

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 750**

51 Int. Cl.:

**C08F 110/06** (2006.01) **B29B 17/00** (2006.01)  
**B29C 48/385** (2009.01)  
**B29C 48/275** (2009.01)  
**C08K 5/01** (2006.01)  
**C08L 23/12** (2006.01)  
**B29B 7/74** (2006.01)  
**C08J 11/04** (2006.01)  
**C08K 3/34** (2006.01)  
**B29C 48/02** (2009.01)  
**B29C 45/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2021** **E 21169607 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2023** **EP 4079488**

54 Título: **Composición de poliolefina que comprende homopolímero de polipropileno y material plástico reciclado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.05.2024**

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)**  
**Trabrennstrasse 6-8**  
**1020 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**KAHLEN, SUSANNE MARGARETE;**  
**BRAUN, HERMANN;**  
**LEHNER, GISELA KARIN y**  
**BACHTROD, QUANG MANFRED**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 968 750 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Composición de poliolefina que comprende homopolímero de polipropileno y material plástico reciclado

- 5 La invención se refiere a una composición de poliolefina que comprende al menos un homopolímero de polipropileno y material plástico reciclado, a un artículo que comprende la composición de poliolefina y un proceso para preparar dicha composición de poliolefina.
- 10 Las poliolefinas, en particular, el polietileno y el polipropileno, se consumen cada vez más en grandes cantidades en una amplia gama de aplicaciones, incluidos envases para alimentos y otros productos, fibras, componentes para automóviles y una gran variedad de artículos manufacturados. Teniendo en cuenta la enorme cantidad de residuos recogidos en comparación con la cantidad de residuos reciclados de nuevo a la corriente, todavía existe un gran potencial para la reutilización inteligente de las corrientes de residuos plásticos y para el reciclaje mecánico de residuos plásticos.
- 15 En general, las cantidades recicladas de polipropileno en el mercado son mezclas de polipropileno (PP) y polietileno (PE), esto es especialmente cierto para las corrientes de residuos posconsumo. Asimismo, los reciclados comerciales procedentes de fuentes de residuos posconsumo suelen estar contaminados de forma cruzada con materiales que no son poliolefínicos, como el tereftalato de polietileno, la poliamida, el poliestireno o sustancias no poliméricas, tales como madera, papel, vidrio o aluminio. Estas contaminaciones cruzadas limitan drásticamente las aplicaciones finales de las corrientes de reciclaje, de modo que no quedan usos finales rentables. Los materiales de reciclaje poliolefínicos, especialmente de las corrientes de residuos posconsumo, son una mezcla de PE y PP. Cuanto mejor sea la calidad del reciclado, menos disponible estará y más caro será.
- 20 Los clientes que solicitan materiales reciclados requieren rigidez-resistencia al impacto similar a la de los vírgenes. Esto se puede conseguir, por ejemplo, utilizando compuestos de fibra de vidrio reforzados para productos estructurales. El problema de la calidad de los reciclados en comparación con los vírgenes se puede superar hasta cierto punto reforzando los reciclados, donde las partículas de refuerzo unen físicamente los dominios diferentes (PP y PE).
- 30 Se han estudiado composiciones que comprenden polímeros vírgenes (es decir, polímeros utilizados por primera vez) y plásticos mixtos reciclados. El documento WO 2014167493 A1 describe un proceso para la preparación de una mezcla de poliolefinas que comprende la etapa (a) de mezclar una mezcla polimérica base MB y una mezcla polimérica MPR, en donde dicha mezcla MPR se obtiene a partir del reciclaje de materiales plásticos posconsumo. El documento
- 35 WO 2019/224129A1 describe un proceso para producir composiciones a base de polipropileno a partir de resina posconsumo y resina de polipropileno.
- 40 Curtzwiler *et al.*, Mixed post-consumer recycled polyolefins as a property tuning material for virgin polypropylene", JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, 2019) divulga propiedades físicas de composiciones de poliolefina de polipropileno virgen y una mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno en una proporción de entre 3:7 y 49,5:1, es decir, 87,5 % en peso de rPP y 12,5 % en peso de rPE [7:1
- También se han estudiado plásticos mixtos reciclados reforzados con material particulado. Por ejemplo, se han mezclado PP reciclado o mezclas de PP/PE con talco.
- 45 El documento CN 110372957 describe un material nanocompuesto de polipropileno regenerado modificado y su método de preparación. El polipropileno reciclado utilizado como materia prima se mezcla con un material auxiliar: una carga, un agente endurecedor, un agente de acoplamiento, un agente de reticulación, un plastificante, un lubricante, un compatibilizador y un antioxidante. La carga es nano TiO<sub>2</sub> modificado, carburo de silicio modificado y talco modificado.
- 50 El documento JP 2003-24377 divulga una poliolefina reciclada que comprende de 3 a 50 partes de una carga inorgánica. Una poliolefina reciclada con 5 partes de talco y polipropileno PP reciclado tiene una resistencia a la flexión de 38 MPa, un módulo de flexión de 1890 MPa y una resistencia al impacto Izod de 2,5 kJ/m<sup>2</sup>.
- 55 La composición de poliolefina para piezas de automóviles descrita en el documento JP 06016876 A contiene 40-70 % de poliolefinas cristalinas, 20-40 % de cargas inorgánicas y 5-30 % de interiores de automóviles de poliolefina reciclada que contienen elastómero de olefina (4-90 %), que contiene elastómeros termoplásticos de olefina, espumas de polímero de propileno (I) y/o polímeros I y (b) opcionalmente 5-15 partes de elastómeros de olefina.
- 60 Vyncke *et al.*, The effect of polyethylene on the properties of talc filled recycled polypropylene", PLASTICS, RUBBER & COMPOSITES: MACROMOLECULAR ENGINEERING, 2020) describe el refuerzo de polipropileno reciclado w(rPP) con cargas minerales.
- 65 Como se puede observar, el uso de talco en compuestos de poliolefina está ampliamente extendido en la industria de las poliolefinas. Sin embargo, el uso de reciclados de poliolefina en combinación con polímeros vírgenes para crear

compuestos REC reciclados aún no está ampliamente difundido.

Los compuestos de talco vírgenes actuales están siendo sustituidos por soluciones de reciclaje. Las soluciones 100 % de reciclaje a menudo adolecen de un bajo rendimiento mecánico, comportamiento reológico inadecuado para la aplicación prevista y, en general, mayor dispersión en el perfil de propiedades del reciclado. Para compensar estas desventajas, se necesita una combinación inteligente de poliolefinas vírgenes.

Así, un objetivo de la invención era proporcionar una composición de poliolefina en donde al menos una parte de la poliolefina virgen se reemplaza por material de poliolefina recuperado de material plástico de desecho mientras que las propiedades termomecánicas de dicha composición de poliolefina se mantienen al menos o incluso se mejoran.

Este objetivo se ha resuelto proporcionando una composición de poliolefina como se describe en la reivindicación 1.

Así, se proporciona una composición de poliolefina que contiene material plástico reciclado, polímero de polipropileno virgen y una carga en partículas que confiere propiedades isotrópicas a la composición de poliolefina. Debido a las propiedades específicas de la carga en partículas, tales como talco, no se necesitan agentes de acoplamiento, como se requiere, por ejemplo, cuando se utilizan fibras de vidrio como aditivo. Las partículas de talco confieren propiedades isotrópicas en todas las direcciones. Esto permite el uso de la composición de poliolefina para diferentes electrodomésticos.

Debe entenderse que la presente composición de poliolefina no contiene agentes de acoplamiento, fibras de vidrio, caucho y está esencialmente libre de peróxidos, preferiblemente, el contenido de peróxido basado en el peso total de la composición de poliolefina es inferior al 0,5 % en peso.

Cabe señalar además que el talco también puede estar presente en una mezcla de material plástico reciclado que comprende principalmente polipropileno y polietileno (como se menciona más adelante). De este modo, el contenido total de talco en la presente composición de poliolefina también puede comprender el talco originalmente presente en la mezcla reciclada.

Para los fines de la presente descripción y de las posteriores reivindicaciones, el término "reciclado" se utiliza para indicar que el material se recupera de residuos posconsumo y/o residuos industriales. Concretamente, los desechos posconsumo se refieren a objetos que han completado al menos un primer ciclo de uso (o ciclo de vida), es decir, haber cumplido ya su primer propósito y haber pasado por las manos de un consumidor; mientras que los residuos industriales se refieren a la chatarra de fabricación que normalmente no llega al consumidor.

Como se describe también más adelante, otros componentes típicos que se originan del primer uso son los polímeros termoplásticos, como poliestireno y PA 6, talco, creta, tinta, madera, papel, limoneno y ácidos grasos. El contenido de poliestireno (PS) y poliamida 6 (PA 6) en polímeros reciclados se puede determinar mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) y el contenido de talco, creta, madera y papel pueden medirse mediante análisis termogravimétrico (TGA). Debe entenderse que la pequeña cantidad de talco presente en el material plástico reciclado no está incluida en la cantidad de material particulado añadido posteriormente a la composición de poliolefina.

El término "virgen" denota los materiales y/u objetos recién producidos antes del primer uso y que no se reciclan. En caso de que el origen del polímero no se mencione explícitamente, el polímero es un polímero "virgen".

El índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (ISO 1133, 2,16 kg, 230 °C, medido según la norma ISO 1133) de la presente composición de poliolefina está preferiblemente en el intervalo entre 4 y 15 g/10 min, más preferiblemente entre 5 y 12 g/10 min, aún más preferiblemente entre 6 y 10 g/10 min.

En una realización preferida, la presente composición de poliolefina se caracteriza además por un módulo de tracción (ISO 527-2) de al menos 3,2 GPa, preferiblemente de al menos 3,5 GPa; más preferiblemente de al menos 4 GPa, en particular en un intervalo entre 3 y 4,5 GPa, más en particular en un intervalo entre 3,3 y 4,2 GPa, incluso más en particular en un intervalo entre 3,4 y 4,0 GPa.

En una realización adicional, la presente composición de poliolefina tiene una resistencia al impacto (ISO179-1, Charpy 1eA +23 °C) de al menos 1,0 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 1,5 kJ/m<sup>2</sup>, más preferiblemente de al menos 1,8 kJ/m<sup>2</sup>, aún más preferiblemente de al menos 2 kJ/m<sup>2</sup>, en particular en un intervalo entre 1,0 y 3,0 kJ/m<sup>2</sup>, más en particular en un intervalo entre 1,3 y 2,5 kJ/m<sup>2</sup>, incluso más en particular en un intervalo entre 1,5 y 2,0 kJ/m<sup>2</sup>.

La cantidad total de todos los homopolímeros de polímeros de polipropileno vírgenes usados en la presente composición de poliolefina puede alcanzar un intervalo entre 6-25 % en peso, preferiblemente entre 10-20 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina).

Según la invención, los homopolímeros de polipropileno usados como polímeros vírgenes en la presente composición de poliolefina se seleccionan de un grupo que comprende

- al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-1) que tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-10 g/10 min, preferiblemente de 5-8 g/10 min, más preferiblemente de 6-7 g/10 min;
- 5 - al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-2) que tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 10-30 g/10 min, preferiblemente de 15-25 g/10 min, más preferiblemente de 18-22 g/10 min, tal como 20 g/10 min;
- al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-3) que tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-15 g/10 min, preferiblemente de 5-10 g/10 min, más preferiblemente de 7-9 g/10 min, tal como 8 g/10 min;
- 10 - al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-4) que tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 60-100 g/10 min, preferiblemente de 70-80 g/10 min, más preferiblemente de 73-77 g/10 min, tal como 75 g/10 min, o de una combinación de los mismos.

#### Polímeros vírgenes de polipropileno

- 15 Las propiedades y características de los diferentes homopolímeros de polipropileno que pueden usarse en la presente composición de poliolefina se describen a continuación.

#### Homopolímero de polipropileno (PPH-1):

- 20 El al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-1) tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 3-15 g/10 min, preferiblemente de 5-10 g/10 min, más preferiblemente de 6-7 g/10 min.

- 25 El homopolímero de polipropileno (PPH-1) tiene una temperatura de fusión de al menos 150 °C; preferiblemente de al menos 160 °C, preferiblemente en el intervalo de 165-170 °C, como 167 °C.

- El homopolímero de polipropileno (PPH-1) puede tener una resistencia al impacto Charpy medida según la norma ISO 179-1eA:2000 a 23 °C de al menos 2,0 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente, al menos 2,5 kJ/m<sup>2</sup>, como en el intervalo de 2,0-8 kJ/m<sup>2</sup>,  
30 preferiblemente en el intervalo de 2,5-5,0 kJ/m<sup>2</sup>, como 3,0 kJ/m<sup>2</sup>.

- El homopolímero de polipropileno (PPH-1) puede tener un módulo de flexión medido según la norma ISO 178 de al menos 1500 MPa, preferiblemente de al menos 2000 MPa, preferiblemente en el intervalo de 2000-2500 MPa, como 2250 MPa.

- 35 Un material preferido para el homopolímero de polipropileno (PPH-1) está disponible comercialmente, entre otros, en Borealis AG (Austria).

#### Homopolímero de polipropileno (PPH-2):

- 40 El al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-2) tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 10-30 g/10 min, preferiblemente de 15-25 g/10 min, preferiblemente de 20 g/10 min; y una rigidez superior a 1800 MPa.

- 45 El homopolímero de polipropileno (PPH-2) consiste sustancialmente, es decir, más de 99,7 % en peso, aún más preferiblemente al menos 99,8 % en peso, en unidades de propileno, basado en el peso del homopolímero de propileno (PPH-2). En una realización preferida, solo las unidades de propileno son detectables en el homopolímero de polipropileno (PPH-2).

- 50 Se aprecia que el homopolímero de polipropileno (PPH-2) presenta una baja cantidad de fracción de solubles en xileno en frío (XCS). El homopolímero de polipropileno (PPH-2) puede tener una cantidad de fracción soluble en frío en xileno (XCS) de no más de 4,0 % en peso, preferiblemente de no más del 3,0 % en peso, más preferiblemente no superior al 2,5 % en peso, como en el intervalo de 0,1-4,0 % en peso, preferiblemente, en el intervalo de 0,1-3,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 0,1-2,5 % en peso, basado en el peso del homopolímero de polipropileno (PPH-2).  
55

- El homopolímero de polipropileno (PPH-2) puede tener una temperatura de desviación térmica (HDT) medida según la norma ISO 75-2 de al menos 90 °C, preferiblemente de al menos 100 °C, más preferiblemente de al menos 115 °C, como en el intervalo de 90-160 °C, preferiblemente en el intervalo de 100 a 150 °C, más preferiblemente 115-130 °C.

- 60 El homopolímero de polipropileno (PPH-2) puede tener una resistencia al impacto Charpy medida según la norma ISO 179-1eA:2000 a 23 °C de al menos 1,0 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente, al menos 2,0 kJ/m<sup>2</sup>, como en el intervalo de 1,0-10 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente en el intervalo de 2,0-5,0 kJ/m<sup>2</sup>, como 2,5 kJ/m<sup>2</sup>. El homopolímero de polipropileno (PPH-2) puede tener un módulo de flexión medido según la norma ISO 178 de al menos 500 MPa, preferiblemente de al menos 1500 MPa, como en el intervalo de 500 a 3500 MPa, preferiblemente en el intervalo de 1500-2500 MPa, como 2000 MPa.  
65

El homopolímero de polipropileno (PPH-2) puede comprender un agente de nucleación, que es, preferiblemente, un agente nucleante polimérico, más preferiblemente un agente alfa-nucleante, p. ej., un agente alfa-nucleante polimérico. El contenido de agente alfa-nucleante del homopolímero de polipropileno (PPH-2) es, preferiblemente, de hasta 5,0 % en peso. En una realización preferida, el homopolímero de polipropileno (PPH-2) contiene no más de 3000 ppm, más preferiblemente de 1 a 2000 ppm de un agente alfa-nucleante.

El homopolímero de polipropileno (PPH-2) es conocido en la técnica y está disponible comercialmente, por ejemplo, de Borealis AG.

#### Homopolímero de polipropileno (PPH-3):

El al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-3) tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-15 g/10 min, preferiblemente de 5-10 g/10 min, más preferiblemente de 8 g/10 min; y una rigidez superior a 1300 MPa.

El homopolímero de polipropileno (PPH-3) tiene una temperatura de fusión de al menos 150 °C; preferiblemente de al menos 158 °C, preferiblemente en el intervalo de 158-167 °C, como 162 °C. El homopolímero de polipropileno (PPH-3) puede tener un módulo de flexión medido según la norma ISO 178 de al menos 500 MPa, preferiblemente de al menos 1000 MPa, preferiblemente en el intervalo de 1200-2000 MPa, como 1400 MPa.

Un material preferido para el homopolímero de polipropileno (PPH-3) está disponible comercialmente, entre otros, en Borealis AG (Austria). Materiales alternativos adecuados son homopolímeros de polipropileno de alta cristalinidad como se describen, por ejemplo, en el documento WO 03/031174 A2.

#### Homopolímero de polipropileno (PPH-4):

El al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-4) tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 60-100 g/10 min, preferiblemente, en el intervalo de 70-80 g/10 min, incluso más preferiblemente de 75 g/10 min; y una rigidez superior a 1300 MPa.

El homopolímero de polipropileno (PPH-4) consiste sustancialmente, es decir, más de 99,7 % en peso, aún más preferiblemente al menos 99,8 % en peso, en unidades de propileno, basado en el peso del homopolímero de polipropileno (PPH-4). En una realización preferida, solo las unidades de propileno son detectables en el homopolímero de polipropileno (PPH-4).

Se aprecia que el homopolímero de polipropileno (PPH-4) presenta una baja cantidad de fracción de solubles en xileno en frío (XCS). El homopolímero de polipropileno (PPH-4) puede tener una cantidad de fracción soluble en frío en xileno (XCS) de no más de 4,0 % en peso, preferiblemente de no más del 3,5 % en peso, como en el intervalo de 0,1-4,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 0,1-3,5 % en peso, basado en el peso del homopolímero de polipropileno (PPH-4).

El homopolímero de polipropileno (PPH-4) puede tener una temperatura de desviación térmica (HDT) medida según la norma ISO 75-2 de al menos 50 °C, preferiblemente de al menos 60 °C, más preferiblemente de al menos 75 °C, como en el intervalo de 50-120 °C, preferiblemente en el intervalo de 60-100 °C, más preferiblemente 75-90 °C.

El homopolímero de polipropileno (PPH-4) puede tener una resistencia al impacto Charpy con muesca (NIS) medida según la norma ISO 179-1 eA a 23 °C de al menos 0,5 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente, al menos 0,7 kJ/m<sup>2</sup>, como en el intervalo de 0,5-1,5 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente en el intervalo de 0,7-1,3 kJ/m<sup>2</sup>, como 1,0 kJ/m<sup>2</sup>. El homopolímero de polipropileno (PPH-4) puede tener un módulo de flexión medido según la norma ISO 178 de al menos 500 MPa, preferiblemente de al menos 1000 MPa, como en el intervalo de 500-2500 MPa, preferiblemente en el intervalo de 1000-2000 MPa, como 1500 MPa.

En caso de que el homopolímero de polipropileno (PPH-4) comprenda un agente alfa-nucleante, se aprecia que el homopolímero de polipropileno (PPH-4) puede comprender el agente alfa-nucleante en una cantidad de hasta 5,0 % en peso, basado en el peso del homopolímero de polipropileno (PPH-4), preferiblemente hasta 3000 ppm, como en el intervalo de 1-2000 ppm. Sin embargo, en una realización preferida, el homopolímero de polipropileno (PPH-4) no comprende ningún agente nucleante, es decir, el homopolímero de polipropileno (PPH-4) no está nucleado.

El homopolímero de polipropileno (PPH-4) es conocido en la técnica y está disponible comercialmente en Borealis AG.

#### Mezcla de material reciclado

La presente composición de poliolefina puede comprender 35-55 % en peso, preferiblemente 40-50 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de la mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno que tiene un índice de fluidez  $MFR_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en

el intervalo de 4-50 g/10 min, preferiblemente, de 10-30 g/10 min, más preferiblemente de 15-22 g/10 min.

La mezcla se obtiene a partir de una corriente de residuos reciclados. La mezcla puede ser residuos reciclados posconsumo o posindustriales, como por ejemplo, de la industria del automóvil o, alternativamente, una combinación de ambos. Se prefiere particularmente que la mezcla consista en residuos posconsumo reciclados y/o residuos posindustriales.

En un aspecto, la mezcla puede ser un material rico en polipropileno (PP) de material plástico reciclado que comprende significativamente más polipropileno que polietileno. Las corrientes de residuos reciclados, que tienen un alto contenido de polipropileno, se pueden obtener, por ejemplo, de la industria del automóvil, particularmente porque algunas piezas de automóviles, como los parachoques, son fuentes de material de polipropileno bastante puro en una corriente de reciclaje o mediante una clasificación mejorada. También pueden obtenerse reciclados ricos en PP a partir de materias primas de bolsas amarillas si se clasifican adecuadamente. El material rico en PP puede obtenerse mediante procesamiento selectivo, desgasificación y filtración y/o por separación según tipo y colores, como clasificación NIR o Raman y clasificación VIS. Puede obtenerse de corrientes de residuos domésticos (es decir, es un producto del reciclaje doméstico), por ejemplo, el sistema de reciclaje de "bolsa amarilla" organizado bajo la denominación "Punto verde", que funciona en algunas partes de Alemania.

Preferiblemente, el material reciclado rico en polipropileno se obtiene a partir de residuos reciclados mediante procesos de reciclaje de plástico conocidos en la técnica. Estos reciclados ricos en PP están disponibles comercialmente, p. ej., de Corepla (Consorcio italiano para la recogida, recuperación, y reciclaje de desechos plásticos de envases), Resource Plastics Corp. (Brampton, ON), Kruschitz GmbH, Plastics and Recycling (AT), Vogt Plastik GmbH (DE), Mtm Plastics GmbH (DE), etc. Los ejemplos no exhaustivos de materiales reciclados ricos en polipropileno incluyen: Dipolen®PP, Purpolen®PP (Mtm Plastics GmbH), MOPRYLENE PC B-420 White, MOPRYLENE PC B 440 (Morssinkhof Plastics, NL), SYSTALEN PP-C24000; Systalen PP-C44000; Systalen 13404 GR 014, Systalen PP-C14900 GR000 (Der grüne Punkt, DE), Vision (Veolia) PPC BC 2006 HS o PP MONO.

Se considera que la presente invención podría ser aplicable a una amplia gama de materiales o composiciones de polipropileno reciclado que tienen un elevado contenido de polipropileno reciclado. El material reciclado con un elevado contenido de polipropileno puede estar en forma de gránulos.

Como se ha mencionado previamente, la composición de poliolefina de conformidad con la presente invención comprende como mezcla una mezcla de polímeros, que comprende a1) polipropileno y a2) polietileno; en donde la relación en peso entre a1) y a2) es de 3:7 a 49,5:1; y en donde la mezcla de polímeros es un material reciclado.

Incluso una realización preferida adicional de la presente invención estipula que la proporción entre polipropileno a1) y polietileno a2) es de 7:1 a 40:1 y preferiblemente de 10:1 a 30:1.

Otra realización preferida de la presente invención estipula que la entalpía de fusión del componente a2) / entalpía de fusión de componente a1) en la composición de poliolefina está en el intervalo de 0,2-2,0 y preferiblemente en el intervalo de 0,25-1,75.

Según una realización, la mezcla de material plástico reciclado comprende una cantidad relativa de unidades derivadas de propileno superior al 50 % en peso, preferiblemente superior al 53 % en peso, más preferiblemente superior al 60 % en peso, más preferiblemente superior al 70 % en peso, más preferiblemente superior al 75 % en peso, más preferiblemente superior al 80 % en peso, aún más preferiblemente superior al 90 % en peso e incluso más preferiblemente superior al 95 % en peso con respecto al peso total de la composición de la mezcla.

Incluso una realización preferida adicional de la presente invención estipula que el contenido de polipropileno a1) en la mezcla está en el intervalo del 75-99 % en peso y preferiblemente en el intervalo del 83-95 % en peso basado en el peso total de la mezcla A). El contenido de polipropileno a1) en la mezcla puede determinarse por espectroscopía FTIR como se describe en la sección experimental. Más preferiblemente, el componente a1) comprende más del 95 % en peso, preferiblemente del 96-99,9 % en peso de polipropileno isotáctico y más preferiblemente consiste en polipropileno isotáctico.

Adicionalmente, la mezcla puede tener una cantidad relativa de unidades derivadas de etileno inferior al 47 % en peso, más preferiblemente inferior al 40 % en peso, más preferiblemente inferior al 30 % en peso, más preferiblemente inferior al 20 % en peso, lo más preferiblemente inferior al 10 % en peso. Habitualmente, la cantidad relativa de unidades derivadas de etileno es más del 5 % en peso con respecto a la mezcla en peso total. Debe entenderse que el etileno presente es preferiblemente etileno derivado de polietileno y copolímeros que contienen etileno.

En otra realización preferida de la presente invención, el contenido de polietileno a2) en la mezcla está en el intervalo de 1-25 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 5-20 % en peso y más preferiblemente en el intervalo de 7-17 % en peso basado en el peso total de la mezcla A). El contenido de polietileno a2) en la mezcla puede determinarse por Crystex como se describe en la sección experimental. Es más, preferiblemente el componente a2) consiste en copolímeros que contienen polietileno y etileno.

El contenido de C2 (SF) de la fracción soluble de la mezcla de reciclado, determinado por espectroscopía FT-IR cuantitativa calibrada por espectroscopia de RMN de  $^{13}\text{C}$ , está en un intervalo del 25-40 % en peso, preferiblemente del 27-35 % en peso, más preferiblemente del 29-34 % en peso.

5

El contenido de C2 (CF) de la fracción cristalina de la mezcla de reciclado, determinado por espectroscopía FT-IR cuantitativa calibrada por espectroscopia de RMN de  $^{13}\text{C}$ , está en un intervalo del 4-20 % en peso, preferiblemente del 5-15 % en peso, más preferiblemente del 8-12 % en peso.

10 La fracción de polietileno del material reciclado puede comprender polietileno reciclado de alta densidad (rHDPE), polietileno reciclado de densidad media (rMDPE), polietileno reciclado de baja densidad (rLDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y sus mezclas. En una determinada realización, el material reciclado es PE de alta densidad con una densidad media mayor que  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , preferiblemente mayor que  $0,9 \text{ g/cm}^3$ , lo más preferiblemente mayor que  $0,91 \text{ g/cm}^3$ .

15

La fracción de polietileno del material reciclado también puede comprender un plastómero. Un plastómero es un material polimérico que combina propiedades similares al caucho con la capacidad de procesamiento del plástico. Los plastómeros importantes son los copolímeros de etileno-alfa-olefina.

20 El plastómero basado en etileno es preferiblemente un copolímero de etileno y una alfa-olefina  $\text{C}_4\text{-C}_8$ . Las alfa-olefinas  $\text{C}_4\text{-C}_8$  adecuadas incluyen 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno, preferiblemente 1-buteno o 1-octeno y más preferiblemente 1-octeno. Preferiblemente, se usan los copolímeros de etileno y 1-octeno. Dichos plastómeros a base de etileno están disponibles comercialmente, es decir, de Borealis AG (AT) con el nombre comercial Queo, de DOW Chemical Corp (EE. UU.) con el nombre comercial Engage o Affinity, o de Mitsui con el nombre comercial Tafmer. De manera alternativa, los plastómeros basados en etileno pueden prepararse mediante procesos conocidos, en un proceso de polimerización de una fase o dos fases, que comprende la polimerización en solución, la polimerización en suspensión, la polimerización en fase gaseosa o combinaciones de las mismas, en presencia de catalizadores adecuados, tales como los catalizadores de óxido de vanadio o los catalizadores de sitio individual, p. ej., los catalizadores de metalloceno o de geometría restringida, conocidos por parte de las personas expertas en la materia. Es posible que el plastómero a base de etileno ya esté contenido en los residuos posconsumo y/o posindustriales que se utilizan para la producción de la mezcla de reciclado. De manera alternativa, es posible que el plastómero a base de etileno se añada a los desechos posconsumo y/o posindustriales durante el proceso de reciclaje de desechos plásticos donde se produce la mezcla de reciclado.

25

30

35 Otra realización preferida de la presente invención estipula que la mezcla de reciclado comprende menos del 5 % en peso, preferiblemente menos del 3 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 2 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de polímeros termoplásticos diferentes de a1) y a2), más preferiblemente menos del 4,0 % en peso PA 6 e inferior al 5 % en peso de poliestireno, aún más preferiblemente la mezcla comprende 0,5-3 % en peso de poliestireno.

40

Según otra realización preferida adicional de la presente invención, la mezcla de reciclado comprende menos del 5 % en peso, preferiblemente menos del 4 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 4 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de talco.

45 En otra realización preferida de la presente invención, la mezcla de reciclado comprende menos del 4 % en peso, preferiblemente menos del 3 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 2 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de creta.

Según otra realización preferida de la presente invención, la mezcla de reciclado comprende menos del 1 % en peso, preferiblemente menos del 0,5 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 1 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de papel.

50

Otra realización preferida adicional de la presente invención estipula que la mezcla de reciclado comprende menos del 1 % en peso, preferiblemente menos del 0,5 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 1 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de madera.

55

En otra realización preferida de la presente invención, la mezcla de reciclado comprende menos del 1 % en peso, preferiblemente menos del 0,5 % en peso y más preferiblemente del 0,01 al 1 % en peso basado en el peso total de la mezcla de reciclado de metal.

60

Según la presente invención, la mezcla de reciclado tiene un contenido de limoneno determinado mediante microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS) de 0,1 ppm a 100 ppm, más preferiblemente de 1 ppm a 50 ppm, lo más preferiblemente de 2 ppm a 35 ppm. El limoneno se encuentra convencionalmente en materiales poliolefinicos reciclados y procede de aplicaciones de envasado en el campo de los cosméticos, detergentes, champús y productos similares. Por lo tanto, la mezcla de reciclado contiene limoneno, cuando la mezcla de reciclado contiene material que se origina a partir de dichos tipos de corrientes de desechos domésticos.

65

El contenido de ácidos grasos es otra indicación más del origen de reciclaje de la mezcla de reciclado. Sin embargo, en algunos casos, el contenido de ácidos grasos puede estar por debajo del límite de detección debido a tratamientos específicos en el proceso de reciclaje. Según la presente invención, la mezcla de reciclado tiene preferiblemente un contenido de ácidos grasos determinado usando microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS) de 1 ppm a 200 ppm, preferiblemente de 1 ppm a 150 ppm, más preferiblemente de 2 ppm a 100 ppm, lo más preferiblemente de 3 ppm a 80 ppm.

En un aspecto preferido, la mezcla de reciclado (i) contiene menos del 5 % en peso, preferiblemente menos del 1,5 % en peso de poliestireno; y/o (ii) contiene menos del 3,5 % en peso, preferiblemente menos del 1 % en peso de talco; y/o (iii) contiene menos del 1,0 % en peso, preferiblemente menos del 0,5 % en peso de poliamida.

Debido al origen de reciclaje, la mezcla también puede contener: cargas orgánicas y/o cargas inorgánicas y/o aditivos en cantidades de hasta el 10 % en peso, preferiblemente el 3 % en peso con respecto al peso de la mezcla.

Así, en una realización de la presente composición de poliolefina, la mezcla de material plástico reciclado comprende

- A-1) un contenido de polipropileno del 50-99 % en peso,
- A-2) un contenido de polietileno del 1-40 % en peso,
- A-3) 0-5,0 % en peso de poliestireno y/o copolímeros tales como ABS,
- A-4) 0-3,0 % en peso de estabilizadores,
- A-5) 0-4,0 % en peso de poliamida-6,
- A-6) 0-3,0 % en peso de talco,
- A-7) 0-3,0 % en peso de creta,
- A-8) 0-1,0 % en peso de papel,
- A-9) 0-1,0 % en peso de madera,
- A-10) 0 a 0,5 % en peso de metal,
- A-11) 0,1 ppm-100 ppm de limoneno determinado mediante microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS), y
- A-12) 0-200 ppm de contenido total de ácidos grasos determinado mediante microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS)

en donde todas las cantidades se dan con respecto al peso total de la mezcla de reciclado.

Como se indicó anteriormente, la mezcla de reciclado puede incluir uno o más componentes adicionales, seleccionados entre:

- A-4) hasta 3,0 % en peso de estabilizadores, preferiblemente hasta 2,0 % en peso de estabilizadores,
- A-5) hasta 4,0 % en peso de poliamida-6, preferiblemente hasta 2,0 % en peso de poliamida-6,
- A-6) hasta 3,0 % en peso de talco, preferiblemente hasta 1,0 % en peso de talco,
- A-7) hasta 3,0 % en peso de creta, preferiblemente hasta 1,0 % en peso de creta,
- A-8) hasta 1,0 % en peso de papel, preferiblemente hasta 0,5 % en peso de papel,
- A-9) hasta 1,0 % en peso de madera, preferiblemente hasta 0,5 % en peso de madera, y
- A-10) hasta 0,5 % en peso de metal, preferiblemente hasta 0,1 % en peso de metal,

basado en el peso total de la mezcla de reciclado.

En una realización, la mezcla de material plástico reciclado puede tener un índice de fluidez (ISO 1133, 2,16 kg, 230 °C) en el intervalo de 4 a 20 g/10 min, preferiblemente de 5 a 15 g/10 min, más preferiblemente de 6 a 12 g/10 min.

Según otra realización, la mezcla de material plástico reciclado puede tener un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (ISO 1133, 230 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 16 a 50 g/10 min y preferiblemente en el intervalo de 18 a 22 g/10 min.

Según otra realización más, la mezcla de material plástico reciclado puede tener un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (ISO 1133, 230 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 5 a 100 g/10 min, preferiblemente de 10 a 80 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de 15 a 50 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 20 a 50 g/10 min o de 20 a 30 g/10 min o de 20 a 25 g/10 min.

En una realización preferida adicional de la presente invención, la resistencia al impacto Charpy con muesca medida según la norma ISO 179-1eA a 23 °C de la mezcla de reciclado es superior a 3,0 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente en el intervalo de 4,0 a 8,0 kJ/m<sup>2</sup> y más preferiblemente en el intervalo de 5,0 a 6,0 kJ/m<sup>2</sup>.

Una realización preferida adicional de la presente invención estipula que el módulo de tracción medido según la norma ISO527-2 de la mezcla de reciclado A está en el intervalo de 800 a 1500 MPa y preferiblemente en el intervalo de 1100 a 1400 MPa.

### Material de carga en partículas

Diferentes materiales en partículas, tales como talco o creta, pueden usarse como carga, siendo el talco el más preferido.

- 5 En una realización, la presente composición de poliolefina comprende el 30-50 % en peso, preferiblemente el 35-45 % en peso, más preferiblemente el 38-40 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de talco.

El talco comprende partículas con un tamaño  $d_{50}$  de 2,5-5  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 3,0-4,5  $\mu\text{m}$ , más preferiblemente de 3,5-4,0  $\mu\text{m}$ . En una realización preferida se utiliza talco 1 que es un talco micronizado fino con tamaño de partícula  $d_{50}$  de aproximadamente 3,5-5,0  $\mu\text{m}$ . En otra realización preferida se utiliza talco 2 que es un talco micronizado fino con tamaño de partícula  $d_{50}$  de aproximadamente 2,9-4,1  $\mu\text{m}$ . El diámetro del talco disponible comercialmente se mide normalmente mediante el método Sedigraph. El talco está disponible comercialmente en proveedores conocidos tales como Imerys.

- 15 En lo sucesivo, se describen realizaciones más específicas de la presente composición.

En una primera realización se proporciona una composición de poliolefina que comprende

- 20 a) 20-30 % en peso, en particular 25 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-1), que tiene un índice de fluidez  $\text{MFR}_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-10 g/10 min, preferiblemente de 5-8 g/10 min, más preferiblemente de 6-7 g/10 min;
- b) 25-35 % en peso, en particular 30 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de la mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno;
- 25 c) 30-50 % en peso, en particular 40 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos un talco, y opcionalmente otros aditivos, en donde la suma de todos los ingredientes alcanza siempre el 100 % en peso.

Tal primera composición de poliolefina puede tener

- 30 - un índice de fluidez  $\text{MFR}_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 2-10 g/10 min; preferiblemente, en el intervalo de 3-7 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 4-5 g/10 min;
- un módulo de tracción (ISO 527-2) de al menos 3 GPa, preferiblemente de al menos 3,5 GPa, preferiblemente de al menos 4 GPa, y
- 35 - una resistencia al impacto (Charpy 1eA +23 °C) de al menos 1 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 2 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 2,4 kJ/m<sup>2</sup>.

En una segunda realización se proporciona una composición de poliolefina que comprende

- 40 a) 5-30 % en peso, en particular 5-20 % en peso, más en particular 5-15 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-2) que tiene un índice de fluidez  $\text{MFR}_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 10 a 30 g/10 min, preferiblemente de 15 a 25 g/10 min, más preferiblemente de 20 g/10 min
- b) 30-50 % en peso, en particular 40-50 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de la mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno;
- 45 c) 30-50 % en peso, en particular 40 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos una carga en partículas, en particular talco y, opcionalmente, otros aditivos, en donde la suma de todos los ingredientes alcanza siempre el 100 % en peso.

- 50 Tal segunda composición de poliolefina puede tener

- un índice de fluidez  $\text{MFR}_2$  (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-15 g/10 min; preferiblemente, en el intervalo de 6-12 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 7-10 g/10 min;
- un módulo de tracción (ISO 527-2) de al menos 3 GPa, preferiblemente de al menos 3,5 GPa, preferiblemente de al menos 4 GPa, y
- 55 - una resistencia al impacto (Charpy 1eA +23 °C) de al menos 1 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 1,5 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 2,0 kJ/m<sup>2</sup>.

La presente composición de poliolefina está preferiblemente libre de fibras de vidrio y agentes de acoplamiento.

- 60 Sin embargo, se pueden añadir otros aditivos.

### Aditivos

- 65 En una realización, la composición de poliolefina puede comprender al menos un agente de dosificación para aceptar cargas/pigmentos durante la extrusión. El al menos un agente de dosificación puede ser un homopolímero de

polipropileno con índices de fluidez MFR2 entre 1 y 5 g/10 min, preferiblemente entre 2 y 3 g/10 min y una densidad entre 800 y 100 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente entre 900 y 950 kg/m<sup>3</sup>. Un polímero de este tipo está disponible comercialmente, por ejemplo, bajo el nombre comercial HC001A-B1 de Borealis AG. La cantidad de agente de dosificación en la composición de poliolefina puede ser del 0,5-2 % en peso, tal como del 0,6-1,5 % en peso, preferiblemente del 0,65-0,8 % en peso.

En otra realización, la composición de poliolefina puede comprender al menos un modificador de impacto. El modificador de impacto puede ser un plastómero y/o un elastómero. Los elastómeros adecuados pueden ser copolímeros de etileno/propileno con diferente relación C2/C3 (elastómeros C2/C3 o C3/C2), copolímeros de etileno/buteno (elastómeros C2/C4), copolímeros de etileno/octeno (elastómeros C2/C8), elastómeros de etileno injertados (tales como elastómeros de etileno injertados con MAH) o copolímeros de bloques C2/C3 y C2/C4, en particular, un elastómero de 1-octeno a base de etileno. El elastómero de 1-octeno a base de etileno puede tener un MFR (190 °C, 2,16 kg) de entre 0,5 y 8 g/10 min, una densidad entre 866-904 kg/m<sup>3</sup>. Un compuesto de este tipo está disponible comercialmente, por ejemplo bajo el nombre comercial Queo 6800.

Ejemplos de otros aditivos para usar en la composición son pigmentos o colorantes (por ejemplo, negro de carbón), estabilizadores (agentes antioxidantes), antiácidos y/o anti-UV, agentes antiestáticos, agentes de nucleación y agentes de utilización (tales como agentes coadyuvantes de procesamiento). Los aditivos preferidos son negro de carbón, al menos un antioxidante y/o al menos un estabilizador UV.

En general, la cantidad de estos aditivos está en el intervalo del 0 a 5,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo del 0,01 al 3,0 % en peso, más preferiblemente del 0,01 al 2,0 % en peso basado en el peso de la composición total.

Ejemplos de antioxidantes que se usan comúnmente en la técnica, son fenoles estéricamente impedidos (tales como n.º CAS 6683-19-8, también vendido como Irganox 1010 FF™ por BASF), antioxidantes a base de fósforo (tales como n.º CAS 31570-04-4, también vendido como Hostanox PAR 24 (FF)™ de Clariant, o Irgafos 168 (FF)™ de BASF), antioxidantes a base de azufre (tales como n.º CAS 693-36-7, vendido como Irganox PS-802 FL™ por BASF), antioxidantes a base de nitrógeno (tales como 4,4'-bis(1,1'-dimetilbencil)difenilamina) o combinaciones de antioxidantes. Los antioxidantes preferidos pueden ser fosfito de Tris (2,4-di-t-butilfenil) y/o el propionato de 3-(3',5'-di-*tert*-butil-4-hidroxifenil)octadecilo.

Los antiácidos también son comúnmente conocidos en la técnica. Algunos ejemplos son los estearatos de calcio, estearatos de sodio, estearatos de zinc, óxidos de magnesio y zinc, hidrotalcita sintética (p. ej., SHT, n.º CAS 11097-59-9), lactatos y lactilatos, así como estearato de calcio (n.º CAS 1592-23-0) y estearato de zinc (n.º CAS 557-05-1).

Los agentes antibloqueo comunes son la sílice natural como la tierra de diatomeas (como CAS No. 60676-86-0 (Superfloss™), n.º CAS 60676-86-0 (Superfloss E™) o n.º CAS 60676-86-0 (Celite 499™)), sílice sintética (tales como n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 7631-86-9, n.º CAS 112926-00-8, n.º CAS 7631-86-9 o n.º CAS 7631-86-9), silicatos (tal como silicato de aluminio (caolín) n.º CAS 1318-74-7, silicato de aluminio y sodio n.º CAS 1344-00-9, caolín calcinado n.º CAS 92704-41-1, silicato de aluminio n.º CAS 1327-36-2 o silicato de calcio n.º CAS 1344-95-2), zeolitas sintéticas (tales como hidrato de aluminosilicato de calcio y sodio n.º CAS 1344-01-0, n.º CAS 1344-01-0 o aluminosilicato de sodio y calcio, hidrato n.º CAS 1344-01-0).

Anti-UV son, por ejemplo, Bis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-sebacato (n.º CAS 52829-07-9, Tinuvin 770); 2-hidroxi-4-n-octoxi-benzofenona (n.º CAS 1843-05-6, Chimassorb 81). Los estabilizadores UV preferidos pueden ser estabilizadores UV de bajo y/o alto peso molecular tales como 3,5-di-t-butil-4-hidroxibenzoato de n-hexadecil, Una mezcla de ésteres de 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidol y ácidos grasos superiores (principalmente ácido esteárico) y/o Poli((6-morfolino-s-triazina-2,4-diil)(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)imino)hexametileno (1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)imino).

Agentes alfanucleantes como el benzoato de sodio (n.º CAS 532-32-1); 1,3:2,4-bis(3,4-dimetilbenciliden)sorbitol (CAS 135861-56-2, Millad 3988). Son agentes antiestáticos adecuados, por ejemplo, ésteres de glicerol (n.º CAS 97593-29-8) o aminas etoxiladas (n.º CAS 71786-60-2 o 61791-31-9) o amidas etoxiladas (n.º CAS 204-393-1). Normalmente estos aditivos se añaden en cantidades de 100-2000 ppm por cada componente individual del polímero.

La composición de poliolefina según la invención se puede utilizar para una amplia gama de aplicaciones en la fabricación de aparatos, en particular electrodomésticos.

Se aprecia que la presente invención también se refiere a un proceso para producir las composiciones de poliolefina como se definen en el presente documento.

El proceso comprende las etapas de

- proporcionar al menos el homopolímero de polipropileno, la mezcla de material plástico reciclado y la carga en partículas, tales como talco, en las cantidades requeridas;

- alimentar/dosificar el al menos un homopolímero de polipropileno, la mezcla de material plástico reciclado y la carga en partículas por separado o como una mezcla en al menos una extrusora,
- fundir la mezcla en al menos una extrusora, y
- opcionalmente peletizar la composición de poliolefina obtenida.

5 En una realización del presente proceso, el al menos un homopolímero de polipropileno y la mezcla de material plástico reciclado se proporcionan en forma granular o en forma de escamas.

10 Así, en una realización del presente proceso todos los ingredientes poliméricos, es decir, homopolímero virgen y reciclado, se proporcionan como gránulos y se pueden dosificar en la extrusora/combinadora por separado. En otra realización, los gránulos de los ingredientes poliméricos se premezclan y se pueden dosificar como una mezcla en la extrusora/combinadora.

15 Los gránulos de reciclado se proporcionan de la siguiente manera: las escamas de reciclado se someten a etapas de procesamiento (purificación por filtración, desgasificación, aditivos) en una extrusora (extrusora de un solo husillo) y finalmente se granulan. Luego, los gránulos de reciclado se introducen en la extrusora/combinadora por separado o junto con el homopolímero virgen, donde se someten a un (segundo) proceso de fusión (lo que puede dañar térmicamente el reciclado).

20 En otra realización del presente proceso, la mezcla de material plástico reciclado se alimenta al menos a una primera extrusora, en particular una extrusora de un solo husillo, se funde y la masa fundida se alimenta posteriormente a al menos una segunda extrusora, en donde el al menos un homopolímero de polipropileno y el material particulado se dosifican en al menos una segunda extrusora. En esta realización el reciclado se funde solo una vez, evitando así daños térmicos al reciclado.

25 En particular, las escamas de reciclado se dosifican en una combinación de extrusora de tornillo simple y doble (en serie). En la extrusora de un solo husillo, las escamas recicladas se purifican (mediante filtración) y, opcionalmente, se les añaden aditivos. Luego, la masa fundida se alimenta directamente a la segunda extrusora/combinadora. A continuación, se dosifican los ingredientes restantes en la combinadora.

### 30 Sección experimental

Los siguientes ejemplos se incluyen para demostrar determinados aspectos y realizaciones de la invención tal como se describe en las reivindicaciones. Los expertos en la materia apreciarán que, sin embargo, la siguiente descripción es solo ilustrativa y no debe tomarse de ninguna manera como una restricción de la invención.

### Métodos de prueba

40 Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican a la **Descripción de la invención** general anterior, así como a los ejemplos a continuación a menos que se defina de otro modo.

#### a) Cantidad de iPP, poliestireno, contenido de etileno (y copolímeros que contienen etileno) y cantidad de poliamida-6 y poliestireno (y copolímeros que los contienen)

45 Para establecer diferentes curvas de calibración para diferentes patrones, se mezclaron iPP y HDPE y iPP, PS y PA6. Para la cuantificación del contenido de los polímeros extraños, los espectros IR se registraron en estado sólido usando un espectrómetro Bruker Vertex 70 FTIR. Las películas se prepararon con un dispositivo de moldeo por compresión a 190 °C con una fuerza de sujeción de 4-6 MPa. El espesor de las películas para los patrones de calibración para iPP y HDPE fue de 300 µm y para la cuantificación del iPP, PS y PA 6, se utilizó un espesor de película de 50-100 µm. La espectroscopia FTIR de transmisión normal se emplea utilizando un intervalo espectral de 4000-400 cm<sup>-1</sup>, una apertura de 6 mm, una resolución espectral de 2 cm<sup>-1</sup>, 16 exploraciones de fondo, 16 exploraciones de espectro, un factor de llenado cero de interferograma de 32 y una fuerte apodización de Norton Beer.

50 Se mide la absorción de la banda a 1167 cm<sup>-1</sup> en iPP y se cuantifica el contenido de iPP según una curva de calibración (absorción/espesor en cm frente al contenido de iPP en % en peso). Se mide la absorción de la banda a 1601 cm<sup>-1</sup> (PS) y 3300 cm<sup>-1</sup> (PA6) y se cuantificó el contenido de PS y PA6 según la curva de calibración (absorción/espesor en cm frente al contenido de PS y PA en % en peso). El contenido de polietileno y copolímeros que contienen etileno se obtiene restando (iPP+PS+PA6) de 100, teniendo en cuenta el contenido de impurezas no poliméricas según se determina en los métodos siguientes. El análisis se realiza como una doble determinación.

60 **b) Las cantidades de talco y creta** se midieron mediante análisis termogravimétrico (TGA); los experimentos se realizaron con un dispositivo Perkin Elmer TGA 8000. Se pusieron aproximadamente 10-20 mg de material en una bandeja de platino. La temperatura se equilibró a 50 °C durante 10 minutos y, a continuación, se aumentó hasta 950 °C en nitrógeno a una velocidad de calentamiento de 20 °C/min. La pérdida de peso entre aprox. 550 °C y 700 °C (WCO<sub>2</sub>) fue asignada al CO<sub>2</sub> que se desprendía de CaCO<sub>3</sub> y, por lo tanto, el contenido de creta se evaluó como:

$$\text{Contenido de creta} = 100/44 \times \text{WCO}_2$$

Posteriormente, la temperatura se disminuyó hasta 300 °C a una velocidad de enfriamiento de 20 °C/min. A continuación, el gas se cambió a oxígeno y la temperatura se elevó nuevamente a 900 °C. La pérdida de peso en esta etapa se asignó al negro de carbón (Wcb). Conociendo el contenido de negro de carbón y de creta, el contenido de cenizas excluyendo la creta y el negro de carbón se calculó como:

$$\text{Contenido de cenizas} = (\text{Residuo de cenizas}) - 56/44 \times \text{WCO}_2 - \text{Wcb}$$

Donde el residuo de cenizas es el % en peso medido a 900 °C en la primera etapa realizada en presencia de nitrógeno. Se estima que el contenido de cenizas es el mismo que el contenido de talco para los reciclados investigados.

### c) Cantidad de papel, madera

El papel y la madera se determinaron mediante métodos de laboratorio convencionales, incluidos molienda, flotación, microscopía y análisis termogravimétrico (TGA) o técnicas de flotación (disolución del polímero y luego determinación gravimétrica del contenido de papel y madera).

**d) Cantidad de metales** se determinó mediante fluorescencia de rayos X (XRF).

**e) La cantidad de limoneno** se determinó por microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS). A continuación, se proporcionan detalles adicionales con respecto a la muestra específica.

**f) Cantidad de ácidos grasos totales**

según se determinó mediante microextracción en fase sólida (HS-SPME-GC-MS).

A continuación, se proporcionan detalles adicionales con respecto a la muestra específica.

**g) Se midieron índices de fluidez** con una carga de 2,16 kg (MFR<sub>2</sub>) a 230 °C o 190 °C como se ha indicado. El índice de fluidez es la cantidad de polímero en gramos que el aparato de prueba normalizado según la norma ISO 1133 extruye en 10 minutos a una temperatura de 230 °C (o 190 °C) bajo una carga de 2,16 kg.

**h) Módulo de tracción, Resistencia a la tracción, Deformación por tracción en el punto de rotura, Deformación por tracción en la resistencia a la tracción, Tensión de tracción en el punto de rotura, Módulo de flexión**

Las mediciones se realizaron después de un tiempo de acondicionamiento de 96 h (a 23 °C al 50 % de humedad relativa) de la muestra de prueba.

El Módulo de tracción se midió según la norma ISO 527-2 (velocidad de la cruceta = 1 mm/min; 23 °C) usando probetas moldeadas por inyección tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de espesor).

La deformación por tracción en el punto de rotura se midió según la norma ISO 527-2 (velocidad de la cruceta = 50 mm/min; 23 °C) usando probetas moldeadas por inyección tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de espesor).

La deformación por tracción en la resistencia a la tracción se determinó según la norma ISO 527-2 con una tasa de elongación de 50 mm/min hasta que la muestra se rompió usando probetas moldeadas por inyección como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de espesor).

La tensión de tracción en el punto de rotura se determinó según la norma ISO 527-2 (velocidad de la cruceta = 50 mm/min) en muestras preparadas a partir de placas moldeadas por compresión que tenían un espesor de muestra de 4 mm.

El módulo de flexión se determina según la norma ISO 178.

**i) Resistencia al impacto** se determinó como resistencia al impacto Charpy según la norma ISO 179-1/1eA +23 °C (con muescas) o según la norma ISO 179-1/1eU +23 °C (sin muescas) en probetas moldeadas por inyección de 80 x 10 x 4 mm preparadas según EN ISO 1873-2. Según esta norma, las muestras se analizan después de 96 horas.

**j) Energía de punción** se determinó según la norma ISO 6603-2, 4,4 m/s, 2 mm, 23 °C.

**k) Solubles en xileno en frío (XCS)** se miden a 25 °C según la norma ISO 16152; primera edición; 01-07-2005.

## I) Análisis de Crystex

### Método de fracciones cristalinas y solubles

Las fracciones cristalina (CF) y soluble (SF) de las composiciones de polipropileno (PP), así como el contenido de comonomero y las viscosidades intrínsecas de las respectivas fracciones, fueron analizadas por CRYSTEX QC, Polymer Char (Valencia, España). Se separaron las fracciones cristalina y amorfa a través de ciclos de temperatura de disolución a 160 °C, cristalización a 40 °C y redisolución en 1,2,4-triclorobenceno (1,2,4-TCB) a 160 °C. La cuantificación de SF y CF y la determinación del contenido de etileno (C2) del copolímero EP original y sus fracciones solubles y cristalinas se logran mediante un detector de infrarrojos (IR4) y un viscosímetro en línea de 2 capilares que se utiliza para la determinación de la viscosidad intrínseca (iV). El detector IR4 es un detector de múltiples longitudes de onda que detecta la absorbancia IR en dos bandas diferentes (CH3 y CH2) para la determinación de la concentración y el contenido de etileno en los copolímeros de etileno-propileno. El detector IR4 está calibrado con una serie de 8 copolímeros EP con un contenido de etileno conocido en el intervalo de 2 % en peso a 69 % en peso (determinado por RMN <sup>13</sup>C) y varias concentraciones entre 2 y 13 mg/ml para cada copolímero EP usado para la calibración.

Se correlacionan las cantidades de Fracción soluble (SF) y Fracción cristalina (CF) a través de calibración SX con respecto a las fracciones de cantidad "Soluble en Frío en Xileno" (XCS) e "Insoluble en Frío en Xileno" (XCI), respectivamente, determinadas según el método gravimétrico convencional según la norma ISO 16152. La calibración XS se logra probando diversos copolímeros EP con contenido de XS en el intervalo del 2-31 % en peso.

La viscosidad intrínseca (iV) del copolímero EP original y sus fracciones soluble y cristalina se determinan con el uso de un viscosímetro de 2 capilares en línea y se correlacionan con las iV correspondientes determinadas por el método estándar en decalina según la ISO 1628. La calibración se logra con diversos copolímeros EP PP con iV = 2-4 dl/g.

Se pesa una muestra de la composición de PP a analizar en concentraciones de 10 mg/ml a 20 mg/ml. Tras el llenado automático del vial con 1,2,4-TCB que contiene 2,6-*terc*-butil-4-metilfenol (BHT) 250 mg/l como antioxidante, la muestra se disuelve a 160 °C hasta lograr la disolución completa, normalmente durante 60 min, con agitación constante de 800 rpm.

Se inyecta un volumen definido de solución de muestra en la columna rellena con un soporte inerte donde tiene lugar la cristalización de la muestra y la separación de la fracción soluble de la parte cristalina. Este proceso se repite dos veces. Durante la primera inyección se mide la muestra completa a alta temperatura, determinándose la iV [dl/g] y el C2 [% en peso] de la composición de PP. Durante la segunda inyección se miden la fracción soluble (a baja temperatura) y la fracción cristalina (a alta temperatura) con el ciclo de cristalización (% en peso de FS, % en peso de C2, iV).

EP significa copolímero de etileno propileno.

PP significa polipropileno.

I) **Viscosidad intrínseca** se mide según la norma DIN ISO 162811, octubre de 1999 (en decalina a 135 °C).

En la Tabla 1 se resumen varios ejemplos (comparativo-CE; inventiva-IE).

Se utilizaron diferentes mezclas A1-A7 de material reciclado. Las mezclas se caracterizan por las siguientes propiedades:

Mezcla A1:  
contenido total de C2 10-15 % en peso, contenido de C2 (CF) 8-12 % en peso, contenido de C2 (SF) 29-32 % en peso, MFR<sub>2</sub> 12-14 g/ 10 min, módulo de tracción 1200-1300 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 5-6 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A2:  
contenido total de C2 6-7 % en peso, contenido de C2 (CF) 4-5 % en peso, contenido de C2 (SF) 29-30 % en peso, MFR<sub>2</sub> 80-85 g/ 10 min, módulo de tracción 1200-1300 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 3-4 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A3:  
contenido total de C2 8-9 % en peso, contenido de C2 (CF) 4-5 % en peso, contenido de C2 (SF) 30-34 % en peso, MFR<sub>2</sub> 32-34 g/ 10 min, módulo de tracción 1300-1400 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 5-6,5 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A4:  
MFR<sub>2</sub> 18-19 g/ 10 min, módulo de tracción 1200-1300 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 5-6 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A5:

contenido total de C2 9-11 % en peso, contenido de C2 (CF) 7-8 % en peso, contenido de C2 (SF) 32-33 % en peso, MFR<sub>2</sub> 24-25 g/ 10 min, módulo de tracción 1300-1400 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 5-6 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A6:

contenido total de C2 7-9 % en peso, contenido de C2 (CF) 5-7 % en peso, contenido de C2 (SF) 29-34 % en peso, MFR<sub>2</sub> 23-25 g/ 10 min, módulo de tracción 1100-1300 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 4-5 KJ/m<sup>2</sup>;

Mezcla A7:

contenido total de C2 7-9 % en peso, contenido de C2 (CF) 5-7,5 % en peso, contenido de C2 (SF) 27-33 % en peso, MFR<sub>2</sub> 15-17 g/ 10 min, módulo de tracción 1200-1300 MPa, Resistencia al impacto (prueba Charpy 23 °C) 5-6 KJ/m<sup>2</sup>;

La Tabla 1 se refiere a composiciones de poliolefina que comprenden:

- Ejemplo comparativo (CE1): un homopolímero de polipropileno (PPH-3, MFR<sub>2</sub> de 8 g/10 min) y cantidades menores de otro homopolímero de polipropileno (PPH-4, MFR<sub>2</sub> de 75 g/10 min);
- Ejemplo de invención (IE1): un homopolímero de polipropileno (PPH-1, MFR<sub>2</sub> de 6,5 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A1);
- Ejemplo de invención (IE2): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A6);
- Ejemplo de invención (IE3): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A1);
- Ejemplo de invención (IE4): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A5);
- Ejemplo de invención (IE5): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A3);
- Ejemplo de invención (IE6): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A7);
- Ejemplo de invención (IE 7): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A2);
- Ejemplo de invención (IE8): un homopolímero de polipropileno (PPH-2, MFR<sub>2</sub> de 20 g/10 min) y una mezcla de material reciclado (Mezcla A4);

Se utilizó talco 2,9 disponible con el nombre comercial Mistron 75-6 A.

Se utilizaron los siguientes aditivos: Antioxidantes: AO1 (IRGAFOS 168FF), AO2 (ARENOX DS), AO3 (Irganox1010FF), Recubrimiento: Araldite GT 7072 (resina epoxi no modificada a base de bisfenol A con una distribución estrecha de pesos moleculares); Pigmento: MB-Black (CBMB-LD-09); Agente de dosificación: HC001A-B1; ; Agentes antiestáticos y antivaho: AA122PWD (Grindsted PS 426), AA120PWD (Dimodan HP).

Como se puede observar en la Tabla 1 reemplazando el compuesto virgen, la composición con un contenido de reciclado entre 30 y 50 % en peso proporciona un nivel comparable de rigidez (compárese con IE1: 4192 MPa) y un aumento de Charpy NIS a temperatura ambiente de 1,6 a 2,4 kJ/m<sup>2</sup>. IE7 contiene 50 % en peso de reciclado y aún tiene una rigidez de 4335 MPa. Todas las composiciones de reciclaje (IE1-IE8) muestran una fluidez mejor o similar en comparación con el compuesto de talco virgen.

Tabla 1: Propiedades de composiciones de poliolefina que comprenden solo homopolímero de polipropileno mezclado con talco (CE1) y que comprenden homopolímero de polipropileno, una mezcla de material reciclado, cada uno mezclado con talco (IE1-IE8)

| Material  | unidad    | EC1  | EI1   | EI2 | EI3 | EI4 | EI5 | EI6 | EI7 | EI8 |
|-----------|-----------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PPH-1     | % en peso |      | 25,45 |     |     |     |     |     |     |     |
| PPH-3     | % en peso | 56,4 |       |     |     |     |     |     |     |     |
| PPH-2     | % en peso |      |       | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 26  | 16  |
| PPH-4     | % en peso | 2    |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Mezcla A1 | % en peso |      | 29,55 |     | 50  |     |     |     |     |     |
| Mezcla A2 | % en peso |      |       |     |     |     |     |     | 30  |     |
| Mezcla A3 | % en peso |      |       |     |     |     | 50  |     |     |     |

## ES 2 968 750 T3

(continuación)

| Material                                | unidad    | EC1           | EI1  | EI2  | EI3  | EI4  | EI5  | EI6  | EI7  | EI8  |
|-----------------------------------------|-----------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mezcla A4                               | % en peso |               |      |      |      |      |      |      |      | 40   |
| Mezcla A5                               | % en peso |               |      |      |      | 50   |      |      |      |      |
| Mezcla A6                               | % en peso |               |      | 50   |      |      |      |      |      |      |
| Mezcla A7                               | % en peso | 0,1           |      |      |      |      |      | 50   |      |      |
| CAC 2.5 /CALCITEC M/5                   | % en peso |               | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| TALC 2.9                                | % en peso | 38,55         | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |
| HC001A-B1                               | % en peso | 0             | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| MB 95-BLACK 7-PE-40                     | % en peso | 1             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| AA1 22PWD                               | % en peso |               | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  |
| AA120PWD                                | % en peso | 0,3           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AO106PWD                                | % en peso | 0,2           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AO1                                     | % en peso | 0,1           | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| AO2                                     | % en peso | 0,4           | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  |
| ARALDITE GT 7072                        | % en peso | 0,95          | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| AO3                                     | % en peso |               | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
| Cantidad total de aditivos, % en peso   |           |               |      | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |
| MFR2 230 °C / 2,16 kg                   | g/10 min  | 6,0 (4,8-7,2) | 5,16 | 7,1  | 6,6  | 9,6  | 6,7  | 7,4  | 12,0 | 6,7  |
| módulo de tracción 23 °C                | MPa       | 4974          | 4192 | 3352 | 3335 | 3952 | 3418 | 3679 | 4335 | 3936 |
| módulo de flexión 23 °C                 | MPa       | 4400          | 4354 | 3657 | 3686 | 3876 | 3870 | 4082 | 4413 | 3958 |
| resistencia al impacto completa/bisagra | kJ/m²     | 1,6           | 2,4  | 1,6  | 2,2  | 1,4  | 1,8  | 1,5  | 1,3  | 1,4  |

## REIVINDICACIONES

### 1. Composición de poliolefina que comprende

- 5 a) 5-30 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos un homopolímero de polipropileno; en donde el al menos un homopolímero de polipropileno se selecciona de un grupo que comprende
- 10 - al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-1) que tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-10 g/10 min, preferiblemente de 5-8 g/10 min, más preferiblemente de 6-7 g/10 min;
- al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-2) que tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 10-30 g/10 min, preferiblemente de 15-25 g/10 min, más preferiblemente de 18-22 g/10 min;
- 15 - al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-3) que tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-15 g/10 min, preferiblemente de 5-10 g/10 min, más preferiblemente de 7-9 g/10 min;
- al menos un homopolímero de polipropileno (PPH-4) que tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 60-100 g/10 min, preferiblemente de 70-80 g/10 min, más preferiblemente de 73-77 g/10 min,
- 20 o de una combinación de los mismos,
- b) 25-60 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de una mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno en una proporción entre 3:7 y 49,5:1, que se recupera de un material plástico residual derivado de desechos posconsumo y/o posindustriales;
- 25 c) 20-50 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de al menos una carga en partículas, en particular talco y, opcionalmente, otros aditivos, en donde la suma de todos los ingredientes siempre alcanza el 100 % en peso,
- 30 en donde la composición de poliolefina se **caracteriza por**
- un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) de al menos 3,5 g/10 min; y
- un módulo de tracción a 23 °C de al menos 3 GPa (ISO 527-2).
- 35 2. Composición de poliolefina según la reivindicación 1, **caracterizada por** un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (2,16 kg, 230 °C, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo entre 4 y 15 g/10 min, preferiblemente entre 5 y 12 g/10 min, más preferiblemente entre 6 y 10 g/10 min.
- 40 3. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por** un módulo de tracción (ISO 527-2) de al menos 3,2 GPa, preferiblemente de al menos 3,5 GPa; más preferiblemente de al menos 4 GPa, en particular en un intervalo entre 3 y 4,5 GPa, más en particular en un intervalo entre 3,3 y 4,2 GPa, incluso más en particular en un intervalo entre 3,4 y 4,0 GPa.
- 45 4. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** una resistencia al impacto (ISO179-1, Charpy 1eA +23 °C) de al menos 1,0 kJ/m<sup>2</sup>, preferiblemente de al menos 1,5 kJ/m<sup>2</sup>, más preferiblemente de al menos 1,8 kJ/m<sup>2</sup>, aún más preferiblemente de al menos 2 kJ/m<sup>2</sup>, en particular en un intervalo entre 1,0 y 3,0 kJ/m<sup>2</sup>, más en particular en un intervalo entre 1,3 y 2,5 kJ/m<sup>2</sup>, incluso más en particular en un intervalo entre 1,5 y 2,0 kJ/m<sup>2</sup>.
- 50 5. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende 6-25 % en peso, preferiblemente 10-20 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) del al menos un homopolímero de polipropileno.
- 55 6. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende 35-55 % en peso, preferiblemente 40-50 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de la mezcla de material plástico reciclado que comprende polipropileno y polietileno y que tiene un índice de fluidez MFR<sub>2</sub> (230 °C, 2,16 kg, medido según la norma ISO 1133) en el intervalo de 5-100 g/10 min, preferiblemente de 10-80 g/10 min, más preferiblemente de 15-50 g/10 min.
- 60 7. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la mezcla de material plástico reciclado comprende al menos el 50 % en peso, preferiblemente al menos el 60 % en peso, más preferiblemente al menos el 70 % en peso, incluso más preferiblemente al menos el 80 % en peso y aún más preferiblemente al menos el 90 % en peso de polipropileno.
- 65 8. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la mezcla de material plástico reciclado comprende menos del 40 % en peso, preferiblemente menos del 30 % en peso, más preferiblemente menos del 20 % en peso, lo más preferiblemente menos del 10 % en peso de polietileno.

9. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende el 30-50 % en peso, preferiblemente el 35-45 % en peso, más preferiblemente el 38-40 % en peso (basado en el peso total de la composición de poliolefina) de talco.
- 5 10. Composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el talco comprende partículas con un tamaño  $d_{50}$  de 2,5-5  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 3,0-4,5  $\mu\text{m}$ , más preferiblemente de 3,5-4,0  $\mu\text{m}$ .
- 10 11. Uso de una composición de poliolefina según una de las reivindicaciones anteriores en la fabricación de aparatos, en particular electrodomésticos.
12. Un artículo que comprende la composición de poliolefina según una de las reivindicaciones 1-10.
- 15 13. Un proceso para preparar una composición de poliolefina según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende las etapas de
- proporcionar el al menos un homopolímero de polipropileno, la mezcla de material plástico reciclado y la carga en partículas en las cantidades requeridas;
  - 20 - alimentar/dosificar el al menos un homopolímero de polipropileno, la mezcla de material plástico reciclado y la carga en partículas por separado o como una mezcla en al menos una extrusora,
  - fundir la mezcla en al menos una extrusora, y
  - opcionalmente peletizar la composición de poliolefina obtenida.
- 25 14. Proceso según la reivindicación 13, **caracterizado por que** la mezcla de material plástico reciclado se alimenta a al menos una primera extrusora, en particular una extrusora de un solo husillo, se funde en la primera extrusora y la masa fundida se alimenta posteriormente al menos a una segunda extrusora, en donde el al menos un homopolímero de polipropileno y la carga en partículas se dosifican en al menos una segunda extrusora.