

“Reducir el peso de un envase”.

Índice

1.- ¿Por qué?

- 1.1.-Motivo económico.
- 1.2.-Motivo ecológico.
 - 1.2.1.-Envase óptimo.
 - 1.2.2.-Stock y transporte óptimos.
 - 1.2.3.-Marketing.
 - 1.2.4.-Concienciación usuario final.

2.- ¿Cómo? (Solución técnica).

- 2.1.-Envase cilíndrico.
- 2.2.-Envase rectangular.

1.1.-Motivo económico.

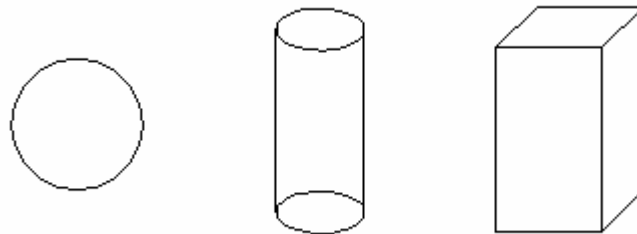
Debido al fuerte incremento de todos los derivados del petróleo, así como del polietileno de alta densidad (HDPE) que nos concierne en este caso, nos hemos tenido que adaptar a los nuevos tiempos que corren.

1.2.-Motivo ecológico.

Cada vez hay mas valores a tener en cuenta al diseñar un nuevo envase.No nos podemos quedar anclados en que sea útil,práctico,económico,atractivo,etc.Entran en juego nuevos conceptos ,e incluso pasan a mayor prioridad.Hablamos de los terminos “R”;Reducir, Reciclar,Reutilizar.

1.2.1.-Envase óptimo.

Des del punto de vista de la cantidad de materia prima usada en la fabricación de un envase, vamos a comparar tres casos extremos.En primer lugar, un envase totalmente esférico,luego uno cilíndrico y finalmente uno rectangular.Todos ellos comprenderán un volumen de 3 litros para evaluar el envase en cuestión.



Envase esférico

Usando la fórmula del volumen de una esfera,calculamos el diámetro que debe tener una esfera para cubicar tres litros.(3000cc).

$$V = 4/3 * \pi * (R)^3$$

Aislando el radio y multiplicando por dos obtenemos el diámetro.D=17,89cm.Para que nos hagamos una idea,el diámetro de un balón de futbol playa es de 19 cm.

Ahora vamos a crear un envase esférico de 3 litros de capacidad y un espesor de pared de un milímetro.(1mm).Para ello sumamos dos milímetros al diámetro anterior y calculamos el volumen de la nueva esfera.

$$D_2 = 17,89 + 0,2 = 18,09\text{cm.} \quad V_2 = 3101,72 \text{ cm}^3.$$

Restando el volumen de las dos esferas obtenemos el volumen de esta corteza esférica de un milímetro de espesor.

$$V = 3101,72 - 3000 = 101,72\text{cm}^3.$$

La densidad del HDPE (polietileno de alta densidad) suele oscilar entre 0,910 y 0,970 gramos por centímetro cúbico.(g/cm³).Nosotros tomaremos como valor de referencia d=0,95 g/cm³.

$$M = d * V = 0,95 * 101,72 = 96,96\text{g.}$$

Envase cilíndrico

Imponemos la altura del cilindro a la altura aproximada en la mitad de la zona curvada del ombro de nuestro envase. $h=25\text{cm}$.

Calculamos que diámetro tiene dicho cilindro si cubica 3 litros.

$$R = (V/\pi * h)^{1/2}.$$

$$D = 2 * R = 2 * 6,18 = 12,36\text{cm}.$$

Ahora calculamos el volumen de un cilindro con un espesor de paredes de un milímetro. Aumentaremos 1mm el radio y 2mm la altura.

$$V = \pi * (6,28)^2 * 25,2 = 3122,64 \text{ cm}^3.$$

El volumen de materia prima de este envase será de:

$$V = 3122,64 - 3000 = 122,64 \text{ cm}^3.$$

Y el peso de materia prima utilizada:

$$M = 0,95 * 122,64 = 116,5\text{g}.$$

Envase rectangular.

Debemos introducir el parámetro coeficiente de oval, que es la relación o cociente entre la cota máxima y mínima de la base de nuestro envase plástico. En nuestra botella en concreto, la base mide 17,5 x 10 cm, por lo que el coeficiente será:

$$\text{Coef} = 17,5 / 10 = 1,75.$$

Por motivos constructivos, no es aconsejable un valor superior a dos.

Ahora definimos un volumen ortogonal de 25 centímetros de altura, 3 litros de volumen y una base de "a" por "b" que responda a un coeficiente de 1,75.

$$h = 25 ; \quad V = a * b * h = 3000; \quad a / b = 1,75;$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones y hallamos $a=14,49\text{cm}$ y $b=8,28\text{cm}$.

El volumen del polígono de dos milímetros mayor (uno en cada dirección) en las tres dimensiones es el siguiente.

$$V = 8,48 * 14,69 * 25,2 = 3139,77\text{cm}^3.$$

El volumen del envoltorio será.

$$V = 3139,77 - 3000 = 139,77\text{cm}^3.$$

Y el peso.

$$M = 0,95 * 139,77 = 132,79 \text{ g}.$$

Cuadro resumen.

	Esfera	Cilindro	Poligono
Medidas Int.	Ø17,89	Ø12,36x25	14,49x8,28x25
Volumen int.	3 L	3 L	3 L
Medidas ext.	Ø18,09	Ø12,56x25,2	14,69x8,48x25,2
Volumen ext.	3101,72cc	3122,64cc	3139,77cc
Peso	96,96g	116,52g	132,79g

1.2.2.-Stock i transporte óptimos.

En este caso no nos importa el volumen del envase, si no el volumen comprendido entre varios envases yuxtapuestos. Cuanto menor sea este espacio inservible, menores serán los costes de almacenaje, de presentación en estantes de centros comerciales y de transporte. Este último ligado con el consumo de gasoleo y emisiones de CO₂.

Si calculamos el volumen del cubo circunscrito a la esfera de 3 litros y restamos estos valores, obtendremos el volumen muerto entre esferas.

$$V=(18,09)^3 -3000 = 5919,9 - 3000 = 2919,9 \text{ cc.}(97,3\%).$$

Hacemos lo mismo con el prisma circunscrito al cilindro.

$$V= ((12,36)^2 * 25) -3000 = 3819,2 - 3000 = 819,2 \text{ cc.}(27,3\%).$$

En este caso hipotético de un envase completamente rectangular, el espacio muerto es cero.(0%).

1.2.3.-Márketing.

Si comprobamos los resultados de los dos puntos anteriores, vemos que son completamente contrarios. El diseño óptimo desde el punto de vista de consumo de materia prima es el peor en cuanto a logística y al contrario. Debemos encontrar un compromiso justo entre estos parámetros mediante otros factores. Aquí es donde entra en juego la estética, la ergonomía, la tendencia de mercado y competencia, la funcionalidad, la superficie etiquetable, la estabilidad, la resistencia mecánica, etc.

1.2.4.-Concienciación usuario final.

Por suerte, cada vez más se va notando una tendencia social a la sensibilización ecológica. Hasta hace relativamente poco, era impensable vender según que producto con un envase delgado, aún y cumpliendo con su funcionalidad. Era como si transmitiese una sensación de mala calidad. Evidentemente debemos tener muy claro el ciclo de vida del producto al que va destinado cada envase. En el caso que nos concierne, se trata de un ciclo de vida muy corto, por lo que sería inútil dotar al envase de prestaciones innecesarias. El cliente debe entender y entiende que el producto contenido es de muy buena calidad, y el envase es igual o mejor, al estar ecológicamente optimizado.

2.-Como?

Evidentemente a este cambio le precede una solución técnica. En el proceso industrial de moldeo por extrusión-soplado (Extrusion Blow Molding) se genera un tubo hueco de masa fundida de plástico que será introducido posteriormente en la cavidad del molde para ser hinchado y formar el producto final. Dicho tubo, llamado "parison", puede tener distintos diámetros y espesores en función de la pieza que se vaya a fabricar, sólo substituyendo el macho y la hilera. Estos macho e hilera, son dos piezas cónicas, una dentro de la otra, situadas al final de la extrusora y encargadas de la formación del parison. Además, gracias a su conicidad, se podrá modificar el espesor del parison a lo largo de la altura de la pieza.

2.1.-Envase cilíndrico.

Para la fabricación de un envase botella cilíndrica, se parte de un parison de diámetro lo más igual al cuello de la botella, y de grueso suficiente para que al hincharse e impactar contra el molde, quede el grueso deseado en el cuerpo de la botella (Foto izquierda).

El hecho de partir de un parison sobredimensionado en diámetro es contraproducente, pues se genera mayor colada (scrap) que luego debe ser reciclada en planta (Foto derecha).



2.2.-Envase oval.

En este tipo de envases, es mejor partir de un parison lo mayor grande posible de diámetro y muy delgado. Dicho así parece muy fácil, pero el comportamiento del sistema se vuelve muy inestable. Además, también hay que pagar el precio energético de transformar y luego reciclar una colada mayor. De todas formas, compensará la reducción total de peso al quedar el material más bien repartido, ya que el tamaño inicial del tubo está más próximo al del envase final. En las siguientes fotos se muestra el envase de 3 litros con un parison grueso y de diámetro pequeño (Izquierda), y un parison delgado y de diámetro mayor (Derecha).



Para generar este parison mayor se han tenido que modificar los soportes portahileras en los cabezales de la máquina, y construir unas hileras adaptadas a la nueva medida.

Para estabilizar el proceso, son necesarios varios requisitos:

- Control de la máquina mediante **PLC** (Programable Logic Controller), para asegurar la repetibilidad del tiempo de ciclo y sincronismo perfecto con la extrusora en continuo.
- Control de temperatura **PID** (Proportional Integral Derivative), frente al antiguo “ON-OFF” con histéresis. La precisión de la temperatura es un factor muy importante.
- Transmisión de potencia de la extrusora mediante **Inverter**, controlando la **velocidad** y el **par** (Fuerza de rotación) del husillo en todo momento.
- Sistema de **control de espesores** multipunto en el cabezal. Nos permitirá regular el espesor de la botella en secciones transversales en distintas zonas de la altura.