



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Reporte para obtener su título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Proyecto de estadía realizado en la empresa:

Embotelladora el Jarocho S.A de C.V.

Nombre del Proyecto:

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET,
para uso en bebidas carbonatadas.

Presenta: José Roberto López Olivera

Cuitláhuac, Ver., a 20 de Abril de 2016



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Daniel Rosas Rivera.

Nombre del Asesor Académico

M.I.E. Uriel Alejandro Hernández Sánchez.

Nombre del Alumno:

T.S.U. José Roberto López Olivera.

AGRADECIMIENTOS

Durante dicha obra muchos talentos y personajes contribuyeron de manera directa e indirecta a mi formación escolar, laboral y personal, por ello agradezco en forma general a cada uno de ellos, no mencionare nombres, edades, ni estatus social, solo comentare que si no hubiese sido por el apoyo que me brindaron, muchas de mis metas no hubiesen sido alcanzadas.

Durante todo este camino que para mí ha sido muy largo, todos ustedes me enseñaron muchas cosas, todos esos conocimientos están plasmados aquí, y estas letras, imágenes y complementos, están formados con sus risas, gritos, lagrimas, gestos etc.

Así que solo me limito a decir gracias, espero y no dejar de seguir conociéndolos y aprendiendo cosas de ustedes y que ahora también todos ustedes aprendan cosas de mí, porque más que un título o una posición social, la experiencia es quien enseña la verdad de las cosas y en conjunto con el tiempo, te dan esa madurez para poder cursar la carrera más costosa, larga y compleja, que es la vida.

RESUMEN

En recientes años el PET ha ido conquistando terreno en el área de soplado e inyección de piezas o envases, esto por ser un material de bajo costo y con ciertas propiedades que lo hacen factible para diversas aplicaciones.

Una de las aplicaciones más utilizadas para el uso del PET es el envasado y para ello se requiere un proceso el cual reúne ciertas características fundamentales, las cuales se pueden estandarizar, para garantizar que el producto cuente con calidad de alta validez y exigencia.

El proceso del PET es muy largo y requiere de ciertos cuidados, para que el material no pierda sus propiedades y características, ya que de ser así, el producto final tendría las consecuencias por defectos y alteraciones, las cuales en muchas de las ocasiones no pueden ser detectados a simple vista, sino hasta que el producto está en los anaqueles representando alguna de las marcas registradas de gran renombre.

El proceso del PET ha contribuido a cambiar ciertos materiales metálicos, la madera y el cristal que se utilizaban para algunos productos, sin embargo la gran contaminación que provoca requiere que su reutilización sea casi inmediata de manera que se evite una infestación agresiva a la naturaleza.

Respecto al envasado de bebidas carbonatadas, el PET ha logrado conquistar más del 90% del mercado ya que tiene resistencia al CO₂, al calor, a la humedad y a la presión atmosférica.

En pocas palabras este material está provocando un giro inmenso en muchas empresas por lo que está siendo utilizado cada vez más y más en diferentes áreas de la ingeniería.

ABSTRAC

In recent years, PET has been gaining ground in the area of blowing and injection parts or containers, this being an inexpensive material with certain properties that make it feasible for various applications.

One of the applications most use to the use of PET for packaging and is therefore a process which meet certain fundamental characteristics is required, which can be standardized to ensure that the product has high validity and quality requirements.

The process of PET is very long and requires some care, so that the material does not lose its properties and characteristics, because if so, the final product would have the consequences for defects and alterations, which in many cases cannot be detected by the naked eye, if not until the product is on the shelves representing one of the trademarks of renowned brands.

The process of PET has helped to change certain metallic materials, wood and glass were used for some products, however the vast pollution caused it requires reuse is almost immediately so as to avoid an aggressive nature infestation.

Regarding the packaging of carbonated beverages, PET ever achieved over 90% of the market as it has resistance to CO₂, heat, humidity and atmospheric pressure.

In short this material is causing a huge shift in many companies so it is being used more and more in different areas of engineering.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
ABSTRAC	3
CAPÍTULO 1	4
INTRODUCCIÓN	5
1.1 Planteamiento del Problema	5
1.2 Objetivos	6
1.3 Estrategias	6
1.4 Metas	6
1.5 Justificación del Proyecto.....	7
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	8
2.1 MISION	8
2.2 VISION.....	8
2.3 POLITICA	9
CAPÍTULO 3	10
MARCO TEÓRICO	10
CAPÍTULO 4: PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO)	12
4.1 Tipos de PET	14
4.2 Proceso del PET	15
4.3 Características generales	17
4.4 Aplicaciones	18
4.5 Tipos de Procesos.....	18
4.6 Características de la Botella.....	21
4.7 Pruebas destructivas	24
CAPITULO 5	33
5.1 PROCESO DE SOPLADO.....	33
CAPÍTULO 6	36
CONCLUSIONES	36
Ahorro en costos	38
Ahorro en materia prima	39
BIBLIOGRAFÍA	40

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta, muestra aspectos relacionados con la fabricación de botellas de P.E.T. (tereftalato de polietileno). De igual forma, explica el proceso de soplado para su control de producción en un equipo de soplado SBO 6/10.

Los aspectos anteriores ayudan a comprender mejor el proceso de fabricación de botellas de plástico. Además, se pretende dar una orientación sobre lo que implica la elaboración de una botella. Una vez que tomando en cuenta los conceptos relacionados con el tema, se comienza a describir el proceso del PET, sus características, aplicaciones y tipos de fabricación, con el fin de ampliar el panorama respecto a la fabricación de envases PET, el cual es uno de los destinos de gran volumen y de grandes ganancias para las empresas embotelladoras de productos alimenticios, químicos y farmacéuticos. Cabe destacar que dicho proceso es para producir botellas de cualquier capacidad.

1.1 Planteamiento del Problema

Debido a los altos costos en la producción de botellas PET, se requiere hacer un análisis en el estudio y proceso de fabricación de botellas PET, el cual de como resultado las ventajas y desventajas que se presentarían en un envase al reducir cierto porcentaje de materia prima, esto con el fin de fabricar un envase más ligero y de menor costo sin que pierda las características de calidad y presentación que avalan a producto.

1.2 Objetivos

Realizar un análisis técnico en el estudio de fabricación de botellas PET.

Realizar un análisis funcional que desarrolle un proceso eficiente para la producción de botellas PET.

1.3 Estrategias

Para obtener los resultados deseados, es necesario antes recabar información en cuanto al uso final que tendrán los envases, a esto se refiere lo que almacenaran en su interior. Qué tipo de reacción tendrá el contenido del envase de acuerdo a las condiciones ambientales y el tiempo de almacenamiento.

1.4 Metas

Una vez dado por terminado el proyecto se tiene como meta aplicar todo el estudio y análisis realizado en la fabricación de botellas PET ,en una maquina sopladora SBO 6/10 para reducir los costos de operación por fabricación de los envases, lo cual beneficiara a las empresas en ahorro e materia prima e insumos energéticos.

1.5 Justificación del Proyecto

En la actualidad, existen micro y medianas empresas que se dedican a fabricar grandes cantidades de botellas de plástico, ya sea a para agua, bebidas carbonatadas, jugos etc. Esto para satisfacer a clientes de enorme prestigio como son: Coca Cola y Grupo Pepsico por mencionar algunas. De igual forma satisfacen las necesidades de clientes pequeños, estos se encargan de embotellar otros productos los cuales no son muy comerciales.

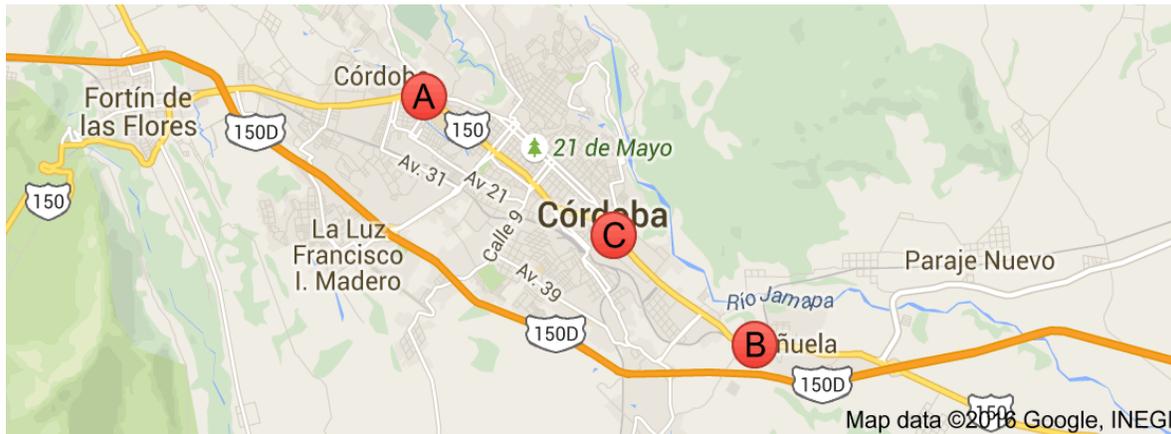
El fin de toda empresa es brindar al cliente productos de alta calidad y en ello intervienen estudios complejos si se refieren a productos que serán para consumo humano. Esto implica especificaciones y lineamientos que afectan directamente al costo del mismo, sin mencionar aun la mano de obra y los consumos de energía. Por ello buscar procesos eficientes y de mejora continua ayuda a las empresas a reducir sus costos de producción llevando consigo el menor impacto a los bolsillos del consumidor.

CAPÍTULO 2

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Embotelladora el jarocho S.A. de C.V.

Kilómetro 339 carreteras Córdoba-Veracruz, Zona industrial.



2.1 MISION

Embotelladora el jarocho S.A. de C.V. pone al alcance en un mercado competitivo bebidas de alta calidad a precios accesibles, solventando así las necesidades de nuestros clientes y sosteniendo el prestigio de nuestras marcas.

2.2 VISION

En Embotelladora el jarocho S.A de C.V. deseamos ser reconocidos por un liderazgo en el mercado nacional a través de nuestros productos, mantener el compromiso con nuestros clientes y crear oportunidades de mercado, así como ser promotores de empleo que impulsen el desarrollo de nuestro estado

2.3 POLITICA

Políticas de calidad y de inocuidad.

Nuestros precios se rigen bajo el estándar ISO-9001-2008, que abarca desde su recepción de materias primas, procesos intermedios de elaboración, de producto, hasta su almacenamiento.

Se cuenta con un plan HACCP por sus siglas en inglés (Análisis de peligros y puntos críticos de control), con el fin de garantizar la inocuidad de todos nuestros productos.

CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO.

La botella de plástico es muy utilizada en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. También se emplea para el transporte de productos pulverulentos o en píldoras, como vitaminas o medicinas. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

El plástico se moldea para que la botella adquiriera la forma necesaria para la función a que se destina. Algunas incorporan asas laterales para facilitar el vertido del líquido. Otras mejoran su ergonomía estrechándose en su parte frontal o con rebajes laterales para poder agarrarlas con comodidad. Las botellas con anillos perimetrales o transversales mejoran su resistencia mecánica al apilamiento. Las estrechas y anchas mejoran su visibilidad en el lineal al contar con un facing de mayor superficie.

El tapón de rosca, también de plástico, es el cierre más habitual de las botellas de plástico. Su diseño puede incrementar sus funcionalidades actuando como difusor en spray, dispensador de líquido, medida de dosificación o asidero, en este caso, por ejemplo, para garrafas pesadas.

El PET, también conocido como tereftalato de polietileno, fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickson en 1941. La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el crecimiento de la demanda del producto a escala mundial y a la diversificación de sus posibilidades de uso.

Whinfield y Dickson junto con los inventores W. K. Birtwhistle y C. G. Ritchie they crearon la primera fibra de poliéster llamada Terileno en 1941 (primera producción

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

de Industria Química Imperial o ICI). La segunda fibra de poliéster fue el Dacrón de DuPont.

Según DuPont, “en 1920, DuPont estaba en competencia directa con Industria Química Imperial. DuPont e ICI acordaron en octubre de 1929 compartir información acerca de las patentes e investigaciones desarrolladas. En 1952, la alianza de las compañías fue disuelta. El polímero que después llegó a ser poliestireno tiene inicios en las escrituras de Wallace Carothers. Sin embargo, DuPont se dedicó a concentrarse en una investigación más prometedora, el nylon. Cuando DuPont reasumió su investigación del poliéster, la ICI había patentado el poliestireno de Terileno. En 1950, una planta piloto en Seaford, Delaware, facilitó la producción de la fibra de Dacrón (poliéster) con la modificación de la tecnología del nylon”.

A partir de 1976 se comenzó a usar el PET para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas, sin embargo el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques.

A lo largo de los 20 años que lleva en el mercado, el PET se ha diversificado en múltiples sectores sustituyendo a materiales tradicionalmente implantados o planteando nuevas alternativas de envasado impensables hasta el momento.

Esta diversificación tan importante ha originado que el PET haya experimentado un gran crecimiento en su consumo y que siga siendo el material de embalaje que actualmente presenta las mayores expectativas de crecimiento a nivel mundial.

CAPÍTULO 4: PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO).



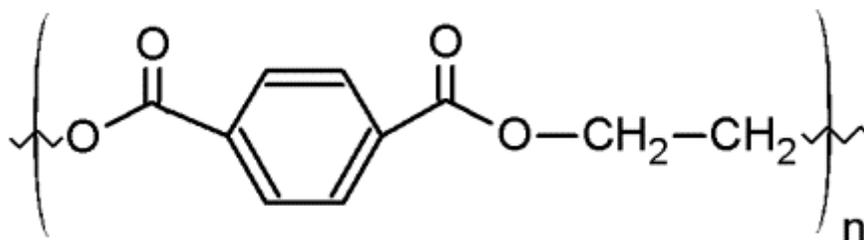
Imag.1

EL PET (imag.1) es la abreviatura de polietileno tereftalato, una resina plástica y una forma de poliéster. Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. El polietileno tereftalato, es un polímero formado por la combinación de dos monómeros, el glicoletileno modificado y el ácido teréftálico.

El polietileno tereftalato (PET, PETE), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

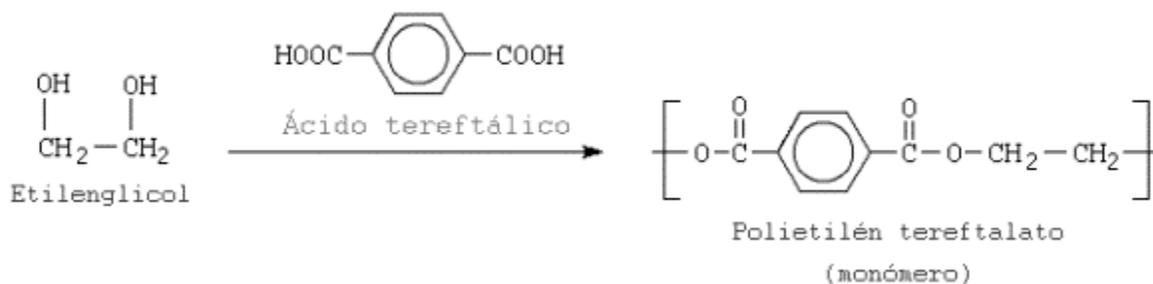
Su fórmula es:



imag.2

El PET tiene una temperatura de transición vítrea baja (temperatura a la cual un polímero amorfo se ablanda). Esto ocasiona que los productos fabricados con dicho material no puedan calentarse por encima de dicha temperatura (por ejemplo, las botellas fabricadas con PET no pueden calentarse para su esterilización y posterior reutilización).

El PET se obtiene mediante la condensación del etilenglicol y el ácido teréftálico, el cual asume el papel primario en las fibras y materiales de moldeo.



Imag.3

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

El PET es un plástico de alta calidad que se identifica con el número uno, o las siglas PET, rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material, según sistema de identificación SPI.

4.1 Tipos de PET

Se pueden distinguir tres tipos fundamentales de PET, el grado textil, el grado botella y el grado film.

El grado textil fue la primera aplicación industrial del PET. Durante la Segunda Guerra Mundial, se usó para reemplazar las fibras naturales como el algodón o el lino. Al poliéster (nombre común del PET grado textil), se le reconocieron excelentes cualidades desde un inicio para el proceso textil, entre las que se encuentran su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además del fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin necesidad de planchado). Entre algunas limitaciones que presenta este material son: difícil tintura, la formación de pilling (bolitas) y la acumulación de electricidad estática, problemas para los que se han desarrollado soluciones eficaces.

El *grado botella* se comenzó a producir en Europa a partir de 1974 y su primera comercialización se llevó a cabo en los EUA. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo. La más reciente y exitosa aplicación del PET, es el envasado de aguas minerales, también se ha comenzado a utilizar en el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas, miel. El PET *grado film*, se utiliza en gran cantidad para la fabricación de películas fotográficas, de rayos X y de audio.

4.2 Proceso del PET

El proceso para la producción de envases es descrito a continuación:



Imagen 4.1

La resina se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, (imagen 4.1) los cuales secos se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples de las que se producen las preformas (recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva). Después, las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase típico.

Mediante un diagrama de flujo, se describe el proceso completo de producción de un envase de PET, considerando desde la materia prima hasta el producto terminado.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

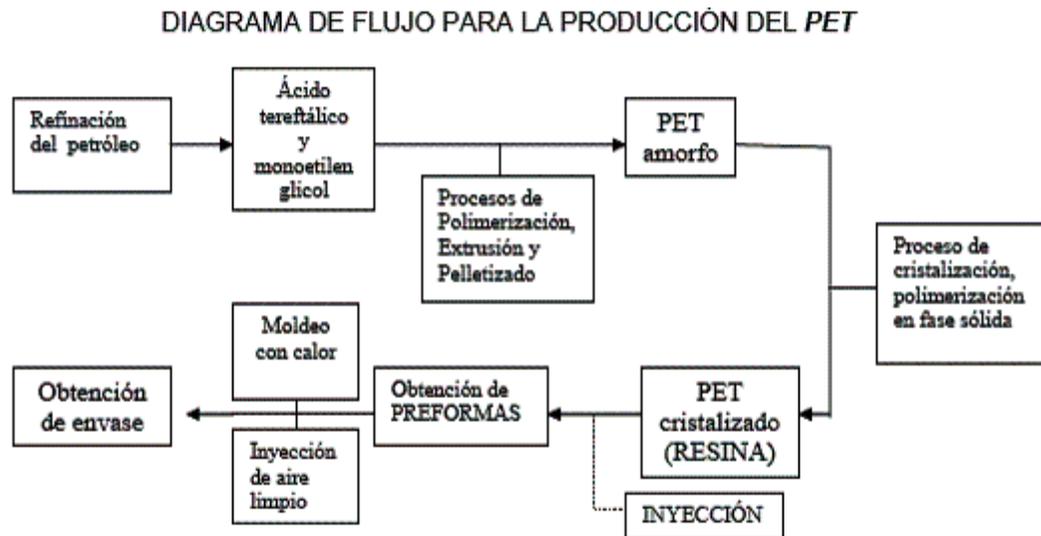


Imagen 4.2

El proceso del PET inicia desde la refinación de petróleo, pasa por una serie de pasos en los cuales se mezcla con ciertas sustancias como son el ácido Tereftálico y el monoetilenglicol se deslinda a ciertos pasos como la polimerización, extrusión y pelletizado, se obtiene el PET amorfo el cual ya cuenta con ciertas características fundamentales y funcionales.

Después de ello se cristaliza y se polimeriza en fase sólida, es entonces cuando obtenemos la resina en su estado sólido (imagen 4.1) y de la cual por medio de la inyección se obtienen las preformas las cuales por medio del moldeo de calor y la inyección de aire formarán los envases o botellas necesarias para el cliente.

4.3 Características generales

Entre las características más importantes que presenta el PET, se encuentran:

- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes
- Cristalinidad
- Alta resistencia al desgaste
- Muy buen coeficiente de deslizamiento
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Totalmente reciclable
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Viscosidad intrínseca: La VI (Viscosidad Intrínseca) del material es dependiente de la longitud de su cadena polimérica. Entre más larga la cadena polimérica, más rígido es el material y por lo tanto más alta la VI.
- Ligero
- Alto grado de transparencia y brillo, que conserva el sabor y el aroma de los alimentos.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas.

En principio, el proceso de fabricación de botellas PET se divide en dos pasos. Primero se inyectan las preformas en moldes de hasta 144 cavidades en las que la

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

rosca o la boquilla para el tapón de la botella final está incluida. En el segundo paso la preforma adopta su forma final en una máquina de moldeo por estirado.

4.4 Aplicaciones

Entre algunas de las aplicaciones que tiene el PET, se encuentran: envases de bebidas carbónicas, aguas minerales, aceite, zumos, té, vinos y bebidas alcohólicas, detergentes y productos de limpieza, productos cosméticos, salsas y otros alimentos, productos químicos y lubricantes, productos para tratamientos agrícolas, películas, contenedores alimentarios, cintas de audio/video, fotografía, aplicaciones eléctricas, electrónicas, embalajes especiales y de rayos X.

Otros usos:

- Tubos, perfiles, paredes, piezas inyectadas
- Fibras, textiles, marcos, construcción

Tipos de procesos para PET

4.5 Tipos de Procesos

Moldeo por soplado de extrusión continua:

En el proceso continuo, un extrusor estático plastifica y empuja el polímero fundido a través del cabezal para formar un parison continuo. Para moldeo por soplado de partes de gran tamaño, se utilizan acumuladores para evitar el pandeo del parison.

Moldeo por soplado intermitente.

En el proceso intermitente, el fundido se acumula en el barril y se impulsa hacia fuera en un solo disparo. El moldeo por soplado intermitente se utiliza, entre otras

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

aplicaciones, en la fabricación de botellas para lácteos, debido a su alta velocidad de producción.

Moldeo por soplado de coextrusión:

El moldeo por soplado de coextrusión posibilita la combinación de materiales con diferentes propiedades para crear un producto final más adecuado para una aplicación específica. Este proceso puede utilizarse para fabricar productos que contienen varias capas. Las diversas partes de la estructura pueden optimizarse para el mejor equilibrio entre propiedades y costo.

Moldeo por soplado por inyección:

El moldeo por soplado por inyección comienza con un preformado moldeado por inyección que luego se recalienta y se utiliza para darle su forma final en un molde.

Moldeo por soplado por inyección y estiramiento:

El moldeo por soplado por inyección y estiramiento comienza con un preformado moldeado por inyección que se recalienta y se estira con un cilindro mientras simultáneamente se sopla en un molde. Este proceso de conversión generalmente se utiliza para producir botellas PET.

Moldeo por soplado en 3-D:

El moldeo por soplado en 3-D es un desarrollo reciente en el que un brazo robótico se utiliza para posicionar el parison en un molde tridimensional antes de ser soplado. Las ventajas son poca cantidad de recortes y la posibilidad de producir formas complejas. En general, se utiliza para producir auto partes.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Las botellas de plástico (así como los botes y otros envases en general) se fabrican por tres métodos básicos:

- **Extrusión soplado:** La granza se vuelca en una tolva que desemboca en un tornillo sin fin. Este gira con la finalidad de calentar y unir el plástico. Cuando llega a la boquilla, se inicia la fase de inyección con aire comprimido que lo expande hasta tomar la forma de un molde de dos piezas. Una vez enfriado, el envase permanece estable y sólo resta cortar las rebabas.
- **Inyección soplado.** En primer lugar, se realiza la inyección del material en un molde como preforma. Posteriormente, se transfiere ésta al molde final y se procede al soplado con aire comprimido. En el momento en que se ha enfriado, se retira el envase extrayendo el molde.
- **Inyección-soplado-estirado.** El primer paso es el acondicionamiento de una preforma. Luego, se introduce en el molde y se pasa a la fase de soplado y estiramiento secuencial. Se espera a que se enfríe y se procede a la retirada del molde.

4.6 Características de la Botella



Imagen 4.3

- 1.- Corona
- 2.- Anillo de seguridad
- 3.- Anillo de soporte
- 4.- Cuello
- 5.- Hombro
- 6.- Panel de etiquetado o cuerpo
- 7.- Talón
- 8.- Pétalos

Adicionalmente el talón o pie de la botella para refresco tiene varias partes que son los pétalos, el punto de transición y el gate.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Ahora veamos los defectos de las botellas:

Se siguen inspeccionando los defectos de las preformas, es decir: la corona incompleta, la contaminación, tono y la corona colapsada, además de varios defectos como:

Corona Incompleta: no sirve la tapa porque tendría fuga.

Corona colapsada: cualquier anomalía o golpe que presente la boca se ve blanquecina y como derretida, esto se debe al calor en los moldes o en el tiempo de enfriamiento.

Manchas de agua: se considera la cantidad de manchas, analizándola con luz polarizada, se observan como pequeñas gotas cristalizadas en las paredes de la botella.

Rebaba en corona: Representa un riesgo potencial porque son "*filitos*" que quedan en la corona y son provocado por una mala calibración de los moldes, puede causar una cortadura en los labios.

Puntos negros: Junto con la grasa, pigmento y polvo se considera como contaminación y no se somete a producción sino que se toma como desperdicio y es considerado merma.

Tono: Tono fuera de especificación del cliente igual se toma como merma.

El defecto más común

Aperlados, perlescencia o Haze: Partes blanquecinas en el plástico, debido a una mala aplicación de calor ya sea insuficiente o excesiva.

Punto de inyección largo: Afecta el proceso de soplado ya que una varilla estira la preforma calentada, pero si el punto es largo no adquiere elasticidad y la varilla perfora el envase, y al momento de soplarla suelta revienta.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Fondo perforado: Fuga el líquido.

Mal empaquetado: esto ocasiona que se tengan problemas en el almacenamiento.

Fondo botado: Es provocado por material excesivo en el fondo y que no alcanzó a enfriar, por lo que tiende a volver a su forma original.

Presoplamiento: se le llama así a la botella que solo recibe la presión baja, que es la que infla la botella como globo dentro del molde, pero no recibe la "alta", que es la que le da la forma del molde.

Punto de inyección descentrado: no solo es estética, si no que conlleva un problema de distribución de material si el punto esta hacia la derecha, el material se concentra hacia la derecha dejando el lado izquierdo más delgado, esto se debe o a temperatura de hornos o a que la varilla de estirado está mal calibrada.

Deslaminación: La botella aparece como si tuviera varias capas, un defecto el cual afecta su apariencia y resistencia, así que la botella no es aceptada, otro es el de la base deformada, que causa problemas en las llenadoras de los clientes, y le resta estabilidad a la botella, esto se debe a que no se alcanza a marcar el fondo de la botella, sin importar que el resto de la botella si se haya marcado, de hecho junto con las burbujas de aire y la contaminación tiene prioridad critica en su detección oportuna.

En botellas para bebidas carbonatadas se hace un proceso adicional, ya que después de inspeccionar visualmente la botella, se le realiza una rutina de pruebas físicas destructivas y metrológicas en las que se les miden varios aspectos:

4.7 Pruebas destructivas

Prueba de Impacto: La botella se llena con agua y se le mete presión con aire por medio de una tapa con un pivote cual llanta de carro y se le ponen por estándar, 60 libras por pulgada, *Ipsa Facto*, se deja caer a dos metros de altura (caída libre) si resiste dos impactos sin fracturarse, la botella es aceptada. Esto para ver si resiste el desgaste físico del transporte, una vez llena el envase con el líquido y la presión.

Prueba de stress cracking: se le pone la misma presión, igual con agua, y se ponen en una solución de sosa al .04%, durante 15 minutos, la prueba es satisfactoria y se acepta la botella siempre y cuando no fugue líquido del fondo, o explote. Esta prueba se hace para ver la resistencia a través del tiempo, ya que con el tiempo el plástico se va haciendo rígido y por lo tanto menos elástico.

Prueba de presión interna: se le aplica presión continua a la botella durante un minuto, la prueba es satisfactoria si no fuga o se fractura, esto para simular a la presión que recibirán durante el llenado.

Metrológicas:

Lectura de sus atributos:

En general son siempre los mismos y están establecidos en base a las especificaciones de los clientes:

Altura total de la botella: variación aceptable (estándar): +/- 1 mm

Altura de la corona: el estándar para las botellas con corona pco, es de 21.25 mm +/- .30 mm

Anillo de soporte: ese mide de diámetro 25 mm +/- 0.87 mm este garantiza que el sello de garantía de la tapa rosca se quedara ahí, y garantizará un producto integro al consumidor final

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Diámetro del panel de etiquetado: se mide con el propósito de que la etiqueta quede exactamente ajustada a la botella. Tolerancia (estándar) de +/-1 mm

Espesor de pared: se mide por medio de un balín y un imán, el aparato lo que hace es medir la distancia que separa al balín del imán, así se pone un balín de níquel dentro de la botella y se le acerca al imán, procurando que el balín quede lo más cerca del imán, para que arroje resultados lo más aproximado que se pueda. Los espesores se miden tanto en hombro talón y cuerpo, y en las botellas para bebida carbonatada se mide una parte la cual se llama zona de transición, en la cual, si hay más de 2 mm de grosor, esa parte de la botella pierde la elasticidad y se vuelve rígida, lo que provoca que no pase las pruebas de control de calidad.

Perpendicularidad de la botella: se mide el grado de inclinación de la botella, ya que lo ideal es que el eje de simetría de la botella este a 90° de la base, aquí influye el punto descentrado, que marca más una parte del molde que del otro, y también afecta si no se enfría la botella lo suficiente de la parte de arriba, al salir caliente, la botella se deforma. la tolerancia es una inclinación máxima de 0.3 mm ya que si es mayor causaría problemas en la llenadora del cliente.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

El siguiente proyecto se desarrolló en un equipo de soplado SBO 6/10 y su finalidad será procesar el PET, (tereftalato de polietileno) de una manera uniforme y eficiente para reducir el uso de insumos materiales y energéticos.



Imagen 4.4

El equipo cuenta con una línea de producción completa, desde la introducción de materia prima la cual es el PET, hasta su salida como producto terminado dando lugar a un envase.

El equipo se divide en tolva, elevador de PET, Carrillera o tren de entrada, hornos, rueda de soplado y tren de salida de producto terminado.

Es muy importante que el Ing. de procesos, tome en consideración diversos factores los cuales influyen directamente en el proceso del PET, estos son la temperatura ambiente, corrientes de aire que puedan filtrarse en el equipo, el tipo de resina con la que se trabaja, humedad del aire de soplado y presoplado y las condiciones en que se encuentra dicho equipo.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Alguno de estos factores puede influir en que se no se consigan los resultados esperados.



Imagen 4.5

El proceso del PET inicia a partir de un conjunto de parámetros llamados consignas las cuales afectan directamente al material dentro del equipo, a partir de este punto depende mucho de nuestro análisis el saber de qué manera este conjunto de factores darán el resultado deseado.

Estado de espera: indica un porcentaje del tiempo de producción con el cual la maquina corregirá automáticamente alguna anomalía.

Arranque de producción: indica el porcentaje deseado en el que la maquina arrancara su producción sin elementos defectuosos.

Coefficiente de corrección: es un rango de temperatura que va 0.1 a 0.6 el cual indicara a la maquina temperaturas de las preformas fuera de especificación con el fin de autoajustar las temperatura del horno.

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Consigna: es el rango máximo de temperatura en que la preforma deberá ser soplada, este rango deberá ser a juicio del Ing. de procesos u operador a cargo del equipo.

Temperatura de carga: indica la temperatura óptima del horno para procesar las preformas, el horno deberá llegar a esta temperatura para que se abra el árbol de entrada de las preformas y estas empiecen a ser procesadas.

Ventilación de hornos: indica el grado de ventilación que el horno deberá manejar para que la circulación del calor dentro del mismo sea uniforme.

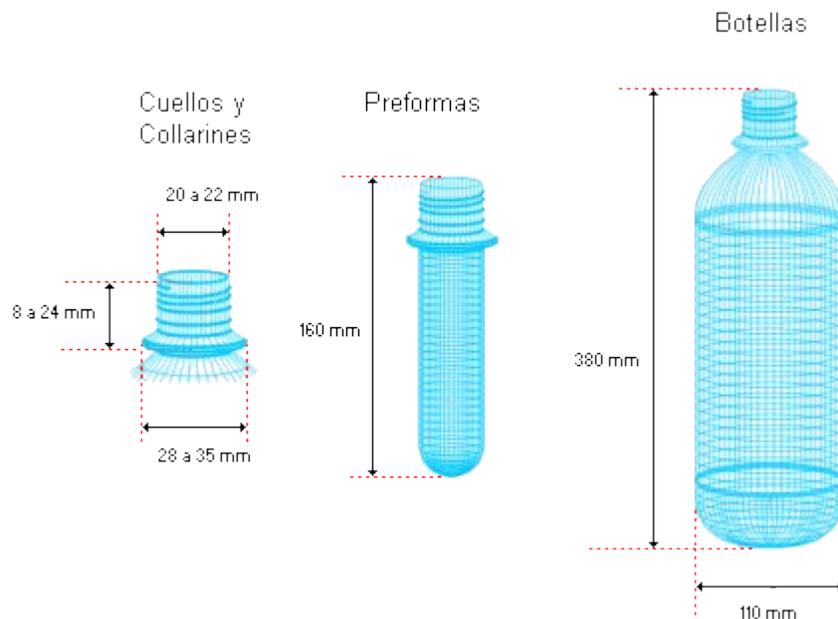


Imagen 4.6

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

En este proyecto trabajaremos con el proceso soplado estirado, este proceso es el más utilizado para las preformas de PET y en las cuales se usan equipo de soplado de diferente dimensiones en donde varían el número de cavidades y el tipo y el tiempo para procesar la preformas, por ello el proceso será guiado para un equipo de soplado SBO 6/10 las cuales sus siglas quieren decir “sopladora de botellas de 6 cavidades y 10 hornos de proceso”.

Para el inicio de soplado estirado, en primera instancia introduciremos la materia prima, en este caso es el PET de 19 gramos tipo A1 de resina cristal.

GRUPO POLINDUSTRIAS Polindustrias, Preplast, Polypint Planta Central, Km 12 Carretera a Villa Canales, Guatemala		Hoja de Especificaciones Fecha: 26-01-09 Referencia: P-QA-01-D-074 Realizado por: Juan Francisco Taracena
HOJA TECNICA PREFORMA PET 19 GRAMOS CUELLO 28 PCO		
DIMENSIONES DE BOCA / Neck Dimensions:		Estandar PCO 28mm
COLOR DE LA PREFORMA / Preform Colour:		CRISTAL
ACETALDEHIDO / Acetaldehyde (mg/kg) PROMEDIO / Average:		MENOS DE 10
Pruebas de Laboratorio de Calidad		Almacenaje de Preformas
1. Peso		1. Mantener en empaque original
2. Análisis Dimensional		2. Usar rotacion FIFO y minimizar el tiempo de almacenaje
3. Funcionalidad de Tapa		3. Mantener en lugar limpio, sin polvo y evitar exposicion a humedad y temperaturas altas
DIMENSIONES / Dimensions (mm)		
		19 grs.
		PCO 1840
1	DIA. INT. CORONA	21.74mm +/- 0.25
2	DIA. CDA. INT	24.51mm +/- 0.25
3	DIA. CDA. EXT.	27.43mm +/- 0.25
4	DIA. SELLO	27.97mm +/- 0.25
5	DIA. ARO	33mm +/- 0.25
6	ALT. COR. D. SELLO	14.1mm +/- 0.25
7	ALT. COR. D. ARO	21mm +/- 0.25
8	PESO	19 +/- 0.5 grs
9	ESPESOR	2.57 mm +/- 0.25
10	ALT. DE PREFORMA	88 mm +/- 0.25
11	DIA. CUERPO	18.75mm +/- 0.25

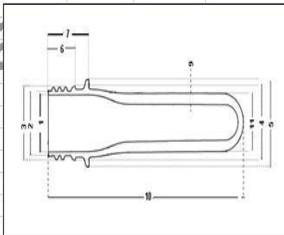


Imagen 4.7

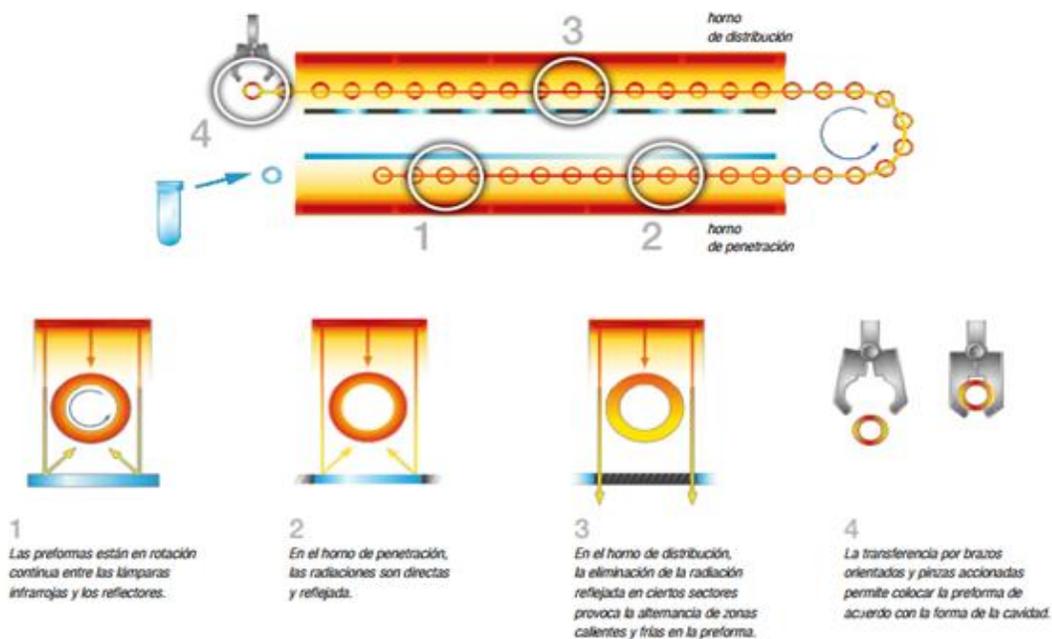
Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

Esta preforma se introducirá dentro de la tolva del equipo y viajara has los hornos de la máquina para ser procesada



Imagen 4.8

Dentro del horno las preformas giran en su propio eje y también hacen un movimiento de traslación de manera que recorren las 10 cámaras de calor que contiene el horno esto con la finalidad de calentar cada una de las zonas y paredes de la preforma, a todo esto se le llama recalentado del PET, y varia en temperaturas de los 110 a 120 grados centígrados.



Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.



Imagen 5.1

Durante su proceso dentro del horno la preforma se va calentando por zonas, estas zonas esta definidas por la cámara de calor las cuales contienen lámparas acomodadas en forma ascendente vertical y de las cuales se puede manipular su porcentaje de calor que se requiere transmitir como se muestra en la siguiente pantalla.



Imagen 5.2

Cada porcentaje de calor será asignado de acuerdo a las cualidades de la preforma, como son tipo de resina, color y grosor en las paredes, debemos recordar que una resina mientras más oscura es menor cantidad de calor requiere de igual manera

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

mientras menos grosor en paredes contenga, requiere menor calor para atravesar sus paredes y dilatar el material.



Imagen 5.3

Como se comentó anteriormente el horno del equipo está constituido por 10 cámaras de calor y estas a su vez con 10 lámparas infrarrojas, las cuales se encargan de calentar la preforma por zonas de acuerdo con los requerimientos posibles, estas se controlan desde este panel en la pantalla principal como se muestra en la imagen 5.3

CAPITULO 5

5.1 PROCESO DE SOPLADO

A continuación se describirá paso a paso el proceso de la preforma dentro de la máquina SBO 6/10.

La preforma se ingresa en cajas en diversos tamaños y colores de acuerdo a las propiedades y requerimientos del envase que se va a realizar, cabe resaltar que existen diferentes tipos de resinas de preformas y dentro de la empresa se trabajó con la siguiente tabla la cual nos muestra ciertas cualidades de las preformas de acuerdo a su resina

Tipo de preforma	Color	Brillo	Opaco	Oscuro	Transparente
A1	Cristal	x			x
A2	Cristal		x		X
O	Cristal	x		x	
E	Cristal		x		x
H	Verde	x		x	

Tabla 1.1

Cabe considerar que aquí se evalúan la cantidad de brillo y la transparencia de la preforma, ya que influye mucho en el proceso, una preforma tipo A1 cristal de tono brillante y transparencia requiere una temperatura de recalentado más intensa que una preforma de tipo A2 de tono opaco y oscuro y esto se debe a que el material mientras más cristalizado este o más puro sea más brillo tendrá y evitará que los rayos infrarrojos de las lámparas penetren sus paredes.

TOLVA:



Imag.5.1

Aquí se presenta la tolva y es donde se ingresa la preforma y se queda almacenada para ir dosificando de materia prima el elevador y la carrillera.

HORNO:



Imag. 5.2

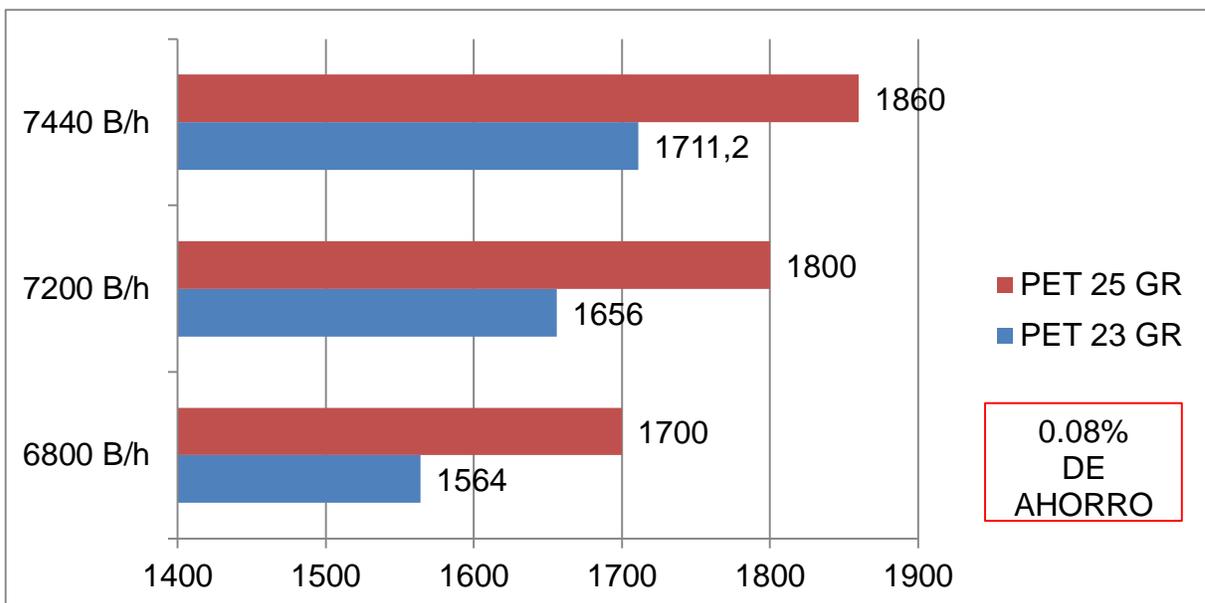
Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

En esta parte del horno es donde se procesa la preforma, cuenta con 120 cavidades llamadas túnelas y en las cuales encajan las preformas de manera vertical donde reciben el calor de las lámparas infrarrojas para dilatar sus paredes

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

Un proceso conlleva una serie de pasos e instrucciones las cuales se analizan con el fin de evitar errores y obtener los resultados requeridos.

Después de aplicar este método de proceso para el proceso del PET se obtuvieron los siguientes resultados:



En primera estancia el consumo de PET se redujo considerablemente, trabajando a cadencia de B/h constante cada hora se está ahorrando 0.08 % de materia prima.

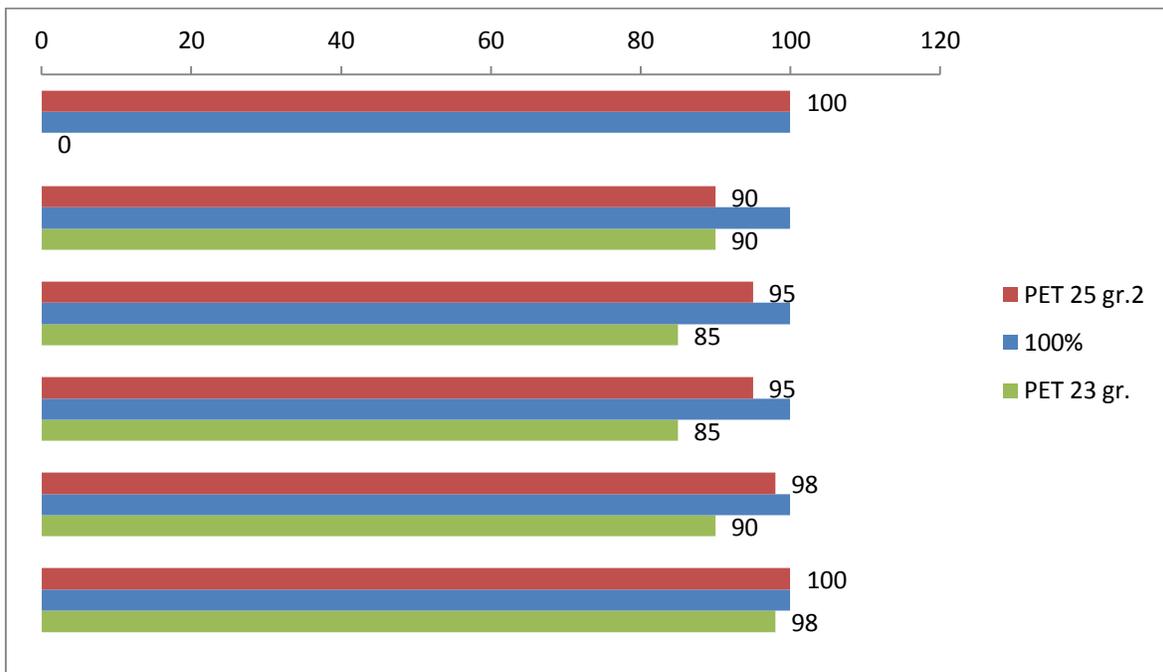
Por lo consiguiente se llegó a la conclusión y al resultado de que se dicha cadencia del equipo podía aumentar y con ello mejorar su eficiencia ya que de acuerdo con los resultados del análisis el tiempo del proceso había reducido ya que la s preformas requieren de menor tiempo dentro del horno, así que se decidió aumentar la cadencia del equipo de 6800 B/h a 7440 B/h (cadencia máxima del equipo) para comprobar su eficacia (5120 pzs. mas por turno) con ello incrementaría la

Análisis técnico y funcional para el desarrollo de un envase de PET para uso en bebidas carbonatadas.

producción de botella en gran cantidad sin embargo el desgaste del equipo intervendría en dicha ganancia.

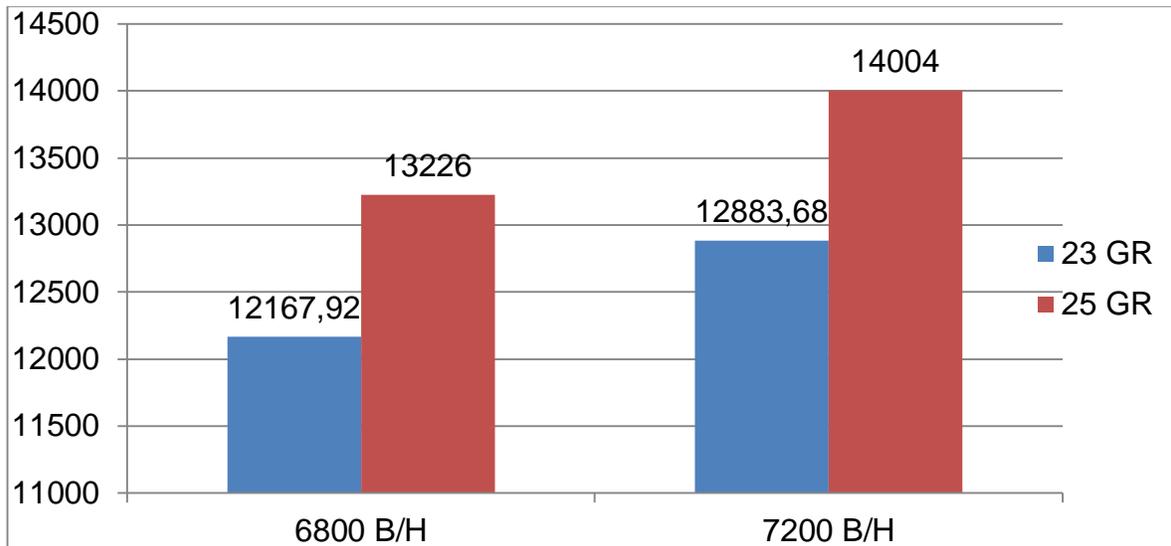
El gerente de mantenimiento delibero una cadencia media la cual fue de 7000 B/h con ello se garantizaría aumento en la eficiencia de producción (3200 pzs. Por turno) y se mantendrá el equipo en buenas condiciones.

6.1 Resultados



Desde los inicios para el ajuste del nuevo proceso, los avances dieron como resultado la reducción de las intensidades de calor a las preformas y con ello redujo la cantidad de energía de consumo en las lámparas infrarrojas

Ahorro en costos

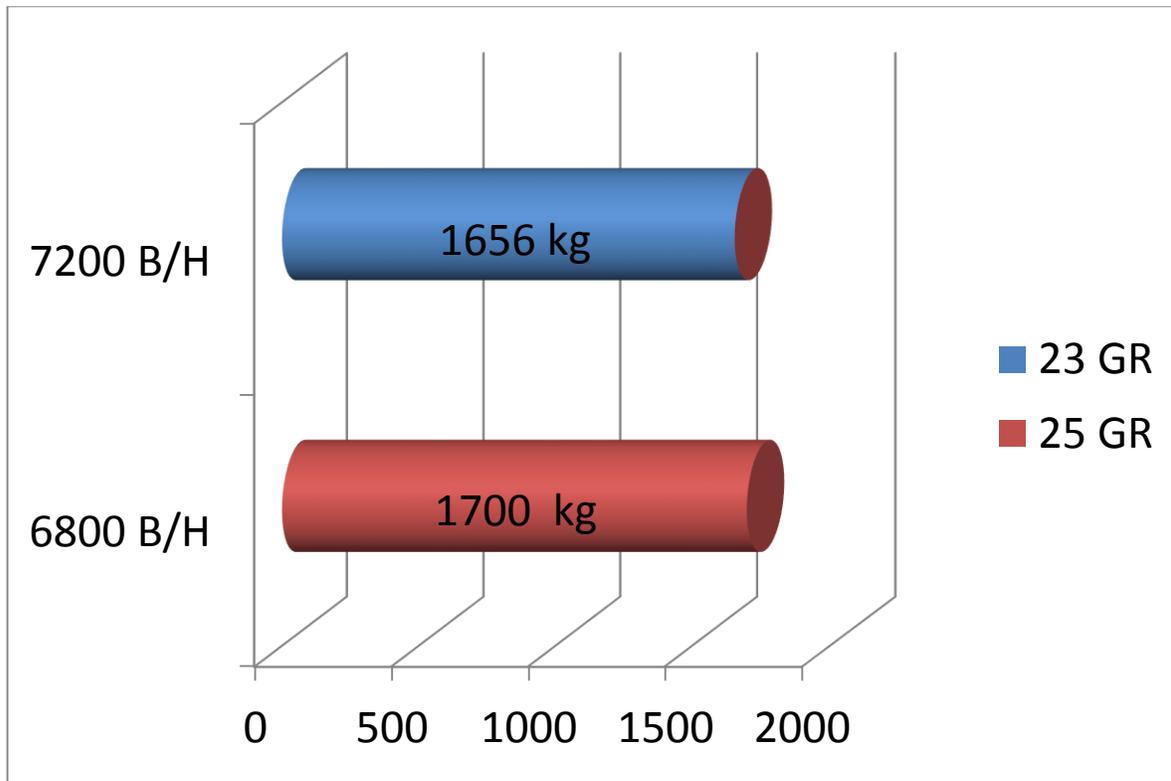


Por lo consiguiente en costos por materia prima se obtiene como resultados grandes beneficios para la empresa.

Tomando en cuenta el costo del PET a \$ 7.78 pesos por kilogramo, se obtiene un ahorro de \$8464.64 pesos por hora, eso considerando la cadencia de la maquina en 6800 B/h.

Aplicando la eficiencia mejorada a 7200 B/h y comparando los costos de las preformas se obtiene un ahorro de materia prima de \$8962.56 pesos por turno, aproximadamente \$1120.32 pesos por hora

Ahorro en materia prima



En la tabla anterior se muestra el consumo de PET por hora en kilogramos y también como resultado se obtiene que el equipo trabajando con PET de 25 gr a cadencia continua de 6800 B/h, consumía 1700 Kg por hora, mientras que ahora el equipo a cadencia media y constante de 7200 B/h consume 1656 kg por hora eso influye un ahorro de 44 kg por hora y un eficiencia de 400 envases mas cada hora.

BIBLIOGRAFÍA

- Auspiciado por Avance industrial S.A.(julio,2003), **Procesamiento de los plásticos**. Libro Técnico.
- Auspiciado por BASF Mexicana.(agosto,2002), **Ciencia de los plásticos**. Libro técnico Costa Nogal grupo Editorial.
- Miguel Fiol Pujadas, (2000), **Soldadura de Termoplásticos**, Costa Nogal 128 pág.
- Richardson y Lokensgard, (2003) **Industria del plástico, plástico industrial**, Costa Nogal 584 pág.
- QuimiNet, Que es el PET?, 22 de noviembre de 2005.
<http://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>
;