

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"DISEÑO DE UN PLAN PARA LA DISMINUCIÓN DE LA MERMA LIQUIDA GENERADA EN EL PROCESO "ENVASADO DE CERVEZA Y MALTA" DE UNA EMPRESA NACIONAL DE CONSUMO MASIVO"

(TOMO I)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR

Br. Petit V, Hilda J.

PROFESOR GUÍA

Ing. López C, Emmanuel

FECHA

Mayo de 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN PLAN PARA LA DISMINUCIÓN DE LA MERMA LIQUIDA GENERADA EN EL PROCESO "ENVASADO DE CERVEZA Y MALTA" DE UNA EMPRESA NACIONAL DE CONSUMO MASIVO

Autor:

Petit V, Hilda J

Profesor guía:

López, C. Emmanuel

Fecha:

Mayo de 2015

SINOPSIS

Se entiende por merma "La pérdida que surge durante un proceso". En este caso, la merma de envasado es todo el producto que se pierde desde que sale de los tanques de gobierno (tanques donde se almacena la cerveza a envasar) hasta el paletizado del producto. El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un plan para la disminución de la merma liquida generada en el proceso "envasado de cerveza y malta" de una empresa nacional de consumo masivo. El estudio se realizó con el objeto de aumentar la productividad y reducir costos de producción. El estudio se enmarca como una investigación proyectiva, bajo un diseño no experimental, documental, de campo transversal, ya que se observan los fenómenos en el lugar de los hechos tal y como se dan en su contexto natural para luego analizarlos. El mismo se estructuro en cinco etapas: la primera, consistió en identificar el problema plantear los objetivos y las interrogantes del estudio, la segunda, comprender el proceso mediante la observación directa, la tercera la recolección de los datos por medio de una muestra probabilística dando como resultado un tamaño de muestra de 100 mediciones por proceso. Una vez obtenido los resultados de la medición de merma liquida se procedió a identificar las causas que lo originan y por último realizar la propuesta de mejora para su disminución. Al recolectar los datos se procedió a identificar las causas que los originan y por ultimo plantear las recomendaciones de mejora. Las mejoras se basa en la reducción de la merma liquida (causado en el proceso arranque de línea, corte de producción, mal llenado, volumen de producto desplazado por sistema de inyección de agua en llenadoras, tapado, extracto de bomba en sistema de vacío en llenadoras, falla de línea mayores a 50 minutos, pruebas de calidad y ruptura de botellas llenas). Estas propuestas de mejora, se pudieron llevar a cabo durante estudio, por lo que se pudo observar la variación de indicador de merma liquida en el proceso de envasado, y de esta manera cuantificar el ahorro en líquido, los indicadores reflejan una disminución de 0.7% (Indicador Enero-Marzo = 2.65%), en promedio durante los 3 meses de implementación, logrando cumplir la meta establecida por el negocio (Ver sección AA de anexos).

Palabras clave: Merma, productividad, disminución.



ÍNDICE GENERAL

SINOPSIS	.,,.
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
I.1- Descripción de la empresa	,3
I.2- Planteamiento del problema	6
I.3- Interrogantes de la investigación	,7
1.4- Justificación	8
I.5- Objetivos	8
I.6- Alcance y limitaciones	9
CAPITULO II	,
MARCO METODOLÓGICO	10
II.2- Tipo de Estudio	10
II.3- Diseño de Investigación	11
II.4- Proceso Metodológico	
II.5- Unidad de Análisis	12
II.6- Operacionalización de los objetivos	14
CAPÍTULO III	15
MARCO TEÓRICO	15
III.1- Antecedentes de la investigación.	15
III.2- Conceptos teóricas	16
III.3- Enfoques teóricos	18
III.4- Referencias usadas en la compañía	
CAPITULO IV	
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	25



IV.1 Objetivo específico N° 1: Caracterizar los procesos de envasado de cerveza y malta de la
planta objeto de estudio25
IV.2- Objetivo específico N° 2: Identificar las fuentes de merma liquida presentes en el área de
envasado de la planta objeto de estudio31
IV.3 Objetivo específico N° 3: Cuantificar la merma liquida por fuente identificada en e
proceso de envasado de cerveza y malta44
IV.4. Objetivo N° 4: Analizar las variables que afectan la efectividad global de equipos críticos
del proceso de envasado66
CAPÍTULO V73
LA PROPUESTA73
V.1- Objetivo N° 5: Diseñar un plan de mejora para la reducción de merma liquida en e
proceso "envasado de cerveza y malta"73
V.2. Objetivo específico N° 6: Estimar el ahorro económico que representa la implementación
de las mejoras diseñadas75
CAPÍTULO VI78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
VI.1. Conclusiones
VI.2. Recomendaciones79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de Cerveceria Polar C.A	t
Figura 2: Proceso Metodológico.	12
Figura 3: Técnicas para el análisis de los datos	13
Figura 4: Proceso de Envasado de Cerveza Retornable	26
Figura 5: Diagrama de Proceso "Envasado de productos retornables". Líneas 1-5	30
Figura 6: Diagrama de Fase de Llenado.	31
Figura 7: Cambio de codo	32
Figura 8: Puntos de purga de las llenadoras	35
Figura 9: Botellas mal llenas	36
Figura 10: Defectos de Tapado	37
Figura 11: Purga del tanque de la Bomba de Vacío	38
Figura 12: Inyección de agua a alta presión (HDE)	38
Figura 13: Defectos de insumo	39
Figura 14: Principales fuentes de merma identificadas en la Línea de Barriles	42
Figura 15: Diagrama causa-efecto "Merma de líquido en el proceso de Envasado"	43



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Merma de Liquido Envasado octubre 2013-Sptiembre 2014	7
Gráfico 2: Cuantificación de merma liquida mensual en las líneas de envasado	64
Gráfico 3: Diagrama de Pareto "Merma Liquida en el Proceso de Envasado"	65



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de los objetivos	14
Tabla 2: Antecedentes	15
Tabla 3: Productos envasados durante el periodo de estudio	25
Tabla 4: Número de Reynolds por línea	33
Tabla 5: Principales características a inspeccionar en inicio de operación	34
Tabla 6: Limites permisible de llenado por presentación	36
Tabla 7: Merma mensual por purga de producto en la tubería principal	45
Tabla 8: Caudal de Purga del Calderín por línea	46
Tabla 9: Merma de producto por arranque de línea	47
Tabla 10: Merma de producto por arranque de línea	48
Tabla 11: Merma de producto por arranque de línea	49
Tabla 12: Volumen promedio por llenadora	50
Tabla 13: Producción mensual por línea (cajas)	50
Tabla 14: Merma mensual por sobrelleno	51
Tabla 15: Merma por Sublleno	51
Tabla 16: Merma por Mal Tapado	52
Tabla 17: volumen promedio de llenado sin HDE	53
Tabla 18: Merma por desplazamiento de HDE	53
Tabla 19: Merma por succión de bomba de vacío	55
Tabla 21: Merma por ruptura de botellas en llenadoras	56
Tabla 20: Merma mensual por control de Calidad	57
Tabla 22: Merma Tubería Principal de producto	58
Tabla 23: Caudal por purga en arranque Línea Barriles	58
Tabla 24: Merma por arranque, Línea Barriles	59
Tabla 26: Merma mensual por final de producción o cambio de producto, Barriles	60
Tabla 27: Merma mensual por final de producción o cambio de producto, Barriles	61
Tabla 28: Merma por Control de Calidad en Barriles	61
Tabla 29: Merma por Barriles defectuosos	62



Tabla 30: Resumen de estudio de merma mensual de las líneas de envasado	63
Tabla 31: Tiempo planificado, operativo y paradas no planificadas por línea	67
Tabla 37: Velocidad por quipo. Líneas 1, 2, 3, y 5	69
Tabla 38: Velocidad Línea Barriles	70
Tabla 39: Tasa de Calidad por equipo	70
Tabla 40: Efectividad Global de los Equipos Diseño: Propio del investigador (2015)	71
Tabla 41: Efectividad Global de los Equipos Diseño: Propio del investigador (2015)	72
Tabla 42: Plan de mejora para la reduccion de merma liquida Marzo-Septiembre 2015	74
Tabla 43: Leyenda de responsables de acciones en el "Plan de mejoras para reducción de me	rma.75
Tabla 44: Análisis de volumen de producto ahorrado	76



INTRODUCCIÓN

Una de las formas de lograr, en el enfoque de calidad y productividad, ser competitivo en una unidad de gestión lo constituye la reducción en lo posible del % merma liquida que se genera en el proceso de envasado. Por merma se entiende "La pérdida que surge durante un proceso", en este caso, la merma de envasado es todo el producto que se pierde desde que sale de los tanques de gobierno (tanques donde se almacena la cerveza a envasar) hasta el paletizado del producto. La identificación y cuantificación de la merma liquida implica cuestionar de forma detallada el proceso productivo. Si se toman como referencia todas las actividades básicas de un proceso, como lo son: operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento. El planteamiento no es decretar la eliminación de la merma liquida, sino reducirlo en lo posible sin afectar los niveles de calidad del producto.

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un plan para la disminución de la merma liquida generada en el proceso "envasado de cerveza y malta" de una empresa de consumo masivo, este documento presenta los resultados del estudio realizado, ha sido estructurado en seis (6) capítulos más una sección final constituida por la bibliografía y los anexos como apoyo y complemento del estudio.

En el Capítulo I "**EL PROBLEMA**" se presenta la descripción de la empresa, el planteamiento del problema, las interrogantes de la investigación, la justificación de la investigación, el objetivo general y los específicos; así como el alcance y las limitaciones a los que se vio sometido el estudio.

El Capítulo II "MARCO METODOLÓGICO" contiene todos los aspectos metodológicos, la metodología empleada, el tipo de diseño de la investigación la unidad de análisis, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, por último, las fases de la metodología del estudio y la operacionalización de los objetivos.



El Capítulo III "MARCO TEÓRICO" contiene los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y enfoques teóricos las cuales sustentaron el estudio realizado.

El Capítulo IV "PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS" presenta los resultados producto de la metodología empleada, y da a conocer las características y resultados de la recolección de datos, así como el análisis de los resultados.

El Capítulo V "LA PROPUESTA" contiene las oportunidades de mejora a ser tomadas en consideración, así como el ahorro de producto que se obtiene al considerar la propuesta.

El Capítulo VI "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES" contiene las conclusiones obtenidas del estudio así como las recomendaciones a seguir para la correcta implementación de la propuesta.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas y un conjunto de anexos atenuantes a la investigación.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

I.1- Descripción de la empresa

I.1.1- Identificación de la Empresa

Empresas Polar es un sólido conglomerado industrial venezolano, cuyos productos son reconocidos por su excelente calidad; pero para ellos esto no es suficiente y desean seguir siendo exitosos en el futuro, por tal motivo, Empresas Polar se plantea seguir evolucionando para convertirse en una corporación del Tercer Milenio; es decir, una empresa capaz de hacer frente a retos que pondrán a prueba su conocimiento y dominio del negocio, así como su disposición a satisfacer a sus clientes y consumidores.

Organizativamente, Empresas Polar está dividida en tres (3) negocios que son:

Dirección General negocio de cerveza y malta: Cerveza y malta y otras bebidas naturales a base de cebada malteada para el deleite y esparcimiento.

Dirección General Negocio de Alimentos: Encargado de alimentos procesados de marcas líderes.

Dirección General Negocio de Refrescos y Bebidas no Carbonatadas: Bebidas no alcohólicas con marcas líderes, para todos los gustos y en cualquier ocasión.

Cervecería Polar C.A. forma parte de la organización empresarial Empresas Polar. Las actividades de Empresas Polar están enfocadas en el sector de alimentos y bebidas, siendo este último el segmento al que ataca Cervecerías Polar.

En Cervecería Polar Planta Los Cortijos se producen distintos tipos de productos: Cerveza Pilsen, Cerveza Light, Cerveza Ice, Cerveza Solera Light, Malta, Malta Light. Los envases que se emplean para estos productos son: Botellas, latas y barriles. Las botellas pueden ser retornables o no retornables. Las botellas retornables son aquellas que los clientes devuelven en gaveras y se vuelven a utilizar, son de vidrio, se estima que la vida útil de este tipo de botellas permite una



reutilización de 25 veces aproximadamente, mientras que las botellas no retornables son desechadas por el cliente y por lo tanto sólo se utilizan una vez, pueden ser de vidrio o de plástico (ver sección A de anexos).

I.1.2- Reseña histórica

El negocio de cerveza y malta de Empresas Polar es operado por Cervecería Polar, líder en los rubros de cerveza y malta, manteniendo el 75% del mercado nacional de cervezas y el 90% del consumo de maltas. En el ámbito internacional está ubicada entre las empresas cerveceras más importantes del mundo, disponiendo de una capacidad instalada de 200 millones de litros mensuales, para satisfacer la demanda de sus productos en los ámbitos nacional e internacional.

Cuenta con cuatro (4) plantas de producción situadas en San Joaquín (Estado Carabobo), Los Cortijos de Lourdes (Caracas), Maracaibo y Barcelona, sitios estratégicos en toda Venezuela. Todas las instalaciones están dotadas con la más avanzada tecnología cervecera, lo cual ha permitido establecer estrictos controles en las diversas etapas de los procesos.

En estas instalaciones industriales la empresa realiza importantes inversiones de capital en ampliación, remodelación, mantenimiento, y adquisición de nuevas tecnologías con miras a apuntalar altos niveles de competitividad y prepararse para los retos del nuevo milenio.

En los mercados externos, Cervecería Polar compite exitosamente con sus productos de cerveza y malta en países como Colombia, Antillas Holandesas, Estados Unidos, Surinam, Haití y Dominica.

Las marcas de Cervecería Polar son las cervezas Polar tipo Pilsen, Polar Ice, Polar Light, Cerveza Solera, Solera Light y las maltas, Maltín Polar y Maltín Polar light.

I.1.3- Misión

Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedores, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de sus productos y de la gestión de sus negocios, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país.



I.1.4- Visión

Ser el líder claro del negocio de Cerveza y Malta en Venezuela y un jugador clave en América Latina, ofreciendo productos y marcas de calidad en los distintos segmentos del mercado. Fortalecer su posición a lo largo de la cadena de valor, mientras que su orientación hacia el mercado, la excelencia en la atención y el servicio al cliente y sus marcas líderes les permitirán tener una presencia predominante en el punto de venta en Venezuela. Lograr estas metas manteniendo niveles de costo que los ubiquen entre las cinco primeras cervecerías del mundo. Seleccionar y capacitar a su personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograr su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y ofrecer las mejores oportunidades de desarrollo.

I.1.5- Estructura Organizativa

Estructura organizativa general del negocio de Cerveza y Malta incluyendo sus cuatro plantas productoras.

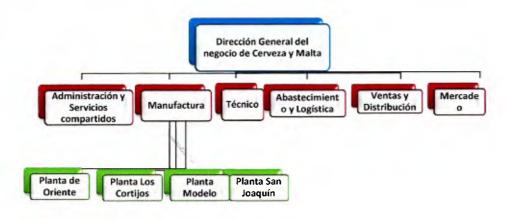


Figura 1: Organigrama de Cervecería Polar C.A. Fuente: Empresas Polar (2014)

I.1.6- Identificación del área de trabajo

El proceso productivo llevado a cabo en cervecería Polar C.A, ubicada en Los Cortijos estado Distrito Capital la cual consta de dos grandes procesos: elaboración y envasado. El área de envasado se distribuye nueve (9) líneas o trenes para envasar sus productos en las diversas presentaciones.



- 5 Líneas de envases Retornables
- 1 Línea de envases No Retornables (NR)
- 1 Línea de envases de aluminio (Latas)
- 1 Linea de Barriles
- 1 Línea de envases PET

El proyecto se desarrolló en la, todas las líneas de envasado (1-9), a excepción de la línea 4.

I.2- Planteamiento del problema

Los mercados generan una mayor exigencia en cuanto a calidad y precio del producto, los consumidores desean productos de la más alta calidad a un precio accesible, lo que obliga a la empresa a buscar los mejores métodos para la reducción de costos para mantenerse competitivos y lograr que el negocio continúe rentable en el tiempo, en la medida en que cambien las condiciones del mercado con buenas prácticas, métodos y estándares la empresa se adaptará a las exigencias de la época.

En la actualidad en la planta de envasado de Cervecería Polar C.A; ubicada en los Cortijos de Lourdes Caracas, gracias a las buenas prácticas de manufactura y calidad, empresas Polar se ha posicionado como la empresa venezolana más importante del país, produciendo productos de consumo masivo como lo son la cerveza y la malta. La planta cuenta con un total de 9 líneas de envasado, de las cuales 5 líneas están destinadas al envasado de productos retornables.

Una de las formas de lograr una mejor productividad y de esta forma ser más competitivo lo constituye la reducción de la merma líquida.

Cervecería Polar C.A, Planta Los Cortijos, requiere de la identificación y del diseño de propuestas para la reducción de la merma liquida en el proceso "envasado de cerveza y malta", y de esta forma aumentar la productividad. Esto se traduce en reducciones de costos de producción que brindan a la empresa la oportunidad de situarse en mejores posiciones competitivas.

A pesar de que la empresa cuenta con indicadores para la gestión de los procesos y merma, y que además se tiene la conciencia del impacto que tiene en los costos, todavía se generan gran volumen de merma de líquida, considerablemente altos, que infringen grandes pérdidas de dinero y productos dentro del proceso.



Tal es el caso de Planta Los Cortijos, en las cuales se han venido incrementando la merma liquida a lo largo del proceso de envasado de cerveza y malta. Durante el proceso de envasado se presenta merma liquida que resulta inherente al mismo; como pueden ser las purgas del calderín de la llenadora al comenzar la producción de un nuevo producto o las continuas operaciones que realiza Control de Calidad. Sin embargo, resultan alarmantes los elevados niveles que se han registrado últimamente en ciertos puntos del proceso debido a malas maniobras de mantenimiento, desperfectos, mecánicos y problemas de llenado. (Ver Gráfico 1: Merma de Liquido Envasado octubre 2013-Sptiembre 2014).

Por tal razón, surge la necesidad de analizar y establecer mejoras y soluciones correctivas que logren disminuir las pérdidas (mermas líquidas de productos y financieras) a niveles que resulten aceptables y produzcan un ahorro significativo.

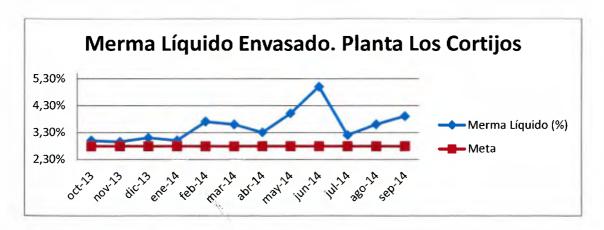


Gráfico 1: Merma de Liquido Envasado octubre 2013-Sptiembre 2014

Fuente: Empresas Polar (2015)

I.3- Interrogantes de la investigación

Al iniciar el estudio se presentaron ciertas interrogantes, las cuales se les dieron respuestas mediante el cumplimiento de los objetivos:

- ¿Es viable identificar todas las fuentes de merma en el proceso de envasado?
- ¿Existe la posibilidad de disminuir la merma liquida en el proceso de envasado?



- ¿En qué cantidades se puede disminuir el % de merma liquida en el proceso de envasado?
- ¿La mano de obra directa tiene conciencia del alto % de merma liquida que se incurre en el proceso de envasado?
- ¿Cómo afectan la efectividad global de los equipos de envasado a la productividad?

I.4- Justificación

La merma es la pérdida generada durante el proceso de producción. En este caso, la merma de envasado es todo el producto que se pierde desde que sale de los tanques de gobierno (tanques donde se almacena la cerveza a envasar) hasta la llenadora, donde se envasa y la tapa la cerveza. Por ello, es interesante determinar y analizar los posibles puntos de merma en un proceso productivo, algunos serán inherentes al proceso y otros podrán ser minimizados bajo la manipulación de diferentes variables, lo que genera como consecuencia reducción de costos.

El hecho de conocer la cantidad de merma que se generan en un proceso productivo, conduce a tener una mejor utilización y aprovechamiento de los recursos materiales, físicos, humanos y financieros. Es por ello que la Gerencia de Envasado de Cervecería Polar C. A, como una manera de mejorar la productividad y ubicarse en mejores posiciones competitivas, ha determinado la necesidad de identificar y reducir la merma líquida no detectada en estudios anteriores y corregir en los elementos del proceso que fueron identificados pero que aún continúan agregando costos. El presente proyecto busca reducir la merma asociada al proceso de envasado.

I.5- Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un Plan para la disminución de la merma líquida del proceso "envasado de una empresa productora de cerveza y malta" en una empresa de consumo masivo.

I.5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso actual de envasado de cerveza y malta de la planta de objeto de estudio.
- Identificar las fuentes de merma liquida presentes en el proceso de envasado de cerveza y malta.



- 3. Cuantificar la merma liquida por fuente presente en el área de envasado.
- 4. Analizar las variables que afectan la efectividad global de equipos críticos de envasado.
- Diseñar un plan de mejora para la reducción de merma liquida en el proceso de envasado de cerveza y malta.
- 6. Estimar el ahorro económico que representa la implementación de las mejoras diseñadas.

I.6- Alcance y limitaciones

I.6.1- Alcance

- El desarrollo del estudio se realizó en la planta de fabricación y envasado de cerveza y malta ubicada en Los Cortijos de Lourdes, Edo. Miranda.
- La realización del estudio estará enfocada en los procesos de fabricación y envasado de las líneas 1-9 de envasado de la planta, a excepción de la línea 4 debido a que no se encuentra operativa.
- Metodológicamente, el estudio se enmarcó como una investigación proyectiva, bajo un diseño no experimental, documental, de campo, transversal.
- El plan para la reducción de merma liquida, una vez diseñado y determinado el ahorro de producto del mismo, deberá ser presentado, para su aprobación e implementación, por la Gerencia de Envasado y Calidad de la planta objeto de estudio.

I.5.2 Limitaciones

 La empresa consideró cierta información como confidencial, lo que dio cierta discrecionalidad en la divulgación de ciertos procesos y sus resultados.



CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

El Marco Metodológico de la investigación se refiere a las vías a seguir desde que se inicia la investigación hasta la finalización del mismo. Esto representa la manera de organizar el proceso de investigación, de controlar los resultados y de presentar posibles soluciones al problema que nos llevará a la toma de decisiones.

Balestrini (2001) define el marco metodológico como:

"La instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes reales. De allí que se deberán plantear el conjunto de operaciones técnicas que se incorporan en el despliegue de la investigación en el proceso de la obtención de los datos. El fin esencial del marco metodológico es el de situar el lenguaje de investigación los métodos e instrumentos que se emplearan en el trabajo planteado, desde la ubicación y el diseño de investigación, su universo o población, su muestra, los instrumentos o técnicas de recolección de datos, la medición, hasta las codificaciones, análisis y presentación de los datos. De esta manera se proporcionara al lector una información detallada sobre cómo se realizara la investigación". (p. 126).

II.2- Tipo de Estudio

El objetivo de la presente investigación fue el de diseñar un Plan para la disminución de la merma líquida del proceso "envasado" de cerveza y malta en una empresa de consumo masivo. El tipo de investigación que aplica para este caso es el de una investigación del tipo proyectiva, que se define como: "Este tipo de investigación, propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación, implica explorar, descubrir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta" Hurtado de B. (2007) (p. 101).



II.3- Diseño de Investigación

El diseño de la investigación del estudio fue un diseño no experimental, documental, de campo, transversal. ya que se observan los fenómenos en el lugar de los hechos tal y como se dan en su contexto natural para luego analizarlos. En dicho sentido y con respecto a la investigación de campo, Tamayo y Tamayo (2002), explica que dicha investigación es aquella que toma información directamente del entorno en el cual se realiza, su importancia radica en que permite observar los datos en sus verdaderas condiciones, en su contexto natural, para esto se interactúa directamente en el lugar de trabajo. (p. 110).

II.4- Proceso Metodológico

Para cumplir los objetivos de este estudio es importante que los hechos, datos, resultados o nuevos conocimientos sobre el problema tengan un grado alto de exactitud. Para lograr esto se debe seguir una metodología o pasos lógicos ordenados que permitan el aprovechamiento de los recursos disponibles para llegar a un resultado confiable. La metodología es: "Un procedimiento general para lograr de manera precisa el objetivo de la investigación. De ahí que esta nos presente los métodos y técnicas que la guían. Es expresar de manera concreta, mediante un claro diseño, como vamos a proceder para contrastar los hechos con las teorías; es decir, llevar a cabo el estudio siguiendo los postulados generales que caracterizan el método científico" Silva, J (2006) (p. 90).

Es necesario tener como punto inicial un problema bien definido y delimitado, para asi poder establecer cada una de las etapas del análisis de dicho problema, el método de investigación, es "conjunto de operaciones ordenadas con las que se pretende obtener un resultado" Larousse Ilustrado (2001) (p. 664). Para el logro de esto es necesario contar con fuentes de información y un tratamiento de la información.

A continuación en la figura 2 se presenta la estructura metodológica empleada para el desarrollo del presente estudio.



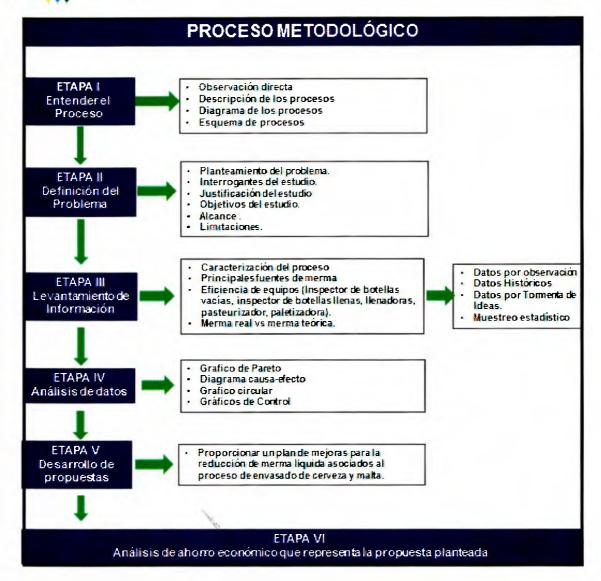


Figura 2: Proceso Metodológico. Diseño: Propia del investigador (2015)

El detalle de cada etapa se explica en la sección B de anexos

II.5- Unidad de Análisis

"La unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser objeto específico de estudio en una medición y se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación" (Gabriel Rada 2007).



Para el presente trabajo la unidad de análisis que se estudió y de la cual se obtuvieron los datos requeridos fue la Planta de Envasado de Cervecería Polar C. A., ubicada en Los Cortijos de Lourdes (Caracas), específicamente en las Líneas de Envasado de productos (1-9), a excepción de la línea 4, de esta población se tomó una muestra probabilística utilizando proporciones con un escenario de productos rechazados y aceptados de 50% y 50% respectivamente, para de esta manera, utilizando el escenario menos favorable, la muestra sea confiable para unos 100 ciclos por proceso.

La figura 3, que se presenta a continuación, muestra las diferentes técnicas utilizadas para el análisis de datos:

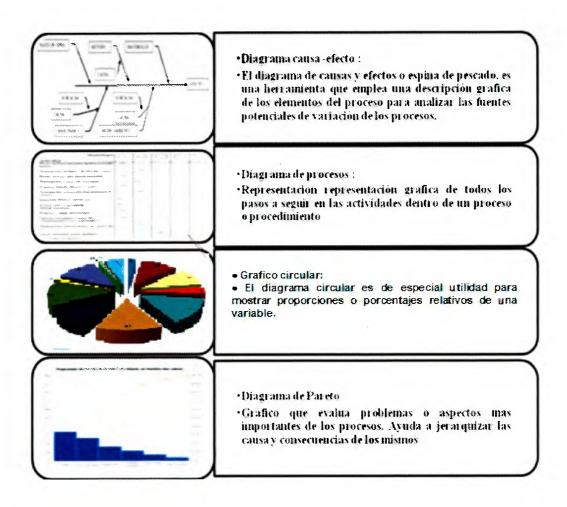


Figura 3: Técnicas para el análisis de los datos

Diseño: Propio del investigador (2015)



II.6- Operacionalización de los objetivos

Este proceso consiste en un análisis detallado de los objetivos específicos y su relación con las variables de la investigación, las cuales forman parte de toda investigación y son susceptibles de medida (cualitativa y cuantitativa) para proporcionar información que será manejada para conocer y dar solución a la problemática.

Adicionalmente se especifican las técnicas a utilizar por cada objetivo específico, planteado en la investigación (ver Tabla 1):

Objetivo especifico	Técnicas					
Caracterizar los procesos actuales	Observación de los procesos , entrevistas no estructuradas , diagramas de procesos, identificación de equipos, etc.					
Identificar las fuentes de merma liquida	Observación directa del proceso de envasado, entrevistas no estructuradas, diagrama causa-efecto,					
Cuantificar la merma liquida por fuente presente en el área de envasado.	Gráficos, muestreo de trabajo, estudio de tiempos, etc., estadísticas de inspectores, avisos de mantenimiento preventivo y correctivos.					
Analizar las variables que afectan la efectividad global de equipos.	Avisos de mantenimiento preventivo y correctivo por línea objeto de estudio.					
Diseñar un plan de mejora para la reducción de merma liquida	Consulta a expertos					
Estimar el ahorro de producto que representa la implementación del plan propuesto						

Tabla 1: Operacionalización de los objetivos

Diseño: Propio del investigador (2015)



III.2- Conceptos teóricas

Es indispensable definir algunos conceptos claves para entender fácilmente el estudio y dar sustento a la investigación.

Para las siguientes siete definiciones se consultó el libro de texto "Administración de la producción y las operaciones para una ventaja competitiva" de Chase, R; Jacobs, F, y Aquilano. (2006).

Eficiencia: Razón de producción real de un proceso en relación con un estándar. Se usa para medir la ganancia o pérdida de un proceso. (p.124).

Efectividad: Significa hacer las cosas correctas que lleven a crear el mayor valor para la compañía. (p.6).

Insumos: Bien consumible utilizado en el proceso productivo de otro bien. (p.114).

Proceso: Cualquier parte de una organización que recibe insumos y los transforma en productos o servicios, mismos que se espera sea de mayor valor para la organización que los insumos originales. (p.114).

Productividad: Es una medida de que también se utilizan los recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios. (p.43).

Tiempo de ciclo: de un proceso repetitivo es el tiempo promedio entre las terminaciones de las unidades sucesivas. (p.115).

Caudal: Volumen de líquido que atraviesa una sección en la unidad de tiempo. (Kenyery, 2000).

Ec. (3.1)

$$Q = \frac{v}{t}$$

Dónde:

√ Q: caudal (m3/s)

√ V: volumen (m3)

✓ t: tiempo (s)



Número de Reynolds: Es el valor numérico de una combinación adimensional de las siguientes variables: diámetro de tubería, densidad, viscosidad y velocidad de flujo. Puede considerarse como la relación de las fuerzas dinámicas de los fluidos respecto a los esfuerzos de deformación ocasionados por la viscosidad.

El tipo de flujo se determina calculando el número de Reynolds, y se interpreta de la siguiente manera:

Ec. (3.2)

 $Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu}$

Dónde:

✓ Re: número de Reynolds

√ d: diámetro interno de la tubería (m)

√ v: velocidad (m/s)

 $\checkmark \rho$: densidad (kg/m³)

✓ µ: Viscosidad dinámica (kg/m.s)

- Si Re < 2.000, el flujo es laminar.

- Si Re > 4.000, el flujo es turbulento.

- La zona intermedia (2.000 ≤ Re ≤ 4.000) es una región de transición (Kenyery, 2000).

Técnicas para el análisis de datos

A continuación se describen una serie de técnicas que nos van a servir de ayuda y apoyo en el desarrollo y análisis de la información y datos recolectados en el estudio.

- Diagrama de Causa- Efecto: La mejora de la calidad requiere distinguir entre el efecto y
 las causas que lo originan. Para ello es útil el uso del denominado diagrama causaefecto. A través de este diagrama se puede organizar y representar las distintas teorías
 propuestas sobre4 las causas de un problema; en este caso identificar las causantes que
 originan los niveles de merma liquida.
- Diagrama de Pareto: es un instrumento de análisis cuantitativo que clasifica errores, causas o defectos. Se basa en la regla 80/20, según el 80% de los problemas se pueden



atribuir al 20% de las causas, lo que permite separar los aspectos "poco y vitales" de los "mucho y vitales".

- Diagrama circular: Es un gráfico de especial utilidad para mostrar proporciones o porcentajes relativos de una variable.
- Gráfico de Control: a través del uso de este tipo de grafico se detectan los datos atípicos en ciertas muestras tomadas.

III.3- Enfoques teóricos.

A continuación se explicaran algunos modelos teóricos utilizados, que sirven como sustento de la investigación.

La merma es todo aquello que exceda el mínimo de equipo, materiales, partes y trabajadores (horas de trabajo) que sean absolutamente esenciales para la producción. (p.478). Chase, R; Jacobs, F, y Aquilano. (2006).

Entre los enfoques teóricos que sustentan la investigación, se manejan los siguientes: El Sistema de Producción Toyota (TPS) fue fundamental por su aporte en el estudio de desperdicios.

Mediante la eliminación y/o reducción de merma se disminuye la cantidad de insumos utilizados para producir determinado número de productos o unidades, lo que se traduce en reducción de costos de producción. La reducción de merma no es del todo suficiente para aumentar la productividad de una industria, para los japoneses existen tres conceptos para el aumento de la productividad. Para tal efecto se manejan distintos enfoques teóricos en la investigación, ya que son fundamentales para el estudio, como se mencionan a continuación:

- Manufactura de Clase Mundial (MCM)
- EL Justo a Tiempo (JIT, Just in Time)
- Mejora Continua (CI, Continuos Improvement)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM, Total Productive Manteinance)
- Calidad Total

Todas las filosofías y modalidades antes mencionadas abordan de una u otra forma la reducción y/o eliminación de desperdicio existentes en los procesos productivos, lo cual responde al desarrollo



del objetivo del caso de estudio "Reducción de la merma generada en el proceso de envasado de cerveza y malta", incrementado la productividad.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El mantenimiento productivo total (TPM) es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Incluye a todos los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de línea de producción, es un sistema de mantenimiento y supervisión autónomo del equipo realizado por los operarios, permitiendo que se apoyen instalaciones de producción sofisticadas.

La meta doble del TPM es el de cero averías y el de cero defectos, con este fin promueve la producción JIT, y la automatización. Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, como consecuencia la productividad.

Uno de los objetivos principales del TPM es mantener condiciones operativas ideales manejando el equipo efectivamente. Si algún elemento de determinado equipo se encuentra en mal estado, se experimentaran fallas periódicas o falta de precisión produciendo defectos, no estará operando con efectividad. Se debe lograr la efectividad global del equipo, mientras se reduce su costo de ciclo de vida (costo incurrido durante la vida del equipo). Lograr la efectividad global del equipo requiere buscar eliminar las "seis grandes pérdidas". Estas son:

• Tiempo de parada:

- Fallas del equipo (averías).
- 2. Cambios en útiles y ajustes (ej. arranque, cambios de producto).

Pérdidas de Velocidad:

- 3. Tiempos en vacío y paradas menores (Debidas a operación anormal de sensores, bloqueo de piezas, etc.).
- Reducción de velocidad (diferencia entre velocidad actual y velocidad nominal del equipo).

Defectos:

- 5. Defectos del proceso (desechos y defectos de calidad)
- 6. Reducción de rendimiento, desde el arranque hasta la producción estable.



Es frecuente observar que las industrias utilicen la tasa de operación del equipo o disponibilidad como la tasa de efectividad. Las condiciones de operación del equipo no se reflejan de forma precisa cuando se basan solamente en la disponibilidad. Solamente las pérdidas de tiempo de paradas se toman en cuenta por este indicador, las otras perdidas (defectos y pérdidas de velocidad) no son consideradas. Para obtener un valor real de las condiciones de operación actual del equipo, deben incluirse los cálculos las seis perdidas del equipo. El TPM toma en cuenta a todas estas pérdidas al calcular la efectividad global del equipo multiplicando la disponibilidad y la eficiencia del rendimiento por la tasa de calidad de los productos. La fórmula matemática para la efectividad global del equipo es la siguiente (ver ecuación 3.4):

Ec. (3.4)

Efectividad del Equipo = Disponibilidad × Eficiencia del Rendimiento × Tasa de calidad de Productos

Disponibilidad: También llamada tasa de operación se basa en la relación entre el tiempo de operación, excluido el tiempo de parada, y el tiempo de carga, donde el tiempo de carga se deriva restando el tiempo de parada planificado o programado en el plan de producción, que incluye rutinas de mantenimiento y actividades de gestión. El tiempo de operación se deriva sustrayendo el tiempo de paradas no programadas del de carga, en otras palabras, se refiere al tiempo durante el cual el equipo está operando. Adaptando esto a términos matemáticos quedaría:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo \ de \ Operación}{Tiempo \ de \ Carga} = \frac{Tiempo \ de \ Carga - Tiempo \ de \ Parada}{Tiempo \ de \ Carga}$$

$$Ec. (3.5)$$

Tasa de eficiencia de rendimiento: es igual al producto de la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta:

Tasa de velocidad de operación: se refiere a la diprecancia entre la velocidad nominal (basada en el diseño) y su velocidad de operación actual. La formula matematica de la tasa de velocidad de operación es:

Tasa de velocidad de operación =
$$\frac{\text{tiempo de ciclo teórico}}{\text{Tiempo de ciclo real}}$$



Tasa de operaciones netas: Mide el mantenimiento de una velocidad dada sobre un periodo dado. Calcula las perdidas resultantes de paradas menores, tales como pequeños problemas y perdidas por ajuste.

$$extbf{\textit{Tasa de operaci}\'on neta} = \frac{ ext{cantidad procesada x tiempo actual de ciclo}}{ ext{\textit{Tiempo de operaci\'on}}}$$

Tasa de calidad de productos: Esta indica el porcentaje de rechazo de producto defectuoso o que exceda las tolerancias de calidad; que se deriva de dividir la cantidad de producto rechazado por la cantidad de producto procesado.

La experiencia de empresas que han aplicado la filosofía del TPM durante los ultimos años, dice que las condiciones ideales de trabjo de cierto equipo presenta los siguientes resultados:

- Disponibilidad de mas del 90%
- Eficiencia del rendimiento de mas del 95%
- Tasa de calidad de productos mayor del 99%

Por lo tanto, la efectividad global del equipo debe ser mayor a:

$$0.90 \times 0.95 \times 0.99 = 0.85$$

Un incremento en la efectividad global del equipon se traduce en un incremento de la productividad. Alcanzar esto requiere buscar eliminar las seis grandes perdidas, aun cuando no se puedan eliminar del todo.

Medición del trabajo

El muestreo de trabajo fue una técnica de medición o evaluación de merma liquida utilizada en la presente investigación

Para Niebel, B. y Freivalds, A. (2009), "es una técnica usada para investigar las proporciones del tiempo total a alas diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo. Los resultados son efectivos para determinar: la utilización de máquinas y personal, los suplementos aplicables a la tarea y los estándares de producción" (p.512).



Para poder llevar a cabo el muestreo del trabajo se debe tomar una cantidad considerable de observaciones, las cuales deben ser seleccionadas de forma aleatoria. Es importante destacar que los resultados provenientes del muestreo de trabajo dependen directamente del número de observaciones tomadas, ya que, a mayor tamaño de muestra, más representativos serán los resultados.

La fórmula para el número de muestras necesaria para la investigación es:

Ec. (3.3)

$$n = \frac{z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Dónde:

- ✓ Z = Número de desviaciones estándar para conseguir el nivel de confianza deseado
- √ p = porcentaje de ocurrencia del evento
- ✓ q = probabilidad de que no hay ocurrencia. q = 1- p
- √ e = error absoluto o error máximo permitido.
- √ n = tamaño de muestra a medir

III.4- Referencias usadas en la compañía

A continuación se explicaran ciertas referencias que son utilizadas en la compañía, las cuales fueron consultadas en el portal de Cervecería Polar (2014).

Tanques de Gobierno: Finalizada la filtración de la cerveza, ésta es enviada directamente a los tanques de gobierno donde permanece fría hasta el momento de envasado. Estos tanques reciben este nombre ya que en el trato entre los filtros y ellos, se encuentran medidores que registran los litros de cerveza producidos diariamente.

Sala de bombas: Es el lugar o espacio de la planta donde está ubicado un panel de tomas de tuberías que corresponden a los diferentes tipos de cervezas producidas, y a su vez también se encuentran las tomas de las tuberías que permiten transportar el producto hasta las líneas de producción donde va a ser envasado el producto. Al inicio de cada tubería se encuentra una bomba que permiten succionar el producto para facilitar él envió de este hasta las líneas productoras (Cervecería Polar C.A. 2004).



Codo: Tubería que comunica a la tubería de producto a envasar con la tubería de la línea de producción.

Agua grado plato (Agua °P): es un agua carbonatada con temperatura menos a 2°C, utilizada para la corrección de la cerveza y malta, preparación de los filtros, empuje de la cerveza, entre otros.

Agua suave: es el agua que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales, utilizada para enjuagar las botellas no retornables, latas y botellas PET.

PET: polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno, materia prima plástica derivada del petróleo.

Barril: es un recipiente cilíndrico hueco de metal que sirve como medio de almacenamiento de la cerveza para ser despachada en el mercado. En Cervecería Polar se utilizan barriles con capacidad de almacenamiento de 30 L y 50 L (Cervecería Polar C.A. 2004).

SKU: presentaciones de las marcas que ofrece la empresa. Cervecería Polar contemplan 4 envases:

- Lata en formato (295 ml / 355 ml)
- Botella de vidrio Retornable (222 ml / 330 ml) No Retornable (250 ml / 300 ml / 355 ml)
- Botella de Plástico PET (1,5 L) tereftalato de polietileno
- Barril 30 L y 50 L

Bulk: recepción de botellas nuevas.

Calderin: tanque donde se almacena el producto en las llenadoras.

Mal Ileno: Botellas con desviación del volumen nominal de producto por SKU.

HDE: sistema de inyección de agua descarbonatada a alta presión en la botella llena, con el fin de desalojar el aire que entra al cuello de la botella entre la salida de la llenadora y la tapadora.

Líneas de envasado: La Gerencia de Envasado de Cervecería Polar Planta Los Cortijos está dividida en cuatro bloques. El estudio tiene como alcance 3 bloques, constituidos por líneas, las cuales representan la zona operativa, donde se envasa producto proveniente de Sala de bombas, a continuación se detalla la división por bloques:

✓ Bloque 1:

- Línea 1. Tercio Retornable (330 ml)
 Línea 2. Cuarto Retornable (222 ml)
 Dijeto de estudio
- Línea 3. Cuarto Retornable (222 ml)

✓ Bloque 2:

- Línea 4. Cuarto Retornable (222 ml)
- Línea 5. Cuarto Retornable Etiquetado (222 ml)
 Línea 6. No retornable (250 ml; 300 ml; 355 ml)

 Objeto de estudio

✓ Bloque 3:

- Área de Paletizado y Despaletizado todas las líneas (California Sur)

✓ Bloque 4:

Línea 7. Latas (250 ml; 295 ml; 355 ml)
Línea 8. Botella PET (1,5 L)
Línea 9. Barriles (30 L; 50 L)

Objeto de estudio

Diagrama de tubería e instrumentación: Los diagramas de tuberías e instrumentación presentan, una codificación que indica el diámetro, el tipo de tubería, su servicio (si es una tubería de proceso, o de agua contra incendio o del sistemas de alivio, entre otros) y una numeración consecutiva de servicios similares (Cervecería Polar C.A. 2004).

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El siguiente capítulo se presenta los resultados obtenidos de la investigación, se analizan los mismos para dar soluciones a los objetivos específicos, así como se les da respuesta a las interrogantes planteadas para cumplir con el objetivo general del trabajo realizado.

IV.1 Objetivo específico N° 1: Caracterizar los procesos de envasado de cerveza y malta de la planta objeto de estudio.

Cervecería Polar C.A cuenta con una gama de productos de cerveza y malta en presentaciones retornables y no retornables, para los efectos del presente trabajo se estudiaron los procesos retornables de las líneas 1, 2,3, 5 y barriles, y las líneas no retornables 6, 7 y 8. A continuación se detallan los productos a envasados durante el periodo de estudio:

Línea	SKU (presentación/sabor)
1	Polar Ice y Polar Pilsen de 330 ml
2	Polar Ice y Maltin polar de 222 ml
3	Polar Light y Polar Pilsen de 222 ml
5	Polar Ice y Solera Light de 222 ml
6	Maltin Polar y Maltin Light de 250 ml
7	Polar Ice 355 ml y 295 ml, Polar Pilsen 355 ml, Polar Light 295 ml, Solera Light 250 ml y 350 ml, Maltín Polar 250 ml y 350 ml, Maltín Light 250 ml y 350 ml.
8	Polar Ice 30 lts, Polar Ice 30 lts, Polar Pilsen 30 lts, Polar Pilsen 50 lts, Polar Pilsen 50 lts, Solera Light 30 lts
9	Maltin Polar 1500 ml y Maltin Light 1500 ml

Tabla 3: Productos envasados durante el periodo de estudio

Fuente: Programa de producción Diciembre 2014-Abril 2015

I.V.1.1- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas retornable

A continuación se describen los diferentes procesos que intervienen en las líneas objeto de estudio, respetando las políticas de confidencialidad de la empresa.

Líneas 1-3

Los vacíos llegan al puesto de inspección donde un operador inspecciona las botellas que ingresan al proceso, retira aquellas con defectos, exceso de suciedad, diferente marca o presentación. Los vacíos continúan hasta los desembaladores que separan las botellas de las gaveras, estas continúan a hacia la lavadora donde se limpian y esterilizan con agua y soda caustica, mientras que las gaveras continúan hacia un volteador de cajas y posteriormente seguirán hasta los embaladores; luego de ser lavadas las botellas estas son inspeccionadas por inspectores electrónicos que rechazaran aquellas botellas con defectos de contorno, en el cuello de la botellas y en el pico, después de la inspección las botellas se dirigen a las llenadoras donde son llenadas con producto, luego tapadas para continuar al pasteurizador donde se someten a un proceso calentamiento y enfriamiento térmico cuya función es alargarle la vida al producto. Las botellas pasan por los inspectores de botellas llenas donde las mismas son rechazadas si no están bien tapadas o el nivel de llenado no es el correcto. Seguidamente llegan hasta los embaladores que colocan las mismas en las gaveras provenientes del volteador de cajas, por ultimo como producto terminado estas son transportadas hacia los paletizadores para ser almacenadas y despachadas posteriormente.

A continuación se ilustra un esquema de envasado de cerveza y malta, donde el color amarillo indica en recorrido de las botellas vacías y el color rojo las gaveras vacías,

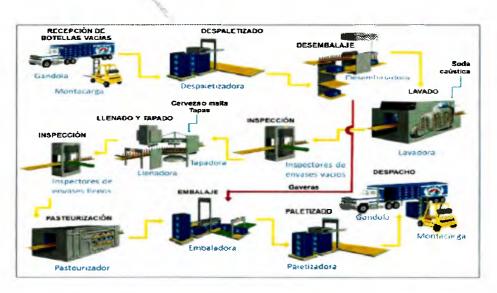


Figura 4: Proceso de Envasado de Cerveza Retornable Fuente: Empresas Polar (2015)



Línea 5

La línea 5, sigue el mismo proceso de envasado de cerveza de las líneas 1-3, a diferencia del envasado de la cerveza de solera light, ya que dicha botella se etiqueta. La etapa de etiquetado sigue después del pasteurizado y antes del embalado.

Línea 9 (barriles)

Esta línea difiere totalmente del proceso de envasado de cerveza de las otras líneas retornables (líneas 1-5), por lo que se detalla el proceso desde la recepción del vacío.

El proceso de envasado inicia con la recepción de barriles donde el montacargas los traslada desde el almacén hasta las despaletizadoras manuales (operador), donde el mismo operador se encarga de colocar los barriles con la tapa (espadín) hacia abajo en la vía (bandas transportadoras) que conduce hacia las llenadoras. Los vacíos continúan hacia la lavadora externa de barriles donde se les retira cualquier sucio externo. Posterior =mente los barriles limpios se dirigen a las llenadoras donde es lavado internamente con agua caliente, aire, vapor y soda, después del lavado se posicionan en las válvulas de llenados, donde se esteriliza con vapor y presuriza con dióxido de carbono antes de inyectar el producto previamente pasteurizado mediante un intercambiados de calor (Paster Flash), la cual se mantiene almacenada en un tanque buffer antes de ser enviada a las llenadoras. Seguidamente los barriles llenos llegan a la balanza electrónica donde es pesado y rechazado en caso de tener un desvió con respecto al volumen nominal que se esta envasando. Seguidamente los barriles se dirigen al volteador para que el etiquetador (operador) coloque la tapa y etiquete el barril para que finalmente se dirija a la zona de paletizado.

I.V.1.1- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas no retornables

Línea 6

Las paletas llegan al puesto de inspección donde un analista de control de calidad inspecciona los lotes de botellas antes de ingresar al proceso, rechaza los defectuosos, fondo fino, fondo desigual, mala distribución del vidrio, etc. Los vacíos se introducen hasta los desembaladores que separan las botellas, estas continúan a hacia la lavadora donde se inyecta agua a alta presión para remover el posible sucio interno de las botellas; luego de ser lavadas las botellas estas son inspeccionadas por inspectores electrónicos que rechazaran aquellas botellas con defectos de



contorno, en el cuello de la botellas y en el pico, después de la inspección las botellas se dirigen a las llenadoras donde son llenadas con producto, luego tapadas e inspeccionadas mediante el inspector de botellas llenas para continuar al proceso de pasteurización donde se someten a un proceso calentamiento y enfriamiento térmico cuya función es alargarle la vida al producto. Las botellas llegan hasta la etiquetadora para ser identificadas según la presentación y sabor, posteriormente se dirigen hacia el agrupador de botellas donde son congregadas a partir de un cartón especial con dobleces que la máquina se encarga de armar, para seguidamente dirigirse a los embaladores que envuelven las botellas agrupadas con plástico termoencogible. Por ultimo como producto terminado estas son transportadas hacia los paletizadores para ser almacenadas y despachadas posteriormente.

Línea 7

El proceso de envasado de esta línea es muy similar al proceso descrito anteriormente (Línea 6), a excepción de la etapa de etiquetado, ya que esta línea envasa latas las cuales ya vienen identificadas.

Línea 8

El proceso inicia desde el soplado de preformas PET, el cual se realiza mediante un equipo instalado en Planta Los Cortijos para la elaboración de los envases de plástico para Maltín de 1,5 L. El proveedor es el encargado de la operación de esta máquina, que realiza el soplado con aire de un tubo llamado preforma a alta temperatura, en un molde del cual toma la forma final el polímero. Mientras el producto es pasteurizado (similar al pasteurizado línea 9), las botellas son lavadas a partir de inyección de agua a alta presión. Después de ser lavadas las botellas las mismas son llenadas con producto pasteurizado, luego tapadas para continuar a la inspección de volumen de llenado y correcto tapado por el inspector electrónico de botellas llenas. Seguidamente se dirigen al pasteurizador tipo túnel donde se someten a un proceso calentamiento y enfriamiento térmico cuya función es alargarle la vida al producto. Las botellas pasteurizadas son etiquetadas y trasladadas hacia lo embaladores (similar al embalaje de la line 6 y 7), por ultimo las botellas embaladas son politizadas para ser almacenadas y despachadas posteriormente.



A continuación se muestran el diagrama de proceso general de envasado de botellas retornables y no retornables:

N°	Área	Proceso de envasado de Cerveza retornable	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Operación Inspección
1	Inspección de vacíos	Operador inspecciona los vacíos destruye las botellas en mal estado y extrae de la línea los vacíos mezclados con botellas de diferente presentación	0	分		О	∇	•
2	Inspección de vacíos	El operador inspector almacena los vacíos mezclados con botellas de diferente presentación cerca de su puesto de trabajo	0	分		О	•	۵
3	Vías de transporte	Se transportan los vacíos hacia los desembaladores	0	→		D	∇	
4	Desembaladores	Las botellas son separadas de sus cajas por los desembaladores	•	♦		D	∇	
5	Vías de transporte	Al mismo tiempo las botellas son transportadas a la lavadora mientras que las cajas al volteador	0	+		D	∇	
6	Volteador de cajas	Las cajas se voltean para evitar que residuos queden en las cajas	•	令		О	∇	
7	Lavado	Las botellas son lavadas con soda caustica y agua para esterilizarlas.	•	\Rightarrow		D	∇	
8	Vías de transporte	Se transportan las botellas lavadas hacia los inspectores de envases vacíos	0	•		D	∇	
9	Inspección de envases vacíos	inspeccionan y rechazan aquellos envases con defectos en el fondo de la botella , en el pico , en las paredes o las botellas de diferente presentación	0	\Diamond		D	∇	•
10	Inspección de envases defectuosos	Operadores inspeccionan los envases defectuosos y destruyen aquellos con defectos	0	↔		D	∇	
11	Inspección de envases defectuosos	Los envases de diferente presentación o marca se almacenan	0	↔		D	•	
12	Llenado	Llenadoras llenan los envases con la cerveza	•	分		О	∇	
13	Tapado	Maquinas tapadoras tapan los envases llenos	•	↔		О	∇	
14	Vías de transporte	Se transportan las botellas llenas hacia la codificadora.	0	→		D	∇	
15	Codificado	El equipo Videojet codifica las botellas llenas.	•	\Leftrightarrow		D	∇	



... Continuación ...

16	Inspección de envases llenos	Inspectores inspeccionan y rechazan aquellos envases mal tapados o mal llenos	0	\Rightarrow		D	∇	
17	Inspección de envases llenos	Se destapan los envases mal llenos y se les derrama el líquido al igual que los envases mal tapados	•	分		О	∇	
18	Inspección de envases llenos	Los envases llenos con defectos no detectados por los inspectores son destruidos en el carro para desperdicios	•	分		О	∇	
19	Inspección de envases llenos	Los envases mal tapados y llenos sin defectos son almacenados para reprocesar	0	↔		D	•	۵
20	Vias de transporte	Se transportan los envases llenos al pasteurizador	0	→		D	∇	
21	Pasteurización	Se pasteurizan los envases llenos por 40 min para destruir microorganismos y alargar la duración del producto	•	分		О	∇	
22	Vías de transporte	Se transportan los envases pasteurizados a los embaladores	0	→	_	D	∇	0
23	Embalaje	Embaladores colocan los envases llenos en las cajas que provienen del volteador de cajas	•	分		О	∇	
24	Alimentación de cajas	Operador cartonero alimenta las vías en caso de que falten cajas	•	分	П)	7	0
25	Inspección de lleno	Maquina inspecciona y rechaza los vacíos llenos con defectos, el operador de la embaladora los devuelve a la línea después de arreglarlos	0	分		0	>	
26	Inspección de lleno	El operador de la embaladora devuelve a la línea los vacíos después de arreglarlos		7		7	∇	-
27	Vías de transporte	Se transportan los vacíos llenos hacia los paletizadores que armarán las paletas	0	₩.		0	•	

Figura 5: Diagrama de Proceso "Envasado de productos retornables". Líneas 1-5

Diseño: Propia del investigador (2015)

En la sección C de los anexos se explica el proceso a de envasado de cerveza y malta a detalle, dicha sección incluye, descripción por etapa, ilustraciones de equipos, diagramas de recorrido por línea y diagramas de proceso, con el fin de afianzar lo antes expuesto.



IV.2- Objetivo específico N° 2: Identificar las fuentes de merma liquida presentes en el área de envasado de la planta objeto de estudio.

Los procesos de envasado de la línea 9 (barriles) difiere un poco con respecto al proceso del resto de las líneas 1-8, por tal motivo se decidió presentar el desarrollo de dicho objetivo de forma apartada.

IV.2.1 Fuentes de merma identificadas → Líneas 1 -8

La fuente global de merma liquida en el proceso de envasado se presenta específicamente en la fase de llenado (ver figura 6: Diagrama de Fase de Llenado), la cual por definición es la diferencia existente entre la cantidad de litros de cerveza o malta envasados vs. la cantidad litros suministrados a envasado.

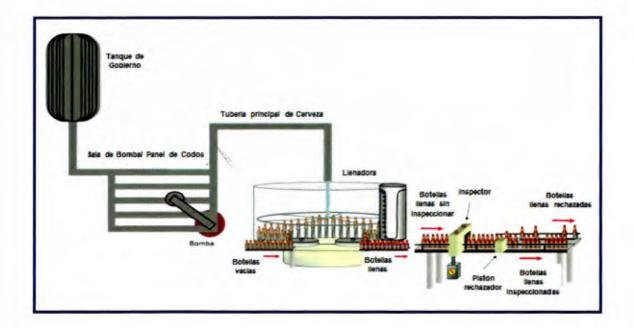


Figura 6: Diagrama de Fase de Llenado. Fuente: Empresas Polar (2015)

• Tubería principal de producto: Iniciación de envasado de un producto en la semana. A continuación se describe brevemente el procedimiento:

- 1. Cambio de codo: (Ver figura 7).
 - 1.1 Inicialmente la tubería principal de producto se encuentra compactada de agua grado plato (agua a 2°C), por lo que se debe realizar el cambio de codo de la toma de Agua Grado Plato y acoplarlo a la toma del Producto a llenar.
 - 1.2 Procede a purgar el codo con el siguiente procedimiento:
 - 1.2.1 Desenrosca levemente ambos racores del codo.
 - 1.2.2 Abre con cuidado la válvula de producto.
 - 1.2.3 Ajusta el racor inferior hasta que deje de fugar.
 - 1.2.4 Espera un aproximado de 30 segundos y aprieta el racor superior, hasta que no haya fuga.
 - 1.2.5 A continuación verifica que el racor de la entrada de la bomba no presente fugas. Si presenta fugas, apriétalo.



Codo desconectado del Agua º Plato

Codo conectado al producto a llenar.

Codo conectado al producto a llenar

Figura 7: Cambio de codo Fuente: Empresas Polar (2015)

- 1.3 Purga de la tubería principal de producto:
 - 1.3.1 Se conecta el codo de descarga tubería del producto a envasar
 - 1.3.2 Se abre la válvula del record de la tubería principal del producto a envasar.
 - 1.3.3 Abre la válvula de descarga de la bomba.
 - 1.3.4 Espera un aproximado de 45 segundos y se cierra la válvula.

En el procedimiento antes descrito se identifican 2 causas de merma de productos, los cuales se explican a detalle a continuación:



✓ Desplazamiento de agua contenida en la tubería principal de producto: después de conectar el codo, se enciende la bomba de producto, para que el agua contenida en la tubería sea desplazada. Cuando el producto empuja el agua, cierta cantidad se mezcla, perdiendo propiedades como % de alcohol, etc. (ver tabla 8). Dicha cantidad de producto mezclado dependerá del comportamiento del fluido en la tubería. se presume que la cerveza y la malta son fluidos turbulentos, por lo que las partículas se mueven en trayectorias irregulares, ocasionando mayor cantidad de producto mezclado con agua.

Para asegurar la hipótesis expresada con respecto al tipo de fluido, fue necesario calcular el número de Reynolds (*los datos y cálculos realizados se evidencian en la sección D de anexos*), los cuales se resumen en la tabla a continuación:

Línea	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Número de Reynolds
1			
2			
3			
5	0,0079	1,5316	12.015,36 - 12.226,22
6			
7			
8			
9	0,005	2,4085	11,958,62 - 12.054,48

Tabla 4: Número de Reynolds por línea

Fuente: Empresas Polar (2015)

En la columna de Número de Reynolds se encuentra el intervalo desde el producto con menor densidad (Solera Light) hasta el de mayor densidad (Pilsen). También se pudo concluir, que el flujo es turbulento (Re > 4.000), independientemente del producto a envasar y la línea de producción. Por lo que es necesario drenar cierta cantidad de producto, con el fin de asegurar la calidad del producto a envasar.

✓ Expulsión de aire contenido en tubería: En el momento de desconectar el codo de la tubería de agua y contactarlo en la tubería de producto a envasar, en el mismo se aloja aire, lo cual es perjudicial para el producto, debido que aumenta el contenido de oxígeno. Por tal razón es necesario drenar producto hasta obtener valores de oxigeno dentro de la norma (ver



Tabla 6: Principales características a inspeccionar en inicio de operación), es decir hasta expulsar la burbuja de aire contenida en la tubería.

Producto	Características de Inspección	Indicador
	Oxígeno (ppb)	≤ 40
Cerveza	Alcohol (%v/v)	Light: [3,50 ; 3,90] lce: [4,00 ; 4,20] Solera Light: [3,80 ; 4,20] Pilsen [4,30 ; 4,70]
Malta	Extracto	Maltín: [10,60 ; 11,00] Maltín Light: [5,15 ; 8,05]

Tabla 5: Principales características a inspeccionar en inicio de operación

Fuente: Empresas Polar (2015)

- Arranque de línea: Iniciación de operaciones, incluyen los días lunes y cada cambio de producto, en dicho proceso se incurre a las siguientes mermas:
- ✓ Purga del codo: Al conectar el codo en la tubería de producto a envasar es necesario purgar el codo, con el fin de desplazar el aire adquirido en el mismo durante la desconexión de la tubería de agua °P y la conexión en la tubería de producto. La explicación y el detalle de este procedimiento se expuso a detalle anteriormente (Ver figura 7).
- ✓ Tubería alimentación llenadora (purga tubería): El contenido de oxígeno (O₂) es una de las variables más importantes de controlar durante el proceso de envasado de la cerveza, ya que el mismo deteriora el producto. En inicio de operación se conecta el codo de producto a envasar en el panel de codos, dicho codo contiene aire, dicha burbuja de aire se aloja en la tubería y genera oxígeno en las llenadoras. Con el fin de expulsar el aire que contiene la tubería, se procede a drenar producto hasta que lo valores de oxígeno entre en norma.
- ✓ Calderín (purga calderín): Antes del arranque en el calderín contiene agua grado plato (agua con temperatura de 2°C), con el fin de atemperarlo. Dicha agua es expulsada del calderín a cuando se conecta el producto y se enciende la bomba en sala de bomba, con el fin de expulsar el agua retenida en las válvulas de llenado.

En la figura 8, que se representa a continuación, se evidencian los puntos de purga en las llenadoras en inicio de operación.





Figura 8: Puntos de purga de las llenadoras

• Fin de producción/ Rutina de limpieza/ Cambio de producto:

Final de producción: la producción finaliza cuando se termina la producción de la semana, se planifica una parada por un turno o viene un día feriado.

Rutina de limpieza: aplican cuando ha transcurrido un lapso de tiempo consecutivo envasando del mismo producto, estas se le realizan a la llenadora para reducir los niveles microbiológicos existentes en ella y en el área de trabajo. Dichas rutinas se planifican según el producto, para el caso de Martín aplica cada 12 horas mientras que para cerveza aplica cada 72 horas.

Cambio de producto: cada línea envasa por lo menos 2 productos en la semana operan.

En las actividades antes mencionadas se incurren al siguiente drenaje de producto:

- ✓ **Calderín:** el calderín opera normalmente con un 50% de su capacidad, dicho producto se drena, debido a que la presión en el calderín disminuye a medida que se vacía en el calderín ocasionando mal lleno.
- ✓ Tubería alimentación llenadora: Se drena el líquido residual en la tubería, para proceder con el proceso de limpieza.
- Mal Ileno: Botellas con un nivel de llenado fuera de los límites establecidos por presentación, (ver Tabla 6 y figura 9).



Línea	Presentación (ml)	Limite Inferior	Limite superior	
1	330	327,79	332,21 ml	
2	222	215,34	228,66 ml	
3	222	215,34	228,66 ml	
5	222	215,34	228,66 ml	
	250	248.32	251.88	
6	300	297.99	302.01	
	355	352.62	357.38	
	250	248.32	251.88	
7 (Lata)	295	293.02	296.98	
	355	352.62	357.38	
8 (PET)	1500	1489.94 1510.00		
-	30 L	≥ 29),9 L	
9 (Barriles)	50 L	≥ 49),8 L	

Tabla 6: Limites permisible de llenado por presentación Fuente: Empresas Polar (2015)



Figura 9: Botellas mal Ilenas

Diseño: Propio del investigador (2015)

• Mal Tapado: botellas que salen de la llenadora con defectos en el tapado (chapa descentralizada o no cerradas) o sin chapa. (ver Figura 10).





Figura 11: Purga del tanque de la Bomba de Vacio Diseño: Propio del investigador (2015)

Desplazamiento del HDE: las llenadoras cuentan con un sistema de inyección de agua a
alta presión en la botella llena, con el fin de desalojar el aire que entra al cuello de la botella
entre la salida de la llenadora y la tapadora. La merma generada en este punto se debe al
rebose del producto, debido a la inyección de agua a alta presión.



Figura 12: Inyección de agua a alta presión (HDE)
Diseño: Propio del investigador (2015)

• Ruptura de botellas: muchas veces ingresan en la llenadora botellas retornables con defectos (botellas rota, nivel de rayado, etc.) que no son detectados por el inspector de botellas vacías, lo que genera ruptura en el proceso de llenado y por ende el derrame de producto. Lo mismo sucede con las botellas no retornables, debido a defectos de insumo (bafle Desplazado, acabado inclinado, mala distribución del vidrio). (Ver figura 13).



Botellas retornable con defectos (Nivel de ravado ≥ 8mm

Defectos de insumo

Figura 13: Defectos de insumo

Control de Calidad

La Gerencia de Calidad de la planta, realiza análisis e inspecciones para evaluar la calidad de los insumos, hasta el producto terminado. Para tal efecto mantienen un Plan de Inspección y Ensayo (ver sección E de anexos), para garantizar la calidad del producto, dichas pruebas requieren consecutivas toma de muestras para ser analizadas y finalmente drenadas, lo que se traduce en merma.

IV.2.2 Fuentes de merma identificadas → Línea Barriles:

El proceso de envasado de la línea barriles difiere bastante, con respecto al envasado de las otras líneas objeto de estudio. Por lo que se presentan las fuentes de merma de manera individual, pudiendo varias de esta coincidir con las fuentes identificadas anteriormente. Cabe destacar que la fuente de merma de esta línea se presenció en inicio y final de producción, lo que es bastante crítico, ya que esta arranca todos los días de la semana, es decir su horario de operación es de 8 horas diarias. A continuación se describen las fuentes de merma identificadas:

- Tubería principal de producto: Iniciación de envasado de un producto en la semana. Las líneas analizadas anteriormente también poseen esta fuente de merma liquida, por lo que no se explicara a detalle, el principio de la merma que se incurre por esta fuente.
- ✓ Desplazamiento de agua contenida en la tubería principal de producto: Es necesario calcular el número de Reynolds, con el fin de evaluar la posibilidad de que la línea de barriles, incurra a esta fuente de merma.



- Rutina de limpieza/ Cambio de producto / Final de producción: El llenador se dirige a sala de bombas, desconecta el producto para realizar la rutina de limpieza correspondiente.
 El producto restante en la tramo de tubería sala de bomba-línea barriles, se drena y no se envasa.
 - Mal Ileno: La llenadora se puede encontrar de sincronizada, es decir, la inyección de producto en el proceso de llenado es menor a lo establecido por presentación. Lo que genera el rechazo por volumen en la balanza y finalmente el drenaje de producto contenido en el mismo, para ser reprocesado.
 - Barriles defectuosos: En el tiempo de estudio destinado a la línea de barriles se evidencio, la presencia de barriles defectuosos (perforados o fugas en el espadín), lo que genera el vaciado del mismo, para posteriores reparaciones.
 - Pruebas de Calidad: La línea barriles también mantiene un plan de inspección y ensayo, para asegurar la calidad del producto ofrecido. Como se anteriormente, no todos los ensayos requieren de muestras de productos que finalmente serán drenadas (ver sección E de anexos).

A continuación se evidencia que señaliza las fuentes de merma de la Línea 9 (Barriles), con el fin de resumir lo antes expuesto:



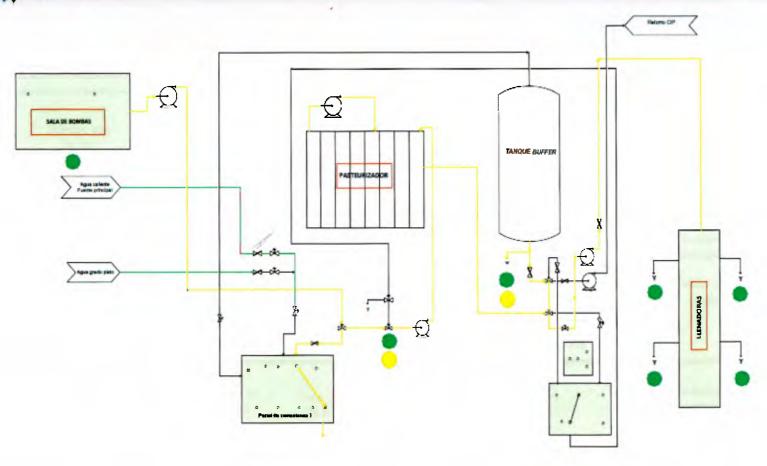


Figura 14: Principales fuentes de merma identificadas en la Línea de Barriles

Arranque:

Fin de Jornada/Cambio de producto



Luego de determinar las fuentes de merma en el proceso de envasado, se agruparon las principales causas que los generan en base a una de las herramientas propias de la ingeniería industrial como lo es el diagrama causa – efecto, el cual permite facilitar el proceso de búsqueda, solución y análisis de problema.

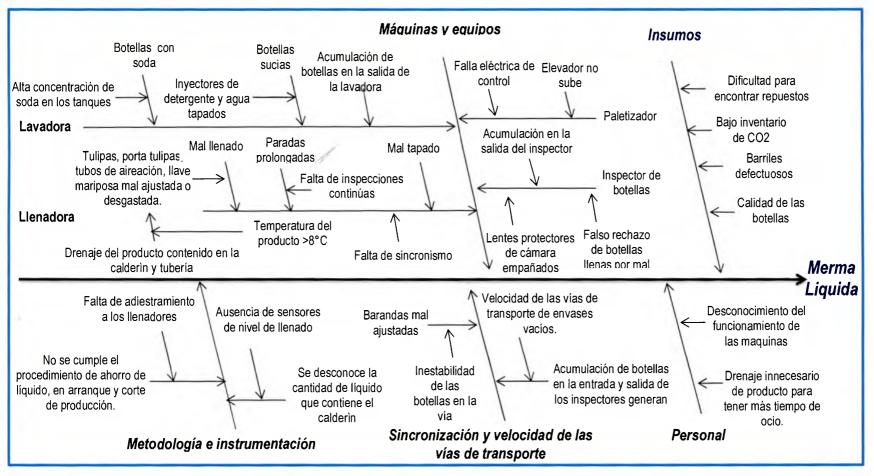


Figura 15: Diagrama causa-efecto "Merma de líquido en el proceso de Envasado"

Diseño: Propio del investigador (2015)



IV.3 Objetivo específico N° 3: Cuantificar la merma liquida por fuente identificada en el proceso de envasado de cerveza y malta.

Para la toma de decisiones es necesario tener las herramientas numéricas para desarrollar las propuestas que conlleven a la reducción dela merma. Para realizar las mediciones, se seleccionó una muestra probabilística, tomando como escenario el menos favorable, es decir, 50% de aceptación y 50% de rechazo.

Al aplicar la ecuación 3.6, se obtiene el número de muestra a medir:

Ec. (3.3)

$$n = \frac{z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Dónde:

- Z = 95%, para el cual Z tiene un valor de 1,96 (valor encontrado en las tablas estadísticas de la función probabilística normal y redondeado a 2)
- p = 50%,
- q = 50%
- $e = \pm 10\%$

$$n = \frac{2^2 \times 50 \times 50}{10^2} = 100 \ ciclos$$

Un ciclo es un proceso continuo en el cual se ejecuta una actividad una y otra vez realizando el mismo procedimiento para luego volver a partir desde el principio.

Es necesario aclarar, que se cuantifico la merma por mes, con el fin de compararlo con el indicador que maneja la empresa.



I.V.3.1. Cuantificación de merma en las líneas 1-8

• Tubería principal de producto:

Para cuantificar la merma en la tubería principal de producto, se requiere conocer cuáles de las líneas son las primeras en arrancar en la semana, los productos que se planifican, el tiempo de purga de producto y el caudal de la tubería principal de producto

En la tabla siguiente se cuantifica la merma mensual en cada línea por la purga en la tubería principal de producto.

Líneas de Producción	Merma semanal (L)
Línea 1	36,3
Linea 5	72,6
Linea 8 (PET)	72,6
Merma mensual de Envasado en Arranques (hL)	7.3

Tabla 7: Merma mensual por purga de producto en la tubería principal

Diseño: Propio del investigador (2015)

En la sección G de anexos se especifican las líneas que incurren en esta fuente de merma, acompañados del caudal y el tiempo de purga del producto.

• Merma por Arrangue

Para cuantificar la merma que se incurre en el proceso de arranque, es necesario calcular los caudales de los puntos de purga identificados anteriormente los cuales son: la purga de la tubería principal (inicio de envasado de un producto en la semana), purga de calderín (arranque, cambio de producto, rutina de limpieza y fin de producción) y la purga de la tubería que alimenta la llenadora (arranque, cambio de producto, rutina de limpieza y fin de producción). Para tal efecto se aplicaron los siguientes métodos:

Purga del Calderín: Se aplico aplicó el método volumétrico, se registraron las medidas del volumen de llenado de la purga del calderín durante 5 segundos, debido a la alta presión. Las medidas se expresan en la siguiente tabla:



Llenadora	Tiempo (s)	Caudal Purga del Calderin (L/s)
1	5	11.34
201	5	11.03
202	5	11.04
301	5	11.02
302	5	11.02
501	5	11.01
502	5	11.02
601	5	
602	5	11.05
7 (Lata)	5	11.04
8 (Línea PET)	5	11.05

Tabla 8: Caudal de Purga del Calderín por línea.

Se puede apreciar rápidamente que los caudales de las purga de las llenadoras son bastante similares, esto se debe a que en el proceso de purga se mantiene las mismas condiciones operativas en todas las líneas.

Para lograr cuantificar la merma asociada por arranque de líneas al mes se requiere cuantificar el número de veces que arranca una línea por diferentes conceptos (después de una rutina de limpieza y cambios de producto) a la semana (ver sección H de anexos).

Finalmente se logra conocer el volumen de producto drenados en arranque de línea, como se detalla en la siguiente tabla:



Llenadora	Cerveza Drenada Calderín (%) SET POINT	Cerveza Drenada Calderín (L)	Tiempo de barrido Promedio Tubería (s)	Caudal de Líquido drenado por la tubería (L/s)	Volumen drenado de Purga de tubería + vaciado Calderín (L)	Arranques por Cambio de Producto + Rutina de Limpieza Mensual	Merma Mensua por Auditoria (L)
1A	10%	50	35	389	438	8	35
201	30%	146	35	134	279	12	34
202	25%	121	35	134	255	12	31
301	25%	121	35	134	255	12	31
302	25%	121	35	134	255	12	31
501	20%	66	35	292	357	12	43
502	20%	66	35	292	357	12	43
601	20%	66	35	345	411	6	25
602	20%	66	35	345	411	6	25
7 (Lata)	10%	58	35	389	447	8	36
8 (Linea	10%	42	35	389	431	12	52
PET)					1	Merma Mensual por Auditoria (hL)	383

Tabla 9: Merma de producto por arranque de línea



Merma por Rutina de limpieza, Cambio de Producto y fin de producción

Para cuantificar la merma por rutina de limpieza, cambio de producto y fin de producción, se consideró el producto remanente en el calderín y en el tramo de tubería desde sala de bomba hasta las llenadoras (ver sección I de anexos), ya que antes de comenzar cualquiera de las actividades mencionadas, se drenan por los puntos de purga.

Llenadora	% Calderin que se drena	Volumen de Líquido que se drena en calderín (L)	Cantidad de Líquido rezagado en tuberías que se drena (L)	Merma Total (Drenaje del remanente de Calderín + remanente en tubería) (L)	Número de rutinas (Mensual)	Merma Mensual (hL)
1	10%	50	243	293	8	23,4
201	35%	170	353	693	12	83,0
202	35%	170	303	093	12	05,0
301	35%	170	479	818	12	98,0
302	35%	170	419	010	12	30,0
501	35%	115	636	865	12	104,0
502	35%	115	030	000	12	104,0
601	35%	115	911	1140	4	46,0
602	35%	115	911	1140	7	40,0
7 (Lata)	10%	58	1005	1063	12	127,6
8 (PET)	35%	146	100	146	16	23,4
			W.	Total Merma mensu de limpieza, cambio y fin de jorn (hL)	de producto	505,2

Tabla 10: Merma de producto por arranque de línea

Diseño: Propio del investigador (2015)

Se consideró como purga solo el 75% del líquido remanente en la tuberia, ya que el otro es 25% se mezcla al momento que el producto desplaza el agua °P.



Merma por Paradas de Líneas mayores a 50 minutos

Para determinar la merma por este concepto, se recopilaron datos de tiempos de paradas de líneas por mantenimientos programados y no programados. Las paradas son aquellas ocasionadas por fallas en el funcionamiento del equipo o aquellas entradas de material que requieran el ajuste de la misma, mientras que las paradas no programadas son aquellas en las que el quipos deja de funcionar debido a falta de insumo, material en proceso a la entrada o acumulación de materiales a la salida del equipo que impiden seguir trabajando.

Solo se cuantificaron los avisos M2 (mantenimiento preventivo) y P2 (mantenimiento correctivo) con duración mayor a 50 minutos durante 5 meses operativos (octubre 2014-febrero 2015); se tomó este tiempo ya que, según la experiencia del especialista de las llenadoras, éste es el tiempo máximo que puede permanecer el producto en el calderín con una temperatura apta para envasar en este tipo de llenadoras.

Las llenadoras Línea 1, 7(Lata) y 8 (PET) cuentan con un sistema que permite mantener la temperatura del líquido dentro del calderín, por lo que en paradas prolongadas, no requiere ser vaciado, por tal motivo estas no incurren en esta fuente de merma.

Línea	Capacidad del Calderín (L)	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	Promedio de Paradas Mensuales	Merma Promedio por paradas (HL)
2	485	6	8	5	4	6	6	43,7
3	485	9	7	10	10	4	8	58,2
5	328	8	1	14	10	6	8	39,3
6	328	1	2	0	1	2	1	4,9
					Merma	por para a 50 mi (hL		146,1

Tabla 11: Merma de producto por arranque de línea Diseño: Propio del investigador (2015)

Las fallas de los equipos con duración mayor a 50 minutos, se encuentra detallada en la sección J de anexos.

Se realizó un análisis causa efecto de las paradas mayores a 60 minutos de varios equipos, con el fin de conocer las causas globales de las paradas (Ver sección K de anexos).



Merma por Mai lieno

Para cuantificar la merma por sobrelleno se requiere medir la diferencia que existe entre el volumen de llenado real y el volumen nominal por presentación. Para tal se realizaron pruebas de volumen por válvula para posteriormente a partir del método de volumen por peso determinar el volumen promedio por válvula: En la siguiente tabla 12, se presenta el volumen promedio por llenadora:

Línea	1	2	3	5	6	7	8
Volumen Promedio Llenadora 1 (mL)	333,58	221,82	223,64	221,07	252,08	355,35	1506,75
Volumen Promedio Llenadora 2 (mL)	-	221,68	223,25	223,88	249,57	7.27	_
Volumen promedio Linea (mL)	333,58	221,75	223,44	222,48	250,82	355,35	1506,75

Tabla 12: Volumen promedio por llenadora Fuente: Volumen por válvula por llenadora (2015)

El detalle del ensayo y cálculos se encuentra en la sección L de anexos

En la sección M de anexos se ilustran los gráficos de volumen de llenado por válvula, con el fin de observar con mayor facilidad la desviación que existe con respecto al volumen de llenado nominal.

Se requiere conocer la producción mensual en cajas por línea para cuantificar la merma promedio por sobre lleno, en base a la producción mensual en cajas de cada línea, por lo que a continuación se ilustra una tabla resumen:

Línea	1	2	3	5	6	7	8
Producción Mensual Cajas	510726,8	553298,4	634699,4	300756,8	22876,4	217503	307718,8

Tabla 13: Producción mensual por línea (cajas)
Fuente: Empresas Polar (2015)

Finalmente se logró cuantificar la merma por este concepto a partir de los valores reflejados en las tablas 12 y 13, (ver tabla 14).



Linea	1	2	3	5	6	7	8
Volumen Promedio Llenadora 1 (mL)	333,58	221,82	223,64	221,07	252,08	355,35	1506,75
Volumen Promedio Llenadora 2 (mL)	-	221,68	223,25	223,88	249,57	-	70-01
Volumen promedio Linea (mL)	333,58	221,75	223,44	222,48	250,82	355,35	1506,75
Volumen nominal (mL)	330	222	222	222	250	355	1500
Merma por Sobrelleno Llenadora 1	3,58	-0,18	1,64	-0,93	2,08	0,35	6,75
Merma por sobrelleno Llenadora 2	-	-0,32	1,25	1,88	-0,43		-
Merma por sobre lleno/botella (mL)	3,58	-0,25	1,44	1,88	0,82	0,35	6,75
Merma Mensual Por Sobrelleno (hL)	439	0	330	102	5	18	125
Merma Total por Sobrellenado (hL)	10	18					

Tabla 14: Merma mensual por sobrelleno

Merma por sublleno

Mensual (hL)

Para cuantificar la merma por este concepto, se incurrió al histórico solicitado a Calidad de la medición de volúmenes realizados por los Analistas en las Evaluaciones Técnicas de Proceso (ETP) semanal, donde registran el porcentaje y concepto de rechazo (bajo nivel de llenado o mal tapado), de los Inspectores de botellas llenas, (*Ver sección N de Anexos*).

Finalmente se logra cuantificar la merma por bajo volumen de producto de botellas que se producen en las líneas objeto de estudio, como se resume a continuación:

Línea	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	Acumulado 2013-2014 (%)	Producción Mensual (Cajas)	Merma Mensual (hL)
1	0,42	0,31	0,32	0,14	0,09	0,255	510726,8	99,9
2	1,30	0,37	0,71	0,53	0,76	0,733	553298,4	314,2
3	0,54	0,94	0,66	0,43	0,27	0,566	634699,4	278,4
5	0,83	0,79	1,16	0,82	1,00	0,920	300756,8	214,4
6	-	0,02	1,52	1,12	0,65	0,826	22876,4	14,7
7 (Latas)	-	-			-		217502,6	
8 (PET)	0,16	0,15	0,30	0,08	0,14	0,166	307718,8	44,7
9 (BARRILES)	+	-			-		307718,8	0,0
Merma T	otal	000.0						

Tabla 15: Merma por Sublleno

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso de Envasado (2015)



Se consideró un volumen de bajo llenado, los permisibles por calidad, los cuales se especifican en la tabla 6: Límites de Volumen por presentación.

Merma por Mal tapado

Para determinar la merma por mal tapado, se hizo uso del histórico solicitado para la cuantificación de la merma por sublleno. A continuación se presentan los resultados por línea (ver tabla 16: Merma por Mal Tapado):

Linea	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	Acumulado 2013- 2014 (%)	Producción Mensual (Cajas)	Merma Mensual (hL)
1		0,08	0,06	0,07		0,068	510726,8	26,8
2	-	7.0	0,26	0,21	0,49	0,317	553298,4	135,8
3			0,43	0,52	0,39	0,449	634699,4	221,0
5			0,94	0,56	0,88	0,792	300756,8	184,7
6			1,14	1,20		1,170	22876,4	20,8
7 Latas							217502,6	
8 PET			0,06	0,03	0,03	0,037	307718,8	9,9
Merma Mensua		598,9						

Tabla 16: Merma por Mal Tapado

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso de Envasado (2015)

En la sección \tilde{N} de Anexos, se encuentra los detalles de % de rechazo de los inspectores por manga de cada línea.

Merma por HDE

Esta merma se identificó calculando la diferencia entre el volumen promedio de llenado por válvula con HDE (condiciones normales) y el volumen promedio de llenado por válvula sin el HDE activo.

Anteriormente se realizó el cálculo de volumen promedio de válvulas de llenado con el HDE activo (ver sección L de anexos), por lo que se requiere realizar el mismo procedimiento para determinar el volumen promedio por válvulas sin el HDE activo. Para tal efecto se tomaron las muestras por válvula por llenadora para aplicar el método de volumen de llenado por peso. A continuación se presentan los resultados obtenidos:



Linea	1	2	3	5
Producto	PILSEN	ICE	PILSEN	Maltin Light 250
Volumen Promedio Lienadora 1 con HDE (mL)	333,58	221,82	223,64	221,07
Volumen Promedio Llenadora 2 con HDE (mL)	-	221,68	223,64	223,88

Tabla 17: volumen promedio de llenado sin HDE

Fuente: Volumen de llenado por válvula de las llenadoras objeto de estudio sin HDE (2015)

Tanto la información recolectada como los cálculos se pueden visualizar en la sección O de anexos.

Se requiere conocer la producción mensual en cajas por línea para cuantificar la merma promedio por desplazamiento de producto por el HDE, en base a la producción mensual en cajas de cada línea (Ver tabla 13: Producción mensual en cajas por línea).

Finalmente se logró cuantificar la merma por este concepto a partir de los valores reflejados en las tabla 12 (volumen promedio de llenado con HDE) y la tabla 17 (volumen promedio de llenado sin HDE) y la tabla 13 (Producción mensual en cajas por línea). Cabe destacar que las muestras se tomaron durante el mismo momento, para garantizar que ambas muestras se tomaran bajo las mismas condiciones de operación.

Línea	1	2	3	5
Producto	PILSEN	ICE	PILSEN	Maltín Light 250
Volumen Promedio Llenadora 1 con HDE (mL)	333,58	221,82	223,64	221,07
Volumen Promedio Llenadora 2 con HDE (mL)	-	221,68	223,64	223,88
Volumen Promedio Llenadora 1 Sin HDE (mL)	335,51	222,26	226,12	223,27
Volumen Promedio Llenadora 2 sin (mL)	_	223,52	224,42	225,84
Volumen Promedio que desplaza el HDE Llenadora 1 (mL)	1,93	0,44	2,48	2,20
Volumen Promedio que desplaza el HDE Llenadora 2 (mL)	-	1,84	0,78	1,96
Volumen Promedio que desplaza el HDE (mL)	1,93	1,14	1,63	2,08
Merma Mensual por desplazamiento de HDE (hL)	237	151	248	13
Merma mensual por Sobrellenado (hL)	6	49		

Tabla 18: Merma por desplazamiento de HDE

Diseño: Propio del investigador (2015)



Merma por Extracto en la Bomba de vacío

Para determinar la cantidad de cerveza que se pierde por efecto de la generación de vacío durante el proceso de llenado, se siguió el siguiente procedimiento:

- ✓ Se calculó e caudal de la bomba de vacío, mediante el método volumétrico. (Ver sección F de anexos).
- ✓ Se tomaron muestras del agua de la descarga del contenedor de la bomba de vacío
- ✓ Se midió el porcentaje de alcohol en la muestra por medio del Anton Paar. (Ver sección F de anexos).
- ✓ Finalmente se relacionó con el porcentaje de alcohol del producto que estaba corriente en ese momento, a partir de la siguiente ecuación:

Ec. (4.5)

$$\% \ \textit{Cerveza en Agua} = \frac{\% \textit{Alcohol} \ (\textit{V/V}) \ \textit{en muestra} * 100}{\% \textit{Alcohol} \ \left(\frac{\textit{V}}{\textit{V}}\right) \ \textit{en Cerveza}}$$

También se requiere conocer el tiempo operativo de cada llenadora (ver sección P de anexos) para cuantificar la merma mensual por este concepto, ya que se calculó el volumen de producto por factor de tiempo.

En la tabla 19, a continuación se resume los datos y la merma mensual por succión de bomba de vacío, por llenadora:



Llenadora	Porcentaje de cerveza en			Merma de Cerveza [l/h]	Flujo de Agua en Bomba de vacío	Tiempo operativo semanal	Merma Mensual
Licitadora	agua [%V/V]	Limite Inferior	(Limite Superior)	(promedio)	(m3/h)	(hrs)	(hL)
1	1,11 - 2,20	22,2	44	33,1		114,2	151,2
201	0,73-1,46	14,6	29,2	21,9	-	113,7	192,4
202	0,73-1,46	14,6	29,2	21,9		106	132,4
301	0,73-1,46	14,6	29,2	21,9	2	114	199,7
302	0,73-1,46	14,6	2 9,2	21,9		114	
501	0,73-1,46	14,6	29,2	21,9		114,5	
502	0,73-1,46	14,6	29,2	21,9		114,5	200,0
601	0,95-0,97	19	19,4	19,2		30,3	22 F
602	0,89-0,90	17,8	18	17,9		30,3	22,5
						Total por Extracto de vacío (hL)	736,7

Tabla 19: Merma por succión de bomba de vacío

Fuente: Purga de bomba de vacío (2015)



Merma por ruptura de botellas en las llenadoras

Para cuantificar la merma por ruptura, se reiniciaron los contadores de inspectores de botellas vacías al mismo tiempo que los inspectores de botellas llenas, durante todo un turno (8 horas). Finalmente se registraron los valores y se cuantifico la merma por ruptura en base a la diferencia de total botellas que entraron en los inspectores de botellas vacías (Entrada total-Eliminación total) y las botellas procesadas en los inspectores de botellas llenas (Botellas calificadas + Botellas rechazadas).

En la sección Q de los anexos, se especifican los valores arrojados por los inspectores en cada línea.

En siguiente tabla 21, se especifica el volumen que genera esta fuente de merma por linea:

Líneas de Producción	Merma mensual por ruptura de botellas (hL)
Linea 1	19,8
Linea 2	0,7
Linea 3	0,1
Linea 4	-
Línea 5	0,2
Línea 6	0,0
Línea 7(Lata)	_
Linea 8 (PET)	
Merma mensual por ruptura de botellas en la llenadora (hL)	20,8

Tabla 20: Merma por ruptura de botellas en llenadoras

Fuente: Contadores de inspectores de botellas vacías y llenas (2015)

En las llenadoras de la línea 6, no se lograron tomar datos de los inspectores de botellas, ya que presentan muchas fallas y el personal de mantenimiento se veía obligado a reiniciar los contadores, con el fin de corregir las fallas.

Las líneas 7, 8 y 9, envasan producto en latas, PET y barriles respectivamente, por lo que no incurren en esta fuente de merma.



Producto	Caudal de la bomba principal	Tiempo de purga	Merma semanal (L)	
	(l/s)	(seg)		
ICE	3.63	10	36.3	
Merma mensual Tub. Pri (hL	ncipal	1.5		

Tabla 22: Merma Tubería Principal de producto

• Merma por Arranque

En el objetivo anterior se especificaron los puntos de purga en arranque de la Línea 9 (Barriles). Para la cuantificación de dicha merma se realizaron las siguientes actividades:

Medición de caudal del paster flash y tanque Buffer: se obtuvieron los caudales a partir de la aplicación del método volumétrico. (Ver Tabla 23).

Caudal purga de llenadoras: para cuantificar la merma en esta fuente, se observó el nivel del tanque buffer antes de enviar producto en la llenadora, posteriormente se volvió a observar el nivel del tanque cuando se inició el bombeo de producto al cabo de 10 seg, a partir de la diferencia de volumen se obtuvo el caudal. (Ver tabla 23).

Tiempo de purga por punto: se hizo seguimiento al arranque por más de 6 semanas, con el fin de cuantificar el tiempo de purga en cada punto.

Punto de purge	Caudal (Its/seg)
Paster Flash (Sala de Bomba)	11.6
Paster Flash-Tanque Buffer	2.2
Tanque Buffer- Llenadora	5.6

Tabla 23: Caudal por purga en arranque Línea Barriles

Diseño: Propio del investigador (2015)

En la tabla 24 que se presenta a continuación, se recopila todo la información levantada, con el fin de cuantificar la merma en arranque en la Línea Barriles:



(hL)

Llenadora	Tiempo de Drenaje de Tubería entrada paster flash (s)	Purga de Tubería entrada Paster Flash (L)	Tiempo de Purga entrada a tanque Buffer (s)	Cerveza Drenada entrada Tanque Buffer (L)	Tiempo de Purga tanque Buffer-Ilenadora (s)	Purga de Llenadora (L)	Total de cerveza Drenada por arranque (hL)
BL1					50	69	
BL2	445	4000	70	475	50	69	17,8
BL3	115	1329	79	175	50	69	
BL4			1		50	69	
Merm	na mensual por arranque	523,1					

Tabla 24: Merma por arranque, Línea Barriles

Diseño: Propio del investigador (2015)

En la sección S de anexos, se encuentra una matriz donde se resume por semana, donde se registraron la merma por arranque de línea.



• Cambio de rutina/ Final de producción de Producto

Se observó que en final de producción, se drenaba todo el producto contenido en el tramo de tubería desde sala de bomba hasta el paster flash, el cual es bastante largo. Por tal motivo se procede a cuantificar el líquido contenido en dicho tramo (ver sección I de anexos).

Se realizó una prueba que consistió en el desplazamiento del producto remanente en la tubería con agua grado plato, con el fin de cuantificar el producto que se puede realmente envasar, lo cual resulto ser en el mejor de los casos de 700 litros (40,2 % del contenido neto en el tramo de tubería).

El líquido remanente no se logra aprovechar totalmente debido a la turbulencia que se genera en la tubería, también conocido como fenómeno de transporte, lo que genera mezcla del producto con agua, disminuyendo el alcohol y el extracto en el mismo, convirtiéndose en producto no apto. (Ver sección D de anexos).

Esta merma se cuantifico en base al producto disponible en tuberías (700 litros) y el histórico de producción semanal y cambios de producto de esta línea, la cual es de 4 días a la semana. A continuación se representa una tabla, en la cual se especifica la merma que se incurre por este concepto:

Litros a envasar	Final de Producción (mes)	Merma mensual (hL)
700	16	112

Tabla 25: Merma mensual por final de producción o cambio de producto, Barriles Diseño: Propio del investigador (2015)

Mal lleno

Para cuantificar esta merma se incurrió a los gráficos de corrida de la línea 9 (Barriles), donde se especifica el volumen promedio entre Octubre 2014-Marzo 2015 (ver sección T de anexos).

En la tabla 27, a continuación se presenta de manera detallada la merma mensual por barriles mal lleno en cada llenadora:

Línea	Barriles 30L	Barriles 50L
Volumen Promedio Llenadora 1 (mL)	30130,00	50740,00
Volumen Promedio Llenadora 2 (mL)	30010,00	50750,00
Volumen Promedio Llenadora 3 (mL)	30000,00	50720,00
Volumen Promedio Llenadora 4 (mL)	30020,00	50650,00
Volumen promedio Línea (mL)	30040,00	50715,00
Volumen nominal (mL)	30000,00	50000,00
Merma por Sobrelleno Llenadora 1	130,00	740,00
Merma por sobrelleno Llenadora 2	10,00	750,00
Merma por Sobrelleno Llenadora 3	0,00	720,00
Merma por Sobrelleno Llenadora 4	20,00	650,00
Merma por sobre lleno/botella (mL)	40,00	715,00
Merma Mensual Por Sobrelleno (hL)	1	10
Merma Total por Sobrellenado (hL)	1	10

Tabla 26: Merma mensual por final de producción o cambio de producto, Barríles Fuente: Indicadores de Calidad, Gráficos de Corrida (2015)

Control de Calidad

Se realizó un seguimiento en esta línea, durante varias semanas, de los barriles que se derraman por control de calidad (ver sección U de anexos), donde se logra concluir que se toman alrededor de 6 barriles. Finalmente se logra cuantificar la merma mensual por este concepto, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Volumen del Barril	N° días programados a la semana	Prueba de Calidad diarios (Barriles)	Prueba de Calidad diarios (L)	Merma semanal (L)
50	2	C	300	600
30	2	0	180	360
	a mensual rol de Calidad (hL)	38,4		

Tabla 27: Merma por Control de Calidad en Barriles

Diseño: Propio del investigador (2015)

Barriles en mal estado

por merma antes identificada y cuantificada.

Se observaron gran cantidad de barriles rechazados por la balanza de barriles, debido a defectos como, perforación en el cuerpo o con fugas en el espadín, por lo que eran desplazados de la vía de producción para su posterior derrame y reparación (ver sección V de Anexos).

La siguiente tabla 29, representa los barriles rechazados por la balanza o por el operario, debido a defectos en el cuerpo o espadín:

Volumen del Barril (L)	Promedio de Barriles Defectuoso (Diario)	Barriles Defectuoso Totales. (L)	Nº días programados a la semana	Merma semanal (L)
50	6	300	2	600
30	4	120	2	240
Merma po	r barriles defectuosos (hL)	33,6		

Tabla 28: Merma por Barriles defectuososDiseño: Propio del investigador (2015)

A modo de resumen a continuación se representa una matriz con la merma global de envasado.

También se ilustra un gráfico, con el fin de observar con mayor facilidad los porcentajes de merma



Líneas de Producción	Purga de la Tub. Principal (hL)	Arranques (hL)	Cambio de Productos (Remanente en Tubería y purga del Calderín) (hL)	Paradas de Línea mayores a 50mins (hL)	SobreLleno (hL)	SubLleno (hL)	Mal Tapado (hL)	Desplazamiento de HDE (hL)	Control de Calidad (hL)	Extracto en bomba de vacío (hL)	Barriles defectuosos (hL)	Ruptura de botellas en Llenadoras	Merma Total por Línea (hL)	Merma Total por Linea (%)
Linea 1	36,3	35,1	18,6	0,0	439,0	99,9	26,8	236,6	0,7	151,2	-	17,5	1007.8	0,46%
Línea 2	-	48,6	78,4	80,0	0,0	314,2	135,8	151,4	0,9	192,4	-	0,7	1001.6	0,46%
Línea 3		48,6	89,7	94,6	329,9	278,4	221,0	248,3	0,9	199,7	-	0,1	1511,0	0,69%
Línea 5	36,3	49,0	88,7	59,0	101,8	214,4	184,7	150,1	0,9	200,6	1.0	0,2	1049.3	0,48%
Línea 6		24,7	37,8	14,8	4,5	-	20,8		0,9		6.0		103,4	0,05%
Linea 7(Lata)		17,9	97,4	0,0	18,3	44,7			1,2		(-)		179,4	0,08%
Linea 8 (PET)	36,3	155,1	26,8		6,8	0,0	9,9		6,1		12	-	204,5	0,09%
Linea 9 (Barriles)	36,3	263,2	133,8		10,0	0,0	-	-	38,4		38,4		445,5	0,20%
Merma (hL)	145,2	642,1	571,1	248,4	910,3	951,6	598,9	786,4	71.7	743,9	38,4	18,5	Merma global mensual (%)	
Merma (%)	0,07	0,29	0,26	0,11	0,42	0,44	0,28	0,36	0.03	0,34	0,02	0,01	2,0	63

Tabla 29: Resumen de estudio de merma mensual de las líneas de envasado



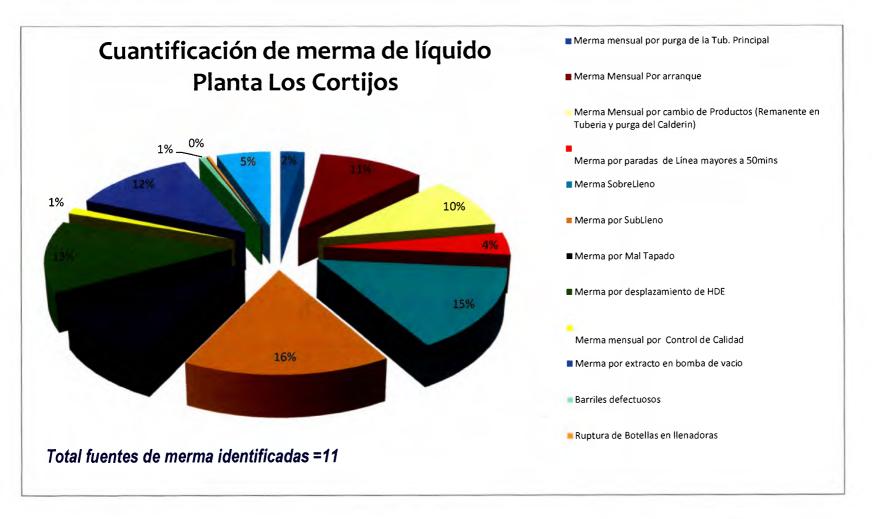


Gráfico 2: Cuantificación de merma liquida mensual en las líneas de envasado



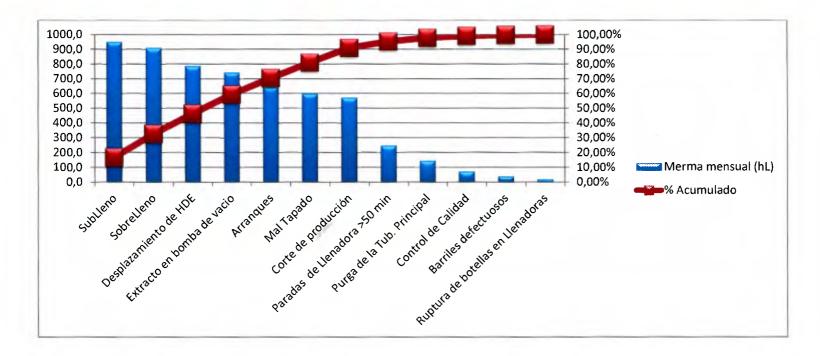


Gráfico 3: Diagrama de Pareto "Merma Liquida en el Proceso de Envasado"

A partir de la tabla Tabla 30 (Resumen de estudio de merma mensual de las líneas de envasado) y los gráficos 2 y 3 (Cuantificación y Diagrama e Pareto de la merma liquida mensual en las líneas de envasado, respectivamente), se puede decir que el 80% de la merma generada en el roceso de envasado, se debe al mal lleno, desplazamiento d producto por el HDE, extracto en la bomba de vacío, arranque de línea, mal tapado y orte de producción.



IV.4. Objetivo N° 4: Analizar las variables que afectan la efectividad global de equipos críticos del proceso de envasado.

Una de las fuentes de merma identificadas en el estudio, es la perdida de producto originada por paradas prolongadas de la llenadora (> 50 min). Por lo que se requiere analizar las variables que afectan a la efectividad de los equipos. Para tal efecto se estudiara a partir del método "Efectividad Global de Equipos (EGE) ", el cual es un indicador que sirve para evaluar o diagnosticar integralmente las condiciones de operaciones de los equipos, gracias a los factores que los componen. Como ya se explicó en el marco teórico, este factor es el resultado de la multiplicación de la disponibilidad del equipo por la tasa de operación y calidad del mismo.

La información requerida para la realización de este cálculo se basa en las pérdidas de tiempo muerto planeado, tasa de calidad del equipo y velocidades reales y nominales de los mismos. Cabe destacar que el análisis de EGE, se aplicara solo para las líneas 1,2,3,5 y 9 (Barriles), ya que, no se cuenta con la información requerida de las líneas 6-8. También los especialistas de equipos de envasado comentan que los equipos críticos provienen de las líneas 1, 2,3 y 5, debido a la alta utilización de los mismos.

A continuación se explica la fuente de los datos que se requieren para el cálculo de la E.G.E:

Disponibilidad de Equipos

Para obtener la disponibilidad de los equipos se requiere el tiempo de carga (diferencia entre el tiempo operativo por línea y el tiempo de paradas planificadas), por lo que se revisaron los planes de producción semanal. También se requiere conocer el tiempo ocioso de los equipos, lo cuales se obtuvieron a partir de los avisos de mantenimiento no planificados (Avisos P2), los cuales se generan a partir de las averías de los equipos de los procesos productivos.

Los datos recopilados están comprendidos entre los meses de Octubre-Marzo, equivalente a 979.200 minutos, considerándose como un buen tamaño de muestra para el análisis.

En la tabla a continuación se representa la disponibilidad de cada equipo por línea objeto de estudio:



Equipo	Disponibilidad (%)							
Ециіро	L1	L2	L3	L5				
Despaletizador	99,46	99,8	99,95	99,91				
Desembalador	99,83	99,73	99,86	99,91				
Lavadora	99,02	97,94	97,17	98,65				
Inspector	99,11	98,32	97,88	98,91				
Llenadoras	98,28	99,3	98,45	99,6				
Codificador	99,99	99,54	99,48	99,9				
Pasteurizador	99,94	98,12	98,77	98,65				
Embalador	99,1	99,31	99,1	99,2				
Paletizador	99, 59	99,73	99,48	99,87				
Transporte de botellas	99,22	99,02	98,5	99,72				
Transporte de cajas	99,34	99,15	97,98	99,71				

Tabla 31: Disponibilidad de equipos (%)

Fuente: Programa de producción semanal y Avisos P2 (Octubre-Marzo del año 2014-2015)

El detalle del tiempo planificado y operativo se puede observar en la sección P de anexos,

El tiempo no planificado se recopilan en la sección W de anexos. También se ilustran los diagramas Pareto de paradas de cada línea.



Velocidad de la línea:

Velocidad nominal:

Las velocidades nominales fueron sustraídas de las especificaciones técnicas en catálogos de los equipos. (Ver sección Y de anexos).

Velocidad real:

Se midió la velocidad de cada equipo, el detalle de los cálculos se evidencian en la sección Y de anexos.

Después de haber obtenido la velocidad real y nominal se calculó la velocidad neta de cada equipo por línea a partir de la ecuación 3.7 (Capitulo III, Enfoques teóricos).

En la siguiente tabla se resumen las velocidades calculadas:



Línea	Equipo	Despaletizador	Desembalador	Lavadora Bot	Llenadoras	Pasteurizador	Embalador	Etiquetador	Paletizador
	Velocidad Nominal (bot/min) Polar	1.020	978	935	850	893	978		1.020
1	Velocidad Real (bpm)	1000	1.296	1.064	864	1.645	1.296		980
	Tasa de Velocidad neta (%)	98,04	126.38	113,79	101,65	184,21	132,52		96,08
2	Velocidad Nominal (bot/min) Polar	2.400	2.300	2.200	2.000	2.100	2.300		2.400
(Cerveza)	Velocidad Real (bpm)	2200	2.647	2.240	1.839	2.078	2.026	-	2200
	Tasa de Velocidad neta (%)	91,67	115,09	101,82	91,95	98,95	88,09		91,67
2	Velocidad Nominal (bot/min) Polar	2.400	2.300	2.200	2.000	2.100	2.300	-	2.400
(Maltin)	Velocidad Real (bpm)	2200	2.632	2.240	1.668	2.276	1.869	-	2200
	Tasa de Velocidad neta (%)	91,67	114,43	101,82	83,40	108,38	81,26		91,67
	Velocidad Nominal (bot/min) Polar	2.400	2.300	2.200	2.000	2.100	2.300	-	2.400
3	Velocidad Real (bpm)	2.074	2.764	2.125	1.697	1.938	2.095		2.074
	Tasa de Velocidad neta (%)	86,42	120,17	96,59	84,85	92,29	91,09		86,42
	Velocidad Nominal (bot/min) Polar	1.644	1.576	1.507	1.370	1.439	1.507	1.576	1.644
5	Velocidad Real (bpm)	1.389	1.620	1.330	1.166	1.283	1.206	1134	1.244
	Tasa de Velocidad neta (%)	84,49	102,79	88,25	85,11	89,16	80,03	71,95	75,67

Tabla 32: Velocidad por quipo. Líneas 1, 2, 3, y 5

Diseño: Propio del investigador (2015)

En la tabla presentada anteriormente se puede observar que se medió la velocidad de la línea 2, con cerveza y con malta. Esto se debe a que el tiempo de llenado y pasteurizado en estos productos difieren significativamente.



Llenadora	Velocidad nominal (bph)	Velocidad real (bph)	Tasa de velocidad neta (%)
1	9,73	9,09	93,42
2	10	10,14	101,4
3	8,09	10,78	133,25
4	6,26	9,78	156,23

Tabla 33: Velocidad Línea Barriles

Diseño: Propio del investigador (2015)

A las vías de botellas y cajas no se les calculo la tasa de velocidad neta debido a que son equipos que regulan automáticamente las velocidades, gracias a fotoluces en función de la separación entre botellas.

• Tasa de Calidad:

La tasa de calidad de los equipos fue suministrada por los especialistas en cada equipo, en base a muestreos que ellos han realizado. A continuación se evidencian la tasa de calidad por equipo:

Equipo	Tasa de Calidad (%)
Despaletizador	99,71
Desembalador	99,80
Lavadora	99,90
Inspector	99,50
Llenadora	99,70
Codificador	99.81
Pasteurizador	99,99
Embalador	99,80
Paletizador	99,71
Transporte de botellas	99,99

Tabla 34: Tasa de Calidad por equipo Fuente: Especialistas de equipos (2002)

Para el cálculo de Efectividad Global de Equipos, se realiza un producto entre la disponibilidad, la velocidad neta y la tasa de calidad. A continuación se presenta la TGE por equipo de cada línea (ver tabla 40):



Equipos	1	2	3	5	9
Despaletizador	97,23	91,22	86,13	84,17	7.
Desembalador	125,91	114,55	119,76	102,49	-
Lavadora	112,56	99,62	93,85	86,97	99,9
Inspector	98,61	97,82	97,39	98,42	99,3
Llenadora	99,01	91,03	83,28	84,52	120,15
Codificador	99,98	99,53	99,47	99,89	-
Pasteurizador	184,08	97,08	92,16	87,95	99,99
Etiquetado		-	-	- X	-
Agrupador de botellas	-	-	1	-	-
Embalador	131,06	87,31	90,09	79,23	
Paletizador	95.74	91,16	85,72	74,76	-
Transporte de botellas	99,21	99,01	98,49	99,71	99,99
Transporte de cajas	99,33	99,14	97,97	99,7	-

Tabla 35: Efectividad Global de los Equipos

Diseño: Propio del investigador (2015)

De los resultados arrojados se puede observar que no todos los equipos poseen disponibilidad alta a excepción el Paletizador, Pasterurizador, Lavadora e Inspectores, tomándose como referencia una buena disponibilidad del 99%. La disponibilidad es una fracción que nos indica el porcentaje del tiempo de producción planificado en que el equipo está disponible y en nuestro caso se ve directamente afectada por las paradas de cada equipo.

La tasa de velocidad de operación neta nos refleja que las líneas 2, 3 y 5 son las que se encuentran con mayor desviación con respecto a la velocidad nominal, Mientras que las líneas 1 y 9 (Barriles) mantienen una desviación superior con respecto al valor nominal, lo que indica que podría generar desgaste acelerado de los equipo.

La tasa de Calidad de los equipos es bastante aceptable por lo que se considera que no es el problema de mayor incidencia, o el de mayor prioridad para su corrección, debido a que los defectos no llegan a afectar directamente a los clientes, gracias a las inspecciones de calidad automáticos que posee la línea de envasado.

Existe una clasificación EGQ, la cual permite analizar los resultados obtenidos, dicha clasificación se detalla continuación:



- EGE< 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad. (I)
- 65% < EGE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad. (R)
- 75% < EGE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 %. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja. (A)
- 85% < EGE < 95% Buena. Buena competitividad. (B)
- EGE >95%, Excelencia. Excelente competitividad. (E)

A continuación se procede a clasificar los valores registrados en la tabla 37: Efectividad Global de los Equipos, con el fin de tener una percepción de la efectividad por equipo.

	Clasificación EGE					
Equipos	1	2	3	5	9	
Despaletizador	E	В	В	Α	-	
Desembalador	E	E	E	E	-	
Lavadora	E	E	В	В	E	
Inspector	E	E	E	В	E	
Llenadora	E	В	Α	Α	E	
Codificador	E	E	E	E		
Pasteurizador	E	E	В	В	Е	
Etiquetado	-	-	-	-	1.14.	
Agrupador de botellas	-	-				
Embalador	E	В	В	Α		
Paletizador	E	В	В	R		
Transporte de botellas	E	E	E	E	E	

Tabla 36: Efectividad Global de los Equipos Diseño: Propio del investigador (2015)

Según lo expresado en la tabla anterior, se puede decir que los equipos de las líneas 1 y 9 (Barriles), poseen una EGE excelente, lo que se traduce a confiablidad, tomando como referencia > 95%.

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

V.1- Objetivo N° 5: Diseñar un plan de mejora para la reducción de merma liquida en el proceso "envasado de cerveza y malta"

IV.5.1- Objetivo de las propuestas

Reducir la merma en las diferentes fuentes identificadas que se presentan en las líneas de envasado de cerveza y malta, con el fin de incrementar la productividad de la misma.

V.1.2- Actividades

Se deben considerar dos puntos muy importantes antes de la presentación del plan de mejoras, que tienen que ver con la puesta en práctica del plan y su implementación. Los dos aspectos a considerar son:

Compromiso y apoyo de la Gerencia General, es indispensable el respaldo y la concientización de los gerentes para la puesta en práctica de la propuesta.

Nombrar a un responsable: es importante contar con alguien que se encargue de velar por la puesta en práctica de las actividades propuestas. Esta persona tendrá bajo su responsabilidad: coordinar las actividades de mejora, verificar y llevar registros de los avances e informar a la gerencia de los progresos y los posibles problemas en la implementación.

Las actividades a seguir para implementar el plan de mejoras son las siguientes:

V.1.3- Plan de mejora para la reducción de merma liquida

A continuación se presenta el plan, el cual incluye las propuestas, acciones, fecha inicio, fecha fin y estatus del mismo. Cabe destacar que varias de las propuestas fueron ejecutadas por el investigador durante el periodo de estudio, por lo que se obtuvo una disminución significativa en el indicador de merma liquida en el proceso de envasado.

Punto Crítico	Propuesta	Acciones	Responsables	Inicio	Fin	STATUS		
	Líder: Jehova Reyes (Superintendente de Envasado) Participante: Javier Cuello (Superintendente de Mantenimiento Mecánico)							
	Mejorar el plan de producción semanal	Contabilizar la máxima capacidad de producción de la línea barriles.	AMC	02-03	11-03	Realizado		
		Coordinar con planificación y logística corrida más largas en la línea (al menos 200 barriles diario).	AMC/AP/CLD	11-03	03-04	Con Retardo		
	Asegurar niveles óptimos de oxígeno a	Automatización de la purga antes del Paster Flash en Barriles	SME	02-03	01-09	En Proceso		
	la entrada del Paster Flash	Procedimiento de cambio de codo en la tubería central de producto	AMC	11-03	25-03	Realizado		
		Formato de seguimiento operacional.	AMC	02-03	03-03	Realizado		
		Seguimiento a barriles defectuosos	AMC/AC	03-03	02-05	Realizado		
Línea 9 (Barriles)	Disminuir la población de barriles con defecto.	Determinación de tamaño de Lote para prueba hidrostática de barriles	AMC	02-05	11-05	Realizado		
(======================================		Realizar prueba hidrostática a la población actual de Barriles y asegurar su ejecución cada 2 años.	CLI	11-05	30-09	En Espera		
	Asegurar el cumplimiento de	Acompañamiento Levantamiento de Manual de Operación en Barriles.	AMC	02-03	23-03	Realizado		
	procedimiento operacional.	Adiestramiento a operarios y supervisores de la línea.	SO	24-03	27-07	En Proceso		
	Disminución de volumen de producto usado para pruebas de calidad	Pruebas de llenado parcial de barriles de 50L y verificación de variables de calidad.	AMC/AC	06-04	20-04	Con Retardo		
	Aseguramiento de Rutina de limpieza en el sistema	Apoyo a la integración del sistema del Cleaning In Place (CIP)	AMC/AC	11-05	25-05	En Espera		
	Asegurar el volumen nominal de llenado por SKU (Presentación/Sabor)	Colocar dispositivo pasa o no pasa en cada llenadora para asegurar la correcta longitud de los tubos de venteos.	ELL	02-03	01-05	Con Retardo		
		Registro en el disco duro del Panel View de IBLL las estadística de rechazo	EL	02-03	18-05	En Proceso		
Volumen de		Generación de Solicitud Automática de Prueba de volumen de llenado por válvula al departamento de calidad luego de mantenimiento mayor	ACE	20-04	01-05	Realizado		
Llenado		Verificación de cumplimiento de ejecución de mantenimiento mayor a llenadoras.	АРМ	20-04	01-05	Realizado		
		Ejecución de pruebas de volumen de llenado por válvula.	AC	06-05	09-06	Realizado		
		Seguimiento de corrección de volumen por válvula	AMC	10-06	01-07	En Espera		
Tapado de Botellas	Asegurar el correcto tapado	Verificación de cumplimiento de mantenimiento de Tapadoras	ACE	20-04	01-05	Realizado		
	Asegurar el cumplimiento de	Levantar el procedimiento de Arranque en cambio de productos.	AMC	30-03	17-04	Realizado		
Arranque	procedimientos operacionales en arranque.	Publicar en las líneas los procedimientos de arranques.	AMC	20-04	08-05	Con Retardo		
	Automatizar purga de tubería a la entrada de llenadora	Prueba del uso del conductimetro para la automatización del drenaje de tubería de entrada a la llenadora en arranques de la línea.	AMC AME	30-03	17-04	Realizado		
		Validación de los puntos de cortes	AMC	20-04	15-05	Realizado		
Cambios de	Cambios de Producto	Ajuste de Banderines	AMC	18-05	19-05	Realizado		
Producto Rutinas de	Rutinas de limpieza Final de Jornada	Levantar el procedimiento en cambio de productos.	AMC	19-05	08-06	Realizado		
limpieza	i mai de Jornada	Publicar en las líneas el procedimiento de corte de producto	AMC	11-05	29-05	En Espera		

Rutinas de limpieza Final de	Final de Jornada	Publicar en las líneas el procedimiento de corte de producto correspondiente	AMC	11-05	29-05	En Espera
Jornada	Asegurar la menor perdida de líquido en	Determinar niveles de tanques de gobiernos óptimos para vaciado	AMC	30-03	17-04	Realizado
	vacío de tanques de gobiernos	Publicar los niveles de tanques de gobierno óptimos para el vaciado	AMC	18-04	26-04	Con Retardo
		Diseñar planes de adiestramiento para operadores	GG/GE	30-05	06-06	En Espera
Operaciones	Adestramiento a Operarios y Supervisores de Línea	Talleres de Adiestramiento Sensibilización a Operadores y Supervisores sobre el impacto de cumplimiento de procedimiento en la Merma Líquido	SO	07-06	22-07	En Espera
	Asegurar el balanceo de las líneas con	Medición de velocidad de cada equipo por línea	AC/AMC	30-03	15-04	En Proceso
	el ajuste de velocidades de equipo.	Propuesta de parámetros operacionales	AMC	16-04	26-04	En Proceso
	(Líneas piloto: 1,2,3 y 5)	Ajuste por equipo	EEE	27-04	26-05	En Proceso
	Aumentar la Confiabilidad de equipos	Divulgar el procedimiento de limpieza de inspectores de botellas vacías	AMC	27-04	13-05	En Proceso
		Auditar los avisos de mantenimiento	APM	04-05	11-05	En Proceso
		Analizar las fallas recurrentes de los equipos, a partir del análisis 80/20 de Pareto	ACE	12-05	01-06	En Espera
		Crear un Plan de acción para las fallas recurrentes	ACE	02-06	22-06	En Espera
Productividad		Seguimiento al cierre de brechas detectadas en avisos de mantenimiento	ACE/AMC	23-06	30-09	En Espera
		Implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)	GG/GE	01-10	01-10	En Espera
		Auditar arranque los días de inicio de producción para determinar oportunidades de mejora	AMC/SO	01-06	22-06	Realizado
	Disminuir tiempo de Arranque	Aplicación de SMED en rutina de limpieza los días Lunes	AMC	01-06	22-06	En Espera
		Divulgar Checklist de arranque.	AMC	23-06	17-07	En Espera
	Actitudinal	Implementar plan de incentivo y reconocimiento a operarios y supervisores para promover un desempeño superior	GG/GE	06-07	30-09	En Espera
0 1 1	Sequimiento a ejecución del plan de	Reuniones semanales/quincenales con responsables para visualizar estatus de actividades	AMC	03-03	30-09	En Proceso
Control	cambio	Actualización de herramienta de seguimiento del plan de cambio	AMC	03-03	30-09	En Proceso
		Seguimiento al indicador de merma Líquido	AMC	03-03	30-09	En Proceso

Tabla 37: Plan de mejora para la reduccion de merma liquida Marzo-Septiembre 2015 Diseño: Propio del investigador (2015)



El plan antes expuesto contienen los responsables por acciones, dicha columna solo contiene las abreviaciones de los cargos de los responsables, por lo que en la tabla a continuación son descritos los cargos:

AMC	Analista de Mejora Continua					
AC	Analista de Calidad					
ACE	Analista de Confiabilidad de Equipos					
AME	Analista de Metrología Envasado					
SO	Superintendente de Operación					
GG	Gestión de Gente					
GE	Gerente de Envasado					
ELL	Especialista de Llenadoras					
EEE	Especialista Equipos de Envasado					
EL	Especialista Linatronic					
AP	Analista de Planificación					
CLD	Coordinador de Logística Despacho					
CLI	Coordinador de Logística de Insumo					
APM	Analista de Planificación de Mantenimiento					
SME	Superintendente de Mantenimiento Mecánico					

Tabla 38: Leyenda de responsables de acciones en el "Plan de mejoras para reducción de merma" Fuente: Empresas Polar (2015)

Las descripciones y justificación de las propuestas de pueden evidenciar en la sección Z de los anexos.

V.2. Objetivo específico N° 6: Estimar el ahorro económico que representa la implementación de las mejoras diseñadas

Por temas de confidencialidad no se pudo estimar el ahorro económico que representa la implementación de las propuestas planteadas en la tabla anterior (Ver tabla 42), por tal motivo se representa el ahorro de volumen de producto (ver tabla 44) A continuación se el ahorro en litros esperados de acuerdo a las propuestas expuestas anteriormente.



Punto Critico	Propuesta	Ahorro Mensual (hL)	Equivalente Barriles 50 (Lts)/Cajas (36 un de 222ml)		
	Optimizar el plan de producción semanal	148,66	298		
	Asegurar niveles óptimos de oxígeno en la entrada del Paster-Flash				
	Asegurar el cumplimiento de procedimientos operacionales	67,39	135		
Línea 9 (Barriles)	Aseguramiento de Rutina de limpieza en el sistema				
	Disminuir la población de barriles con defectos	39,2	79		
	Disminución el volumen de producto usados para pruebas de calidad.	9,6	20		
Volumen de llenado	Asegurar el volumen nominal de llenado por SKU (Presentación/Sabor)	12917,19	161627		
Tapado de botellas	Tapado de Botellas Asegurar el correcto tapado	598,93	7495		
	Asegurar el cumplimiento de procedimiento operacional en arranque.	400	4500		
Arranque	Automatizar purga de tubería a la entrada de llenadora	120	1502		
Cambios de Producto/ Rutinas	Cambios de Producto/ Rutinas de Limpieza/ Final de Jornada	224.00			
de limpieza/ Final de Jornada	Asegurar la menor perdida de líquido en vacío de tanques de gobiernos	324,63	4062		
Operaciones	Adestramiento a Operarios y Supervisores de Línea	-	-		
	Asegurar el balanceo de las líneas con el ajuste de velocidades de equipo. (Líneas piloto: 1,2,3 y 5)	36793,44	460379		
Productividad	Aumentar la Confiabilidad de equipos.	248,4	3109		
	Disminuir tiempo de Arranque	29582,4	370151		
	Actitudinal	-	-		
Control	Seguimiento a ejecución del plan de cambio	-	0=		
ТОТА	L AHORRO MENSUAL	80849,84	Barriles (50 lts) 532 Cajas (36 unidades de 222 ml) 1008325		

Tabla 39: Análisis de volumen de producto ahorrado Diseño: Propio del investigador (2015)



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1. Conclusiones

Con la reducción de merma liquida en el proceso de envasado se pueden conseguir grandes logros en aumentos de la productividad y calidad del producto, ampliando los márgenes de utilidad y generando ventajas competitivas.

Los resultados del estudio reflejaron una merma global en el proceso de envasado de cerveza y malta del 2,63% (5726,25 hL), siendo las líneas 3 y 5 las que conlleva a un mayor drenaje de producto (26,24% y 18,25% de la merma generada en envasado respectivamente).

El mal lleno es una de las fuentes que genera mayor porcentaje de merma en el proceso de envasado, siendo las líneas 1 (sobrelleno) y la línea 2 (sublleno) las más críticas, debido a la gran desviación que presentaban las mismas con respecto al valor nominal por SKU (presentación/sabor). Dicha fuente es un síntoma claro de la falta de cumplimiento del mantenimiento preventivo de las llenadoras y la verificación de volumen de llenado por válvula después del mantenimiento.

Se pudo detectar que las paradas prolongadas originan más del 5% de la merma generada en el proceso de envasado. Esto el mal aprovechamiento de las máquinas y equipos, debido a la falta de mantenimiento preventivo, la falta de entrenamiento del personal y las fallas en la graduación. Otro problema fue el no contar con ninguna documentación ni normalización de los procesos, lo cual dificulta la labor de los operarios y genera variaciones de las prácticas de trabajo. Los trabajadores aceptaban la merma de líquido como algo normal por no tener una metodología que oriente sus acciones dentro del proceso.

Por lo antes expuestos se realizaron pruebas para automatizar la purga de la tubería de alimentación de la llenadora, utilizando la línea 5 como piloto. Los ensayos no reflejaron directamente una disminución significativa del tiempo de drenaje de producto durante un arranque regular, pero si contribuirían a una operación más óptima del equipo así como a la reducción de errores humanos y la disminución de riesgos disergonómicos del área.



El 26,62% de la merma global del proceso de envasado identificada es generada por el proceso mismo (desplazamiento del HDE y extracto en bomba de vacío), por lo que se requeriría un estudio detallado para disminuir la merma en esos puntos.

Por último, es importante destacar que las gerencias involucradas están completamente dispuestos a implementar las propuestas realizadas por el investigador, buscando disminuir la merma liquida generada en el proceso y por ende la productividad de la empresa.

VI.2. Recomendaciones

En función de mejorar los procesos productivos de Cervecería Polar C.A; de acuerdo a los resultados obtenidos y su análisis producto de la investigación se recomienda:

La implementación en su totalidad del plan de mejoras propuesto en este estudio para la disminución de merma liquida y aumentar el volumen de producción.

- Aplicar el concepto de SMED para reducir los tiempos de las actividades de limpieza en cambio de producto.
- Ajustar las barandas de protección y corregir su dirección para las líneas, ya que influyen en las paradas de los inspectores por acumulación de botellas a la entrada y salida del equipo.
- Aumentar las inspecciones de los chupones de los embaladores y reemplazarlos según la frecuencia adecuada para evitar el mal posicionamiento de las botellas en las cajas, que generan rechazos del inspector de vacíos llenos.
- Mayor supervisión en las líneas en actividades claves para reducir la merma como los son la conexión del codo, purga de llenadora, cambio de producto, etc.
- Supervisión exclusiva para la línea 9 (Barriles), ya que se observó numerosas veces la falta de cumplimiento de procedimientos operacionales y la fallas no reportadas,
- Rotar al personal con el fin de evitar tiempos ociosos y tener apoyo para suplir trabajos en otras áreas.
- Calibración y prueba ante de las puesta en marcha de las maquinas.



- No permitir que el personal no autorizado modifique las velocidades de los equipos críticos de envasado.
- Realizar un estudio de velocidades por SKU en cada línea, con el fin de estandarizar las velocidades para cada equipo que garanticen el balance de las mismas y de esta manera aumentar la productividad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfa Laval "Flexitherm. http://www.alfalaval.com/solution finder/products/flexitherm/Documents/FLEXITHERM.pdf. [Consultado Enero 2015].

Balestrini M, **Cómo se elabora un Proyecto de Investigación**. Consultores Asociados Servicio Editorial. Caracas, 2001, Quinta edición.

Benjamín W.Niebel, Andris Freivalds, **Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño de trabajo**. Editorial McGraw Hill. México, 2009, Duodécima edición

Cervecería Polar C.A.). http://portal.netpolar.com/irj/portal. [Consultado, Diciembre 2014].

Chase, Richard; Jacobs; Robert; Aquilano, Nicolás. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Mcgraw Hill interamericana. México, 2004, décima edición.

El pequeño Larousse Ilustrado, Editorial Larousse. México, 2001.

Hurtado de B, J. (2008). La investigación proyectiva http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html [Consultado en, blogspot.com Diciembre 2014].

Kenyery F. Apuntes Turbo-máquinas Hidráulicas. Universidad Simón Bolívar, Caracas, 2001.

Rada, G. **Unidad de análisis**. Universidad Católica de Chile. http://escuela.med.puc.cl/Recursos/recepidem/introductorios6.htm. [Consultado, Diciembre 2014].

Silva, J. **Metodología de la investigación**. **Elementos básicos**. Editorial CO-BO. Caracas, 2006.

Tamayo y Tamayo. El Proceso de la investigación científica. Editores Noriega, Limusa. México, 2002, Cuarta edición.