

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 290**

51 Int. Cl.:

C02F 1/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2001** **E 01924243 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013** **EP 1274652**

54 Título: **Método para clarificar agua usando polímeros de dispersión catiónica de bajo peso molecular**

30 Prioridad:

20.04.2000 US 553876

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2014

73 Titular/es:

**NALCO CHEMICAL COMPANY (100.0%)
ONE NALCO CENTER
NAPERVILLE IL 60563-1198, US**

72 Inventor/es:

**SPARAPANY, JOHN W. y
CARDILE, RICHARD P.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 442 290 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

Método para clarificar agua usando polímeros de dispersión catiónica de bajo peso molecular

5 **Campo técnico**

Esta invención está dirigida a un método para clarificar agua usando polímeros de dispersión catiónica de baja carga y bajo peso molecular.

10 **Antecedentes de la invención**

En el campo del tratamiento de aguas relativo a la separación de sólidos/líquido, los sólidos en suspensión son eliminados del agua empleando una variedad de procesos, que incluyen sedimentación, aplicación de presión, flotación, filtración coagulación, floculación y ruptura de emulsiones, entre otros. Adicionalmente, después de que se han eliminado los sólidos suspendidos del agua, a menudo deben ser deshumidificados de tal modo que puedan seguir con el tratamiento o puedan ser desechados apropiadamente. Los líquidos tratados para eliminación de sólidos a menudo presentan valores tan pequeños como partes por billón de sólidos en suspensión o aceites dispersados, o pueden contener grandes cantidades de sólidos o aceites en suspensión. Los sólidos que han de ser deshumidificados pueden contener entre un 0,25 por ciento en peso de sólidos y un 40 ó 50 por ciento en peso de material sólido. Los procesos de separación de sólidos/líquido o líquido/líquido están diseñados para eliminar sólidos de líquidos, o líquidos de líquidos.

Aunque para llevar a cabo la separación sólidos/líquido se han usado medios estrictamente mecánicos, los métodos modernos a menudo se basan en técnicas de separación que están potenciadas por el uso de materiales poliméricos naturales y sintéticos para acelerar la velocidad con la que se pueden separar los sólidos del agua. Estos procesos incluyen el tratamiento de agua bruta con polímeros coagulantes catiónicos, que sedimentan las partículas suspendidas y hacen que el agua sea utilizable para fines industriales o municipales. Otros ejemplos de estos procesos incluyen la eliminación de especies solubles coloreadas procedentes de efluentes residuales de la fabricación de papel, el uso de polímeros floculantes orgánicos para flocular materias residuales industriales y municipales, recuperación de fangos, ruptura de emulsiones, aditivos de drenaje en la fabricación de pulpa y papel, y aditivos de flotación en procesos de minería.

La clarificación o depuración de sólidos en aguas generalmente se refiere a la eliminación de materia no sedimentable mediante coagulación, floculación y sedimentación. La coagulación es el proceso de desestabilización de coloides mediante neutralización de la carga superficial de los coloides. Una vez neutralizadas, las partículas ya no se repelen unas a otras y pueden unirse para formar sólidos sedimentables de mayor tamaño. La coagulación es necesaria para la eliminación de materia suspendida de tamaño coloidal. La floculación es el proceso de reunión de las partículas "coaguladas" desestabilizadas para formar una aglomeración de mayor tamaño o flóculo con el fin de mejorar el proceso de separación sólido-líquido.

Habitualmente se emplean productos químicos de clarificación junto con clarificadores mecánicos para la eliminación de sólidos del agua tratada. Los productos químicos de clarificación coagulan y/o floculan los sólidos suspendidos en partículas de mayor tamaño, que a continuación pueden ser eliminadas del agua mediante sedimentación gravitatoria o flotación.

Dependiendo de las características del agua tratada, se pueden utilizar diferentes tipos de productos químicos y programas. Lo convencional es utilizar un programa de polímero dual para la clarificación de agua bruta en el cual se usa comúnmente la química del aluminio con un coagulante orgánico para eliminar color soluble y otros contaminantes. La clarificación de aguas residuales puede depender de la naturaleza de los sólidos eliminados y del proceso mecánico. El tratamiento químico para la clarificación de aguas residuales se emplea típicamente cuando se necesita eliminar sólidos coloidales, de tal modo que sea necesario minimizar la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y los sólidos suspendidos totales que son descargados a una corriente receptora. Típicamente, esto comprende usar un coagulante catiónico de bajo peso molecular seguido de un floculante de mayor peso molecular.

Los procesos para la preparación de floculantes de polímero de dispersión catiónica de elevado peso molecular se describen en las Patentes de EE.UU. N° 5.006.590 y 4.929.655. El uso de un floculante de polímero de dispersión catiónica y un coagulante catiónico para clarificar agua cargada de tinta obtenida en el reciclaje de papel se describe en la Patente de EE.UU. asignada comúnmente N° 5.750.034. Los polímeros de dispersión catiónica activos de elevado peso molecular para la clarificación de agua, la deshumidificación y la retención y drenaje se describen en la Patente de EE.UU. asignada comúnmente N° 6.171.505. El uso de polímeros de dispersión catiónica de elevado peso molecular como aditivos de retención y drenaje en la fabricación de papel se describe en el documento EP-A-97116538.6 y en la Patente de EE.UU. asignada comúnmente N° 6.071.379.

Sumario de la invención

En su realización principal, esta invención está dirigida a un método para clarificar agua que comprende añadir al agua una cantidad clarificadora efectiva de un polímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso

molecular preparado polimerizando sal de cloruro de metilo de dimetilaminoetilacrilato, sal de cloruro de bencilo de dimetilaminoetilacrilato, acrilamida y uno o más agentes de transferencia de cadena en condiciones de formación de radicales libres en una disolución acuosa de una sal aniónica en presencia de un polímero estabilizante, donde la dispersión catiónica tiene una carga de 35 por ciento molar y un RSV de entre 0,5 dL/g y 6 dL/g, y donde el polímero catiónico contiene un 15 por ciento molar de sal de cloruro de bencilo de dimetilaminoetilacrilato para coagular dichos sólidos dispersos, y separar los sólidos coagulados del agua clarificada.

El polímero de dispersión catiónica de esta invención tiene un mejor rendimiento que los coagulantes convencionales para clarificar aguas brutas, de proceso y residuales. El polímero de esta invención también muestra un rendimiento equivalente o superior cuando el polímero se usa como aditivo de coagulación para el acondicionamiento de lodos para deshidratación. El uso de este polímero permite la eliminación de materias particuladas sin la adición no deseada de aceites y tensioactivos, presentes en los polímeros de látex convencionales. Adicionalmente, este polímero no requiere sistema inversor y puede introducirse a la corriente del proceso usando un equipamiento de alimentación sencillo.

El rendimiento superior de los polímeros de dispersión catiónica de muy bajo peso molecular que tienen una carga catiónica significativamente menor que los coagulantes convencionales, que habitualmente presentan una carga catiónica de 100 por ciento molar, es inesperado. Se propone la teoría de que el modo de acción no es únicamente la neutralización de carga, sino que puede emplear un mecanismo de apantallamiento en el que la carga aniónica de la partícula coloidal es apantallada de manera efectiva respecto a la carga aniónica de otra partícula coloidal, y las partículas pueden aglomerarse.

Una ventaja adicional del polímero de dispersión catiónica de esta invención es que puede usarse como agente de tratamiento único y a menudo el rendimiento es muy superior al de los coagulantes convencionales. Aunque se pueden añadir otros agentes de tratamiento como adyuvantes, no son requeridos para la actividad.

En otra realización, esta invención está dirigida a un método de deshidratación de lodos que comprende añadir al lodo el polímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular como el definido anteriormente en la presente memoria.

En otra realización, esta invención está dirigida a un método para romper una emulsión de aceite-en-agua con sólidos dispersados que comprende añadir al agua un polímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular como el definido anteriormente en la presente memoria.

Además, la dispersión acuosa de esta invención, si se requiere en forma de una disolución acuosa resultante de una dilución con agua, puede usarse de forma ventajosa en una serie de campos tecnológicos tales como agentes de floculación, espesantes, acondicionadores de suelos, adhesivos, aditivos para comida, dispersantes, detergentes y aditivos para medicamentos o cosméticos, entre otros.

Descripción detallada de la invención

Definiciones de términos

Tal como se usan en la presente memoria, las siguientes abreviaturas y términos tendrán los siguientes significados:

AcAm para acrilamida;

DMAEAeBCQ para sal cuaternaria de cloruro de bencil dimetilaminoetilacrilato;

DMAEAMCQ para sal cuaternaria de cloruro de metil dimetilaminoetilacrilato;

EPI-DMA para epiclorhidrin-dimetilamina;

AIVN para 2,2'-azobis (2,4-dimetilvaleronitrilo); y

AIBN para 2,2'-azobis (2-metilpropionitrilo).

“Agua bruta” significa agua procedente de fuentes geográficas naturales que incluyen ríos, lagos, agua de pozo, agua de lluvia, y similares.

“Agua de proceso” significa agua usada en un proceso tal como un proceso de fabricación (máquina de papel), producción de acero, procesos de producción de productos químicos, procesos de refino, procesos de producción de alimentos (es decir, proceso del azúcar), y otros similares.

“Agua residual” significa agua procedente de un proceso de fabricación, residuos urbanos u otras aguas que deben ser tratadas antes de ser descargadas a una corriente, lago u otra vía acuática receptora.

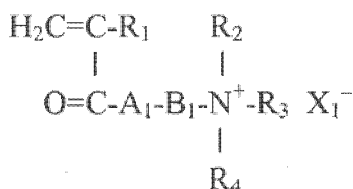
“Proceso de fabricación de papel” significa un método para fabricar productos de papel a partir de pulpa que comprende formar una suspensión celulósica acuosa de fabricación de papel, drenar la suspensión para formar una

hoja y secar la hoja. Las etapas de formación de la suspensión de fabricación de papel, drenaje y secado se pueden llevar a cabo de cualquier modo convencional conocido de forma general por los especialistas en la técnica. Se pueden utilizar coagulantes convencionales, floculantes convencionales, alumbre, almidón catiónico o una combinación de los mismos como adyuvantes junto a los polímeros de dispersión catiónica de bajo peso molecular de esta invención, aunque cabe destacar que no es necesario ningún adyuvante para una retención y una actividad de drenaje efectivas.

"Monómero" significa un compuesto polimerizable alílico, vinílico o acrílico. El monómero puede ser aniónico, catiónico, o no iónico. Se prefieren los monómeros de vinilo, y se prefieren aún más los monómeros acrílicos.

"Monómero no iónico" significa un monómero como el definido en la presente memoria que es eléctricamente neutro. Los monómeros no iónicos representativos incluyen acrilamida, metacrilamida, N-metilacrilamida, N,N-dimetil(met)acrilamida, N-isopropil(met)acrilamida, N-(2-hidroxipropil)metacrilamida, N-metilolacrilamida, N-vinilformamida, N-vinilacetamida, N-vinil-N-metilacetamida, poli(etilenglicol)(met)acrilato, poli(etilenglicol) monometil éter mono(met)acrilato, N-vinil-2-pirrolidona, glicerol mono((met)acrilato), 2-hidroxietil(met)acrilato, metilsulfona de vinilo, acetato de vinilo y otros similares. En el polímero de la invención, el monómero no iónico es acrilamida.

"Monómero catiónico" significa un monómero como el definido en la presente memoria que posee una carga neta positiva. Los monómeros catiónicos tienen la fórmula



donde A₁ es O ó NH; B₁ es alquileo C₂-C₄ o hidroxipropileno; R₁ es H o CH₃, R₂ y R₄ son de manera independiente alquilo C₁-C₂; R₃ es H, alquilo C₁-C₂ o arilalquilo; y X₁ es un contraión aniónico. Los monómeros catiónicos representativos incluyen sal de cloruro de bencil dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEM-BCQ), sal de cloruro de bencil dimetilaminoetilacrilato (DMAEA-BCQ), sal de cloruro de metil dimetilaminoetilacrilato (DMAEA-MCQ), sal de cloruro de metil dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEM-MCQ), sal de sulfato de metil dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEA-MSQ), sal de sulfato de metil dimetilaminoetiletilacrilato (DMAEA-MSQ), cloruro de metacrilamidopropiltrimetilamonio (MAPTAC), cloruro de acrilamidopropiltrimetilamonio (APTAC), y otros similares. En el polímero de la invención, los monómeros catiónicos son sal de cloruro de metil dimetilaminoetilacrilato y sal de cloruro de bencil dimetilaminoetilmetacrilato.

"Alquilo" significa un grupo monovalente derivado de un hidrocarburo saturado de cadena lineal o ramificada mediante eliminación de un único átomo de hidrógeno. Los grupos alquilo representativos incluyen metilo, etilo, n- e iso-propilo, cetilo, y otros similares.

"Alcoxi" y "alcoxilo" significan un grupo O-alquilo en el que el alquilo es tal como se ha definido en la presente memoria. Los grupos alcoxi representativos incluyen metoxilo, etoxilo, propoxilo, butoxilo, y otros similares.

"Alquileo" significa un grupo divalente derivado de un hidrocarburo saturado de cadena lineal o ramificada mediante eliminación de dos átomos de hidrógeno. Los grupos alquileo representativos incluyen metileno, etileno, propileno y otros similares.

"Hidroxipropileno" significa un grupo propileno sustituido con un hidroxilo.

"Arilo" significa un sistema de anillo aromático monocíclico o multicíclico de aproximadamente 6 a aproximadamente 20 átomos de carbono, preferiblemente de aproximadamente 6 a aproximadamente 10 átomos de carbono. El arilo está sustituido opcionalmente con uno o más grupos alquilo, alcoxi, halógeno o haloalquilo. Los grupos arilo representativos incluyen fenilo o naftilo, os fenilo sustituido o naftilo sustituido. Un sustituyente preferido es alquilo.

"Arilalquilo" significa un grupo aril-alquileo donde arilo y alquileo son como se ha definido en la presente memoria. Los arilalquilos representativos incluyen bencilo, feniletilo, fenilpropilo, 1-naftilmetilo, y otros similares. Un arilalquilo preferido es bencilo.

"Halógeno" significa flúor, cloro, bromo o yodo.

"Haloalquilo" significa un grupo alquilo, tal como se ha definido en la presente memoria, que tiene uno, dos o tres átomos de halógeno unidos al mismo. Los grupos haloalquilo representativos incluyen clorometilo, bromoetilo, trifluorometilo, y otros similares.

"Contraión aniónico" significa cualquier anión orgánico o inorgánico que neutraliza la carga positiva del átomo de nitrógeno cuaternario de un monómero catiónico como se ha definido en la presente memoria. Los contraiones

aniónicos representativos incluyen halógeno, sulfato, fosfato, monohidrógeno fosfato, nitrato, y otros similares. Un contratiempo aniónico preferido es halógeno.

“Agente de transferencia de cadena” significa cualquier molécula, usada en polimerización de radicales libres, que reaccionará con un radical polimérico formando un polímero muerto y un nuevo radical. Los agentes de transferencia de cadena se usan en la presente memoria para controlar el peso molecular de los polímeros de dispersión catiónica de esta invención. Los agentes de transferencia de cadena representativos se enumeran en K.C. Berger y G. Brandrup, “Transfer Constants to Monomer, Polymer, Catalyst, Solvent, and Additive in Free Radical Polymerization”, Sección II, pág. 81-151, en “Polymer Handbook”, editado por J. Brandrup y E.H. Immergut, 3ª edición, 1989, John Wiley & Sons, Nueva York. Los agentes de transferencia de cadena preferidos incluyen sales tales como formato sódico, hipofosfito sódico, y otros similares, alcoholes tales como metanol, etanol, propanol, alcohol bencílico, glicerol, y otros similares y combinaciones de los mismos. El formato sódico, el hipofosfito sódico y el alcohol bencílico, y combinaciones de dichos agentes de transferencia de cadena, son los más preferidos.

“Viscosidad Específica Reducida” (RSV, del inglés “reduced specific viscosity”) es una indicación de la longitud de la cadena polimérica y del peso molecular medio. La RSV se mide para una concentración de polímero y temperatura dadas y se calcula como se indica a continuación:

$$RSV = [(\eta)/\eta_0 - 1]/c$$

donde η = viscosidad de la disolución de polímero; η_0 = viscosidad del disolvente a la misma temperatura; y c = concentración del polímero en disolución.

Tal como se usan en la presente memoria, las unidades de concentración “c” son (gramos/100 mL ó g/decilitro). Por tanto, las unidades de RSV son dL/g. La RSV se mide a 30°C. Las viscosidades η y η_0 se miden usando un viscosímetro de dilución Cannon-Ubbelohde Semi-Micro, talla 75. El viscosímetro se monta en una posición perfectamente vertical en un baño de temperatura constante ajustado a $30 \pm 0,02^\circ\text{C}$. El error inherente al cálculo de RSV es de aproximadamente 0,5 dL/g. Para las medidas de RSV presentadas en la presente memoria, la concentración de polímero usada es de 0,045% de activos de polímero disueltos en una disolución 1,0 N ó 0,125 N de nitrato sódico.

RSV similares medidas para dos polímeros lineales de composición idéntica o muy similar es una indicación de que los polímeros tienen pesos moleculares similares, siempre que las muestras de polímero sean tratadas de forma idéntica y que las RSV se midan en condiciones idénticas.

“Polímero de dispersión” significa un polímero soluble en agua dispersado en una fase continua acuosa que contiene una o más sales inorgánicas. Los ejemplos representativos de polimerización de dispersión de polímeros solubles en agua en una fase continua acuosa se encuentran en las Patentes de EE.UU. nº 4.929.655, 5.006.590, 5.597.859 y 5.597.858 y en las Patentes Europeas nº 630 909 y 657 478.

El polímero de dispersión catiónica de esta invención se prepara preparando una mezcla de agua, una o más sales aniónicas polivalentes, monómeros no iónicos, monómeros catiónicos y agentes de transferencia de cadena, un polímero estabilizador de partícula, cualesquier aditivos de polimerización tales como quelantes, tamponantes de pH y cargando la mezcla en un reactor equipado con un mezclador, un termopar regulador de la temperatura, un tubo de purga de nitrógeno y un condensador de agua.

Se puede emplear un método de polimerización por cargas o semicontinuo para preparar el polímero de dispersión de esta invención. En una polimerización por cargas, inicialmente se cargan en el reactor los polímeros estabilizantes poliméricos, los agentes de transferencia de cadena, los monómeros, el quelante y agua. En ese momento también se añade al reactor toda o una porción de la sal/sales de formulación. Se inicia la agitación mecánica y se calienta el contenido del reactor hasta la temperatura de polimerización deseada. Cuando se ha alcanzado la temperatura de consigna, se añade el iniciador y se inicia una purga de nitrógeno. Se deja que la reacción evolucione a la temperatura deseada hasta completarse y a continuación se enfría el contenido del reactor. Se pueden añadir sales inorgánicas adicionales durante la polimerización para mantener la procesabilidad o para influir en la calidad del producto final. Además, se puede añadir iniciador adicional durante la reacción para alcanzar una velocidad de conversión deseada y para facilitar que la reacción se complete. También se pueden añadir a la mezcla de reacción aditivos post-polimerización tales como sal adicional, agua, estabilizantes de peso molecular y pH y agentes antiespumantes y biocidas.

El uso de un método de polimerización semicontinuo variará respecto a un método de polimerización por cargas sólo en que uno o más de los monómeros usados en la síntesis del polímero se mantienen fuera en parte o por completo al principio de la reacción. El monómero retenido se añade entonces según transcurre la polimerización. Si se usa monómero de acrilamida como monómero semicontinuo, a menudo también se añade un quelante durante el periodo semicontinuo.

Las sales aniónicas polivalentes adecuadas para preparar el polímero de dispersión incluyen sulfatos inorgánicos u orgánicos, fosfatos, cloruros o una mezcla de los mismos. Las sales aniónicas preferidas incluyen sulfato de amonio, sulfato de sodio, sulfato de magnesio, sulfato de aluminio, hidrogenofosfato de amonio, hidrogenofosfato de sodio,

hidrogenofosfato de potasio y cloruro de amonio. Las sales se usan en disolución acuosa que típicamente tiene una concentración total combinada del 15 por ciento en peso o superior en la mezcla de producto.

Los agentes estabilizantes poliméricos adecuados incluyen polímeros catiónicos solubles en agua que preferiblemente son solubles en la disolución salina acuosa. El dispersante se usa en una cantidad de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 % en peso en base al peso total de polímero de dispersión hidrofílico.

Los agentes estabilizantes poliméricos, también denominados estabilizantes, evitan que las partículas de polímero formadas se aglomeren y formen un gel más que una dispersión fina de partículas. Los estabilizantes adecuados incluyen homopolímeros de monómeros catiónicos de amonio dialil-N,N-disustituidos o monómeros N,N-disustituidos-aminoetil (met) acrilato y sus sales cuaternarias, copolímeros de monómeros de amonio dialil-N,N-disustituidos y monómeros de N,N-disustituidos-aminoetil (met) acrilato y sus sales cuaternarias y polímeros catiónicos que comprenden un 20 por ciento molar o más de monómeros catiónicos de amonio dialil-N,N-disustituidos o monómeros de N,N-disustituidos-aminoetil (met) acrilato y sus sales cuaternarias y uno o más monómeros no iónicos, preferiblemente acrilamida, metacrilamida o estireno. El peso molecular del estabilizante preferiblemente se encuentra en el rango de aproximadamente 10.000 a 10.000.000. Los dispersantes preferidos incluyen homopolímeros de cloruro de dialildimetil amonio, sal cuaternaria de cloruro de metilo de dimetilaminoetilacrilato y sal cuaternaria de cloruro de metilo de dimetilaminoetilmacrilato.

También se puede incluir en el sistema de polimerización un alcohol multifuncional tal como glicerina o polietilenglicol. La deposición de las partículas finas se lleva a cabo de manera ventajosa en presencia de estos alcoholes.

La reacción de polimerización se inicia por cualquier medio que dé como resultado la generación de un radical libre adecuado. Se prefiere los radicales derivados térmicamente, en los que las especies radicalarias son resultado de la disociación térmica homolítica de un compuesto soluble en agua tipo azo, peróxido, hidroperóxido y peréster. Los iniciadores especialmente preferidos son los compuestos azo, que incluyen 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro y 2,2'-azobis (N,N'-dimetilenisobutilamina) hidroccloruro, y otros similares.

Se puede añadir un polímero de siembra a la mezcla de reacción antes de iniciar la polimerización de los monómeros con el propósito de obtener una dispersión fina. El polímero de siembra es un polímero catiónico soluble en agua insoluble en la disolución acuosa de la sal aniónica polivalente. La composición de monómero de dicho polímero de siembra no tiene porqué ser idéntica a la del polímero catiónico soluble en agua formado durante la polimerización. El polímero de siembra preferiblemente es un polímero preparado a partir de la anterior mezcla de monómeros mediante el proceso descrito en la presente memoria.

Puesto que los polímeros de dispersión no contienen tensioactivos o aceite, los polímeros de dispersión son medioambientalmente benignos. Además, la ausencia de aceite en el polímero de dispersión hace que dichos polímeros tengan virtualmente un contenido nulo de compuestos orgánicos volátiles (COV), lo que supone otra ventaja medioambiental de dichos polímeros.

Realizaciones preferidas

El polímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular de la invención es un terpolímero de acrilamida, sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo y sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo y tiene una carga catiónica de aproximadamente 35 por ciento molar y una RSV de entre aproximadamente 0,5 dL/g y aproximadamente 6 dL/g.

En un aspecto más preferido, el polímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular es un terpolímero de acrilamida, sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo y sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo y tiene una carga catiónica de 35 por ciento molar y una RSV de entre 1,5 y 2,5 dL/g.

La dosis clarificadora efectiva de polímero de dispersión catiónica depende de las características del agua tratada y puede ser determinada fácilmente por el especialista en la técnica. El polímero debería dosificarse en un nivel suficiente para provocar la coagulación de la materia dispersa y producir una sedimentación mejorada. Las dosis típicas se encuentran entre aproximadamente 0,1 y 500 ppm en base a los activos poliméricos. Sin embargo, las dosis pueden ser mucho mayores y dependen del tipo y concentración de sólidos en la corriente. Pueden requerirse dosis de hasta 5000 ppm.

En un aspecto preferido, el agua se selecciona entre agua bruta, agua residual y agua de proceso.

Todo lo anterior puede ser entendido en referencia a los siguientes Ejemplos y Ejemplos Comparativos, que se presentan a modo de ilustración y no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplo Comparativo 1

Se prepara como se indica a continuación un polímero de dispersión de acrilamida/sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo de baja RSV 90/10 por ciento molar:

A un reactor de resina de 1,5 litros equipado con un agitador, controlador de temperatura y condensador de agua se añaden 338,92 g de agua desionizada, 226,57 g de una disolución al 49,5% de acrilamida (Nalco Chemical Company, Naperville, IL), 43,6 g de una disolución al 80% de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (CPS Chemical Co.), 13,5 g de glicerol, 5 g de ácido adípico, 50 g de una disolución al 15% de un homopolímero de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (IV = 2,0, Nalco Chemical Co.), 0,4 g de EDTA, un agente de transferencia de cadena (véase la Tabla 1, formato sódico o hipofosfito sódico) y 302 g de sulfato de amonio. La mezcla se calienta a 48°C y se añade 1,0 g de una disolución al 1% de 2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidrocloruro (Wako Chemicals USA, Inc., Richmond, VA). La disolución resultante es ventilada con nitrógeno a un caudal de 1000 cc/min. Después de 15 minutos, comienza la polimerización y la disolución se vuelve viscosa. A lo largo de las siguientes cuatro horas, se mantiene la temperatura a 48°C. A las tres horas de la iniciación, se añaden 3 g de una disolución al 1% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro. A las cuatro horas de la iniciación, se añaden otros 4 g de una disolución al 10% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro a la dispersión y se continúa la reacción con la mezcla durante otras 4 horas a 48°C. Entonces se añaden 10 g de tiosulfato sódico y 5 g de ácido acético a la mezcla de dispersión. Las RSV de los polímeros de dispersión resultantes dependen de la concentración del agente de transferencia de cadena, y oscilaron entre 15,6 dL/g y 1,0 dL/g.

Tabla 1

Efecto de la concentración del Agente de Transferencia de Cadena (ATC) sobre la RSV del polímero

ATC	Concentración (ppm)	RSV (NaNO ₃ 1 M)
Ninguno (control)	-	18,5 dL/g
Formato de sodio	100	15,6 dL/g
Formato de sodio	500	11,4 dL/g
Formato de sodio	2000	6,0 dL/g
Hipofosfito de sodio	500	2,0 dL/g
Hipofosfito de sodio	1000	1,0 dL/g

Ejemplo Comparativo 2

Un terpolímero de dispersión con un 20,4% de sólidos poliméricos, 65/15/20 por ciento molar de acrilamida/sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo/sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo se prepara como se indica a continuación:

Se equipa un matraz de reacción de 1,5 litros con un agitador mecánico, termopar, condensador, tubo de purga de nitrógeno, un puerto de adición y manta de calefacción. A este matraz de reacción se añaden 153,0 g de acrilamida (disolución acuosa al 48,6% (Nalco Chemical Co. de Naperville, IL), 81,8 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo (disolución acuosa al 71,5%, Nalco Chemical Co. de Naperville, IL), 70,4 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 79,5%, CPS Chemical Company of Old Bridge, NY), 36,4 g de un homopolímero de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 15%, Nalco Chemical Co., Naperville, IL), 55,4 g de un homopolímero de cloruro de dialildimetilamonio (disolución acuosa al 12%, Nalco Chemical Co., Naperville, IL), 1,0 g de formato de sodio, 0,2 g de ácido etilendiamintetraacético, sal tetrasódica (Dow Chemical Co., Midland, MI), 160,0 de sulfato de amonio, 15,0 g de sulfato de sodio y 352,0 g de agua desionizada. La mezcla se calienta a 47°C manteniendo la agitación a 900 rpm. Tras alcanzar los 47°C, se añaden a la mezcla de reacción 1,5 g de una disolución acuosa al 1,0% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro (Wako VA-50, Wako Chemicals, Dallas, TX) y se inicia una purga de nitrógeno constante. Tras dos horas, se añaden secuencialmente por tacadas 9,1 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo (disolución acuosa al 71,5%), sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 79,5%) y 3,0 g de una disolución acuosa al 1% de azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro. Después de otras tres horas, se añaden 4,0 g de una disolución acuosa al 10% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro y se eleva la temperatura de reacción hasta 55°C. Después de dos horas a 55°C se enfría la reacción y se añaden 10,0 de ácido acético y 20,0 de cloruro de amonio.

El producto final es una dispersión blanca lechosa suave con una viscosidad bruta de 130 cp y una viscosidad específica reducida de 9,8 dL/g, medida para una disolución al 0,045% del polímero en nitrato sódico acuoso 0,125 N a 30°C.

Ejemplo 1

Se prepara un terpolímero de dispersión con un 20,6% de sólidos poliméricos, 65/15/20 por ciento molar de acrilamida/sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo/sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo como se indica a continuación:

Al reactor descrito en el Ejemplo Comparativo 1 se añaden 150,5 g de acrilamida (disolución acuosa al 49,4%), 81,9 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo (disolución acuosa al 71,5%), 70,4 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 79,5%), 32,0 g de un homopolímero de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 15%), 48,0 g de un homopolímero de cloruro de dialildimetilamonio (disolución acuosa al 15%, Nalco Chemical Co., Naperville, IL), 0,1 g de formato de sodio, 2,0 g de alcohol bencílico, 0,2 g de ácido etilendiamintetraacético, sal tetrasódica, 155,0 g de sulfato de amonio, 15,0 de sulfato de sodio y 368,0 g de agua desionizada. La mezcla se calienta a 47°C manteniendo la agitación a 900 rpm. Tras alcanzar los 47°C, se añaden 1,5 g de una disolución acuosa al 1,0% de 2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidrocloruro a la mezcla de reacción y se inicia una purga constante de nitrógeno. Tras dos h oras, se añaden secuencialmente y en tacadas 4,6 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo (disolución acuosa al 71,5%) y 4,0 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 79,5%). Después de otra hora más, se realiza una segunda adición de monómero, igual que la anterior (4,6 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo (disolución acuosa al 71,5%) y 4,0 g de sal cuaternaria de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo (disolución acuosa al 79,5%)), seguido de la adición de 3,0 g de una disolución acuosa al 1% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro. Tras otras tres horas adicionales, se añaden 4,0 g de una disolución acuosa al 10% de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro y a continuación se eleva la temperatura hasta 55°C. Tras 1,5 horas a 55°C se enfría la reacción y se añaden 10,0 g de ácido acético y 10,0 g de cloruro de amonio.

El producto final es una dispersión blanca lechosa y espumosa con una viscosidad bruta de 360 cp y una viscosidad específica reducida de 5,2 dL/g, mediada para una disolución al 0,045% del polímero en nitrato sódico acuoso 0,125 N a 30°C.

Se usan varios niveles y/o combinaciones de formato de sodio y alcohol bencílico para modificar el peso molecular del polímero. En la Tabla 2 se presentan ejemplos de algunas de las combinaciones evaluadas y su efecto sobre el peso molecular.

Tabla 2

Efecto del agente de transferencia de cadena sobre el peso molecular

Gramos de formato de sodio en aproximadamente 1 kg de reacción	Gramos de alcohol bencílico en aproximadamente 1 kg de reacción	RSV (dL/g) (NaNO ₃ 0,125 N)
0,5	0	13,2
1,0	0	9,8
5,0	0	2,5
0,1	2,0	5,2
6,0	2,0	1,5
5,0	2,0	1,6

En la Tabla 3 se muestran los productos poliméricos experimentales evaluados en los Ejemplos 2-6. El polímero A es un ejemplo representativo de polímero de dispersión de AcAm/DMAEA-MCQ de elevado peso molecular disponible en Nalco Chemical Company. Los polímeros B-E son polímeros de dispersión de AcAm/DMAEA-MCQ de bajo peso molecular preparados de acuerdo al Ejemplo Comparativo 1. El polímero F es un ejemplo representativo de polímero de dispersión de AcAm/DMAEA-MCQ/DMAEA-BCQ de elevado peso molecular disponible en Nalco Chemical Company. Los polímeros G-K son polímeros de dispersión de AcAm/DMAEA-MCQ/DMAEA-BCQ preparados de acuerdo al Ejemplo Comparativo 2 y al Ejemplo 1. Los polímeros L-O son ejemplos representativos de coagulantes de disolución o emulsión disponibles comercialmente.

Tabla 3

Número de polímero	Carga catiónica (%mol)	RSV (dL/g)	Producto (Forma)	Tipo de química de tipo catiónico*
A	10	13,0	Dispersión	DMAEA-MCQ
B	10	6,0	Dispersión	DMAEA-MCQ
C	10	11,0	Dispersión	DMAEA-MCQ

	Número de polímero	Carga catiónica (%mol)	RSV (dL/g)	Producto (Forma)	Tipo de química de tipo catiónico*
5	D	10	2,0	Dispersión	DMAEA-MCQ
	E	10	1,0	Dispersión	DMAEA-MCQ
	F	35	20	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
10	G	35	15,3	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
	H	35	9,8	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
	I	35	5,2	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
15	J	35	2,5	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
	K	35	1,5	Dispersión	DMAEA-MCQ / BCQ
	L	100	0,2	Disolución	DADMAC
20	M	50	18,6	Emulsión	DMAEA-MCQ
	N	30	22,5	Emulsión	DMAEA-MCQ
	O	100	0,1	Disolución	EPI-DMA

25 La eficacia de los polímeros de dispersión catiónica solubles en agua de bajo peso molecular de esta invención para clarificar agua residual se demuestra usando los procedimientos resumidos a continuación.

Preparación de disolución de polímero para evaluación.

30 Se añade una muestra de un g del producto de polímero de dispersión a 199 g de agua desionizada y se mezcla a 800 rpm durante 30 minutos usando un motor de mezcla cónico equipado con una pala de jaula de 3,8 cm (1,5 pulgadas) de diámetro. La disolución al 0,5 por ciento producida mediante este método se usa a continuación sin ninguna dilución adicional.

35 Ensayo de Jarra ("Jar Test")

La sedimentación de sólidos de un agua se evalúa usando un agitador Gang y empleando un método de ensayo de jarra. Por ejemplo, se coloca una muestra de 250 mL del agua evaluada en un vaso de precipitados de 500 mL y se agita a 200 rpm sobre el agitador Gang. A la muestra de agua agitada se añade una alícuota de la disolución de polímero. La mezcla se agita durante un minuto a 200 rpm seguido de un mezclado lento durante cinco minutos a 50 rpm. A continuación se deja que los sólidos sedimenten sin agitación durante cinco minutos. Se mide el volumen de sólidos sedimentados y la transparencia (turbidez) del agua sobrenadante. La turbidez se mide usando un turbidímetro Hach 2100P.

Ensayo de drenaje.

45 El ensayo de drenaje implica tratar una muestra de una suspensión de sólidos o lodo con polímero y mezclar el lodo y el polímero juntos hasta que se produzca una floculación efectiva. A continuación se vierte la mezcla de lodos-polímero en una cinta-paño de filtración y se mide el agua drenada a 5, 10 y 15 segundos. El drenaje de agua y la turbidez del filtrado se pueden usar como medida de la eficacia relativa entre polímeros y dosis de polímero.

50 El ensayo de drenaje llevado a cabo para evaluar los polímeros de esta invención requiere colocar 200 mL de la suspensión de agua/sólidos en una probeta de 500 mL. A continuación se añade al lodo una alícuota de la disolución de polímero y suficiente agua adicional en la probeta de 500 mL para alcanzar un volumen total de 225 mL en la probeta de 500 mL. Las cantidades individuales de disolución de polímero y agua añadida al lodo pueden variar para permitir diferentes dosis del polímero. Sin embargo, el volumen total de la disolución de polímero y de agua de dilución se mantuvo en 225 mL. Entonces se tapa la probeta y se invierte 5 veces para mezclar intensamente el polímero y el fango. Los sólidos floculados son vertidos a continuación sobre un cinturón de tela filtrante y se registra el drenaje de agua a los 10 segundos. Se registra la cantidad de agua drenada y la transparencia (turbidez) del filtrado. La turbidez se mide usando un turbidímetro Hach 2100P.

60 Ejemplo 2

65 En este ejemplo se evalúa la sedimentación de sólidos biológicos secundarios. Se trata una muestra de agua de 500 mL usando el procedimiento del Ensayo de Jarra. Los resultados se presentan en la Tabla 4. En el Ejemplo 2, se mide la turbidez del agua para demostrar la eficacia de los polímeros de dispersión de bajo peso molecular. Los datos demuestran que los polímeros de DMAEA-MCQ/BCQ de menor peso molecular evaluados produjeron el agua más limpia (la menor turbidez). Estos polímeros son el H y el J. Los polímeros experimentales de mayor peso molecular tendían a requerir mayores dosis de polímero para alcanzar una menor turbidez. En comparación con el

polímero L de disolución estándar, los polímeros de dispersión de bajo peso molecular son mucho más activos en la coagulación de los sólidos dispersos.

Tabla 4

Planta Química Nº 1: Turbidez del agua sobrenadante de la clarificación de biosólidos de balsa de aireación (NTU)

10	Polímero	O	Producto polimérico (RSV, dL/g)					
	Dosis (ppm)		A (17)	B (6,0)	C (11,0)	G (20)	H (9,8)	J (2,5)
15	8		35,7	44,3	31,9		21,5	31,9
	10		37,6	51,1	32		18	25,5
	11					26,3		
	12		29,6	37	28,1		13,8	20,4
	13					25,2		
20	15		27	40	23,6		12,2	18,3
	16					16		
	18		24,6	36,1	21,2		11,4	16,4
25	20					18,4		
	24					17		
	27	26,5						
	33	24,4						
30	40	24						
	50	19,8						
	60	16,9						

Ejemplo 3

En el Ejemplo 3, se evalúa una aplicación de tratamiento de agua de tormenta. En este caso se trata un agua bruta con polímero usando el procedimiento del Ensayo de Jarra y se mide la turbidez del sobrenadante para determinar la eficacia de los polímeros. Los resultados presentados en la Tabla 5 muestran que el polímero de menor peso molecular (J) es el polímero experimental con mejor eficacia en comparación con el coagulante comercial actual (L), para esta aplicación.

Tabla 5

Planta Química Nº 2 : Turbidez del agua sobrenadante de la clarificación de agua de tormenta (NTU)

	Polímero	L	Producto polimérico (RSV, dL/g)					
	Dosis (ppm)		A (17)	B (6,0)	C (11,0)	G (20)	H (9,8)	J (2,5)
50	0	127	127	127	127	127	127	127
	5		92,2				77,9	52
	7,5	113	80,7	91,9	104	97,9	57,7	53,4
55	10	105	76,7	77,5	94,1	75,7	46,3	18,5
	13	84	43,2	76,1	92	70	12,7	11,2
	24	124		62,5	67	55,7		

Ejemplo 4

En el Ejemplo 4, el tratamiento del agua residual oleaginosa se lleva a cabo usando el procedimiento del Ensayo de Jarra y se mide la turbidez del sobrenadante para determinar la eficacia de los polímeros. Los resultados se muestran en la Tabla 6. El ensayo demuestra que estos polímeros podrían romper la emulsión y producir sólidos sedimentables y agua sobrenadante más limpia.

Tabla 6

Planta Química N° 3 : Turbidez del agua sobrenadante de la clarificación de ruptura de emulsión de aceite en agua (NTU)

Dosis (ppm)	Número de polímero y (RSV, dL/g)					
	A (17)	B (6,0)	C (11,0)	G (20)	H (9,8)	J (2,5)
0	516	516	516	516	516	516
4	108	134	78,1			
5				99,5	150	196
6	96,5	95,5	73,9			
8	88	96,4	82,1	91,5	100	148
10	84,1	86,5	77,5			
11				88	69,2	109
12						
13				78,9	65,2	104
16						

Ejemplo 5

En el Ejemplo 5, se lleva a cabo la evaluación de la sedimentación de biosólidos usando el procedimiento del Ensayo de Jarra y se registra la turbidez del sobrenadante y el volumen de sólidos sedimentados. Los polímeros de dispersión que dan mejor resultado son el I, el J, el K, con RSVs de 5,2, 2,5 y 1,5, respectivamente. La tendencia de eficacia observada en esta solicitud es que los polímeros de dispersión de 35 por ciento molar con RSVs entre 6 y 1,5 dL/g producen el agua sobrenadante con la menor turbidez y el menor volumen de sólidos sedimentados. Por tanto, estos polímeros superan en eficacia a los polímeros de dispersión de mayor peso molecular.

Tabla 7

Planta Química N° 4 : Turbidez del agua sobrenadante de la clarificación de biosólidos secundarios (NTU) / Volumen de sólidos sedimentados (mL)

Número de polímero	RSV (dL/g)	Dosis de polímero (ppm)				
		0	2,5	5	10	15
A	17	242/200	177/170	37,1/160	34,5/140	31,2/150
B	6,0	242/200	42,2/180	40,2/180	41,6/170	39,2/160
C	11,0	242/200	58,6/180	45,6/180	37,8/200	42,8/200
D	2,0	242/200	42,4/150	37,6/150	31,6/150	38,6/150
E	1,0	242/200	82,7/160	35,4/150	31,6/140	28,3/140
F	25	242/200	234/170	204/150	99,2/150	315/150
G	20	242/200	45,2/150	37,5/140	37,6/110	33,2/120
H	9,8	242/200	83,7/150	33,5/150	21,8/140	20,0/140
I	5,2	242/200	38,9/150	21,3/150	18,3/140	12,0/140
J	2,5	242/200	39,8/150	20,5/140	14,4/130	10,6/110
K	1,5	242/200	196/170	150/160	26,0/150	12,8/140

Ejemplo 6

En este ejemplo, se usa fango de un planta municipal para evaluar los efectos de coagulante de los polímeros experimentales. Se lleva a cabo un ensayo de drenaje en el que se añade el polímero experimental al fango y se mezcla con los sólidos. A continuación se añade el floculante comercial catiónico en la misma dosis para todos los ensayos. Se mezcla el fango y se vierte sobre una pantalla de filtración. Se registra el drenaje de agua y la turbidez del agua filtrada. Los cambios en el volumen de drenaje y la turbidez se deben solamente a cambios en el peso

molecular (RSV) y la composición del polímero experimental. Generalmente se desea un mayor drenaje de agua con una menor turbidez a bajas dosis de polímero. Los resultados se presentan en la Tabla 8. El polímero N es el floculante estándar usado para el ensayo de drenaje. Los resultados demuestran que la mayor reducción de la turbidez y el mayor volumen de drenaje de agua se produjeron con los polímeros de dispersión experimentales con RSVs inferiores a aproximadamente 6 dL/g. El polímero de dispersión catiónica de 10 por ciento molar con mejor eficacia es el B (RSV = 6 dL/g) y el polímero de dispersión catiónica de 35 por ciento molar con mejor eficacia es el K (RSV = 1,5 dL/g).

Tabla 8

Planta Municipal N° 1 : Turbidez del agua de filtrado de deshidratación de fangos (NTU) / Volumen de drenaje de agua (mL)

Número de polímero	RSV (dL/g)	Dosis de Dispersión al 0,5% (mL)	Dosis de polímero (ppm)				
			1	1,5	2	2,5	3
N	22	0	456/82	114/115	36/140	53/150	
B	6,0	1,5	33/115		57/110		62/120
D	2,0	1,5	41/110		44,8/105		53,4/115
E	1,0	1,5	55,1/115		66,2/110		74,4/108
H	9,8	1,5	80/115		45/125		32,4/150
I	5,2	1,5	52,5/115		27/135		21,5/152
J	2,5	1,5	82/138		27/142		35,5/145
K	1,5	1,5	31,7/120		35/135		20,4/145

Ejemplo 7

La eficacia de los polímeros de dispersión catiónica solubles en agua de bajo peso molecular de esta invención como aditivo de retención y drenaje se muestra en el Ejemplo 7. El ensayo se lleva a cabo añadiendo 2,5 ppm del polímero de bajo peso molecular en 500 mL de mueble de papel y mezclar vertiendo la mezcla desde un vaso de precipitados a otro. Se usan cinco vertidos de vaso a vaso y a continuación se añade el floculante catiónico a 10 ppm y se mezcla con otros 7 vertidos de vaso de precipitados a vaso de precipitados. La mezcla se vierte entonces sobre un cable de retención y se mide la turbidez del filtrado. Los resultados presentados en la Tabla 9 muestran claramente que los polímeros de menor RSV (peso molecular) tienen mayor actividad en la reducción de la turbidez del filtrado que los polímeros de elevado peso molecular y el coagulante estándar L.

Tabla 9

Fábrica de papel 1 : Ensayo de retención y drenaje

Turbidez de agua (NTU) medida a una dosis de 2,5 ppm

Número de Polímero	RSV (dL/g)	Turbidez (NTU)
Sin polímero		750
L	0,2	273
F	25	151
G	20	138
H	9,8	101
I	5,2	131
J	2,5	80
K	1,5	76

REIVINDICACIONES

1. Un método para clarificar agua que comprende añadir al agua un terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular preparado polimerizando sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de metilo, sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo, acrilamida y uno o más agentes de transferencia de cadena en condiciones de formación de radicales libres en una disolución acuosa de una sal aniónica en presencia de un polímero estabilizante, donde la dispersión catiónica tiene una carga catiónica de 35 por ciento molar y una RSV de entre 0,5 dL/g y 6 dL/g, y donde el terpolímero catiónico contiene un 15 por ciento molar de sal de cloruro de dimetilaminoetilacrilato de bencilo para coagular dichos sólidos dispersos, y separar los sólidos coagulados de un agua clarificada.

2. El método de la reivindicación 1, donde el terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular tiene una RSV de entre 1,5 dL/g y 2,5 dL/g.

3. Un método de deshidratación de fango que contiene sólidos dispersos que comprende añadir al fango el terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular preparado como se ha indicado en la reivindicación 1.

4. El método de la reivindicación 3, donde el coagulante de terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular tiene una RSV de entre 1,5 dL/g y 2,5 dL/g.

5. Un método para romper una emulsión de aceite-en-agua que contiene sólidos dispersos que comprende añadir al agua el terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular preparado como se ha indicado en la reivindicación 1.

6. El método de la reivindicación 5, donde el coagulante de terpolímero de dispersión catiónica soluble en agua de bajo peso molecular tiene una RSV de entre 1,5 dL/g y 2,5 dL/g.