

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



1 Introducción.

En la fabricación de películas de polietileno, es casi imposible no considerar el uso de mezclas en la obtención de productos finales. Un caso emblemático lo constituye el uso del PELBD, cuyas propiedades no serían tan impactantes si no se mezclara con diversos porcentajes de PEBD. Incluso en el diseño de estructuras multicapas, bien sea por laminación o por coextrusión, usualmente se consideran mezclas en cada capa. Aún en la fabricación de artículos de bajo valor agregado (bolsas de basura, bolsas camiseta), el hecho de incorporar remolido o material reciclado señala la presencia de más de un componente.

La preparación de la mezcla, sin embargo, es uno de los aspectos que menos atrae la atención del fabricante. En muchos casos no se dispone un dispositivo apropiado de mezclado (o, peor aún, se hace manualmente) y raras veces el transformador se hace (y responde) alguna de las siguientes preguntas: *¿Cuál es la proporción idónea para reducir el costo, manteniendo las propiedades del producto que mi cliente desea? ¿Los problemas de apariencia y geles tendrán su origen en la mezcla que estoy haciendo? ¿Estaré añadiendo demasiado material reciclado / remolido? ¿Tiene algún efecto mezclar las hojuelas de remolido con los pellets?*

Esta guía explica, en términos sencillos, cómo funciona una buena mezcla, lo que se debe hacer y, sobre todo, lo que no se debe hacer en el proceso de mezclado. En las referencias, al final del artículo, se indican textos y artículos donde estos temas se tratan con mayor profundidad.

2 Mezclas miscibles e inmiscibles.

Existen dos tipos de mezclas: miscibles e inmiscibles. La primera sucede cuando los componentes se disgregan entre sí, de modo que es difícil diferenciar los componentes. Un ejemplo común es el agua y la sal. Si se añade un poco de sal en agua y se agita, ésta se disuelve en el agua y – en apariencia – queda igual. Se requeriría un microscopio de alta potencia para ver los dos componentes. Por otro lado, una mezcla inmiscible es aquella en que las dos (o más) fases no se dispersan. El ejemplo clásico es el agua y el aceite.

Sin importar cuánto se agiten o a qué temperatura se haga la mezcla, eventualmente el aceite se verá flotando en el agua. En consecuencia, se podría cuestionar (y con mucha razón) que una mezcla inmiscible sea considerada una mezcla, sin serlo.

La Figura 1 muestra una mezcla inmiscible: el poliestireno de alto impacto (PSAI). En este caso, se hace una mezcla de poliestireno (PS) con caucho, para subsanar la alta fragilidad del PS puro. Pero en la fotografía se observa que el caucho no se halla finamente disperso en el PS, como cabría esperar en una mezcla miscible. ¿Por qué resulta útil entonces? La respuesta también aclara la aparente paradoja de "mezcla inmiscible". Las mezclas que, a pesar de ser inmiscibles, presentan un aspecto homogéneo a simple vista y se comportan de acuerdo con lo deseado, se llaman compatibles. El caso del PSAI mencionado es un ejemplo de ello.

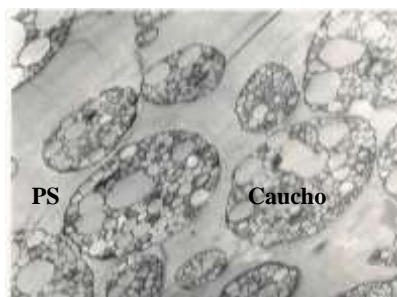


Figura 1. PSAI al microscopio.

Las mezclas de polietileno (PE) son otro caso de mezclas compatibles. Las mezclas de PE son inmiscibles, pero se hacen compatibles, lográndose esto a través del procesamiento en el extrusor. Las razones por las cuales una mezcla de dos tipos de PE, siendo materiales similares, no sea miscible, se encuentran descritas en cualquier texto del tema¹ pero escapan al alcance del presente boletín.

3 Mezclado dispersivo y mezclado distributivo.

¿Cuál es la definición de una mezcla? De acuerdo al diccionario, mezclar es "juntar, unir, incorporar una

¹ Básicamente, se debe a que la energía libre de Gibbs es positiva. Para más detalles, ver Torres, A. y Guastafarro, F. *Mezclas de Polímeros*, Indesca (2005).

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



cosa con otra, confundiéndolas" (Real Academia Española). De un modo más preciso, se trata de "la reducción de la **no uniformidad** de una composición"¹. Esto lleva a la siguiente pregunta: ¿cuánta *no uniformidad* es suficiente?". Lamentablemente, no hay una respuesta única, excepto la que dice "la suficiente para conseguir de modo consistente los resultados deseados", la cual no es de mucha ayuda a la hora de definir las condiciones de mezcla.

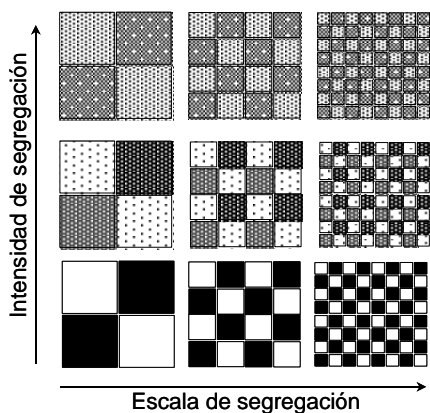


Figura 2. Escala e intensidad de segregación

¿Cómo se rompe la uniformidad de los componentes de una mezcla? Supóngase que se dispone de dos grandes cubos de material, uno blanco y otro negro, que deseamos mezclar de modo de conseguir un cubo gris. Una manera de mezclarlos consiste en partir cada cubo en partes cada vez más pequeñas y colocarlos de modo alternado². De este modo, se movería el mezclador solamente en el eje horizontal de la Figura 2, **distribuyendo** cada componente de modo uniforme, pero sin que la concentración de los componentes sea la misma en cualquier parte de la mezcla (de hecho, en cualquier zona habría 100% de un componente y 0% del otro). Para conseguir que la concentración de los componentes sea la misma, se necesita **dispersar** un componente en el otro o, lo que es lo mismo, movernos en el eje

vertical de la Figura 2. Al igual que en el caso anterior, si sólo se dispersara la mezcla, es posible que se llegue a la misma concentración en todos los cubos, pero estos serían del tamaño inicial. Lo deseable en una mezcla es distribuir los componentes como dispersar sus tamaños iniciales, para conseguir el estado ideal (extremo superior derecho en la Figura 2).

Lo anterior describe dos tipos de mezclado que se deben mantener, en su justo balance, para garantizar que una mezcla sea eficiente (y se pueda hacer de modo económico): **mezclado dispersivo** (o ruptura de los componentes de la mezcla en partes de tamaño muy pequeño) y **mezclado distributivo** (distribuir las fases en una mezcla de modo homogéneo). En la Figura 3 se muestra la dispersión y distribución de un componente menor (rojo) en un componente mayor (verde), siguiendo los dos mecanismos de mezclado. En la parte superior, se observa como al aplicar –en un primer paso– un mezclado puramente dispersivo, se rompe las partículas, pero no se distribuyen; la distribución sucede en el siguiente paso. En la parte inferior, se altera el orden: el resultado es siempre el mismo. Sin embargo, ambas situaciones son irreales, ya que es **imposible** separar el mezclado distributivo del dispersivo y viceversa. Cada equipo de mezclado hará preferentemente una función o la otra, pero no existen equipos mezcladores puramente distributivos ni puramente dispersivos.

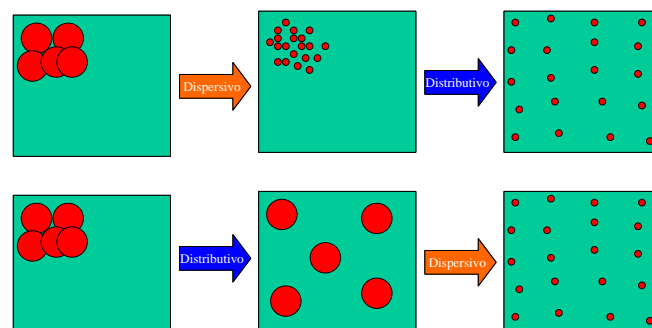


Figura 3. Diferencias entre mezclado dispersivo y distributivo (el orden de los procesos de mezclado no afecta el producto final).

Los tornillos de extrusión se diseñan de modo que posean elementos dispersivos y distributivos. De hecho, el diseño general del tornillo se hace para

² Una explicación más detallada y técnica se puede encontrar en **Manas-Zloczower, D y Tadmor, Z. Ed.: *Mixing and compounding of polymers: theory and practice.*** Hanser. Munich, Alemania. (1994) y en **Uhl, V y Gray, J.: *Mixing: Theory and Practice.*** Academic Press Inc. San Diego, USA. 1967.

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



que se produzcan ambos mecanismos. La dispersión se hace al pasar el material por los filetes del tornillo; siendo la holgura entre el filete y el barril muy pequeña, el paso de un pellet o grano de polvo por el espacio filete-barril hace que se rompa. En el canal, se producen patrones de flujo con vórtices que favorecen el mezclado distributivo.

Sin embargo, en muchas ocasiones estos mecanismos no son suficientes para garantizar una buena mezcla. Es por ello que los tornillos suelen poseer elementos específicamente diseñados para cada tipo de mezclado (dispersivo y distributivo). Ejemplos de estos elementos se muestran en la Figura 4.

Nótese que los elementos distributivos se caracterizan por poseer secciones irregulares o

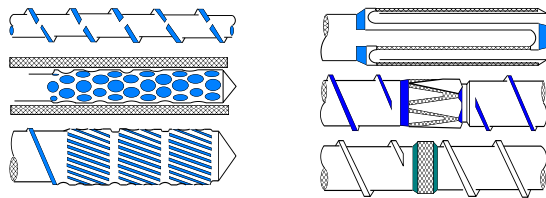


Figura 4. Elementos distributivos (izquierda) y dispersivos (derecha) empleados comúnmente en extrusores de PE.

discontinuas que rompen el patrón preestablecido del flujo, generan vórtices o remolinos de material y establecen regímenes de flujo más o menos caóticos, ideales para homogeneizar la mezcla³. Estos elementos se suelen colocar al final del tornillo, porque se supone que la mezcla ya está finamente dispersa (de hecho, los elementos sólidos ya deben haber sido fundidos). Por otro lado, los elementos dispersivos consisten generalmente de restricciones al flujo, para "romper" cualquier aglomerado cuyo tamaño impida el paso por la restricción. Estos se colocan antes de los elementos distributivos. Un elemento dispersivo hará que el consumo de potencia y la temperatura de fundido

³ Una analogía que permite entender fácilmente porqué se elige este tipo de geometría, es el batido de un huevo. La amarilla se disuelve mucho más fácil y con menor esfuerzo en la clara usando un tenedor y no una cuchara. El tenedor rompe el patrón circular de flujo que le impone la mano, y no solo se hace un movimiento circular, sino que se generan movimientos rectilíneos entre los dientes del tenedor.

se incrementen de modo importante, mientras que en los elementos distributivos este incremento es, en el peor de los casos, marginal.

Por último, es importante acotar que no hay un elemento que sea puramente dispersivo o puramente distributivo. Cualquiera de los elementos mostrados en la Figura 4 genera ambos mezclados, en mayor o menor grado. La clasificación surge de tomar en cuenta el tipo de mezclado preferente que ejecuta determinado elemento.

4 Factores a tener en cuenta al hacer una mezcla.

Muchos de los factores importantes que determinan la diferencia entre una mezcla "buena" o "mala" ya han sido esbozados de un modo teórico en las secciones anteriores. Utracki⁴ elabora una lista de chequeo que recomienda seguir al momento de definir una mezcla:

- **Defina las propiedades deseadas para la mezcla, de manera cuantitativa:** establezca claramente qué desea obtener de la mezcla: un mejor desgarrar, menor nublación, balance entre propiedades mecánicas y procesabilidad. Trate, en la medida de lo posible, de establecer valores específicos de las propiedades objetivo. Su proveedor de resina lo puede ayudar con esta evaluación.
- **Seleccione las resinas candidatas, de acuerdo con las propiedades deseadas:** hay un sinnúmero de resinas disponibles. Cada proveedor, con seguridad, estará en capacidad de ofrecer más de una para cumplir con objetivo de la mezcla. Además del precio, hay que conocer con detalle las propiedades de cada una de ellas.
- **Tabule las ventajas y desventajas de cada resina. Esto permitirá identificar alternativas:** recuerde que algunos grados se diferencian solamente por el paquete de aditivos presente. Los proveedores de resina

⁴ Utracki, L.: *Polymer Alloys and Blends: thermodynamics and rheology*. Hanser. Munich, Alemania. 1989.

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



ofrecen un espectro de productos que van desde los de alta viscosidad, de menor procesabilidad pero buenas propiedades mecánicas, hasta los de baja viscosidad, con menores propiedades mecánicas, pero excelente procesabilidad. Otro tanto pasa con la densidad. Como norma, se debe tratar de que las diferencias entre el índice de fluidez (IF) (usualmente una de las dos únicas propiedades que se conocen al iniciar el proyecto) sean lo menor posible. Nuevamente, su proveedor de resina y los aliados tecnológicos de éste son su mejor ayuda para elegir la combinación apropiada de materiales.

- **Seleccione las resinas que, según el paso anterior, muestran el mejor potencial para cumplir con los requisitos de la mezcla:** este potencial debe quedar definido en el punto 1 de esta lista.
- **Determine la miscibilidad de las resinas o establezca el medio para hacerlas compatibles:** en ocasiones, los productos ideales requieren la presencia de un agente de compatibilización o de condiciones especiales de procesamiento. Verifique que esté en capacidad de conseguir estas condiciones y que los agentes no encarezcan sobremanera la formulación o afecten propiedades claves.
- **Haga un primer estimado de costos.** Si los números son atractivos, siga adelante; en caso contrario, seleccione otro conjunto de resinas (paso 4).
- **Analice la mezcla seleccionada desde la óptica del procesamiento y la aplicación final:**
 - ✓ ¿Es obvio que va a funcionar o es obvio lo contrario?
 - ✓ ¿Será procesable con los equipos disponibles?
 - ✓ ¿Conservará sus propiedades a lo largo de su vida útil?

Siempre es aconsejable preparar un lote pequeño, analizarlo con profundidad, compararlo contra el producto existente o el competidor que se desea igualar. Si este análisis indica que el producto es

exitoso, se debe entonces probar en un cliente de confianza, advirtiéndole que se trata de un producto experimental. Es importante estar abierto a las críticas y recomendaciones del cliente, para revisar proporciones, componentes y condiciones de procesamiento. Como todo proyecto técnico, los primeros pasos son difíciles; a medida que se hacen los ciclos de desarrollo, el tiempo y los recursos necesarios son menores. Es igualmente importante documentar **todos** los pasos seguidos. La información sobre una etapa fallida del proceso puede ser la solución a otra necesidad. ¿No está acaso la historia de la humanidad llena de descubrimientos por accidente o de desarrollos de un producto buscando otro?

5 ¿Mezclado físico, mezclado en fundido, o ambos?

Una vez "aprobada" la mezcla, llega el momento de producirla formalmente. El mezclado inicial para las pruebas pudo haber sido hecho incluso en instalaciones diferentes a la del productor (instalaciones de I&D, proveedores de resina, pigmentos o aditivos), por lo que llega la decisión acerca del modo más apropiado de hacer las mezclas: del modo físico o en fundido.

Obviamente, al pasar por la extrusora se estará ejecutando un mezclado en fundido. Ahora bien, si se desea emplear la extrusora como mezclador, se debe asegurar que la misma esté configurada para poder ejecutar apropiadamente esta función. Pese a que toda extrusora es, en mayor o menor grado, un mezclador, es importante garantizar que exista al menos una zona de mezclado distributivo y, de preferencia, una de mezclado dispersivo. Si esto no es así, es recomendable considerar la posibilidad de hacer una pasada previa por un extrusor, para garantizar una mayor calidad de mezcla.

En cuanto al mezclado físico, lo más importante es contar con un equipo que permita un buen mezclado distributivo, ya que el mezclado dispersivo es mínimo. Comercialmente, hay muchos equipos de mezclado disponible que van desde el uso de un tambor rotatorio hasta equipos muy sofisticados de mezclado (ver ejemplos en la Figura 6).

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO

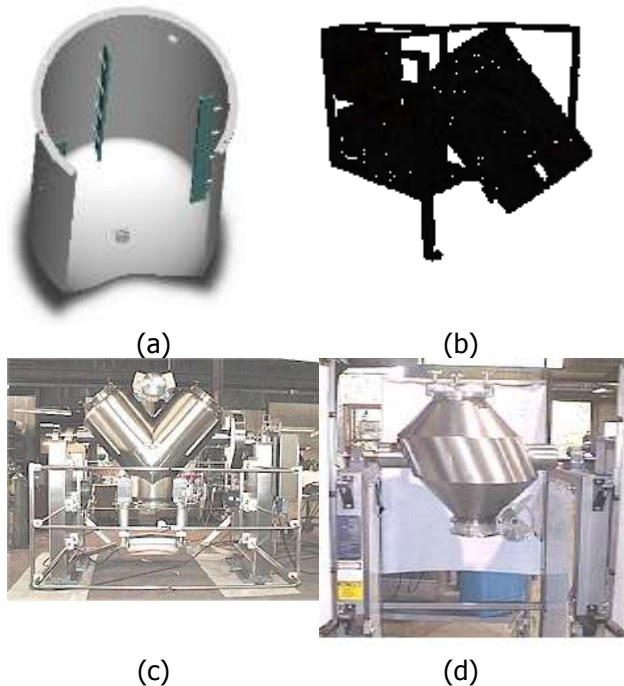


Figura 6. Ejemplos comerciales de mezcladores.
a) Tambor con paletas internas.
b) Tambor agitado / rotatorio.
c) Mezcladores gemelos.
d) mezclador de doble cono.

Nótese que todos ellos funcionan bajo el mismo principio: además de un movimiento circulatorio, se imparte un movimiento transversal, perpendicular al movimiento circulatorio, con la finalidad de agitar fuertemente la mezcla, fomentando el mezclado distributivo. Nótese, además, que en los modelos más complejos se intenta romper la simetría del envase, para que no se establezcan patrones uniformes de flujo.

Los mezcladores deben usarse parcialmente vacíos, de modo de garantizar el libre movimiento de los componentes de la mezcla. Se recomienda mantenerlos llenos hasta 2/3 de su capacidad, para obtener una buena relación entre volumen y capacidad de mezcla.

Por último, debe descartarse de plano cualquier mezclado manual: sacudida de bolsas, agitación manual de productos en un tambor, revolver un saco con un palo. La ineficiencia, falta de repetibilidad y mal mezclado harán que cada lote sea una verdadera aventura.



Figura 5. Mezcladores de tolva

Si los volúmenes a mezclar o producir son muy grandes, se requiere un mezclado más uniforme; si se emplean líquidos, polvos y/o pellets de modo simultáneo, se recomienda la colocación de mezcladores en línea (de tolva), como los que se muestran en la Figura 5. Estos mezcladores dan una gran capacidad de amasado, que proveen una excelente mezcla, pero consumen mucha energía y su costo es mayor que el resto de las opciones estudiadas en este boletín.

6 Sinergia y antagonismo. Propiedades finales del producto.

Conocidas ya las complejidades de la fabricación de la mezcla, se presenta ahora otra dificultad: ¿qué propiedades tendrá la mezcla? Es un requisito medir las propiedades claves del producto que se desea fabricar, pero todo transformador quisiera tener en sus manos herramientas que le predigan o aproximen la respuesta del producto final.

En principio, un lector desprevenido se atrevería a decir que las propiedades finales serán proporcionales al producto de la propiedad de los componentes originales, multiplicados por su concentración. Es decir, si se mezclan dos productos: uno con una propiedad cuyo valor es 30 con otro cuya propiedad es 60 y esta mezcla se hace al 50%, la propiedad de la mezcla debe ser 45 (es decir, $30 * 50\% + 60 * 50\% = 45$).

Este principio se conoce como ley de mezclas. Sin embargo, el mismo no se da en mezclas inmiscibles, como es el caso de las mezclas de polietilenos, y es de esperar que se cumpla sólo en mezclas miscibles. En la mayoría de los casos se da el

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



fenómeno de **sinergia** (la propiedad de la mezcla supera lo esperado por la ley de mezclas) o **antagonismo** (la propiedad de la mezcla es menor a lo esperado por la ley de mezclas). Esto se muestra gráficamente en la Figura 7, en donde la línea punteada indica el comportamiento esperado en función de la ley de mezclas. La línea sólida y los cuadros de color indican el comportamiento real y los experimentos realizados, respectivamente. Se observa que en el centro de la gráfica (aproximadamente a una relación de 1:1 ó 50% de cada componente), el desempeño de la mezcla es el peor posible. Ello sucede porque la mezcla es antagonista. Por otro lado, en los casos de que un componente es mayoritario (bien sea a la izquierda o a la derecha de la figura), el desempeño de la mezcla es mejor de lo que cabría esperar siguiendo la ley de mezclas. Ello se debe a que la mezcla, en ese rango, es sinérgica.

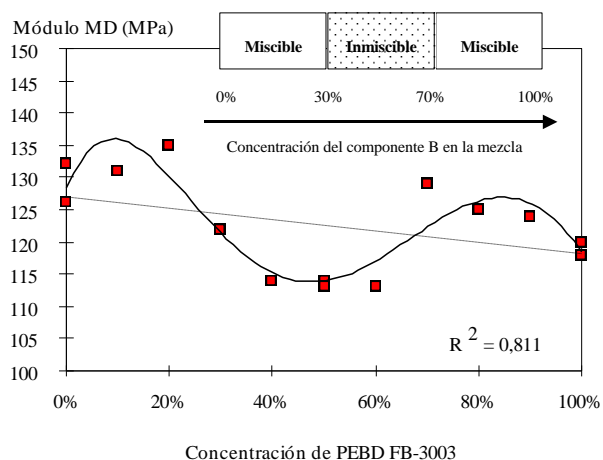


Figura 7. Módulo elástico en el PELBD Venelene® 11F1 en función de la concentración de PEBD Venelene® FB3003

El anterior ejemplo es válido para casi cualquier mezcla de polietilenos. Debe tratar de evitarse la región de mezcla 50-50% en la medida de lo posible. La razón estriba en que, siendo dos fases inmiscibles, al estar en proporciones similares, ninguna fase es la "dominante" y más bien se producen regiones alternadas de un material, seguidas o unidas (débilmente, por ser inmiscibles) por la región del otro material. Por el contrario, cuando una fase es dominante, se producen inclusiones de grupos del elemento minoritario en el

mayoritario, formando aleaciones sinérgicas, que no se limitan sólo a las propiedades finales del producto (mecánicas, físicas, ópticas), sino que se reflejan también en la procesabilidad del material (ver Figura 8).

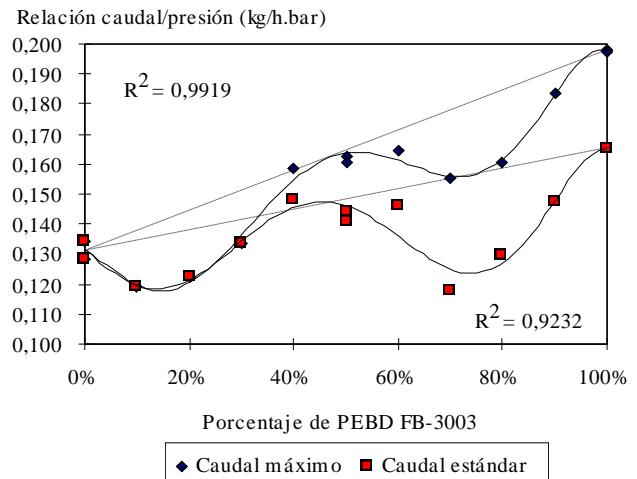


Figura 8. Efecto del contenido de PEBD Venelene® FB3003 en el procesamiento de PELBD Venelene® 11F1

7 Uso de material reciclado y recuperado.

El uso de reciclado, recuperado o remolido es un arma de doble filo: por un lado, se reducen los costos de modo muy sencillo y, en el caso del remolido, se reprocesa un material de relativa buena calidad que, de otro modo, sería un desecho. Tanto en el empaque automático como en el empaque termocongelable, y para casi todos los procesos de producción de película, el transformador enfrenta una dura competencia en un negocio de márgenes de ganancia muy reducidos y en donde sólo el procesador más eficiente y de menores costos mantendrá la salud financiera de su negocio. Por ello, la tentación de añadir un poco más de lo necesario es muy fuerte.

Sin entrar en consideraciones sobre las propiedades finales del producto y sólo manteniendo el foco en el proceso de mezclado, debe recordarse que todos estos productos se deben moler y preparar para ser añadidos de nuevo a la extrusora. Difícilmente (por no decir de manera imposible) se logrará un tamaño de partícula y forma semejante al pellet

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



suministrado por el proveedor de la resina. En la mayoría de los casos, se conseguirá un material en forma de hojuelas o pequeños cilindros. Al alimentar estos productos en la extrusora, se puede producir una segregación de las fases, especialmente en la zona de alimentación, producto de la diferencia de formas. Esto impedirá un mezclado apropiado y muy probablemente ocasione fallas de apariencia (geles, hilachas), defectos en las propiedades ópticas, fallas en las propiedades mecánicas (especialmente la resistencia al desgarre, la penetración y al impacto) y, en casos muy graves, caída de la línea en la producción.

Dada la amplia gama de productos que se pueden hacer mediante la extrusión de película tubular, es imposible establecer un porcentaje máximo apropiado de adición de componentes post-proceso. Sólo la medición sistemática de propiedades (no sólo del producto final, sino del proceso) determinará dicho porcentaje. Lo que sí es obvio es que el mezclado debe ser más intensivo a medida que aumenta el porcentaje de material cuya forma se aleja de la forma de los pellets.

8 Resumen

Por muchas razones, existe la tendencia a prestar poca atención al proceso de mezclado, el cual está presente en casi todas las aplicaciones de película tubular. Sin embargo, muchas veces la diferencia entre un producto exitoso y uno que no lo es, en el competitivo mundo de las películas sopladas, es la selección apropiada de los componentes y las concentraciones, el uso de equipos correctos para el mezclado y la comprensión de las regiones de compatibilidad de mezcla. El presente boletín pretende ser una guía elemental para introducir al lector a formularse preguntas, cuya respuesta permita mejorar el desempeño de sus productos.

A modo de resumen, se debe tener presente:

- ↑ El mezclado involucra dos mecanismos: **mezclado dispersivo** (disgregación de elementos en componentes de menor tamaño) y **mezclado distributivo** (homogeneización de la presencia relativa de ambos componentes en toda la mezcla).
- ↑ El tornillo de extrusión, en su configuración básica, es un buen elemento de mezclado

dispersivo. Sin embargo, para el procesamiento de película tubular, se recomienda la incorporación de elementos de mezclado dispersivo.

- ↑ Las mezclas de polietilenos no siguen la ley de mezclas. Su comportamiento puede ser sinérgico o antagónico, dependiendo de los materiales a mezclar y sus proporciones. Siempre es deseable contar con una mezcla sinérgica.
- ↑ Debe mantenerse la menor diferencia posible entre la viscosidad de los materiales a mezclar.
- ↑ Es **de especial importancia** documentar con el mayor detalle posible los pasos, éxitos y fracasos obtenidos en el desarrollo de una mezcla. El mundo está lleno de inventos exitosos que fueron logrados cuando se buscaba otra cosa.
- ↓ Un mezclador lleno no es eficiente. Mantenga un nivel cercano al 70% de la capacidad del mezclador.
- ↓ El tornillo de extrusión, en su configuración original, ofrece bajo mezclado distributivo. Es recomendable incluir un elemento de mezclado distributivo.
- ↓ Los polietilenos forman mezclas inmiscibles, pero compatibles.
- ↓ Debe evitarse mezclar en la región de 50% - 50%. Siempre debe mantenerse un material en proporción mayoritaria (al menos 60%).
- ↓ Debe evitarse las mezclas con exceso de material reciclado, remolido o post-industrial. Aparte de la esperada pérdida de propiedades, la forma de estos materiales, tras el corte, es muy diferente a la de los pellets de la resina virgen, lo que puede originar problemas de segregación en la zona de alimentación del extrusor.

9 Referencias

1. Utracki, L. Polymer Alloys and Blends: thermodynamics and rheology. Hanser. Munich, Alemania. 1989.
2. Manas-Zloczower, D & Tadmor, Z. Ed. Mixing and compounding of polymers: theory and practice. Hanser. Munich, Alemania. 1994.
3. Uhl, V & Gray, J. Mixing: Theory and Practice. Academic Press Inc. San Diego, USA. 1967.

CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE MEZCLADO



4. Matthews, G. Polymer Mixing Technology. Applied Science Publishers LTD. Essex, Inglaterra. 1982.
5. Witenhafer, D. Principles of Polymer Blending and Alloying, ANTEC, 1999.
6. Torres, A. Guastaferrero, F. Mezclas de Polímeros. Investigación y Desarrollo, C.A., 2005.
7. Torres, A., Méndez, F. Extrusión de película tubular. Indesca (2004).
8. Rauwendaal C. Polymer Extrusion, Hanser Publishers, USA 1986. Páginas: 388 - 391.
9. Fang, Y. et al. Thermal and Rheological Properties of mPE/PE blends. ANTEC 2003.
10. www.omnexus.com/resources/articles/printarticle.aspx?id=3546
11. Colls, N., Torres A., Méndez, F. Material selector for LLDPE/LDPE blends for FFS applications. SPE ANTEC (2005).
12. Torres A., Colls, N., Méndez, F. Properties predictor for HDPE/LDPE/LLDPE blends for shrink film applications. SPE ANTEC (2005).

Este boletín ha sido elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Polinter, con el apoyo de los especialistas de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA). El mismo está dirigido a todos los clientes usuarios de las resinas Venelene® y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad. El contenido de la información fue revisado en septiembre 2016.

En caso de que desee hacer llegar cualquier comentario o sugerencia, le agradecemos nos escriba a la siguiente dirección electrónica: info@polinter.com.ve o a través de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas (CORAMER), con sucursales en Venezuela y Colombia (<http://www.coramer.com>)

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y condiciones de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario.

Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene®.