

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 070**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/08** (2006.01)

**A01G 25/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2012** E 12007620 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** EP 2730611

54 Título: **Tubería de riego por goteo que comprende una composición polimérica que comprende una resina base de polietileno multimodal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.05.2017**

73 Titular/es:

**ABU DHABI POLYMERS COMPANY LIMITED  
(BOROUGE) (50.0%)  
Sheikh Khalifa Energy Complex P.O. Box 6925  
Corniche Road  
Abu Dhabi, AE y  
BOREALIS AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MOTHA, KSHAMA;  
NILSSON, ANETTE;  
NIKHADE, PRASHANT;  
DASGUPTA, CHANCHAL y  
ASTING, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

**ES 2 613 070 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**

Tubería de riego por goteo que comprende una composición polimérica que comprende una resina base de polietileno multimodal

5 La presente invención se refiere a una tubería de riego por goteo realizada a partir de una composición polimérica que comprende una resina base de polietileno multimodal, a gránulos de dicha composición polimérica, a un procedimiento para producir una tubería de este tipo y a la utilización de dicha composición polimérica para la producción de una tubería de riego por goteo.

10 En la agricultura (cultivos incluyendo producción de fruta) y otras zonas verdes sembradas, tales como jardines privados y públicos y campos de golf, uno de los tipos principales de sistemas de riego es el riego por goteo. Las tuberías para el sistema de riego por goteo tienen perforaciones dispuestas a intervalos a lo largo de la pared de la tubería y normalmente también los denominados "emisores", conocido también, por ejemplo, como insertos, goteros o acoples (de goteo) que se insertan en la pared de la tubería en el lugar de la perforación y, normalmente, están diseñados para cargar agua a una velocidad predeterminada desde dicha perforación.

15 Las tuberías de riego por goteo tienen normalmente paredes delgadas con un diámetro típico de menos de 35 mm. La sección transversal puede ser redonda o aplanada a una forma de elipse.

20 Las perforaciones y los emisores se introducen normalmente en la pared de la tubería utilizando cualquiera de dos procedimientos conocidos, tales como procedimiento en línea o sobre la línea.

25 En el procedimiento sobre la línea, el productor de tuberías suministra la tubería de riego sin perforaciones ni emisores al usuario final, por ejemplo, el agricultor. El usuario final realiza las perforaciones e inserta los emisores en la pared de la tubería perforada antes de la utilización final. De esta manera, los emisores se insertan en las perforaciones desde el exterior de la tubería.

30 En el procedimiento en línea, las perforaciones y los emisores son proporcionados por el productor de tuberías durante el procedimiento de producción de tuberías. La diferencia está en el orden y el procedimiento para la introducción de dichas perforaciones y los emisores en la tubería. Por consiguiente, los emisores se insertan primero dentro de la pared interior de la tubería, a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería, en el momento de la conformación de la tubería. A continuación, la tubería obtenida con los emisores se perfora (punzona) aguas abajo del procedimiento.

35 Las tuberías de riego "sobre la línea" son normalmente para el riego de cultivos de espaciado grande y las tuberías de riego "en línea" para el riego de cultivos de espaciado cercano (distancia entre las plantas de cultivo más pequeña que en el caso del espaciado grande).

40 El procedimiento en línea es más exigente respecto al material y la producción que el procedimiento sobre la línea. Por consiguiente, en el procedimiento en línea, los emisores se colocan dentro de la tubería en el momento de la conformación, normalmente en el momento de la extrusión, en forma de tubería. De este modo, los emisores insertados se adhieren a la pared interior caliente (y todavía "blanda") de la tubería recién conformada. La adherencia del emisor en la pared interna debe ser suficiente para mantener el emisor en posición fija durante la etapa de perforación y en la utilización final.

45 Debido a las diferentes técnicas de inserción, los emisores para el procedimiento en línea son diferentes de los del procedimiento sobre la línea, y tienen generalmente forma cilíndrica o rectangular plana. Además, una superficie del emisor para el procedimiento en línea, superficie que está destinada a estar en contacto con la pared interior de la tubería, está dotada de una o más disposiciones de descarga de agua que comprenden un patrón de trayectoria de agua que termina en un punto previsto de descarga de agua. La tubería se perfora en dicho punto previsto de descarga de agua del emisor. De este modo, es importante que el emisor esté suficientemente adherido a la pared de la tubería interior para permitir la perforación precisa en los puntos previstos de descarga de agua a lo largo de la longitud de la tubería. Por otra parte, la adherencia no debe ser demasiado hermética contra la pared interior para permitir el flujo de agua dentro de la trayectoria del agua y la descarga de agua desde el punto previsto de descarga. La inserción correcta del emisor (es decir, la superficie con el o los dispositivos de descarga de agua se pone en contacto con la pared interior) y la adherencia suficiente juegan un papel muy importante para permitir perforar la pared de la tubería, de forma precisa en los puntos previstos de descarga de agua de los emisores y, finalmente, el funcionamiento deseado de la descarga de agua en el lugar de utilización final. Las tuberías de riego producidas mediante procedimientos en línea pueden dar como resultado un rendimiento más controlado del sistema de tuberías de riego en comparación con las tuberías de riego producidas mediante el procedimiento sobre la línea. Sin embargo, los materiales poliméricos de tubería ofrecidos actualmente por los proveedores de polímeros tienen, a menudo, el inconveniente de que no cumplen plenamente los exigentes requisitos anteriores.

65 Naturalmente, la producción de tuberías de riego debe ser industrialmente viable, lo que puede ser un reto, especialmente en el caso de la producción en línea.

Además, las tuberías de riego a menudo se pliegan y se almacenan en forma plegada antes y/o después de la utilización. Además, puede producirse el plegado intencionado o no intencionado en el lugar de utilización final. El plegado provoca el problema denominado de retorcimiento, es decir, el ángulo de apertura en el pliegue debe ser lo suficientemente abierto para permitir que el agua pase a través de la parte plegada de la tubería para proporcionar un flujo continuo de agua.

El documento WO 2005/095509 da a conocer una composición polimérica que comprende una composición polimérica de etileno multimodal para la utilización en tuberías de riego por goteo. Se demuestra que las tuberías tienen buenas propiedades mecánicas pero el documento no dice nada del comportamiento de descarga de agua.

Todavía existe la necesidad de una composición polimérica mejorada para la producción de tuberías de riego por goteo con un buen rendimiento de descarga de flujo de agua, junto con buen comportamiento de procesamiento para proporcionar tuberías de riego por goteo y, en particular, para la producción de tuberías de riego por goteo en el procedimiento en línea, con perforación y calidad de carga de descarga de agua ventajosas y, al mismo tiempo, que se pueda producir a unas velocidades de producción industrialmente viables.

Las figuras 1 y 2 ilustran los emisores para el procedimiento sobre la línea y, respectivamente, para el procedimiento en línea adecuados para la presente invención.

Por consiguiente, la presente invención se refiere a una tubería de riego por goteo provista de perforaciones en la pared de la tubería para la descarga de agua, perforaciones que están dispuestas a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería,

en la que la tubería comprende una composición polimérica que comprende

(a) una resina base polimérica que comprende un polímero de etileno multimodal, en la que la resina base tiene una densidad de menos de  $930 \text{ kg/m}^3$ , determinada según la norma ISO 1183-1:2004; y

(b) negro de humo presente en la composición polimérica en una cantidad del 1,0 al 10% en peso;

en la que la composición polimérica tiene una distribución de pesos moleculares Mw/Mn de 11,0 o menos, determinada por GPC y un MFR<sub>5</sub> de 1,7 g/10 min o más, determinado según la norma ISO 1133; y

el polímero de etileno multimodal comprende un componente de bajo peso molecular (LMW) y un componente de peso molecular elevado (HMW), en el que el peso molecular promedio en peso Mw del componente HMW es mayor que el peso molecular promedio en peso Mw del componente LMW, el componente LMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 35% en peso al 50% en peso y el componente HMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 50% en peso al 65% en peso.

En el presente documento, la tubería de riego por goteo y la composición polimérica de la tubería de riego por goteo de la presente invención se denominan también de forma abreviada tubería de riego y composición polimérica. Del mismo modo, también se hace referencia a la resina base polimérica (a), el polímero de etileno multimodal de la resina base (a) y, respectivamente, el negro de humo (b) de la composición polimérica de la presente invención como resina base, polímero de etileno multimodal y, respectivamente, negro de humo.

La combinación de propiedades del polímero de etileno multimodal utilizado para producir la tubería de riego proporciona, sorprendentemente, un rendimiento excelente de descarga de goteo de agua a la tubería de riego resultante y, además, se puede producir a velocidades de producción industrialmente ventajosas. El polímero de etileno multimodal y los MFR y MWD reivindicados de la composición polimérica proporcionan, entre otros factores, unas propiedades de hinchamiento de la matriz inesperadamente buenas, lo que contribuye a un excelente rendimiento de procesamiento y a un rendimiento mejorado de descarga de agua, tal como se explica más adelante a continuación en el contexto del procedimiento de producción y las propiedades detalladas de la tubería de riego.

Preferentemente, la tubería de riego está dotada de emisores dispuestos en la ubicación de la perforación para controlar la descarga de agua desde la perforación.

En cuanto a las definiciones, "polietileno" o "polímero de etileno" puede ser un homopolímero o copolímero de etileno con, como mínimo, uno o más comonómeros.

Un "homopolímero de etileno" se compone esencialmente de unidades de monómero de etileno. Este homopolímero de etileno está vacío de cualquier comonómero que se añada con el propósito de copolimerizarlo con el etileno. Se excluye del significado del comonómero cualquier traza de un comonómero que pueda estar presente en un reactor de polimerización a escala industrial.

5 El "como mínimo, un comonomero" del "copolímero de etileno" es preferentemente, como mínimo, un comonomero de alfa-olefina seleccionado entre un comonomero de alfa-olefina que comprende de 3 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 8 átomos de carbono. Especies de comonomero de alfa-olefina adecuadas son 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno. De las mismas, son más preferentes 1-buteno o 1-hexeno. Naturalmente, la cantidad del comonomero depende, por ejemplo, de la densidad final deseada del polímero.

10 En el presente documento, "multimodal" significa un polímero de etileno que comprende, como mínimo, dos fracciones de polietileno, que se han producido en condiciones de polimerización diferentes, entre las que se incluyen diferencias en cualquiera de las condiciones del procedimiento y/o sistema catalizador, dando como resultado diferentes pesos moleculares (promedio en peso) y/o diferentes contenidos de comonomero para las fracciones. El prefijo "multi" se refiere al número de diferentes fracciones de polímero de la composición e incluye la composición "bimodal" que comprende dos fracciones.

15 Por ejemplo, la multimodalidad respecto al peso molecular promedio en peso significa que la forma de la curva de distribución de pesos moleculares, es decir, la apariencia de la gráfica de las fracciones en peso del polímero en función de su peso molecular de un polietileno multimodal mostrará dos o más máximos o, como mínimo, estará claramente ensanchada en comparación con las curvas para las fracciones individuales.

20 El polímero de etileno multimodal, según la presente invención, comprende preferentemente un componente de peso molecular bajo (LMW) y un componente de peso molecular elevado (HMW), en el que el peso molecular promedio en peso (Mw) del componente HMW es mayor que el Mw del componente LMW. Por consiguiente, en el presente documento "multimodal" significa multimodal con respecto a la distribución de pesos moleculares (Mw/Mn, MWD).

25 La resina base de la composición de polietileno comprende el polímero de etileno multimodal tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones.

30 Preferentemente, el componente LMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 35% en peso al 50% en peso, preferentemente del 38% en peso al 50% en peso, preferentemente del 38% en peso al 48% en peso, preferentemente del 38% en peso al 46% en peso.

35 Preferentemente, el componente HMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 50% en peso al 65% en peso, preferentemente del 50% en peso al 62% en peso, preferentemente del 52% en peso al 62% en peso, preferentemente del 54% en peso al 62% en peso.

Preferentemente, la proporción de pesos del componente LMW respecto al componente HMW es de (35-50):(65-50), preferentemente (38-50):(62-50), preferentemente (38-48):(62-52), más preferentemente (38-46):(62-54).

40 Además, el polímero de etileno multimodal puede comprender componentes poliméricos adicionales que son diferentes de dichos componentes LMW y HMW con respecto al Mw promedio en peso o el contenido de comonomero, o ambos.

45 Sin embargo, es preferente que el polímero de etileno multimodal comprenda dicho componente HMW, dicho componente LMW y, opcionalmente, una fracción de prepolímero. La fracción opcional de prepolímero está en una cantidad de hasta el 20% en peso, más preferentemente hasta el 10% en peso y, de la manera más preferente, hasta el 5% en peso de la cantidad total de polímero de etileno multimodal. De la manera más preferente, el polímero de etileno multimodal comprende dicho componente HMW, dicho componente LMW y una fracción de prepolímero. La cantidad de fracción de prepolímero se calcula respecto a la cantidad en peso del componente LMW, que a su vez está basada en la cantidad total de polímero de etileno multimodal.

50 El polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene preferentemente un índice de fluidez MFR<sub>5</sub> de 6,0 g/10 min o menos, más preferentemente 5,0 g/10 min o menos, de la manera más preferente 4,0 g/10 min o menos.

55 Preferentemente, el polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene un índice de fluidez MFR<sub>5</sub> de 1,8 g/10 min o más, más preferentemente de 2,0 g/10 min o más.

60 El polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene preferentemente un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> de 1,5 g/10 min o menos, más preferentemente 1,0 g/10 min o menos.

Preferentemente, el polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> de 0,50 g/10 min o más, más preferentemente de 0,60 g/10 min o más.

65 Preferentemente, el polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene un índice de fluidez MFR<sub>21</sub> de 30 g/10 min o más, más preferentemente de 40 g/10 min o más, de la manera más preferente de 45 g/10 min o más.

Es preferente, además que el polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tenga un índice de fluidez MFR<sub>21</sub> por debajo de 100 g/10 min, más preferentemente 90 g/10 min o menos, de la manera más preferente de 80 g/10 min o menos.

5 De la manera más preferentemente, el polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene un índice de fluidez MFR<sub>21</sub> de 45 a 90 g/10 min, preferentemente de 47 a 80 g/10 min y, de la manera más preferente, de 48 a 75 g/10 min.

10 El polímero de etileno multimodal, preferentemente la resina base, tiene un M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> igual o inferior a 11,0, preferentemente igual o inferior a 10,7 y, de la manera más preferentemente, igual o inferior a 10,5. El límite inferior del M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> es preferentemente igual o mayor que 6,0, más preferentemente, igual o mayor que 8,0.

15 Preferentemente, el polímero de etileno multimodal es un copolímero multimodal de etileno con, como mínimo, una alfa-olefina, que es más preferentemente un copolímero lineal de etileno de baja densidad (LLDPE). El término LLDPE tiene un significado bien conocido.

20 Dicho, como mínimo un comonomero de alfa-olefina del copolímero de etileno multimodal, preferentemente LLDPE, tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones, se selecciona entre un comonomero de alfa-olefina que comprende de 3 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 8 átomos de carbono. Especies de comonomero de alfa-olefina adecuadas son 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno. De estas, son las más preferentes 1-buteno o 1-hexeno.

25 El copolímero de etileno, preferentemente LLDPE, como el polímero de etileno multimodal tiene preferentemente un contenido de comonomero de más del 0,3% molar, más preferentemente, más del 3% molar.

Además, el copolímero de etileno, preferentemente LLDPE, como el polímero de etileno multimodal tiene preferentemente un contenido de comonomero inferior al 15% molar, más preferentemente inferior al 10% molar.

30 El componente LMW del copolímero de etileno, preferentemente LLDPE, como el polímero de etileno multimodal puede ser un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno con, como mínimo, un comonomero de alfa-olefina, tal como se ha definido anteriormente para el polímero de etileno multimodal.

35 El componente HMW del copolímero de etileno, preferentemente LLDPE, como el polímero de etileno multimodal puede ser un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno con, como mínimo, un comonomero de alfa-olefina, tal como se ha definido anteriormente para el polímero de etileno multimodal.

40 El polímero de etileno multimodal, que preferentemente es LLDPE, preferentemente la resina base, tiene una densidad de menos de 930 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 925 kg/m<sup>3</sup> o menos y, de la manera más preferente, de 923 kg/m<sup>3</sup> o menos. El límite inferior de la densidad del polímero de etileno multimodal, que preferentemente es un LLDPE, preferentemente de la resina base, es generalmente de 900 kg/m<sup>3</sup>. Más preferentemente, la densidad del polímero de etileno multimodal, que preferentemente es LLDPE, preferentemente de la resina base, es 917 kg/m<sup>3</sup> o superior, más preferentemente 918 kg/m<sup>3</sup> o superior.

45 En una realización preferente, el polímero de etileno multimodal es un copolímero de etileno multimodal, preferentemente LLDPE, tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones, en el que, como mínimo, el componente HMW es un copolímero de etileno, más preferentemente, en el que dichos componentes de HMW y LMW son copolímeros de etileno, tal como se han definido anteriormente o en las reivindicaciones. Además, si el componente LMW es un copolímero de etileno, y preferentemente lo es, entonces el componente HMW del polímero de etileno multimodal tiene un mayor contenido de comonomero que el componente LMW.

50 El polímero de etileno multimodal se puede obtener, preferentemente, mediante polimerización con un sistema catalizador de Ziegler-Natta, preferentemente un sistema catalizador de Ziegler-Natta, tal como se describe adicionalmente a continuación.

55 En cuanto al negro de humo (b), el negro de humo puede ser de cualquier tipo viable para su utilización en tuberías de riego. Preferentemente, el negro de humo tiene un tamaño promedio de partícula de 0,01 a 0,25 micras y una materia volátil máxima del 9% en peso. El tipo de negro de humo puede ser, por ejemplo, negro de humo de horno, negro de humo de horno que tiene un significado muy conocido. Negros de humo adecuados están disponibles en el mercado de varios proveedores, entre los que se incluyen Cabot y Colombian y, por consiguiente, se pueden seleccionar por un experto en la materia.

60 Preferentemente, el negro de humo está presente en la composición polimérica en una cantidad del 1,0 al 10% en peso, más preferentemente en una cantidad del 1,5 al 9,0% en peso, de la manera más preferente, en una cantidad del 1,8 al 8,0% en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica (100% en peso).

65

Además de la resina base y el negro de humo, pueden estar presentes en la composición polimérica aditivos habituales para su utilización con poliolefinas, tales como estabilizantes (por ejemplo, agentes antioxidantes), eliminadores de ácido y/o anti radiación UV, agentes antiestáticos y agentes de utilización (tales como agentes coadyuvantes de proceso). Preferentemente, la cantidad total de estos aditivos es del 5% en peso o menos, más preferentemente del 2% en peso o menos, de la manera más preferente, del 1% en peso o menos de la cantidad total de la composición polimérica (100% en peso).

El negro de humo se puede añadir a la composición polimérica como tal (puro) o en forma de una denominada mezcla madre (CBMB), en la que el negro de humo y, opcionalmente, otros aditivos, tal como se han definido anteriormente, están contenidos en forma concentrada en un polímero portador.

El polímero portador opcional es preferentemente una poliolefina, más preferentemente 1) un homopolímero o copolímero de etileno polimerizado utilizando un catalizador de coordinación, preferentemente un catalizador de Ziegler-Natta, o 2) un homopolímero o copolímero de etileno polimerizado en un procedimiento de polimerización a alta presión utilizando uno o más iniciadores de radicales. Los ejemplos preferentes de 1) homopolímero o copolímero de etileno producido utilizando un catalizador Ziegler Natta son polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de densidad media (MDPE) o copolímero de etileno lineal de baja densidad (LLDPE). Un ejemplo preferente de 2) polietileno producido en el procedimiento de alta presión es el bien conocido polietileno de baja densidad (LDPE). El significado de HDPE, MDPE, LLDPE y LDPE es bien conocido en el sector de los polímeros. El polietileno LLDPE, MDPE o HDPE como el polímero portador opcional puede tener cualquier modalidad con respecto a la distribución de pesos moleculares promedio en peso y/o distribución de comonomeros. Además, pueden variar también, entre otros, la densidad y el MFR del polímero portador opcional. Es bien conocido y queda dentro de las habilidades de un experto en la materia el elegir el tipo de polímero portador opcional y las propiedades del mismo en función de las propiedades del polímero de la resina base, para proporcionar una dispersión adecuada de la CBMB en la resina base.

El CBMB preferentemente comprende negro de humo en una cantidad del 20 al 50% en peso, más preferentemente del 30 al 50% en peso.

El polímero portador opcional de la CBMB no se calcula en la cantidad de la resina base.

Preferentemente, la composición de polietileno comprende, más preferentemente está compuesta de, la resina base, dicha mezcla madre de negro de humo CBMB y aditivos opcionales. Se hace notar que uno o más de los aditivos opcionales mencionados anteriormente se pueden añadir en forma de una mezcla madre que contiene polímero portador. Sin embargo, el o los polímeros portadores de cualquier mezcla madre de aditivos se calculan respecto a la cantidad total del o de los aditivos presentes en la composición polimérica.

Las cantidades de los componentes, preferentemente de la resina base, negro de humo, polímero portador opcional de la CBMB y aditivos opcionales, constituyen la cantidad total de la composición polimérica del 100% en peso.

Preferentemente, la resina base está presente en la composición polimérica en una cantidad de más del 80% en peso, más preferentemente en una cantidad del 85 al 99% en peso, de la manera más preferente, en una cantidad del 90 al 98% en peso, basada en la cantidad total de la composición polimérica (100% en peso).

La cantidad del polímero portador opcional de la CBMB es del 0 al 5% en peso, basada en la cantidad total de la composición polimérica (100% en peso).

Es preferente que el negro de humo se utilice en forma de una CBMB.

De este modo, la presente invención da a conocer preferentemente además una tubería de riego por goteo, tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones,

en la que la tubería comprende una composición polimérica que comprende

(a) una resina base polimérica que comprende un polímero de etileno multimodal, en la que la resina base tiene una densidad de menos de  $930 \text{ kg/m}^3$ ; y

(b1) una mezcla madre de negro de humo (CBMB) que comprende, que preferentemente está compuesta de, dicho negro de humo (b), un polímero portador y uno o más aditivos opcionales;

tal como se han definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones, incluyendo, en cualquier orden, las realizaciones, las propiedades y los intervalos de propiedades de los mismos preferentes. Los componentes de la CBMB (b1) se dispersan con los otros componentes de la composición polimérica, preferentemente con la resina base y el o los aditivos opcionales.

- La composición polimérica tiene preferentemente un índice de fluidez  $MFR_5$  de 6,0 g/10 min o menos, más preferentemente, de 5,0 g/10 min o menos, de la manera más preferente, de 4,0 g/10 min o menos.
- 5 Preferentemente, la composición polimérica tiene un índice de fluidez  $MFR_5$  de 1,8 g/10 min o más, más preferentemente, de 2,0 g/10 min o más.
- La composición polimérica tiene preferentemente un índice de fluidez  $MFR_2$  de 1,5 g/10 min o menos, más preferentemente, de 1,0 g/10 min o menos.
- 10 Preferentemente, la composición polimérica tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  de 0,5 g/10 min o más, más preferentemente, de 0,6 g/10 min o más.
- Preferentemente, la composición polimérica tiene un índice de fluidez  $MFR_{21}$  de 30 g/10 min o más, más preferentemente de 40 g/10 min o más, de la manera más preferente, de 45 g/10 min o más.
- 15 Es preferente, además, que la composición polimérica tenga un índice de fluidez  $MFR_{21}$  inferior a 100 g/10 min, más preferentemente, de 90 g/10 min o menos, de la manera más preferente, de 80 g/10 min o menos.
- 20 Es preferente que la composición polimérica tenga un índice de fluidez  $MFR_{21}$  de 45 a 90 g/10 min, más preferentemente de 47 a 80 g/10 min y, de la manera más preferente, de 48 a 75 g/10 min.
- La composición polimérica, según la presente invención, tiene una distribución de pesos moleculares más bien estrecha que puede ser vista por su proporción del peso molecular promedio en peso y el peso molecular promedio en número  $M_w/M_n$ .
- 25 La composición tiene una  $M_w/M_n$  igual o inferior a 11,0, preferentemente igual o inferior a 10,7 y, de la manera más preferente, igual o inferior a 10,5. El límite inferior de la  $M_w/M_n$  es preferentemente igual o mayor que 6,0, más preferentemente, igual o mayor que 8,0.
- 30 El polímero de etileno multimodal, tal como se ha definido anteriormente, incluyendo las realizaciones, propiedades e intervalos de propiedades del mismo preferentes, puede estar disponible en el mercado o, preferentemente, se puede polimerizar en presencia de un catalizador de Ziegler-Natta en un procedimiento de polimerización de múltiples etapas. Un procedimiento de polimerización de múltiples etapas se refiere a un procedimiento en el que un polímero que comprende dos o más fracciones se produce mediante la polimerización de cada una de las, como
- 35 mínimo, dos fracciones de polímero en una etapa de reacción separada, habitualmente con diferentes condiciones de reacción en cada etapa que comprende un catalizador de polimerización. La polimerización es seguida preferentemente por una etapa de mezcla.
- 40 Es preferente que el componente LMW y el componente HMW del polímero de etileno multimodal se polimericen en diferentes etapas del procedimiento de múltiples etapas en cualquier orden. Por lo tanto, es preferente que el componente LMW y el componente HMW se polimericen en etapas posteriores.
- 45 Es preferente que el polímero de etileno multimodal, según la presente invención, se polimerice en, como mínimo, un reactor de fase de suspensión y, como mínimo, un reactor de fase gaseosa.
- 50 En una realización preferente, el componente LMW se polimeriza en un reactor de fase de suspensión, preferentemente un reactor de bucle, y el componente HMW se polimerizan en un reactor de fase gaseosa en cualquier orden.
- 55 En cualquier orden denota que no hay un orden preferente en el que se disponen las etapas de polimerización posteriores del procedimiento de múltiples etapas.
- En una realización preferente del procedimiento, según la presente invención, el componente LMW se polimeriza en la primera etapa de reacción.
- 60 Por lo tanto, es preferente que el componente HMW se polimerice en la segunda etapa de reacción en presencia del componente LMW.
- Preferentemente, el procedimiento de múltiples etapas comprende una etapa de reacción llevada a cabo en un reactor de fase de suspensión, seguida de una etapa de reacción llevada a cabo en reactores de fase gaseosa. Opcionalmente, la etapa de reacción llevada a cabo en el reactor de fase de suspensión está, por lo tanto, precedida por una etapa de prepolimerización.
- 65 Es preferente que el componente LMW se polimerice en un reactor de fase de suspensión.

En la polimerización en fase de suspensión las partículas de polímero formadas en la polimerización junto con el catalizador fragmentado y disperso dentro de las partículas, se suspenden en hidrocarburo líquido. La fase de suspensión se agita para permitir la transferencia de los reactivos desde el líquido al interior de las partículas. La polimerización en el reactor de fase de suspensión se lleva a cabo habitualmente en un diluyente inerte, normalmente un diluyente de hidrocarburo que se selecciona entre un grupo que comprende hidrocarburos de C<sub>3</sub> a C<sub>8</sub>, tales como metano, etano, propano, n-butano, isobutano, hexanos, tales como n-hexano, heptanos, octanos o sus mezclas. Preferentemente, el diluyente es un hidrocarburo de bajo punto de ebullición que tiene de 1 a 4 átomos de carbono o una mezcla de estos hidrocarburos. Un diluyente especialmente preferente es el propano, que contiene posiblemente pequeñas cantidades de metano, etano y/o butano. El diluyente inerte puede ser el mismo o diferente en las diferentes etapas de polimerización. El contenido de etileno en la fase fluida de la suspensión en el reactor de fase de suspensión puede ser del 0,5 al 50% molar, preferentemente, del 1 al 20% molar y, en particular, del 2 al 10% molar.

La temperatura en la polimerización en fase de suspensión es normalmente de 50 a 115°C, preferentemente de 60 a 110°C y, en particular, de 70 a 100°C. La presión es normalmente de 1 a 150 bar, preferentemente de 1 a 100 bar.

La polimerización en fase de suspensión puede llevarse a cabo en cualquier reactor conocido utilizado para la polimerización en fase de suspensión. Entre estos reactores se incluyen un reactor continuo de tanque agitado y un reactor de bucle. Es especialmente preferente llevar a cabo la polimerización en un reactor de bucle. En estos reactores la suspensión se hace circular con una velocidad elevada a lo largo de una tubería cerrada mediante la utilización de una bomba de circulación. Reactores de bucle son conocidos generalmente en la técnica y se dan ejemplos, por ejemplo, en los documentos US-A-4.582.816, US-A-3.405.109, US-A-3.324.093, EP-A-479.186 y US-A-5.391.654.

A veces es ventajoso llevar a cabo la polimerización en fase de suspensión por encima de la temperatura y la presión crítica de la mezcla de fluido. Estas operaciones se describen en el documento US-A-5.391.654. En una operación de este tipo, la temperatura es normalmente, como mínimo, 85°C, preferentemente, como mínimo, 90°C. Además, la temperatura normalmente no es superior a 110°C, preferentemente no superior a 105°C. La presión en estas condiciones es normalmente, como mínimo, 40 bar, preferentemente, como mínimo, 50 bar. Además, la presión normalmente no es superior a 150 bar, preferentemente no superior a 100 bar. En una realización preferente, la etapa de polimerización en fase de suspensión se lleva a cabo en condiciones supercríticas, con lo que la temperatura de reacción y la presión de reacción están por encima de los puntos críticos equivalentes de la mezcla formada por el medio de hidrocarburo, el monómero, el hidrógeno y el comonómero opcional y la temperatura de polimerización es inferior a la temperatura de fusión del polímero formado.

La suspensión se puede retirar del reactor de fase de suspensión de forma continua o intermitente. Una forma preferente de retirada intermitente es la utilización de ramales de sedimentación en los que se permite que la suspensión se concentre antes de retirar del reactor un lote de la suspensión concentrada. La utilización de ramales de sedimentación se da a conocer, entre otros, en los documentos US-A-3.374.211, US-A-3.242.150 y EP-A-1.310.295. La retirada continua se da a conocer, entre otros, en los documentos EP-A-891.990, EP-A-1.415.999, EP-A-1.591.460 y WO-A-2007/025.640. La retirada continua se combina ventajosamente con un procedimiento de concentración adecuado, tal como se describe en los documentos EP-A-1.415.999 y EP-A-1.591.460.

La fracción de polietileno producido en el reactor de fase de suspensión puede ser una fracción de homopolímero o copolímero de etileno, dependiendo del polímero de polietileno multimodal final deseado. Si se polimeriza un copolímero, se seleccionan preferentemente comonómeros del grupo que comprende 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 1-octeno o sus mezclas, especialmente preferente es 1-buteno o 1-hexeno. En una realización preferente, en el reactor de fase de suspensión se polimeriza un copolímero de etileno en presencia de 1-buteno como comonómero.

El tiempo de residencia y la temperatura de polimerización en el reactor de fase de suspensión se ajustan de una manera conocida para polimerizar una fracción de homopolímero o copolímero de etileno normalmente en una cantidad tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones.

La fracción de polímero producido en el reactor de fase de suspensión se transfiere preferentemente a, como mínimo, un reactor de fase gaseosa.

En un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado, una olefina se polimeriza en presencia de un catalizador de polimerización en una corriente de gas en movimiento ascendente. El reactor contiene normalmente un lecho fluidizado que comprende las partículas de polímero en crecimiento que contienen el catalizador activo situadas encima de una rejilla de fluidificación.

El lecho de polímero se fluidiza con ayuda de un gas de fluidización que comprende el monómero de olefina, opcionalmente uno o más comonómeros, opcionalmente uno o más agentes de regulación de MFR (conocidos también como agentes de control de crecimiento de la cadena o agentes de transferencia de cadena), tales como



5 hidrógeno y opcionalmente gas inerte. Por lo tanto, el gas inerte puede ser el mismo o diferente que el gas inerte utilizado en el reactor de fase de suspensión. El gas de fluidización se introduce en una cámara de entrada en la parte inferior del reactor. Para asegurarse de que el flujo de gas se distribuye uniformemente sobre el área superficial transversal de la cámara de entrada, la tubería de entrada puede estar equipada con un elemento de división de flujo, tal como se conoce en la técnica, por ejemplo, de los documentos US-A-4.933.149 y EP-A-684.871.

10 Desde la cámara de entrada el flujo de gas se hace pasar hacia arriba a través de la rejilla de fluidificación dentro del lecho fluidificado. El propósito de la rejilla de fluidificación es dividir el flujo de gas de manera uniforme a través del área de sección transversal del lecho. A veces, la rejilla de fluidificación puede estar dispuesta para establecer una corriente de gas para barrer a lo largo de las paredes del reactor, tal como se describe en el documento WO-A-2005/087.261. Otros tipos de rejillas de fluidización se dan a conocer, entre otros, en los documentos US-A-4.578.879, EP 600.414 y EP-A-721.798. Se da una visión general en Geldart and Bayens: The Design of Distributors for Gas-fluidised Beds, Powder Technology, ("El diseño de distribuidores de lechos fluidizado por gas"), Powder Technology, vol. 42,1985.

15 A continuación, el gas de fluidización que no ha reaccionado se retira desde la parte superior del reactor, se comprime y se recicla dentro de la cámara de entrada del reactor. Antes de la entrada en el reactor se introducen reactivos frescos en la corriente de gas de fluidización para compensar las pérdidas causadas por la reacción y la retirada del producto. Generalmente, el análisis de la composición del gas de fluidización y la introducción de los componentes del gas para mantener constante la composición es conocido. La composición real se determina por las propiedades deseadas del producto y el catalizador utilizado en la polimerización.

20 Después de esto, el gas se enfría en un intercambiador de calor para eliminar el calor de reacción. El gas se enfría a una temperatura que es inferior a la del lecho, para evitar que el lecho se caliente debido a la reacción. Es posible enfriar el gas a una temperatura a la que una parte de éste condense. Cuando las gotitas de líquido entran en la zona de reacción se vaporizan. Entonces, el calor de vaporización contribuye a la eliminación del calor de reacción. Este tipo de operación se denomina modo condensado y variaciones de la misma se dan a conocer, entre otros, en los documentos WO-A-2007/025.640, US-A-4.543.399, EP-A-699.213 y WO-A-94/25.495. También es posible añadir agentes de condensación a la corriente de gas reciclado, tal como se da a conocer en el documento EP-A-696.293. Los agentes de condensación son componentes no polimerizables, tales como propano, n-pentano, isopentano, n-butano o isobutano, que están, como mínimo, parcialmente condensados en el enfriador.

25 El producto polimérico se puede ser retirar del reactor de fase gaseosa de forma continua o intermitente. También se pueden utilizar combinaciones de estos procedimientos. La retirada continua se da a conocer, entre otros, en el documento WO-A-00/29.452. La retirada intermitente se da a conocer, entre otros, en los documentos US-A-4.621.952, EP-A-188.125, EP-A-250.169 y EP-A-579.426.

30 El nivel del lecho se puede observar y controlar de una manera conocida en la técnica.

35 Además, se pueden introducir uno o más agentes antiestáticos en el reactor de fase gaseosa si es necesario. Agentes antiestáticos adecuados y procedimientos para utilizarlos se dan a conocer, entre otros, en los documentos US-A-5.026.795, US-A-4.803.251, US-A-4.532.311, US-A-4.855.370 y EP-A-560.035. Normalmente, son compuestos polares e incluyen, entre otros, agua, cetonas, aldehídos y alcoholes.

40 El reactor puede incluir un agitador mecánico para facilitar aún más la mezcla dentro del lecho fluidizado. Un ejemplo de diseño de agitador adecuado se da en el documento EP-A-707.513.

45 Es preferente que el componente HMW del polímero de etileno multimodal, según la presente invención, se polimerice en el reactor de fase gaseosa.

50 La temperatura en la polimerización en fase gaseosa en el reactor de fase gaseosa es normalmente, como mínimo, 70°C. La temperatura normalmente no es mayor de 105°C, preferentemente no mayor de 95°C. La presión es normalmente de, como mínimo, 10 bar, preferentemente de, como mínimo, 15 bar, pero normalmente no mayor de 30 bar, preferentemente no mayor de 25 bar.

55 El tiempo de residencia y la temperatura de polimerización en el reactor de fase gaseosa se ajustan para polimerizar el polímero de etileno multimodal con la división deseada entre cada reactor.

60 Además, las condiciones del procedimiento en cada reactor, la alimentación de comonomero, si lo hubiere y la alimentación del agente de regulación de MFR, normalmente alimentación de hidrógeno, se ajustan para obtener las propiedades deseadas del polímero de etileno multimodal, tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones, por ejemplo, la densidad (alimentación de comonomero) y MFR (alimentación de hidrógeno) del polímero final. Dicho ajuste está dentro de las habilidades del experto en la materia.

65 En una realización de la presente invención, el procedimiento puede comprender además una etapa de prepolimerización que precede a las etapas de polimerización. El propósito de la prepolimerización es polimerizar

- 5 etileno, opcionalmente junto con otro u otros comonómeros, preferentemente sólo etileno, para formar polímero en una pequeña cantidad sobre el catalizador a una temperatura baja y/o una concentración baja de monómero. Mediante la prepolimerización, es posible mejorar el rendimiento del catalizador en suspensión y/o modificar las propiedades del polímero final. La etapa de prepolimerización puede llevarse a cabo en suspensión o en fase gaseosa. Preferentemente, la prepolimerización se lleva a cabo en suspensión. Es preferente que la prepolimerización opcional se efectúe antes de la verdadera etapa de polimerización en el reactor en suspensión, preferentemente, de bucle.
- 10 De este modo, la etapa de prepolimerización puede llevarse a cabo en un reactor de bucle. La prepolimerización entonces se lleva a cabo preferentemente en un diluyente inerte, normalmente un diluyente de hidrocarburo tal como metano, etano, propano, n-butano, isobuteno, pentanos, hexanos, heptanos, octanos o sus mezclas. Preferentemente, el diluyente es un hidrocarburo de bajo punto de ebullición que tiene de 1 a 4 átomos de carbono o una mezcla de estos hidrocarburos. El diluyente más preferente es el propano.
- 15 La temperatura en la etapa de prepolimerización es normalmente de 0°C a 90°C, preferentemente de 20°C a 80°C, más preferentemente de 40°C a 70°C. La presión no es crítica y es normalmente de 1 bar a 150 bar, preferentemente de 10 bar a 100 bar.
- 20 Como el sistema catalizador de Ziegler Natta preferente, cualquier sistema de catalizadores de Ziegler-Natta adecuado se puede utilizar para la polimerización de resinas de polietileno.
- 25 Preferentemente, el sistema catalizador es un catalizador de Ziegler-Natta soportado, que contiene más preferentemente un compuesto de magnesio, un compuesto de aluminio y un compuesto de titanio soportado sobre un soporte en partículas.
- 30 El soporte en partículas puede ser un soporte de óxido inorgánico, tal como sílice, alúmina, titania, sílice-alúmina y sílice-titania. Preferentemente, el soporte es sílice.
- 35 El tamaño promedio de partícula del soporte de sílice puede ser normalmente de 10 a 100 µm. Sin embargo, se ha descubierto que se pueden obtener ventajas especiales si el soporte tiene un tamaño promedio de partícula de 15 a 30 µm, preferentemente de 18 a 25 µm. Entre los ejemplos de materiales de soporte adecuados están, por ejemplo ES747JR producido y comercializado por Ineos Silicas y SP9-491, producido y comercializado por Grace.
- 40 Preferentemente, el compuesto de magnesio es un producto de reacción de un dialquilo de magnesio y un alcohol. El alcohol puede ser un monoalcohol alifático lineal o ramificado. Preferentemente, el alcohol tiene de 6 a 16 átomos de carbono. Los alcoholes ramificados son especialmente preferentes y 2-etil-1-hexanol es un ejemplo de los alcoholes preferentes. El dialquilo de magnesio puede ser cualquier compuesto de enlace de magnesio a dos grupos alquilo, que pueden ser iguales o diferentes. El butilo octilo de magnesio es un ejemplo de los dialquilos de magnesio preferentes.
- 45 Preferentemente, el compuesto de aluminio es un alquilo de aluminio que contiene cloro. Los compuestos especialmente preferentes son los dicloruros de alquilo de aluminio y sesquicloruros de alquilo de aluminio.
- 50 Preferentemente, el compuesto de titanio es un compuesto de titanio que contiene halógeno, que contiene más preferentemente cloro. Es especialmente preferente el tetracloruro de titanio.
- 55 El catalizador se puede preparar poniendo en contacto secuencialmente el soporte con los compuestos mencionados anteriormente, tal como se describe en el documento EP-A-688.794. Como alternativa, se puede preparar, en primer lugar preparando una solución de los componentes y poniendo en contacto la solución con un vehículo, tal como se describe en el documento WO-A-01/55.230.
- 60 El componente catalizador sólido mencionado anteriormente se pone en contacto con un cocatalizador de alquilo de aluminio, preferentemente un cocatalizador de trialquilo de aluminio que, más preferentemente, es trietilo de aluminio, después de lo cual se puede utilizar para la polimerización. La puesta en contacto del componente catalizador sólido y el cocatalizador puede llevarse a cabo antes de introducir el catalizador en el reactor de polimerización o bien se puede llevar a cabo mediante la introducción de los dos componentes por separado en el reactor de polimerización.
- 65 El sistema catalizador se puede alimentar a cualquier etapa de polimerización incluyendo la etapa de prepolimerización opcional. Más preferentemente, el sistema catalizador se alimenta solamente a la primera etapa de polimerización o, en caso de una etapa de prepolimerización opcional se alimenta, como mínimo, parte del sistema catalizador a la etapa de prepolimerización que precede a la primera etapa de polimerización. El catalizador se puede transferir a la zona de polimerización por cualquier medio conocido en la técnica. De este modo, es posible suspender el catalizador en un diluyente y mantenerlo como suspensión homogénea.

- 5 En cuanto al polímero portador opcional de la CBMB (b1), cuando dicho polímero portador es copolímero de LLDPE, copolímero de MDPE u homopolímero o copolímero de HDPE, tal como se ha definido anteriormente, puede ser unimodal con respecto a la distribución de los pesos moleculares y puede estar disponible en el mercado o producirse, dependiendo de la modalidad, por ejemplo en un reactor único utilizando cualquier tipo de reactor, tal como se ha descrito anteriormente, o en un procedimiento de múltiples etapas, tal como se ha descrito anteriormente, y utilizando las condiciones de polimerización que se han descrito anteriormente.
- 10 Cuando dicho polímero portador opcional de dicha CBMB (b1) es homopolímero o copolímero de LDPE producido en un procedimiento de alta presión utilizando un iniciador de radicales, tal como se ha definido anteriormente, entonces puede estar disponible en el mercado o producirse en un reactor tubular o de autoclave utilizando el iniciador de radicales, normalmente uno o más peróxidos, utilizando, por ejemplo, condiciones de polimerización convencionales. La polimerización en reactor tubular o de autoclave es bien conocida y está bien documentada en la bibliografía en el sector de la polimerización.
- 15 Como etapa posterior del procedimiento de polimerización, el polímero de etileno multimodal o el polímero portador opcional de la CBMB (b1) obtenidos del reactor normalmente se mezclan, preferentemente se extruyen en un extrusor, opcionalmente junto con uno o más aditivos y posteriormente se granulan a gránulos de polímero de una manera conocida en la técnica para formar la resina base o el polímero portador opcional.
- 20 El negro de humo, como tal o en la CBMB (b1) de la composición de poliolefina de la presente invención se puede añadir en esta etapa de mezcla posterior o, como alternativa, en una etapa de mezcla independiente utilizando los gránulos prefabricados de la resina base. De la manera más preferente, el polietileno multimodal (resina base), la CBMB (b1) y el o los aditivos opcionales se granulan en un extrusor en una etapa de mezcla posterior dispuesta en la línea de producción del procedimiento de polimerización.
- 25 La extrusión y la granulación pueden llevarse a cabo de una manera conocida utilizando un equipo extrusor bien conocido y suministrado por productores de extrusores y condiciones de extrusión convencionales. Como un ejemplo de un extrusor para la presente etapa de composición pueden ser el suministrado por Japan Steel Works, Kobe Steel o Farrel-Pomini, por ejemplo, JSW 460P o JSW CIM90P.
- 30 Es preferente que la composición polimérica de la presente invención se proporcione en forma de gránulos al productor de tuberías de riego. La composición polimérica se granula preferentemente en la etapa de mezcla posterior dispuesta en la línea de producción del procedimiento de polimerización del polímero de etileno multimodal de la resina base (a). La utilización de estos gránulos prefabricados de la composición polimérica de la presente invención proporciona una mayor homogeneidad de la composición polimérica resultante en un tubería de riego con una mejor calidad, por ejemplo, en términos de propiedades mecánicas y de superficie, en comparación con una tubería de riego que se ha producido mediante la adición de la resina base, el negro de humo y los aditivos opcionales por separado al extrusor de tuberías durante el procedimiento de producción de tuberías.
- 35 Por consiguiente, la presente invención da a conocer, además, gránulos de una composición polimérica, en la que un gránulo comprende, preferentemente está compuesto de, la composición polimérica de la presente invención, tal como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones.
- 40 La presente invención se refiere, además, a un procedimiento para producir la tubería de riego por goteo, según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, incluyendo las propiedades e intervalos de propiedades preferentes, que comprende las etapas de
- 45 - proporcionar la composición polimérica, tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones;
- 50 - mezclar, como mínimo, la composición polimérica en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;
- conformar, preferentemente extruir, la mezcla en estado fundido obtenida de la composición polimérica en forma de tubería, y
- 55 - realizar perforaciones a intervalos a lo largo de la longitud de la pared de la tubería conformada, preferentemente extruida, para descargar agua desde las perforaciones realizadas.
- 60 Tal como se ha mencionado anteriormente, de manera ventajosa, el negro de humo, en las cantidades tal como se han definido anteriormente o en las reivindicaciones, se distribuye homogéneamente en los gránulos de la composición polimérica, lo que contribuye además notablemente a la calidad, es decir, las propiedades mecánicas y de superficie, de la tubería de riego obtenida. De este modo, en el procedimiento de la presente invención se utilizan aún más preferentemente, los gránulos de la composición polimérica.
- 65 Por consiguiente, preferentemente, el procedimiento de la presente invención comprende las etapas de

- proporcionar la composición polimérica en forma de gránulos, en la que un gránulo comprende, preferentemente está compuesto de, la composición polimérica tal como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones;

5 - mezclar, como mínimo, dichos gránulos de la composición polimérica en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;

- conformar, preferentemente extruir, la mezcla en estado fundido obtenida de la composición polimérica en forma de tubería, y

10 - realizar perforaciones a intervalos a lo largo de la longitud de la pared de la tubería conformada, preferentemente extruida, para descargar agua desde las perforaciones realizadas.

Es preferente que la tubería de riego comprenda emisores en la ubicación de las perforaciones de la tubería. Por consiguiente, preferentemente, el procedimiento de la presente invención es:

15 - procedimiento sobre la línea, en el que el usuario final, por ejemplo, el granjero, punzona las perforaciones a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería e inserta los emisores en las perforaciones formadas. De esta manera, los emisores se insertan en los orificios de la parte exterior de la tubería. O

20 - procedimiento en la línea, en el que las perforaciones y los emisores son proporcionados por el productor de tuberías durante el procedimiento de producción de tuberías. La diferencia está en el orden y el procedimiento de cómo se introducen en la tubería dichas perforaciones y emisores. Es decir, en el procedimiento en línea los emisores se insertan en la pared interior de la tubería, a intervalos (= los emisores se insertan a cierta distancia uno del otro, según se desee, dependiendo de la aplicación final) a lo largo de la longitud de la tubería, en el momento de la conformación, preferentemente de la extrusión, de la tubería.

25 Ambos procedimientos sobre la línea y en línea para la producción de tubería de riego son técnicas bien conocidas en el sector de la tecnología de tuberías.

30 Es preferente que el procedimiento para producir la tubería de riego de la presente invención sea un procedimiento en línea que comprenda las etapas de

- proporcionar la composición polimérica, preferentemente en forma de gránulos, tal como se han definido anteriormente o en las reivindicaciones;

35 - mezclar, como mínimo, la composición polimérica, preferentemente dichos gránulos de la composición polimérica, en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;

40 - conformar, preferentemente extruir, la mezcla en estado fundido obtenida de la composición polimérica en forma de tubería,

- insertar los emisores a intervalos en la pared interior de la tubería a lo largo de la longitud de la tubería en el momento de la conformación, preferentemente en el momento de la extrusión, en dicha forma de tubería, y

45 - realizar perforaciones en la pared de la tubería formada en la ubicación del emisor insertado para la descarga de agua desde la perforación realizada a través de dicho emisor insertado.

50 Preferentemente, la tubería de riego de la presente invención se produce por extrusión utilizando un extrusor de tuberías. Preferentemente, la conformación de la mezcla en estado fundido se lleva a cabo en el extrusor de tuberías a temperatura elevada de una manera bien conocida en la técnica. Extrusores de tuberías son bien conocidos en la técnica y están disponibles en el mercado.

55 Además, el equipo preferente de alimentación de emisores de tubería para extrusores de tuberías, para insertar los emisores dentro de la tubería durante la conformación de tubería, así como equipos de perforación para perforar los orificios son bien conocidos en la técnica y están disponibles en el mercado.

A continuación, se describen con más detalle el procedimiento preferente en línea y la tubería de riego en línea.

60 Por consiguiente, los emisores se insertan en la pared interior de la tubería, a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería, en el momento de la conformación, preferentemente mediante extrusión, en forma de tubería y antes de la perforación (punzonamiento) aguas abajo del procedimiento. Las perforaciones se proporcionan después de enfriar la tubería conformada que contiene los emisores insertados. La perforación se proporciona mediante la realización de un agujero en la pared de la tubería en la ubicación de cada emisor. Después de la perforación, la tubería se enrolla para su utilización final.

65

La perforación (punzonamiento) de la tubería se efectúa en el punto del emisor previsto de la trayectoria de agua. En caso de que el emisor tenga dos o más disposiciones de trayectoria de agua, la perforación (punzonamiento) se realiza en la ubicación prevista de cada punto de descarga de agua.

5 La tubería de riego por goteo producida, según la presente invención, comprende, preferentemente está compuesta de, la composición polimérica, tal como se ha definido anteriormente en cualquiera de las realizaciones descritas, incluyendo las propiedades y los intervalos de propiedades preferentes, en cualquier orden.

10 La tubería de riego tiene, como mínimo, perforaciones a lo largo de la longitud de la tubería. Preferentemente, la tubería de riego está dotada de perforaciones en la pared de la tubería a lo largo de la longitud de la tubería y emisores que se ubican en los puntos de perforación para controlar la descarga de agua de una manera deseada.

15 Las dimensiones de la tubería de riego pueden variar en función del tamaño previsto de la tubería y el rendimiento de riego deseado en el lugar de utilización final y, por consiguiente, se pueden elegir tal como es conocido en la técnica.

Preferentemente, la tubería tiene un diámetro de 35 mm o menos, más preferentemente de 32 mm o menos. El límite inferior del diámetro es normalmente 5 mm o más.

20 Preferentemente, la tubería tiene un espesor de pared de menos de 3 mm, más preferentemente de menos de 2,5 mm. El límite inferior del espesor de la pared es normalmente de 0,3 mm o más.

Preferentemente, el diámetro de las perforaciones es de más de 1 mm.

25 Preferentemente, la tubería tiene una sección transversal en forma redonda o elíptica. En este sentido, "elipse" significa que la sección transversal redonda se aplana a lo largo de un eje de la sección transversal para formar una elipse o una forma oval.

30 Es preferente que la tubería de riego de la presente invención se produzca por el procedimiento en línea, es decir, sea un producto de un procedimiento de producción de tuberías en línea.

Debido a las diferentes técnicas de inserción, los emisores en los procedimientos en línea son diferentes de los del procedimiento sobre la línea.

35 El emisor en línea puede contener una o más disposiciones de trayectoria de agua dispuestas sobre una superficie de la estructura del emisor en línea. El emisor en línea tiene, normalmente, una estructura en forma cilíndrica o una estructura plana, rectangular (longitudinalmente) o similar, con un espesor, longitud y anchura, que dependen del tamaño de la tubería de riego y del rendimiento deseado de descarga de agua en el lugar de utilización final (se denomina en el presente documento como emisor rectangular plano).

40 Los emisores cilíndricos se utilizan en las tuberías cilíndricas y el diámetro de la circunferencia exterior se elige de manera que la circunferencia exterior contacte con la pared interior de la tubería y se adhiera a dicha pared interior. La o las disposiciones de trayectorias de agua están ubicadas en la superficie de la circunferencia externa de dichos emisores cilíndricos. La longitud del emisor cilíndrico dependerá del tamaño de la tubería de riego y del rendimiento deseado de descarga de agua en el sitio de utilización final. Como ejemplo, dicha longitud puede ser de 1 a 5 cm.

45 Los emisores rectangulares planos se utilizan normalmente en las tuberías planas de forma elipsoidal. El tamaño de los emisores rectangulares planos varía en función del tamaño previsto de la tubería y del rendimiento de riego deseado en el sitio de utilización final. Como un ejemplo preferente, el espesor de rectangular plano será normalmente de menos de 0,5 a 4 mm, longitud normalmente de 1 a 5 cm y anchura de 0,4 a 2,5 cm, dependiendo del tamaño de la tubería y del rendimiento de riego deseado en el sitio de utilización final. La o las disposiciones de las trayectorias de agua se proporcionan en, como mínimo, una posición en la superficie del emisor rectangular plano.

50 En los emisores de forma cilíndrica y rectangular plana del producto de tubería de riego producido en línea, la o las trayectorias de agua del emisor llevan al punto previsto de descarga de agua y la perforación realizada de la pared de la tubería se sitúa en este punto.

55 Tanto los emisores en línea como los de sobre la línea son muy bien conocidos en el estado de la técnica y están disponibles en el mercado. Diferentes emisores adecuados se muestran en las figuras 1 y 2. De esta manera, los emisores para el procedimiento sobre la línea se ilustran en la figura 1 y los del procedimiento en línea en la figura 2.

60 Normalmente, es difícil conseguir un buen funcionamiento de la descarga de flujo con buena capacidad de procesamiento y velocidad de producción. La presente tubería de riego, en particular la tubería de riego producida según dicho procedimiento en línea, muestra un rendimiento mejorado de descarga de goteo de agua junto con un buen comportamiento de procesamiento en comparación con la técnica anterior. Normalmente, un mayor

65

hinchamiento en la matriz (supondrá una mayor resistencia en estado fundido) contribuye a mejorar la descarga de flujo de agua. Además, el hinchamiento normalmente disminuye con el aumento del MFR, es decir, con la disminución del peso molecular. La MWD también influye en el comportamiento de hinchamiento en la matriz, es decir, cuanto más amplia sea la MWD más elevado es el hinchamiento en la matriz. Inesperadamente, el polietileno multimodal con la combinación específica reivindicada de un mayor MFR y la distribución de pesos moleculares estrecha (Mw/Mn) de la presente invención, en comparación con el polietileno multimodal utilizado en la técnica anterior para el riego por goteo de agua, proporciona un rendimiento excelente de descarga de flujo de agua, entre otros, en términos de adherencia ventajosa del emisor a la pared de la tubería interior, lo que permite la realización precisa de perforaciones, así como el deseado control de la velocidad de descarga de flujo de agua en el lugar de utilización final de la tubería de riego obtenida. Además, la composición polimérica tiene también un excelente comportamiento de procesamiento, lo que permite mayores velocidades de producción para la producción de las tuberías de riego.

Además, la tubería tiene preferentemente una relación de hinchamiento en la matriz a 2,16 kg de carga de 1,2 o más. La relación máxima de hinchamiento no es crítica, y un ejemplo típico es de hasta 1,8.

Además, el rendimiento de descarga de agua se puede controlar, según se requiera, en la aplicación final.

La presente invención se refiere, además, a la utilización de una composición polimérica que comprende

(a) resina base polimérica que comprende un polímero de etileno multimodal que tiene una densidad de menos de 930 kg/m<sup>3</sup>; y

(b) negro de humo,

en la que la composición polimérica tiene una distribución de pesos moleculares Mw/Mn de 11,0 o menos y un MFR<sub>5</sub> de 1,7 g/10 min o más, para la producción de una tubería de riego por goteo dotada de perforaciones en la pared de la tubería para la descarga de agua, perforaciones que están dispuestas a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería.

La presente invención se caracteriza, además, por medio de los siguientes ejemplos:

#### **Ejemplos:**

##### 1. Definiciones

###### a) Índice de fluidez

El índice de fluidez (MFR) se determina según la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la fluidez y, por lo tanto, la capacidad de procesamiento del polímero. Cuanto mayor sea el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR<sub>5</sub> del polietileno se mide a una temperatura de 190°C y una carga de 5 kg, el MFR<sub>2</sub> del polietileno a una temperatura 190°C y una carga de 2,16 kg y el MFR<sub>21</sub> de polietileno se mide a una temperatura de 190°C y una carga de 21,6 kg. La cantidad FRR (proporción de índices de fluidez) indica la relación de índices a diferentes cargas. Por lo tanto, FRR<sub>21/5</sub> denota la proporción de MFR<sub>21</sub>/MFR<sub>5</sub>.

###### b) Densidad

La densidad del polímero se midió según la norma ISO 1183-1: 2004 Procedimiento A en muestras moldeadas por compresión preparadas según la norma EN ISO 1872-2 (febrero de 2007) y se da en kg/m<sup>3</sup>.

###### c) Contenido de comonómeros

El contenido de comonómeros en el polietileno se midió de una manera conocida basada en espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FTIR) calibrada con RMN de <sup>13</sup>C, utilizando el espectrómetro de IR Nicolet Magna 550 junto con software Nicolet FTIR Omnic.

Se moldearon por compresión películas que tenían un espesor de, aproximadamente, 250 μm a partir de las muestras. Se realizaron películas similares a partir de muestras de calibración con un contenido conocido de comonómero. El contenido de comonómero se determinó a partir del espectro del intervalo de números de onda de 1430 a 1100 cm<sup>-1</sup>. La absorbancia se mide como la altura del pico mediante la selección de la denominada línea de base corta o larga o ambas. La línea de base corta se dibuja entre aproximadamente 1.410 - 1.320 cm<sup>-1</sup> a lo largo de los puntos mínimos y la línea de base larga aproximadamente entre 1.410 - 1.220 cm<sup>-1</sup>. Las calibraciones deben realizarse específicamente para cada tipo de línea de base. Además, el contenido de comonómero de la muestra desconocida tiene que estar dentro del intervalo de los contenidos de comonómero de las muestras de calibración.

###### d) Peso molecular

Los promedios de peso molecular ( $M_z$ ,  $M_w$  y  $M_n$ ), la distribución de pesos moleculares (MWD) y su amplitud, que se describe por el índice de polidispersidad,  $PDI = M_w/M_n$  (en la que  $M_n$  es el peso molecular promedio en número y  $M_w$  es el peso molecular promedio en peso) se determinaron por cromatografía de exclusión molecular (GPC), según la norma ISO 16014-4: 2003 y la norma ASTM D 6474-99, utilizando las siguientes fórmulas:

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{\sum(A_i/M_i)} \quad (1)$$

$$M_w = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times M_i)}{\sum A_i} \quad (2)$$

$$M_z = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times M_i^2)}{\sum(A_i/M_i)} \quad (3)$$

Para un intervalo de volumen de elución constante  $\Delta V_i$ , en el que  $A_i$  y  $M_i$  son el área del sector de pico cromatográfico y el peso molecular de la poliolefina (MW).

Se utilizó un instrumento de GPC PolymerChar, equipado con detector de infrarrojos (IR) con columnas 3 x Olexis y 1 x Olexis Guard de Polymer Laboratories y 1,2,4-triclorobenceno (TCB, estabilizado con 250 mg/l de 2,6-di-terbutil-4-metil-fenol) como disolvente a 160°C y con un caudal constante de 1 ml/min. Se inyectaron 200  $\mu$ l de solución de muestra por análisis. El conjunto de columnas se calibró utilizando calibración universal (según la norma ISO 16014-2: 2003) con, como mínimo, 15 patrones de poliestireno (PS) de MWD estrecha en el intervalo de 0,5 kg/mol a 11.500 kg/mol. Las constantes de Mark Houwink para PS, PE y PP utilizadas son las descritas por la norma ASTM D 6474-99. Todas las muestras se prepararon disolviendo 5,0 - 9,0 mg de polímero en 8 ml (a 160°C) de TCB estabilizado (igual que la fase móvil) durante 2,5 horas para el PP o 3 horas para el PE a 160°C con agitación suave continua en el inyector automático del instrumento de GPC.

#### e) Hinchamiento en la matriz

El hinchamiento del extruido (hinchamiento de la matriz) se evaluó midiendo posteriormente las hebras cortadas durante la medición del MFR según la norma ISO 1133, a 190°C con una carga de 2,16 kg. Se recogieron tres trozos de aproximadamente 2,5 cm de hebras largas y los diámetros se midieron con un calibre (precisión de 0,01 mm).

Los resultados de hinchamiento de matriz se expresan como proporciones de hinchamiento (SR), es decir, proporciones del diámetro de la hebra extruida con el diámetro de la matriz capilar (= 2,095 mm). Las proporciones de hinchamiento informadas se calcularon a partir del promedio de los diámetros de las hebras medidas.

#### f) Descarga de flujo de agua

La descarga de flujo de agua se mide según la norma IS 13488. La velocidad de emisión mencionada en la norma se expresa en el presente documento como descarga de flujo de agua.

## 2. Materiales

### a) Ejemplo Ej 1: Producción del polímero de etileno multimodal de la resina base de la presente invención (a)

En un primer reactor de bucle que tenía un volumen de 50 dm<sup>3</sup> y que operaba a una temperatura de 60°C y una presión de 65 bar, se introdujeron 28 kg/h de propano (C3), 1,2 kg/h de etileno (C2), y 0,2 kg/h de hidrógeno (H2) para la realización de una etapa de prepolimerización. Además, se introdujeron 6,5 g/h de un componente catalizador de polimerización sólido producido según la descripción del ejemplo 1 del documento EP 1.378.528 en el reactor junto con el cocatalizador de trietilaluminio, de modo que la relación de aluminio a titanio fue de 30 mol/mol. La velocidad de producción de polímero en este reactor de prepolimerización fue de, aproximadamente, 1 kg/h.

La suspensión se extrajo de forma intermitente del reactor de prepolimerización y se dirigió a un segundo reactor de bucle que tenía un volumen de 500 dm<sup>3</sup> y operaba a una temperatura de 85°C y una presión de 61 bar, para producir el componente LMW. Además, se alimentaron 42 kg/h de propano, etileno, comonomero 1-buteno (C4) e hidrógeno al segundo reactor de bucle de manera que la concentración de etileno, la proporción molar de 1-buteno a etileno y la proporción molar de hidrógeno a etileno, para el ejemplo, Ej 1 se enumeran en la tabla 1. La división de la producción, la densidad y los índices de fluidez de las fracciones de polímero producidas en el segundo reactor de bucle se enumeran en la tabla 1. La velocidad de producción de polímero en este segundo reactor de bucle fue de 30 kg/h.

La suspensión se extrajo de forma intermitente del segundo reactor de bucle mediante la utilización de ramales de sedimentación y se dirigió a un recipiente de vaporización instantánea que operaba a una temperatura de 50°C y

una presión de 3 bar, en el que los hidrocarburos se separaron del polímero. Desde el recipiente de vaporización instantánea el polímero se dirigió a un reactor de fase gaseosa. El reactor de fase gaseosa se operó a una temperatura de 80°C y una presión de 20 bar para producir el componente HMW. Se alimentaron etileno adicional, comonomero 1-buteno, nitrógeno como gas inerte e hidrógeno, con lo que la concentración de etileno, la proporción molar de 1-buteno a etileno y la proporción molar de hidrógeno a etileno, así como la división de la producción, los índices de fluidez y la densidad de los polímeros del ejemplo Ej 1 retirados del reactor de fase gaseosa se enumeran en la tabla 1. La velocidad de producción de polímero en este reactor de fase gaseosa fue de 40 kg/h.

El polímero en forma de polvo resultante se secó de hidrocarburos y se mezcló con antioxidante disponible en el mercado y estearato cálcico en cantidades convencionales. Se añadió el 2,6% en peso de un negro de humo disponible en el mercado (proveedor Cabot), basado en la composición polimérica final, en forma de una mezcla madre que contenía el 39,5% en peso de negro de humo y un polímero portador, que era un homopolímero de polietileno de baja densidad producido de una manera convencional en un procedimiento de alta presión en presencia de peróxido como iniciador de radicales (un MFR<sub>2</sub> (2,16 kg, 190°C, ISO 1133) de 2,4 g/10 min, densidad de 923 kg/m<sup>3</sup>). La mezcla madre se añadió en una cantidad del 6,6% en peso, basado en la composición polimérica final. Posteriormente, la mezcla se extruyó de forma convencional en atmósfera de nitrógeno en gránulos mediante el utilización de un extrusor de doble husillo de contrarrotación CIM90P (fabricado por Japan Steel Works). Las propiedades de la composición de mezcla (C. Inv. 1) se muestran en la tabla 2. El perfil de temperatura en cada zona fue de 90/120/190/250°C.

b) Ejemplos Ej 2 (polímero de etileno multimodal de la resina base de la presente invención (a)) y de referencia Ej Ref. 1

El Ej 2 y Ej Ref 1 se produjeron según el procedimiento del ejemplo 1 excepto porque las condiciones fueron como se muestran en la tabla 1. Las propiedades de las composiciones del polietileno mezclado C. Inv. 2 del Ej 2 y C. Ref. 1 del Ej 1 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1: condiciones de polimerización

	Ej 1	Ej 2	Ej Ref 1
<b>Prepolimerizador:</b>			
Temperatura [°C]	60	60	60
Presión [bar]	65	65	65
Velocidad de producción [kg/h]	1	1	1
División [% en peso]	2	2	2
<b>Reactor de bucle:</b>			
Temperatura [°C]	85	85	85
Presión [bar]	61	61	61
H2/C2 [mol/kmol]	400	380	300
Concentración de C2 [% molar]	7	7	7
C4/C2 [mol/kmol]	835	838	660
Velocidad de producción [kg/h]	30	30	22
División [% en peso]	42	41	39
MFR <sub>2</sub> [g/10 min]	400	270	300
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	950	950	952
<b>Reactor de fase gaseosa:</b>			
Temperatura [°C]	80	80	80
Presión [bar]	20	20	20
H2/C2 [mol/kmol]	22	18	13
C4/C2 [mol/kmol]	790	847	700
Concentración de C2 [% molar]	21	23	19
División [% en peso]	56	58	59
Velocidad de producción [kg/h]	40	42	35
MFR <sub>2</sub> [g/10 min]	0,9	0,7	0,4
MFR <sub>5</sub> [g/10 min]	3,4	2,5	1,6
MFR <sub>21</sub> [g/10 min]	69	51	32
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	921	919	921

**Preparación de las tuberías de ensayo:** Las composiciones poliméricas de ensayo de la presente invención y la composición polimérica de referencia se convirtieron en tuberías de ensayo utilizando un extrusor de tubería RR Plast de 65 mm y el equipo DRTS para la inserción de emisores y perforación. Se realizaron tuberías cilíndricas de 16 mm de diámetro exterior de un espesor de 0,8 mm. Todas las tuberías de ensayo se produjeron utilizando el mismo extrusor de tubería, mismas condiciones de extrusión, inserciones, así como la misma configuración de



inserciones y de perforaciones. El hinchamiento de la matriz y el rendimiento de descarga de flujo de agua (proporcionados en la tabla 2) se midieron a partir de las tuberías de ensayo.

Tabla 2: Propiedades de las composiciones de polietileno mezclado finales y tuberías de ensayo

Composición polimérica final	C. Inv. 1	C. Inv. 2	C. Ref. 1
MFR <sub>2</sub> [g/10 min]	0,9	0,7	0,4
MFR <sub>5</sub> [g/10 min]	3,4	2,5	1,6
MFR <sub>21</sub> [g/10 min]	69	51	32,
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	934	932	932
Cantidad de negro de humo [% en peso*]	2,6	2,5	2,3
Mw [g/mol]	111.000	118.000	123.000
Mn [g/mol]	11.000	12.000	10.000
Mw/Mn	10	10	12
Propiedades de la tubería de ensayo			
Hinchamiento de matriz, 2,16 kg [l/h]	1,2	1,2	1,2
Descarga de flujo de agua, (3,8-4,2 l/h)	4,5	4,2	4,75

5 \*% en peso de negro de humo se basa en la cantidad total de la composición polimérica (100% en peso)

10 Tal como puede observarse a partir de las C. Inv. 1 y C. Inv. 2, con una combinación de MFR elevado y una MWD más estrecha, de forma inesperada no hay cambio en el hinchamiento en la matriz en comparación con la C. Ref. 1 con un menor MFR, y la velocidad de descarga de flujo de agua se mejora en comparación con la C. Ref. 1 con una MWD más amplia. Además, la Inv. 1 e Inv. 2 tienen una capacidad de procesamiento muy ventajosa.

**REIVINDICACIONES**

1. Tubería de riego por goteo dotada de perforaciones en la pared de la tubería para la descarga de agua, perforaciones que están dispuestas a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería,
- 5 en la que la tubería comprende una composición polimérica que comprende
- (a) una resina base polimérica que comprende un polímero de etileno multimodal, en la que la resina base tiene una densidad de menos de  $930 \text{ kg/m}^3$ , determinada según la norma ISO 1183-1:2004; y
- 10 (b) negro de humo presente en la composición polimérica en una cantidad del 1,0 al 10% en peso;
- en la que la composición polimérica tiene una distribución de pesos moleculares Mw/Mn de 11,0 o menos, determinada por GPC y un MFR<sub>5</sub> de 1,7 g/10 min o más, determinado según la norma ISO 1133; y
- 15 el polímero de etileno multimodal comprende un componente de peso molecular bajo (LMW) y un componente de peso molecular elevado (HMW), en el que el peso molecular promedio en peso Mw del componente HMW es mayor que el peso molecular promedio en peso Mw del componente LMW, el componente LMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 35% en peso al 50% en peso y el componente HMW está presente en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 50% en peso al 65% en peso.
2. Tubería, según la reivindicación 1, en la que la tubería está dotada de emisores dispuestos en la ubicación de la perforación para controlar la descarga de agua desde la perforación.
- 25 3. Tubería, según la reivindicación 1 ó 2, en la que el polímero de etileno multimodal es un polímero de etileno multimodal lineal de baja densidad que se puede obtener mediante polimerización en presencia de un sistema catalizador de Ziegler-Natta.
- 30 4. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que
- el componente LMW es un homopolímero de etileno o, preferentemente, un copolímero de etileno con, como mínimo, un comonómero de alfa-olefina que comprende de 3 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 8 átomos de carbono, y en el que el componente LMW está presente, preferentemente, en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 38% en peso al 50% en peso, preferentemente del 38% en peso al 48% en peso,
- 35 preferentemente del 38% en peso al 46% en peso; y
- el componente HMW es un homopolímero de etileno o, preferentemente, un copolímero de etileno con, como mínimo, un comonómero de alfa-olefina que comprende de 3 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 8 átomos de carbono; y en el que el componente HMW está presente, preferentemente, en el polímero de etileno multimodal en una cantidad del 50% en peso al 62% en peso, preferentemente del 52% en peso al 62% en peso,
- 40 preferentemente del 54% en peso al 62% en peso.
5. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la resina base polimérica comprende el polímero de etileno multimodal.
- 45 6. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el negro de humo está presente en la composición polimérica en una cantidad del 1,5% en peso al 9,0% en peso, preferentemente del 1,8% en peso al 8,0% en peso.
- 50 7. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición polimérica comprende (b1) una mezcla madre de negro de humo (CBMB) que comprende dicho negro de humo (b) junto con un polímero portador y aditivos opcionales, de manera que la cantidad del polímero portador de la CBMB (b1) es de hasta el 5% en peso basado en la cantidad total de la composición polimérica.
- 55 8. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un diámetro de 35 mm o menos, preferentemente de 32 mm o menos y, preferentemente, un espesor de pared de menos de 3 mm, preferentemente de menos de 2,5 mm.
- 60 9. Tubería, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la tubería se produce mediante un procedimiento en línea y tiene una sección transversal de forma redonda o de forma elíptica, y en la que la tubería comprende emisores con forma cilíndrica o rectangular plana.
10. Procedimiento para producir la tubería de riego por goteo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de
- 65 - proporcionar la composición polimérica, según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores;

- mezclar la composición polimérica en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;
- 5 - conformar, preferentemente extruir, la mezcla en estado fundido obtenida de la composición polimérica en forma de tubería, y
- realizar perforaciones a intervalos a lo largo de la longitud de la pared de la tubería conformada, preferentemente extruida, para descargar agua desde las perforaciones realizadas.
- 10 11. Procedimiento, según la reivindicación 10, en el que el procedimiento comprende las etapas de
- proporcionar la composición polimérica en forma de gránulos, en la que un gránulo comprende, preferentemente está compuesto de, la composición polimérica, según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores;
- 15 - mezclar, como mínimo, dicho gránulos de la composición polimérica en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;
- 20 - conformar, preferentemente extruir, la mezcla fundida obtenida de la composición polimérica en forma de tubería, y
- realizar perforaciones a intervalos a lo largo de la longitud de la pared de la tubería conformada, preferentemente extruida, para descargar agua desde las perforaciones realizadas.
- 25 12. Procedimiento, según la reivindicación 10 u 11, que es un procedimiento en línea que comprende las etapas de
- proporcionar la composición polimérica, según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, preferentemente en forma de gránulos, según se ha definido en la reivindicación 11;
- 30 - mezclar la composición polimérica, preferentemente dichos gránulos de la composición polimérica en un mezclador, preferentemente en un extrusor, para formar una mezcla en estado fundido de la composición polimérica;
- conformar, preferentemente extruir, la mezcla fundida obtenida de la composición polimérica en forma de tubería,
- 35 - insertar emisores a intervalos en la pared interior de la tubería a lo largo de la longitud de la tubería en el momento de la conformación, preferentemente de la extrusión, en dicha forma de tubería, y
- realizar perforaciones en la pared de la tubería conformada en la ubicación del emisor insertado para la descarga de agua desde la perforación realizada a través de dicho emisor insertado.
- 40 13. Gránulos de una composición polimérica, en la que un gránulo comprende, preferentemente está compuesto de, la composición polimérica, según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores.
- 45 14. Utilización de una composición polimérica, según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, o la reivindicación 13 anterior, para la producción de una tubería de riego por goteo dotada de perforaciones en la pared de la tubería para la descarga de agua, perforaciones que están dispuestas a intervalos a lo largo de la longitud de la tubería.

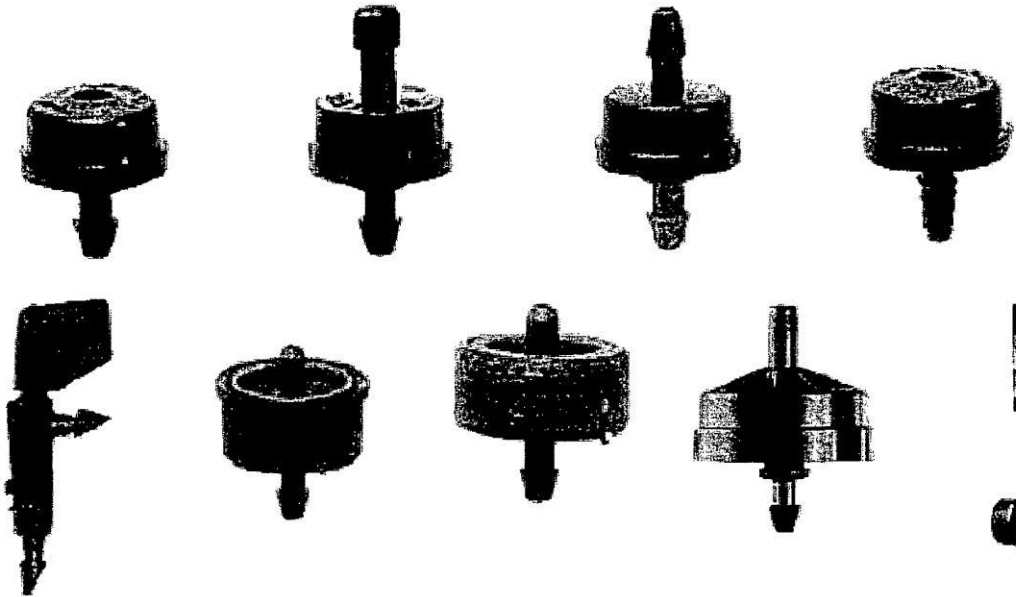


Fig 1

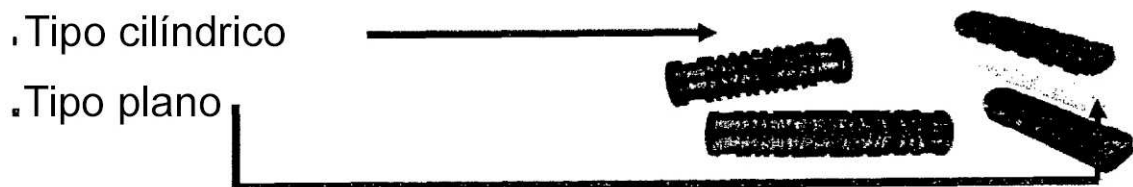


Fig. 2