



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE EMBALADO, PALETIZADO Y
MANEJO DEL PRODUCTO TERMINADO EN ALMACENES DE
CERVECERÍA POLAR C.A.

Presentado por:

PADRÓN CASTRO, OMAR DAVID

Para optar al título de:

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

Asesor:

SIMANCAS, IVET

Caracas, Enero de 2012



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE EMBALADO, PALETIZADO Y
MANEJO DEL PRODUCTO TERMINADO EN ALMACENES DE
CERVECERÍA POLAR C.A.

Presentado por:

PADRÓN CASTRO, OMAR DAVID

Para optar al título de:

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

Asesor:

SIMANCAS, IVET

Caracas, Enero de 2012



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

Por medio de la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo Especial de Grado, presentado por el ciudadano Omar David Padrón Castro, titular de la Cédula de Identidad: V- 17.023.952, para optar al Título de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad, cuyo título es: *Evaluación de los Procesos de Embalado, Paletizado y Manejo del Producto Terminado en Almacenes de Cervecería Polar C.A.*; y asesoré al estudiante durante la etapa de desarrollo del Trabajo Especial de Grado hasta su culminación.

En la ciudad de Caracas, a los 27 días del mes de Enero de 2011.

Prof. Ivet Simancas

C.I. 4.326.224



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE EMBALADO, PALETIZADO Y
MANEJO DEL PRODUCTO TERMINADO EN ALMACENES DE
CERVECERÍA POLAR C.A.

Autor: Ing. Omar Padrón
Asesor: Prof. Ivet Simancas
Fecha: Enero 2012

RESUMEN

El producto no apto para el despacho, es algo indeseable en cualquier proceso productivo. Por ello, es importante tener estadísticas que permitan determinar las causas que lo generan y proponer posibles acciones para minimizarlo. En Cervecería Polar C.A., se ha determinado como área de oportunidad los procesos asociados a embalaje, paletizado y manejo de producto en almacén, específicamente en productos no retornables. Debido a esta situación, se planteó el presente estudio, con el objeto de identificar oportunidades de mejora de los procesos que permitan definir y tomar acciones para la disminución del producto no apto generado en los almacenes de producto terminado de las plantas de la empresa. Para ello, se evaluaron los procesos antes mencionados, considerando los parámetros de calidad, las condiciones de operación de los equipos y dimensiones y ajuste de los insumos en conjunto. El estudio incluyó a las 4 plantas de producción de cerveza de la empresa, ubicadas en Caracas, Barcelona, Maracaibo y San Joaquín. Como resultado del estudio se obtuvieron las principales oportunidades de mejora en cada uno de los procesos evaluados y en base a esto se concluyó que los insumos utilizados se ajustan adecuadamente al producto a empaquetar y que el proceso de embalado es el que presenta la mayor cantidad de oportunidades de mejora.

Palabras Clave: embalado, paletizado, termoencogible, polystetch, caja, cartón, paleta, mejora.



ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I: El Problema	4
Planteamiento del Problema	4
Justificación	5
Objetivos	6
Alcance	6
Limitaciones	7
Capítulo II: Marco Teórico	8
Antecedentes	8
Bases Teóricas	8
Capítulo III: Marco Metodológico	26
Tipo de Investigación	26
Diseño de la Investigación	26
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	27
Técnicas para el Análisis de Datos	35
Operacionalización de las variables	36
Capítulo IV: Resultados y Discusiones	37
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA	52



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del cartón corrugado por flauta	15
Tabla 2. Operacionalización de las Variables	36
Tabla 3. Rangos de cantidad de vueltas por planta	43
Tabla 4. Parámetros de calidad del paletizado	45



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales Empaques Secundarios y Terciarios en Cervecería	3
Figura 2. Asociación de reclamos del mercado por proceso	4
Figura 3. Proceso de Envasado de Cerveza	11
Figura 4. Diagrama general del Proceso de Embalaje	12
Figura 5. Tipos de Embalado	14
Figura 6. Tipos de Corrugado	16
Figura 7. Contracciones del Plástico Termoencogible	17
Figura 8. Esquema de embaladora	19
Figura 9. Dimensiones de una paleta	21
Figura 10. Esquema del Paletizado	23
Figura 11. Cajas Mal Posicionadas	24
Figura 12. Cajas sobresalientes	24
Figura 13. Paleta Inclínada	25
Figura 14. Evaluación de Resistencia al Manejo	29
Figura 15. Solapado del Termoencogible	29
Figura 16. Ubicación del punto para medición de tensión	31
Figura 17. Medición de la Memoria Residual del Polystretch	32
Figura 18. Holgura entre las botellas y las bandejas	34
Figura 19. Descentrado de bobina	38
Figura 20. Bandeja expuesta con botellas desplazadas	38
Figura 21. Formación deficiente del ojo	39



Figura 22. Solapado desplazado	39
Figura 23. Humedad en la tapa	40
Figura 24. Bandeja abierta y solapa inclinada	40
Figura 25. Caja con huecos por exceso de calor	41
Figura 26. Caja sin solapado	41
Figura 27. Caja luego de la evaluación de resistencia al manejo	42
Figura 28. Paleta con zona descubierta	43
Figura 29. Cajas mal posicionadas	44
Figura 30. Paletas inclinadas	44
Figura 31. Plástico con poca tensión	44
Figura 32. Efecto piramidal	45
Figura 33. Holgura en bandejas de cartón con presentación Light 355 mL	46
Figura 34. Paleta golpeada y rota	47
Figura 35. Paleta con sección sin apoyo	48
Figura 36. Cajas con daños en apilamiento de paletas	48
Figura 37. Diagrama Causa Efecto	49



INTRODUCCIÓN

A través de los años los envases para bebidas han evolucionado debido a la necesidad de adaptar el empaque del producto a lo que el consumidor requiere. Por ejemplo, los primeros empaques de cerveza fueron barriles, los cuales permitían comercializarla pero no a todos los consumidores. Por esto se desarrollaron empaques nuevos, con la idea de llegar al consumidor con un empaque más personal, como lo son en la actualidad las botellas de vidrio y las latas. En el caso de malta y refrescos se han empleado además de las opciones anteriores botellas de plástico PET (Broderick, 1982).

Al inicio de la industria cervecera, al solo envasar el producto en barriles, no se requería preparar el contenedor para su comercialización puesto que el barril era suficientemente rígido y resistente para garantizar la integridad del producto. Con la evolución de los contenedores se han desarrollado tecnologías para la comercialización de los productos puesto que al ser los empaques más personales y de diferentes materiales menos rígidos, se debe garantizar la integridad de los mismos para que lleguen en perfectas condiciones a los consumidores (Broderick, 1982).

En la actualidad, se conoce como empaques a todas aquellas estructuras rígidas o flexibles que contienen un producto o permiten la manipulación, transporte y distribución de productos a los consumidores. En función de esto existen tres categorías las cuales son (Martínez, 2006):

- **Empaques Primarios:** Son aquellos que contienen el producto a comercializar. Generalmente contienen información característica del



producto. Por ejemplo para el caso de bebidas serían las botellas de vidrio, latas, botellas PET, entre otros.

- **Empaques Secundarios:** Son aquellos que agrupan varios contenedores primarios, cuya función es resguardarlos en cantidades que simplifiquen su distribución, almacenamiento e inventario. Ejemplo: Cajas de cartón, gaveras de refresco y cerveza, bolsas plásticas, entre otros.
- **Empaques Terciarios:** Son aquellos que agrupan productos embalados en empaques secundarios. Su función principal es facilitar la distribución de los productos manteniendo la integridad de los empaques secundarios y primarios. Como ejemplo están las paletas (madera, plástico, etc.), plásticos polystretch, canastas, entre otros.

La selección de empaque primario se debe realizar en función del producto a comercializar. Para el caso de los empaques secundarios y terciarios, tanto como los materiales de empaques como la tecnología de maquinaria a emplear dependen de la disposición de inversión, la preferencia de la gerencia en función de su implantación, uso y la aceptación de los clientes y consumidores finales (Broderick, 1982).

El costo de todos los empaques a emplear suelen ser mucho más alto que el costo de fabricación del producto a comercializar incluyendo la mano de obra, por lo que es importante seleccionar la maquinaria más eficiente con los materiales de empaque más económicos (Broderick, 1982).

El presente proyecto se planteó dentro de la industria cervecera y de malta, específicamente en las cuatro plantas de Cervecería Polar C.A., donde



principalmente se dispone de dos tipos de contenedores los cuales son: retornables (botellas de vidrio y barriles) y no retornables (latas, botellas de vidrio, botellas PET). Los principales empaques secundarios y terciarios empleados se presentan en la figura 1.

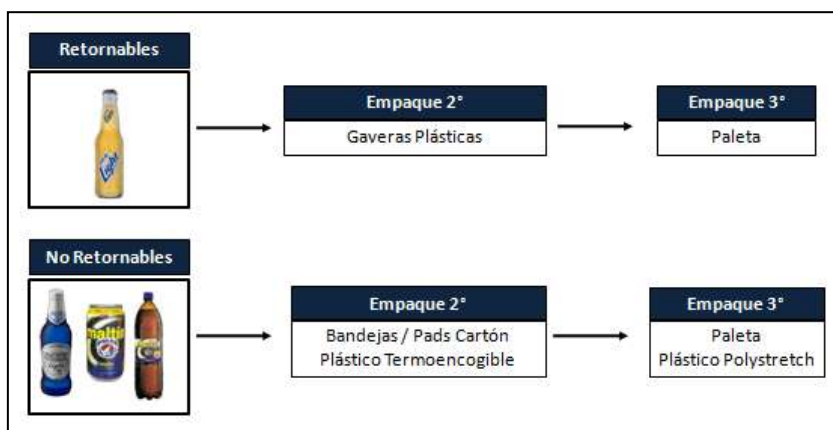


Figura 1. Principales Empaques Secundarios y Terciarios en Cervecería

Fuente: Diseño propio

El fin de este estudio fue evaluar los procesos de embalado, paletizado y manejo del producto terminado en almacén, para identificar las principales oportunidades de mejora y definir así, posibles acciones para disminuir la generación de producto no apto en las áreas de almacenamiento de la empresa.

El presente documento se encuentra estructurado en cinco capítulos. En el primero se plantea el problema de forma general con su justificación, los objetivos del estudio, alcance y limitaciones. El segundo capítulo presenta los antecedentes y las bases teóricas necesarias para dar soporte a la investigación. En el tercer capítulo se indica el tipo y diseño de la investigación, incluyendo los métodos de recolección y análisis de los datos a obtener en el estudio. El cuarto capítulo se presentan los resultados del estudio y finalmente en el quinto las conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

Cervecería Polar C.A., en la búsqueda de la mejora continua de sus procesos, ha enfocado sus esfuerzos en la disminución del producto no apto (PNA) generado en sus plantas de producción. En la producción de Cerveza y Malta, el proceso está dividido en dos grandes etapas la elaboración y el envasado. El PNA corresponde al producto que se debe descartar por no cumplir con las especificaciones de calidad de envasado y/o empacado.

Planteamiento del Problema

En el año 2009, en Cervecería Polar C.A., se identificó, a través de los registros de reclamos del mercado, que la mayor cantidad de PNA se genera en los procesos asociados a empaques secundarios y terciarios (embalado y paletizado). Los reclamos del mercado presentados en el año 2009, se muestran en la figura 2.

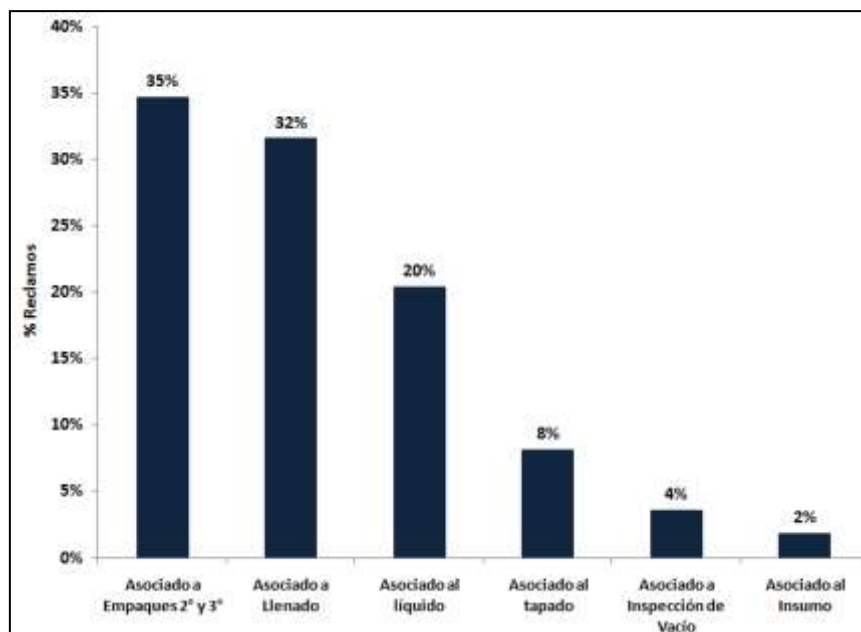


Figura 2. Asociación de reclamos del mercado por proceso
(Fuente: Cervecería Polar C.A., 2009)



A partir de esta fecha, se iniciaron las acciones para la disminución del PNA específicamente para los procesos asociados a empaques 2° y 3° (por caídas de paletas, mal embalado y mal paletizado), y al llenado. Dentro de las acciones que se tomaron para mejorar la aplicación de empaques 2° y 3° fue el desarrollo de metodologías para la inspección de estos procesos, realizando las evaluaciones el área correspondiente a Aseguramiento de la Calidad. Sin embargo, es necesario identificar los puntos críticos para la mejora de los procesos.

Justificación

Durante los últimos 3 meses del año 2010, se recibieron múltiples reclamos del área logística, tanto en agencias de distribución como en almacenes de producto terminado, indicando que algunos productos paletizados estaban colapsando y generando pérdidas considerables. Esta alerta sucedió en 3 de las 4 plantas cerveceras de la empresa, por lo que se solicitó tomar acciones a la brevedad posible por detectar las causas que estaban originando este problema. Particularmente, la situación fue notificada para dos presentaciones no retornables (NR) particulares, las cuales adicionalmente a los problemas en los procesos de embalado y paletizado, se les modificó el peso de la botella como medida para reducir costos de materiales de empaque.

Existen muchos factores que han podido influir en las caídas de las paletas de producto terminado, por lo cual es necesario identificar lo siguiente:

- El proceso que tiene mayores oportunidades de mejora.
- Si las caídas de paleta suceden solo en las dos presentaciones que levantaron la alerta.
- Si las condiciones de operación son adecuadas.
- Si la aplicación de los empaques está siendo efectiva.
- Si el manejo de las paletas con montacargas es adecuado.



- Si los materiales de empaques son adecuados para los productos a embalar.

La importancia del estudio radica en dar las bases para mejorar éstos procesos y asegurar que el producto a despachar se encuentre adecuadamente embalado y paletizado. Esto impactará en disminución de PNA y reducción de costos para la empresa.

Objetivos del Estudio

Objetivo General

Evaluar los procesos de embalado, paletizado y manejo del producto terminado para la disminución del producto no apto en Cervecería Polar C.A.

Objetivos Específicos

- Analizar la calidad y condiciones de operación del embalado con plástico termoencogible y del paletizado.
- Detectar oportunidades de mejora en el manejo del producto terminado en los almacenes.
- Evaluar la adecuación de los materiales de empaque a los productos a embalar.

Alcance

Con esta investigación se pretendió dar respuesta al requerimiento de la empresa, determinando las oportunidades de mejora en todos los procesos de embalado y paletizado para disminuir el producto no apto en almacenes y agencias de distribución para mejorar la eficiencia de los procesos y disminuir los costos asociados a la generación de producto no apto. Adicionalmente se determinó si los insumos empleados para estos procesos en específico son adecuados para las



condiciones actuales de producción. Este trabajo es un punto de partida para el mejoramiento continuo de los procesos de embalado, paletizado y manejo de las paletas, así como una referencia para la revisión del acondicionamiento de los insumos para estos procesos.

El presente trabajo se desarrolló en Cervecería Polar C.A., empresa dedicada a la comercialización de cerveza, malta, vinos y derivados del vino, específicamente en la Gerencia de Tecnología e Innovación, la cual está adscrita a la Dirección Técnica de la empresa. Las principales funciones de esta gerencia son los siguientes: Capacitación técnica del personal, mejora de procesos, desarrollo de productos y materiales de empaque, lineamientos de control de calidad, entre otros.

Dado el poco tiempo de respuesta disponible frente a la situación presentada y las variaciones en los cronogramas de producción en la empresa, se delimitó la investigación a la revisión de los procesos con una de las presentaciones afectadas a nivel de las cuatro plantas de Cervecería Polar C.A., la cual es Polar Light NR 355 mL. Se seleccionó esta presentación debido a su alta producción en todas las plantas y ser la que presentó la mayor cantidad de paletas caídas en los almacenes y agencias de distribución.

Limitaciones

En este estudio no se presentaron limitaciones.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Los procesos específicos de empackado considerados en este estudio, es decir, embalado y paletizado, han sido poco desarrollado en fuentes bibliográficas de primer orden, debido a que generalmente estos procesos son adaptados de forma local en la particularidad del ramo de la empresa y de los modelos de equipos disponibles con el apoyo del proveedor de cada máquina.

Como referencia general se disponen de normas internacionales elaboradas por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés, *American Society for Testing and Materials*), las cuales establecen recomendaciones para evaluar la aplicación de los empaques secundarios y terciarios. Adicionalmente se cuenta documentación interna de la empresa.

Bases Teóricas

Para dar una solución acertada al problema planteado es necesario tener una perspectiva amplia del proceso de envasado y en específico del embalado y paletizado de los productos no retornables, el cual es el foco del presente trabajo. El presente capítulo contiene información general de la empresa y del proceso de envasado para explicar el contexto del problema, así como también información específica de los procesos a estudiar con sus respectivos insumos.

Proceso de Envasado de Cerveza y Malta

La cerveza es un producto elaborado a partir de cuatro ingredientes básicos: Cebada Malteada, Maíz, Lúpulo y Agua. Estos ingredientes ingresan a una etapa denominada cocimiento donde se produce el mosto de la cerveza y de la



malta. Posteriormente se dosifica levadura cervecera la cual fermenta los azúcares del mosto para transformarlo en alcohol y dióxido de carbono. Luego, el mosto fermentado es filtrado y carbonatado y madurado para culminar la elaboración de la cerveza (Kunze, 1999).

Al finalizar la elaboración de la cerveza, el producto es almacenado en grandes tanques denominados tanques de gobierno, los cuales proveerán a las líneas de envasado de la planta del producto a envasar. El proceso de envasado de cerveza y malta, está formado por diferentes etapas, las cuales dependen del tipo de empaque. Actualmente se utilizan tres tipos de empaques en las industrias cerveceras, los cuales son: barriles, botellas y latas. A continuación se detalla el proceso general de envasado con botellas de vidrio retornables y no retornables (Browne, 2001; Moody, 1977).

El proceso de envasado en inicia con la recepción de botellas vacías en cajas plásticas denominadas gaveras, las cuales vienen apiladas en paletas. En el caso de que se empleen botellas nuevas, éstas vienen en un arreglo de paleta denominado *Bulk*. Estas paletas ingresan a una máquina despaletizadora, la cual separa las cajas y las coloca en las vías de transporte hacia la desembaladora de botellas, cuya función es retirar las botellas de las cajas para colocarlas en las vías de la línea de envasado.

Una vez que los envases están en las vías, éstas se dirigen al proceso de sanitización donde los envases retornables son sometidos a un lavado con una solución de soda cáustica. En el caso de los envases no retornables se aplica un enjuague con agua generalmente con concentraciones bajas de cloro para garantizar la inocuidad de la botella.

Al salir de la lavadora, las botellas ingresan a un inspector de botellas vacías, que detecta si las botellas son aptas para el llenado, rechazando aquellas



que no cumplan con los criterios programados en el equipo. Las botellas que hayan cumplido con los criterios de inspección ingresan a las llenadoras, donde se envasa el producto a una temperatura aproximada de 5°C y posteriormente son tapadas.

Posteriormente, el producto envasado pasa por un inspector que verifica el nivel de llenado de la botella, para garantizar que el contenido neto está dentro de las especificaciones de calidad y luego pasar a la próxima etapa del envasado que es la pasteurización. Durante este proceso se somete al producto a una carga térmica con un máximo de temperatura de 60°C para garantizar la estabilidad microbiológica del mismo (Broderick, 1982; Browne, 2001; Moody, 1977).

Luego de la pasteurización, el producto se debe preparar para el despacho por lo que las botellas son dirigidas a las etapas de embalado y paletizado. En el caso de las botellas retornables, la embaladora introduce las botellas en las gaveras para su posterior paletizado y envío a distribución. Las botellas no retornables tienen otro tipo de tratamiento puesto que se descartan luego de consumido el producto. Este tipo de botellas ingresan a la embaladora la cual las agrupa en el arreglo definido colocando un soporte de cartón para la formación de la caja, para posteriormente cubrirla con un plástico termoencogible que resguarda las botellas en un arreglo más rígido. Estas cajas son dirigidas a la paletizadora, donde son paletizadas y envueltas un plástico stretch que permite que la carga sea más estable y la resguarde del sucio.

Finalmente las paletas son distribuidas a las agencias y puntos de venta correspondientes. El proceso general de envasado, se ilustra en la figura 3.

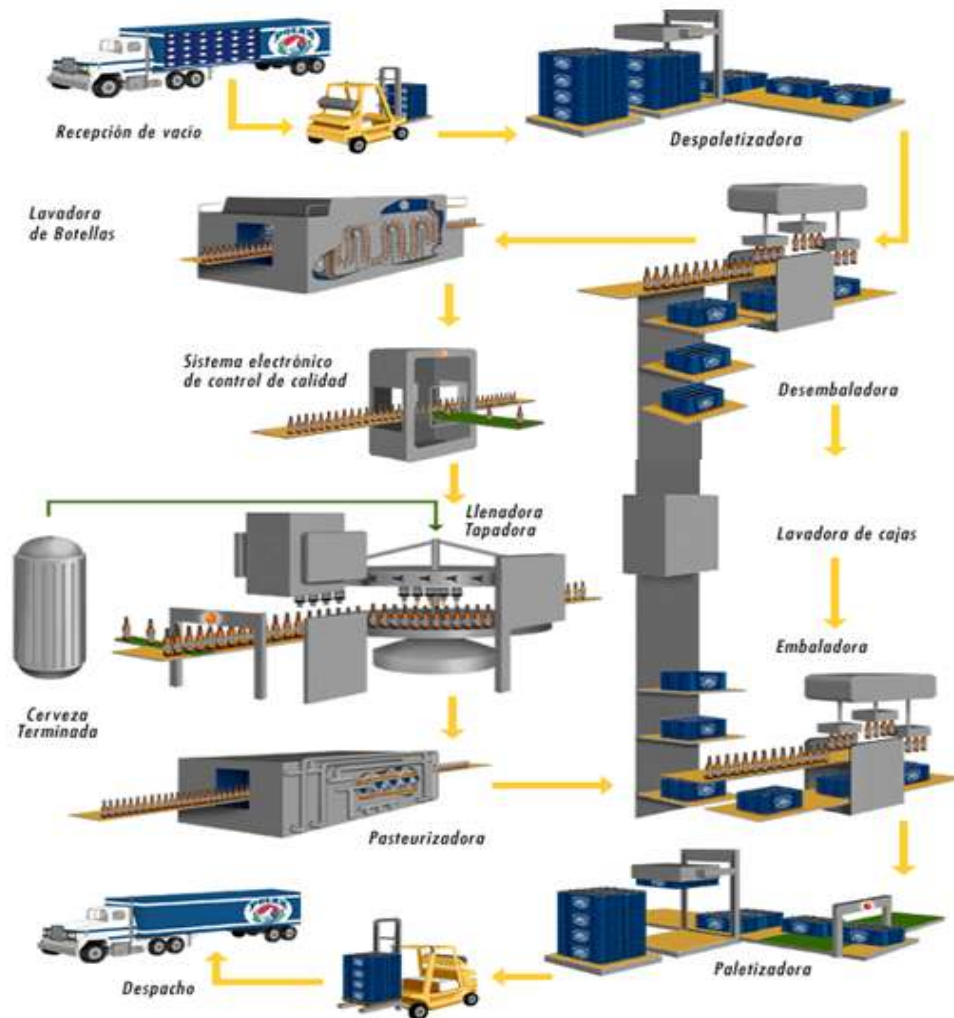


Figura 3. Proceso de Envasado de Cerveza (Fuente: Empresas Polar, 2011)

El proyecto se desarrolló en el las dos etapas del proceso de embalaje (embalado y paletizado), las cuales se detallan a continuación:

Proceso de Embalaje

El embalaje es un proceso mediante el cual se agrupan productos con el objeto de proteger el contenido, facilitar su manipulación, transporte y almacenaje. Éste proceso generalmente está dividido en dos etapas. La primera consiste en agrupar el



producto envasado en empaques primarios para envolverlos en empaques secundarios y es generalmente denominado Embalado. La segunda etapa, también llamado paletizado, se centra en agrupar el producto envuelto en empaques secundarios y aplicarles un empaque terciario (Browne, 2001; Moody, 1977). Estos se ilustran en la figura 4.

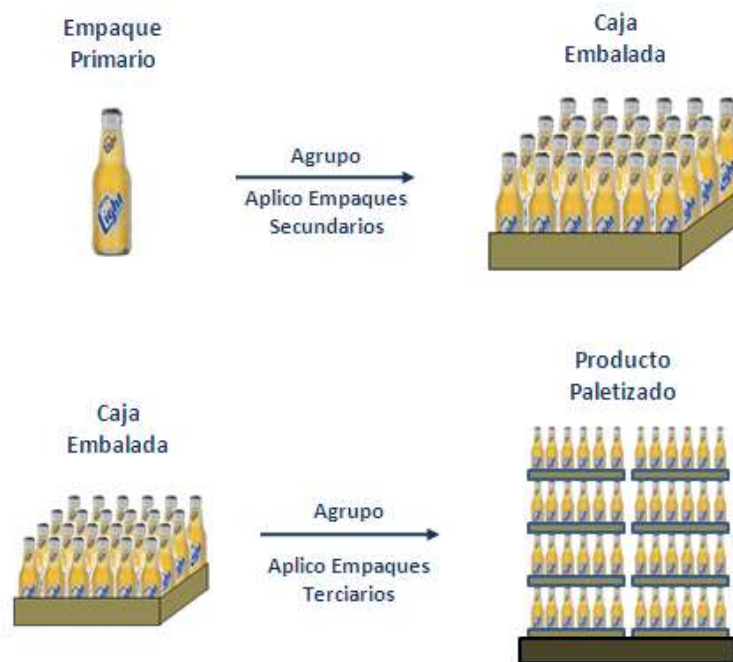


Figura 4. Diagrama general del Proceso de Embalaje
(Fuente: Diseño propio)

Debido a que el presente estudio se centra en este proceso, a continuación se detalla el principio de operación de los equipos empleados, así como los materiales requeridos. Adicionalmente se indican las principales características para garantizar un buen embalaje.



Embalado

Existen diversas maneras de embalar un producto, las cuales se agrupan básicamente en tres tipos (Moody, 1977):

- Empaque Individual: Es aquel que resguarda un solo empaque primario. Como ejemplo están las botellas de Whisky, Vino, entre otras. Este tipo de empaque generalmente es aplicado manualmente, sin embargo existen máquinas automatizadas.
- Empaque Múltiple: Agrupan una pequeña cantidad de empaques primarios, generalmente entre 3 y 12, y son presentados de esta forma en los puntos de venta. Con este tipo de empaques se busca motivar al consumidor a comprar más de un envase manteniendo un manejo cómodo del producto.
- Empaque de Tránsito: Empleado para agrupar una mayor cantidad de envases que el empaque múltiple. Este tipo de embalado, tiene como función principal aumentar la eficiencia del almacenamiento y transporte de los productos para asegurar que los empaques primarios lleguen a su punto de venta limpios y sin deterioro. En el caso de la industria cervecera en general, se emplean para embalar las botellas de vidrio retornables, cajas plásticas denominadas gaveras y para las no retornables se utiliza un soporte de cartón y un plástico termoencogible que envuelve los envases.

En la figura 5, se presenta un ejemplo de cada tipo de embalaje descrito.



Figura 5. Tipos de Embalado (**Fuente:** Diseño propio)

En las cervecerías, se utilizan con mayor frecuencia los empaques múltiples y de tránsito, dependiendo del mercado donde se comercialice el producto. En Cervecería Polar C.A., se emplean empaques de tránsito para todos sus productos. En este proyecto se realizará énfasis en embalado con termoencogible, correspondientes a los productos no retornables.

Para que el embalado y paletizado sean efectivos, es necesario que los materiales de empaque sean adecuados para el tipo de producto a embalar. Por esto se debe tener un conocimiento básico de los materiales de empaque empleados en esta etapa del proceso.

Insumos para el Embalado con Películas Termoencogible

Los insumos empleados en este tipo específico de embalado, son soportes de cartón corrugado (bandejas o pads) y plásticos termoencogibles. Éstos se detallan a continuación:



Bandejas de Cartón

El cartón es un material constituido por un conjunto de hojas superpuestas de papel en un arreglo definido de tal forma que aumenta su rigidez, grosor y resistencia. Para la fabricación del cartón se emplea una mezcla de papeles con diferentes longitudes de fibra que le dan resistencia al material. Los papeles empleados son: Papel Kraft (papel virgen), se caracteriza por tener fibras largas, y papel reciclado, el cual puede presentar diferentes tamaños de fibra, dependiendo de la calidad del reciclado. La proporción de cada tipo de papel, depende de la fórmula del fabricante y del uso que se le va a dar el cartón (Browne, 2001; Moody, 1977).

Existen básicamente dos tipos de cartón: el cartón sólido o laminado y el cartón corrugado, también llamado cartón ondulado. El cartón laminado, está compuesto por láminas lisas de papel generalmente de papel Kraft, lo que hace su costo más elevado. El cartón corrugado está constituido por mínimo tres capas de papel (virgen y reciclado) en un arreglo superpuesto de una hoja lisa, una hoja con ondulaciones de frecuencia definida y otra hoja lisa. La altura y frecuencia de las ondulaciones del cartón se denomina “flauta”.

El cartón corrugado principalmente se clasifica en cuatro categorías según el tipo de flauta. La clasificación se resume en la tabla 1 (Moody, 1977).

Tabla 1. Clasificación del cartón corrugado por flauta

Flauta	Ondulaciones por Metro	Altura de Ondulaciones (mm)
A	105 - 125	4,5 - 4,7
B	150 - 185	2,1 - 2,9
C	120 - 145	3,5 - 3,7
E	290 - 320	1,1 - 1,2

(Fuente: Moody, 1977)



Adicionalmente a la clasificación por flauta, también se elabora el cartón con más de un corrugado, el cual puede ser de corrugado doble o triple. En la figura 6, se muestra un ejemplo de esto.

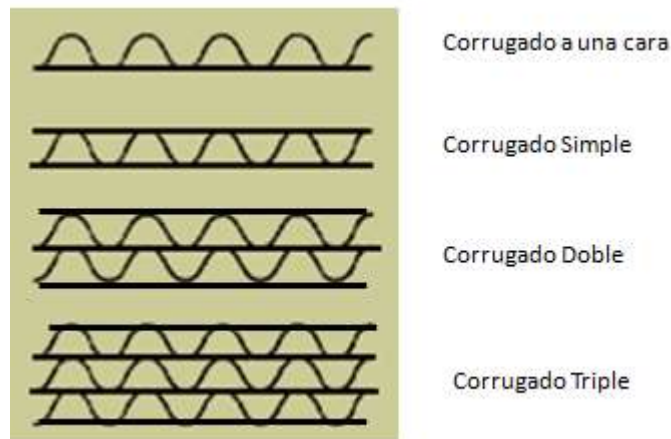


Figura 6. Tipos de Corrugado (Fuente: Moody, 1977).

El diseño de un empaque de cartón es muy variable y depende del producto a embalar. Sin embargo, se pueden tomar en cuenta las siguientes premisas (Moody, 1977):

- Debe manejarse y permitir el transporte de las botellas eficientemente, manteniendo un bajo costo.
- Mantener en buenas condiciones los envases durante el almacenamiento bien sea vacíos o de producto terminado.
- Debe proteger a los envases de los impactos recibidos bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.

Plástico Termoencogible

Es un material elaborado con un polímero plástico, el cual ha sido estirado durante su proceso de fabricación, lo cual origina un encogimiento cuando éste es



calentado. Este insumo puede elaborarse con diferentes opciones de polímeros, sin embargo, debido al costo del plástico generalmente se utiliza polietileno.

Este plástico puede elaborarse para se contraiga en un solo sentido (unidireccional) o en a ambas direcciones (bidireccional), dependiendo de lo que se requiera. El principio de fabricación del plástico consiste estirar la película plástica mientras está caliente para reorganizar las moléculas y posteriormente es enfriada para mantener el estado modificado de éstas. Cuando el plástico es calentado nuevamente, este se encoje hasta sus dimensiones iniciales, lo cual genera una sujeción a la carga.

En la figura 7, se ilustran los tipos de contracciones que se originan en el plástico luego de aplicar calor.

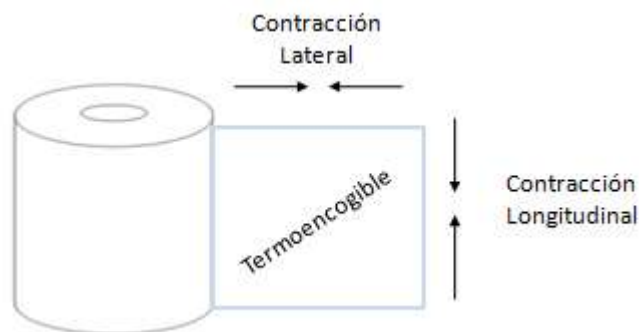


Figura 7. Contracciones del Plástico Termoencogible (Fuente: Diseño propio)

El diseño del plástico debe considerar, según las especificaciones de la empresa son: los porcentajes de contracción lateral y longitudinal, el ancho de bobina y espesor debe ser suficiente para la carga a embalar para envolver todos los envases y que no se rompa por el peso de la caja embalada (Broderick, 1982; Browne, 2001; Moody, 1977).



Funcionamiento de Máquinas Embaladoras con Termoencogible

Las máquinas embaladoras con plástico termoencogible, se componen básicamente de cuatro etapas (KHS, 2008):

- a. La primera consiste en la alimentación de los envases en un arreglo definido (Por ejemplo 4 filas de 6 envases, para un total de 24 por caja). Esto funciona con un arreglo inicial de las vías a la entrada del equipo, donde se direccionan las botellas en filas de una determinada cantidad de botellas y realiza la separación para la cantidad de filas que debe llevar cada caja. Esto es programable en el equipo.
- b. La segunda etapa consta en la aplicación de la bandeja de cartón, donde se posicionan todos los envases en el lugar de la bandeja que corresponde. Esto se logra, mediante la sincronización entre el paso del arreglo de botellas por el equipo y de la bandeja de cartón. Una vez que el cartón es posicionado debajo de los envases, las solapas de la bandeja son cerradas mediante ganchos y disposición de las vías internas del equipo, utilizando pegamento aplicado en caliente (*hot melt, en inglés*), para poder realizar el pegado de las solapas de la bandeja. Es importante destacar, que los sistemas pueden variar según el proveedor de la máquina.
- c. En la tercera etapa, el plástico termoencogible es cortado con una longitud determinada, lo cual es programado en los equipos para luego ser aplicado alrededor de los envases sobre la bandeja de cartón. Se debe generar un solape mínimo, el cual se establece en función del material utilizado.



- d. En la cuarta etapa, la caja envuelta con el plástico sin encoger, ingresa a un horno programado con unas temperaturas específicas. Este horno opera con resistencias y ventiladores colocados en diferentes zonas del equipo, lo cual permite regular el calor generado dentro del horno, direccionamiento y velocidad de las corrientes de aire para generar el encogimiento del plástico. Al ingresar la caja al horno, las corrientes de aire deben levantar los lados de forma tal que el plástico quede de forma horizontal, generando una burbuja de aire a cada lado de la caja, lo cual permite un encogimiento efectivo. El tiempo de residencia en el horno en conjunto con la temperatura, son parámetros muy importantes para asegurar que el plástico no se queme más de lo requerido.

En la figura 8, se presenta un esquema del equipo, indicando donde ocurre cada etapa.

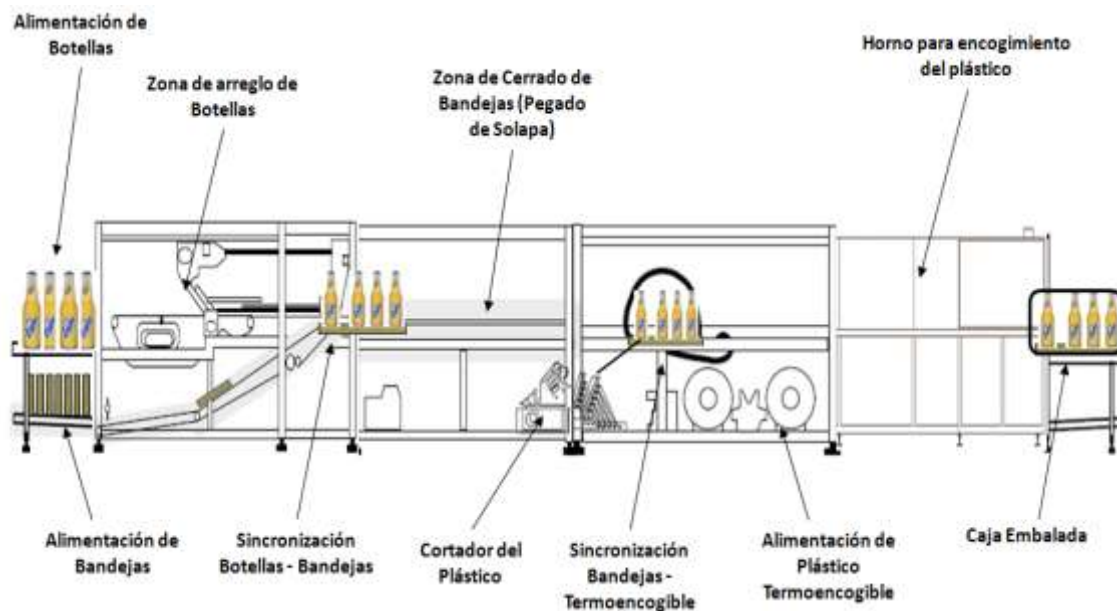


Figura 8. Esquema de embaladora (Fuente: Diseño propio)



Calidad del Embalado

La calidad del embalado, según los estándares de Cervecería Polar C.A., corresponden a (Cervecería Polar C.A.², 2010):

- Las cajas embaladas, deben tener aberturas en las caras laterales, las cuales se denominan “ojos”. Estos deben estar abiertos y centrados.
- El solapado para plásticos transparente debe ser de un mínimo de 50 mm.
- El solapado para plásticos pigmentados debe ser de un mínimo de 120 mm.
- Debe resistir la evaluación estándar de resistencia al manejo establecida por la empresa.

Paletizado

El proceso de paletizado consiste en agrupar embalajes de productos sobre una estructura, denominada paleta, que facilita el almacenaje y transporte de los mismos. El material de esta estructura, generalmente es de madera. Las dimensiones estándares de las paletas empleadas por las empresas de bebidas son de 1200 x 1000 x 145 mm y debe soportar una carga máxima de 1000 kg aproximadamente. La cantidad de cajas y disposición de las mismas va a depender de las dimensiones del embalaje que deseo paletizar y de la disposición de espacio para transporte y almacén (Broderick, 1982; Browne, 2001; Moody, 1977).

En la figura 9 se muestra la forma de una paleta.

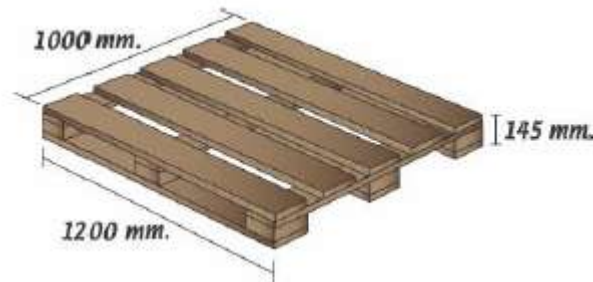


Figura 9. Dimensiones de una paleta (Fuente: Moody, 1977)

Luego que la carga ha sido paletizada, es necesario realizar una fijación a la paleta y proteger la carga de condiciones de polvo y humedad a los productos. Para lograr esto, generalmente se aplican películas plásticas estirables y flejes. Particularmente, para el producto evaluado en el presente proyecto, primero se paletiza y posteriormente se envuelve en una película plástica estirable denominada Polystretch.

Insumos de Paletizado

Polystretch

Es un material plástico altamente estirable, empleado para envolver paletas con el objeto de aumentar la estabilidad de una paleta y proteger los productos de la humedad y el polvo. Este plástico, generalmente está elaborado a base de polietileno de baja densidad. Sin embargo, existen plásticos de otros materiales como por ejemplo PVC. Este generalmente está compuesto de capas de material que le dan un espesor particular con unas propiedades definidas. Este plástico viene en forma de bobina, la cual es elaborada enrollando el material en un tubo de cartón denominado “Core”.

El plástico tiene propiedades de memoria, por lo que al estirarlo, éste tiende a recuperar su forma original. La forma de aplicación dependerá del tipo de producto a envolver, específicamente si es deformable o no. En caso de que sea



deformable, se recomienda realizar un alto pre-estiro del material antes de la aplicación para que la memoria residual del plástico actúe sobre la carga y la sujete. En caso contrario, si no es deformable, el plástico se puede aplicar con más tensión para que sostenga la carga. Generalmente el pre-estiro en las máquinas es realizado por dos rodillos que giran a velocidades diferentes y elongan el material antes de la aplicación al producto paletizado (Moody, 1977; KHS, 2008; Yam, 2009).

Funcionamiento de Máquinas Paletizadoras y Envolvedoras

El paletizado se compone básicamente de dos etapas (KHS, 2008):

- a. En la primera etapa, se reciben las cajas del proceso de Embalado y se procede a colocarlas en un orden específico sobre una paleta. Este orden específico se programa en la máquina si es automática, en caso contrario se debe realizar manualmente. Este orden depende del tamaño de las cajas a embalar y de la altura de la misma. Generalmente la cantidad de camadas depende de la resistencia máxima de la paleta y de la altura de los vehículos de transporte.
- b. En la segunda etapa, se reciben las paletas armadas con la cantidad de cajas definidas. Posteriormente ingresan a la zona de la envolvedora, donde se le aplica el plástico Polystretch. Este plástico es aplicado desde la camada inferior, realizando un movimiento helicoidal subiendo y bajando de tal forma de cubrir todas las cajas que están en la paleta.

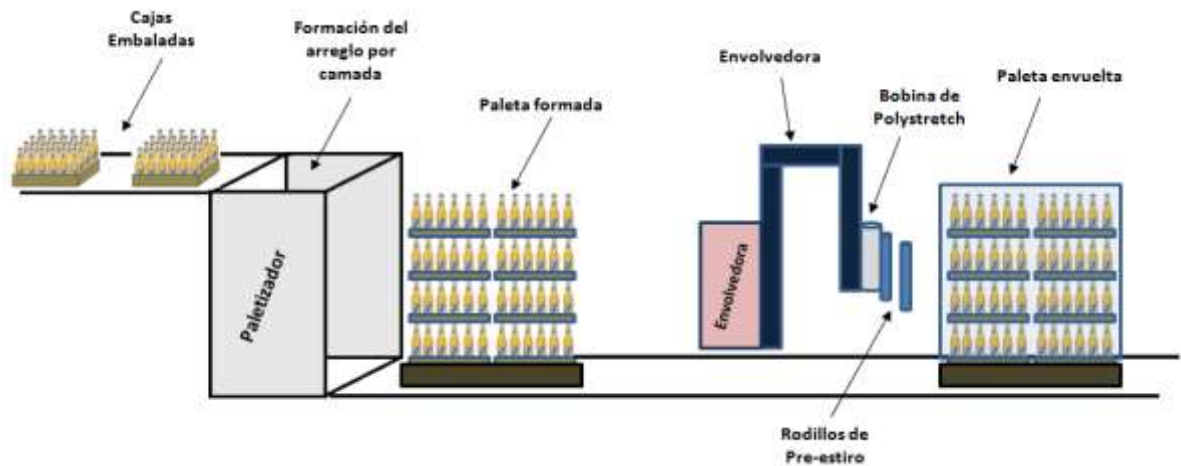


Figura 10. Esquema del Paletizado (Fuente: Diseño propio)

Calidad del Paletizado

Los parámetros de calidad del paletizado a evaluar, los cuales son definidos en normas internacionales y criterios establecidos por Cervecería Polar C.A., son los siguientes (ASTM, 2000):

- **Elongación:** es el incremento en la longitud de una película plástica al ser estirada, lo cual permite evaluar la resistencia y aplicación del plástico.
- **Tensión bajo carga:** es la fuerza aplicada por el Polistretch al producto, en una paleta envuelta. Esta propiedad se mide con la finalidad de evaluar si el envolvimiento de la paleta es adecuado, para garantizar la integridad del producto durante su distribución y almacenaje.
- **Memoria Residual:** Es la capacidad que tiene un material en regresar a su estado inicial después de someterse a una extensión.
- **Consumo de Polystretch:** Se refiere a la cantidad de plástico empleado (en peso) para envolver una paleta.



- **Cobertura de Polystretch:** Se refiere a la cantidad de vueltas con las que se envolvió la carga en las diferentes zonas de la paleta (Abajo, Subiendo, Arriba y Bajando)
- **Inspección Visual:** Se realiza para detectar posibles defectos que generen inestabilidad en las paletas. Entre los principales defectos están los siguientes (Cervecería Polar, 2010):
 - **Cajas mal posicionadas:** Las cajas no están en la posición que les corresponde originando zonas vacías dentro de la paleta.



Figura 11. Cajas Mal Posicionadas (Fuente: Propia)

- **Cajas sobresalientes:** Cajas que sobresalen del patrón de paletizado, deformando el plástico Polystretch.



Figura 12. Cajas sobresalientes (Fuente: Propia)



- **Paleta Inclinada:** La paleta tiene una inclinación notable a simple vista



Figura 13. Paleta Inclinada (Fuente: Propia)

- **Embalado de caja defectuoso:** Las bandejas de cartón están dobladas o rotas y el plástico termoencogible no resguarda adecuadamente las botellas, considerando que haya sucedido durante el paletizado.
- **Paleta Mojada:** Derrame de producto originado por rotura de envases o humedad originada en almacén de producto paletizado.



CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo el estudio, fue necesario definir el tipo de investigación a realizar un diseño de las actividades a llevar a cabo. A continuación se define el tipo y diseño de la investigación y las técnicas de recolección y análisis de datos.

Tipo de Investigación

El desarrollo de este trabajo, se enmarcó en el tipo de investigación evaluativa, puesto que se evaluó la eficiencia de procesos con respecto a criterios preestablecidos. Este tipo de investigación se emplea para mejorar las prácticas de procesos que están siendo aplicados (Hurtado, 2000; Hernández S., 1997)

Diseño de la Investigación

Para detectar las oportunidades de mejora a lo largo de los procesos de embalado, paletizado y manejo del producto para distribución, es necesario considerar todos los posibles factores que puedan afectar la estabilidad de una paleta. Es por ello que se consideró lo siguiente: Condiciones de operación de las embaladoras y paletizadoras, calidad del embalado y paletizado, ajuste en conjunto de los insumos y transporte de las paletas con montacargas. A partir de esto, se plantea la siguiente metodología de trabajo.

Para las evaluaciones requeridas en el presente proyecto, se consideró como universo las cuatro plantas cerveceras. Considerando el alcance descrito en el Capítulo I, solo se realizó el estudio con la presentación Polar Light NR 355 mL, lo cual simplifica el universo de estudio a una línea de producción específica en cada planta. Cada línea de producción consta de dos mangas, donde cada una está constituida por una embaladora y una paletizadora. En total se evaluaron las condiciones operacionales de 8 embaladoras y de 8 paletizadoras. El tamaño de muestra se fijó en 3 unidades (cajas embaladas o paletas) según la máquina a



estudiar puesto que este tipo de procesos tiende a ser estable según las condiciones de operación programadas en cada máquina y adicionalmente el objeto del presente estudio no está enfocado a estadísticas de defectos de calidad de estos procesos.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Una vez definido el universo, población y la muestra, se aplicaron las siguientes metodologías de evaluación cualitativa para el estudio de los procesos de calidad, operación, y de evaluación cuantitativa para las dimensiones de los insumos. Los ensayos deben realizarse luego de 5 minutos del embalado o paletizado para garantizar que el material se adapte a la forma de la caja o paleta.

Inspección del Proceso de Embalado

Funcionamiento General y Condiciones de Operación

Para evaluar el funcionamiento de la máquina, se deben considerar los parámetros controlables, los cuales son los siguientes: velocidad de la máquina, temperatura de los hornos, direccionamiento de las corrientes de aire y la sincronización y ajustes para la aplicación del empaque secundario.

A través de la pantalla de control de las embaladoras se pueden registrar los parámetros operacionales, específicamente la temperatura de los hornos y la velocidad de la máquina. Para evaluar la sincronización y ajuste de la máquina, se debe verificar que las botellas queden dentro del insumo de cartón que da soporte a la caja embalada (sea pad o bandeja de cartón). En caso de que utilice bandejas de cartón, las solapas deben estar bien pegadas y no debe haber deformaciones en el cartón, el solapado del termoencogible debe estar en el centro del cartón y el plástico debe estar centrado en la caja (KHS, 2008).



Calidad de la Aplicación de los Empaques Secundarios

La calidad de la aplicación de los empaques secundarios se evalúan considerando tres aspectos: Inspección Visual de la caja, tamaño del solapado del plástico termoencogible y la resistencia de la caja embalada al manejo. La metodología para evaluar cada aspecto se presenta a continuación:

Inspección Visual

Los criterios que debe cumplir una caja embalada en una inspección visual son los siguientes (Cervecería Polar C.A.², 2010):

- Los ojos de ambos lados de la caja deben estar abiertos y centrados.
- El plástico termoencogible no debe tener roturas y debe estar liso.
- El plástico termoencogible debe quedar ajustado a la caja. No debe permitir que las botellas se muevan.
- La bandeja o la caja de cartón debe estar seca, sin dobleces y bien encuadrada (las 4 esquinas deben formar 90°, los lados no deben estar deformados y las solapas de la bandeja deben estar bien pegadas).
- En caso de que la caja de producto tenga bandeja de cartón, esta debe estar seca, sin deformaciones con las solapas bien pegadas y no debe estar expuesta en los ojos del plástico termoencogible con el fin de evitar deformaciones en el transporte.

Resistencia al manejo

Esta evaluación, busca simular movimientos bruscos que podría sufrir la caja embalada durante su transporte y distribución. Para llevar a cabo esta prueba, se debe tomar la caja embalada por los ojos laterales y moverla bruscamente de forma horizontal, de izquierda a derecha 10 veces. En la figura 14, se muestra como se debe tomar la caja (Cervecería Polar C.A.², 2010).



Figura 14. Evaluación de Resistencia al Manejo (Fuente: Propia)

Luego de haber realizado la evaluación, se debe verificar que el plástico no tenga roturas, no se haya deformado el empaque de cartón y las botellas no deben moverse de su posición ni salirse de la caja.

Solapado del Termoencogible

Para determinar la medida del solapado se debe colocar la caja embalada de forma invertida y posteriormente empleando una cinta métrica, medir la porción del termoencogible que se solapa. En la figura 15 se muestra el solapado que se debe medir (Cervecería Polar C.A.², 2010).



Figura 15. Solapado del Termoencogible (Fuente: Propia)

Inspección del Proceso de Paletizado

Funcionamiento General y Condiciones de Operación



La evaluación del funcionamiento general de las máquinas paletizadoras y envolvedoras se realiza a través de la inspección visual de la formación de la paleta y de la aplicación del plástico Polystretch a la paleta armada. En la máquina se debe revisar lo siguiente (KHS, 2007):

- Formación del patrón de paletizado con las cajas bien alineadas.
- Pre-estiro de la máquina.
- Cantidad de vueltas de aplicación del plástico Polystretch

Una vez que se inspeccionan estas condiciones, se deben considerar las variables de calidad de un buen paletizado.

Calidad de la Aplicación de los Empaques Terciarios

La calidad de la aplicación de los empaques terciarios se evalúan considerando cinco aspectos: Inspección Visual de la paleta, Memoria Residual, Peso del Polystretch (consumo por paleta), tensión bajo carga y estiro final. La metodología para evaluar cada aspecto se presenta a continuación:

Inspección Visual

Se deben inspeccionar los cuatro lados de la paleta y los criterios que debe cumplir una son los siguientes (Cervecería Polar C.A., 2010):

- Cajas bien posicionadas en la paleta.
- Plástico Polystretch estirado, sin arrugas y brillante.
- No debe haber zonas de la paleta sin cubrir con el Polystretch.
- No debe haber presencia de los defectos expuestos en el capítulo 2.



Tensión Bajo Carga

Para esta evaluación se requiere un medidor de fuerza con disco, específicamente para mediciones de tensión de películas plásticas. Adicionalmente se requiere una cinta métrica rígida, una cuchilla para corte del plástico. El ensayo consta en medir la tensión en un punto específico y estandarizado en normativas internacionales. Primero se debe seleccionar una cara al azar de la paleta. Posteriormente se debe ubicar un punto particular, tomando como referencia la esquina superior izquierda de la paleta, ubicado a 25 cm de arriba hacia abajo y a 46 cm de izquierda a derecha. Este se muestra en la figura 17 (ASTM, 2000).

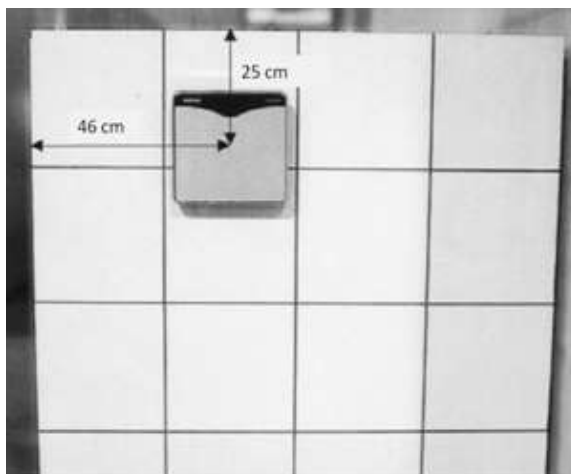


Figura 16. Ubicación del punto para medición de tensión (Fuente: ASTM, 2000)

Una vez ubicado el punto, se debe realizar un pequeño agujero en el punto y se coloca el disco con el medidor de fuerza en este punto. Luego se debe realizar un corte de aproximadamente 2 cm de longitud, justo 10 cm a la izquierda del punto donde se colocó el medidor de fuerza y se debe colocar en este punto la cinta métrica rígida. Posteriormente, se debe halar el medidor de fuerza para separar el plástico de la carga justo 10 cm, con el cual se utiliza como referencia la cinta métrica rígida. Finalmente se reporta la fuerza requerida para separar en 10 cm, el plástico Polystretch de la carga paletizada (ASTM, 2000).



realizar una marca con una longitud inicial conocida (D_0). Luego envolver una carga con la bobina marcada y posteriormente medir nuevamente la distancia (D) marcada al plástico aplicado (ASTM, 2000).

Finalmente, el cálculo se realiza según la siguiente ecuación:

$$\%E = \frac{D-D_0}{D_0} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%E: Porcentaje de elongación

D: Longitud de la marca realizada luego de aplicar el plástico

D_0 : Longitud inicial de la marca realizada

Inspección de Insumos

Dimensiones de Plástico Termoencogible

Para determinar las dimensiones de los insumos se requiere una cinta métrica y un micrómetro para determinación de espesores de películas plásticas. Para las bandejas y pads de cartón se deben tomar 3 muestras tomadas al azar, determinar sus dimensiones y compararlas con el plano aprobado por Cervecería Polar C.A. Para el caso del plástico termoencogible, se debe verificar el ancho de la bobina y el espesor del plástico y compararlas con las fichas técnicas aprobadas por la empresa (Cervecería Polar C.A.³, 2010).

Ajuste entre bandejas de cartón y botellas

Dado que la aplicación del plástico depende de las condiciones de la embaladora, solo se considerará el ajuste entre las botellas y el insumo de cartón. Para ello se debe armar la bandeja de cartón como corresponde, colocar las 24 botellas dentro de la misma, apoyarlas hacia una de las solapas laterales para



observar la holgura total de las botellas dentro de la bandeja. Posteriormente, se debe marcar en la bandeja el espacio entre las botellas y las solapas de pega y lateral. En la figura 16, se presenta un ejemplo de holgura entre los insumos.

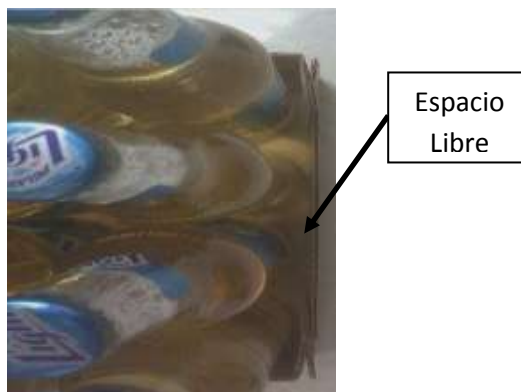


Figura 18. Holgura entre las botellas y las bandejas (Fuente: Propia)

También es importante determinar el diámetro de contacto para verificar que este se encuentre dentro de las especificaciones establecidas por la empresa. Para realizar esta determinación se emplea un vernier y se determina en la zona del talón de la botella puesto que es la zona con el mayor diámetro. Posteriormente se debe verificar con las especificaciones técnicas de diseño de las botellas.

Inspección visual de paletas y plástico polystretch

Se debe inspeccionar visualmente el estado de la paleta que puede ser de madera o plástico. Esta debe estar en buenas condiciones, no debe estar rota y no debe verse arqueada una vez que tiene la carga del producto. Con respecto al plástico Polystretch, se debe verificar el espesor de la película ya que los ajustes de máquina dependen del insumo que va a aplicar a la paleta. Éste espesor se debe verificar con las fichas técnicas aprobadas por la empresa.



Inspección de paletas y del manejo de producto terminado en almacenes de plantas

Esta evaluación se realiza a través de inspección visual a los transportes de las paletas dentro de los almacenes de producto terminado. Se debe verificar si hay presencia de defectos de embalado y paletizado dentro del almacén principalmente en el producto Polar Light NR 355 mL. Los principales defectos fueron definidos en el Capítulo II.

También se debe verificar el traslado de las paletas, haciendo énfasis en la velocidad de los montacargas, la estabilidad de las paletas en montacargas en movimientos, colocación de las paletas en los camiones de distribución a agencias y puntos de venta.

Técnicas para el Análisis de Datos

El análisis de datos se realizó a través del análisis cualitativo mediante el cual se registraron hallazgos y se evaluó el comportamiento de los procesos. A partir de esto se empleó un diagrama causa-efecto, el cual es una representación gráfica en la que se relaciona todas las posibles causas que pueden generar un efecto, con el fin de sintetizar las causas del problema en estudio y finalmente proponer soluciones al problema planteado.

Operacionalización de las Variables

En la tabla 2, se presenta la operacionalización de las variables, indicando para cada objetivo específico su variable, dimensión, indicadores e instrumentos.



Tabla 2. Operacionalización de las variables (Fuente:Propia)

Objetivo Específico	Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Analizar la calidad y condiciones de operación del embalado con plástico termoencogible y del paletizado.	Proceso de Embalado y Paletizado	Abarca desde el ingreso de las botellas a las máquinas embaladoras, la caja embalada con plástico termoencogible hasta la paleta armada y envuelta en plástico Polystretch	1. Condiciones de Operación de Embalado y Paletizado 2. Calidad del Embalado 3. Calidad del Paletizado	1. Inspección Visual (Fotografías) 2. Formularios de evaluaciones de calidad.
Detectar oportunidades de mejora en el manejo del producto terminado en los almacenes.	Manejo de las Paletas	Desplazamiento con montacargas, apilamiento de paletas en almacenes de producto terminado	1. Velocidad de Montacargas 2. Estabilidad de las paletas apiladas 3. Deformaciones de las paletas en las camadas superiores	1. Inspección Visual (Fotografías)
Evaluar la adecuación de los materiales de empaque a los productos a embalar.	Insumos	Ajuste en conjunto (Botellas, Bandejas de Cartón y Termoencogible)	1. Dimensiones de los Insumos	1. Formularios de evaluación de los insumos



CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se presentan los resultados de las inspecciones realizadas a los procesos de embalado, paletizado y manejo del producto terminado en las cuatro plantas de producción de la empresa.

Proceso de Embalado

Condiciones de Operación de las Embaladoras

- Temperaturas de Operación de Hornos: El rango de temperaturas estuvo entre 160 – 239 °C. Las recomendaciones generales de los fabricantes oscilan entre 160 y 190 °C. En algunas máquinas se estaba operando con temperaturas tan elevadas que causaban que el plástico se quemara. Esto se observó en equipos que tenían las cortinas del horno un poco deterioradas por lo que se requiere mayor temperatura para lograr el calor necesario dentro del equipo.
- Direccionamiento de las corrientes de aire: Este parámetro no es ajustable de forma automática y dependiendo de las versiones de las embaladoras se puede modificar o tiene una única configuración. En general, se observó una oportunidad de mejora en la dirección y flujo de aire en los hornos, puesto que se observó que dentro del horno, el plástico no era levantado lo suficiente como para generar un termoencogimiento uniforme. Este parámetro debe ser ajustado dependiendo de la altura de los envases a embalar.

Evaluaciones de Calidad de Embalado

Inspección Visual

Las principales oportunidades encontradas a través de la inspección visual en el proceso de embalado fueron las siguientes:



- Descentrado de la Bobina: La posición de la bobina de plástico no es la adecuada en la máquina. Esto genera que el plástico no sea aplicado de forma centrado en la caja y en consecuencia la formación de los ojos es asimétrica. Esto implica una debilidad del embalado y una exposición mayor de la bandeja y de las botellas en uno de los lados de la caja.



Figura 19. Descentrado de bobina (Fuente: Propia)

- Bandeja Expuesta: Los ojos tienden a ser muy grandes, lo cual expone en gran parte la solapa de la bandeja. Esta se vuelve vulnerable a deformaciones, y por ende hacer que la caja sea menos rígida.



Figura 20. Bandeja expuesta con botellas desplazadas (Fuente: Propia)



- Formación deficiente del ojo: El encogimiento de los ojos no se realiza de forma uniforme. Esto generalmente se origina por problemas en el direccionamiento de las corrientes de aire. Se observó que los ojos de las cajas tenían diversas formas, plástico que no se encogió y zonas sometidas con exceso de calor. Esto genera debilidad en el embalado.



Figura 21. Formación deficiente del ojo (Fuente: Propia)

- Solapado de plástico desplazado: Las cajas envueltas presentaron un desplazamiento considerable en la zona del solapado, lo que generó debilidad en el cierre de plástico y por ende una caja que no es resistente.



Figura 22. Solapado desplazado (Fuente: Propia)

- Humedad en las tapas: Se observó, en varias oportunidades que las tapas de las botellas dentro del plástico termoencogible estaban mojadas, lo cual puede causar oxidación en las tapas.



Figura 23. Humedad en las tapas (Fuente: Propia)

- *Bandeja Abierta / Solapa Inclinada:* Al formarse la bandeja se observaron problemas con el pegado de las solapas debido a un problema con el dosificador de pega, el cual tuvo inconvenientes varias veces durante la corrida. Adicionalmente se observaron desniveles dentro del equipo, en una de las plantas, que al inclinar la bandeja originaba un descuadre en la solapa de pega de la misma.



Figura 24. Bandeja abierta y solapa inclinada (Fuente: Propia)

- *Cajas con huecos:* Se observaron huecos en las cajas en las esquinas de las bandejas y en las zonas del panel de las botellas ubicadas en las esquinas de la bandeja.



Figura 25. Cajas con huecos por exceso de calor (Fuente: Propia)

- Caja sin solape total o parcial: Se observaron cajas que no estaban envueltas en su totalidad y en algunos casos no se logró el solapado.



Figura 26. Caja sin solapado (Fuente: Propia)

Solapado

El solapado, en general, se observó insuficiente, para los plásticos termoencogibles impresos. Este parámetro es ajustable en la máquina embaladora a través de la configuración de la longitud de repetición (Largo del plástico requerido para envolver la caja). Para el caso de plásticos transparentes se cumple con la recomendación de mínimo 50 mm, sin embargo para los plásticos impresos se emplea un solapado menor a 70 mm, estando por debajo de la especificación que es 120 mm.



Resistencia al manejo

Esta evaluación fue realizada a cajas tomadas al azar en diferentes producciones de las cuatro plantas estudiadas. Se observó que en las producciones que presentaron mayor cantidad de oportunidades de mejora, el resultado de las evaluaciones de resistencia al manejo no fueron satisfactorias. En la mayoría de los casos, el plástico se rompía en las zonas débiles de los ojos de la caja.



Figura 27. Cajas luego de la evaluación de resistencia al manejo (Fuente: Propia)

Proceso de Paletizado

Condiciones de Operación de las Paletizadoras

- Pre-estiro: De las catorce máquinas paletizadoras evaluadas entre las 4 plantas de producción solo 7 estaban operando con la relación de pre-estiro.
- Patrón de paletizado: En todas las máquinas evaluadas se estaba empleando el patrón de paletizado correcto, correspondiendo con el producto a paletizar.



- Cantidad de Vueltas a la carga: Se obtuvieron diferentes resultados en cada una de las plantas evaluadas. En la tabla 3, se presentan los rangos obtenidos por planta.

Tabla 3. Rangos de cantidad de vueltas por planta

Planta	Cantidad de Vueltas
1	12 - 14
2	12 - 15
3	16 - 17
4	14 - 17

Nota: La especificación de referencia es de 17 vueltas.

(Fuente: Propia)

De la tabla 3, se puede evidenciar que solo las plantas 3 y 4 cumplen parcialmente esta especificación, por lo que las máquinas en general requieren un ajuste para homologar la cantidad de vueltas.

Calidad del Paletizado

Inspección Visual

Las oportunidades de mejora encontradas en el paletizado son las siguientes:

- Zonas de las paletas sin plástico



Figura 28. Paleta con zona descubierta (Fuente: Propia)



- Cajas mal posicionadas



Figura 29. Cajas mal posicionadas (Fuente: Propia)

- Paletas inclinadas



Figura 30. Paletas inclinadas (Fuente: Propia)

- Plástico con poca tensión



Figura 31. Plástico con poca tensión (Fuente: Propia)



- Efecto piramidal en la última camada de las paletas: Se origina por aplicación de polistretch en el cuello de las botellas de la camada más alta.



Figura 32. Efecto Piramidal (Fuente: Propia)

Parámetros de Calidad

Los parámetros de calidad determinados para cada planta, se presentan en intervalos de los valores encontrados y se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros de calidad del paletizado

Parámetro	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Especificación
Tensión bajo Carga (lbf)	9 - 15	10 - 21	8 - 14	17 - 20	20 - 25
Memoria Residual (cm)	19 - 36	86 - 105	37 - 50	57 - 93	40 - 80
Peso de Plástico (g)	650 - 750	440 - 450	250 - 270	370 - 700	200 - 240
Estiro Final (%)	5 - 10	35 - 40	200 - 210	5 - 95	140 - 160

(Fuente: Propia)

De la tabla 4, se puede observar que los parámetros más alejados de las especificaciones son peso de plástico y estiro final. Esto es indicativo de que la tensión secundaria es baja, lo cual origina que el plástico tenga poca elongación y por ende un alto consumo. La baja tensión del plástico también impacta en la tensión bajo carga y memoria residual, aunque el alto consumo de plástico permite obtener una tensión y memoria residual cerca de las especificaciones.



Inspección de Insumos

- Bandejas de Cartón: Se evaluaron las bandejas de todos los proveedores, en las cuales se obtuvieron las dimensiones nominales indicadas en los planos aprobados por la empresa.
- Termoencogible: Las bobinas correspondientes a la presentación de 355 mL evaluadas, se obtuvieron las dimensiones indicadas en las especificaciones de termoencogible de la empresa.
- Botellas: Se midieron empleando un vernier digital los diámetros de contacto a 24 botellas de Polar Light 355 mL NR tomadas al azar. Para todos los casos los diámetros resultaron dentro de norma. Para todos los casos se obtuvieron valores dentro de norma, cercanos al nominal.
- Ajuste de bandeja para las botellas: Se midieron los espacios libres dentro de una caja armada con botellas, resultando lo siguiente:
 - Distancia desde botella a solapa de pega: Entre 5 y 6,5 mm
 - Distancia desde la botella a la solapa lateral: 10 mm.



Figura 33. Holgura en bandejas de cartón con presentación Light 355 mL NR
(Fuente: Propia)



Las dimensiones de una bandeja se calculan en función de las distancias con las solapas de pega. Siendo la distancia entre las botellas menor a un centímetro, se considera que las botellas tienen poco espacio para moverse y por la caja se considera estable para un apilamiento.

Inspección de paletas y manejo del producto terminado en almacenes

En general en las 4 plantas, se generan problemas similares. De la inspección se deben destacar los siguientes puntos:

- Paleta superior con una sección de su base sin apoyo en la paleta inferior.
- Paleta inferior con daños en la camada superior por arrastre con la paleta superior
- Paleta inclinada.
- Paletas con golpes.
- Altas velocidades en los traslados (En algunos casos, los montacargas no tienen controlador de velocidad)

En las siguientes figuras se presenta lo observado:



Figura 34. Paleta golpeada y rota (Fuente: Propia)



Figura 35. Paleta con sección sin apoyo (Fuente: Propia)



Figura 36. Cajas con daños por arrastre en apilamiento de paletas (Fuente: Propia)

Otras observaciones

En adición a los resultados obtenidos, se observó que se debe hacer más énfasis en la capacitación del personal operador tanto en criterios de operación como de calidad para disminuir tiempos de parada y garantizar que el producto quede empacado correctamente durante todas las corridas de producción.

También es importante destacar que se deben verificar si las especificaciones actuales pueden ser cumplidas por el resto de los equipos no contemplados en el estudio . En caso de que no sea así, se debe hacer un reajuste de las mismas considerando la estadísticas de los resultados de calidad.



Todas las observaciones realizadas fueron similares entre todas las plantas. En función de esto, se planteó un diagrama causa-efecto para ilustrar los hallazgos.

Diagrama Causa – Efecto

Una vez inspeccionada la situación actual del embalado, paletizado y de los almacenes de producto terminado, se construyó un diagrama causa efecto con el cual se pueden priorizar las causas con el objeto de mejorar los procesos y en consecuencia disminuir el producto no apto generado en el empaque secundario y terciario.

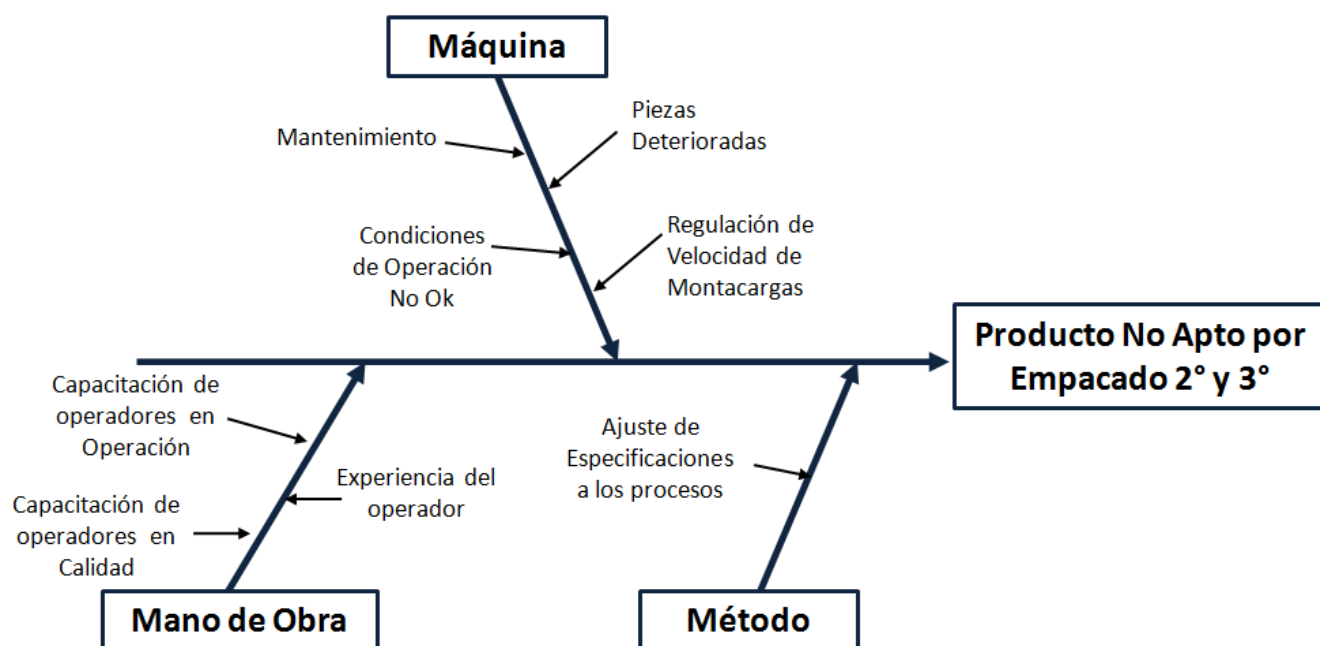


Figura 37. Diagrama Causa – Efecto (Fuente: Propia)

En la figura 37, se sintetizan las recomendaciones para mejorar el empaque secundario y terciario dentro de la empresa. Éstas se presentan detalladamente en el capítulo V.



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El proceso con mayor cantidad de oportunidades de mejora es el de embalado en las 4 plantas.
- El comportamiento de los procesos evaluados fue similar en las 4 plantas.
- Las principales oportunidades en el embalado son: Formación deficiente de los ojos por un direccionamiento de las corrientes de aire no adecuado y descentrado de la bobina.
- Las principales oportunidades en el paletizado son: Mal posicionamiento de las cajas en el paletizador, y paletas inclinadas.
- Las principales oportunidades en el manejo del producto en almacén son: Paleta superior con una sección de su base sin apoyo en la paleta inferior y cajas dañadas por golpes durante el apilamiento de dos paletas.
- Los insumos se encuentran dentro de las especificaciones técnicas y se ajustan adecuadamente al producto a embalar.

En función a las conclusiones y observaciones realizadas, se recomienda tomar las siguientes acciones en cada uno de los procesos:

Proceso de Embalado:

- Garantizar centrado de la bobina de plástico termoencogible.
- Disminuir las temperaturas de los hornos a las recomendadas.
- Mejorar el direccionamiento de las corrientes de aire para cada presentación.
- Ajustar los flujos de aire en el horno de la máquina para que el encogimiento del plástico sea uniforme.
- Sustituir las cortinas y bandas transportadoras deterioradas de los hornos.



- Utilizar la recomendación de solapado (mayor a 5cm para plásticos transparentes y mayor a 12 cm para plásticos pigmentados)

Proceso de Paletizado:

- Revisar la colocación de las cajas para la formación de las camadas.
- Operar todas las máquinas empleando la tensión primaria (pre-estiro)
- Aumentar tensión secundaria para garantizar que se mantenga la relación de pre-estiro, lo cual se verifica con la evaluación del estiro final del plástico.
- Disminuir el consumo de plástico (Aumentando la elongación y ajustando el número de vueltas)
- Verificar uso de los sopladores de tapas para disminuir humedad dentro de las cajas.
- Verificar parámetros en arranque: Tensión bajo carga, cantidad de vueltas, elongación (estiro final), peso y formación de las camadas para el paletizado. Al realizar esto se mejorará de manera importante la calidad de aplicación el plástico.

Otras recomendaciones:

- Mejorar el trato de las paletas en el almacén para disminuir daños a las camadas superiores en el apilamiento, por parte de los operadores de los montacargas.
- Verificar que las paletas apiladas estén bien apoyadas una sobre otra y que su manejo sea a una velocidad adecuada durante todos los turnos.
- Adiestrar / concienciar a los operadores de las máquinas, supervisores de línea y superintendentes de operaciones para desarrollar un criterio de un buen embalado, paletizado y manejo con montacargas.



BIBLIOGRAFÍA

1. Libros:

- a. Broderick, H. (Ed.). (1982). *Beer Packaging*. Winsconsin: Master Brewers Association of the Americas.
- b. Browne, J.; Candy, E. (Comp.). (2001). *Excellence in Packaging of Beverages*. Blinsted Group.
- c. Hernández S., R; Fernández, C; Baptista, P. (1997). Metodología de la Investigación. Colombia: Mc Graw Hill.
- d. Hurtado, Jackeline (2000). *Metodología de la investigación holística*. IUTP. Sydal. Ecoediciones. Colombia
- e. Kunze, W. (1999). *Technology, Brewing and Malting* (2da. Ed). Berlín: VLB Berlin.
- f. Moody, B. (1977). *Packaging in Glass*. Londres: Hutchinson Benham.
- g. Yam, K. (Ed.). (2009). *The Encyclopedia of Packaging Technology*. USA: Wiley

2. Normas Internacionales:

- a. ASTM D4649-00: Standard Guide for Selection and Use of Stretch Wrap Films (2000)

3. Artículos de Revistas Electrónicas

- a. Martínez, J. (2006). Clases de empaque y su papel determinante en la comercialización de los productos. Página Web:



www.gestiopolis.com, Canales de Distribución y Administración Logística. (Fecha de Consulta: 29/04/2011)

4. Documentación Interna de la Empresa

- a. Cervecería Polar C.A. (2009). *Histórico de Reclamos en el sistema SAP.*
- b. Cervecería Polar C.A. (2010). *Instructivo de Inspección: Inspección Visual del Polystretch Aplicado.* Caracas: Gerencia de Calidad Envasado.
- c. Cervecería Polar C.A.² (2010). *Instructivo de Inspección: Evaluación del Termoencogible Aplicado.* Caracas: Gerencia de Calidad Envasado.
- d. Cervecería Polar C.A.³ (2010). *Instructivo de Inspección: Dimensiones de Termoencogible, Polystretch y HiCone.* Caracas: Gerencia de Calidad Envasado.
- e. Cervecería Polar C.A.⁴ (2010). *Instructivo de Inspección: Inspección Visual del Polystretch Aplicado.* Caracas: Gerencia de Calidad Envasado.
- f. Empresas Polar (2011). *Portal SAP de Empresas Polar.*
- g. KHS. (2008). *Manual de Instrucciones de Servicio del Equipo Innopack Tray Shrink Packer TSP 060V.* Kleve: KHS.
- h. KHS. (2007). *Operating Manual Palletizing Robot 1 RS3 B (G+K) N3.* Dortmund: KHS.