

COMPOSICIONES Y MÉTODOS PARA CAPTAR EL SULFURO DE HIDRÓGENO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad de la Solicitud Provisional de EE.UU. No. 63/338,203, presentada el 4 de mayo de 2022, cuya divulgación se incorpora completamente en la presente como referencia.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- La presente invención se refiere en general a la inhibición de las polimerizaciones por condensación, en particular las condensaciones aldehído-sulfuro, así como a la síntesis y composición de oligómeros telecíclicos biterminados con aminas. En un aspecto, tal inhibición tiene utilidad en la eliminación de sulfuro de hidrógeno (H_2S), de corrientes de proceso gaseosas y líquidas, que incluyen gas natural, petróleo y aguas residuales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- Esta sección introduce información que puede estar relacionada o proporcionar contexto para algunos aspectos de las composiciones o procesos descritos en la presente y/o reivindicados a continuación. Esta información de antecedentes facilita una mejor comprensión de la materia divulgada. Tales antecedentes pueden incluir un análisis de la tecnología relacionada. Que tal técnica esté relacionada no implica en modo alguno que sea también técnica anteriores. Las técnicas relacionadas pueden ser o no técnicas anteriores. La discusión se debe interpretar en este sentido y no como una admisión de técnicas anteriores.

- El gas natural y el petróleo de las formaciones geológicas contienen a menudo sulfuro de hidrógeno, un gas maloliente, corrosivo y tóxico. El gas o el petróleo que contienen sulfuro de hidrógeno se conocen como gas o petróleo "ácido". La concentración de sulfuro de hidrógeno en el gas natural o el petróleo puede estar en el rango de 0.1 ppm a mayores de 150,000 ppm. Las corrientes de gas natural o petróleo sin sulfuro de hidrógeno o que han sido tratadas para eliminar al menos cierta cantidad de sulfuro de hidrógeno son corrientes tratadas, a menudo denominadas corrientes "dulces", en relación con las corrientes no tratadas que contienen sulfuro de hidrógeno. Muchas corrientes de aguas residuales de procesos industriales y municipales también contienen sulfuro de hidrógeno. Estas aguas residuales que contienen sulfuro de hidrógeno también se denominan "ácidas". La concentración de sulfuro de hidrógeno en las aguas residuales típicamente puede estar en el rango de 0.1 ppm a 64,000 ppm. Las corrientes de proceso o de residuos sin sulfuro de hidrógeno se denominan corrientes "dulces".

- Debido al olor, corrosividad y toxicidad del sulfuro de hidrógeno, típicamente es eliminado de las corrientes producidas o procesadas. En algunos casos, el sulfuro de hidrógeno se elimina inmediatamente después de la producción o en el almacenamiento inicial, es decir,

“ascendente”. En otros casos, el sulfuro de hidrógeno se elimina durante o después del transporte al almacenamiento intermedio, es decir, “a medio proceso”. En otros casos, el sulfuro de hidrógeno se elimina en el destino industrial final del flujo, es decir, “descendente”. En el caso de las aguas residuales, se elimina antes del vertido, de la “corriente de residuos”. El sulfuro de

5 hidrógeno se puede eliminar en cualquiera de estos lugares o en todos ellos.

Para eliminar el sulfuro de hidrógeno de los flujos de proceso, los sulfuros a menudo reaccionan con aldehídos y/o reabsorbentes de aldehídos (es decir, composiciones que liberan aldehídos), conocidos como “captadores de sulfuro de aldehído”.

Los ejemplos de captadores de sulfuro de aldehído y procesos de captación que

10 emplean captadores de sulfuro de aldehído se divulgan en, por ejemplo, la patente de EE.UU. No. 5,169,411 de Weers; la patente de EE.UU. No. 7,985,881 de Westlund *et al.*; la patente de EE.UU. No. 10,093,868 de Weers; la patente de EE.UU. No. 10,196,343 de Harrington *et al.*; la patente de EE.UU. No. 10,308,886 de Rana *et al.*; la patente de EE.UU. No. 10,119,079 de Fuji

15 *et al.*; la patente de EE.UU. No. 10,294,428 de Suzuki *et al.*; y la patente de EE.UU. No. 10,513,662 de Weers *et al.*, la publicación de la solicitud de patente de EE.UU. No. 2020/0024526, ahora la patente de EE.UU. No. 10,829,699, de Weers *et al.*, y la publicación de la solicitud de patente de EE.UU. No. 2019/0322948 de Begeal *et al.*, cada una de las cuales se incorpora en la presente como referencia en su totalidad en la medida en que no sea inconsistente con la presente.

20 Se describen ejemplos de contactores gas-líquido para el tratamiento de gas ácido en Isom, C., *et al.*, “Sour Gas Treatment Gets More Flexible”, *Chemical Engineering*, 1994, vol. 101, No. 7, 147-148; la patente de EE.UU. No. 6,136,282, de Kevin S. Fisher; y la patente de EE.UU. No. 10,876,052, de S. Ramkumar, *et al.*

La eliminación del gas sulfhídrico con una solución líquida reactiva de aldehído o un

25 captador liberador de aldehído se puede hacer por adición directa a la corriente o en un contactor o lavador gas-líquido, tal como una columna de burbujas, una columna de relleno o una columna de bandeja; o por otros medios para aumentar el tiempo de contacto gas-líquido y/o la superficie. El sulfuro de hidrógeno de las corrientes de líquido ácido se puede dispersar o separar en la fase gaseosa, y esa fase gaseosa se puede enviar a un contactor gas-líquido, o

30 se puede usar el contacto directo líquido-líquido. El líquido de reacción usado, que comprende la totalidad o la mayor parte del captador reaccionado, se puede eliminar y, opcionalmente, sustituir por captadores nuevos en una única operación por lotes, o el líquido de reacción usado se puede expulsar continuamente a una instalación de aguas residuales o desechar de otro modo y reponer con un captador nuevo a un ritmo controlado.

35 La reacción del sulfuro de hidrógeno con aldehídos o liberadores de aldehídos, independientemente de cuál se use, produce polímeros sólidos, amorfos, insolubles en agua,

pegajosos (adhesivos) y de alto peso molecular del correspondiente sulfuro de alquileo. A medida que avanza la reacción y el aldehído se va gastando (agotando), aumenta la cantidad y el peso molecular del polímero de sulfuro de alquileo formado, que acaba convirtiéndose en una masa sólida, pegajosa (adhesiva) e insoluble en agua. Estos sólidos acaban ensuciando el equipo de proceso, lo que limita la utilidad de esta reacción para captar el sulfuro de hidrógeno. El ensuciamiento de la línea tratada (recipiente de tratamiento o zona de tratamiento), de la torre de contacto y/o de la corriente de aguas residuales causado por este polímero sólido insoluble es una de las limitaciones sustanciales de usar aldehídos y/o reactivos aldehídicos como captadores de sulfuro.

- El ensuciamiento de los polímeros de sulfuro de alquileo es más extenso para los poli(sulfuros de metileno), incluidos los que no tienen una amina terminal, tales como los formados a partir de formaldehído o hemiformales, y los que solamente tienen una amina terminal (no liberable) formada a partir de aductos de amina de formaldehído como la triazina, (cf. Synthesis, Reaction Byproducts Characterization, and Mechanistic Understanding of Hemiformal Hydrogen Sulfide Scavengers: Part 2-Identification of Byproducts, Reaction Mechanism, and Suppression Thereof; J.J. Wylde *et al.*, *Energy Fuels*, 2022, 36, 2, 851-860).
- La poliditiazina amorfa (ap-DTZ, por sus siglas en inglés) que se forma en parte a partir de triazina, es un poli(sulfuro de metileno) monoterminado con una amina no liberable, pero libre de crecer desde el otro extremo, es conocida por ser especialmente problemática, (cf. G.N. Taylor *et al.*, "Structural Elucidation of the Solid By-product 'Amorphous Dithiazine' from the Use of 1,3,5-Tris(hydroxyalkyl)-hexahydro-s-triazine Based Hydrogen Sulfide Scavengers, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2011, 50, 735-740). En general, se acepta que todos estos polímeros de sulfuro de alquileo, incluso si están terminados por una amina no liberable, como ap-DTZ, son sólidos pegajosos (adhesivos), insolubles en agua y en todos los disolventes orgánicos comunes. El método tradicional para minimizar el ensuciamiento por polímeros de sulfuro de alquileo consiste en sustituir la totalidad, o eliminar continuamente una porción, de la mezcla de reacción cuando el captador de aldehído o liberador de aldehído está solamente parcialmente gastado (parcialmente agotado) antes de que el polímero pueda crecer hasta un tamaño en el que precipite como sólido y se pegue (adhiera) a las superficies. Dado que la concentración total del captador activo y gastado está limitada por el volumen fijo del contactor (recipiente de tratamiento o zona de tratamiento), esto limita la concentración de captador activo que se puede usar, reduciendo la velocidad a la que se puede eliminar el sulfuro de hidrógeno. Esto también desperdicia cierta cantidad del captador aún activo (sin reaccionar) en el desecho. Cuanto más eficientemente se opere el contactor (proceso), a mayores concentraciones de limpiador usado, menos limpiador activo se desperdiciará, pero esto disminuye la efectividad del proceso para eliminar el sulfuro de hidrógeno y aumenta la cantidad de ensuciamiento. Así

pues, es necesario encontrar formas de superar o evitar esta desventaja inherente y, más en general, formas más eficientes de reducir la formación de sólidos durante la captación del sulfuro de hidrógeno.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 5 La invención proporciona composiciones y métodos que emplean etilamina como componente inhibidor que inhibe la polimerización que forma polímeros sólidos de sulfuro de alqueno y permiten eliminar el sulfuro de hidrógeno por reacción con aldehídos sin ensuciar el equipo de proceso. Un aspecto de la invención es el reconocimiento de que la etilamina se puede añadir en cantidades subestequiométricas en relación con el captador de aldehídos para reducir, 10 minimizar o eliminar esencialmente la formación de residuos sólidos indeseables que, de otro modo, ensuciarían el equipo de proceso. Además, la invención reconoce que el uso de cantidades subestequiométricas de etilamina, como se describe en la presente, no solamente suprime la formación de productos de desecho sólidos indeseables, sino que también reduce los riesgos para la salud y de inflamabilidad asociados a la etilamina, al tiempo que proporciona 15 un ahorro de costes debido a la menor cantidad de etilamina necesaria.

- Otro aspecto de la invención se dirige a composiciones y métodos en los que los productos de reacción de captación de sulfuro de hidrógeno son oligómeros líquidos que no se pegan (adhieren) ni ensucian los recipientes o el equipo. Otro aspecto más de la invención se dirige a composiciones y métodos en los que corrientes que contienen sulfuro de hidrógeno 20 (corrientes ácidas) se ponen en contacto con soluciones de tratamiento (es decir, composiciones de captación) para reducir el contenido de azufre de la corriente ácida al formar oligómeros líquidos previo a (antes de entrar en) un separador líquido-líquido, cuyos oligómeros líquidos son insolubles en agua e inmiscibles con, y de una densidad diferente a, la solución de captación restante (que contiene captador sin reaccionar) presente en el separador líquido-líquido. Los 25 productos de la reacción de captación (los oligómeros), por una parte, y la solución de captación (tratamiento) que contiene el captador sin reaccionar, por otra, se pueden separar después del contacto de la solución de captación con el líquido de sulfuro de hidrógeno, y los oligómeros líquidos terminados en inhibidor formados por la reacción de captación se pueden separar de la solución de captación que contiene el captador sin reaccionar, y opcionalmente desechar o 30 reprocesar. En otro aspecto, el oligómero así eliminado se vuelve a procesar para recuperar el componente inhibidor (etilamina) del oligómero por hidrólisis alcalina y destilación o extracción con disolvente para reciclar el inhibidor de nuevo en el sistema de tratamiento. Con tal método, el consumo neto del inhibidor es escaso o nulo.

- En otro aspecto, se proporciona una solución de tratamiento (a veces denominada 35 alternativamente en la presente como composición de tratamiento, composición de captación o solución de captación) que se forma a partir de ingredientes que comprenden a) un aldehído y/o

un liberador de aldehído, y b) etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a). Estas composiciones a veces se denominan en la presente como composiciones de captación o soluciones de tratamiento.

5 En otro aspecto, se proporciona un método para preparar una solución de tratamiento, que comprende combinar a) un aldehído y/o un liberador de aldehído, y b) etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a).

10 En otro aspecto se proporciona un método para captar sulfuro de hidrógeno de una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno, el método que comprende:

poner en contacto la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con una solución de tratamiento, la solución de tratamiento formada por ingredientes compuestos de a) un aldehído y/o un liberador de aldehído y b) etilamina, para formar una corriente tratada y una fase de solución de captación gastada que comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alquenilo terminados en etilamina,

en donde se usa menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a) para formar la solución de tratamiento.

20 En algunos aspectos, este método comprende además separar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alquenilo terminados en etilamina de la fase de solución de captación gastada, y puede comprender además hidrolizar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alquenilo terminados en etilamina con un álcali para liberar etilamina, y opcionalmente recuperar de la misma al menos una parte de la etilamina. En otros aspectos, se recupera al menos una porción de la etilamina, y el método comprende además reciclar la etilamina recuperada para 25 tratar otra corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno o para formar parte de una solución de tratamiento.

Todavía otro aspecto de la invención proporciona una composición que comprende en promedio el producto de reacción de polimerización de 2 moles de etilamina, n moles de sulfuro de hidrógeno, y n+1 moles de un aldehído, y n puede estar en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 12. En algunos aspectos de la invención, el aldehído de la composición comprende formaldehído. En algunos aspectos de la invención, n se encuentra en el rango de aproximadamente 3 a aproximadamente 10, mientras que en otros aspectos, n se encuentra en el rango de aproximadamente 7 a aproximadamente 9.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia ahora a los dibujos adjuntos.

La **Figura 1** contiene dos diagramas que representan las ecuaciones químicas que se analizan a continuación.

La **Figura 2** contiene dos gráficas que muestran la relación entre ciertas variables en los experimentos descritos en la presente.

5 La **Figura 3** es un diagrama esquemático que ilustra una modalidad de un proceso de reciclado de inhibidores de la presente invención.

Aunque el objeto reivindicado es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, los dibujos ilustran una modalidad específica de la invención descrita en detalle a modo de ejemplo. Se debe entender, sin embargo, que la descripción en la presente de
10 modalidades específicas no pretende limitar la materia reivindicada a las formas particulares divulgadas, sino que, por el contrario, la intención es abarcar todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entren dentro del espíritu y alcance definidos por las reivindicaciones anexas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 Para definir con mayor claridad los términos usados en esta divulgación, se ofrecen las siguientes definiciones. A menos que se indique lo contrario, las siguientes definiciones son aplicables a esta divulgación. Los términos que no aparecen a continuación tienen su significado ordinario y habitual entendido en el contexto de esta divulgación por una persona con conocimientos ordinarios en la técnica relacionada con el campo técnico de esta divulgación.

20 En la medida en que cualquier definición o uso proporcionado por cualquier documento incorporado en la presente como referencia entre en conflicto con la definición o uso proporcionado en la presente, prevalecerá la definición o uso proporcionado en la presente divulgación.

En la presente divulgación, se describen atributos de la materia objeto de la misma de
25 modo tal que, dentro de aspectos particulares, se puede contemplar una combinación de diferentes atributos. Para todos y cada uno de los aspectos y todos y cada uno de los atributos divulgados en la presente, se contemplan todas las combinaciones que no afecten negativamente a los diseños, sistemas, composiciones, procesos o métodos descritos en la presente, con o sin descripción explícita de la combinación particular. Además, a menos que se
30 indique explícitamente lo contrario, cualquier aspecto o atributo divulgado en la presente se puede combinar para describir diseños, sistemas, composiciones, procesos o métodos inventivos coherentes con la presente divulgación.

En esta divulgación, aunque las composiciones y/o procesos o métodos se describen a menudo en términos de “que comprenden” varios componentes o pasos, las composiciones y
35 métodos también pueden “consistir esencialmente en” o “consistir en” los diversos componentes o pasos, a menos que se indique lo contrario. Por ejemplo, un proceso coherente con aspectos

de la materia divulgada puede comprender; alternatively, puede consistir esencialmente en; o alternatively, puede consistir en; los pasos del proceso indicados.

Los términos “un”, “una” y “el/la” están contemplados para incluir alternativas plurales, por ejemplo, al menos uno, uno o más, y uno o más de uno, a menos que se especifique lo contrario.

Los términos “poner en contacto” o “juntar” se usan en la presente para describir sistemas, composiciones, procesos y métodos en los que los componentes o materiales especificados se ponen en contacto, combinan o juntan en cualquier orden, de cualquier manera y durante cualquier periodo, a menos que se especifique lo contrario. Por ejemplo, los componentes se pueden combinar al mezclar o coalimentar, usando cualquier técnica adecuada conocida por un experto en la técnica a la que se refiere esta divulgación, a menos que se indique lo contrario.

El término “aproximadamente” como se usa en la presente significa que las cantidades, tamaños, formulaciones, parámetros u otras cantidades o características modificadas por este término no necesitan ser exactas, sino que pueden ser aproximadas, incluyendo ser mayores o menores, como se desee, reflejando tolerancias, factores de conversión, redondeos, errores de medición que pueden ocurrir, por ejemplo, a través de procedimientos típicos de medición y manipulación de líquidos usados para hacer concentrados o usar soluciones en el mundo real; por errores involuntarios en estos procedimientos; por diferencias en la fabricación, el origen o la pureza de los ingredientes empleados para elaborar las composiciones o llevar a cabo los métodos; y similares, incluidos otros factores conocidos por los expertos en la técnica. A menos que se indique expresamente lo contrario, una cantidad, tamaño, formulación, parámetro u otra cantidad o característica indicada en la presente es “más o menos” o “aproximada”, se indique o no expresamente que es tal. El término “aproximadamente” también abarca cantidades que difieren debido a diferentes condiciones de equilibrio para una composición resultante de una mezcla inicial particular. Las reivindicaciones modificadas o no por el término “aproximadamente”, incluyen equivalentes a las cantidades indicadas.

En la presente se divulgan diversos rangos numéricos. Cuando se divulga o reivindica en la presente un rango de cualquier tipo (por ejemplo, “que abarca de...”, “en un rango de...”, “en el rango de...”, “en un rango de”, “en un rango de”) la intención es divulgar o reivindicar individualmente cada número posible que tal rango pudiese abarcar razonablemente, incluyendo los puntos finales del rango así como cualquier subrango y combinaciones de subrangos abarcados en el mismo, a menos que se especifique lo contrario.

Las modalidades divulgadas en la presente pueden proporcionar los materiales enlistados como adecuados para satisfacer un atributo particular de la modalidad delimitada por el término “o”. Por ejemplo, un atributo particular de la materia divulgada se puede divulgar como

se indica a continuación: El atributo X puede ser A, B o C. También se contempla que, para cada atributo, el enunciado también se puede formular como un listado de alternativas tal que el enunciado “El atributo X es A, alternativamente B o alternativamente C” también es una modalidad de la presente divulgación, se recite o no explícitamente el enunciado.

- 5** Aunque cualquier método y material similar o equivalente a los descritos en la presente puede ser usado en la práctica o prueba de la materia descrita en la presente, los métodos y materiales típicos se describen en la presente.

- 10** Como se usa a lo largo de la presente, el término “corriente ácida” se refiere a un gas o líquido que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno. Similarmente, la expresión “corriente de gas ácido” se refiere a un gas que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno, tal como el gas natural (metano), y la expresión “corriente de líquido ácido” se refiere a un líquido que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno. Las corrientes de líquido ácido pueden ser de base oleosa (“corrientes de aceite ácido”), tales como las procedentes de perforaciones petrolíferas, o acuosas, tales como las aguas residuales.

- 15** Como se usa a lo largo de la presente, el término “corriente dulce” se refiere a un gas o líquido que no contiene sulfuro de hidrógeno o que ha sido tratado para eliminar al menos cierta cantidad de sulfuro de hidrógeno. Similarmente, la frase “corriente de gas dulce” se refiere a un gas que no contiene sulfuro de hidrógeno o que ha sido tratado para eliminar al menos cierta cantidad de sulfuro de hidrógeno, tal como el gas natural (metano), y la frase “corriente de líquido dulce” se refiere a un líquido que no contiene sulfuro de hidrógeno o que ha sido tratado para eliminar al menos cierta cantidad de sulfuro de hidrógeno, es decir, la corriente tratada tiene una concentración reducida de sulfuro de hidrógeno en comparación con la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno. Las corrientes de líquido dulce pueden ser oleosas (“corrientes de aceite dulce”), tales como las procedentes de perforaciones petrolíferas,
- 20** o acuosas, tales como las aguas residuales. Las corrientes que han sido tratadas para eliminar al menos alguna cantidad de sulfuro de hidrógeno se denominan corrientes tratadas a lo largo de la presente.

A lo largo de la presente, los oligómeros y polímeros de sulfuro de alquileo se denominan a veces oligómeros y polímeros de sulfuro de aldehído.

- 30** Como se usan a lo largo de la presente, las frases “solución de captación restante”, “líquido de reacción gastado”, “solución de captación gastada” y “solución de captación gastada” se refieren a una solución de captación que contiene componentes que no han reaccionado. Los componentes que no reaccionan incluyen típicamente un aldehído y/o un liberador de aldehído con o sin etilamina. En algunas modalidades, la solución de captación gastada es una
- 35** fase de solución de captación gastada que comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alquileo terminados en etilamina.

A lo largo de la presente, los oligómeros telecíclicos líquidos (más correctamente denominados oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno biterminados con etilamina), se denominan a veces oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados con inhibidor, oligómeros telecíclicos biterminados con etilamina, u oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados con etilamina.

La presente divulgación está dirigida a métodos en los que una reacción de captación de sulfuro de hidrógeno produce productos que son oligómeros líquidos que no se pegan (adhieren) ni ensucian los recipientes o el equipo. La presente divulgación también está dirigida a composiciones de captación útiles para producir productos de reacción de captación que son oligómeros líquidos que no se adhieren ni ensucian los recipientes o el equipo. Otras modalidades están dirigidas a composiciones y métodos en los que las corrientes que contienen sulfuro de hidrógeno se ponen en contacto con soluciones de tratamiento (composiciones de captación) para formar oligómeros líquidos antes de (antes de entrar en) un separador líquido-líquido. Los oligómeros líquidos son insolubles en agua e inmiscibles con la solución de captación restante (que contiene el captador sin reaccionar) presente en el separador líquido-líquido, y tienen una densidad diferente a la de ésta, tal que los productos de la reacción de captación (los oligómeros) y la solución de captación que contiene el captador sin reaccionar se pueden separar después del contacto entre el líquido de la solución de captación y el sulfuro de hidrógeno, y los oligómeros líquidos terminados en inhibidor formados por la reacción de captación se pueden separar de la solución de captación que contiene el captador sin reaccionar, y opcionalmente desechar o reprocesar. En una modalidad, el oligómero así eliminado se reprocesa para recuperar el componente inhibidor (etilamina) por hidrólisis alcalina y destilación o extracción con disolvente, opcionalmente para reciclarlo de nuevo al sistema. En este método, el consumo neto del inhibidor es escaso o nulo.

En algunas modalidades, el aldehído está en forma de un liberador de aldehído. En otras modalidades, el aldehído es una combinación de un aldehído y un liberador de aldehído. Cuando se usa una combinación de un aldehído y un liberador de aldehído, o se usa más de un aldehído y/o liberador de aldehído, la cantidad molar de aldehído es la cantidad total de aldehído aportada por los aldehídos y/o liberadores de aldehído en la composición.

Los aldehídos comúnmente usados incluyen formaldehído, benzaldehído, furfural, acroleína, glutaraldehído y glioxal; se puede usar cualquier combinación de dos o más de los aldehídos anteriores; el formaldehído es particularmente preferiblemente un aldehído. Los liberadores de aldehídos comunes incluyen diversos productos de reacción de aldehídos, especialmente formaldehído, con aminas primarias o secundarias, especialmente metilamina; alcanolaminas, especialmente etanolamina; o alcoholes, especialmente etanol; si se desea, se pueden usar combinaciones de liberadores de aldehídos. Son particularmente populares los

aductos cíclicos 1:1 de formaldehído y aminas, conocidos como triazinas, por ejemplo, 1,3,5-tris-(hidroxietil)hexahidro-s-triazina.

En algunas modalidades, la composición de captación está formada por ingredientes que consisten esencialmente en a) un aldehído y/o un liberador de aldehído, b) etilamina, y c) agua; y hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a). En otras modalidades, la composición de captación está formada por ingredientes que consisten esencialmente en formaldehído, etilamina, metanol y agua; y hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de formaldehído.

En otras modalidades, la composición de captación está formada por ingredientes que consisten en a) un aldehído y/o un liberador de aldehído, b) etilamina, y c) agua; y hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído aportada por a). En otras modalidades, la composición de captación se forma a partir de ingredientes que consisten en formaldehído, etilamina, metanol y agua, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de formaldehído.

En la captación de sulfuro de hidrógeno de corrientes que contienen una cantidad no deseada de sulfuro de hidrógeno con aldehídos y/o liberadores de aldehídos en la práctica de esta invención, la formación y precipitación de polímeros de sulfuro de alquileo sólidos, insolubles en agua, resultantes de la condensación de aldehídos, libres o liberados, con sulfuro de hidrógeno, se reduce o previene al limitar el tamaño y la forma (estructura) de los polímeros de sulfuro de alquileo con menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de aldehído. La adición de menos de un equivalente molar de etilamina a la corriente ácida hace que los productos de la reacción de captación de aldehídos/sulfuro de hidrógeno sean líquidos, de flujo libre e inmiscibles en la solución de captación usada (que puede contener captador sin reaccionar).

En algunas modalidades, cierta cantidad de sólidos está presente en la fase de solución de captación gastada, pero la fase de solución de captación gastada tiene una cantidad reducida de formación de sólidos en comparación con una fase de solución de captación gastada formada usando el mismo método pero llevado a cabo en ausencia de etilamina.

Se teoriza que los polímeros u oligómeros formados en presencia de la cantidad menor a un molar de etilamina son polidispersos con un rango de grados de polimerización (DP, por sus siglas en inglés) y/o pesos moleculares (MW, por sus siglas en inglés), centrándose en un promedio. Por encima de un cierto DP o MW, un oligómero será sólido en lugar de líquido. Así, los polímeros u oligómeros con MW promedio más altos y/o DP promedio más altos tendrán una mayor fracción de sólidos. Se comprobó que un DP promedio de 9 o un MW promedio de 517 Daltones es lo suficientemente bajo como para que todos los oligómeros sean líquidos, sin formación de sólidos.

El Diagrama 1, mostrado en la **Figura 1**, representa una modalidad de una secuencia de reacción estequiométricamente representada en donde una combinación de “n” moléculas de H₂S y “n” compuestos que contienen aldehído R=O (mostrados juntos entre paréntesis a la izquierda de la flecha), una molécula adicional que contiene aldehído (R=O), y dos moléculas de etilamina están presentes como reactantes en un sistema químico.

En la modalidad representada en el Diagrama 1, se produce una reacción de condensación por la que se produce un oligómero telecérico biterminado de etilamina, Et(H)N-[C(H)(R)S]_n-C(H)(R)-N(H)Et, de grado de polimerización “n”, y “n”+1 moléculas de agua (H₂O). (Como se usa en la presente, “Et” se usa a veces para hacer referencia a un grupo etilo, CH₃CH₂-). En ciertas modalidades, “R” en el aldehído puede ser hidrógeno, alquilo, alquenilo, arilo o carbonilo. En ciertas modalidades, “n” puede ser de 1 a 9.

En una modalidad, tan poco como 0.2 equivalentes molares de etilamina por moles de formaldehído fueron suficientes para limitar el grado promedio de polimerización (DP) a no más de 9, y un peso molecular promedio (MW) no mayor a 517 Daltones. Esta fue la relación molar del inhibidor mínimo efectivo (IME) para la eliminación de todos los sólidos bajo condiciones de captación agresiva con respecto a la reacción total del captador en la solución de captación cuando el aldehído era formaldehído. La respuesta a la dosis no indicó ningún umbral de inhibición, la fracción de sólidos en el precipitado se redujo a cero linealmente con la adición de etilamina hasta la relación molar en la que no se forman sólidos (la relación cero-sólidos). Cualquier cantidad de etilamina añadida reducía la formación de sólidos.

Se descubrió que la etilamina es única en su capacidad para terminar ambos extremos del polímero de aldehído sulfuro de forma no liberable y formar una fase separada que comprende los oligómeros telecéricos líquidos (oligómeros de sulfuro de alquenilo terminados con etilamina). Sorprendentemente, no se encontró que aminas similares, tales como la metilamina y la etanolamina, liberadas de liberadores de aldehídos de tipo amina-aducido, tales como iminas y triazinas, por desplazamiento con sulfuro de hidrógeno, inhibieran la polimerización de sulfuro. Estas otras aminas permitían la formación, y es bien sabido que permiten la formación, de polímeros sólidos pegajosos (adhesivos). No se entiende por qué la etilamina es única en esta capacidad. Sin estar limitados a ninguna teoría, se especula que las aminas alternativas no consiguen formar oligómeros telecéricos líquidos en fase separada por diferentes razones. Se cree, por ejemplo, que las alcanolaminas, tales como la etanolamina, reticulan o reinician la polimerización a un alto MW mediante la sustitución de sulfuro en el hidroxilo, antes de lo cual se liberan fácilmente del terminal del polímero, presumiblemente debido a la solubilidad en agua impartida por el hidroxilo (*cf.* G.N. Taylor *et al.*, “Identification of the Molecular Species Responsible for the Initiation of Amorphous Dithiazine in Laboratory Studies of 1,3,5-Tris(hydroxyethyl)-hexahydro-s-triazine as a Hydrogen Sulfide Scavenger,”

Industrial & Engineering Chemistry Research, 2012, 51, 11613-11617). Se cree que la metilamina es demasiado volátil (punto de ebullición -6.3 °C [21 °F]) para permanecer en solución a las temperaturas de proceso ordinarias. Se cree que las propilaminas y las alquilaminas superiores tienen demasiados impedimentos estéricos para reaccionar con suficiente rapidez o unirse con suficiente fuerza para limitar suficientemente el MW y/o tienen puntos de fusión demasiado altos para formar polímeros que se separen en fases como líquidos a las temperaturas de proceso.

Las pruebas con otras aminas para determinar si tienen el mismo impacto en la polimerización del subproducto, como se ha indicado anteriormente, dieron resultados indeseables, y la etilamina fue el único compuesto que produjo un subproducto polimérico líquido. Como comprendería un experto en la técnica, las aminas se clasifican en alifáticas, aromáticas y heterocíclicas que pueden ser de funcionalidad primaria, secundaria o terciaria. Los ejemplos de aminas primarias que se probaron fueron metilamina, etanolamina, propilamina, propanolamina, isopropilamina, isopropanolamina, *n*-butilamina, *n*-butanolamina, anilina y 4-metilanilina. Los ejemplos de aminas secundarias que se probaron fueron dimetilamina, dietilamina, dietanolamina, dipropilamina, dipropanolamina, diisopropilamina, diisopropanolamina, dibutilamina, dibutanolamina, *n*-metilanilina, difenilamina, pirrolidina y piperidina. Los ejemplos de aminas terciarias que se probaron fueron trimetilamina, trietilamina, trietanolamina, tripropilamina, metildietanolamina, dimetiletanolamina, dietiletanolamina y piridina. Todas las aminas enlistadas anteriormente fueron probadas en varias relaciones estequiométricas y subestequiométricas y no produjeron subproductos poliméricos líquidos detectables.

En otro aspecto, la invención proporciona un método para captar el sulfuro de hidrógeno por un proceso que comprende:

poner en contacto una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con una solución compuesta de a) un aldehído y/o un liberador de aldehído para formar una corriente tratada y una fase de solución de captación gastada, caracterizado porque se añade etilamina a la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno, y la fase de solución de captación gastada comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de aldehído proporcionada por a) a la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno.

En algunos aspectos, este método comprende además separar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina de la fase de solución de captación gastada, y puede comprender además hidrolizar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina con un álcali para liberar etilamina, y opcionalmente recuperar

de la misma al menos una parte de la etilamina. En otros aspectos, se recupera al menos una parte de la etilamina, y el método comprende además reciclar la etilamina recuperada a una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno o para formar parte de una solución de tratamiento.

- 5 En los aspectos de la invención que proporcionan una composición que comprende en promedio el producto de reacción de polimerización de 2 moles de etilamina, n moles de sulfuro de hidrógeno, y n+1 moles de un aldehído, en donde n puede estar en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 12, el aldehído se puede formar a partir de un aldehído y/o liberador de aldehído. Los aldehídos y los liberadores de aldehídos y, por lo tanto,
- 10 preferiblemente son los descritos anteriormente. En algunos aspectos de esta composición, n se encuentra en el rango de aproximadamente 3 a aproximadamente 10, mientras que en otros aspectos, n se encuentra en el rango de aproximadamente 7 a aproximadamente 9.

- En un aspecto, se cree que la etilamina forma un oligómero telecérico biterminado, como se muestra en el Diagrama 1, único por ser a la vez líquido e insoluble en una solución acuosa
- 15 alcalina de captación. Esta nueva composición de oligómeros, con un DP promedio de al menos 9 y un MW promedio de al menos 517 Daltones, es útil porque estos productos de sulfuro de hidrógeno reaccionado (oligómeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina) se pueden eliminar de la solución de captación que contiene aldehído y/o liberador de aldehído sin reaccionar por separación de fases por gravedad, dejando poco o ningún polímero de sulfuro
- 20 sólido pegajoso (adhesivo) en la solución de captación que contiene aldehído y/o liberador de aldehído sin reaccionar, porque los oligómeros son líquidos más densos e inmiscibles que la solución de captación que contiene aldehído y/o liberador de aldehído sin reaccionar.

Experimental

- En una serie de experimentos, se añadió una solución acuosa activa de etilamina
- 25 (EtNH₂) al "66-72" % (supuesto al 69 %) a la formalina, una solución acuosa activa de formaldehído (HCHO) al 37 % estabilizada con metanol (MeOH) al "10-15" % (supuesto al 12.5 %), en diversas cantidades. Se añadieron adicionalmente agua, MeOH o alcohol isopropílico (IPA, por sus siglas en inglés) como disolventes para formar una solución de captación. Cada una de estas soluciones de captación se rociaron con un gas ácido compuesto por 15 % de
- 30 sulfuro de hidrógeno (H₂S) con 3 % de dióxido de carbono (CO₂) en metano (CH₄) hasta que el H₂S libre se rompió, indicando que la solución de captación estaba agotada (el captador se había agotado). Las soluciones se dejaron reposar hasta que se completó la reacción de polimerización y el polímero se separó de la solución de captación gastada. Se registró la fase del precipitado (líquida y/o sólida) y la fracción de sólidos en el precipitado.

- 35 La Tabla 1A a continuación enlista los materiales agregados en cada muestra en peso, la Tabla 1B a continuación enlista las composiciones de la solución en peso, y la Tabla 1C a

continuación enlista la composición molar de los oligómeros y polímeros de sulfuro de alqueno biterminados con etilamina en la solución de captación gastada en términos de EtNH₂, HCHO, grado de polimerización (DP) del poli(sulfuro de metileno), es decir, la “n” del Diagrama 1, y el peso molecular (MW) del poli(sulfuro de metileno) biterminado con etilamina, como se muestra en el Diagrama 1. Para cada composición (muestra), la Tabla 1C enlista la fase del polímero producto (líquida y/o sólida) y la fracción de sólidos en el polímero producto. La fracción de sólidos en el polímero del producto se determinó al pesar después de decantar para separar la porción líquida del polímero para determinar el peso de la porción sólida del polímero como porcentaje en peso relativo al peso total del polímero.

TABLA 1A

Muestra	Materiales añadidos				
	37 % de H ₂ CO, % en peso	69 % de EtNH ₂ , % en peso	Agua, % en peso	MeOH, % en peso	IPA, % en peso
1	67.00	26.00	7.00	—	—
2*	50.00	—	33.00	—	—
3	50.00	7.50	25.50	—	—
4	50.00	10.00	23.00	—	—
5	50.00	12.50	20.50	—	—
6	50.00	15.00	18.00	—	—
7	50.00	17.50	15.50	—	—
8	50.00	20.00	13.00	—	—
9	50.00	22.50	10.50	—	—
10*	25.00	—	50.00	—	—
11	25.00	3.75	46.25	—	—
12	25.00	5.00	45.00	—	—
13	25.00	6.25	43.75	—	—
14*	50.00	—	—	50.00	—
15	50.00	7.50	—	42.50	—
16	50.00	10.00	—	40.00	—
17	40.00	10.00	—	50.00	—
18	32.00	8.00	—	60.00	—
19	24.00	6.00	—	70.00	—
20	16.00	4.00	—	80.00	—
21	8.00	2.00	—	90.00	—
22	40.00	10.00	—	—	50.00
23	32.00	8.00	—	—	60.00
24	24.00	6.00	—	—	70.00
25	16.00	4.00	—	—	80.00
26	8.00	2.00	—	—	90.00

*Muestra comparativa.

TABLA 1B

5		Composiciones en solución					
	Muestra	H ₂ CO, % en peso	EtNH ₂ , % en peso	Relación molar de EtNH ₂ a H ₂ CO	Agua, % en peso	MeOH, % en peso	IPA, % en peso
10	1	24.79	17.94	0.48:1	48.90	8.38	—
	2*	18.50	—	—	58.25	6.25	—
	3	18.50	5.18	0.187:1	53.08	6.25	—
	4	18.50	6.90	0.249:1	51.35	6.25	—
	5	18.50	8.63	0.311:1	49.63	6.25	—
	6	18.50	10.35	0.373:1	47.90	6.25	—
	7	18.50	12.08	0.435:1	46.18	6.25	—
	8	18.50	13.80	0.497:1	44.45	6.25	—
	9	18.50	15.53	0.560:1	42.73	6.25	—
	10*	9.25	—	—	62.63	3.13	—
15	11	9.25	2.59	0.187:1	60.04	3.13	—
	12	9.25	3.45	0.249:1	59.18	3.13	—
	13	9.25	4.31	0.311:1	58.31	3.13	—
	14*	18.50	—	—	25.25	56.25	—
	15	18.50	5.18	0.187:1	27.58	48.35	—
20	16	18.50	6.90	0.249:1	28.35	46.25	—
	17	14.80	6.90	0.311:1	23.30	55.00	—
	18	11.84	5.52	0.311:1	18.64	64.00	—
	19	8.88	4.14	0.311:1	13.98	73.00	—
	20	5.92	2.76	0.311:1	9.32	82.00	—
	21	2.96	1.38	0.311:1	4.66	91.00	—
	22	14.80	6.90	0.311:1	23.30	5.00	50.00
	23	11.84	5.52	0.311:1	18.64	4.00	60.00
25	24	8.88	4.14	0.311:1	13.98	3.00	70.00
	25	5.92	2.76	0.311:1	9.32	2.00	80.00
	26	2.96	1.38	0.311:1	4.66	1.00	90.00

*Muestra comparativa.

TABLA 1C

30		Poli(sulfuro de metileno) en soluciones de captación gastadas					Resultados	
	Muestra	H ₂ CO, mol	EtNH ₂ , mol	EtNH ₂ /H ₂ CO, mol	Grado de polimerización (DP)	MW del polímero, Da	Fase polimérica	Sólidos poliméricos, % en peso
35	1	0.826	0.398	0.48	3.1	247	Líquido	—
	2*	0.616	—	—	> 10	> 600	Sólido	100.0
	3	0.616	0.115	0.19	9.7	551	Líquido/Sólido	25.0
	4	0.616	0.153	0.25	7.1	427	Líquido/Sólido	3.0

	Poli(sulfuro de metileno) en soluciones de captación gastadas					Resultados	
Muestra	H ₂ CO, mol	EtNH ₂ , mol	EtNH ₂ /H ₂ CO, mol	Grado de polimerización (DP)	MW del polímero, Da	Fase polimérica	Sólidos poliméricos, % en peso
5	0.616	0.191	0.31	5.4	353	Líquido	—
6	0.616	0.230	0.37	4.4	303	Líquido	—
7	0.616	0.268	0.43	3.6	268	Líquido	—
8	0.616	0.306	0.50	3.0	242	Líquido	—
9	0.616	0.344	0.56	2.6	221	Líquido	—
10*	0.308	—	—	> 10	> 600	Sólido	100.0
11	0.308	0.057	0.19	9.7	551	Líquido/Sólido	50.0
12	0.308	0.077	0.25	7.1	427	Líquido	—
13	0.308	0.096	0.31	5.4	353	Líquido	—
14*	0.616	—	—	> 10	> 600	Sólido	100.0
15	0.616	0.115	0.19	9.7	551	Líquido/Sólido	7.5
16	0.616	0.153	0.25	7.1	427	Líquido	—
17	0.493	0.153	0.31	5.4	353	Líquido	—
18	0.394	0.122	0.31	5.4	353	Líquido	—
19	0.296	0.092	0.31	5.4	353	Líquido	—
20	0.197	0.061	0.31	5.4	353	Líquido	—
21	0.099	0.031	0.31	5.4	353	Sin sep de fases/	—
22	0.493	0.153	0.31	5.4	353	Líquido	—
23	0.394	0.122	0.31	5.4	353	Líquido	—
24	0.296	0.092	0.31	5.4	353	Líquido	—
25	0.197	0.061	0.31	5.4	353	Sin sep de fases/	—
26	0.099	0.031	0.31	5.4	353	Sin sep de fases/	—

¹Muestra comparativa.

²"Sin sep de fases" significa que no se ha observado separación de fases, ni líquido-líquido ni líquido-sólido.

Como se puede apreciar en la Tabla 1C, sin etilamina añadida al formaldehído, 100 % del polímero precipitado es sólido (Muestras 2, 10, 14). El uso de formalina al 67 % (24.8 % de HCHO), se necesitó al menos una solución de etilamina al 26.0 % (17.9 % de EtNH₂) para que el precipitado quedara completamente líquido (Muestra 1). Se trata de una relación molar EtNH₂/HCHO de 0.48, un DP de 3.1, un MW de 247 Daltones. Usando formalina al 50 % (18.5 % de HCHO), se necesitó al menos una solución de etilamina al 12.5 % (8.63 % de EtNH₂) para que el precipitado quedara completamente líquido (Muestras 5-9). Se trata de una relación molar EtNH₂/HCHO de 0.31, un DP de 5.4, un MW de 353 Daltones. Usando formalina al 25 % (9.25

% de HCHO), se necesitó al menos una solución de etilamina al 5.0 % (3.45 % de EtNH₂) para que el precipitado quedara completamente líquido (Muestras 12-13). Se trata de una relación molar EtNH₂/HCHO de 0.25, un DP de 7.1, un MW de 427 Daltones. La relación molar mínima efectiva de inhibidor necesaria para eliminar los sólidos disminuye así con cantidades decrecientes de concentración de formaldehído y, por lo tanto, de polímero. La relación, mostrada en la Gráfica 1 de la **Figura 2**, implica que la proporción molar mínima efectiva del inhibidor (MEI, por sus siglas en inglés) para cero sólidos en condiciones de gasto total se estabiliza en torno a 0.25 para el formaldehído.

Sin embargo, si se añade a la solución de captación 40 % adicional de MeOH, además del que se encuentra de forma nativa (presente en la solución original con) el formol, la relación MEI para sólidos cero se puede reducir aún más (Muestras 15-16, en comparación con las Muestras 3-4). La relación, mostrada en la Gráfica 2 de la **Figura 2**, implica que la relación MEI para sólidos cero con alrededor de 50 % de MeOH total es de aproximadamente 0.20, un DP de 9.0, un MW de 517 Daltones.

No obstante, cabe destacar que cantidades excesivas de MeOH, tales como 90 % o más, o cantidades menores de alcoholes superiores tal como IPA al 80 % o más, pueden solubilizar el polímero biterminado en la solución de captación gastada (Muestras 21, 25-26), lo que se debe minimizar o evitar en procesos en los que el polímero biterminado líquido se debe separar de la solución de captación gastada, como se describe a continuación.

En algunas modalidades de las composiciones de captación, están presentes alcoholes en lugar o además de metanol o alcohol isopropílico. Estos alcoholes incluyen monoalcoholes, dioles y polioles que tienen de uno a unos seis átomos de carbono; un alcohol preferido es el etanol.

En la formación de algunas de las composiciones de captación preferidas, la etilamina puede estar en forma de una solución acuosa que contiene aproximadamente 30 % en peso o más de etilamina; más preferiblemente son soluciones acuosas de 66 a 72 % de etilamina en peso; especialmente preferidas son las soluciones acuosas de etilamina en las que los únicos componentes son etilamina y agua. En la formación de algunas de las composiciones de captación preferidas en las que el aldehído es formaldehído, el formaldehído puede estar en forma de una solución acuosa que contiene aproximadamente 15 % en peso o más de formaldehído; son más preferidas las soluciones acuosas de 37 % de formaldehído en peso; son especialmente preferidas las soluciones acuosas de formaldehído en las que los únicos componentes son formaldehído y agua.

En algunas modalidades de las composiciones de captación, la relación molar de etilamina a aldehído del aldehído y/o liberador de aldehído es de aproximadamente 0.87 a aproximadamente 0.8, preferiblemente de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.7;

más preferiblemente, el aldehído es formaldehído.

En otra serie de experimentos, se añadió una solución acuosa activa de etilamina (EtNH_2) al 66-72 % (supuesto al 69 %) a formalina, una solución acuosa activa de formaldehído (HCHO) al 37 % estabilizada con metanol (MeOH) al 10-15 % (supuesto al 12.5 %), en diversas cantidades. Se añadieron adicionalmente agua o MeOH como disolventes para formar soluciones de captación. Cada una de estas soluciones de captación se sometió a diversas pruebas.

Prueba de capacidad (prueba de eficacia). En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 20 gramos de la solución de captación en una torre de vidrio alta y se conectó a la torre de vidrio alta un tubo descendente equipado con una frita de tamaño micrométrico. Se inyectó un gas ácido compuesto por 15 % de sulfuro de hidrógeno (H_2S), 3 % de dióxido de carbono (CO_2) y 82 % de metano (CH_4) a través de la solución de captación a una velocidad de 100 mL/min y se midió el H_2S a la salida de la torre de lavado de vidrio alta con un detector de H_2S . Una muestra superaba la prueba si la cantidad de H_2S se mantenía por debajo de 4000 ppm por al menos 60 minutos, y una muestra no superaba la prueba si la cantidad de H_2S se mantenía por debajo de 4000 ppm antes de que hubieran transcurrido 60 minutos. Para las muestras que no superaron esta prueba, se registró el tiempo transcurrido hasta alcanzar 4000 ppm de H_2S .

Gasto total - prueba de sólidos. En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 10 gramos de la solución de captación en un recipiente de plástico de 50 mL conectado a un tubo descendente por un conducto de gas polimérico (plástico). Se inyectó un gas ácido que compuesto por 15 % de H_2S , 3 % de CO_2 y 82 % de CH_4 en la solución de captación a una velocidad de 500 mL/min por 60 minutos. Después del periodo de rociado (gasto), cada muestra se observó por al menos 1 semana; la mayoría de las muestras se observaron por 4 semanas. La ausencia de sólidos en la muestra después de la inspección visual supera esta prueba; la presencia de sólidos en la muestra no supera esta prueba.

Prueba cinética. En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 10 gramos de la solución de captación en una torre de vidrio alta y se conectó a la torre de vidrio alta un tubo descendente de vidrio abierto equipado con una frita de tamaño micrométrico. El espacio de contacto entre el tubo descendente y la parte superior del nivel de la solución de captación era menor a 2.5 cm [1 pulgada]. Se inició una alimentación de gas ácido compuesto por 15 % de H_2S , 3 % de CO_2 y 82 % de CH_4 a una velocidad de 50 mL/min. Después de 2 minutos, se midió el H_2S , y posteriormente se aumentó la tasa de flujo de gas ácido en un incremento de 50 mL/min y se volvió a probar después de 2 minutos, repitiendo hasta que la cantidad de H_2S alcanzó 500 ppm. Cuando fue necesario, después de 2 ciclos de esta prueba, se sustituyó la solución captador por solución captador fresca de la misma composición y se

inició la tasa de flujo inicial a la misma tasa a la que terminó la solución captador usada de la misma composición, para probar la cinética de reacción y no la capacidad. Una tasa de flujo mayor a 100 mL/min. pasa esta prueba; una tasa de flujo de 100 mL/min o menor no pasa esta prueba.

- 5 *Prueba de deslizamiento de CO₂.* En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 20 gramos de la solución de captación en una torre de vidrio alta y se conectó a la torre de vidrio alta un tubo descendente equipado con una frita de tamaño micrométrico. Se inyectó un gas compuesto por 15 % de CO₂ y 85 % de CH₄ a través de la solución de captación a una velocidad de 100 mL/min por 30 minutos y se midió el CO₂ a la salida de la torre de lavado
- 10 de vidrio alta con un detector de CO₂. Si se detectaba algún captador de CO₂, la muestra no superaba la prueba; si no se detectaba ningún captador de CO₂, la muestra superaba la prueba.

- Prueba de inyección directa.* En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 200 gramos de la solución captador en un frasco equipado con una boquilla de pulverización de tamaño micrométrico y se calentó a 49 °C [120 °F]. La solución de captación
- 15 se pulverizó posteriormente sobre la superficie interior de un embudo cónico vertical bajo una campana de ventilación para facilitar la evaporación de los componentes volátiles. Este proceso de calentamiento y pulverización se repitió dos veces para cada muestra, después de lo cual se pesó la solución de captación. La muestra no superó la prueba si la pérdida de peso fue mayor a 20 %; la muestra superó la prueba si la pérdida de peso fue igual o menor a 20 %.

- 20 *Prueba de envejecimiento.* En esta prueba, para cada muestra, se introdujeron aproximadamente 100 gramos de solución de captación en un frasco de prescripción, cuyo frasco se colocó en una cámara de ciclos de temperatura. La cámara de ciclos de temperatura cicla en un rango de temperaturas de 54.4 °C a 26.7 °C [130 °F a 80 °F] cada 12 horas. Después de 30 días de ciclos de temperatura, se extrajo la muestra de solución de captación y se sometió
- 25 a las pruebas de capacidad, gasto total - sólidos, cinética, deslizamiento de CO₂ e inyección directa. Una muestra que no obtuvo en las demás pruebas los mismos resultados que una muestra de solución captador de la misma composición que no había sido sometida a la prueba de envejecimiento no superó la prueba de envejecimiento. Una muestra con un comportamiento comparable al de una muestra de solución captador de la misma composición que no había sido
- 30 sometida a la prueba de envejecimiento superó la prueba de envejecimiento.

En la Tabla 2 se enlistan las relaciones molares de etilamina y formaldehído en cada grupo de muestras, y se resumen los resultados de varias pruebas realizadas en cada grupo. Los resultados fueron coherentes en todas las muestras de un mismo grupo.

TABLA 2

	Grupo	Relación molar de EtNH ₂ a H ₂ CO	Capacidad	Gasto total - sólidos	Cinética	Deslizamiento de CO ₂	Inyección directa	Envejecimiento	Número de muestras
5	A*	0.013:1	pasó	falló	falló	pasó	falló	falló	28
	B*	0.1:1	pasó	falló	falló	pasó	falló	falló	100 a 500
	C	0.2:1	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	100 a 500
10	D	0.5:1	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	100 a 500
	E	0.75:1	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	100 a 500
	F	0.9:1	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	100 a 500
15	G*	1:1	falló	pasó	pasó	pasó	pasó	pasó	100 a 500
	H*	1.7:1	falló	pasó	pasó	falló	falló	falló	100 a 500
	I*	2:1	falló	pasó	pasó	falló	falló	falló	28

*Todas las ejecuciones de este Grupo son comparativas.

20 En diversas modalidades, el oligómero Et(H)N-[C(H)(R)S]_n-C(H)(R)-N(H)Et formado en la reacción representada en el Diagrama 1 comprende una composición líquida que es inmiscible en la mezcla química restante (solución de captación gastada que comprende componentes EtNH₂ y/o R=O que no han reaccionado). En un aspecto, el oligómero, Et(H)N-[C(H)(R)S]_n-C(H)(R)-N(H)Et, se puede separar de la solución de captación que contiene el captador sin reaccionar por separación por gravedad. El Diagrama 2, mostrado en la **Figura 1**,
 25 representa una modalidad de una reacción entre el oligómero líquido inmiscible Et(H)N-[C(H)(R)S]_n-C(H)(R)-N(H)Et con hidróxido de sodio (NaOH). Como se muestra en el Diagrama 2, la hidrólisis alcalina de un oligómero Et(H)N-[C(H)(R)S]_n-C(H)(R)-N(H)Et produce dos equivalentes de etilamina, “n” equivalentes de sal de hidroxisulfuro [HOC(H)(R)SNa], y un equivalente de sal de hidróxido HOC(H)(R)ONa⁺. Aunque la hidrólisis alcalina descrita en el
 30 Diagrama 2 usa NaOH como reactivo básico, la invención no se limitan a dentro del mismo, y otros reactivos alcalinos, que incluye pero no se limita a, hidróxido de potasio (KOH), pueden ser empleados, como se entendería por un experto en la técnica.

Otro atributo de al menos algunas modalidades de esta invención comprende además
 35 separar, preferiblemente por gravedad, el producto de reacción líquido más denso, inmiscible y de flujo libre del aldehído sin reaccionar y/o del liberador de aldehído en la solución de captación,

y recuperar de él la etilamina mediante hidrólisis alcalina con, por ejemplo, hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH). La reacción se muestra en el Diagrama 2 de la **Figura 1**. La etilamina liberada se puede recuperar posteriormente mediante destilación (punto de ebullición 16.7 °C [62 °F]) o extracción en disolvente orgánico (Po/w = 0), y opcionalmente

5 reciclar de nuevo en el sistema, por ejemplo, por condensación o pulverización. En la **Figura 3** se muestra una modalidad ejemplar de este proceso.

En un aspecto, la etilamina sirve tanto para catalizar la reacción sulfuro-aldehído (formando el nucleófilo reactivo, el anión HS⁻) como para inhibir la polimerización de la reacción (presumiblemente terminando rápidamente ambos extremos de la cadena), y la etilamina se

10 puede recuperar posteriormente del polímero, con el resultado neto de que la etilamina no se consume en el proceso. Al operar, esto supone un considerable ahorro de costes y previene que la amina contamine las aguas residuales.

La **Figura 3** muestra una modalidad de un proceso que incluye el reciclado de inhibidores. En esta modalidad, una corriente ácida (etiquetada como **M**) entra en un lavador (etiquetado como **I**) a través de un distribuidor de fluido (etiquetado como **K**). La etilamina **A** se introduce en la solución de aldehído **C** y la solución combinada de etilamina y aldehído **A+C** entra en el lavador **I** por encima de un punto de entrada de fluido (no etiquetado por separado) y el lavador **I** hace pasar la solución de etilamina y aldehído a través de un distribuidor de captación (etiquetado como **J**) situado dentro del lavador **I** en contacto con la corriente ácida;

20 en algunas modalidades, el lavador es un separador líquido-líquido. La fase líquida oligomérica inmiscible **D**, más densa, se separa hasta el fondo del lavador **I**, desde donde se bombea o drena a un separador líquido-gas (etiquetado como **L**). El álcali **F** se puede añadir al separador líquido-gas **L** para que se mezcle con el oligómero líquido **D**, o preferiblemente, el álcali **F** se añade a la corriente del oligómero líquido **D** antes de introducirlo en el separador líquido-gas **L**,

25 como se muestra en la **Figura 3**. El gas de etilamina **A** liberado se separa del líquido por destilación y se disuelve en la solución de aldehído **C**, por condensación o rociado. La solución de etilamina-aldehído (**A+C**) entra posteriormente en el lavador **I**, como se ha descrito anteriormente. La corriente dulce captada (etiquetada como **N**) sale por la parte superior del lavador **I**. Los monómeros hidrolizados **G**, **H** y el agua **E** salen por la parte inferior del separador

30 líquido-gas **L**.

Con referencia a la **Figura 3**, en otra modalidad (no mostrada en la **Figura 3**), la solución combinada de etilamina **A** y aldehído **C** se añade directamente a la corriente agria **M** en línea por delante de un contactor de flujo concurrente que vierte a un lavador **I**, de modo que la mezcla de la corriente ácida, etilamina y aldehído y/o los productos de reacción de la misma entran en

35 un punto para optimizar la separación.

La materia se ha descrito anteriormente haciendo referencia a numerosos aspectos y ejemplos específicos. A la luz de esta descripción detallada, los expertos en la técnica podrán encontrar muchas variaciones. Todas tales variaciones obvias están dentro del alcance contemplado en las reivindicaciones adjuntas. Otros aspectos de la materia divulgada en la presente pueden incluir, pero no se limitan a, los siguientes aspectos, que se describen como

5

comprendiendo, pero, alternativamente, pueden consistir esencialmente en, o consistir en:

Aspecto 1. Un método de inhibición de la polimerización de un aldehído y sulfuro de hidrógeno para minimizar la formación de sólidos, en donde se usa etilamina.

Aspecto 2. El método del aspecto 1, en donde el aldehído es formaldehído.

10

Aspecto 3. El método del aspecto 1, en donde se usa menos de la mitad de moles de etilamina por moles de aldehído.

Aspecto 4. El método del aspecto 3, en donde se usa menos de un cuarto de moles de etilamina por moles de aldehído.

15

Aspecto 5. El método del aspecto 4, en donde se usa menos de un quinto de moles de etilamina por moles de aldehído en una solución que comprende de 40 % a 80 % de metanol.

Aspecto 6. Un método para captar el sulfuro de hidrógeno de una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con un aldehído sin formar sólidos, en donde se usa etilamina, en donde el producto de la reacción forma una fase líquida más densa e inmisible que se separa y se elimina por gravedad del medio de captación.

20

Aspecto 7. El método del aspecto 6, en donde el aldehído es formaldehído.

Aspecto 8. El método del aspecto 6, en donde se usa menos de la mitad de moles de etilamina por moles de aldehído.

Aspecto 9. El método del aspecto 8, en donde se usa menos de un cuarto de moles de etilamina por moles de aldehído.

25

Aspecto 10. El método del aspecto 9, en donde se usa menos de un quinto de moles de etilamina por moles de aldehído en una solución que comprende de 40 % a 80 % de metanol.

Aspecto 11. El método del aspecto 6, en donde la fase líquida de producto de reacción eliminada se hidroliza con un álcali para recuperar la etilamina.

30

Aspecto 12. El método del aspecto 11, en donde la etilamina recuperada se recicla a una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno o a una corriente que forma una solución de tratamiento.

Aspecto 13. Una composición de polímeros inhibidos, que comprende en promedio el producto de reacción de 2 moles de etilamina, n moles de sulfuro de hidrógeno y n+1 moles de un aldehído, RCHO, en donde R puede ser hidrógeno, alquilo, alquénilo, arilo o carbonilo, y n puede ser de aproximadamente 1 a aproximadamente 12.

35

Aspecto 14. La composición del aspecto 13, en donde el aldehído es formaldehído.

Aspecto 15. La composición del aspecto 13, en donde n puede ser de aproximadamente 3 a aproximadamente 10.

5 Aspecto 16. La composición del aspecto 13, en donde n puede ser de aproximadamente 7 a aproximadamente 9.

Aspecto 17. Una composición formada a partir de ingredientes que comprenden un aldehído y etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de aldehído, y en donde la composición comprende además a) de aproximadamente 40 % a aproximadamente 80 % de metanol en peso en relación con el peso total de la
10 composición, o b) alcohol isopropílico, opcionalmente en donde la cantidad de alcohol isopropílico es de aproximadamente 50 % a 90 % en peso en relación con el peso total de la composición.

Aspecto 18. Un método para preparar una composición, dicho método comprende combinar etilamina y un aldehído, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina
15 en relación con la cantidad de aldehído, que comprende además añadir de aproximadamente 40 % a aproximadamente 80 % de metanol en peso en relación con el peso total de la composición formada, o que comprende además añadir de aproximadamente 50 % a 90 % de alcohol isopropílico en peso en relación con el peso total de la composición formada.

Aspecto 19. Un método para captar sulfuro de hidrógeno al poner en contacto una
20 corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con un aldehído y etilamina para formar una corriente tratada, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de aldehído, y permitiendo que la corriente tratada forme una corriente tratada y una fase de solución de captación gastada que comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina, y que comprende además
25 hidrolizar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina con álcali para liberar etilamina y opcionalmente recuperar de la misma al menos una porción de la etilamina.

Aspecto 20. Un método para captar el sulfuro de hidrógeno al poner en contacto una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con un aldehído, en
30 donde se añade etilamina a la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno, que comprende además añadir de aproximadamente 40 % a aproximadamente 80 % en peso de metanol con respecto al peso total de la solución de aldehído, la solución de etilamina y el metanol, o que comprende además añadir de aproximadamente 50 % a 90 % en peso de alcohol isopropílico con respecto al peso total de la solución de aldehído, la solución
35 de etilamina y el alcohol isopropílico.

Aspecto 21. Una composición formada a partir de ingredientes que comprenden a) un aldehído y/o un liberador de aldehído, y b) etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a).

5 Aspecto 22. La composición del aspecto 21, en donde el aldehído se selecciona del grupo que consiste en formaldehído, benzaldehído, furfural, acroleína, glutaraldehído, glioxal y cualquier combinación de dos o más de los anteriores, con la condición de que cuando el aldehído es formaldehído, el agua también esté presente en la composición.

10 Aspecto 23. La composición del aspecto 21 o 22, en donde el liberador de aldehído está formado por i) un aldehído y ii) una amina primaria o secundaria, una alcanolamina, un alcohol o una combinación de dos o más de los anteriores.

Aspecto 24. La composición del aspecto 23, en donde el liberador de aldehído está formado por i) un aldehído y ii) metilamina, etanolamina o etanol.

Aspecto 25. La composición de cualquiera de los aspectos 21-24, en donde los ingredientes comprenden además agua; o metanol y agua; o alcohol isopropílico y agua.

15 Aspecto 26. La composición de cualquiera de los aspectos 21-25, en donde el aldehído es formaldehído, y los ingredientes además comprenden agua.

20 Aspecto 27. Una composición del aspecto 1, que se forma a partir de ingredientes que consisten esencialmente en a) un aldehído y/o liberador de aldehído, b) etilamina, y c) agua, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a), o formada a partir de ingredientes que consisten esencialmente en formaldehído, etilamina, metanol y agua, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de formaldehído.

25 Aspecto 28. Una composición del aspecto 1, que se forma a partir de ingredientes que consisten en a) un aldehído y/o liberador de aldehído, b) etilamina, y c) agua, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a), o que se forma a partir de ingredientes consistentes en formaldehído, etilamina, metanol y agua, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de formaldehído.

30 Aspecto 29. La composición de cualquiera de los aspectos 21-28, en donde hay aproximadamente 0.2 o más equivalente molar de etilamina por mol de aldehído proporcionado por a).

35 Aspecto 30. La composición de cualquiera de los aspectos 21-28, en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.9:1; o en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.75:1; y opcionalmente en donde el aldehído es formaldehído y los ingredientes comprenden además

agua.

Aspecto 31. La composición de cualquiera de los aspectos 21-28, en donde la cantidad de etilamina es menor a la mitad de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

5 la cantidad de etilamina es menor a un cuarto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

la cantidad de etilamina es menor que un quinto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a).

Aspecto 32. La composición de cualquiera de los aspectos 21-28, en donde
10 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.56; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.495; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a)
15 es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.48; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.435; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.37; o

20 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.31; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.56; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a)
25 es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.497; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.48; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.435; o

30 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.37; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.31 a aproximadamente 0.37.

Aspecto 33. Un método para preparar una composición, que comprende combinar a) un
35 aldehído y/o un liberador de aldehído, y b) etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a).

Aspecto 34. El método del aspecto 33, en donde el aldehído se selecciona del grupo que comprende formaldehído, benzaldehído, furfural, acroleína, glutaraldehído, glioxal y cualquier combinación de dos o más de los anteriores, con la condición de que cuando el aldehído es formaldehído, también se combine agua.

- 5 Aspecto 35. El método del aspecto 33 o 34, en donde el liberador de aldehído se forma a partir de i) un aldehído y ii) una amina primaria o secundaria, una alcanolamina, un alcohol, o cualquier combinación de dos o más de los anteriores.

Aspecto 36. El método del aspecto 35, en donde el liberador de aldehído se forma a partir de i) un aldehído y ii) metilamina, etanolamina o etanol.

- 10 Aspecto 37. El método de cualquiera de los aspectos 33-36, en donde la etilamina está en una solución acuosa, opcionalmente en donde la solución acuosa de etilamina es una solución acuosa de etilamina al 66 %-72 %, y en donde el aldehído está en una solución acuosa, opcionalmente en donde la solución acuosa de un aldehído es una solución acuosa de formaldehído al 37 %.

- 15 Aspecto 38. El método de cualquiera de los aspectos 33-37, que comprende además combinar con la etilamina y el aldehído: agua; o metanol y agua; o alcohol isopropílico y agua.

Aspecto 39. El método de cualquiera de los aspectos 33-38, en donde el aldehído es formaldehído, y también se combina agua.

- 20 Aspecto 40. El método de cualquiera de los aspectos 33-39, en donde hay aproximadamente 0.2 o más equivalente molar de etilamina por mol de aldehído proporcionado por a).

- 25 Aspecto 41. El método de cualquiera de los aspectos 33-39, en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.9:1; o en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.75:1; y opcionalmente en donde el aldehído es formaldehído y los ingredientes comprenden además agua. Aspecto 42. El método de cualquiera de los aspectos 33-39, en donde

la cantidad de etilamina es menor a la mitad de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

- 30 la cantidad de etilamina es menor a un cuarto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

la cantidad de etilamina es menor que un quinto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a).

- 35 Aspecto 43. El método de cualquiera de los aspectos 33-39, en donde la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.56; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.495; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.48; o

5 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.435; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.37; o

10 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.31; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.56; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.497; o

15 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.48; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.435; o

20 la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.37; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.31 a aproximadamente 0.37.

Aspecto 44. Un método para captar el sulfuro de hidrógeno, que comprende:

25 poner en contacto una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con una solución de tratamiento, la solución de tratamiento formada a partir de ingredientes compuestos por a) un aldehído y/o un liberador de aldehído y b) etilamina, para formar una corriente tratada y una fase de solución de captación gastada que comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina,

30 en donde se usa menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a) para formar la solución de tratamiento.

Aspecto 45. Un método para captar el sulfuro de hidrógeno, que comprende:

poner en contacto una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno con una solución que comprende a) un aldehído y/o un liberador de aldehído para formar una corriente tratada y una fase de solución de captación gastada,

35 caracterizado porque se añade etilamina a la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno, y la fase de solución de captación gastada comprende

oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad de aldehído proporcionada por a) a la corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno.

5 Aspecto 46. El método del aspecto 44 o 45, en donde la fase de solución de captación gastada tiene una cantidad reducida de formación de sólidos en comparación con la fase que se forma al usar el mismo método pero llevado a cabo en ausencia de etilamina.

Aspecto 47. El método del aspecto 44 o 45, que comprende además separar los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina de la fase de solución de captación gastada. Aspecto 48. El método del aspecto 47, que comprende además hidrolizar 10 los oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina con un álcali para liberar la etilamina y opcionalmente recuperar de la misma al menos una porción de la etilamina.

Aspecto 49. El método del aspecto 48, en donde se recupera al menos una porción de la etilamina, y el método comprende además reciclar al menos una porción de la etilamina recuperada a una corriente que contiene una cantidad indeseable de sulfuro de hidrógeno o 15 para formar parte de una solución de tratamiento.

Aspecto 50. El método de cualquiera de los aspectos 44-49, en donde el aldehído se selecciona del grupo que comprende formaldehído, benzaldehído, furfural, acroleína, glutaraldehído, glioxal, y cualquier combinación de dos o más de los anteriores, con la condición de que cuando el aldehído es formaldehído, el agua también esté presente en la solución de 20 tratamiento.

Aspecto 51. El método de cualquiera de los aspectos 44-50, en donde el liberador de aldehído se forma a partir de i) un aldehído y ii) una amina primaria o secundaria, una alcanolamina, un alcohol, o cualquier combinación de dos o más de los anteriores.

25 Aspecto 52. El método del aspecto 51, en donde el liberador de aldehído se forma a partir de i) un aldehído y ii) metilamina, etanolamina o etanol.

Aspecto 53. El método de cualquiera de los aspectos 44-52, en donde el aldehído es formaldehído, y el agua también está presente en la solución de tratamiento.

30 Aspecto 54. El método de cualquiera de los aspectos 44-53, en donde hay aproximadamente 0.2 o más equivalente molar de etilamina por mol de aldehído proporcionado por a).

Aspecto 55. El método de cualquiera de los aspectos 44-53, en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.9:1; o en donde la relación molar de etilamina a la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.2:1 a aproximadamente 0.75:1; y 35 opcionalmente en donde el aldehído es formaldehído y los ingredientes comprenden además agua. Aspecto 56. El método de cualquiera de los aspectos 44-53, en donde

la cantidad de etilamina es menor a la mitad de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

la cantidad de etilamina es menor a un cuarto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a); o

- 5** la cantidad de etilamina es menor que un quinto de moles de etilamina por moles de aldehído proporcionada por a).

Aspecto 57. El método de cualquiera de los aspectos 44-53, en donde

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.56; o

- 10** la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.495; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.48; o

- 15** la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.435; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.37; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.187 a aproximadamente 0.31; o

- 20** la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.56; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.497; o

- 25** la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.48; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.435; o

la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.249 a aproximadamente 0.37; o

- 30** la relación molar entre la etilamina y la cantidad total de aldehído proporcionada por a) es de aproximadamente 0.31 a aproximadamente 0.37.

Aspecto 58. Una composición que comprende oligómeros y/o polímeros de sulfuro de alqueno terminados en etilamina que comprenden en promedio un producto de reacción de polimerización de 2 moles de etilamina, n moles de sulfuro de hidrógeno y n+1 moles de un aldehído, y n está en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 12.

Aspecto 59. La composición del aspecto 58, en donde el aldehído se selecciona del grupo que consiste en formaldehído, benzaldehído, furfural, acroleína, glutaraldehído, glioxal y cualquier combinación de dos o más de los anteriores.

5 Aspecto 60. La composición del aspecto 58 o 59, en donde el aldehído procede de un liberador de aldehído.

Aspecto 61. La composición del aspecto 60, en donde el liberador de aldehído está formado por i) un aldehído y ii) una amina primaria o secundaria, una alcanolamina, un alcohol, o cualquier combinación de dos o más de los anteriores.

10 Aspecto 62. La composición del aspecto 61, en donde el liberador de aldehído está formado por i) un aldehído y ii) metilamina, etanolamina o etanol.

Aspecto 63. La composición de cualquiera de los aspectos 58-62, en donde el aldehído comprende formaldehído.

15 Aspecto 64. La composición de cualquiera de los aspectos 58-63, en donde n está en el rango de aproximadamente 3 a 10, o en la que n está en el rango de aproximadamente 7 a aproximadamente 9.

20 Aspecto 65. Una composición formada a partir de ingredientes que comprenden a) un aldehído y/o un liberador de aldehído, y b) etilamina, en donde hay menos de un equivalente molar de etilamina en relación con la cantidad total de aldehído proporcionada por a), y en donde la etilamina está en una cantidad suficiente para inhibir la formación de polímeros sólidos de sulfuro de alqueno.

25 La descripción anterior de la invención ilustra modalidades ejemplares de la misma. Un experto en la técnica puede realizar diversos cambios en los detalles de la composición y el proceso ilustrados dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas sin apartarse de las enseñanzas de la invención. Las patentes existentes, las publicaciones y/o el arte conocido divulgado se incorporan en la presente como referencia en la medida necesaria para proporcionar detalles y comprensión de la divulgación expuesta en la presente. La presente invención solamente se debe limitar por las reivindicaciones y sus equivalentes.