V 3377

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Resistencia a la compresión (kgf/ nódulos)	
	Cal hidratada	Dismulgan® V 3377	En verde	En seco (a 105 °C)
1 (comp.)	27,0	-	1,37	2,21
2	21,0	0,50	1,24	2,50
3	13,0	0,50	1,40	2,31

Ejemplo 3

El ejemplo siguiente muestra una mena de hierro VVC, nodulizada usando cal hidratada como agente coloidal con y sin la adición de un policarboxilato sintético. La Tabla 4 muestra con claridad que la cantidad de hidróxido de calcio, que es necesaria para conseguir la misma resistencia a la compresión, disminuía cuando se añadía el polímero sintético.

10

Tabla 3: Mena de hierro VVC nodulizada con cal hidratada y un policarboxilato

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Resistencia a la compresión (kgf/ nódulos)	
	Cal hidratada	Policarboxilato	En verde	En seco (a 105 °C)
1 (comp.)	27,0	-	1,37	2,21
2	21,0	0,50	1,35	2,60
3	13,0	0,50	1,61	2,19

Ejemplo 4

El ejemplo siguiente muestra una mena de hierro VSB, nodulizada usando una esmectita como agente coloidal con y sin la adición de un copolímero acrílico-maleico sintético (Fongrascale® HOE). La Tabla 6 muestra con claridad que la cantidad de hidróxido de calcio, que es necesaria para conseguir la misma resistencia a la compresión, disminuía cuando se añadía el polímero sintético.

15

Tabla 4: Mena de hierro VSB nodulizada con una esmectita y con el copolímero acrílico-maleico Fongrascale® HOE

20

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Resistencia a la compresión (kgf/ nódulos)	
	Esmectita	Fongrascale® HOE	En verde	En seco (105 °C)
1 (comp.)	6,0	-	1,46	3,03
2 (comp.)	0,0	0,50	2,50	3,07
3 (comp.)	0,0	0,25	2,61	2,88
4	1,0	0,50	1,50	6,59
5	1,0	0,25	1,44	4,01

Ejemplo 5

El ejemplo siguiente muestra una mena de hierro VSB, nodulizada usando una esmectita como agente coloidal con y sin la adición de un copolímero sintético de estireno y un compuesto acrílico (Mowilith® 6138). La Tabla 7 muestra con claridad que la cantidad de hidróxido de calcio, que es necesaria para conseguir la misma resistencia a la compresión, disminuía cuando se añadía el polímero sintético.

25

## ES 2 560 633 T3

Tabla 5: Mena de hierro VSB nodulizada con una esmectita y con el copolímero de estireno y un compuesto acrílico Mowilith® 6138

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Resistencia a la compresión (kgf/ nódulos)	
	Esmectita	Mowilith® 6138	Verde	Secada (105 °C)
1 (comp.)	6,0	-	1,46	3,03
2	1,0	0,50	1,55	2,90

### Ejemplo 6

- 5 El ejemplo siguiente muestra el grado de dispersión de las partículas minerales con y sin la presencia del agente coloidal y/o con el polímero sintético. La Tabla 6 muestra que el grado de dispersión de la mena de hierro en la presencia del copolímero sintético acrílico-maleico (Fongrascale® HOE) aumentaba en comparación al caso en que solamente se añadía cal hidratada.

Tabla 6: Grado de dispersión de la mena de hierro con cal hidratada y un copolímero acrílico-maleico

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Grado de dispersión (%)
	Cal hidratada	Fongrascale® HOE	
1	-	-	4,5
2	28	-	4,5
3	21	0,5	5,2

### 10 Ejemplo 7

El ejemplo siguiente muestra el grado de dispersión de las partículas minerales puras y en la presencia del agente coloidal y/o con el polímero sintético. La Tabla 7 muestra que el grado de dispersión de la mena de hierro en la presencia del copolímero sintético acrílico-maleico (Fongrascale® HOE) aumentaba en comparación con cuando solamente se añadía esmectita.

15 Tabla 7: Grado de dispersión de la mena de hierro con una esmectita y un copolímero acrílico-maleico

Ensayo	Aditivo aglutinante (kg/ton)		Grado de dispersión (%)
	Esmectita	Fongrascale® HOE	
1	-	-	4,5
2	6	-	6,4
3	1	0,25	8,8
4	1	0,50	11,2

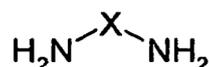
## REIVINDICACIONES

1. Una composición aglutinante para la nodulización de partículas minerales finas, que comprende

- a) por lo menos un agente coloidal que ejerce una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, y  
 5 b) por lo menos un polímero sintético que dispersa a las partículas minerales en los nódulos,

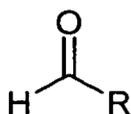
en la que el polímero sintético es un producto de condensación de por lo menos un aldehído y por lo menos un compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$ ,

estando representado el compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$  por la fórmula



- 10 en la que  
 X significa un residuo alifático, lineal, ramificado o cíclico que contiene 1 - 10 átomos de carbono, ambos de los cuales pueden contener átomos de oxígeno y nitrógeno o uno o más grupos amino adicionales, y,

estando representado el aldehído por la fórmula



- 15 en la que  
 R significa H, -CHO o un residuo hidrocarbilo alifático que contiene 1 - 4 átomos de carbono, que puede contener átomos de oxígeno.

20 2. La composición de la reivindicación 1, en la que dicho agente coloidal se selecciona entre el conjunto que se compone de unos compuestos de calcio, unos compuestos de magnesio, unos minerales arcillosos y unas mezclas de los mismos.

3. La composición de la reivindicación 2, en la que dicho compuesto de calcio o magnesio se selecciona entre el conjunto que se compone de óxido de calcio, cal hidratada, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de calcio y magnesio o unas mezclas de los mismos.

25 4. La composición de la reivindicación 2 y/o 3, en la que el mineral arcilloso se selecciona entre el conjunto que se compone de filosilicatos que incluyen el conjunto de serpentina y caolinita, talco y pirofillita, micas (flogopita, muscovita y biotita), illita (mica hidratada), vermiculita y esmectitas o unas mezclas de los mismos.

5. La composición de las reivindicaciones 1 hasta 4, en la que el aldehído se selecciona entre el conjunto que se compone de formaldehído, acetaldehído, propanal, pivaldehído y glioxal.

30 6. La composición de las reivindicaciones 1 hasta 5, en la que el compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$  se selecciona entre el conjunto que se compone de urea, 1,6-hexano diamina, dietilen triamina, 1,2-ciclohexano diamina, melamina, 1,2-diamino-benceno y 1,8-diamino-naftaleno.

35 7. La composición de una o más de las reivindicaciones 1 hasta 6, en la que el polímero sintético se selecciona entre el conjunto que se compone de una resina de melamina, urea y formaldehído, una resina de urea y formaldehído, una resina de melamina y formaldehído, una resina de melamina, glioxal y formaldehído y unas mezclas de las mismos.

8. La composición de una o más de las reivindicaciones 1 hasta 7, en la que el polímero sintético tiene un peso molecular medio ponderado que está situado en el intervalo comprendido entre 500 y 500.000 g/mol, determinado mediante una GPC frente a un poliestireno.

40 9. La composición de una o más de las reivindicaciones 1 - 8, en la que dicho agente coloidal está presente en un intervalo de desde 0,001 % hasta 0,6 % en peso de una mena mineral.

10. La composición de la reivindicación 9, en la que dicho intervalo es de desde 0,02 % hasta 0,4 % en peso.

11. La composición de una o más de las reivindicaciones 1 - 10, en la que dicho polímero sintético está presente en un intervalo de desde 0,01 % hasta 1 % en peso de una mena mineral.

12. La composición de la reivindicación 11, en la que dicho intervalo es de desde 0,05 % hasta 0,6 % en peso.

5 13. Una composición mineral, que comprende una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 - 12, y un mineral seleccionado entre el conjunto que se compone de una mena de hierro, taconita, magnetita, hematita, limonita, goethita, siderita, franklinita, pirita, calcopirita, cromita, ilmenita, una mena de cromo, una mena de cobre, una mena de zinc, una mena de plomo, una mena de uranio, una mena de bario, una roca fosfatada, talco, dolomita, piedra caliza, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato doble de potasio y magnesio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, negro de carbono, carbón, materiales finos de carbón, calcita, cuarzo o cualquier mezcla de ellos.

14. Un procedimiento para nodulizar unas menas minerales finas, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 15 a) mezclar la mena mineral fina con una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 hasta 12 para obtener una alimentación para nódulos,  
 b) conformar la alimentación para nódulos a la forma de unas bolas (unos nódulos verdes),  
 c) secar las bolas,  
 d) calentar previamente las bolas secadas a 60 hasta 105 °C hasta obtener un peso constante,  
 e) subsiguientemente calentar las bolas previamente calentadas a una temperatura de desde 1.200 °C hasta 1.400 °C para obtener unos nódulos.

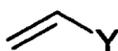
20 15. Un uso de un compuesto aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 - 12 como un aditivo en la nodulización de menas minerales.

16. Una composición aglutinante para la nodulización de partículas minerales finas, que comprende

- 25 a) por lo menos un agente coloidal que ejerce una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, y  
 b) por lo menos un polímero sintético que dispersa a las partículas minerales en los nódulos,

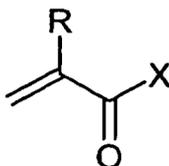
en la que el polímero sintético es un copolímero que se ha obtenido mediante una polimerización catalizada por radicales de un monómero insaturado con un derivado de ácido acrílico,

estando representado el monómero insaturado por la fórmula



30 en la que  
 Y es hidrógeno, OH o un residuo que contiene de 1 a 10 átomos de carbono y por lo menos un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno o un resto aromático,

estando representado el derivado de ácido acrílico por la fórmula



35 en la que  
 R es H o CH<sub>3</sub> y  
 X es OH, NH<sub>2</sub>, OR', NHR'' o NR'''R''''', siendo los grupos R'-R''''', independientemente unos de otros, unos grupos hidrocarbilo alifáticos que tienen de 1 a 6 átomos de carbono.

17. La composición de la reivindicación 16, en la que dicho agente coloidal se selecciona entre el conjunto que se compone de unos compuestos de calcio, unos compuestos de magnesio, unos minerales arcillosos y unas mezclas de los mismos.
- 5 18. La composición de la reivindicación 17, en la que dicho compuesto de calcio o magnesio se selecciona entre el conjunto que se compone de óxido de calcio, cal hidratada, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de calcio y magnesio o unas mezclas de los mismos.
19. La composición de las reivindicaciones 17 y/o 18, en la que el mineral arcilloso se selecciona entre el conjunto que se compone de filosilicatos que incluyen el conjunto de serpentina y caolinita, talco y pirofilita, micas (flogopita, muscovita y biotita), illita (mica hidratada), vermiculita y esmectitas o unas mezclas de los mismos.
- 10 20. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 19, en la que el derivado de ácido acrílico se selecciona entre el conjunto que compone de ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilamida, N,N-dimetil-acrilamida, N,N-dimetil-metacrilamida, y acrilóil-dimetil-taurato de amonio.
- 15 21. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 20, en la que Y se selecciona entre unos residuos de la fórmula -OR en la que R significa H, -C(=O)H, -C(=O)CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y C(=O)C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.
22. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 20, en la que Y se selecciona entre alcohol vinílico, acetato de vinilo, formiato de vinilo, vinil-pirrolidona, cloruro de dimetil-dialil-amonio y estireno.
23. La composición de una o más de la reivindicación 16, en la que el polímero sintético es un copolímero del ácido maleico y del ácido acrílico o del ácido maleico y del ácido metacrílico.
- 20 24. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 19, en la que el polímero sintético se selecciona entre el conjunto que se compone de un copolímero de estireno un compuesto acrílico, un copolímero vinílico y acrílico, un copolímero de acetato de vinilo un compuesto acrílico, un copolímero acrílico y maleico, un copolímero de cloruro de dialil dimetil amonio y acrilamida, un copolímero de acrilóil-dimetil-taurato de amonio y vinil-pirrolidona y unas mezclas de los mismos.
- 25 25. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 24, en la que en la que el polímero sintético tiene un peso molecular medio ponderado situado en el intervalo comprendido entre 500 y 500.000 g/mol, determinado mediante una GPC frente a un poliestireno.
26. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 25, en la que dicho agente coloidal está presente en un intervalo de desde 0,001 % hasta 0,6 % en peso de una mena mineral.
- 30 27. La composición de la reivindicación 26, en la que dicho intervalo es de desde 0,02 % hasta 0,4 % en peso.
28. La composición de una o más de las reivindicaciones 16 - 27, en la que dicho polímero sintético está presente en un intervalo de desde 0,01 % hasta 1 % en peso de una mena mineral.
29. La composición de la reivindicación 28, donde dicho intervalo es de desde 0,05 % hasta 0,6 % en peso.
- 35 30. Una composición mineral, que comprende una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 16-29, y un mineral seleccionado entre el conjunto que se compone de una mena de hierro, taconita, magnetita, hematita, limonita, goethita, siderita, franklinita, pirita, calcopirita, cromita, ilmenita, una mena de cromo, una mena de cobre, una mena de zinc, una mena de plomo, una mena de uranio, una mena de bario, una roca fosfatada, talco, dolomita, piedra caliza, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato doble de potasio y magnesio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, negro de carbono, carbón, materiales finos de carbón, calcita, cuarzo o cualquier mezcla de ellos.
- 40 31. Un procedimiento para nodulizar menas minerales finas, comprendiendo este procedimiento las etapas de
- 45 a) mezclar la mena mineral fina con una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 16 hasta 29, para obtener una alimentación para nódulos,
- b) conformar la alimentación para nódulos a la forma de unas bolas (unos nódulos verdes),
- c) secar las bolas,
- d) calentar previamente las bolas secadas a 60 hasta 105 °C hasta obtener un peso constante,
- e) subsiguientemente calentar las bolas previamente calentadas a una temperatura de desde 1.200 °C hasta 1.400 °C para obtener nódulos.

32. Un uso de un compuesto aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 16 - 29 como un aditivo en la nodulización de menas minerales.

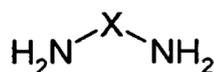
33. Una composición aglutinante para la nodulización de partículas minerales finas, que comprende

- 5 a) por lo menos un agente coloidal que ejerce una fuerza cohesiva sobre las partículas minerales que forman los nódulos, y  
b) por lo menos un polímero sintético que dispersa a las partículas minerales en los nódulos,

10 en la que dicho agente coloidal se selecciona entre el conjunto que se compone de unos compuestos de calcio y unos compuestos de magnesio, y en la que dicho compuesto de calcio o de magnesio se selecciona entre el conjunto que se compone de óxido de calcio, cal hidratada, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de calcio y de magnesio y unas mezclas de los mismos.

34. La composición de la reivindicación 33, en la que el polímero sintético es un producto de condensación de por lo menos un aldehído y por lo menos un compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$ ,

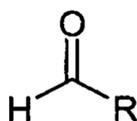
15 estando representado el compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$  por la fórmula



en la que

20 X significa un residuo alifático, lineal, ramificado o cíclico que contiene 1-10 átomos de carbono o un residuo aromático que contiene 1-10 átomos de carbono, ambos de los cuales pueden contener oxígeno, átomos de nitrógeno o uno o más grupos amino adicionales, y

estando representado el aldehído por la fórmula,



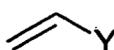
en la que R significa H, -CHO o un residuo hidrocarbilo alifático que contiene 1-4 átomos de carbono, que puede contener átomos de oxígeno.

25 35. La composición de la reivindicación 34, en la que el aldehído se selecciona entre el conjunto que se compone de formaldehído, acetaldehído, propanal, pivaldehído y glioaxal.

36. La composición de la reivindicación 34 o 35, en la que el compuesto que contiene dos o más grupos  $\text{NH}_2$  se selecciona entre el conjunto que se compone de urea, 1,6-hexano diamina, dietilen triamina, 1,2-ciclohexano diamina, melamina, 1,2-diamino-benceno y 1,8-diamino-naftaleno.

30 37. La composición de la reivindicación 33, en la que el polímero sintético es un copolímero que se ha obtenido mediante una polimerización catalizada por radicales de un monómero insaturado con un derivado de ácido acrílico,

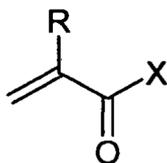
estando representado el monómero insaturado por la fórmula



en la que

35 Y es hidrógeno, OH o un residuo que contiene de 1 a 10 átomos de carbono y por lo menos un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno o un resto aromático,

estando representado el derivado de ácido acrílico por la fórmula



en la que

R es H o CH<sub>3</sub>, y

- 5 X es OH, NH<sub>2</sub>, OR', NHR'' o NR'''R''''', siendo los grupos R'-R''''', independientemente unos de otros, unos grupos hidrocarbilo alifáticos que tienen de 1 à 6 átomos de carbono.

38. La composición de la reivindicación 37, en la que el derivado de ácido acrílico se selecciona entre el conjunto que se compone de ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilamida, metacrilamida, N, N-dimetil-acrilamida N, N-dimetil-metacrilamida y acrilóil-dimetil-taurato de amonio.

- 10 39. La composición de la reivindicación 37 o 38, en la que Y se selecciona entre unos residuos de la fórmula -OR, en la que R significa H, -C(=O)H, -C(=O)CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C(=O)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y C(=O)C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.

40. La composición de una o más de las reivindicaciones 37-39, en la que Y se selecciona entre alcohol vinílico, acetato de vinilo, formiato de vinilo, vinil-pirrolidona, cloruro de dimetil-dialil-amonio y estireno.

- 15 41. La composición de una o más de la reivindicación 33, en la que el polímero sintético es un copolímero de ácido maleico y ácido acrílico o de ácido maleico y ácido metacrílico.

42. La composición de una o más de la reivindicación 33, en la que el polímero sintético es un homopolímero que se ha obtenido mediante una polimerización catalizada por radicales de un monómero olefinicamente insaturado que comprende por lo menos un grupo carboxílico.

- 20 43. La composición de la reivindicación 42, en la que el monómero olefinicamente insaturado que comprende por lo menos un grupo carboxílico se selecciona entre el conjunto que se compone de ácido acrílico, ácido metacrílico, acetato de vinilo, formiato de vinilo, propionato de vinilo, ácido maleico, anhídrido de ácido maleico y ácido fumárico.

- 25 44. La composición de la reivindicación 33, en la que el polímero sintético se selecciona entre el conjunto que se compone de una resina de melamina, urea y formaldehído, una resina de urea y formaldehído, una resina de melamina y formaldehído, una resina de melamina, glioxal y formaldehído, un copolímero de estireno un compuesto acrílico, un copolímero vinílico y acrílico, un copolímero de acetato de vinilo un compuesto acrílico, un copolímero de estireno un compuesto acrílico, un copolímero de acetato de vinilo, un poli (anhídrido maleico), un copolímero acrílico-maleico, un copolímero de cloruro de dialil dimetil amonio y acrilamida, un policarboxilato, una sal de sodio de un poli-ácido naftaleno sulfónico, un copolímero de acrilóil-dimetil-taurato de amonio y vinil-pirrolidona, un copolímero de dimetilamina y epíclorhidrina o unas mezclas de los mismos.

- 30 45. La composición de una o más de las reivindicaciones 33 hasta 44, en la que el polímero sintético tiene un peso molecular medio ponderado que está situado en el intervalo comprendido entre 500 y 500.000 g/mol, determinado por medio de una GPC frente a un poliestireno.

46. La composición de una o más de las reivindicaciones 33 hasta 45, en la que dicho agente coloidal está presente en un intervalo de desde 0,001 % hasta 0,6 % en peso de una mena mineral.

- 35 47. La composición de la reivindicación 46, en la que dicho intervalo es de desde 0,02 % hasta 0,4 % en peso.

48. La composición de una o más de las reivindicaciones 33 hasta 47, en la que dicho polímero sintético está presente en un intervalo de desde 0,01 hasta 1 % en peso de una mena mineral.

49. La composición de la reivindicación 48, en la que dicho intervalo es de desde 0,05 % hasta 0,6 % en peso.

- 40 50. Una composición mineral, que comprende una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 33 hasta 49, y un mineral seleccionado entre el conjunto que se compone de una mena de hierro, taconita, magnetita, hematita, limonita, goethita, siderita, franklinita, piritita, calcopiritita, cromita, ilmenita, una mena de cromo, una mena de cobre, una mena de níquel, una mena de zinc, una mena de plomo, una mena de uranio, una

mena de bario, una roca fosfatada, talco, dolomita, piedra caliza, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato doble de potasio y de magnesio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, negro de carbono, carbón, materiales finos de carbón, calcita, cuarzo o cualquier mezcla de los mismos.

51. Un procedimiento para nodulizar unas menas minerales finas, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- 5 a) mezclar la mena mineral fina con una composición aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 33 hasta 49, para obtener una alimentación para nódulos,
  - b) conformar la alimentación para nódulos a la forma de unas bolas (unos nódulos verdes),
  - c) secar las bolas,
  - d) calentar previamente las bolas secadas a 60 hasta 105 °C hasta llegar a un peso constante,
  - 10 e) subsiguientemente calentar las bolas previamente calentadas a una temperatura de desde 1.200 °C hasta 1.400 °C para obtener unos nódulos.

52. Un uso de un compuesto aglutinante de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 33 hasta 49 como un aditivo en la nodulización de menas minerales.