



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 000**

51 Int. Cl.:
C08J 9/00 (2006.01)
C08L 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08866554 .2**
96 Fecha de presentación : **22.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2231755**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **Espuma elastomérica reticulada basada en PE con elevado contenido en cargas para hacer almohadillas para amortiguación de choques y artículos usados en aplicaciones de suelos y calzados.**

30 Prioridad: **28.12.2007 US 17421**
22.08.2008 US 91169

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.08.2011

73 Titular/es: **DOW GLOBAL TECHNOLOGIES L.L.C.**
2040 Dow Center
Midland, Michigan 48674, US

72 Inventor/es: **Prieto, Miguel, A.;**
Oswald, Katja;
Torres, Enrique y
Allgeuer, Thomas, T.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 000 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

Espuma elastomérica reticulada basada en PE con elevado contenido en cargas para hacer almohadillas para amortiguación de choques y artículos usados en aplicaciones de suelos y calzados.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 Campo de la invención

Las realizaciones descritas en este documento se refieren, en general, a espumas reticuladas adecuadas para uso como una capa de amortiguación de choques. En otro aspecto, las realizaciones descritas en este documento se refieren a espumas reticuladas útiles en calzado, como puede ser una parte de un zapato o una bota, lo que incluye suelas, entresuelas, o un zapato o una bota completa. En otro aspecto, las realizaciones descritas en este documento se refieren a un césped sintético y otras aplicaciones de suelo que incluyen una capa de amortiguación de choques de espuma reticulada, donde la espuma puede incluir hasta 50% de una carga.

Antecedentes

Los artículos de calzado convencionales incluyen dos elementos primarios, una estructura superior y una estructura de suela. La estructura superior provee una cubierta para el pie que recibe y posiciona de modo seguro el pie con respecto a la estructura de suela. Además, la estructura superior puede tener una configuración que protege el calzado y proporciona ventilación, refrigerando así el pie y eliminando la transpiración. La estructura de suela está sujeta a una superficie inferior de la estructura superior y en general está posicionada entre el pie y el suelo. Además de atenuar las fuerzas de reacción del suelo, la estructura de suela puede proveer tracción y controlar los movimientos del pie potencialmente perjudiciales, como pronación excesiva. Por consiguiente, las estructuras superior y de suela operan en conjunto para proveer una estructura confortable adecuada para una amplia variedad de actividades ambulatorias, como caminar y correr. Las características generales y la configuración de las estructuras superior y de suela se analizan en más detalle a continuación.

La estructura superior forma un vacío en el interior del calzado para recibir el pie. El vacío en general tiene la forma del pie, y el acceso al vacío es provisto por una abertura en el tobillo. Por consiguiente, la estructura superior se extiende sobre las áreas del empeine y los dedos del pie, a lo largo de los lados medio lateral del pie, y alrededor del área del talón del pie. Con frecuencia se incorpora un sistema de cordones a la estructura superior para aumentar selectivamente el tamaño de la abertura del tobillo y permitir que el usuario modifique ciertas dimensiones de la estructura superior, particularmente la circunferencia, a fin de acomodar pies de proporciones variables. Asimismo, la estructura superior puede incluir una lengüeta que se extiende debajo del sistema de cordones para potenciar la comodidad del calzado, y la estructura superior puede incluir un contrafuerte del talón para limitar el movimiento del talón.

Se pueden utilizar diversos materiales en la fabricación de la estructura superior. La estructura superior de un artículo de calzado, por ejemplo, se puede formar a partir de múltiples capas de material que incluyen una capa exterior, una capa media y una capa interior. Los materiales que forman la capa exterior de la estructura superior se pueden seleccionar en base a las propiedades de la resistencia al desgaste, flexibilidad y permeabilidad de aire, por ejemplo. Con respecto a la capa exterior, el área de los dedos y el área del talón pueden estar formadas de cuero, cuero sintético, o un material de caucho para impartir un grado relativamente alto de resistencia al desgaste. Los materiales de cuero, cuero sintético y caucho pueden no exhibir el grado deseado de flexibilidad y permeabilidad de aire. Por consiguiente, diversas áreas de la capa exterior de la estructura superior pueden formarse a partir de un textil sintético. La capa exterior de la estructura superior puede formarse, por lo tanto, a partir de numerosos materiales que imparten cada uno diferentes propiedades a áreas específicas de la estructura superior.

Una capa media de la estructura superior puede formarse a partir de un material de espuma polimérica de peso liviano que atenúa las fuerzas de reacción del suelo y protege al pie de los objetos con los que puede entrar en contacto la estructura superior. De modo similar, una capa interior de la estructura superior puede estar formada a partir de un textil con control de humedad que elimina la transpiración del área que rodea inmediatamente al pie. En algunos artículos de calzado atlético, las diversas capas pueden estar unidas mediante un adhesivo, y se pueden utilizar costuras para unir elementos dentro de una sola capa o para reforzar áreas específicas de la estructura superior.

La estructura de suela en general incorpora múltiples capas que convencionalmente se denominan plantilla, entresuela y suela exterior. La plantilla es un miembro delgado que potencia la comodidad, ubicado dentro de la estructura superior y adyacente a la superficie plantar (inferior) del pie para potenciar la comodidad del calzado. La entresuela, tradicionalmente sujeta la estructura superior en toda su longitud, forma la capa media de la estructura de suela y cumple una diversidad de propósitos que incluyen controlar los movimientos del pie y atenuar las fuerzas de reacción del suelo. La suela exterior forma el elemento de contacto con el suelo del calzado y por lo general está confeccionada con un material durable y resistente al desgaste que incluye texturas que mejoran la tracción.

El elemento primario de una entresuela convencional es un material flexible de espuma polimérica, como poliuretano o etilvinilacetato, que se extiende a lo largo de todo el calzado. Las propiedades del material de espuma polimérica en la entresuela dependen principalmente de factores que incluyen la configuración dimensional de la entresuela y las características específicas del material seleccionado para la espuma polimérica, incluyendo la densidad del material de

5

reacción del suelo y las propiedades de absorción de energía pueden alterarse para satisfacer las demandas específicas de la actividad para la que se diseña el calzado.

Diversas espumas son también útiles como una capa amortiguadora de choques en césped sintético. El césped sintético consiste en una multitud de penachos de pasto artificiales que se extienden hacia arriba desde un sustrato laminado. El

10

césped usualmente se coloca sobre una superficie plan preparada para formar un campo de juego con el fin de simular una superficie de juego de césped natural.

Para algunos tipos de juegos, se coloca una almohadilla flexible debajo del césped y sobre la superficie de soporte del suelo firme para proveer un efecto de amortiguación. Además, en algunos casos, se dispone una capa de arena u otro material particulado sobre la superficie superior de la lámina base de la carpeta y alrededor de las hebras. Un ejemplo de

15

este tipo de construcción se muestra en la patente estadounidense No. 4,389,435 emitida el 21 de junio de 1983 para Frederick T. Haas, Jr. Otro ejemplo se muestra en la patente estadounidense No. 4,637,942 emitida el 20 de enero de 1987 para Seymour A. Tomarin.

Además, los ejemplos de céspedes artificiales que se forman con carpeta del tipo pasto sobre una almohadilla flexible se describen en la patente estadounidense No. 3,551,263 emitida el 29 de diciembre de 1970 para Carter et al., la cual describe una almohadilla de espuma poliuretánica, en la patente estadounidense No. 3,332,828 emitida el 25 de julio de 1967 para Faria et al., la cual describe una almohadilla plástica de espuma poliuretánica o plástica o espuma de PVC; en la patente estadounidense No. 4,637,942 emitida el 20 de enero de 1987 para Seymour A. Tomarin que describe una almohadilla de tipo caucho; en la patente estadounidense No. 4,882,208 emitida el 21 de noviembre de 1989 para Hans-Urich Brietschdel, que ilustra una almohadilla de espuma polietilénica de célula cerrada reticulada; en la patente

20

25

estadounidense No. 3,597,297 emitida el 3 de agosto de 1971 para Theodore Buchholz et al., la cual describe una almohadilla poliuretánica que tiene vacíos; y en la patente estadounidense No. 4,505,960 emitida el 19 de marzo de 1985 para James W. Leffingwell, que describe almohadillas amortiguadoras de choque elaboradas a partir de espumas elastoméricas de cloruro de polivinilo, polietileno, poliuretano, polipropileno.

Las capas amortiguadoras de choques pueden, desde ya, utilizarse más extensamente en otras aplicaciones, como en amortiguación de energía en pisos y almohadillas de amortiguación para calzado, por ejemplo. Aún existe la necesidad, por lo tanto, de materiales y métodos mejorados para formar capas amortiguadoras de choques. Todavía existe la necesidad de mejores materiales que puedan utilizarse para formar porciones de un zapato o una bota, incluyendo la suela, entresuela o diversas otras porciones de un calzado.

30

SUMARIO DE LA INVENCION

En un aspecto, las realizaciones descritas en este documento se refieren a espumas reticuladas que tienen altas cargas, que pueden formarse a partir de A) una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de menos de 15 por ciento en moles, o una de sus combinaciones; B) una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084 (Viscosidad Brookfield a 177°C); y C) una carga, donde la espuma reticulada incluye entre 10 y 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso.

35

40

En otros aspectos de las realizaciones descritas en este documento, la espuma reticulada puede incluir opcionalmente uno o más de: D) por lo menos una poliolefina que tiene una cristalinidad mayor que 21 por ciento en peso, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de de vinilacetato de 15 por ciento en moles o más, o una de sus combinaciones; y E) un retardante de calor.

Incluso en otros aspectos, las realizaciones descritas en este documento se refieren a un césped artificial que incluye una almohadilla para choques, o a un zapato, bota o calzado formado a partir de espumas reticuladas que tienen altas cargas, que puede formarse a partir de A) una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato inferior a 15 por ciento en moles, o una de sus combinaciones; B) una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084 (Viscosidad Brookfield a 177°C); y C) una carga, donde la espuma reticulada incluye entre 10 y 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso.

45

50

Otros aspectos de las realizaciones descritas en este documento se refieren a un método para formar una espuma reticulada, donde el método incluye combinar los siguientes ingredientes para formar una composición expansible: A) una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un

contenido de vinilacetato inferior a 15 por ciento en moles, o una de sus combinaciones; B) una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084; C) una carga, donde la espuma reticulada incluye entre 10 y 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso; y D un agente de soplado; reticular por lo menos una porción de los componentes A, B y C; y espumar la composición expansible.

- 5 En otros aspectos del método para formar espumas reticuladas descrito en este documento, la composición expansible puede también incluir E. un retardante de calor; y F. por lo menos una poliolefina que tiene una cristalinidad mayor que 21 por ciento en peso, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de 15 por ciento en moles o más, o una de sus combinaciones; y el método incluye reticular por lo menos una porción de los componentes A, B y F.
- 10 Otros aspectos y ventajas de la invención serán obvios a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones anejas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra un sistema de césped artificial que incorpora espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento como una almohadilla de amortiguación.

- 15 La Figura 2 compara gráficamente los resultados de ensayos de cargas cíclicas para las espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento con los resultados de muestras de espuma comparativas.

La Figura 3 compara gráficamente los resultados de ensayos de cargas cíclicas para las espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento con los resultados de muestras de espuma comparativas.

- 20 La Figura 4 compara gráficamente los resultados de ensayos de cargas cíclicas para las espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento con los resultados de muestras de espuma comparativas.

La Figura 5 compara gráficamente los resultados de ensayos de cargas cíclicas para las espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento con los resultados de muestras de espuma comparativas.

La Figura 6 compara gráficamente los resultados de ensayos de cargas cíclicas para las espumas reticuladas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento con los resultados de muestras de espuma comparativas.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Definiciones generales y métodos de medición:

Los siguientes términos tendrán el significado expuesto para los propósitos de la presente invención:

- 30 "Polímero" significa una sustancia compuesta por moléculas con gran masa molecular que consiste en unidades estructurales repetidas, o monómeros, conectados por enlaces químicos covalentes. El término 'polímero' en general incluye, aunque sin limitarse a ello, homopolímeros, copolímeros como copolímeros de bloque, injerto, aleatorios y alternativos, terpolímeros y sus mezclas y modificaciones. Asimismo, a menos que se limite específicamente a algo distinto, el término 'polímero' incluirá todas las configuraciones geométricas posibles de la estructura molecular. Estas configuraciones incluyen configuraciones isotácticas, sindiotácticas y aleatorias.

- 35 "Interpolímero" significa un polímero preparado por la polimerización de por lo menos dos tipos diferentes de monómeros. El término genérico "interpolímero" incluye el término "copolímero" (que usualmente se emplea para hacer referencia a un polímero preparado a partir de dos monómeros diferentes) como también el término "terpolímero" (que usualmente se emplea para hacer referencia a un polímero preparado a partir de tres tipos de monómeros diferentes). La clase de materiales conocidos como "interpolímeros" también abarca polímeros elaborados polimerizando cuatro o más tipos de monómeros.

- 40 La densidad de las resinas y composiciones se mide de acuerdo con ASTM D792.

La densidad de las espumas se mide de acuerdo con ASTM D3575/W/B.

- 45 El "Índice de fusión (I2)" se determina de acuerdo con ASTM D1238 usando un peso de 2,16 kg a 190°C para polímeros que comprenden etileno como el componente principal en el polímero. El "caudal de fusión" (MFR) se determina de acuerdo con ASTM D1238 usando un peso de 2,16 kg a 230°C para polímeros que comprenden propileno como el componente principal del polímero.

La distribución de peso molecular (MWD) de los polímeros se determina usando cromatografía de permeación de gel (GPC), como en una unidad cromatográfica de alta temperatura Polymer Laboratories PL-GPC-220 equipada con cuatro

columnas de lecho mixto lineal (Polymer Laboratories (tamaño de partícula 20 micrómetros)). La temperatura del horno es 160°C con la zona caliente del automuestreador a 160°C y la zona templada a 145°C. El disolvente es 1,2,4-triclorobenceno que contiene 200 ppm de 2,6-di-t-butil-4-metilfenol. El caudal es 1,0 mililitro/minuto y el tamaño de la inyección es 100 microlitros. Aproximadamente 0,2% en peso de las soluciones de las muestras se preparan por inyección, disolviendo la muestra en nitrógeno 1,2,4-triclorobenceno purgado con nitrógeno que contiene 200 ppm de 2,6-di-t-butil-4-metilfenol durante 2,5 horas a 160°C con agitación moderada.

La determinación del peso molecular se deduce usando diez estándares de poliestireno de distribución de peso molecular angosto (de Polymer Laboratories, EasiCal PS 1 en el intervalo de 580 - 7,500,000 g/mol) junto con sus volúmenes de elución. Los pesos moleculares de polipropileno equivalentes se determinan usando coeficientes Mark-Houwink apropiados para polipropileno (según lo descrito por Th.G. Scholte, N.L.J. Meijerink, H.M. Schoffeleers, y A.M.G. Brands, J. Appl. Polym. Sci., 29, 3763 - 3782 (1984)) y poliestireno (según lo descrito por E. P. Otocka, R. J. Roe, N. Y. Hellman, P. M. Muglia, Macromolecules, 4, 507 (1971)) en la ecuación de Mark-Houwink: $\{N\} = KM^a$ donde $K_{pp} = 1,90E-04$, $a_{pp} = 0,725$ y $K_{ps} = 1,26E-04$, $a_{ps} = 0,702$. La "distribución de peso molecular" o MWD se mide por GPC convencional mediante el procedimiento descrito por Williams, T.; Ward, I. M. Journal of Polymer Science, Polymer Letters Edition (1968), 6(9), 621-624. El coeficiente B es 1. El coeficiente A es 0.4316.

La expresión "resina del tipo alta presión y baja densidad" se define para expresar que el polímero es parcial o totalmente homopolimerizado o copolimerizado en autoclave o reactores tubulares a presiones por encima de 14.500 psi (100 MPa) con el uso de iniciadores de radicales libres, como peróxidos (véase, por ejemplo, el documento US 4,599,392,) e incluye "LDPE" que puede también denominarse "polímero de etileno de alta presión" o "polietileno altamente ramificado". La fracción del detector acumulativa (CDF) de estos materiales es mayor que aproximadamente 0,02 para peso molecular superior a 1000000 g/mol según lo medido usando dispersión de luz. La CDF se puede determinar según lo descrito en el documento WO2005/023912 A2. El material de polietileno de alta presión y baja densidad (LDPE) que se prefiere tiene un índice de fusión MI (I2) inferior a aproximadamente 20, más preferiblemente inferior a aproximadamente 15, lo más preferiblemente inferior a 10, y mayor que 0,1, más preferiblemente mayor que aproximadamente 0,2, lo más preferiblemente mayor que 0,3 g/10min. El LDPE preferido tendrá una densidad de aproximadamente 0,915 g/cm³ a 0,930 g/cm³, prefiriéndose más una densidad de menos de 0,925g/cm³.

"Cristalinidad" significa la dimensión atómica o el orden estructural de una composición polimérica. La cristalinidad con frecuencia se representa por una fracción o porcentaje del volumen del material que es cristalino o como una medida del grado en que los átomos o moléculas se han de disponer en diseño regular, a saber hacia un cristal. La cristalinidad de los polímeros se puede ajustar casi precisamente y sobre un muy amplio rango por tratamiento térmico. Un polímero "cristalino", "semicristalino" posee una transición de primer orden o punto de fusión cristalino (T_m) según lo determinado por calorimetría de barrido diferencial (DSC) o técnica equivalente. El término se puede utilizar de manera intercambiable con el término "semicristalino". El término "amorfo" se refiere a un polímero que carece de un punto de fusión cristalino según lo determinado por calorimetría de barrido diferencial (DSC) o técnica equivalente.

La calorimetría de barrido diferencial (DSC) es una técnica común que se puede utilizar para examinar la fusión y cristalización de polímeros semicristalinos. Los principios generales de las mediciones DSC y las aplicaciones de DSC para estudiar polímeros semicristalinos se describen en textos convencionales (p. ej., E. A. Turi, ed., Thermal Characterization of Polymeric Materials, Academic Press, 1981). DSC es un método adecuado para determinar las características de fusión de un polímero.

El análisis DSC se realiza usando un DSC modelo Q1000 de TA Instruments, Inc. La DSC se calibra mediante el siguiente método. Primero, se obtiene una situación basal pasando la DSC de -90°C a 290°C sin ninguna muestra en el recipiente de aluminio para DSC. Luego se analizan 7 miligramos de una muestra de indio nueva, manteniendo la muestra hasta 180°C, enfriando la muestra hasta 140°C a un índice de refrigeración de 10°C/min y luego manteniendo la muestra isotérmicamente a 140°C durante 1 minuto, calentando después la muestra de 140°C a 180°C a un índice de calentamiento de 10°C/min. Se determinan el calor de fusión y el inicio de la fusión de la muestra de indio y se controla que estén dentro de los 0,5°C a 156,6°C para el inicio de la fusión y dentro de 0,5 J/g a 28,71 J/g para el calor de fusión. Luego se analiza agua desionizada enfriando una pequeña gota de muestra nueva en el recipiente de DSC de 25°C a -30°C a un índice de refrigeración de 10°C/min. La muestra se mantiene isotérmicamente a -30°C durante 2 minutos y se calienta hasta 30°C a un índice de calentamiento de 10°C/min. Se determina el inicio de la fusión y se controla que esté dentro de 0,5°C a 0°C.

Las muestras de polímero se prensan en una película delgada a una temperatura inicial de 190°C (designada como la 'temperatura inicial'). Se pesan aproximadamente 5 a 8 mg de la muestra y se disponen en el recipiente de DSC. Se coloca la tapa en el recipiente para asegurar una atmósfera cerrada. El recipiente de DSC se dispone en la celda de DSC y luego se calienta a un índice de aproximadamente 100°C/min hasta una temperatura (T_0) de aproximadamente 60°C por encima de la temperatura de fusión de la muestra. La muestra se mantiene a esta temperatura durante aproximadamente 3 minutos. Luego se enfría la muestra a un índice de 10°C/min hasta -40°C, y se mantiene de manera

isotérmica a esa temperatura durante 3 minutos. Después la mezcla se calienta a un índice de 10°C/min hasta completar la fusión. Las curvas de entalpía de este experimento se analizan para temperatura de fusión pico, temperaturas de fusión de inicio y pico y temperaturas de cristalización pico, calor de fusión y calor de cristalización y otros análisis DSC de interés.

- 5 Cuando se analiza la cristalinidad de un polímero que contiene cristalinidad de propileno, T_0 es 230°C. T_0 es 190°C en presencia de cristalinidad del polietileno y ausencia de cristalinidad de polipropileno en la muestra.

El porcentaje de cristalinidad en peso se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Cristalinidad (\% en peso)} = \frac{\Delta H}{\Delta H_0} \times 100\%$$

10

de modo tal que el calor de fusión (ΔH) se divide por el calor de fusión para el cristal de polímero perfecto (ΔH_0) y luego se multiplica por 100%. Para cristalinidad de etileno, ΔH_0 se toma como 290 J/g. Por ejemplo, un copolímero etileno-octeno que tras la fusión de su cristalinidad de polietileno se mide que tiene un calor de fusión de 29 J/g; la cristalinidad correspondiente es 10% en peso. Para cristalinidad de propileno, ΔH_0 se toma como 165 J/g. Por ejemplo, un copolímero de propileno-etileno que tras la fusión de su cristalinidad de propileno se mide que tiene un calor de fusión de 20 J/g; la cristalinidad correspondiente es 12,1% en peso.

15

Espuma

En un aspecto, las realizaciones descritas en la presente invención se refieren a una espuma termoplástica reticulada. En otro aspecto, las realizaciones descritas en la presente invención se refieren a una espuma termoplástica reticulada que tiene una carga relativamente alta. Dichas espumas, debido a una alta carga, son dimensionalmente estables y económicas.

20

Las espumas reticuladas descritas en la presente invención se pueden basar en un sistema elastomérico de poliolefina-poliolefina, como una mezcla de componentes de plastómero y elastómero, tal como copolímeros de alfaolefina, copolímeros en bloque de olefina y terpolímeros de etileno-propileno-dieno. En realizaciones seleccionadas, las mezclas poliméricas utilizadas pueden proveer diversas propiedades mecánicas, como dureza, densidad de espuma, desgarrar, compresión y resistencia a la abrasión y contracción. Los componentes poliméricos mezclados pueden tener similares o distintos índices de fusión, cristalinidad y distribuciones de peso molecular. En algunas realizaciones, un componente polimérico puede tener una baja cristalinidad, como menos de aproximadamente 21%, y un segundo componente polimérico puede tener una cristalinidad mayor, como mayor que aproximadamente 21%.

25

Las espumas reticuladas descritas en este documento pueden también incluir una poliolefina de bajo peso molecular como lubricante. La lubricación provista por dicho componente puede permitir el procesamiento de composiciones que tienen una carga, como hasta aproximadamente 50% en peso de la composición de espuma reticulada.

30

Dichas composiciones anteriormente descritas pueden moldearse por inyección o compresión para formar espumas reticuladas en algunas realizaciones. En otras realizaciones, las espumas reticuladas descritas en este documento pueden formarse por extrusión de láminas con matriz plana. Dichas espumas pueden también retriturarse y/o reciclarse para formar artículos de uso final similar, como calzados o almohadillas de amortiguación.

35

Las composiciones utilizadas para formar las espumas descritas en esta invención pueden contener polímeros semicristalinos y altas cargas, y pueden incluso permitir el procesamiento industrial, como mezclado, moldeo por inyección, moldeo por compresión, etc. Ambas cargas y materiales cristalinos pueden generar calor excesivo durante el procesamiento, debido a las altas temperaturas de fusión o corte. Para reticulación y espumación controladas, se debe evitar la descomposición prematura de agentes de curado y agentes de soplado, como mediante selección apropiada de los agentes de curado y agentes de soplado, y las temperaturas de procesamiento.

40

Asimismo, se ha descubierto que el procesamiento a temperatura superior necesario para componentes de densidad superior y composiciones con alto contenido de carga puede requerir el uso de un retardante de calor, como cuando se usa un sistema de curado de peróxido. El procesamiento más caliente permitido mediante el retardante de calor ofrece la ventaja de reducir los tiempos del ciclo para dichas composiciones y sistemas de peróxido. En algunas realizaciones, los tiempos del ciclo pueden reducirse hasta 40%.

45

Las realizaciones de las espumas reticuladas descritas en este documento pueden ser útiles en sistemas de césped artificial. Otras realizaciones de las espumas reticuladas descritas en esta invención pueden ser útiles en aplicaciones de calzado, como sandalias blandas, sandalias de taco alto, entresuelas, plantillas, suelas exteriores, artículos deportivos,

50

muebles y otras aplicaciones en las que se utilizan espumas. Otras aplicaciones para espumas descritas en la presente invención pueden incluir juguetes, aplicaciones automotrices, cascos, butacas para transporte y estadios, aplicaciones de absorción de sonido, cintas adhesivas, obturadores y selladores.

- 5 Como se mencionó anteriormente, las espumas reticuladas descritas en el presente documento pueden formarse usando diversos componentes, incluyendo varios polímeros termoplásticos, cargas, retardantes de calor, agentes de curado, agentes de soplado y demás. Cada uno de estos se analiza en más detalla a continuación.

Polímero termopolástico

- 10 El polímero termoplástico utilizado para formar las espumas reticuladas descritas en este documento puede variar dependiendo de la aplicación particular y del resultado deseado. En una realización, por ejemplo, el polímero es un polímero de olefina. Como se utiliza en la presente invención, un polímero de olefina en general se refiere a una clase de polímeros formada a partir de monómeros de hidrocarburo que tienen la fórmula general C_nH_{2n} . El polímero de olefina puede estar presente como un copolímero, como un interpolímero, un copolímero de bloque o un interpolímero o copolímero de múltiples bloques.

- 15 En una realización particular, por ejemplo, el polímero de olefina puede comprender un interpolímero de alfaolefina de etileno con por lo menos un comonómero seleccionado entre el grupo que consiste en un dieno C_3 - C_{20} lineal, ramificado o cíclico, o un compuesto de etileno y vinilo, como vinilacetato, y un compuesto representado por la fórmula $H_2C=CHR$ donde R es un grupo alquilo C_1 - C_{20} lineal, ramificado o cíclico o un grupo alquilo cíclico o un grupo arilo C_6 - C_{20} . Los ejemplos de comonómeros incluyen propileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno y 1-dodeceno.

- 20 En otras realizaciones, el polímero puede ser un interpolímero de alfaolefina de propileno con por lo menos un comonómero seleccionado del grupo que consiste en etileno, un dieno C_4 - C_{20} lineal, ramificado o cíclico, y un compuesto representado por la fórmula $H_2C=CHR$ donde R es un grupo alquilo C_1 - C_{20} lineal, ramificado o cíclico o un grupo arilo C_6 - C_{20} . Los ejemplos de comonómeros incluyen etileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno y 1-dodeceno. En algunas realizaciones, el comonómero está presente a aproximadamente 5% en peso hasta aproximadamente 25% en peso del interpolímero. En una realización, se utiliza un interpolímero de propileno-etileno.

- Otros ejemplos de polímeros que se pueden utilizar en la presente invención incluyen homopolímeros y copolímeros (incluyendo elastómeros) de una olefina tal como etileno, propileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno y 1-dodeceno típicamente representados por polietileno, polipropileno, poli-1-buteno, poli-3-metil-1-buteno, poli-3-metil-1-penteno, poli-4-metil-1-penteno, copolímero de etileno-propileno, copolímero de etileno-1-buteno y copolímero propileno-1-buteno; copolímeros (incluyendo elastómeros) de una alfaolefina con un dieno conjugado o no conjugado tal como el típicamente representado por copolímero de etileno-butadieno y copolímero de etileno-etilideno norborneno; y poliolefinas (incluyendo elastómeros) tales como copolímeros de dos o más alfaolefinas con un dieno conjugado o no conjugado típicamente representado por copolímero de etileno-propileno, copolímero de etileno-propileno-diciclopentadieno, copolímero de etileno-propileno-1,5-hexadieno, y copolímero de etileno-propileno-etilideno norborneno; copolímeros de compuesto etileno-vinilo tales como copolímeros de etileno-vinilacetato con comonómeros funcionales de N-metilol, copolímeros de etileno-alcohol vinílico con N-comonómeros funcionales de metilol, copolímero de etileno-cloruro de vinilo, copolímeros de etileno ácido acrílico o etileno-ácido (met)acrílico y copolímeros de etileno-(met)acrilato; copolímeros estirénicos (incluyendo elastómeros) como poliestireno, ABS, copolímero de acrilonitrilo-estireno, copolímero metilestireno-estireno; y copolímeros de bloque de estireno (incluyendo elastómeros) como copolímero de estireno-butadieno y su hidrato, y copolímero tribloque estireno-isopreno-estireno; compuestos de polivinilo tales como cloruro de polivinilo, cloruro de polivinildieno, copolímero de cloruro-cloruro de vinildieno, polimetilacrilato y metacrilato; poliamidas tales como nylon 6, nylon 6,6 y nylon 12; poliésteres termoplásticos tales como polietilentereftalato y polibutiltereftalato; policarbonato, óxido de polifenileno, y similares. Estas resinas pueden utilizarse solas o en combinación de dos o más.

- En realizaciones particulares, se pueden usar polipropileno, polietileno y sus copolímeros y mezclas, como también los terpolímeros de etileno-propileno-dieno. En algunas realizaciones, los polímeros olefínicos incluyen los polímeros homogéneos descritos en la patente estadounidense No. 3,645,992 de Elston; polietileno de alta densidad (HDPE), como se describe en la patente estadounidense No. 4,076,698 para Anderson; polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) heterogéneamente ramificado; polietileno de ultrabaja densidad lineal (ULDPE) heterogéneamente ramificado; copolímeros de etileno/alfaolefina lineales homogéneamente ramificados; polímeros de etileno/alfaolefina sustancialmente lineales homogéneamente ramificados que se pueden preparar, por ejemplo, mediante un proceso descrito en las patentes estadounidenses. Nos. 5,272,236 y 5,278,272; polímeros de etileno/alfaolefina lineales heterogéneamente ramificados, y polímeros y copolímeros de etileno polimerizados de radicales libres, de alta presión, tales como polietileno de baja densidad (LDPE).

En otra realización, los polímeros pueden incluir un copolímero de etileno-ácido carboxílico, tal como copolímeros de etileno-vinilacetato (EVA), como aquellos comercializados con la marca EL VAX (Dupont), copolímeros de etileno-ácido acrílico (EAA) y etileno-ácido metacrílico, como por ejemplo aquellos comercializados con las marcas PRIMACOR™ de Dow Chemical Company, NUCREL™ de DuPont y ESCOR™ de ExxonMobil, y descritos en las patentes estadounidenses Nos. 4,599,392, 4,988,781 y 59,384,373. Los polímeros ilustrativos incluyen polipropileno, (tanto polipropileno modificador de impacto, polipropileno isotáctico como copolímeros de etileno/propileno aleatorios), diversos tipos de polietileno, incluyendo LDPE de radicales libres, de alta presión, LLDPE Ziegler Natta, PE metaloceno, incluyendo mezclas de PE en reactores múltiples ("en reactor") de PE Ziegler-Natta y PE metaloceno, como los productos descritos en las patentes estadounidenses No. 6,545,088, 6,538,070, 6,566,446, 5,844,045, 5,869,575 y 6,448,341. En algunas realizaciones, también pueden ser útiles los polímeros homogéneos tales como los plastómeros y elastómeros de olefina, copolímeros basados en etileno y propileno (por ejemplo, los polímeros comercializados con la marca de The Dow Chemical Company y VISTAMAXX™ de ExxonMobil). Desde ya, las mezclas de polímeros pueden también utilizarse. En algunas realizaciones, las mezclas incluyen dos polímeros Ziegler-Natta distintos. En otras realizaciones, las mezclas pueden incluir mezclas de un polímero Ziegler-Natta y un polímero de metaloceno. Incluso en otras realizaciones, la resina termoplástica utilizada en la presente invención puede ser una mezcla de dos polímeros de metaloceno distintos.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímero de alfaolefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno. El copolímero de etileno y octeno puede utilizarse junto con otro polímero, como copolímero de etileno-ácido acrílico. Cuando están presentes juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno y el copolímero de etileno-ácido acrílico puede estar entre aproximadamente 1:10 y aproximadamente 10:1, tal como entre aproximadamente 3:2 y aproximadamente 2:3. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, puede tener una cristalinidad inferior a aproximadamente 21%, en peso. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede estar entre 5 y 21 por ciento.

En otras realizaciones, los polímeros utilizados en las espumas que se describen en la presente invención pueden tener una cristalinidad superior a aproximadamente 21 por ciento. Por ejemplo, las poliolefinas utilizadas en las composiciones descritas en este documento pueden tener una cristalinidad superior a 21 por ciento en peso hasta aproximadamente 50 por ciento en peso en algunas realizaciones; entre aproximadamente 25 y aproximadamente 40 por ciento en peso en otras realizaciones. En una familia de realizaciones, las composiciones descritas en esta memoria pueden incluir una mezcla de polímeros, donde la mezcla puede incluir un polímero que tiene una cristalinidad de 21 por ciento en peso y un polímero que tiene una cristalinidad mayor que 21 por ciento en peso.

En una realización particular, el polímero puede comprender por lo menos un polietileno de baja densidad (LDPE). El polímero puede comprender LDPE hecho en procedimientos en autoclave o procedimientos tubulares. El LDPE adecuado para esta realización se define en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender por lo menos dos polietilenos de baja densidad. El polímero puede comprender LDPE hecho en procedimientos en autoclave, procedimientos tubulares o sus combinaciones. Los LDPE adecuados para esta realización se definen en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímreo de alfaolefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno. El copolímero de etileno y octeno puede utilizarse junto con otro polímero, como un polietileno de baja densidad (LDPE). Cuando están presentes juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno y el LDPE puede estar comprendida entre aproximadamente 60:40 y aproximadamente 97:3, tal como, entre aproximadamente 80:20 y aproximadamente 96:4. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, puede tener una cristalinidad inferior a aproximadamente 50%, como menos de aproximadamente 25%. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede estar entre 5 y 35 por ciento. En otras realizaciones, la cristalinidad puede oscilar entre 7 y 20 por ciento. Los LDPE adecuados para esta realización se definen en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímero de alfaolefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno. El copolímero de etileno y octeno puede estar presente solo o en combinación con por lo menos otros dos polímeros del grupo: polietileno de baja densidad, polietileno de media densidad y polietileno de alta densidad (HDPE). Cuando están presentes juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno, el LDPE y el HDPE es tal que la composición comprende un componente de 3 a 97% en peso de la composición total y el resto comprende los otros dos componentes. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, puede tener una cristalinidad inferior a aproximadamente 50%, tal como inferior a aproximadamente 25%. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede estar entre 5 y 35 por ciento. En otras realizaciones, la cristalinidad puede estar en el intervalo de 7 a 21 por ciento.

Las realizaciones descritas en este documento pueden también incluir un componente polimérico que puede incluir por lo menos un interpolímreo de olefina de múltiples bloques. Los interpolímeros de olefina de múltiples bloques adecuados

pueden incluir aquellos descritos en la solicitud de patente provisional No. 60/818,911, por ejemplo. La expresión "copolímero de múltiples bloques" se refiere a un polímero que comprende dos o más regiones o segmentos químicamente distintos (denominados "bloques") preferiblemente unidos en un modo lineal, es decir, un polímero que comprende unidades químicamente diferenciadas unidas de extremo a extremo con respecto a la funcionalidad etilénica, en lugar de en modo colgante o injertado. En ciertas realizaciones, los bloques difieren en la cantidad o el tipo de comonómero incorporado allí, la densidad, la cantidad de cristalinidad, el tamaño del cristalito atribuible a un polímero de dicha composición, el tipo o grado de tacticidad (isotáctico o sindiotáctico), regio-regularidad o regio-irregularidad, la cantidad de ramificación, incluyendo ramificación de cadena larga o hiper-ramificación, la homogeneidad, o cualquier otra propiedad físico-química. Los copolímeros de múltiples bloques se caracterizan por distribuciones únicas del índice de polidispersidad (PDI o M_w/M_n), distribución de longitud de bloques y/o distribución del número de bloques debido al proceso único de elaboración de los copolímeros. Más específicamente, cuando se producen en un proceso continuo, las realizaciones de los polímeros pueden poseer un rango PDI de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 8; de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 3,5 en otras realizaciones; de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 2,5 en otras realizaciones; y de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 2,5 o de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 2,1 incluso en otras realizaciones. Cuando se producen en un lote o en un proceso de semi-lote, las realizaciones de los polímeros pueden poseer un PDI en el intervalo de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 2,9; de aproximadamente 1,3 a aproximadamente 2,5 en otras realizaciones; de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 2,0 en otras realizaciones; y de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 1,8 incluso en otras realizaciones.

Un ejemplo del interpolímero de olefina de múltiples bloques es un interpolímero de bloque etileno/ α -olefina. Otro ejemplo del interpolímero de olefina de múltiples bloques es un interpolímero de propileno/ α -olefina. La siguiente descripción se concentra en el interpolímero por tener etileno como el monómero mayoritario, pero se aplica en un modo similar a los interpolímeros de múltiples bloques basados en propileno con respecto a las características del polímero en general.

Los interpolímeros de múltiples bloques de etileno/ α -olefina pueden comprender etileno y uno o más comonómeros de α -olefina copolimerizables en forma polimerizada, caracterizados por múltiples (es decir, dos o más) bloques o segmentos de dos o más unidades de monómeros polimerizadas que difieren en las propiedades físico-químicas (interpolímero de bloque), preferiblemente un interpolímero de múltiples bloques. En algunas realizaciones, el interpolímero de múltiples bloques puede estar representado por la siguiente fórmula:



donde n es por lo menos 1, preferiblemente un entero mayor que 1, tal como 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 o mayor; "A" representa un bloque o segmento duro; y "B" representa n bloque o segmento blando. Preferiblemente, las A y las B están unidas en un modo lineal, no en un modo ramificado o estrella. Segmentos "duros" se refiere a bloques de unidades polimerizadas donde el etileno está presente en una cantidad mayor que 95 por ciento en peso en algunas realizaciones, y en otras realizaciones mayor que 98 por ciento en peso. En otros términos, el contenido de comonómero en los segmentos duros es menor que 5 por ciento en peso en algunas realizaciones, y en otras realizaciones menor que 2 por ciento en peso del peso total de los segmentos duros. En algunas realizaciones, los segmentos duros comprenden todo o prácticamente todo el etileno. Segmentos "blandos", por el contrario, se refiere a bloques de unidades polimerizadas donde el contenido de comonómero es mayor que 5 por ciento en peso del peso total de los segmentos blandos en algunas realizaciones, mayor que 8 por ciento en peso, mayor que 10 por ciento en peso, o mayor que 15 por ciento en peso en diversas otras realizaciones. En algunas realizaciones, el contenido de comonómero en los segmentos blandos puede ser mayor que 20 por ciento en peso, mayor que 25 por ciento en peso, mayor que 30 por ciento en peso, mayor que 35 por ciento en peso, mayor que 40 por ciento en peso, mayor que 45 por ciento en peso, mayor que 50 por ciento en peso, o mayor que 60 por ciento en peso en diversas otras realizaciones.

En algunas realizaciones, los bloques A y bloques B se distribuyen aleatoriamente a lo largo de la cadena polimérica. En otras realizaciones, los copolímeros de bloque no tienen una estructura del siguiente tipo:



En otras realizaciones, los copolímeros de bloque no tienen un tercer bloque. Incluso en otras realizaciones, ni el bloque A ni el bloque B comprenden dos o más segmentos (o sub-bloques), como un segmento de punta.

Los interpolímeros de múltiples bloques pueden caracterizarse por un índice de bloque promedio, ABI, que oscila entre más de cero y aproximadamente 1,0 y una distribución de peso molecular, M_w/M_n , mayor que aproximadamente 1,3. El índice de bloque promedio, ABI, es el promedio en peso del índice de bloque ("BI") para cada una de las fracciones poliméricas obtenidas en TREF preparativo entre 20°C y 110°C, con un incremento de 5°C:

$$ABI = \sum (w_i BI_i)$$

donde BI_i es el índice de bloque para la fracción i^{th} del interpolímero de múltiples bloques obtenido en TREF preparativo, y W_i es el porcentaje en peso de la fracción i^{th} .

- 5 De modo similar, la raíz cuadrada del segundo momento alrededor de la media, en lo sucesivo denominado el índice de bloque promedio en peso del segundo momento, se puede definir de la siguiente manera:

$$BI \text{ promedio en peso del } 2^{\circ} \text{ momento} = \sqrt{\frac{\sum (w_i (BI_i - ABI)^2)}{\frac{(N-1) \sum w_i}{N}}}$$

- 10 Para cada fracción de polímero, BI se define mediante una de las siguientes dos ecuaciones (las cuales dan ambas el mismo valor BI):

$$BI = \frac{1/T_x - 1/T_{x0}}{1/T_A - 1/T_{AB}} \quad \text{o} \quad BI = -\frac{\ln P_x - \ln P_{x0}}{\ln P_A - \ln P_{AB}}$$

- 15 donde T_x es la fracción de elución de elevación de la temperatura analítica (ATREF) de la temperatura de elución para la fracción i^{th} (preferiblemente expresada en Kelvin), P_x es la fracción en moles de etileno para la fracción i^{th} que puede medirse por NMR o IR según se describe a continuación. P_{ab} es la fracción en moles de etileno del interpolímero de etileno/ α -olefina entero (antes de la fracción), que también se puede medir por NMR o IR. T_A y P_A son la temperatura de elución ATREF y la fracción en moles de etileno para los "segmentos duros" puros del interpolímero). Como una
20 aproximación o para los polímeros en los que se desconoce la composición del "segmento duro", los valores T_A y P_A se fijan para aquellos para el homopolímero de polietileno de alta densidad.

T_{ab} es la temperatura de elución ATREF para un copolímero aleatorio de la misma composición (que tiene una fracción en moles de etileno de P_{AB}) y un peso molecular como el interpolímero de múltiples bloques. T_{ab} se puede calcular a partir de la fracción en moles de etileno (medida por NMR) usando la siguiente ecuación:

$$25 \quad \ln P_{AB} = \alpha/T_{AB} + \beta$$

- donde α y β son dos constantes que pueden determinarse por una calibración usando un número de fracciones TREF preparativas bien caracterizadas de un copolímero aleatorio de composición amplia y/o copolímeros de etileno aleatorios bien caracterizados de composición amplia. Se ha de observar que α y β pueden variar de un instrumento a otro. Además, se necesitaría crear una curva de calibración apropiada con la composición polimérica de interés, usando
30 intervalos de peso molecular apropiados y el tipo de comonómero para las fracciones TREF preparativas y/o copolímeros aleatorios utilizados para crear la calibración. Existe un leve efecto de peso molecular. Si la curva de calibración se obtiene de intervalos de peso molecular similares, dicho efecto sería esencialmente insignificante. En algunas realizaciones, los copolímeros de etileno aleatorios y/o las fracciones TREF preparativas de copolímeros aleatorios satisfacen la siguiente relación:

$$35 \quad \ln P = -237,83/T_{ATREF} + 0,639$$

- La ecuación de calibración anteriormente expuesta se refiere a la fracción en moles de etileno, P , a la temperatura de elución TREF analítica, T_{ATREF} , para copolímeros aleatorios de composición amplia y/o fracciones TREF preparativas de copolímeros aleatorios de composición amplia. T_{x0} es la temperatura ATREF para un copolímero aleatorio de la misma composición y que tiene una fracción en moles de etileno de P_x . T_{x0} se puede calcular a partir de $\ln P_x = \alpha/T_{x0} + \beta$. De
40 manera inversa, P_{x0} es la fracción en moles de etileno para un copolímero aleatorio de la misma composición y que tiene una temperatura ATREF de T_x , que se puede calcular a partir de $\ln P_{x0} = \alpha/T_x + \beta$.

- Una vez que se obtiene el índice de bloque (BI) para cada fracción TREF preparativa, se puede calcular el índice de bloque promedio en peso, ABI , para todo el polímero. En algunas realizaciones, ABI es mayor que cero pero menor que aproximadamente 0,4 o entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,3. En otras realizaciones, ABI es mayor que
45 aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 1,0. Preferiblemente, ABI debe estar en el intervalo de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,7, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,7, o de aproximadamente

0,6 a aproximadamente 0,9. En algunas realizaciones, ABI está en el intervalo de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,9, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,8, o de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,7, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,6, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,5, o de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,4. En otras realizaciones, ABI está en el intervalo de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,0, o de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,0, o de aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,0.

Otra característica del interpolímero de múltiples bloques es que el interpolímero puede comprender por lo menos una fracción polimérica que puede obtenerse por TREF preparativa, donde la fracción tiene un índice de bloque mayor que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 1,0 y el polímero tiene una distribución de peso molecular, M_w/M_n , mayor que aproximadamente 1,3. En algunas realizaciones, la fracción de polímero tiene un índice de bloque mayor que aproximadamente 0,6 y hasta aproximadamente 1,0, mayor que aproximadamente 0,7 y hasta aproximadamente 1,0, mayor que aproximadamente 0,8 y hasta aproximadamente 1,0, o mayor que aproximadamente 0,9 y hasta aproximadamente 1,0. En otras realizaciones, la fracción de polímero tiene un índice de bloque mayor que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 1,0, mayor que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 1,0, mayor que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente 1,0, mayor que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 1,0. Incluso en otras realizaciones, la fracción de polímero tiene un índice de bloque mayor que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 0,5, mayor que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 0,5, mayor que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente 0,5, o mayor que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 0,5. Incluso en otras realizaciones, la fracción polimérica tiene un índice de bloque mayor que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 0,9, mayor que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente 0,8, mayor que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 0,7, o mayor que aproximadamente 0,5 y hasta aproximadamente 0,6.

Los interpolímeros de múltiples bloques de α -olefina utilizados en las realizaciones de la invención pueden ser interpolímeros de etileno con por lo menos una α -olefina C_3 - C_{20} . Los interpolímeros pueden además comprender diolefina C_4 - C_{18} y/o alqueniobenceno. Los comonómeros insaturados adecuados útiles para polimerizar con etileno incluyen, por ejemplo, monómeros etilénicamente insaturados, monómeros, dienos conjugados o no conjugados, polienos, alqueniobencenos. Los ejemplos de dichos comonómeros incluyen α -olefinas C_3 - C_{20} tales como propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno y 1-deceno. Se prefieren especialmente 1-buteno y 1-octeno. Otros monómeros adecuados incluyen estireno, estirenos halo- o alquil-sustituídos, vinilbenzociclobutano, 1,4-hexadieno, 1,7-octadieno y nafténicos (como ciclopenteno, ciclohexeno y cicloocteno, por ejemplo).

Los interpolímeros de múltiples bloques descritos en la presente memoria pueden diferenciarse de los copolímeros aleatorios convencionales, mezclas físicas de polímeros y copolímeros de bloque preparados por adición de monómero secuencial, catalizadores de flujo y técnicas de polimerización aniónica y catiónica viva. En particular, en comparación con un copolímero aleatorio de los mismos monómeros y contenido de monómero a cristalinidad o módulo equivalente, los interpolímeros tienen mejor (más alta) resistencia al calor según lo medido por el punto de fusión, temperatura de penetración TMA más alta, mayor resistencia a la tracción a alta temperatura y/o mayor módulo de esfuerzo a alta temperatura según lo determinado por el análisis mecánico dinámico. Las propiedades de llenado pueden beneficiarse con el uso de las realizaciones de interpolímeros de múltiples bloques, en comparación con un copolímero aleatorio que contiene los mismos monómeros y el mismo contenido de monómero, los interpolímeros de múltiples bloques tienen propiedades de compresión inferiores, particularmente a temperaturas elevadas, menor relajación de esfuerzo, mayor resistencia a la deformación, mayor resistencia al desgarre, mayor resistencia al bloqueo, estructuración más rápida debido a la mayor temperatura de cristalización (solidificación), mayor recuperación (particularmente a temperaturas elevadas), mejor resistencia a la abrasión, mayor fuerza reactiva y mejor aceptación de aceite y carga.

Otros interpolímeros de olefina incluyen polímeros que comprenden monómeros aromáticos de monovinilideno incluyendo estireno, o-metilestireno, p-metilestireno, t-butilestireno. En particular, se pueden utilizar interpolímeros que comprenden etileno y estireno. En otras realizaciones, los copolímeros que comprenden etileno, estireno y una α olefina C_3 - C_{20} , opcionalmente que comprenden un dieno C_4 - C_{20} , se pueden utilizar.

Los monómeros de dieno no conjugados pueden incluir dieno hidrocarbonado de cadena recta, ramificada o cíclico que tiene entre 6 y 15 átomos de carbono. Los ejemplos de dienos no conjugados adecuados incluyen, aunque sin limitarse a ello, dienos acíclicos de cadena recta, como 1,4-hexadieno, 1,6-octadieno, 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, dienos acíclicos de cadena ramificada, como 5-metil-1,4-hexadieno; 3,7-dimetil-1,6-octadieno; 3,7-dimetil-1,7-octadieno e isómeros mixtos de dihidromiriceno y dihidrocineno, dienos de anillo alicíclico, tales como 1,3-ciclopentadieno; 1,4-ciclohexadieno; 1,5-ciclooctadieno y 1,5-ciclododecadieno, y dienos de múltiples anillos alicíclicos condensados y de anillo puente, como tetrahidroindeno, metil tetrahidroindeno, dicitopentadieno, biciclo-(2,2,1)-hepta-2,5-dieno; alqueniolo, alquilideno, cicloalqueniolo y cicloalquilideno norbornenos, tales como 5-metilen-2-norborneno (MNB); 5-propenil-2-

norborneno, 5-isopropiliden-2-norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno, 5-ciclohexilidien-2-norborneno, 5-vinil-2-norborneno y norbornadieno. De los dienos típicamente utilizados para preparar EPDM, los dienos particularmente preferidos son 1,4-hexadieno (HD), 5-etiliden-2-norborneno (ENB), 5-viniliden-2-norborneno (VNB), 5-metilen-2-norborneno (MNB) y dicitopentadieno (DCPD).

- 5 Una clase de polímeros deseada que se puede utilizar de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento incluye interpolímeros elastoméricos de una α -olefina C_3 - C_{20} de etileno, especialmente propileno y opcionalmente uno o más monómeros de dieno. Las α -olefinas preferidas para uso en esta realización se designan con la fórmula $CH_2=CHR^*$, en la que R^* es un grupo alquilo lineal o ramificado de 1 a 12 átomos de carbono. Los ejemplos de α -olefinas adecuadas incluyen, aunque sin limitarse a ello, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno y 1-octeno.
- 10 Una α -olefina particularmente preferida es propileno. Los polímeros a base de propileno en general se denominan en la técnica polímeros EP o EPDM. Los dienos adecuados para preparar dichos polímeros, especialmente polímeros de tipo EPDM de múltiples bloques, incluyen dienos cíclicos o policíclicos de cadena lineal o ramificada, conjugados o no conjugados que comprenden entre 4 y 20 carbonos. Los dienos preferidos incluyen 1,4-pentadieno, 1,4-hexadieno, 5-etilideno-2-norborneno, dicitopentadieno, ciclohexadieno y 5-butilideno-2-norborneno. Un dieno particularmente
- 15 preferido es 5-etilideno-2-norborneno.

Los polímeros (homopolímeros, copolímeros, interpolímeros e interpolímeros de múltiples bloques) descritos en esta memoria pueden tener un índice de fusión, I_2 , de 0,01 a 2000 g/10 minutos en algunas realizaciones; de 0,01 a 1000 g/10 minutos en otras realizaciones; de 0,01 a 500 g/10 minutos en otras realizaciones; y de 0,01 a 100 g/10 minutos incluso en otras realizaciones. En determinadas realizaciones, los polímeros pueden tener un índice de fusión, I_2 , de 0,01 a 10 g/10 minutos, de 0,5 a 50 g/10 minutos, de 1 a 30 g/10 minutos, de 1 a 6 g/10 minutos o de 0,3 a 10 g/10 minutos. En ciertas realizaciones, el índice de fusión para los polímeros puede ser aproximadamente 1g/10 minutos, 3 g/10 minutos o 5 g/10 minutos. En otras realizaciones, los polímeros pueden tener un índice de fusión mayor que 20 dg/min; mayor que 40 dg/min en otras realizaciones; y mayor que 60 dg/min incluso en otras realizaciones.

20 Los polímeros descritos en este documento pueden tener pesos moleculares, M_w , de 1000 g/mol a 5.000.000 g/mol en algunas realizaciones; de 1000 g/mol a 1.000.000 en otras realizaciones; de 10.000 g/mol a 500.000 g/mol en otras realizaciones; y de 10.000 g/mol a 300.000 g/mol incluso en otras realizaciones. La densidad de los polímeros descritos en la presente invención puede estar comprendida entre 0,80 y 0,99 g/cm³ en algunas realizaciones; para los polímeros que contienen etileno entre 0,85 g/cm³ y 0,97 g/cm³; y en algunas realizaciones entre 0,87 g/cm³ y 0,94 g/cm³.

30 En algunas realizaciones, los polímeros descritos en la presente invención pueden tener una resistencia a la tracción por encima de 10 MPa; una resistencia a la tracción ≥ 11 MPa en otras realizaciones; y una resistencia a la tracción ≥ 13 MPa incluso en otras realizaciones. En algunas realizaciones, los polímeros descritos en esta memoria pueden tener una elongación al quiebre de por lo menos 600 por ciento a un índice de separación de cruceta de 11 cm/minuto; por lo menos 700 por ciento en otras realizaciones; por lo menos 800 por ciento en otras realizaciones; y por lo menos 900 por ciento incluso en otras realizaciones.

35 En algunas realizaciones, los polímeros descritos en este documento pueden tener una relación del módulo de almacenamiento, $G'(25^\circ C)/G'(100^\circ C)$, de 1 a 50; de 1 a 20 en otras realizaciones; y de 1 a 10 incluso en otras realizaciones. En algunas realizaciones, los polímeros pueden tener una compresión a 70°C inferior a 80 por ciento; inferior a 70 por ciento en otras realizaciones; inferior a 60 por ciento en otras realizaciones; e inferior a 50 por ciento, inferior a 40 por ciento, incluso hasta una compresión de 0 por ciento en otras realizaciones.

40 En algunas realizaciones, los interpolímeros de etileno/ α -olefina pueden tener un calor de fusión de menos de 85 J/g. En otras realizaciones, el interpolímero de etileno/ α -olefina puede tener una resistencia al bloqueo de granulación igual o inferior a 100 libras/pie (4800 Pa); igual o inferior a 50 libras/pie² (2400 Pa) en otras realizaciones; igual o inferior a 5 libras/pie² (240 Pa), y tano solo 0 libras/pie² (0 Pa) incluso en otras realizaciones.

45 En algunas realizaciones, los polímeros de bloque elaborados con dos catalizadores que incorporan diferentes cantidades de comonómero pueden tener una relación en peso de los bloques formados en el intervalo de 95:5 a 5:95. Los interpolímeros elastoméricos, en algunas realizaciones, tienen un contenido de etileno de 20 a 90 por ciento, un contenido de dieno de 0,1 a 10 por ciento y un contenido de α -olefina de 10 a 80 por ciento en base al peso total del polímero. En otras realizaciones, los polímeros elastoméricos de múltiples bloques tienen un contenido de etileno de 60 a 90 por ciento, un contenido de dieno de 0,1 a 10 por ciento y un contenido de α -olefina de 10 a 40 por ciento en base al peso total del polímero. En otras realizaciones, el interpolímero puede tener una viscosidad Mooney (ML (1+4) 125°C) en el intervalo de 1 a 250. En otras realizaciones, dichos polímeros pueden tener un contenido de etileno de 65 a 75 por ciento, un contenido de dieno de 0 a 6 por ciento y un contenido de α -olefina de 20 a 35 por ciento.

50 En determinadas realizaciones, el polímero puede ser un copolímero o interpolímero de propileno-etileno que tiene un contenido de etileno entre 5 y 20% en peso y un caudal (230°C con 2,16 kg de peso) de 0,5 a 300 g/10 min. En otras

realizaciones, el copolímero o interpolímero de propileno-etileno puede tener un contenido de etileno entre 9 y 12% en peso y un caudal (230°C con 2,16 kg de peso) de 1 a 100 g/10 min.

En algunas realizaciones particulares, el polímero es un copolímero o interpolímero basado en propileno. En algunas realizaciones, un copolímero o interpolímero de propileno/etileno se caracteriza por tener secuencias de propileno prácticamente isotácticas.

La expresión "secuencias de propileno prácticamente isotácticas" y expresiones similares significan que las secuencias tienen una tríada isotáctica (mm) medida por ^{13}C NMR mayor que aproximadamente 0,85, preferiblemente mayor que aproximadamente 0,90, más preferiblemente mayor que aproximadamente 0,92 y lo más preferiblemente mayor que aproximadamente 0,93. Las tríadas isotácticas se conocen en la técnica y se describen, por ejemplo, en los documentos U.S. Pat. No. 5,504,172 y WO 00/01745, que hacen referencia a la secuencia isotáctica en términos de una unidad de tríada en la cadena molecular del copolímero determinada por espectros ^{13}C NMR. En otras realizaciones particulares, el copolímero de etileno- α -olefina puede consistir en copolímero o interpolímeros etileno-buteno, etileno-hexeno o etileno-octeno. En otras realizaciones particulares, el copolímero de propileno- α -olefina puede ser un copolímero o interpolímero de propileno-etileno o propileno-etileno-buteno.

Los polímeros descritos en este documento (homopolímeros, copolímeros, interpolímeros, interpolímeros de múltiples bloques) se pueden producir usando un catalizador de un único sitio y pueden tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 15.000 a aproximadamente 5 millones, como de aproximadamente 20.000 a aproximadamente 1 millón. La distribución de peso molecular del polímero puede ser de aproximadamente 1,01 a aproximadamente 80, como de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 40, como de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 20.

En algunas realizaciones, el polímero puede tener una dureza Shore A de 30 a 100. En otras realizaciones, el polímero puede tener una dureza Shore A de 40 a 90; de 30 a 80 en otras realizaciones; y de 40 a 75 incluso en otras realizaciones.

Los polímeros, copolímeros, interpolímeros e interpolímeros de múltiples bloques de olefina se pueden funcionalizar incorporando por lo menos un grupo funcional en su estructura polimérica. Los grupos funcionales ilustrativos pueden incluir, por ejemplo, ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados mono y di-funcionales, anhídridos de ácido carboxílico etilénicamente insaturados mono y di-funcionales, sus sales y sus ésteres. Dichos grupos funcionales pueden injertarse a un polímero de olefina, o pueden copolimerizarse con etileno y un comonomero adicional opcional para formar un interpolímero de etileno, el comonomero funcional y opcionalmente otro comonomero(s). Los medios para injertar grupos funcionales en el polietileno se describen, por ejemplo, en las patentes estadounidenses Nos. 4,762,890, 4,927,888 y 4,950,541. Un grupo funcional particularmente útil es el anhídrido maleico.

La cantidad del grupo funcional presente en el polímero funcional puede variar. El grupo funcional puede estar presente en una cantidad de por lo menos aproximadamente 0,1 por ciento en peso en algunas realizaciones; por lo menos 0,5 por ciento en peso en otras realizaciones; 1,0 por ciento en peso en algunas realizaciones; por lo menos aproximadamente 5 por ciento en peso en otras realizaciones; y por lo menos aproximadamente 7 por ciento en peso incluso en otras realizaciones. El grupo funcional puede estar presente en una cantidad inferior a aproximadamente 35 por ciento en peso en algunas realizaciones; inferior a aproximadamente 30 por ciento en peso en otras realizaciones; e inferior a aproximadamente 25 por ciento en peso incluso en otras realizaciones.

Aditivos

Si se desea, se pueden emplear cargas, colorantes, estabilizantes de luz y calor, antioxidantes, depuradores de ácido, retardantes de llama, auxiliares de procesamiento, auxiliares de extrusión y aditivos espumantes en la elaboración de la espuma. La espuma de la invención puede contener materiales de carga en cantidades, dependiendo de la aplicación para la que estén diseñados, en el intervalo de aproximadamente 20-100 por ciento (base seca) del peso del componente polimérico. Estos ingredientes opcionales pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, carbonato de calcio, dióxido de titanio en polvo, partículas de polímero, esferas de vidrio huecas, fibras poliméricas tales como monofilamentos de materia prima a base de poliolefina.

Por ejemplo, los aditivos pueden incluir un agente humectante, retardantes de fuego, tensioactivos, agentes antiestática, agentes antibloqueo, dispersiones a base de cera, pigmentos, agentes neutralizantes, espesantes, compatibilizadores, abrillantadores, modificadores de reología, biocidas, fungicidas, fibras de refuerzo y otros aditivos conocidos por el experto en la técnica. Si bien son opcionales para los propósitos de la presente invención, pueden ser muy ventajosos otros componentes para la estabilidad del producto durante y después del proceso de fabricación.

Los aditivos se pueden incluir en cualquier formulación que comprenda los polímeros, copolímeros, interpolímeros e interpolímeros de múltiples bloques anteriormente descritos. Los aditivos adecuados incluyen cargas, como partículas

orgánicas o inorgánicas, incluyendo arcillas, talco, dióxido de titanio, zeolitas, metales en polvo, fibras orgánicas o inorgánicas, incluyendo fibras de carbón, fibras de nitrato de silicio, malla o alambre de acero, y paquetes de nylon o poliéster, nanopartículas, arcillas, etc; aglutinantes, extendedores de aceite, incluyendo aceites parafínicos o naftalénicos; y otros polímeros naturales y sintéticos, incluyendo otros polímeros de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Las composiciones termoplásticas de acuerdo con otras realizaciones de la presente invención pueden también contener cargas orgánicas o inorgánicas u otros aditivos tales como almidón, talco, carbonato de calcio, fibras poliméricas (incluyendo nylon, rayón, algodón, polyester y poliaramida), fibras metálicas, escamas o partículas, silicatos en capas expansibles, fosfatos o carbonatos, como arcillas, mica, sílice, alúmina, aluminosilicatos o aluminofosfatos, triquitas de carbono, fibras de carbón, nanopartículas incluyendo nanotubos, wollastonita, grafito, zeolitas y cerámicas, como carburo de silicio, nitrato de silicio o titanio. También se pueden emplear agentes de silano u otros agentes de acoplamiento para mejor unión de la carga.

Las espumas, polímeros y composiciones de mezclas poliméricas anteriormente descritos pueden contener aceites de procesamiento, plastificantes y auxiliares de procesamiento. Los aceites de procesamiento de caucho que tienen una designación ASTM determinada y los aceites de procesamiento parafínicos, nafténicos o aromáticos son todos adecuados para usar. En general, se emplean entre 0 y 150 partes, más preferiblemente entre 0 y 100 partes y lo más preferiblemente entre 0 y 50 partes de aceites de procesamiento, plastificantes y/o auxiliares de procesamiento por 100 partes del polímero total. Cantidades mayores de aceite pueden tender a mejorar el procesamiento del producto resultante a expensas de algunas propiedades físicas. Los auxiliares de procesamiento adicionales incluyen ceras convencionales, sales de ácido graso, como estearato de calcio o estereato de zinc, (poly)alcoholes incluyendo glicoles, ésteres (poli)alcohólicos, incluyendo éteres glicólicos, (poli)éteres, incluyendo ésteres (poli)glicólicos, y sales metálicas, especialmente sales de metal o zinc del Grupo 1 ó 2 o sus derivados.

Para aplicaciones TPO, TPV y TPE convencionales, el negro de humo, un aditivo útil para absorción de UV y propiedades estabilizantes. Los ejemplos representativos de negros de humo incluyen ASTM N110, N121, N220, N231, N234, N242, N293, N299, S315, N326, N330, M332, N339, N343, N347, N351, N358, N375, N539, N550, N582, N630, N642, N650, N683, N754, N762, N765, N774, N787, N907, N908, N990 y N991. Estos negros de humo tienen absorciones de yodo en el intervalo de 9 a 145 g/kg y volúmenes de poro promedio de 10 a 150 cm³/100 g. En general, se emplean negros de humo con tamaños de partículas más pequeños en la medida que los costos lo permiten. Para muchas aplicaciones, los presentes polímeros y sus mezclas requieren poco o ningún negro de humo, teniendo así la libertad considerable de incluir pigmentos alternativos o de no incluir ningún pigmento.

Las composiciones, incluyendo las mezclas termoplásticas de acuerdo con las realizaciones descritas en la presente invención pueden también contener anti-ozonos o antioxidantes conocidos por el químico en caucho experto en la materia. Los anti-ozonos pueden ser protectores físicos tales como materiales de cera que vienen a la superficie y protegen la parte del oxígeno u ozono, o pueden ser protectores químicos que reaccionan con oxígeno u ozono. Los protectores químicos adecuados incluyen fenoles estirenados, fenol butilado y octilado, fenol di(dimetilbencil) butilado, p-fenilendiaminas, productos de reacción butilados de p-cresol y dicitopentadieno (DCPD), polifenoles antioxidantes, derivados de hidroquinona, quinolina, antioxidantes de difenileno, antioxidantes de tioéster y sus mezclas. Algunas marcas representativas de dichos productos son antioxidante WINGSTAY™ S, antioxidante POLYSTAY™ 100, antioxidante POLYSTAY™ 100 AZ, antioxidante POLYSTAY™ 200, antioxidante WINGSTAY™ L, antioxidante WINGSTAY™ LHLS, antioxidante WINGSTAY™ K, antioxidante WINGSTAY™ 29, antioxidante WINGSTAY™ SN-1 y antioxidantes IRGANOX™. En algunas aplicaciones, los antioxidantes y anti-ozonos empleados preferiblemente serán antimanchas y no migratorios.

Para proveer estabilidad adicional contra la radiación UV, se pueden utilizar también estabilizadores de luz de amina obstaculizada (HALS) y absorbentes de UV. Los ejemplos adecuados incluyen TINUVIN™ 123, TINUVIN™ 144, TINUVIN™ 622, TINUVIN™ 765, TINUVIN™ 770 y TINUVIN™ 780, disponibles de Ciba Specialty Chemicals, y CHEMISORB™ T944, disponibles de CyteX Plastics, Houston TX, USA. Se puede incluir también un ácido de Lewis con un compuesto HALS con el fin de lograr una calidad de superficie superior, como se describe en la patente estadounidense No. 6,051,681. Otras realizaciones pueden incluir un estabilizador de calor, como IRGANOX™ PS 802 FL, por ejemplo.

Para algunas composiciones, se pueden emplear procesos de mezclado adicionales para predispersar los estabilizadores de calor, antioxidantes, anti-ozonos, negros de humo, absorbentes de UV y/o estabilizadores de luz para formar una partida maestra y posteriormente formar las mezclas poliméricas a partir de allí.

En algunas realizaciones, los aditivos pueden también incluir auxiliares de procesamiento tales como estearatos y ácidos esteáricos, perfumes, inhibidores de algas, agentes antimicrobiológicos y antihongos, retardantes de llamas y retardantes de llamas sin halógeno, como también aditivos de deslizamiento y antibloqueo. Otras realizaciones pueden incluir PDMS para disminuir la resistencia a la abrasión del polímero. La adhesión del polímero puede también mejorar a

través del uso de promotores de adhesión o funcionalización o acoplamiento del polímero con organosilano, policloropreno (neopreno), u otros agentes de injerto.

Agentes de curado

- Los agentes de reticulación adecuados (también denominados agentes de curado o vulcanización) para uso en la presente invención incluyen compuestos a base de silano, a base de azufre, a base de peróxido o a base de fenólico. Los ejemplos de los materiales mencionados se encuentran en la técnica, incluyendo las patentes estadounidenses No: 3,758,643, 3,806,558, 5,051,478, 4,104,210, 4,130,535, 4,202,801, 4,271,049, 4,340,684, 4,250,273, 4,927,882, 4,311,628 y 5,248,729. Un ejemplo de un agente de curado de peróxido es PERKADOX 14-40bd, disponible de Akzo Nobel.
- Cuando se emplean agentes de curado a base de azufre, se pueden usar también aceleradores y activadores de curado. Los aceleradores se utilizan para controlar el tiempo y/o la temperatura requeridos para la vulcanización dinámica y para mejorar las propiedades del artículo reticulado resultante. En una realización, se emplea un solo acelerador o un acelerador primario. El acelerador o acelerador/es primario se puede usar en cantidades totales de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 4, preferiblemente aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,5 phr, en base al peso total de la composición. En otra realización, se podrían utilizar combinaciones de un acelerador primario y un acelerador secundario, donde el acelerador secundario se utiliza en cantidades más pequeñas, como aproximadamente 0,05 a aproximadamente 3 phr, con el fin de activar y mejorar las propiedades del artículo curado. Las combinaciones de aceleradores en general producen artículos que tienen propiedades algo mejores que aquellos producidos con el uso de un solo acelerador. Además, pueden usarse aceleradores de acción demorada que no estén afectados por las temperaturas normales de procesamiento pero que produzcan un curado satisfactorio a temperaturas de vulcanización ordinarias. Los retardantes de vulcanización también pueden emplearse. Los tipos adecuados de aceleradores que se pueden utilizar en la presente invención son aminas, disulfuros, guanidinas, tioureas, tiazoles, tiuramas, sulfenamidas, ditiocarbamatos y xantatos. Preferiblemente, el acelerador primario es una sulfenamida. Si se usa un segundo acelerador, éste es preferiblemente un compuesto guanidina, ditiocarbarnato o tiurama. Pueden también utilizarse ciertos auxiliares de procesamiento y activadores de curado tales como ácido esteárico y ZnO. Cuando se utilizan agentes de curado a base de peróxido, se pueden usar combinados con coactivadores o coagentes. Los coagentes adecuados incluyen triacrilato de trimetilpropano (TMPTA), trimetacrilato de trimetilpropano (TMPTMA), triilil cianurato (TAC), triilil isocianurato (TAIC), entre otros. El uso de reticulantes de peróxido y coagentes opcionales utilizados para vulcanización dinámica parcial o completa se conocen en la técnica y se describen, por ejemplo, en la publicación "Peroxide Vulcanization of Elastomer", Vol. 74, No 3, julio-agosto 2001.

- Cuando la composición de polímero es por lo menos parcialmente reticulada, el grado de reticulación puede medirse disolviendo la composición en un disolvente para duración especificada, y calcular el porcentaje de gel o componente no extraíble. El porcentaje de gel normalmente aumenta con el aumento de los niveles de reticulación. Para artículos curados de acuerdo con las realizaciones de la invención, el porcentaje de contenido de gel está convenientemente en el intervalo de 5 a 100 por ciento en peso, según lo medido usando extractables de xileno; por lo menos 30 por ciento en peso de gel en otras realizaciones; y hasta 90 por ciento en peso de gel incluso en otras realizaciones.

Agente de soplado y aditivos relacionados

- Los agentes de soplado adecuados para uso en la formación de las espumas descritas en este documento pueden ser agentes de soplado físicos, que consisten típicamente en el mismo material que el gas fugitivo, p. ej., CO₂, o un agente de soplado químico, que produce el gas fugitivo. Se puede emplear más de un agente de soplado físico o químico, y los agentes de soplado físicos y químicos se pueden usar juntos.

- Los agentes de soplado físicos útiles en la presente invención incluyen cualquier material atmosférico natural que sea un vapor a la temperatura y presión en que la espuma abandona la matriz. El agente de soplado físico puede introducirse, es decir, inyectarse en el material polimérico, como un gas, un líquido o fluido supercrítico, preferiblemente como un líquido o fluido supercrítico, lo más preferiblemente como un líquido. Los agentes de soplado físicos utilizados dependerán de las propiedades buscadas en los artículos de espuma resultantes. Otros factores que se consideran al elegir un agente de soplado son su toxicidad, perfil de presión de vapor, facilidad de manipuleo y solubilidad con respecto a los materiales poliméricos utilizados. Se prefieren los agentes de soplado no inflamables, no tóxicos, no destructores de la capa de ozono, ya que son más fáciles de usar, p. ej., representan menos problemas ambientales y de seguridad, y en general son menos solubles en polímeros termoplásticos. Los agentes de soplado físicos adecuados incluyen, p. ej., dióxido de carbono, nitrógeno, SF₆, óxido nítrico, fluidos perfluorados como C₂F₆, argón, helio, gases nobles como xenón, aire (mezcla nitrógeno y oxígeno) y mezclas de estos materiales.

- Los agentes de soplado químicos que se pueden utilizar en la presente invención incluyen, por ejemplo, una mezcla de bicarbonato sódico y ácido cítrico, dinitrosopentametilentetramina, hidrazida de p-toluenosulfonilo, hidrazida de 4-4'-oxibis(bencenosulfonilo), azodicarbonamida (1,1'-azobisformamida), semicarbazida de p-toluenosulfonilo semicarbazida,

5-feniltetrazol, análogos de 5-feniltetrazol, diisopropilhidrazodicarboxilato, 5-fenil-3,6-dihidro-1,3,4-oxadiazin-2-ona y borohidruro de sodio. Preferiblemente, los agentes de soplado son, o producen, uno o más gases fugitivos que tienen una presión de vapor superior a 0,689 MPa a 0°C. CELOGEN AZ130 es un agente de soplado químico de azodicarbonamida comercialmente disponible de Uniroyal Chemical Co., Middlebury, CN.

- 5 La cantidad total del agente de soplado utilizada depende de condiciones tales como el proceso de extrusión en el mezclado, el agente de soplado que se utilice, la composición del extrusado y la densidad deseada del artículo espumado. Se define aquí que el extrusado incluye la mezcla de agente de soplado, una resina(s) de poliolefina y cualquier aditivo. Para una espuma que tiene una densidad de aproximadamente 1 a aproximadamente 15 libras/pie³, el extrusado típicamente comprende entre aproximadamente 18 y aproximadamente 1% en peso del agente de soplado.
- 10 En otras realizaciones, se puede utilizar 1% a 10% del agente de soplado.

- El agente de soplado utilizado en la presente invención comprende menos de aproximadamente 99% en mol de isobutano. La mezcla de agente de soplado en general comprende entre aproximadamente 10% mol y aproximadamente 60 ó 75% mol de isopentano. La mezcla de agente de soplado más típicamente comprende entre aproximadamente 15% mol y aproximadamente 40% mol de isopentano. Más específicamente, la mezcla de agente de soplado comprende
- 15 entre aproximadamente 25 ó 30% mol y aproximadamente 40% mol de isobutano. La mezcla de agente de soplado en general comprende por lo menos aproximadamente 15 ó 30% mol de agente(s) de co-soplado. Más específicamente, la mezcla de agente de soplado comprende entre aproximadamente 40 y aproximadamente 85 ó 90% mol de agente(s) de co-soplado. La mezcla de agente de soplado más típicamente comprende entre aproximadamente 60% mol y aproximadamente 70 ó 75 % mol de agente(s) de co-soplado.

- 20 Se puede emplear un agente nucleante o una combinación de dichos agentes en la presente invención para ventajas tales como su capacidad de regular la formación de células y morfología. Un agente nucleante, o un agente de control del tamaño de las células, puede ser cualquier agente(s) nucleante convencional o útil. La cantidad de agente nucleante depende del tamaño de célula deseado, la mezcla de agente de soplado seleccionada y la densidad de espuma deseada. El agente nucleante en general se añade en cantidades comprendidas entre aproximadamente 0,02 y
- 25 aproximadamente 20% en peso de la composición de resina poliolefínica.

- Algunos agentes nucleantes que se contemplan incluyen materiales inorgánicos (en forma de pequeñas partículas), como arcilla, talco, sílice y tierra diatomácea. Otros agentes nucleantes contemplados incluyen agentes nucleantes orgánicos que se descomponen o reaccionan a la temperatura de calentamiento dentro de una extrusora para desprender gases, como dióxido de carbono y/o nitrógeno. Un ejemplo de un agente nucleante orgánico es una
- 30 combinación de una sal de metal alcalino de un ácido policarboxílico con un carbonato o bicarbonato. Algunos ejemplos de sales de metales alcalinos de ácido policarboxílico incluyen, aunque sin limitarse a ello, la sal monosódica de ácido 2,3-dihidroxi-butanodioico (comúnmente denominada tartrato de hidrógeno sódico), la sal monopotásica de ácido butanodioico (comúnmente denominada succinato de hidrógeno de potasio), las sales trisódicas y tripotásicas de ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico (comúnmente denominadas citrato de sodio y potasio, respectivamente), y la sal
- 35 disódica de ácido etanodioico (comúnmente denominada oxalato de sodio), o ácido policarboxílico tal como ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico. Algunos ejemplos de carbonato o bicarbonato incluyen, aunque sin limitarse a ello, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, carbonato de potasio, bicarbonato de potasio y carbonato de calcio.

- Se contempla que las mezclas de diferentes agentes nucleantes pueden añadirse en la presente invención. Algunos de los agentes nucleantes más convenientes incluyen talco, sílice cristalina y una mezcla estequiométrica de ácido cítrico y bicarbonato sódico (donde la mezcla estequiométrica tiene una concentración de 1 a 100 por ciento, donde el vehículo es un polímero tal como polietileno). El talco puede añadirse al vehículo o en forma de polvo.
- 40

- Se pueden emplear agentes de permeación o agentes de control de estabilidad en la presente invención para ayudar a prevenir o inhibir el colapso de la espuma. Los agentes de control de la estabilidad adecuados para uso en la presente invención pueden incluir los ésteres parciales de ácidos grasos de cadena larga con los polioles descritos en la patente estadounidense No. 3,644,230, alquilaminas superiores saturadas, amidas de ácidos grasos superiores saturadas, ésteres completos de ácidos grasos superiores, como aquellos descritos en la patente estadounidense No. 4,214,054, y sus combinaciones descritas en la patente estadounidense No. 5,750,584.
- 45

- Los ésteres parciales de ácidos grasos que pueden ser convenientes como agentes de control de la estabilidad incluyen los miembros de la clase genérica conocida como agentes activos de superficie o tensioactivos. Una clase preferida de tensioactivos incluye un éster parcial de un ácido graso que tiene 12 a 18 átomos de carbono y un poliol que tiene tres a seis grupos hidroxilo. Más preferiblemente, los ésteres parciales de un ácido graso de cadena larga con un componente de poliol del agente de control de la estabilidad son glicerol monoestearato, glicerol diestearato o sus mezclas. Se contempla que pueden emplearse otros agentes de permeación de gas o agentes de control de la estabilidad en la presente invención con el fin de ayudar a prevenir o inhibir el colapso de la espuma.
- 50

- 55 Retardante de calor

Los ejemplos de retardantes de calor que se pueden usar en las realizaciones descritas en este documento incluyen anhídrido maleico, ácido salicílico, bis trietoxi silil etano, N-ciclohexil-2-benzotiazol sulfenamida, hidroquinona monometil éter y otros conocidos en la técnica. Los retardantes de calor disponibles en el mercado pueden incluir H-TEMPO, comercializado por AH Marks, y HP 136, comercializado por Ciba.

5 Espumas elastoméricas

Las láminas de espuma de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento pueden incluir una única capa o múltiples capas, según se desee. Los artículos de espuma pueden producirse en cualquier modo que de como resultado por lo menos una capa de espuma. Las capas de espuma descritas en la presente invención pueden elaborarse con un método de procesamiento fundido presurizado, como un método de extrusión. La extrusora puede ser un sistema en 10 tándem, una extrusora de un solo tornillo, una extrusora de dos tornillos, etc. La extrusora puede estar equipada con matrices anulares de múltiples capas, matrices de película plana y bloques de alimentación, bloques de alimentación de múltiples capas como aquellos descritos en la patente estadounidense No. 4,908,278 (Bland et al.), matrices de múltiples paletas o múltiples boquillas, tal como una matriz de paletas de 3 capas comercializada por Cloeren, Orange, Tex. Una composición espumable puede también elaborarse combinando un agente de soplado químico y un polímero a una 15 temperatura inferior a la temperatura de descomposición del agente de soplado químico, y posteriormente espumarse. En algunas realizaciones, la espuma puede co-extrusarse con una o más capas de barrera.

Un método para producir las espumas descritas en este documento consiste en usar una extrusora, como se mencionó anteriormente. En este caso, se extruye la mezcla espumable (polímero, carga, agente de soplado, según se desee). A medida que la mezcla sale de la matriz de la extrusora y tras exposición a presión reducida, el gas fugitivo se nuclea y 20 forma células dentro del polímero para crear un artículo espumable. El artículo de espuma resultante puede entonces depositarse en un tambor de fundición controlado por temperatura. La velocidad del tambor de fundición (*es decir*, según lo producido por las RPM del tambor) puede afectar el espesor total del artículo de espuma. A medida que aumenta la velocidad del rodillo de fundición puede disminuir el espesor total del artículo de espuma. No obstante, el espesor de la capa de barrera en la salida de la matriz, que es donde tiene lugar la espumación, es la longitud de difusión para el 25 sistema. A medida que el artículo de espuma es estirado e inactivo en el tambor de fundición, el espesor de la capa de barrera puede disminuir hasta que el artículo de espuma solidifica. En otros términos, el factor importante para controlar la difusión del gas fugitivo es la longitud de difusión de la capa de barrera (*es decir*, el espesor).

Un segundo método para producir espumas descrito en la presente invención puede incluir mezclar o amasar fundiendo los componentes (polímeros, cargas, agente de soplado, etc., según se desee), como en una extrusora o amasadora de 30 fundición, para formar una composición expansible. La composición expansible puede luego moldearse por inyección en un molde caliente, como usando una máquina de moldeo por inyección MAIN Group S.P.A. para espumas reticuladas, modelo E166S. Tras la inyección de la mezcla en el molde, la temperatura del molde puede subirse y/o mantenerse a una temperatura suficiente para descomponer el agente de soplado. El molde puede entonces abrirse para permitir la nucleación de burbujas súbita y la expansión de espuma. La expansión de las placas de espuma así formadas puede 35 estar en el intervalo de aproximadamente 60 por ciento después de 24 horas.

Las espumas formadas mediante los métodos anteriormente descritos pueden reticularse usando un agente de curado de peróxido en algunas realizaciones. En otras, las espumas pueden reticularse usando un sistema de curado activado por calor. Los sistemas de curado activados por calor pueden incluir por lo menos uno basado en azufre o un epoxi. Los 40 sistemas de curado activados por calor y los agentes de curado de peróxido pueden combinarse con otros componentes durante el procesamiento para proveer la reticulación de las espumas. En algunas realizaciones, las espumas pueden reticularse usando un sistema de curado inducido por radiación. El curado activado por radiación puede incluir por lo menos uno de radiación gamma y haz e.

El curado activado por radiación puede efectuarse, en algunas realizaciones, después de la formación de una espuma con los métodos ya descritos.

45 El experto en la técnica apreciará que también se pueden emplear otros métodos para producir las espumas descritas en la presente invención.

Espumas reticuladas con altas cargas

Las espumas reticuladas que tienen altas cargas, de acuerdo con las realizaciones descritas en la presente invención, se pueden formar usando los siguientes componentes:

50 A. una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de menos de 15 por ciento en moles, o sus combinaciones;

B. una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084 (Viscosidad Brookfield a 177°C); y

C. una carga, donde la espuma reticulada incluye de 10 a 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso.

5 En otras realizaciones, la espuma reticulada puede incluir opcionalmente uno o más de:

D. por lo menos una poliolefina que tiene una cristalinidad mayor que 21 por ciento en peso, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de 15 por ciento en moles o más, o una de sus combinaciones; y

E. un retardante de calor.

10 En otras realizaciones, la espuma reticulada puede incluir 20 a 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso; 25 a 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso, en otras realizaciones; 30 a 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso, en otras realizaciones; y 40 a 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso, incluso en otras realizaciones. Las cargas pueden incluir aquellas descritas anteriormente (véase "Aditivos"), como carbonato de calcio. Las cargas también pueden incluir polímero remolido.

15 En una familia de realizaciones, las espumas reticuladas pueden incluir:

i. 20 a 80 por ciento en peso del componente A;

ii. 25 a 75 por ciento en peso del componente B;

iii. más de 0 a 6 por ciento en peso del componente C;

iv. más de 0 a 1 por ciento en peso del componente D; y

20 v. 5 a 50 por ciento en peso del componente E;

donde los porcentajes en peso anteriormente expuestos se basan en el peso total de los componentes A, B, C, D y E.

En otra familia de realizaciones, las espumas reticuladas pueden incluir:

vi. 40 a 60 por ciento en peso del componente A;

vii. 40 a 60 por ciento en peso del componente B;

25 viii. 2,5 a 4 por ciento en peso del componente C;

ix. 0,25 a 0,5 por ciento en peso del componente D; y

x. 20 a 35 por ciento en peso del componente E;

donde los porcentajes en peso anteriormente mencionados se basan en el peso total de los componentes A, B, C, D y E.

30 Además, las espumas reticuladas descritas en este documento pueden incluir agentes de soplado o sus productos de descomposición. En algunas realizaciones, los agentes de soplado o sus productos de descomposición pueden estar presentes (antes y/o después de la formación de las composiciones de espuma reticulada descritas en este documento) en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 por ciento en peso, en base al peso total de los componentes A-E y el agente de soplado; de aproximadamente 2 a aproximadamente 3 por ciento en peso en otras realizaciones.

35 Las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden reticularse usando un agente de curado de peróxido. En otras realizaciones, por lo menos una porción de los componentes A, B y C puede reticularse usando un sistema de curado activado por calor o un sistema de curado inducido por radiación. Los sistemas de curado activados por calor pueden incluir por lo menos uno basado en azufre o un epoxi. El sistema activado por radiación puede incluir por lo menos uno de radiación gamma y haz e. Por ejemplo, si se utiliza un agente de curado de peróxido, el peróxido puede utilizarse en una cantidad que oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 5 por ciento en peso de la composición, en base al peso total de los componentes A-E, el agente de soplado y el peróxido; entre aproximadamente 1 y aproximadamente 2,5 por ciento en peso en otras realizaciones.

40

En realizaciones seleccionadas, las espumas útiles para las realizaciones descritas pueden tener un espesor entre 1 y 500 mm; en otras realizaciones, entre 5 y 100 mm; en otras realizaciones, entre 8 y 30 mm; e incluso en otras

realizaciones, entre 10 y 20 mm. En realizaciones seleccionadas, las espumas pueden tener una densidad en el intervalo de aproximadamente 20 a 600 kg/m³; de 25 a 500 kg/m³ en otras realizaciones; de 50 a 350 kg/m³ en otras realizaciones; de 120 a 350 kg/m³ en otras realizaciones; y de 150 a 300 kg/m³ incluso en otras realizaciones. En realizaciones seleccionadas, las espumas pueden tener un tamaño de célula en el intervalo de aproximadamente 0,1 a 6 mm; de 0,2 a 4,5 mm en otras realizaciones; y de 0,2 a 3 mm incluso en otras realizaciones.

Las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden tener un volumen de célula abierta bajo, como para evitar la absorción de agua. En algunas realizaciones, las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden tener un volumen de célula abierta de 35% o menos; 30 por ciento o menos en otras realizaciones; y 25 por ciento menos incluso en otras realizaciones.

En algunas realizaciones, la capa de espuma puede perforarse con el fin de facilitar el drenaje. Puede requerirse un drenaje tal que en el caso de lluvia u otro tipo de humedad de un césped artificial que incluya la espuma descrita en la presente invención, el agua drene hacia afuera de la superficie de juego.

En algunas realizaciones, las espumas previamente descritas se pueden utilizar como una capa de amortiguación de choques en un césped sintético. Además, se pueden realizar pruebas para analizar el desempeño de la temperatura y el envejecimiento, como también las propiedades de rebote y giro del césped resultante. En síntesis, las pruebas significativas y los resultados deseados para el desempeño del césped artificial según lo especifica FIFA Quality Concept Manual (Edición de marzo de 2006) se muestran en la tabla que sigue. Los expertos en la técnica apreciarán que éste es tan solo uno de los usos de espumas descritas en la presente invención, y que el césped artificial y las espumas descritos en este documento pueden ser útiles en una diversidad de aplicaciones y en una cantidad de otros deportes, como campos de rugby y hockey, por ejemplo.

PRUEBAS DE LABORATORIO – INTERACCIÓN BALÓN / SUPERFICIE							
Propiedad	Método de ensayo	Método de ensayo	Condiciones de ensayo			Requerimientos	
			Preparación	Temperatura	Condición	Recomendación de FIFA ** (la mejor calificación)	Recomendación de FIFA *
Rebote vertical del balón	FIFA 01/05-01 y FIFA 09/05-01		Pre-acondicionamiento	23°C	Seca	0,60m – 0,85m	0,60m-1m
					Húmeda		-
			Desgaste simulado	23°C	Seca		0,60m-1m
Absorción de choque	FIFA 04/05-01 y FIFA 10/05-01	Media de pie plano 2° / 3er impacto	Pre-acondicionamiento	23°C	Seca	60% - 70%	55% - 70%
					Húmeda		-
			Desgaste simulado	23°C	Seca		55% - 70%
			-	40°C	Seca		-
		Piso plano 1er impacto	-	-5°C	Congelada	60% - 70%	-
Deformación vertical	FIFA 05/05-01 Y FIFA 10/05-01	Media de pie plano 2°, 3° impacto	Pre-acondicionamiento	23°C	Seca	4mm - 8mm	4mm - 9mm
					Húmeda		-
			Desgaste simulado	23°C	Seca		4mm - 9mm

En una familia de realizaciones, las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden tener propiedades suficientes como para satisfacer los requerimientos de una estrella de la FIFA. En otra familia de realizaciones, las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden tener propiedades suficientes como para satisfacer los requerimientos de de dos estrellas de la FIFA.

5 Absorción de choques

Principio: Se deja caer una masa (20 kg), según se describe en FIFA Quality Concept Manual (Edición de marzo de 2006), que se incorpora a la presente memoria por referencia en su totalidad. Se registra la fuerza máxima aplicada. El % de reducción en esta fuerza relativa a la fuerza máxima medida en una superficie de concreto se reporta como "Reducción de fuerza". Los requerimientos de la FIFA para reducción de fuerza son los siguientes:

10 2 estrellas FIFA: 60% - 70%

1 estrella FIFA: 55% - 70%

Deformación vertical

Se deja que la masa del principio A caiga sobre un resorte y se determina la deformación máxima de la superficie. Los requerimientos de la FIFA para deformación vertical son los siguientes:

2 estrellas FIFA: 4mm - 8mm

1 estrella FIFA : 4mm - 9mm

Ejemplos

- 5 En los siguientes ejemplos, las composiciones pueden incluir una partida maestra verde, utilizada para añadir color a la composición o el producto resultante. Todas las referencias a "partida maestra verde" se refieren a una composición que tiene la siguiente formulación:

Componente	Descripción	Cantidad (% en peso)
Vehículo	Baja densidad PE, $I_2 = 9$ dg/min	65
Pigmento	YE42 (óxido de hierro)	35
Pigmento	GN7 (talocianina)	
Pigmento	BK7 (negro de humo)	

Muestras 1-9

- 10 Se investiga la utilidad de las resinas de poliolefina que tienen densidades de espuma seleccionadas y altas cargas. Específicamente, se estudia una serie de resinas de polietileno, comercializadas por The Dow Chemical Company, Midland, MI. La Tabla 1 muestra una serie de formulaciones que se emplean para producir almohadillas de choque de espumas reticuladas que tienen un espesor de 10 mm. El ácido esteárico es LOXIOL G20, y el carbonato de calcio es OMYALITE 95T.

Tabla 1.

Muestra No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Componente	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso
ENGAGE ENR 7256	60	60	60	60	80	40	20	0	0
LDPE PG 7004	40	40	40	40	20	60	80	100	0
LDPE 302E	0	0	0	0	0	0	0	0	100
AFFINITY GA 1900	5	5	5	5	5	5	5	5	5
H-TEMPO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
PERKADOX 14-40	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
CELOGEN AZ130	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Óxido de zinc	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ácido esteárico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
Carbonato de calcio	40	60	80	100	60	60	60	60	60
Partida maestra verde	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Partes totales	156,7	176,7	196,7	2167	176,7	176,7	176,7	176,7	176,6

Los datos estudiados indican que la espuma a 200 kg/m³ y 10 mm de espesor satisface los estándares de FIFA deseados. Las propiedades mecánicas de las espumas elaboradas a partir de las formulaciones que se presentan en la Tabla se exponen en la Tabla 2. Los resultados del desempeño de las espumas de polietileno reticuladas para uso como

5

almohadillas de amortiguación de choques se presentan en la Tabla 3. Las pruebas de las muestras se realizan de la siguiente manera.

La densidad se mide de acuerdo con el método de Archimedes para la densidad de las láminas espumadas. La dureza se mide según la norma ISO 868 (Shore A / 3 seg.). La contracción se mide según SATRA PM70 (70°C / 1 h). Las propiedades de compresión se miden según SATRA TM64 (50% / 23°C / 24 h - 50% / 50°C / 6 h).

- 10 Se cortan muestras de 2,5 a 5 cm de ancho por 5 cm de profundidad de láminas de espuma. Para medir la conducta de esfuerzo y deformación compresiva, las muestras se insertan entre los centros de las placas compresoras. La dirección del espesor de la espuma se alinea paralela al movimiento de la cruceta. Se aplicó una precarga de 2,5 N a 5 mm/min, y la posición de la cruceta se volvió a cero. La muestra luego se comprime a 10 mm/min hasta que la carga se aproxima a la capacidad de la célula de carga. Se calcula el esfuerzo, dividiendo la fuerza de compresión medida por el producto del ancho y la profundidad de la espuma. El esfuerzo se cuantifica en unidades de megapascuales (MPa). La deformación en
- 15 términos de porcentaje se calcula dividiendo el desplazamiento de la cruceta por el espesor inicial de la espuma y multiplicando por cien.

Para medir la conducta de histéresis compresora, se carga una muestra de espuma en el Instron, del mismo modo que anteriormente. Se aplica una precarga de 2,5N a 5 mm/min, y la posición de la cruceta se vuelve a cero. Luego la muestra se comprime a 10 mm/min hasta que el esfuerzo alcanza 0,38 MPA, designada como la etapa de compresión. Inmediatamente, la cruceta se invierte hasta alcanzar una carga de 0,0038MPa, designada como descompresión. Sin interrupción, la muestra se comprime y descomprime durante 10 ciclos.

Para medir la conducta de deformación compresiva, se carga una muestra de espuma en el Instron del mismo modo que antes, excepto que la cámara ambiental está en su sitio y se precalienta hasta una temperatura de 65 °C. La muestra se coloca entre las placas de compresión, a 65°C. Después de dejar que la muestra de espuma se equilibre dentro de la cámara durante una hora, se aplica una precarga de 2,5 N a 5 mm/min, y la posición de la cruceta se vuelve a cero. Se aplica carga a 0,16 MPA. La posición de la cruceta es ajustada entonces automáticamente por la computadora Instron, para mantener un esfuerzo de 0,16 MPA durante 12 horas. Se mide el esfuerzo compresivo frente al tiempo, y los resultados se presentan en las Figuras 3 y 3 c. Después de 12 horas, la cruceta vuelve a su posición inicial. Después de otras dos horas, la espuma se quita y se deja enfriar a condiciones ambiente (20°C, 50% humedad relativa). Se vuelve a medir el espesor de la espuma. La deformación correspondiente se designa "deformación en la liberación, 2 h". Los resultados de los ensayos de la conducta de deformación compresiva se presentan en la Figura 4.

Para medir la conducta de absorción de energía de las espumas se sigue la metodología del concepto de calidad de FIFA descrita en "March 2006 FIFA Quality Concept Requirements for Artificial Turf Surfaces," del manual de FIFA de métodos de ensayo y requerimientos para césped artificial para fútbol, que se incorpora al presente documento por referencia en su totalidad.

Tabla 2.

Muestra No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Densidad (g/cc)	0,1342	0,1473	0,1619	0,1742	0,1599	0,1404	0,1273	0,1258	0,1428
Shore A (w. piel), 3 seg	31,3	31,6	33,3	34,6	29,7	25,9	38,5	42,4	49,4
% Contracción a 70°C, 1 hora	3,2	2,9	2,6	2,1	4,3	1,6	1,1	0,7	1,1
Compresión a temperatura ambiente (24 horas)	50,1	51,1	52,2	52,3	54,2	47,9	47	42,4	38,6

Tabla 3. Rendimiento de las almohadillas de amortiguación de choques

Muestra No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Absorción de choque, reducción de fuerza (%)	52	49	51	50	48	52	53	53	51
Recuperación elástica (%)	52	52	49	47	58	45	41	39	38
Deformación vertical (%)	6,1	5,8	5,4	5,1	6,1	5,1	4,5	3,8	3,3

El césped sintético, que se usa en las realizaciones de la presente invención, se muestra en la Figura 1. Específicamente, una espuma de polietileno reticulada que tiene una carga se provee como una capa de absorción de choque, que puede estar unida a un soporte. El césped artificial está unido al soporte, y los espacios entre el césped pueden rellenarse con un relleno. Además, las realizaciones de la presente invención pueden ser útiles para cualquier campo que use césped artificial, como campos de rugby y hockey.

El desempeño de las espumas de polietileno reticuladas para uso en un sistema de césped artificial también se investiga, y los resultados se presentan en la Tabla 4. Las pruebas de las muestras se realizan como se describió anteriormente.

Tabla 4. Desempeño de las espumas en el sistema de césped

Muestra No.	2	3	4	5	7	9
Absorción de choque, reducción de fuerza (%)	64	63	62	65	62	54
Recuperación elástica (%)	45	44	45	48	42	46
Deformación vertical (%)	6,2	5,9	5,9	6,8	5	4

Las Tablas 2 y 3 resumen el efecto de los niveles de ENGAGE / LDPE / carga sobre las propiedades de las almohadillas de amortiguación de choques resultantes. Si ENGAGE es 80 phr o más (Muestra 5), entonces la deformación vertical es demasiado alta (una espuma que rebota). Ante la ausencia de ENGAGE (Muestras 8 y 9), la espuma es demasiado dura y se deforma permanentemente después del primer impacto. Las muestras 1-4 y 6-7 se desempeñan bien en la aplicación de acuerdo con las pruebas FIFA.

Se realizan pruebas de carga cíclicas en modo controlado por esfuerzo para simular cargas repetidas de 0,9 MPa que es similar a la carga aplicada por las pruebas FQC. Se emplea un alto índice de deformación de aproximadamente 120 min⁻¹. Las pruebas de carga cíclicas se realizan en un MTS 810 (disponible de MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN), marco de carga de 100 kN, equipado con un controlador y una tarjeta de adquisición de datos. Se utiliza un transformador diferencial variable lineal (LVDT) (-150 a +150 mm) calibrado en el rango de 0,5 mm para medir el desplazamiento de la muestra. Se utiliza una célula de carga (MTS 25 kN), calibrada en el rango de 10 kN para medir la carga aplicada a la muestra. El contactor (el pistón de carga que aplica la carga a la muestra) es un cilindro redondeado de 70 mm de diámetro, que tiene un radio hemisférico de curvatura de 500 mm. Una vez que la muestra está en su sitio, el pistón de carga se mueve lo más próximo a la muestra posible para determinar la posición cero, desde la cual se mide la deformación. La posición cero se determina si se dispone una carga de 200 N sobre la muestra (masa de 20 kg sobre la muestra, comparable al método cero de la FIFA). La muestra se desplaza luego hacia una carga deseada, como 3500 N, se mide el desplazamiento total, la carga se retira de la muestra, y se calcula la energía conservada y liberada de la muestra. La carga y la descarga se repiten a una frecuencia seleccionada, como 1/s, durante un número deseado de ciclos. Debido al desplazamiento permanente y a los cambios en el desplazamiento durante los numerosos ciclos, la carga durante cada ciclo se realiza en un modo regulado como para sobrecargar la muestra. Las pruebas de carga cíclicas se pueden realizar a cualquier temperatura en el intervalo de aproximadamente 15°C a aproximadamente 70°C, y se realizan a temperatura ambiente y a 55°C en estos experimentos.

Las pruebas de cargas cíclicas, como se describió anteriormente, proporcionan un panorama de la indentación permanente y la liberación de energía de la muestra de espuma tras repetidos choques a altos índices de deformación. El desempeño de la espuma de la Muestra 6 se compara con espumas no reticuladas (ambas a temperatura ambiente) en la Figura 2.

Como se muestra en la Figura 2, la densidad de la espuma es un parámetro clave que conduce la indentación permanente, con una espuma de PE no reticulada con una densidad de 64 kg/m³ "PE(p) 64-10" que colapsa y no es capaz de alcanzar 0,9 MPa después de 200 ciclos, mientras que "PE(p) 144-10" (espuma de PE no reticulada con una densidad de 144 kg/m³) dura más. La espuma formada a partir de la Muestra 6 muestra menos indentación permanente, alcanzando una meseta después de 1200 ciclos. La muestra de espuma PE(x,p,r) 144-15 es una muestra de espuma comercializada y actualmente instalada en pendientes. Por consiguiente, la Muestra 6 se desempeña igual o mejor que cada una de las muestras de espuma comparativas (cuanto más baja es la indentación permanente, mejor es la espuma para la aplicación), especialmente después de un gran número de ciclos.

Muestras 10-12 y Muestra comparativa 13

Formulaciones y materiales: Las Muestras 10-12 se basan en mezclas poliméricas de plásticos LLDPE y elastómeros LLDPE. Los polietilenos y otros materiales utilizados para formar las espumas de las Muestras 10-12 se mencionan a continuación. Además, la Muestra comparativa 13 se forma a partir de un compuesto de EVA. La Tabla 5 muestra diferentes formulaciones para espumas reticuladas, incluyendo sus propiedades de materiales medidos en placas de ensayo moldeadas por inyección. Estas Muestras muestran una variación en el nivel de carga.

Los materiales utilizados para formar las espumas de las Muestras 10-12 y la Muestra comparativa 13 son los siguientes: DOWLEX 2035G, un LLDPE que tiene una densidad de aproximadamente 0,919 g/cc, y un índice de fusión de aproximadamente 6; DOWLEX 2045S, un LLDPE que tiene una densidad de aproximadamente 0,920 g/cc y un índice de fusión de aproximadamente 1; ENGAGE 8100, un elastómero de LLDPE que tiene una densidad de aproximadamente 0,870 g/cc y un índice de fusión de aproximadamente 1; ENGAGE ENR 7256, un elastómero de LLDPE que tiene una

densidad de aproximadamente 0,885 g/cc y un índice de fusión de aproximadamente 2; AFFINITY GA 1900, una poliolefina de bajo peso molecular que tiene una densidad de aproximadamente 0,870 g/cc y una viscosidad Brookfield a 350°F (ASTM D1084) de aproximadamente 8200 cP; cada una de las resinas anteriormente mencionadas es comercializada por The Dow Chemical Company, Midland, Michigan. Otros materiales incluyen: ELVAX 460, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene aproximadamente 18% de vinilacetato (comercializado por DuPont, densidad 0,941 g/cc, 2,5 índice de fusión); PERKADOX® 14-40b-pd, un agente de curado de peróxido, 40% en vehículo (comercializado por AkzoNobel, provisto por Hercules, Wilmington, DE); CELOGEN® AZ130, un agente de soplado químico de azodicarbonamida comercializado por Uniroyal Chemical Co., Middlebury, CN; Zinc Oxide (ZnO), un intensificador de agente de soplado (100% activo) comercializado por Schweizerhall Chemie AG, Basel, Suiza; H-TEMPO, un auxiliar de procesamiento y un retardante de calor, 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina-N-óxido, comercializado por A.H. Marks and Company Ltd.; LOXIOL® G20, ácido esteárico, un auxiliar de procesamiento, comercializado por Cognis, Alemania; y OMYALITE® 95T, una carga mineral, carbonato de calcio tratado en la superficie (CaCO₃) comercializado por Omya Inc., Florencia, Italia.

La mezcla de los materiales para las Muestras 10-12 y la Muestra comparativa 13 se realiza con una amasadora BUSS, Modelo MDK, equipado con un tornillo de 46 mm de diámetro de relación 15 L/D, mezclando los ingredientes expuestos en la Tabla 5. La temperatura de tornillo se fija a 50°C, mientras que las tres zonas de calentamiento se fijaron a 70, 75 y 75°C. El polímero se alimenta desde el primer puerto de alimentación, mientras que todos los demás ingredientes se añaden a través del segundo puerto de alimentación. El índice de rendimiento se fija hasta 10kg/h. La temperatura de polímero más alta registrada durante el mezclado es 140°C. La corriente de fusión que emerge de la mezcladora se peletiza usando una cuchilla de hoja caliente.

Después, las espumas se preparan mediante moldeo por inyección en un molde caliente usando una máquina de moldeo por inyección MAIN group S.P.A. para espumas reticuladas, modelo E166S, equipada con un molde rectangular de 22x15x0.8cm. Para inyección, el recipiente de tornillo inyector se fija a una temperatura de 110, 115, 120 y 130 C para zonas 1, 2, 3 y 4, respectivamente. La temperatura del molde se mantiene a 185°C, donde el molde proporciona una fuerza de fijación de 1500kN.

Después de la inyección, la fusión se mantiene en el molde durante un periodo de tiempo específico para permitir el curado de la composición reticulable y la descomposición del agente de soplado. Las muestras permanecen en el molde de curado de 4 a 12 minutos como se expone en la Tabla 5. Abriendo el molde, lo que permite la nucleación de burbujas súbita y la expansión de espuma, se eyectan las placas de espuma. Las espumas luego se enfrían a condiciones ambiente. La expansión deseada de las placas de espuma yace a 60 ± 2 % después de 24h. Las propiedades de las espumas se miden no antes de 48 horas después del moldeo. Las propiedades de las espumas se miden con los métodos descritos en la Tabla 6, y los resultados de las mediciones se exponen en la Tabla 7.

Tabla 5. Formulaciones de muestras [phr]

	Muestra comparativa 13	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12
Elvax 460	100			
Engage 8100				50
Dowlex 203 5E				50
Engage ENR 7256		60	40	
Dowlex 2045S		40	60	
Affinity GA 1900		5	5	
Perkadox 14-40	1,8	2,5	2,9	1,4
CelogenAZ130	2,4	3,6	3,5	2,25
ZnO	3	2	2	3
H-Tempo	0,25	0,5	0,75	

	Muestra comparativa 13	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12
Loxiol G20	0,1	0,1	0,1	0,2
Omyalite 95T	5	60	30	10
Tiempo de curado [min]	10	4	12	16

Tabla 6. Métodos de prueba de la muestra

Propiedad física	Método
Densidad (g/cc)	ASTM D 3575/W/B
Shore A, 3s	ISO 868
Abrasión [mm ³]	ISO 4649/DIN 53516
% Contracción a 50°C, 24h	Satra PM70
% Contracción a 75 °C, 6h	Satra PM70
Compresión a temperatura ambiente (RT)/50°C/75°C, 50%, 24h	Satra TM64
Desgarre [N/mm]	Satra TM65
Elasticidad de rebote	Método del balón
Tracción [MPa], Estiramiento [%]	ASTMD-412

Tabla 7. Propiedades físicas de las formulaciones de los ejemplos

Propiedades físicas	Muestra comparativa 13	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12
Densidad (g/cc)	0,26	0,26	0,246	0,228
Shore A (w. piel), 3 seg	51,8	49,6	54,7	46,8
Abrasión [mm ³] (w.piel)	380	353	404	348
Desgarre [N/mm]	1,76	2,09	2,4	2,55
Tracción [Mpa]	2,8	N/A	3,4	3,2
Estiramiento [%]	178	N/A	210	260
% Contracción a 50°C, 24h	2,1	N/A	0,8	0,03
% Contracción a 75°C, 6h	14,0	2,7	3,6	1,8
Compresión a RT, 24h	19,2	N/A	27,7	27,1
Compresión a 50°C, 24h	85,2	86,6	70,7	78,5

Propiedades físicas	Muestra comparativa 13	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12
Compresión a 75°C, 24h	99,8	N/A	86,7	88,6
Rebote	31	N/A	29,3	32,0

En comparación con la Muestra comparativa 13: la Muestra 10 tiene una densidad similar y propiedades comparables, pero un nivel de carga muy superior; la Muestra 11 muestra variabilidad en las propiedades (dureza de espuma, etc.) usando el mismo sistema en diferente combinación que la Muestra 10; y la Muestra 12, en el mismo nivel de carga y menor densidad, la Muestra 12 tiene mejores propiedades, en particular en contracción, desgarre y compresión a temperatura elevada.

Muestras 14-17

La Tabla 8 muestra una serie de formulaciones que se utilizan para producir las almohadillas de amortiguación de choques de espuma reticulada que tienen un espesor de 12 mm. LDPE PG 7004 es un polietileno que tiene una densidad de aproximadamente 0,9215 g/cc y un índice de fusión (I_2 , 190°C, 2,16 kg) de aproximadamente 4,1 g/ 10 minutos; Engage 7256 es un copolímero de etileno que tiene una densidad de aproximadamente 0,885 y un índice de fusión I_2 de aproximadamente 2 g/10 minutos. OBC1 es un copolímero de bloque de olefina que tiene una densidad de aproximadamente 0,887 g/cc, un índice de fusión I_2 de aproximadamente 5 g /10 minutos, un contenido de octeno total de aproximadamente 10,4% mol, un contenido de segmento blando C8 de aproximadamente 17,6% mol, un contenido de segmento duro C8 de aproximadamente 0,8% mol, un porcentaje de segmento blando de 67% y un porcentaje de segmento duro de 33%. OBC2 es un copolímero de bloque de olefina que tiene una densidad de aproximadamente 0,877 g/cc, un índice de fusión I_2 de aproximadamente 1 g / 10 minutos, un contenido de octeno total de aproximadamente 13,2% mol, un contenido de segmento blando C8 de aproximadamente 19,7% mol, un contenido de segmento duro C8 de aproximadamente 1% mol, un porcentaje de segmento blando de 74% y un porcentaje de segmento duro de 26%. OBC3 es un copolímero de bloque de olefina que tiene una densidad de aproximadamente 0,866 g/cc, un índice de fusión I_2 de aproximadamente 1g/10 minutos, un contenido de octeno total de aproximadamente 15,4% mol, un contenido de segmento blando C8 de aproximadamente 18,4% mol, un contenido de segmento duro C8 de aproximadamente 0,9% mol, un porcentaje de segmento blando de 89% y un porcentaje de segmento duro de 11%. Las propiedades mecánicas para las espumas elaboradas a partir de las formulaciones presentadas en la Tabla 8 se exponen en la Tabla 9, donde los ensayos de las muestras son como se han descrito anteriormente.

Tabla 8.

Muestra No.	14	15	16	17
Componente	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso
Engage 7256	20	0	0	0
LDPE PG 7004	80	80	80	80
OBC1	0	20	0	0
OBC2	0	0	20	0
OBC3	0	0	0	20
Affinity GA 1900	5	5	5	5
H-Tempo	0,5	0,5	0,5	0,5
Perkadox 14-40	2,5	2,5	2,5	2,5
CelogenAZ130	3,6	3,6	3,6	3,6

Muestra No.	14	15	16	17
Componente	partes en peso	partes en peso	partes en peso	partes en peso
Óxido de zinc	2	2	2	2
Ácido esteárico	0,1	0,1	0,1	0,1
Carbonato de calcio	60	60	60	60
Partida maestra verde	3	3	3	3
Partes totales	176,7	176,7	176,7	176,7

Tabla 9.

Muestra No.	14	15	16	17
Densidad (g/cc)	0,127	0,144	0,142	0,143
Shore A (w. piel), 3 seg.	38,5	43,5	41,6	40
% Contracción a 70°C, 1 hora	1,09	0,76	1,09	0,98
Compresión a temperatura ambiente (24 horas)	47	49,3	50	50,6
Compresión a 50°C (6 horas)	--	70,8	74,2	75

Las pruebas de cargas cíclicas se realizan en las Muestras 14-17, y se comparan con una muestra de espuma PE comercializada PE(x,p,r) 144-15 (una muestra de espuma comercializada, Schmitzfoam ProPlay-NF, que tiene una densidad de 144 kg/m³ y un espesor de 15 mm), y una muestra de espuma de poliuretano (RECTICEL N250, que tiene una densidad de 250 kg/m³ y un espesor de 10 mm). Las Figuras 3 y 5 presentan resultados del ensayo de indentación permanente de carga cíclica a 20°C y 55°C, respectivamente. Las Figuras 4 y 6 presentan resultados de la prueba de restitución de energía de carga a 20°C y 55°C, respectivamente.

Como se muestra en las Figuras 3-6, las Muestras 14-17 se desempeñan igual o mejor que cada una de las muestras de espuma comparativas (cuanto más baja es la indentación permanente y más alta es la restitución de energía, mejor es la espuma para la aplicación), especialmente después de un gran número de ciclos.

Como se describió anteriormente, las espumas reticuladas que tienen una carga relativamente superior de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento pueden ser útiles en alfombras, pisos, sistemas de césped artificial, calzado y otros usos. Las espumas reticuladas descritas en la presente invención, debido a la alta carga, pueden tener buena estabilidad dimensional y pueden producirse a bajo costo. A su vez, las realizaciones descritas en esta memoria pueden reducir los tiempos del ciclo debido a las altas temperaturas de procesamiento logradas mediante el uso de un retardante de calor. Las mezclas poliméricas utilizadas para fabricar las espumas descritas en la presente invención pueden proveer una amplia distribución de peso molecular, cristalinidad variable y otras propiedades, lo cual puede permitir mejores propiedades del producto final en comparación con las composiciones de espuma de la técnica anterior. En algunas realizaciones, las espumas reticuladas descritas en la presente invención pueden reciclarse como materia prima para otros usos finales.

REIVINDICACIONES

1. Una espuma reticulada para uso en calzado o como una almohadilla de amortiguación de choques, donde la espuma comprende el producto de reacción de:
 - A. una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato inferior a 15 por ciento en moles, o una de sus combinaciones;
 - B. una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084;
 - C. una carga, donde la espuma reticulada comprende entre 10 y 80 partes de carga por cien partes de los componentes A y B, en peso.
2. La espuma reticulada según la reivindicación 1, en la que la espuma reticulada comprende por lo menos uno de:
 - D. un retardante de calor; y
 - E. por lo menos una poliolefina que tiene una cristalinidad superior a 21 por ciento en peso, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de 15 por ciento en moles o más, o una de sus combinaciones.
3. La espuma reticulada según la reivindicación 1, en la que los componentes A y B se reticularon usando:
un agente de curado de peróxido;
- un sistema de curado activado por calor que comprende por lo menos un azufre y un epoxi; o
un sistema de curado inducido por radiación que comprende por lo menos uno de radiación gamma y haz e.
4. La espuma reticulada según la reivindicación 2, en la que los componentes A y B se reticularon usando un compuesto derivado de silano.
5. La espuma reticulada según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la espuma comprende por lo menos 30 por ciento en peso de contenido de gel según lo medido usando extraíbles del xileno.
6. La espuma reticulada según la reivindicación 2, la cual, antes de la reticulación, comprende una composición termoplástica, donde la composición termoplástica comprende:
 - i. 20 a 80 por ciento en peso del componente A; ii. 25 a 75 por ciento en peso del componente E; iii. más de 0 a 6 por ciento en peso del componente B; iv. más de 0 a 1 por ciento en peso del componente D; y
 - v. 5 a 50 por ciento en peso del componente C; donde los porcentajes en peso anteriormente mencionados se basan en el peso total de los componentes A, B, C, D y E.
7. La espuma reticulada según la reivindicación 1, en la que la espuma reticulada tiene por lo menos uno de:
una densidad dentro del intervalo de 50 a 500 kg/m³; un volumen de célula abierta de menos de 30 por ciento; y un espesor en el intervalo de 1 a 80 mm.
8. Un método para formar una espuma reticulada, donde el método comprende:
combinar los siguientes ingredientes para formar una composición expansible:
 - A. una poliolefina que tiene una cristalinidad de 21 por ciento o menos, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de menos de 15 por ciento en moles, o una de sus combinaciones;
 - B. una poliolefina que tiene una viscosidad entre 500 y 20,000 cP, según lo medido usando ASTM D1084;
 - C. una carga, donde la espuma reticulada comprende entre 10 y 80 partes de carga por cien partes de los componentes A, B y C, en peso; y
 - D. un agente de soplado;reticular por lo menos una porción de los componentes A y B; y
espumar la composición expansible.
9. El método según la reivindicación 8, en el que la composición expansible comprende además:

E. un retardante de calor; y

F. por lo menos una poliolefina que tiene una cristalinidad superior a 21 por ciento en peso, un copolímero de etileno y vinilacetato que tiene un contenido de vinilacetato de 15 por ciento en moles o más, o una de sus combinaciones; y

el método comprende:

5 reticular por lo menos una porción de los componentes A, B y F

10. El método según la reivindicación 8, en el que los componentes A y B se reticulan usando:

un agente de curado de peróxido;

un sistema de curado activado por calor que comprende por lo menos uno de azufre y un epoxi; o

un sistema de curado inducido por radiación que comprende por lo menos uno de radiación gamma y haz e; o

10 un compuesto derivado de silano.

11. El método según la reivindicación 8, en el que la composición expansible comprende:

i. 20 a 80 por ciento en peso del componente A;

ii. 25 a 75 por ciento en peso del componente E;

iii. más de 0 a 6 por ciento en peso del componente B;

15 iv. más de 0 a 1 por ciento en peso del componente F;

y v. 5 a 50 por ciento en peso del componente C; vi. 1 a 5 por ciento en peso del componente D; donde los porcentajes en peso arriba mencionados se basan en el peso total de los componentes A, B, C, D, E y F.

12. El método según la reivindicación 11, donde la composición expansible comprende además:

20 G. 1 a 5 por ciento en peso de un agente de curado de peróxido; donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de los componentes A, B, C, D, E, F y G.

13. El método según la reivindicación 9, donde combinar comprende mezclar los componentes A, B, C, D, E y F a una temperatura suficiente para fundir por lo menos una porción de los componentes A, B y F.

14. El método según la reivindicación 9, en el que combinar comprender mezclar los componentes en por lo menos una de una extrusora y una amasadora de fundición, y opcionalmente,

25 dicho método también comprende:

inyectar la composición expansible en un molde caliente; y

mantener el molde caliente a una temperatura y durante un tiempo suficiente como para curar la composición expansible y la descomposición del agente de soplado; donde la espumación de la composición expansible comprende abrir el molde.

30 15. Un césped artificial, alfombra, piso, zapato, bota o calzado que comprende una almohadilla de amortiguación de choque según la reivindicación 1.

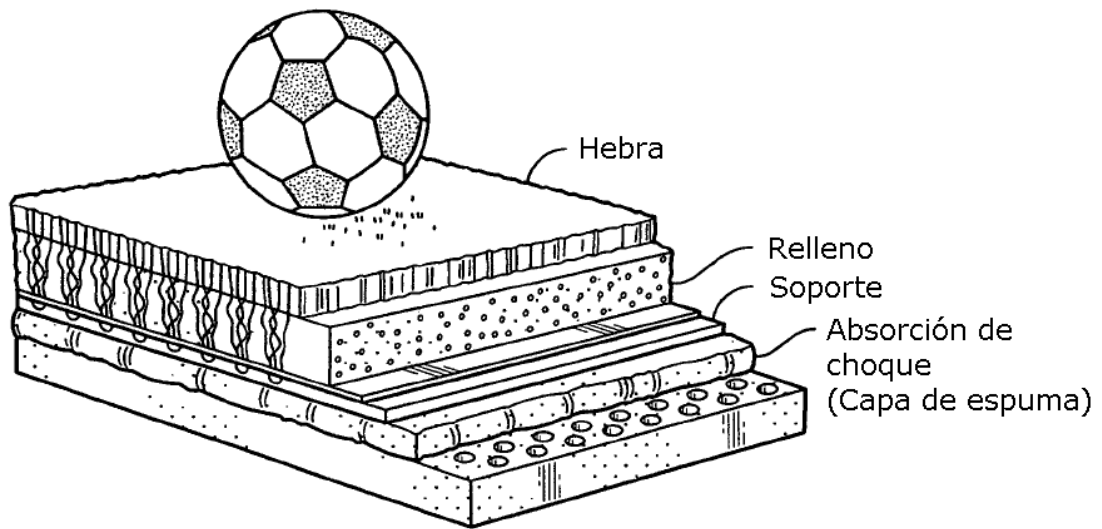


FIG. 1

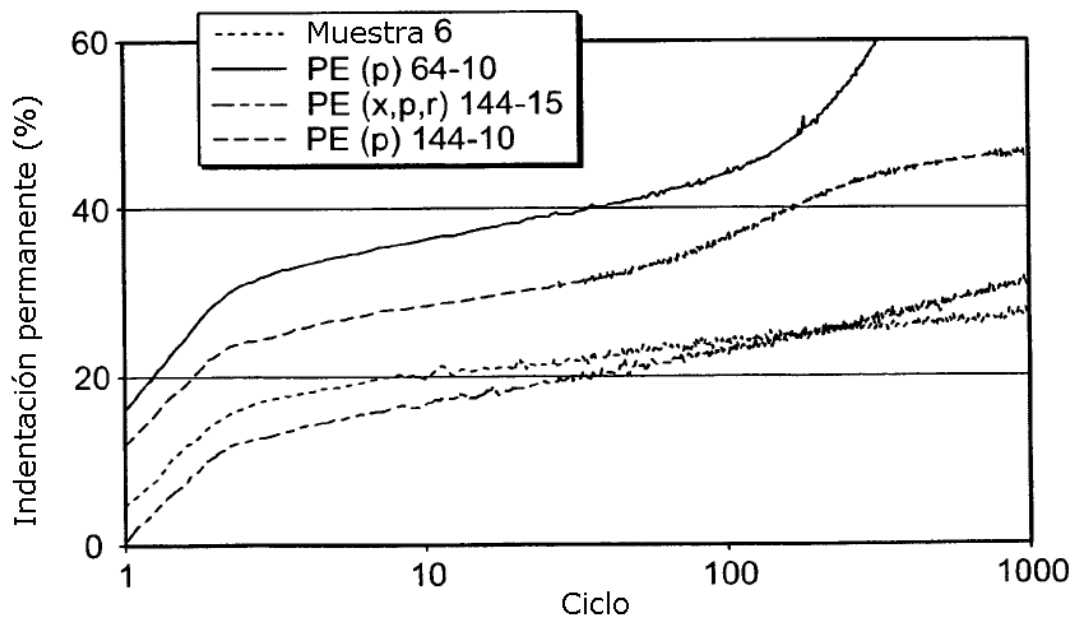
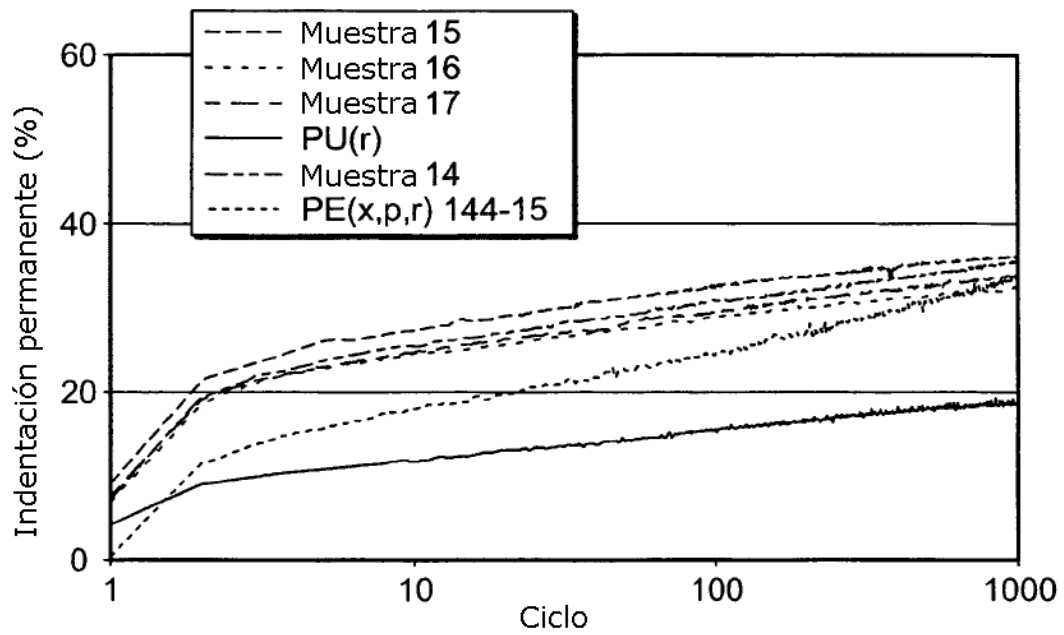
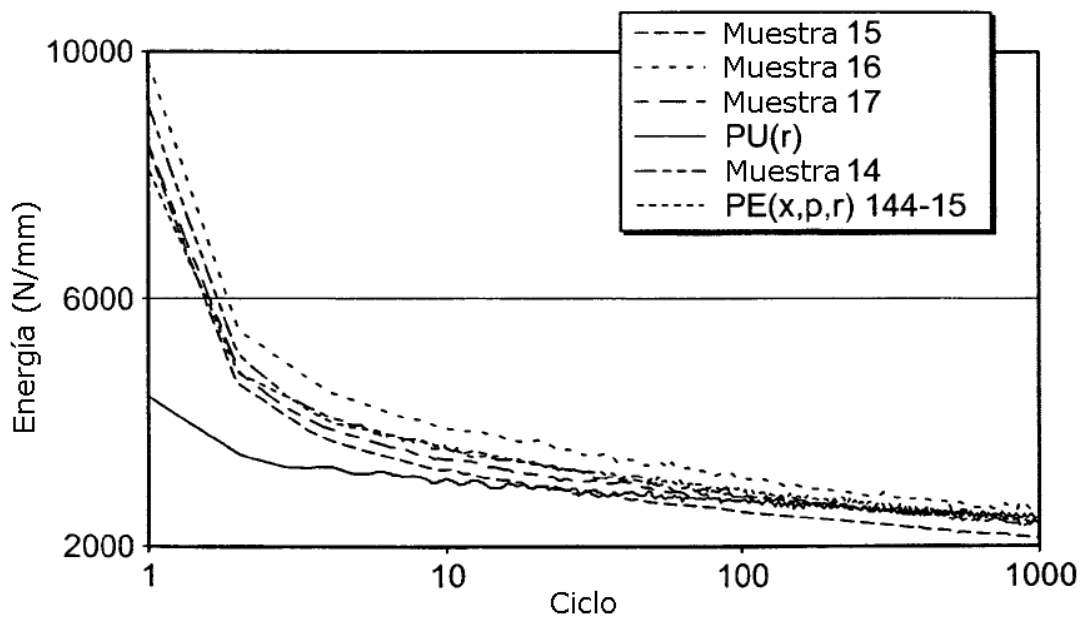


FIG. 2

**FIG. 3****FIG. 4**

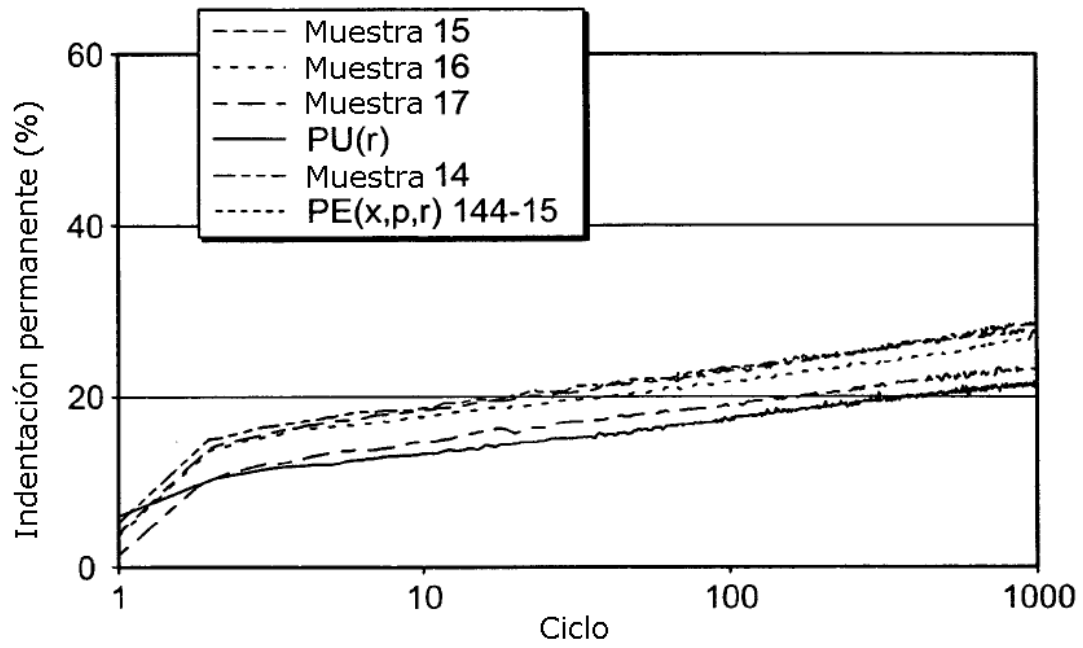


FIG. 5

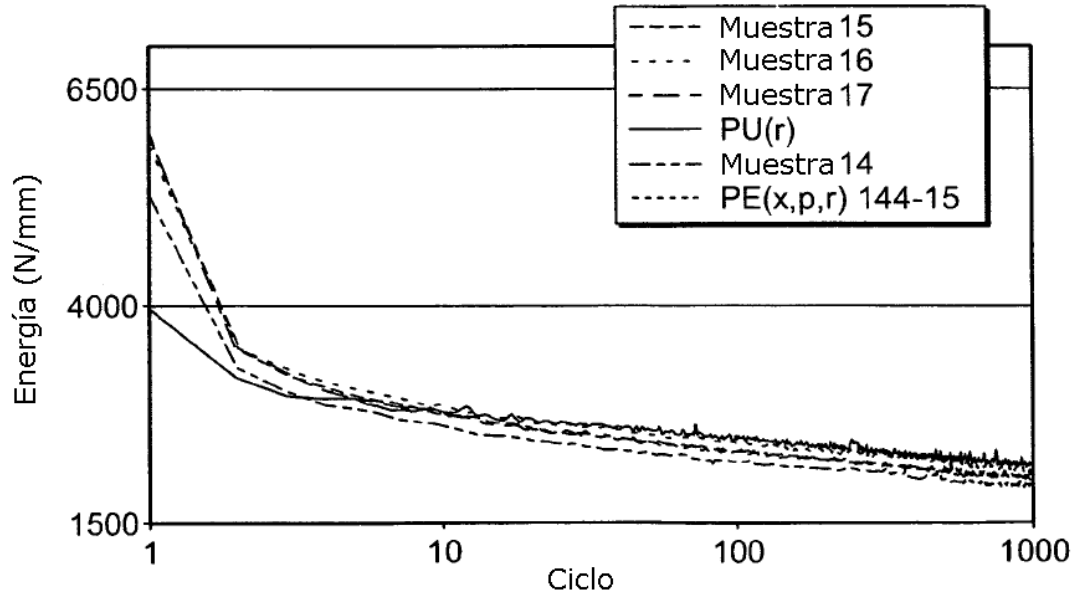


FIG. 6