

PAQUETE DE PLÁSTICO RECICLABLE

ANTECEDENTES

El reciclaje es una forma de evitar que los residuos se depositen en un vertedero. En la actualidad, un paquete rígido, tal como botellas de tereftalato de polietileno (PET, por sus siglas en inglés) y botellas de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés), puede reciclarse. Sin embargo, un paquete flexible, tal como tubos (p. ej., de pasta de dientes), no puede reciclarse por dos motivos. En primer lugar, los tubos están fabricados a partir de varios plásticos diferentes, tales como polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE, por sus siglas en inglés), HDPE, polipropileno (PP), etilen-vinil-alcohol (EVOH, por sus siglas en inglés), papel de aluminio, y mezclas de estos materiales que no son reciclables. En segundo lugar, la infraestructura de plantas de reciclaje no está diseñada para recibir y procesar paquetes flexibles.

BREVE COMPENDIO

Se describe un paquete reciclable. El paquete incluye una capa exterior que consiste esencialmente en un primer polietileno de alta densidad (HDPE), una capa interior que incluye un segundo HDPE, una capa de barrera posicionada entre la capa exterior y la capa interior, una primera capa de unión posicionada entre la capa exterior y la capa de barrera, y una segunda capa de unión posicionada entre la capa interior y la capa de barrera.

En otra modalidad, el paquete reciclable consiste en una capa exterior que consiste esencialmente en un primer polietileno de alta densidad (HDPE), una capa interior que consiste esencialmente en un segundo HDPE, una capa de barrera posicionada entre la capa exterior y la capa interior, una primera capa de unión posicionada entre la capa exterior y la capa interior, una primera capa de unión posicionada entre la capa exterior y la capa de barrera, y una segunda capa de unión posicionada entre la capa interior y la capa de barrera.

En aún otra modalidad, el paquete reciclable incluye una capa exterior que incluye un polietileno de alta densidad (HDPE), una capa interior que incluye el HDPE, una capa de barrera posicionada entre la capa exterior y la capa interior; una primera capa de unión posicionada entre la capa exterior y la capa de barrera; y una segunda capa de unión posicionada entre la capa interior y la capa de barrera. La capa exterior y la capa interior no incluyen polietileno de baja densidad (LDPE), un polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), un polietileno de densidad media (MDPE, por sus siglas en inglés), o un polipropileno (PP).

Otras zonas de aplicabilidad de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada que se proporciona más adelante. Se debe entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican la modalidad preferida de la invención, se destinan a fines ilustrativos solamente y no pretenden limitar el alcance de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entenderá de manera más completa a partir de la descripción detallada y la figura adjunta, en donde:

La Figura 1 ilustra una vista lateral de un ejemplo de un paquete flexible (p. ej., un tubo), de acuerdo con una modalidad.

La Figura 2 ilustra una vista lateral en sección transversal de la pared lateral de un ejemplo del paquete flexible que se muestra en la Figura 1, de acuerdo con una modalidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción de la/s modalidad/es preferida/s es simplemente de tipo ilustrativa y de ninguna forma pretende limitar la invención, sus aplicaciones, ni sus usos.

Como se utiliza en toda la descripción, los intervalos se utilizan como abreviatura para describir todos y cada uno de los valores que estén dentro del intervalo. Cualquier valor dentro del intervalo puede seleccionarse como el término del intervalo. Adicionalmente, todas las referencias citadas

en la presente descripción se incorporan a la presente mediante referencia en su totalidad. En caso de conflicto en una definición de la presente descripción y la de una referencia citada, regirá la presente descripción.

En la presente descripción se describe un paquete flexible (p. ej., un tubo) que puede reciclarse.

- 5 El paquete flexible incluye una parte de manga y una parte de hombro que están fabricados usando grados de HDPE que tienen propiedades mecánicas y térmicas similares a las de los grados de HDPE usados en botellas reciclables. En la parte de manga, puede usarse un bajo porcentaje de EVOH y resina adhesiva para proporcionar una barrera de sabor/fragancia. Los materiales usados para fabricar el paquete flexible son compatibles con el flujo de reciclaje de
- 10 botellas de HDPE existente porque el bajo porcentaje de los contaminantes (p. ej., EVOH, resina adhesiva, etc.) no afecta las propiedades de procesamiento y rendimiento de la resina de HDPE reciclada. Por lo tanto, los contaminantes pueden reciclarse con la resina base (p. ej., una resina de botella de HDPE pigmentada).

- La parte de manga y la parte de hombro cumplen con sus respectivas especificaciones para los
- 15 procesos de fabricación de tubos convencionales actuales. Más particularmente, la parte de manga es plana con suficiente capacidad de impresión y de sellado, y su coeficiente de fricción (COF, por sus siglas en inglés) cae dentro del intervalo que pueden manejar las máquinas de fabricación de tubos convencionales. Las especificaciones para la parte de hombro incluyen la productividad y la estabilidad de dimensión.

- 20 La parte de hombro convencional usa HDPE de grado de moldeo por inyección con un alto índice de flujo de fusión (p. ej., 12-40 medido a 190 C/2.16 kg (ASTM D1238, ISO 1133), lo que puede considerarse como un contaminante en el HDPE de grado de botella, que tiene un índice de flujo de fusión de 0.2-0.7. Como resultado, el paquete flexible reciclable descrito en la presente descripción usa un HDPE de bajo índice de flujo de fusión de 0.9-4.0, y la temperatura del proceso
- 25 de moldeo por inyección se aumentó para aumentar su flujo de fusión para cumplir con la velocidad de producción de moldeo por inyección. Por lo general, una resina de grado de bajo

índice de fusión tiene un flujo de fusión lento y es difícil de procesar a alta velocidad como en un proceso de moldeo por inyección. Aquí, sin embargo, se encontró un equilibrio entre un bajo índice de fusión cerca del HDPE de grado de botella y una capacidad de procesamiento para cumplir con la productividad de moldeo por inyección (velocidad de producción). El paquete flexible descrito en la presente descripción puede fabricarse usando los procesos de fabricación de tubos convencionales, y puede recolectarse, separarse, y recuperarse para su reutilización de acuerdo con el flujo de reciclaje de botellas de HDPE convencional.

La Figura 1 ilustra una vista lateral de un ejemplo de un paquete flexible (p. ej., un tubo) 100, de acuerdo con una modalidad. El paquete flexible 100 incluye un cuerpo de 110 que define un volumen interno en el que un producto de consumo 102 puede almacenarse. El producto de consumo 102 puede ser casi cualquier producto de líquido viscoso, gel, o pasta, cuyos ejemplos incluyen pasta de dientes, enjuague bucal, condimentos (p. ej., ketchup, mostaza, mayonesa), jabón, detergente, preparaciones medicinales, gel de ducha, loción corporal, champú, productos cosméticos (p. ej., cremas).

El cuerpo 110 puede incluir una parte de manga 120 y una parte de hombro 130. Como se describe a continuación, la parte de hombro 130 puede formarse a través de moldeo por inyección (p. ej., a partir de HDPE). En al menos una modalidad, un inserto (que no se muestra) puede posicionarse debajo o revistiendo el interior de la parte de hombro 130, por ejemplo, para evitar que el sabor/fragancia del producto de consumo 102 lixivie o se filtre a través de la parte de hombro 130. El paquete flexible 100 también puede incluir una tapa 140 que se usa para cubrir una abertura a través de la cual puede fluir el producto de consumo 102. La tapa 140 puede fabricarse a partir de polipropileno. La tapa 140 no afecta a la capacidad de reciclaje porque 1) puede quitarse y separarse del cuerpo del tubo y 2) en la industria del reciclaje, existe un cierto nivel de tolerancia de polipropileno en el HDPE; por lo tanto, la recomendación de la industria del reciclaje es dejar la tapa puesta en las botellas, tal como botellas de detergente.

La Figura 2 ilustra una vista lateral en sección transversal de un ejemplo de una parte (p. ej., una

parte de manga 120 de la pared lateral) del paquete flexible 100 que se muestra en la Figura 1, de acuerdo con una modalidad. La parte de manga 120 del paquete flexible 100 puede incluir una primera capa (p. ej., exterior) 210 y una segunda capa (p. ej., interior) 250 que se fabrican a través de un proceso de película soplada o película moldeada. La parte de manga 120 (incluyendo las

5 capas interior y exterior 210, 250) puede fabricarse a través de una etapa (p. ej., a través de un proceso de fabricación de película moldeada coextruida o un proceso de fabricación de película soplada). En otras palabras, las capas interior y exterior 250 pueden fabricarse simultáneamente, no por separado. Las capas interior y/o exterior 210, 250 pueden ser una capa única o incluir múltiples subcapas.

10 Las capas interior y exterior 210, 250 pueden fabricarse a partir de HDPE. En algunas modalidades, las capas interior y exterior 210, 250 también pueden incluir un pigmento (p. ej., un pigmento blanco), como se describe a continuación. Sin embargo, las capas interior y exterior 210, 250 pueden no incluir LDPE, LLDPE, polietileno de densidad media (MDPE), y/o elastómeros/plastómeros basados en PP, aparte de posiblemente cantidades trazas. Por lo tanto,

15 los términos “que consiste en un HDPE” y “que consiste esencialmente en un HDPE” pueden significar que incluyen el HDPE y posiblemente un pigmento, pero que no incluyen LDPE, LLDPE, MDPE, y/o PP, excepto por cantidades menores que el umbral del flujo de reciclaje de HDPE. Estos materiales están ausentes en la capa exterior 210 y la capa interior 250 para permitir el reciclaje usando un flujo de reciclaje de botellas de HDPE convencional existente. Sin embargo,

20 en una modalidad, como se describe a continuación, algunos LDPE y/o LLDPE pueden usarse en la capa interior 250 para proporcionar capacidad de sellado y para aún mantener la densidad total del material dentro del intervalo de reciclaje de densidad de HDPE de botella.

En varios ejemplos, el HDPE puede tener una densidad mayor que aproximadamente 0.94 g/cm^3 o aproximadamente 0.96 g/cm^3 . Por ejemplo, el HDPE puede tener una densidad que es de

25 aproximadamente 0.94 g/cm^3 a aproximadamente 1.00 g/cm^3 , de aproximadamente 0.96 g/cm^3 a aproximadamente 1.00 g/cm^3 . En algunos ejemplos, el HDPE puede tener un índice de flujo de

fusión que es menor que 1.0 g/10 min. En otros ejemplos, el índice de flujo de fusión puede ser de aproximadamente 0.3 g/ 10 min a aproximadamente 5.0 g/ 10 min, de aproximadamente 0.8 g/ 10 min a aproximadamente 1.4 g/ 10 min, o de aproximadamente 0.5 g/ 10 min a aproximadamente 1.0 g/ 10 min o mayor, medido a 190 C/2.16 kg (ASTM D1238, ISO 1133).

- 5 La capa exterior 210 puede ser proporcionada para proporcionar resistencia mecánica y rigidez al paquete flexible 100. En varios ejemplos, la capa exterior 210 puede tener un grosor de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 300 μm . Por ejemplo, la capa exterior 210 puede tener un grosor de aproximadamente 180 μm a aproximadamente 250 μm , de aproximadamente 150 μm a aproximadamente 170 μm , de aproximadamente 160 μm a aproximadamente 180 μm ,
10 de aproximadamente 120 μm a aproximadamente 140 μm , de aproximadamente 145 μm a aproximadamente 165 μm . La capa exterior 210 puede incluir un compatibilizador en una cantidad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, y el compatibilizador puede tener una densidad de aproximadamente 0.85 g/cm³ a aproximadamente 0.90 g/cm³.

- La capa interior 250 puede ser proporcionada para proporcionar una función de sellado al paquete
15 flexible 100 y para proporcionar un buen sellado en la costura lateral y, en la parte de hombro 130, y al final del sellado después de que el paquete flexible 100 se rellena con el producto de consumo 102. En al menos una modalidad, la capa interior 250 puede tener un grosor que es menor que el grosor de la capa exterior 210 para reducir el desgaste de la capa superficial del sabor/fragancia del producto de consumo 102. En varios ejemplos, la capa interior 250 puede ser
20 menor que 100 μm de grosor para reducir la pérdida de calidad del producto de consumo contenido 102 debido a que la capa interior 250 absorbe los sabores volátiles del producto de consumo o a que el producto de consumo 102 absorbe sabores indeseables de la capa interior 250. Por ejemplo, la capa interior 250 puede tener un grosor de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 100 μm , de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm , de
25 aproximadamente 40 μm a aproximadamente 60 μm , de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 40 μm , de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 50 μm , o de

aproximadamente 45 μm a aproximadamente 55 μm .

Las capas interior y exterior 210, 250 pueden unirse entre sí con una capa de barrera 230 posicionada entre ellas. Más particularmente, como se muestra en el ejemplo de la Figura 2, una primera capa de unión (p. ej., exterior) 220 puede posicionarse entre la capa exterior 210 y la
5 capa de barrera 230, y una segunda capa de unión (p. ej., interior) 240 puede posicionarse entre la capa interior 250 y la capa de barrera 230. En varios ejemplos, la capa de barrera 230 puede tener un grosor de aproximadamente 3 μm a aproximadamente 30 μm , y la primera y/o segunda capas de unión 220, 240 pueden tener un grosor de aproximadamente 3 μm a aproximadamente 10 μm o de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 30 μm .

10 El proceso (p. ej., además de un proceso de fabricación de película de coextrusión de una etapa o un proceso de fabricación de película soplada) puede ser o incluir laminación adhesiva y/o laminación por extrusión. En el proceso de laminación adhesiva, la primera y segunda capas de unión 220, 240 pueden ser o incluir un material adhesivo para unir/adherir las capas interior y exterior 210, 250 a la capa de barrera 230. En el proceso de laminación por extrusión, la primera
15 y segunda capas de unión 220, 240 puede ser o incluir una resina adhesiva fundida extrudida (p. ej., etileno ácido acrílico (EAA)) para unir/adherir las capas interior y exterior 210, 250 a la capa de barrera 230. La capa de barrera 230 puede ser un material plástico (p. ej., copolímero de etilen-vinil-alcohol (EVOH, por sus siglas en inglés)), en cuyo caso el laminado se denomina laminado de barrera de plástico (PBL, por sus siglas en inglés).

20 El paquete flexible 100 puede tener un peso básico o densidad de aproximadamente 270 g/sqm a aproximadamente 310 g/sqm, de aproximadamente 225 g/sqm a aproximadamente 265 g/sqm, de aproximadamente 205 g/sqm a aproximadamente 245 g/sqm, de aproximadamente 220 g/sqm a aproximadamente 260 g/sqm, o de aproximadamente 230 g/sqm a aproximadamente 270 g/sqm. El paquete flexible 100 puede tener un coeficiente de fricción estático de
25 aproximadamente 0.36 a aproximadamente 0.46, de aproximadamente 0.20 a aproximadamente 0.30, de aproximadamente 0.30 a aproximadamente 0.40, de aproximadamente 0.35 a

aproximadamente 0.40, o de aproximadamente 0.45 a aproximadamente 0.50, según se mide mediante la norma ASTM D1894. El paquete flexible 100 puede tener un coeficiente de fricción cinético de aproximadamente 0.36 a aproximadamente 0.46, de aproximadamente 0.20 a aproximadamente 0.30, de aproximadamente 0.30 a aproximadamente 0.40, de aproximadamente 0.35 a aproximadamente 0.40, o de aproximadamente 0.45 a aproximadamente 0.50, según se mide mediante la norma ASTM D1894. El paquete flexible 100 puede tener una resistencia al impacto de dardo en caída libre de aproximadamente 430 g a aproximadamente 460 g, de aproximadamente 450 g a aproximadamente 480 g, de aproximadamente 390 g a aproximadamente 420 g, de aproximadamente 385 g a aproximadamente 415 g, o de aproximadamente 570 g a aproximadamente 610 g, según se mide mediante la norma ASTM D1709.

En algunos ejemplos, la parte de manga 120 puede incluir además una capa de sellador (que no se muestra en la Figura 2) que está dentro de la capa interior 250 (p. ej., debajo de la capa interior 250 en la orientación de la Figura 2), y que aumenta aún más la capacidad de sellado. En algunos de tales ejemplos, la capa de sellador puede fabricarse con una capa fina de LLDPE, por ejemplo una capa de LLDPE con un grosor menor que 30 μm , tal como 15 μm .

Ejemplo 1: Parte de manga 120

Se fabricó una parte de manga de película de coextrusión moldeada de 5 capas 120 con la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE y con un grosor de 195 μm ;
- Una segunda capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 5 μm ;
- Una tercera capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;
- Una cuarta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 5 μm ;
- Una quinta capa fabricada con HDPE y con un grosor de 40 μm .

Por lo tanto, el grosor de la capa exterior 210 fue de 195 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 40 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 260 μm . El HDPE en el Ejemplo 1 tuvo

una densidad (d) de $> 0.95 \text{ g/cm}^3$ y un índice de flujo de fusión de $< 1 \text{ g/ 10 min}$. En un ejemplo particular, el HDPE puede ser o incluir Elite 5960G de Dow Chemical, que tiene una densidad de 0.964 y un flujo de fusión de 0.85.

La resina adhesiva fue un copolímero funcional de polietileno. En un ejemplo particular, la resina adhesiva puede ser o incluir la serie BYNEL® de Dupont, la serie PRIMACOR® de Dow Chemical. El paquete flexible 100 en este ejemplo tuvo una rigidez similar a un paquete flexible fabricado con LDPE/LLDPE con un grosor total de 400 μm . También se pueden usar otros múltiples HDPE, tal como se muestra en las Tablas 1 y 2 a continuación, donde MFR significa velocidad de flujo de fusión ($190^\circ\text{C}/2.16 \text{ kg}$), Tracción significa resistencia a la tracción, E@B significa alargamiento de rotura, Módulo significa módulo de Young o de flexión, Shore D significa dureza, Tm significa temperatura de fusión, D significa densidad en g/cm^3 , MI significa índice de flujo de fusión ($190^\circ\text{C}/2.16 \text{ Kg}$), Tracción @Y MD significa resistencia a la tracción en rendimiento en la dirección de la máquina, Tracción @ Y TD significa resistencia a la tracción en rendimiento en la dirección transversal, E@B MD significa alargamiento de rotura en la dirección de la máquina, y E@B TD significa alargamiento de rotura en la dirección transversal.

Tabla 1							
Grado	Densidad	MFR	Tracción (Mpa)	E@B (%)	Módulo (GPa)	Shore D	Tm (C)
BM total 593	0.959	0.27	30 (película de 12 u)	610	1.4		
Total 5908	0.961	0.80	32 (25 u)	600	1.0		135
Total 9260	0.96	2	29 (50 u)	800	1		135
Total D 4720	0.949	0.28	24 (25 u)	600	0.8		131
Total 717	0.958	0.30	34 (12 u)	300	1.3		135

10

DOW DGDC NT7	0.950	0.07	42 (13 u)	350	1		128
mPE total M 6040	0.960	4.0	23 (20 u)	550			134
Total de mPE 32ST05	0.932	0.5	16 (40 u)	600			123
Total de mPE M5510 EP	0.955	1.2	28	900			134
Total de mPE M4707 EP	0.947	0.7	25	600			131

Tabla 2

Grado	D	MI	Tracción @Y MD (psi)	Tracción @Y TD (psi)	E@B MD	E@B TD	1 % secante MD/TD	Módulo Kpsi
Total 9260	0.96	2	4200	3600	850	500	140/180	
Total 6410	0.961	1.2	3800	4000	700	700	125/128	
Total 9548	0.958	0.45	4500	2600	270	<10	152/199	
Total HL428	.0947	0.28	3400	3800	450	600	103/145	
Total HL323	0.937	0.23	1800	2800	500	900	64/85	
Total de M3410EP	0.934	0.9	6400(B)	6100(B)	400	650	53/56	
Dow 5960G	0.964	0.85	4100	4400	500	600	163/193	

Ejemplo 2: Parte de manga 120

Se fabricó una parte de manga de película de coextrusión moldeada de 7 capas 120 con la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE y con un grosor de 45 μm ;
- Una segunda capa fabricada con HDPE con un pigmento blanco y con un grosor de 45 μm ;
- Una tercera capa fabricada con HDPE y con un grosor de 70 μm ;
- 5 • Una cuarta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una quinta capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;
- Una sexta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una séptima capa fabricada con HDPE y con un grosor de 40 μm .

Por lo tanto, la capa exterior 210 se fabricó con tres capas de HDPE y el grosor de la capa exterior
10 210 fue de 160 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 40 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 245 μm . En este ejemplo, el HDPE fue un HDPE de metaleno con una densidad de 0.960 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 4.0 $\text{g}/10 \text{ min}$. La película producida tuvo un peso básico de 288.7 g/sqm , un coeficiente de fricción de 0.41/0.41 (estático/cinético), y una resistencia al impacto de dardo en caída libre de 445 g.

15 Ejemplo 3: Parte de manga 120

Se fabricó una parte de manga de película soplada de 9 capas 120 con la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE y con un grosor de 55 μm ;
- Una segunda capa fabricada con HDPE con un pigmento blanco y con un grosor de 50
20 μm ;
- Una tercera capa fabricada con HDPE y con un grosor de 20 μm ;
- Una cuarta capa fabricada con HDPE y con un grosor de 25 μm ;
- Una quinta capa fabricada con HDPE y con un grosor de 20 μm ;
- Una sexta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- 25 • Una séptima capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;

- Una octava capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una novena capa fabricada con HDPE y con un grosor de 35 μm .

Por lo tanto, la capa exterior 210 se fabricó con cinco capas de HDPE, y el grosor de la capa exterior 210 fue de 170 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 35 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 250 μm . El HDPE fue un HDPE bimodal con una densidad de 0.951 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 1.1 $\text{g}/10 \text{ min}$. La película producida tuvo un peso básico de 244.4 g/sqm , un coeficiente de fricción de 0.25/0.25 (estático/cinético), y una resistencia al impacto de dardo en caída libre de 463 g. Debido a la estructura de capas asimétrica, la película se curó hacia el lado exterior.

10 Ejemplo 4: Parte de manga 120

Se fabricó una parte de manga de película soplada de 9 capas 120 con dos grados de HDPE. Los dos materiales de HDPE tuvieron diferentes densidades y se usaron para ajustar la tensión en diferentes capas para obtener una película plana a partir de la estructura de capas asimétrica. La parte de manga 120 tuvo la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 30 μm ;
- Una segunda capa fabricada con HDPE2 y con un grosor de 50 μm ;
- Una tercera capa fabricada con HDPE2 con un pigmento blanco y con un grosor de 25 μm ;
- Una cuarta capa fabricada con HDPE2 con el pigmento blanco y con un grosor de 25 μm ;
- Una quinta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una sexta capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;
- Una séptima capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una octava capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 20 μm ;
- Una novena capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 25 μm .

Por lo tanto, la capa exterior 210 se fabricó con cuatro capas de HDPE, y el grosor de la capa

exterior 210 fue de 130 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 45 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 220 μm . El HDPE1 fue un material de HDPE bimodal con una densidad de 0.951 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 1.1 g/10 min. El HDPE2 fue un material de grado de alta rigidez con una densidad de 0.965 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 0.7 g/10 min. La película producida tuvo un peso básico de 225.0 g/sqm, un coeficiente de fricción de 0.35/0.34 (estático/cinético), y una resistencia al impacto de dardo en caída libre de 406 g. La película fue plana sin retorcimiento tanto en la dirección de la máquina (MD) como en la dirección transversal (TD).

Ejemplo 5: Parte de manga 120

Esta es una versión mejorada de la parte de manga 120 en el Ejemplo 4 con una capacidad de sellado mejorada para formar un tubo con fuertes propiedades mecánicas. Era una parte de manga de película soplada de 9 capas 120 con dos materiales de HDPE con diferentes grados más una capa fina de LLDPE como una capa de sellador. Los dos materiales de HDPE tuvieron diferentes densidades y se usaron para ajustar la tensión en diferentes capas para obtener una película plana a partir de la estructura de capas asimétrica. La parte de manga 120 tuvo la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 35 μm ;
- Una segunda capa fabricada con HDPE2 con un pigmento blanco y con un grosor de 40 μm ;
- Una tercera capa fabricada con HDPE2 con un pigmento blanco y con un grosor de 40 μm ;
- Una cuarta capa fabricada con HDPE2 y con un grosor de 40 μm ;
- Una quinta capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;
- Una sexta capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;
- Una séptima capa fabricada con resina adhesiva y con un grosor de 15 μm ;

- Una octava capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 30 μm ;
- Una novena capa fabricada con LLDPE y con un grosor de 20 μm . La novena capa se usa como un sellador para aumentar la capacidad de sellado mientras que también mantiene la densidad de material de tubo total en el intervalo de la densidad del grado de botella de HDPE (0.95).

5 Por lo tanto, la capa exterior 210 se fabricó con cuatro capas de HDPE, y el grosor de la capa exterior 210 fue de 155 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 50 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 250 μm . El material de HDPE1 fue un material de HDPE bimodal con una densidad de 0.951 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 1.1 $\text{g}/10$ min. El material de HDPE2 10 fue un material de grado de alta rigidez con una densidad de 0.965 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 0.7 $\text{g}/10$ min. El LLDPE fue una mezcla de LDPE, LLDPE, y MDPE, que proporcionó una buena capacidad de sellado con una densidad promedio de 0.93 g/cm^3 y un flujo de fusión de <1 $\text{g}/10$ min. La película producida tuvo un peso básico de 240 g/sqm , un coeficiente de fricción de 0.38/0.37 (estático/cinético), y una resistencia al impacto de dardo en caída libre de 400 g. La 15 película no tuvo retorcimiento en la dirección transversal.

Ejemplo 6: Parte de manga 120

Esta es una versión mejorada de la parte de manga 120 en el Ejemplo 5 con una compatibilidad mejorada entre el HDPE y el EVOH usando un compatibilizador (p. ej., el Retain de Dow) en las capas cerca de la capa de EVOH. Era una parte de manga de película soplada de 9 capas 120 20 con dos materiales de HDPE con diferentes grados más una capa fina de LLDPE como una capa de sellador. Los dos materiales de HDPE tuvieron diferentes densidades y se usaron para ajustar la tensión en diferentes capas para obtener una película plana a partir de la estructura de capas asimétrica. La parte de manga 120 tuvo la siguiente estructura (p. ej., desde exterior a interior):

- Una primera capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 35 μm ;
- Una segunda capa fabricada con HDPE2 con un pigmento blanco y con un grosor de 40 μm ;

- Una tercera capa fabricada con HDPE2 con un pigmento blanco y con un grosor de 35 μm ;
- Una cuarta capa fabricada con HDPE2 con 10 % en peso de compatibilizador y con un grosor de 45 μm ;
- 5 • Una quinta capa fabricada con resina adhesiva con 10 % en peso de compatibilizador y con un grosor de 15 μm ;
- Una sexta capa fabricada con EVOH y con un grosor de 15 μm ;
- Una séptima capa fabricada con resina adhesiva con 10 % en peso de compatibilizador y con un grosor de 10 μm ;
- 10 • Una octava capa fabricada con HDPE1 y con un grosor de 30 μm ;
- Una novena capa fabricada con LLDPE y con un grosor de 20 μm . La densidad general/promedio del polietileno en la parte de manga 120 puede ajustarse para estar en el intervalo de reciclaje de densidad de HDPE de botella, que es aproximadamente 0.95 g/cm^3 . Por lo tanto, la mayoría de la parte de manga 120 puede fabricarse usando HDPE
- 15 con una densidad mayor que aproximadamente 0.95 g/cm^3 , que puede permitir el uso de una pequeña cantidad de LDPE o LLDPE como una capa de sellador.

Por lo tanto, la capa exterior 210 se fabricó con cuatro capas de HDPE, el grosor de la capa exterior 210 fue de 155 μm , el grosor de la capa interior 250 fue de 50 μm , y el grosor total del paquete flexible 100 fue de 250 μm . El material de HDPE1 fue un HDPE bimodal con una

20 densidad de 0.951 g/cm^3 y un índice de fusión de flujo 1.1 $\text{g}/10 \text{ min}$. El material de HDPE2 fue un grado alta rigidez con una densidad de 0.965 g/cm^3 y un índice de flujo de fusión de 0.7 $\text{g}/10 \text{ min}$. El LLDPE fue una mezcla de LDPE, LLDPE, y MDPE, que proporcionó una buena capacidad de sellado con una densidad promedio de 0.93 g/cm^3 y un flujo de fusión de <1 $\text{g}/10 \text{ min}$. El compatibilizador fue un polímero funcional que promovió la compatibilidad entre el HDPE y el

25 EVOH, tal como Retain 3000 de Dow. Tenía una densidad de 0.87 g/cm^3 . La película producida

tuvo un peso básico de 251 g/sqm, un coeficiente de fricción de 0.48/0.46 (estático/cinético) y una resistencia al impacto de dardo en caída libre de 589 g. La película fue plana sin retorcimiento tanto en la dirección de la máquina como en la dirección transversal.

Ejemplo 7: Parte de hombro 130

- 5 La parte de hombro está moldeada por inyección a partir de un material de HDPE con una densidad de 0.953 g/cm³ y un índice de flujo de fusión de 0.95 g/10 min. Las temperaturas de procesamiento se establecen en 20-40 °C por encima de las de los HDPE de grado de moldeo por inyección regulares.

- 10 La parte de manga y la parte de hombro descritas en la presente descripción pueden procesarse sin problemas en una máquina de fabricación de tubos (p. ej., Aisa SAESA®2000s) para fabricar los tubos a la velocidad máxima. Los tubos descritos en la presente descripción cumplen con los lineamientos esenciales para el reciclaje de HDPE de la asociación de recicladores de plástico (APR, por sus siglas en inglés).

Paquete secundario

- 15 En al menos una modalidad, la longitud y/o el ancho del paquete flexible 100 pueden ser menores que los de los requisitos para el flujo de reciclaje de botellas de HDPE, lo cual impediría que se introduzca el paquete flexible 100 en el flujo de reciclaje de botellas de HDPE. En esta modalidad, uno o más de el/los paquete/s flexible/s 100 puede/n colocarse en un paquete secundario más grande (p. ej., después de dispensar el producto de consumo 102 desde el uno o más de el/los
- 20 paquete/s flexible/s 100). El paquete secundario puede tener un tamaño y una forma que está dentro del intervalo aceptable para el flujo de reciclaje de botellas de HDPE, tal como un recipiente con forma cuboide o cilíndrica que es aproximadamente del tamaño de una botella de bebidas de dos litros. Por lo tanto, el paquete secundario con el uno o más paquete/s flexibles/s 100 colocado/s en él puede reciclarse a través del flujo de reciclaje de botellas de HDPE convencional. El uno o más
- 25 de el/los paquete/s flexibles/s 100 también puede/n transportarse, almacenarse, y/o venderse en el paquete secundario antes de que el consumidor dispense el producto de consumo 102 desde él/ellos

y antes del reciclaje.

El paquete secundario puede fabricarse a partir de HDPE de grado de extrusión con un índice de flujo de fusión de aproximadamente 0.3 g/10 min a aproximadamente 3.0 g/10 min. Un grosor de pared del paquete secundario puede ser de aproximadamente 0.05 mm a aproximadamente 0.20 mm. El paquete secundario puede fabricarse a través de un proceso de moldeo por soplado de extrusión con una cubierta. En esta modalidad, cualquier decoración puede colocarse en él como una etiqueta adhesiva. En otra modalidad, el paquete secundario puede fabricarse a través de un proceso de termoformado. En esta modalidad, cualquier decoración puede colocarse en él mediante impresión directa en superficie. En aún otra modalidad, el paquete secundario puede fabricarse a través de una caja de cartón de hojas plegadas de HDPE. En esta modalidad, cualquier decoración puede colocarse en él a través de una etiqueta sensible a la presión o etiquetado en el molde.