UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE ENVASADO, DESTINADO A REDUCIR LAS MERMAS DE CUERPOS LATAS Y TAPAS DE LATAS EN 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. ESPINOZA LEÓN, VANESSA C.

Br. GUINAND SALAS, ANDREINA E.

PROFESOR GUÍA: Ing. ALIRIO VILLANUEVA

FECHA: OCTUBRE, 2007

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE ENVASADO, DESTINADO A REDUCIR LAS MERMAS DE CUERPOS LATAS Y TAPAS DE LATAS EN UNA EMPRESA NACIONAL DE CONSUMO MASIVO"

TOMO I

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Veinte (20) Puntos

JURADO EXAMINADOR

Firma: Nombre: Cruz Villanueva

Firma: Nombre: NELSON BELARDI

Firma: Nombre: Vicente Napolitano

REALIZADO POR: Br. ESPINOZA LEÓN, VANESSA C.
Br. GUINAND SALAS, ANDREINA E.

PROFESOR GUÍA: Ing. ALIRIO VILLANUEVA

FECHA: OCTUBRE, 2007

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria i
Agradecimientos ii
Índice General iii
Índice de Gráficos, Tablas y Figuras vi
Sinopsis ix
Introducción 1
CAPITULO I 3
EL PROBLEMA 3
1.1. Contexto 3
1.2. El Problema 4
1.3. Objetivos de la Investigación 6
1.3.1. Definición de Negocio 6
1.3.2. Estrategia 6
1.4. Alcance y Limitaciones 6
1.5. Antecedentes de la Investigación 6
CAPITULO II 9
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 9
2.1. Reseña Histórica 9
2.2. Filosofía de Cervecería Polar C.A. 11
2.2.1. Definición de Negocio 11
2.2.2. Estrategia 11
2.2.3. Misión 11
2.2.4. Visión 12
2.2.5. Definición de Éxito 12
2.2.6. Organigrama de Empresas Polar 12
CAPITULO III 14
MARCO TEÓRICO 14
3.1. Bases Teóricas 14
3.1.1. Proceso de Elaboración de la Cerveza 14
3.1.2. Desperdicio o Despilfarro 16
3.1.3. Tipos de Merma – Empresas Polar 19

3.1.4. Técnicas de Análisis de Datos 20
CAPITULO IV 22
MARCO METODOLÓGICO 22
4.1. Descripción de las Etapas en la Metodología 23
CAPITULO V 25
LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 25
5.1. Levantamiento De La Información 25
5.1.2. Situación Actual 29
5.2. Análisis De La Información 33
5.2.1. Diagramas Causa – Efecto de Cuerpos y Tapas de Lata 33
5.2.2. Identificación de los puntos que generan la mayor cantidad de merma ... 36
5.2.3. Diagramas Causa – Efecto de Llenadora/ Tapadora, Despaletizador e Inspectores de lleno 40
5.2.4. Merma en Llenadora 44
5.2.5. Merma en Inspectores de Lleno 49
5.2.6. Merma en Despaletizador 50
CAPITULO VI 52
MODELO DE SIMULACIÓN 52
6.1. Especificación Funcional 52
6.1.1. Descripción del sistema 52
6.1.2. Objetivo de la Simulación 54
6.1.3. Componentes del modelo 54
6.1.4. Construcción del Modelo 57
6.1.5. Animación 60
6.1.6. Validación del Modelo 60
CAPITULO VII 64
DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA Y RESULTADOS OBTENIDOS .. 64
7.1. Propuestas de Mejora 64
7.1.1. Retiro de Latas Dobladas en Paletas por Manejo de Insumos 64
7.1.2. Colocación un fleje adicional a las paletas 64
7.1.3. Sincronización de los sensores ubicados en las vías transportadoras de paletas de latas 65

7.1.4. Reactivación de Rutinas de Mantenimiento No Ejecutadas 65
7.1.5. Realización de Rutina de Verificación por corrida de producto. 66
7.1.6. Cambio de sensor inductivo en la llenadora de la línea 8 y corrección de corriente y entrega de voltaje en la llenadora de la línea 7. 67
7.2. Costo – Beneficio de las Propuestas de Mejora 70
CAPITULO VIII 77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 77
8.1. Conclusiones 77
8.2. Recomendaciones 79
Bibliografía x

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nº 1. Comportamiento de la merma de cuerpos latas 5
Gráfico Nº 2. Comportamiento de la merma de tapas de latas 5
Gráfico Nº 3. Representación de Merma Parciales de la Línea 7 37
Gráfico Nº 4. Representación de Mermas Parciales de la Línea 8 38
Gráfico Nº 5. Gráfico de control del tramo Despaletizador – Llenadora de la línea 7.... 39
Gráfico Nº 6. Causas de Merma de Latas en la Llenadora de la línea 7 44
Gráfico Nº 7. Causas de Merma de Latas en la Llenadora de la línea 8 45
Gráfico Nº 8. Representación de cantidad de tapas perdidas por paradas en línea 7 .. 48
Gráfico Nº 9. Representación de cantidad de tapas perdidas por paradas en línea 8 .. 48
Gráfico Nº 10. Causas de merma en los inspectores de la línea 7 50
Gráfico Nº 11. Causas de merma de latas y tapas por mal lleno en los inspectores de la línea 7 50
Gráfico Nº 12. Causas de mermas en el despaletizador de la línea 7 51
Gráfico Nº 13. Gráfico de control Despaletizador – Entrada Llenadora de la línea 7.... 62
Gráfico Nº 14. Gráfico de control Despaletizador – Entrada Llenadora de la línea 8.... 62
Gráfico Nº 15. Gráfico de control de los contadores de cajas de la línea 7 obtenidos de la simulación 63
Gráfico Nº 16. Gráfico de control de los contadores de cajas de la línea 7 obtenidos de la simulación 63
Gráfico Nº 17. Histograma de diferencias de la Propuesta 1 en línea 7 68
Gráfico Nº 18. Boxplot de diferencias de la Propuesta 1 en línea 7 69
Gráfico Nº 19. Histograma de diferencias de la Propuesta 1 en línea 8 69
Gráfico Nº 20. Boxplot de diferencias de la Propuesta 1 en línea 8 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1. Datos porcentuales de la merma de cuerpos latas 5
Tabla Nº 2. Datos porcentuales de la merma de tapas de latas 5
Tabla Nº 3. Cantidad de latas perdidas en cada tramo de la línea 7 32
Tabla Nº 4. Cantidad de latas perdidas en cada tramo de la línea 8 33
Tabla Nº 5. Cantidad en porcentaje de latas perdidas en cada tramo de la línea 7.....37
Tabla Nº 6. Cantidad en porcentaje de latas perdidas en cada tramo de la línea 8.....38
Tabla Nº 7. Datos registrados de la merma de Latas en la línea 7 44
Tabla Nº 8. Datos registrados de la merma de Latas en la línea 8 44
Tabla Nº 9. Cantidad de merma de tapas por parada en la línea 7 47
Tabla Nº 10. Cantidad de merma de tapas por parada en la línea 8 48
Tabla Nº 11. Cantidad de merma producida en cada equipo.....53
Tabla Nº 12. Mínimo y máximo utilizados en porcentajes de merma en cada tramo de la línea 7.....54
Tabla Nº 13. Porcentajes de mermas parciales / línea 7 obtenidos de la simulación....61
Tabla Nº 14. Combinación de propuestas en modelo de simulación 67
Tabla Nº 15. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 1 70
Tabla Nº 16. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 2 71
Tabla Nº 17. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 3 71
Tabla Nº 18. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 4 72
Tabla Nº 19. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 5 72
Tabla Nº 20. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 6 73
Tabla Nº 21. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 7 73
Tabla Nº 22. Costo de Implementación de cada propuesta de mejora en la línea 7.....74
Tabla Nº 23. Costo de Implementación de cada propuesta de mejora en la línea 8.....74
Tabla Nº 24. Costo de un cuerpo y una tapa de lata 74
Tabla Nº 25. Ingresos generados en cada propuesta de mejora Línea 7 75
Tabla Nº 26. Ingresos generados en cada propuesta de mejora Línea 8 75
Tabla Nº 27. Beneficios generados en cada propuesta de mejora Línea 7 76
Tabla Nº 28. Beneficios generados en cada propuesta de mejora Línea 8 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1. Organigrama de Empresas Polar – Cerveza y Malta 13
Figura Nº 2. Proceso de Elaboración de la Cerveza 14
Figura Nº 3. Metodología empleada en trabajo especial de grado 22
Figura Nº 4. Diagrama del Proceso de Envasado 25
Figura Nº 5. Diagrama de Operaciones del Envasado de latas 28
Figura Nº 6. Diagrama Causa – Efecto de Merma de Cuerpos Latas 34
Figura Nº 7. Diagrama Causa – Efecto de Merma de Tapas Latas 35
Figura Nº 8. Diagrama Causa – Efecto de Merma en Inspectores de Lleno 40
Figura Nº 9. Diagrama Causa – Efecto de Merma en el Despaletizador 41
Figura Nº 10. Diagrama Causa – Efecto de Merma de cuerpos en la Llenadora 42
Figura Nº 11. Diagrama Causa – Efecto de Merma de tapas en la Llenadora 43
Figura Nº 12. Modelo de Simulación 58

INTRODUCCIÓN

Hoy en día para cualquier empresa, disminuir costos y realizar procesos más eficientes son objetivos que tienen que ser alcanzados si se quiere permanecer a lo largo del tiempo como una empresa que se caracterice por ser estable, confiable y consolidada en un mundo cada vez más competitivo y exigente. Las pérdidas de tiempo, dinero, recursos o insumos causadas por desperfectos, una falla o no conformidad en un proceso van en contra de los objetivos descritos anteriormente; por ello toda empresa se ve en la búsqueda y necesidad de implantar mejoras y soluciones que sean prácticas, justificadas y efectivas en cada uno de sus ámbitos.

Evaluar y dar a conocer la existencia de un problema o una falla a los responsables e interesados de solucionarlas es una tarea que requiere tiempo y más importante aún, apoyo y concientización de todos los involucrados. En la mayoría de los procesos entra en juego el factor humano; este factor incide de forma directa en los resultados, decisiones y consecuencias de las mismas, por ello es importante generar un sentimiento de pertenencia y responsabilidad en toda actividad, tarea o procedimiento en el que participe un ser humano. Establecer objetivos y metas reales, dirigir y hacer llegar el mensaje de la misión y visión que tiene la empresa garantiza ejecutar acciones y tomar decisiones en la dirección correcta.

Conocer a fondo los procesos que se llevan a cabo, las acciones ejecutadas, los responsables, lo que entra y sale del proceso y todo lo que esté relacionado y vinculado con el estudio ayuda a tener una visión mucho más completa de los puntos que deben evaluarse; de esta manera se pueden determinar y analizar las áreas y focos que deben tratarse de forma inmediata.

La implantación de mejoras permite la actualización y renovación de tecnologías y metodologías empleadas, el hecho de generar un proyecto de estudio y de mejoras de cualquier brecha que se haya identificado da a entender el interés e intención de la empresa de evolucionar y cambiar hacia tendencias y procesos más eficientes y beneficiosos para todos.

Desde hace meses se ha presentado un notable incremento de la merma de cuerpos y tapas de latas en dos de las líneas de producción de la Planta de Los Cortijos en Empresas Polar. La merma generada en el proceso de envasado incide

directamente en los costos y disminuye parte de los ingresos que se pudieron haber obtenido de las cajas de producto terminado que no se formaron por causa de los insumos perdidos.

Por tal razón es necesario analizar el proceso y todas las acciones que estén relacionadas de algún modo con la merma, realizar un diagnostico de la situación actual, y a través de éste detectar las causas generadoras de merma. El Trabajo Especial de Grado que se describe a continuación plantea una serie de propuestas de mejora que permitirían disminuir los costos antes señalados y minimizar considerablemente las pérdidas de insumos tan importantes y relevantes como los cuerpos y tapas de latas.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Contexto

Empresas Polar, al igual que un gran número de corporaciones líderes en el mundo, ha entendido que este milenio trae consigo nuevas y mayores exigencias. Los mercados en los que participa reciben cada día más competidores dispuestos a ganar una porción importante del negocio, incluyendo a grandes transnacionales que poseen vasta experiencia en otros países y que cuentan con fortalezas claramente definidas.

Empresas Polar es un sólido conglomerado industrial venezolano cuyos productos son reconocidos por su excelente calidad, sin embargo se necesita innovar en nuevos productos y nuevas tecnologías, para seguir formando parte de las empresas líderes del mercado.

En el ambiente empresarial de hoy, todo competidor debe contar con la suficiente flexibilidad para generar respuestas rápidas y efectivas; para lograrlo, necesita consolidar sus fortalezas, integrar equipos de trabajo y contar con una estructura que le permita adaptarse con facilidad a cada situación. Por estas razones, asumió el reto de evolucionar hacia un nuevo modelo de organización que brindará todas estas ventajas, las cuales han repercutido en mayores oportunidades de desarrollo para todo el personal.

Hoy en día, cuatro plantas se dedican a la producción y comercialización de cerveza y malta, con una capacidad instalada de 2.295 millones de litros anuales, situadas en puntos estratégicos de la geografía venezolana: Planta San Joaquín, Planta Modelo, Planta Los Cortijos y Planta Oriente. La innovación y excelencia en el proceso de elaboración de las cervezas Polar y de Maltín Polar, comienza con la selección de materias primas óptimas que garantizan la inalterable calidad del producto.

Las plantas cuentan con la más avanzada tecnología, operan bajo estrictas normas de seguridad e higiene, y cuentan con profesionales especialistas en el noble arte de elaborar cerveza y malta: los Maestros Cerveceros; elementos que se suman para lograr un producto que se ha hecho merecedor de la preferencia del consumidor venezolano, además de poseer estándares mundiales de calidad que le han permitido obtener la certificación ISO 9000.

La Unidad Estratégica de Negocios Cerveza y Malta en Empresas Polar está muy bien estructurada, con columnas sólidas en cada una de sus áreas: una gerencia eficiente en las plantas; un área técnica sólida; y un área comercial bien sustentada en el crecimiento y evolución de la empresa.

Con un modelo de gestión renovado, más ágil, más flexible, y dispuesta a batir sus registros en rapidez de ejecución, la Unidad Estratégica de Negocios Cerveza y Malta aborda su nueva estructura, en una travesía donde la competencia y el mercado dibujan el horizonte.

La renovación de la estructura evidencia el compromiso tanto de satisfacer las demandas del mercado como de seguir evolucionando a medida que los diferentes negocios van creciendo, todo esto con el fin de continuar generando una vigorosa interacción entre las plantas productoras y las distribuidoras.

A fin de seguir ofreciendo al consumidor la mejor atención, se ha hecho necesario optimizar el intercambio entre los niveles gerenciales y la alta dirección, con miras al mejoramiento continuo de la gestión.

La experiencia y deseos de continuar siendo líderes en el mercado venezolano impulsan acciones y planes en el presente y futuro que garantizan de forma segura la evolución y permanencia de Empresas Polar en nuestro país.

1.2. El Problema

Empresas Polar se encuentra en la búsqueda constante de soluciones y mejoras que hagan elevar sus niveles de productividad y rendimiento en cada uno de sus procesos.

En función de lograr los objetivos propuestos, Empresas Polar ha generado iniciativas, estudios y proyectos que buscan cumplir y satisfacer de la manera más eficiente las necesidades y requerimientos que se van presentando en cada uno de los ámbitos y áreas de la empresa.

Tal es el caso de Planta Los Cortijos, donde se han venido ocasionando e incrementando las mermas a lo largo del proceso de envasado de cuerpos y tapas de latas tanto de cerveza como malta. Durante el proceso de envasado se presentan mermas que resultan inherentes al mismo; como pueden ser los cuerpos y tapas de latas que se pierden al momento de comenzar la producción de un nuevo producto, las continuas operaciones que realiza Control de Calidad o las pérdidas generadas por

maquinaria con vieja tecnología dentro de la línea. Sin embargo, resultan alarmantes los elevados niveles que se han registrado últimamente en ciertos puntos del proceso debido a malas maniobras de operaciones, mantenimiento, desperfectos mecánicos, desincronización de las máquinas, problemas de llenado y pasteurización, entre otros.

A continuación se muestra gráficamente el comportamiento que se ha presentado en la merma de cuerpo y tapa lata en Planta Los Cortijos desde el mes de octubre del año 2006 hasta el mes de abril del presente año.

Merma de Cuerpo Lata

Mes - Año	oct-06	nov-06	dic-06	ene-07	feb-07	mar-07	abr-07
% Merma	1,815	0,851	1,787	1,518	1,933	2,637	3,437

Tabla Nº 1. Datos porcentuales de la merma de cuerpos latas

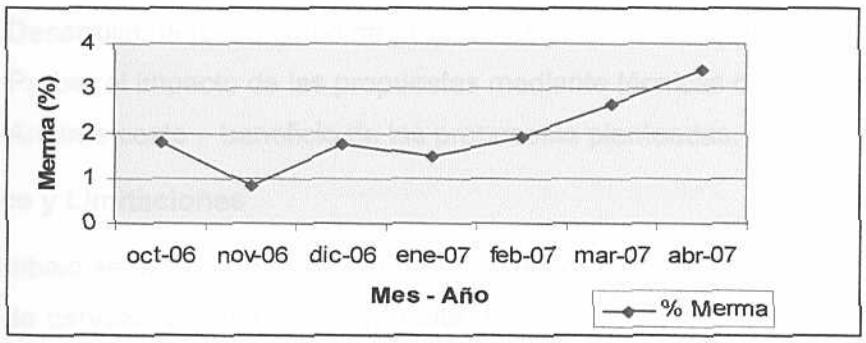

Gráfico Nº 1. Comportamiento de la merma de cuerpos latas

Merma de Tapa de Lata

Mes - Año	oct-06	nov-06	dic-06	ene-07	feb-07	mar-07	abr-07
% Merma	2,786	1,3	2,016	1,559	1,894	2,882	2,639

Tabla Nº 2. Datos porcentuales de la merma de tapas de latas

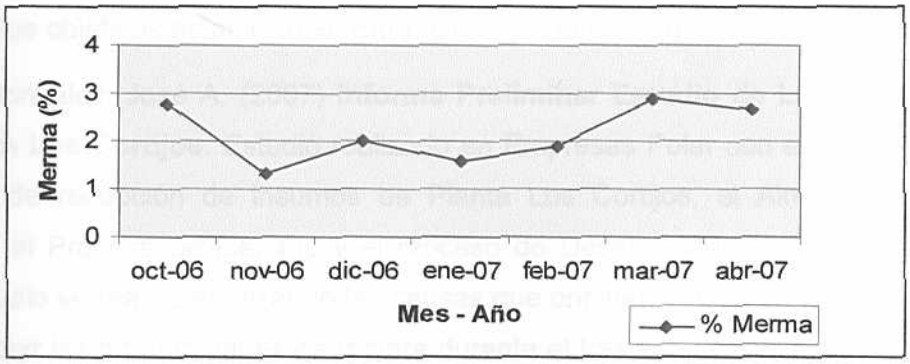

Gráfico Nº 2. Comportamiento de la merma de tapas de latas

Por tal razón, surge la necesidad de analizar y establecer mejoras y soluciones correctivas que logren disminuir las pérdidas antes mencionadas a niveles que resulten aceptables y produzcan un ahorro significativo en el área de envasado.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Reducir la merma de cuerpos latas y tapas de latas en las líneas de envasado de cerveza y malta en Empresas Polar, Planta Los Cortijos.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Levantamiento de la situación actual en el área de envasado.
2. Análisis de la situación actual del área de envasado.
3. Desarrollo de un conjunto de propuestas para la(s) mejora(s) del proceso.
4. Probar el impacto de las propuestas mediante técnicas de simulación.
5. Análisis costo – beneficio de las propuestas planteadas.

1.4. Alcance y Limitaciones

El trabajo se lleva a cabo en Planta Los Cortijos, específicamente en el área de envasado de cerveza y malta en cuerpo lata, es decir, línea 7 y línea 8 de la planta.

El trabajo se limita al diseño de una propuesta para la reducción de latas y tapas de latas y no contempla la implementación de la misma.

1.5. Antecedentes de la Investigación

Para el desarrollo del siguiente estudio se consultaron trabajos de investigación que se relacionan con el mismo, los cuales permitieron adquirir conocimientos para el logro de los objetivos establecidos. Entre ellos se mencionan los siguientes:

- González, José A. (2007) **Informe Preliminar Estudio de Latas con Golpes en Planta Los Cortijos.** Estudio realizado en Empresas Polar con el fin de evaluar el proceso de recepción de insumos de Planta Los Cortijos, el Almacenamiento del Material, el Proceso de Llenado y el proceso de Despacho de Producto Terminado. Este estudio se realizó analizando las causas que originan golpes en los envases, para así detectar las oportunidades de mejora durante el traslado de los insumos desde las plantas de empaques a las plantas cerveceras. Las conclusiones de este trabajo sirven

sólo como una ayuda, ya que se realizó la evaluación en traslado de insumos y éste es sólo una parte del estudio que se está realizando. El presente estudio aportó datos e información importante, ya que el mismo fue desarrollado en Empresas Polar C.A., en el área de Cervecería.

- Zapata, Richard (2005) **Reducción de las Mermas de Tapas y Cuerpos de Latas en Cerveceria Polar C.A. (Planta Los Cortijos).** Estudio realizado en Superenvases, proveedor de Empresas Polar, con el fin de diagnosticar la situación del año 2005 de las mermas de tapas y cuerpos latas, además de evaluar los equipos y metodologías de trabajo en los trenes de latas. Las recomendaciones planteadas solucionaron una porción de la merma de cuerpos y tapas de latas, ya que el estudio se realizó principalmente en el tren de latas ocho. El estudio plasmó conclusiones de gran interés y utilidad, debido a la disminución de la brecha existente entre la merma estándar y la merma real.

- Navarro, Ernesto y Seminario, Carlos (1998) **Diagnóstico y diseño de un plan de mejora que disminuya el desperdicio que se genera en el sistema de transporte de gaveras y botellas en la línea de envasado de una industria cervecera.** Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Industrial. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Se realizó un estudio de análisis y diagnóstico de los factores de mayor incidencia en la cantidad de desperdicio que se genera en la línea de envasado de una industria cervecera con la finalidad de plantear un plan de mejora que reduzca los insumos logrando ser más productiva, eficiente y darle oportunidad de aumentar su margen de utilidad. Dicho estudio aportó información importante, ya que el mismo fue desarrollado en Empresas Polar C.A.

- Fernández, Jorge E. y Pestana, Jesús A. (1997) **Estudio y Evaluación del sistema de rechazo y diseño de planes de mejora para disminuir el nivel de desperdicio en la línea de producción de cigarrillo de C.A. Cigarrera Bigott SUCS.** Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Industrial. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Consistió en evaluar las causas generadoras de desperdicio y los sistemas de inspección y rechazo en el proceso de elaboración y empaque de cigarrillos. Para ello fue necesario conocer el proceso, definir y observar el problema, determinar la situación actual, discutir los resultados y

formular las propuestas de mejora. Entre las propuestas de mejora se planteó un sistema de control y rechazo, realizar una rutina de arranque que permita tener los equipos en las condiciones y estado adecuados para el arranque de la producción; además de establecer una serie de parámetros y equipos que ayuden a prevenir o alarmar sobre la ocurrencia de una falla.

- Torres, Jimmy R. (1991) **Disminución del desperdicio y reproceso de la merma en la fabricación de jabones de tocador.** Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Industrial. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Este trabajo tuvo por objeto disminuir en un 1% en base al 100% de la producción la generación de desperdicio en las líneas de producción de jabones de tocador. Procedieron a determinar la cantidad de merma y a través de la filosofía de la calidad total se procedió a determinar las tareas o actividades catalogadas como causas de desperdicio para luego jerarquizarlas priorizar su eliminación. Además se plantearon posibles soluciones o nuevas funciones a la merma generada con el fin de obtener una ganancia no percibida anteriormente a través de la recuperación de ingredientes importantes para el proceso.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Reseña Histórica

Lorenzo Alejandro Mendoza Fleury, socio mayoritario de la firma familiar Mendoza & Compañía, dedicada a fabricar jabones, decide en 1938 ampliar los límites del negocio, dando luz verde al proyecto para establecer una industria cervecera. Por tal razón, en el año 1941, en la pequeña parroquia de Antímano comienza a funcionar Cervecería Polar C.A., con 50 empleados, una capacidad instalada de 30 mil litros mensuales, y dos productos para un mercado altamente competido: Cerveza Polar y Bock.

Fue en 1942, cuando al entrar el maestro Carlos Roubicek a la compañía, se logró "tropicalizar" la cerveza con la incorporación del maíz como materia prima, hasta lograr un producto único, adecuado al gusto del consumidor venezolano y a las condiciones climáticas locales.

En 1945, Polar se convierte en la cervecería más moderna y mecanizada de América Latina, tras realizar mejoras y ampliaciones en sus instalaciones. En 1948, se crea Distribuidora Polar S.A., Diposa, para dar más agilidad a la venta en el área capital. Hacia finales de 1947, la junta directiva decidió construir un nuevo centro de producción, que sería ubicado en Barcelona, con miras a ir penetrando el mercado oriental. En 1950, Cervecería de Oriente C.A., comienza a producir, cubriendo los mercados de Nueva Esparta, Sucre, Monagas y Anzoátegui, con capacidad inicial instalada de 500 mil litros al mes y 57 trabajadores. Un año después, esta planta da vida a Maltín Polar, para satisfacer la demanda de una bebida refrescante y nutritiva. Hoy en día, este Centro de Producción elabora cerveza Polar tipo Pilsen, Solera, Polar Ice y Polar Light, además de Maltín Polar, en sus diferentes presentaciones, atendiendo más del 70% del Territorio Nacional.

En 1951 se instala el Centro de Producción Los Cortijos C.A., en los terrenos de una antigua hacienda del este de Caracas, como respuesta al crecimiento de la demanda en esta región del país, realizando su primer cocimiento el 8 de abril. Inicialmente, su capacidad instalada fue de 500 mil litros mensuales y 140 empleados. Actualmente este Centro de Producción tiene una capacidad de producción que sobrepasa los 400 millones de litros anuales, elaborando cervezas Polar tipo Pilsen,

Solera, Polar Light y Polar Ice, así como Maltín Polar, en diferentes presentaciones de botellas y latas, para abastecer las exigencias de área Metropolitana de Caracas y sus zonas contiguas.

En 1954 nace Remavenca, encargada de desarrollar la harina de maíz precocida, hoy proyectada en todo el mundo. En 1960, con el eslogan "se acabó la piladera" sale al mercado nacional un nuevo renglón de consumo masivo, Harina P.A.N., hoy pan diario de todos los venezolanos, un producto llamado a rescatar el consumo de arepas, tradición casi perdida en aquel entonces.

El Centro de Producción Modelo inició actividades en Maracaibo el 12 de Octubre de 1961, con el fin de abastecer el mercado del occidente venezolano; comenzó sus operaciones con una capacidad instalada de 4 millones de litros mensuales y una nómina de 115 trabajadores. En la actualidad, su capacidad instalada de producción supera los 45 millones de litros en todas las presentaciones de sus cervezas Polar tipo Pilsen, Solera, Polar Light, Polar Ice y de Maltín Polar.

En 1977, nace Fundación Polar para contribuir al desarrollo social del país, propiciar el desarrollo tecnológico y el uso racional del ambiente, apoyar y promover instituciones de beneficio o protección social, y realizar cualquier otra actividad que sea de utilidad colectiva o interés general.

En 1978, se pone en marcha Cervecería Polar del Centro C.A., el mayor complejo cervecero de América latina para ese momento, en la población de San Joaquín, estado Carabobo, dadas las exigencias del aumento de las ventas en la zona.

En 1986, Polar entra al negocio del arroz, en respuesta al crecimiento de la demanda interna, con la empresa Corporación Agroindustrial Corina, en Acarigua, estado Portuguesa, la cual logra posicionarse en poco tiempo como líder del mercado. En 1987, se incorpora a la agroindustria del trigo, a través de la empresa Mosaca, creada para procesar este cereal y fabricar pastas alimenticias con altos niveles de calidad industrial; en este mismo año, Productos EFE, S.A., pasa a formar parte de Empresas Polar. Actualmente, Productos EFE tiene un alto nivel tecnológico afianzado en 1995 con la adquisición de una planta extrusora que permite innovar con las más diversas formas y agregados en cuanto a helados se refiere.

En 1993, Empresas Polar entra al negocio de los refrescos, a través de la empresa Golden Cup, poseedora de una tradición de 45 años sirviendo al mercado con

una extensa gama de productos. En 2001, Empresas Polar se convierte en la primera organización de Latinoamérica que recibe la certificación integral de calidad Platinum 9000, para sus cuatro plantas cerveceras, dos plantas del negocio Maíz y las dos plantas del negocio Arroz, por contar con sistemas de gestión de calidad certificados según la norma Covenin ISO 9000 y, al mismo tiempo, poseer la Marca Norven en sus productos.

En 2002, luego de la adquisición de Quaker, PepsiCo le licencia a Empresas Polar la marca Gatorade de Venezuela.

Por más de 60 años, Cervecería Polar ha construído su historia sobre la base de una filosofía centrada en la calidad, en el mercado y en el desarrollo de la gente, lo cual se ha reflejado igualmente en su relación con Venezuela.[1]

2.2. Filosofía de Cervecería Polar C.A.

2.2.1. Definición de Negocio

"Cerveza, malta y otras bebidas naturales a base de cebada malteada y vino para el deleite y esparcimiento."

2.2.2. Estrategia

Incrementar la participación de mercado en el negocio de cerveza y potenciar el tamaño del mercado de la malta y derivados del vino para maximizar el valor de la compañía a largo plazo, consolidando eficiencias y mayor alcance en nuestra distribución, ofreciendo un portafolio de productos y marcas que maximicen nuestra participación de mercado y rentabilidad, promoviendo el consumo responsable.

2.2.3. Misión

Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedores, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de nuestros productos y de la gestión de nuestros 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.

---

[1] Fuente: Portal Empresas Polar, Corporación. Consultado el 24/05/07.

2.2.4. 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. Fortaleceremos nuestra posición a lo largo de la cadena de valor, mientras que nuestra orientación hacia el mercado, la excelencia en la atención y el servicio al cliente y nuestras marcas líderes nos permitirán tener una presencia predominante en el punto de venta en Venezuela. Lograremos estas metas manteniendo niveles de costo que nos ubiquen entre las cinco primeras cervecerías del mundo. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y le ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo.[2]

2.2.5. Definición de Éxito

Máxima participación del mercado en el negocio de cerveza y desarrollo de los mercados de malta y vinos, que optimicen la rentabilidad. (ESTRATEGIA 2010, Cervecería Polar C.A.).

2.2.6. Organigrama de Empresas Polar

Orientada a maximizar la creación de valor, la actual estructura organizativa de Empresas Polar está alineada con la estrategia de los negocios, conformada por tres direcciones generales: Alimentos, Cerveza y Malta, Refrescos y Bebidas no Carbonatadas. Gente alineada con objetivos, los cuales están apoyados en indicadores clave de gestión y constituyen los elementos de una fórmula para generar valor a través de la toma de decisiones.

Preparada para enfrentar los desafíos futuros, la corporación está apuntalada por un sistema integrado de información de alto nivel, la gestión del capital humano basada en competencias y desempeño, y la excelencia operativa en los procesos que permitirá avanzar en una visión sinérgica hacia el año 2010.[3]

---

[2] Fuente: Portal Empresas Polar, Corporación. Consultado el 24/05/07.

[3] Fuente: www.empresas-polar.com. Consultada el 12/06/07.

A continuación se presenta la estructura organizativa de la dirección general de cerveza y malta.

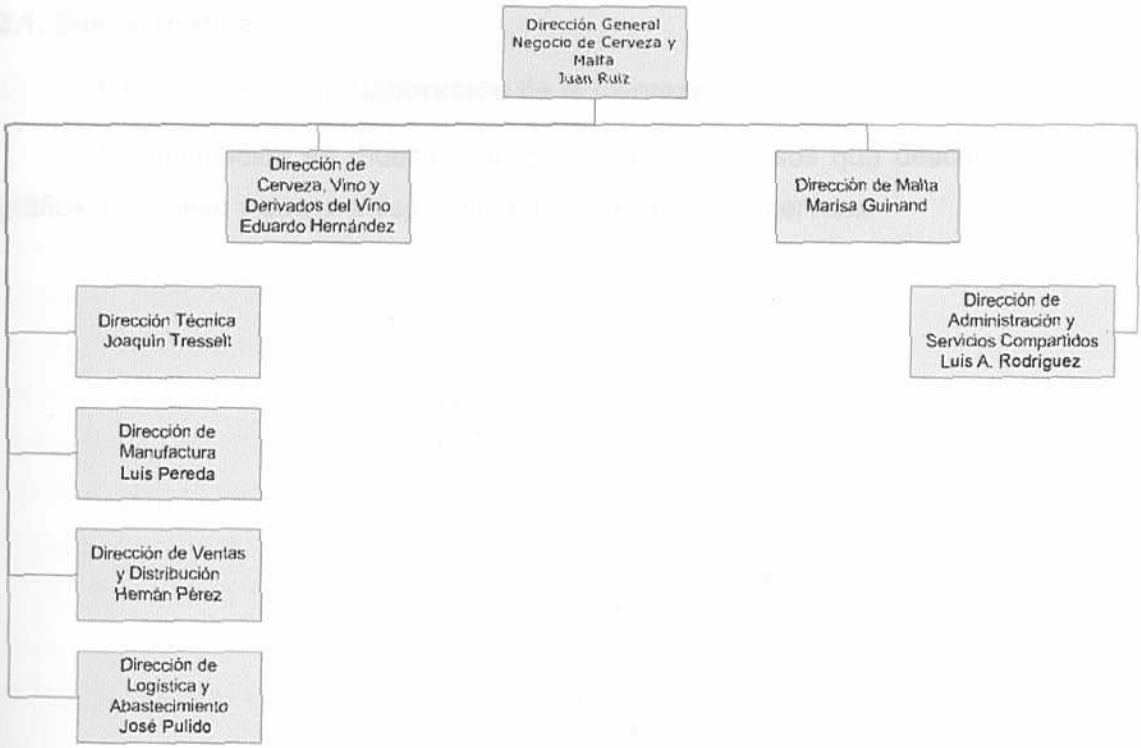

Figura Nº 1. Organigrama de Empresas Polar – Cerveza y Malta
(Fuente: Portal Empresas Polar, Corporación)

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.1. Bases Teóricas

3.1.1. Proceso de Elaboración de la Cerveza

A continuación se muestra un diagrama de procesos que describe de forma gráfica el proceso y pasos a seguir en la elaboración de la cerveza:

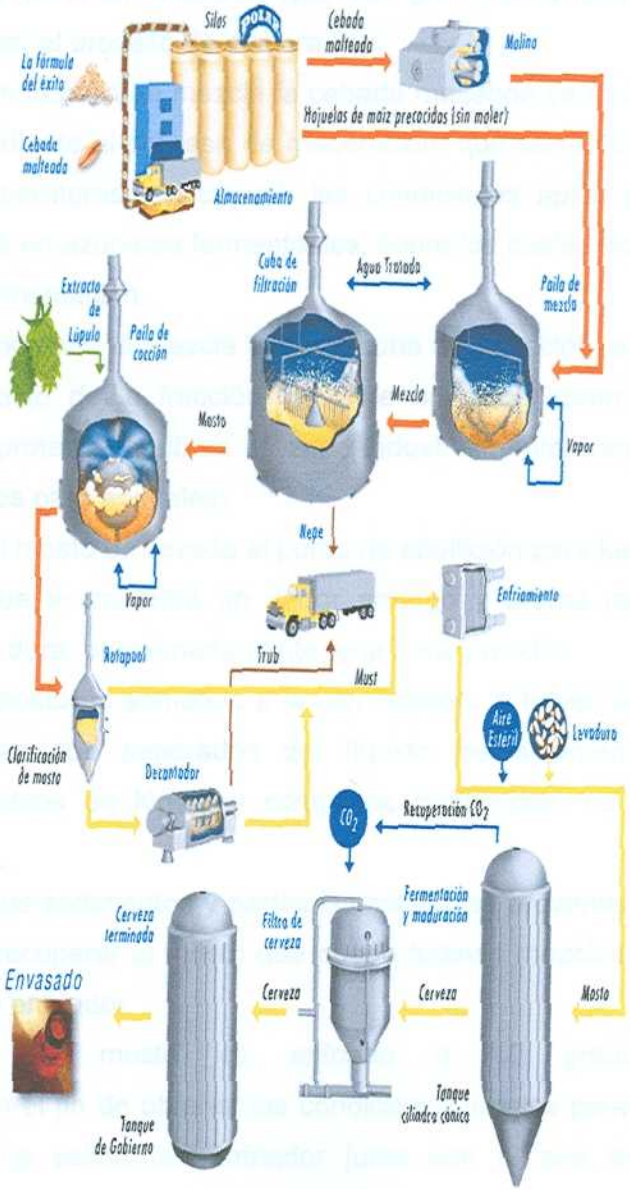

Figura Nº 2. Proceso de Elaboración de la Cerveza

(Fuente: Portal Empresas Polar, Corporación)

Seguidamente se explican con mayor detalle las etapas que se deben llevar a cabo en el proceso de elaboración de la cerveza:

1. **Almacenamiento:** la cebada malteada es almacenada adecuadamente en los silos hasta que pasen a formar parte del proceso de elaboración de la cerveza.
2. **Molienda:** la cebada malteada es triturada en molinos de rodillos, para luego ser enviada a la paila de mezcla y separar así la cáscara del grano. La cáscara será utilizada como medio filtrante, mientras que del grano será extraído el almidón necesario para continuar el proceso de elaboración.
3. **Maceración:** en la paila se mezcla la cebada malteada ya molida con hojuelas de maíz y agua, y mediante el proceso de maceración, que se realiza bajo constante agitación y altas temperaturas, se crearán las condiciones aptas para convertir el almidón y las proteínas en azúcares fermentables, sobre los cuales actuará la levadura durante la etapa de fermentación.
4. **Filtración:** se bombea la mezcla hacia la cuba de Filtración, a fin de separar la parte líquida o el mosto de la fracción insoluble conocida como afrecho o nepe (subproducto rico en proteínas y fibras utilizado industrialmente como aditivo para la fabricación de alimentos para animales).
5. **Cocimiento:** El mosto es llevado al punto de ebullición para luego adicionarle el extracto de lúpulo, que le impartirá un sabor amargo y aroma característico a la cerveza. Este proceso dura, aproximadamente, una hora y media.
6. **Rotapool:** El mosto es sometido a la clarificación. A través de un movimiento de fuerzas centrífugas son separados del líquido los sedimentos y partículas insolubles, como residuos de lúpulo y complejos proteínicos, no deseados en el producto terminado.
7. **Decantador:** Los sedimentos y partículas insolubles provenientes del Rotapool son clarificados para recuperar el mosto que queda todavía mezclado. Este mosto es enviado luego hacia el enfriador.
8. **Enfriamiento:** El mosto es enfriado a 10 grados centígrados, aproximadamente, con el fin de obtener las condiciones ideales para que la levadura, que es agregada a la salida del enfriador junto con el aire estéril, efectúe la fermentación.

9. **Fermentación y Maduración:** La fermentación se lleva a cabo en gigantescos tanques cilindro-cónicos de acero inoxidable, con capacidad de hasta 750.000 litros cada uno. La levadura es dosificada en proporción de 1 litro por cada 100 litros de mosto. Durante la fermentación, cuya duración normal es de una semana, la levadura transforma los azúcares del mosto en alcohol etílico, gas carbónico y un gran número de compuestos aromáticos adicionales, proporcionándole el carácter típico a la cerveza. Una vez concluida la fermentación, se inicia el proceso de maduración y ya no se habla de mosto, sino de cerveza joven o verde. Este proceso es realizado a temperaturas desde 0° hasta -1° grado centígrado bajo cero, durante dos semanas aproximadamente; favorece la precipitación de sustancias insolubles y la sedimentación de levadura aún en suspensión. Además, esta cerveza joven, se madura alcanzando el agradable y balanceado aroma y el noble sabor característico de una cerveza de óptima calidad.

13. **Filtración:** A pesar de que durante el proceso de maduración se ha producido una clarificación natural, la cerveza todavía no está lo suficientemente brillante, necesita ser filtrada. En los filtros se clarifica la cerveza por medio de tierra infusoria, eliminando las últimas células de levadura y partículas mínimas de proteínas precipitadas, dando a la cerveza su brillantez y estabilidad físico-química. El gas carbónico, producido durante la fermentación y extraído para su purificación, es reinyectado a la cerveza a su salida de la filtración. El gas carbónico da frescura a la cerveza, la hace apetecible y promueve la formación de espuma.

14. **Cerveza Terminada:** Concluye así la elaboración de la Cerveza Polar. Una vez colocada en los tanques de Gobierno, está lista para ser envasada.[4]

3.1.2. Desperdicio o Despilfarro

Un proceso productivo hace uso de materias primas, máquinas, recursos naturales, mano de obra, tecnología y recursos financieros; los cuales generan como resultado de su combinación productos o servicios. En cada proceso se agrega valor al producto, y así sucesivamente. El desperdicio o despilfarro implica actividades que no añaden valor económico.

[4] Fuente: Portal Empresas Polar, Corporación. Consultado el 10/05/07.

Desperdiciar las capacidades, recursos, e inclusive más, desperdiciar las oportunidades de generar riqueza, como así también el despilfarro del más importante de todos los recursos y que no es objeto de contabilización "el tiempo", debe ser no sólo tenido muy en cuenta por todos los integrantes de la organización, sino que además debe ser objeto de una política concreta tendiente a su eliminación. No hacerlo como se dijo anteriormente impide un mayor nivel para la empresa y sus integrantes, sino que de ello depende también la continuidad de la misma y por tanto de los puestos de trabajo. Por ello es que el desperdicio debe ser objeto de atención y cuidado tanto por parte de las autoridades gubernamentales, como de la sociedad en su conjunto. Menores niveles de desperdicios implica mayor calidad, más productividad, menores costes y por tanto menores precios, ello genera tanto un mayor consumo por parte de los consumidores locales, como una mayor demanda extranjera, lo que implica mayor cantidad de puestos de trabajo y a su vez mayores ganancias para las empresas y mayor consumo interno. Como puede apreciarse combatir el despilfarro genera un círculo virtuoso o espiral de crecimiento.

Así pues desperdicio en este contexto es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas. Se desperdician horas de trabajo por ineficacia en la programación y planificación de las tareas, como también se desperdician posibilidades de ganar nuevos mercados por carecer de productos de calidad o por exceso en sus costos de producción.

3.1.2.1. Las siete categorías clásicas

Estas surgen de la clasificación desarrollada por Ohno (mentor y artífice del Just in Time), y comprende:

- **Desperdicio por sobreproducción**: es el producto de un exceso de producción, debido entre otros factores a errores en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad, lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, el costo total para la empresa es superior a los costos que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar se tienen los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Y por otro lado

se encuentran los costos financieros generados por el dinero con escasa rotación acumulado en los altos niveles de sobreproducción almacenados.

- **Desperdicio por exceso de inventario**: se debe a muchos motivos, y entre ellos se tienen los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, remesas con defectos de calidad, el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos, así como aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subidas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda.

- **Desperdicio de reparación y rechazo de productos defectuosos:** la necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

- **Desperdicio ocasionado por movimientos:** hace referencia a todos los desperdicios y despilfarros generados por los movimientos físicos que el personal realiza en exceso, debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad. Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía.

- **Desperdicio de procesamiento**: generados por errores o fallas en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos

de producción, incluyéndose también las falencias en materia de diseño de productos y servicios.

- **Desperdicio de espera**: originado principalmente por los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar el trayecto, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de ordenes, tiempos de espera de materias primas o insumos.

- **Desperdicio de transporte**. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Dicha situación ocasiona un incremento en los gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de la de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.[5]

3.1.3. Tipos de Merma – Empresas Polar

A continuación se describen los tipos de merma manejado en los insumos de Cervecería Polar C.A.

- **Merma Estándar:** es la diferencia que existe entre el consumo estándar y el consumo teórico. La razón de esta merma es tomar en cuenta de forma planificada cantidades adicionales que seguramente han de ser utilizadas por pérdidas durante el proceso, tales como: las muestras por parte de control de calidad de unidades de pasteurización, CO_2 y traslape, entre otros.

- **Merma Relativa:** es la diferencia que hay entre el consumo real y el consumo estándar. Dicha merma no es planificada y debido a la constante presencia de la misma en el proceso de elaboración de un producto, se debería reducir. Se presenta principalmente en procesos como: Despaletizado, Llenado y Tapado e Inspección de volumen de lleno.

- **Merma Absoluta:** es la diferencia que hay entre el consumo real y el consumo teórico (merma estándar más merma relativa).

---

[5] Fuente: www.tuobra.unam.mx. Consultada el 17/06/07.

El Anexo 1 muestra un gráfico que representa los tipos de merma en Empresas Polar.

3.1.4. Técnicas de 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 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 causa – efecto, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa. Cada espina representa una posible fuente de error. El efecto es una característica de calidad que se está observando y las causas son los factores que la provocan. A través de este diagrama se puede organizar y representar las distintas teorías propuestas sobre las causas de un problema; en este caso, identificar las causantes que originan los niveles de merma de cuerpo y tapa de lata. Una de las ventajas de esta técnica es que permite comunicar las posibles interrelaciones causa-efecto, comprendiendo de forma clara y directa el problema en estudio.

- **Diagrama de Pareto:** Es un instrumento de análisis cuantitativo que clasifica errores, problemas o defectos. Se basa en la regla 80/20, según la cual el 80 por 100 de los problemas se pueden atribuir al 20 por 100 de las causas, lo que permite separar los aspectos "poco y vitales" de los "muchos y triviales". El diagrama muestra la frecuencia relativa de las categorías de elementos considerados: presenta la información en forma descendente desde la categoría mayor a la más pequeña.

- **Histograma:** Es un gráfico que muestra la distribución de los datos y se construye a partir de la información recogida en una tabla de frecuencias, que es un cuadro que divide todos los datos disponibles en intervalos para comparar su grado de ocurrencia.

- **Gráfico de control:** a través del uso de este tipo de gráfico se detectan los datos atípicos en ciertas muestras tomadas. Se representa con una línea central siendo el valor medio de la variable y dos líneas horizontales llamadas límite superior e

inferior de control. Si los valores se encuentran entre los límites de control, se considera que no hay atípicos.

- **Modelo de Simulación:** La simulación de procesos es una de las mas grandes herramientas de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro que lo hace mucho mas simple y entendible.

El paquete de programación ARENA, es un software especializado en la simulación de procesos o sistemas, que permite minimizar el riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones, además de minimizar los costos involucrados de la decisión mediante un mejor uso de los recursos, la disminución del tiempo utilizado y la minimización de las probabilidades del riesgo.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

A continuación se presenta un esquema que muestra la metodología empleada en el presente Trabajo Especial de Grado:

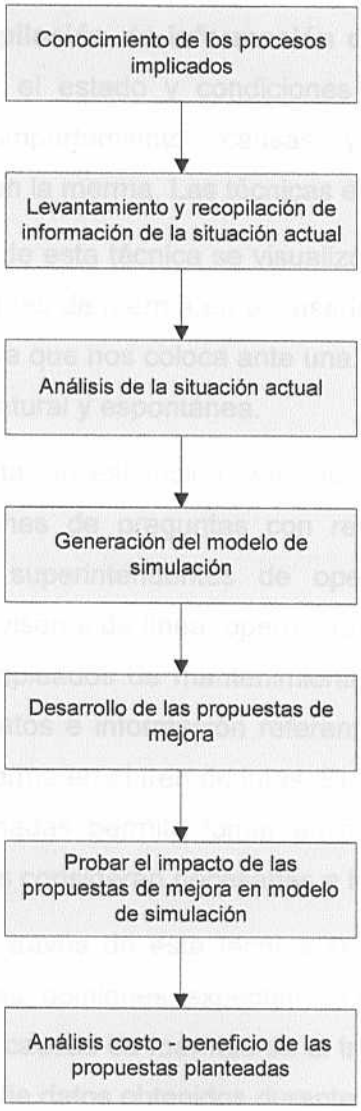

Figura Nº 3. Metodología empleada en trabajo especial de grado

(Fuente: Propia)

4.1. Descripción de las Etapas en la Metodología

1. **Conocimiento de los Procesos Involucrados:** Consiste en indagar, conocer y entender cada uno de los procesos y procedimientos implicados o relacionados de algún modo con la merma de cuerpos y tapas de latas. Las técnicas empleadas en esta etapa son la observación directa y entrevistas con los expertos.

2. **Levantamiento y recopilación de información de la situación actual:** Esta etapa consiste en determinar el estado y condiciones de los trenes de latas de envasado, así como el comportamiento, causas y situación de equipos y procedimientos relacionados con la merma. Las técnicas empleadas en esta etapa son:

- **Observación:** a través de esta técnica se visualizó de forma clara y directa los procesos involucrados y causantes de merma en envasado. La observación permitió la eliminación de intermediarios, ya que nos coloca ante una situación o proceso tal como éste se da, es decir de forma natural y espontánea.

- **Entrevistas:** para esta investigación se hizo uso de entrevistas no estructuradas, es decir, sesiones de preguntas con respuestas libres al personal involucrado; tales como los superintendentes de operaciones y mantenimiento, coordinadores de planta, supervisores de línea, operadores de máquinas, supervisores de logística, supervisores y empleados de mantenimiento mecánico y eléctrico, todo esto con el fin de recolectar datos e información referente a los procesos y posibles causas que pueden generar merma en el tren de latas. El hecho de realizar entrevistas a las personas antes mencionadas permite tomar en cuenta puntos, situaciones y procedimientos que los expertos consideran necesarios e importantes a ser evaluados.

- **Tormenta de Ideas:** a través de esta técnica se puede obtener información clara y precisa de las inquietudes, opiniones, expectativas e ideas de personal clave en envasado sobre los orígenes o causas de mermas en el tren de latas. De esta manera fue posible confirmar una serie de datos obtenidos durante las entrevistas o situaciones observadas directamente en los procesos.

- **Muestreos:** para conocer y determinar de forma clara y precisa las causas que generan la merma de cuerpos y tapas de latas se realizaron una serie de muestras en

los puntos más críticos de las líneas de producción, ya que de esta manera se pueden priorizar las causas que deben ser atacadas inmediatamente.

3. **Análisis de la situación actual:** En esta etapa se determinan los puntos más críticos y responsables de las mayores pérdidas de cuerpos y tapas de latas, todo esto con el fin de conocer los focos de atención y de mejora inmediata de los trenes de latas. Las técnicas empleadas en esta etapa son los diagramas causa-efecto, histogramas, gráficos de control, diagramas de Pareto y la representación del proceso de envasado a través de un modelo de simulación. La descripción y explicación de las herramientas empleadas en el análisis de la situación actual se pueden encontrar en el Capitulo III.

4. **Generación del modelo de simulación:** A través del uso del paquete de programación Arena 7.0 se va a simular el proceso de envasado de las líneas 7 y 8 de envasado. Se hace uso de data histórica, data recolectada durante la recopilación de información de la situación actual y el layout de las líneas de producción.

5. **Desarrollo de las propuestas de mejora:** Consiste en plantear las distintas propuestas y soluciones que ayuden a reducir la merma de cuerpos y tapas de latas.

6. **Probar el impacto de las propuestas de mejora en simulación:** Esta etapa contempla la prueba de las propuestas planteadas en el modelo de simulación, ya que de esta manera se pueden identificar los avances con respecto a la situación actual de cada una de las propuestas.

7. **Análisis Costo Beneficio de las propuestas planteadas:** Consiste en comparar los costos de cada una de las propuestas y concluir cuál de ellas resulta ser la más beneficiosa e indicada.

CAPITULO V

LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1. Levantamiento De La Información

Es importante describir de forma clara y precisa el proceso de envasado de latas, ya que en éste se generan las pérdidas de cuerpos y de tapas de latas. Es por ello que a continuación se muestra un diagrama que explica de forma breve en que qué consiste el proceso en estudio.

Figura Nº 4. Diagrama del Proceso de Envasado

(Fuente: Propia)

Seguidamente, se describe con mayor detalle el proceso de envasado de latas:

1. **Recepción de Insumos:** consiste en recibir de parte de los proveedores los cuerpos y tapas de latas, así como el plástico separador de latas (six pack), el envoltorio de cajas y las cajas de cartón.

2. **Despaletizado:** Las latas vacías ingresan al Centro de Producción agrupadas sobre paletas, y éstas son extraídas de las mismas y colocadas en la línea de producción. El tiempo de procesamiento del despaletizador en la línea 7 es de 600 segundos por paleta y de 480 segundos en la línea 8; la capacidad de la máquina despaletizadora para ambas líneas es de una paleta.

3. **Lavado:** En este proceso las latas son introducidas en una lavadora iónica dando como resultado latas perfectamente limpias, microbiológicamente aptas para ser llenadas.

4. **Codificado:** Las latas son codificadas por medio de un Video Jet, colocándole el número de lote, la fecha de de vencimiento y en el caso de la malta el precio de venta. El tiempo de procesamiento del equipo es de 0.0005 segundos por lata y tiene una capacidad de una lata en ambas líneas.

5. **Llenado y Tapado:** Las latas entran a la llenadora, máquina giratoria que envasa la cerveza o malta, de acuerdo con el nivel indicado en cada presentación. Las latas son llenadas a una velocidad de hasta 1000 unidades por minuto, y de inmediato, pasan a la tapadora donde son cerradas herméticamente. La llenadora posee una capacidad de 120 latas y un tiempo de procesamiento de 0.06 segundos por lata. La tapadora tiene una capacidad de 12 latas y un tiempo de procesamiento de 0.006 segundos por lata.

6. **Pasteurización:** Las latas llenas son sometidas a un proceso de pasteurización para proporcionarle al consumidor una cerveza y malta microbiológicamente impecable. El pasteurizador de la línea 7 tiene una capacidad de 48.000 latas y un tiempo de procesamiento de 30 minutos por lata; en el la línea 8 el pasteurizador tiene una capacidad de 36.000 latas y un tiempo de procesamiento de 30 minutos para la cerveza y 45 minutos para la malta.

7. **Sistemas de inspección:** Las líneas de envasado de Cervecería Polar cuentan con sistemas de inspección automatizados que impiden que latas con golpes, mal llenas, con microfugas, mal tapadas o en mal estado sean incorporados a las cajas. Los inspectores trabajan a una velocidad de 0.0005 segundos por lata.

8. **Agrupado:** Luego de verificar el correcto tapado y nivel de líquido las latas son agrupadas a través del agrupador de latas en grupos de seis. La capacidad del agrupador de latas es de 13 six pack y tiene un tiempo de procesamiento de 0.29 segundos por six pack.

9. **Empacado:** Mediante maquinarias automatizadas se colocan las latas en cajas de cartón, y para garantizar que estén completas, pasan por un inspector antes de efectuarse el proceso de paletizado y despacho. La empacadora agrupa 4 six pack, con una capacidad de 28 cajas para ambas líneas y un tiempo de procesamiento de 1.13 segundos por caja en la línea 7 y de 1.09 segundos por caja en la línea 8.

10. **Paletizado:** Las cajas con el producto terminado son transportados a una máquina que las agrupa en un determinado patrón y las coloca sobre una paleta de madera. Este patrón se diseña a fin de proporcionar la mayor estabilidad a la carga durante el manejo y transporte. La capacidad del paletizador es de una paleta y tiene un tiempo de procesamiento de 600 segundos por paleta. El paletizador de la línea 7 agrupa 208 cajas, mientras que el de la línea 8 agrupa 140 cajas.

11. **Plastificado:** Las paletas son plastificadas para proporcionarles una mayor protección al momento de despacharlas.

A continuación se muestra el diagrama de procesos de envasado de latas, que describe de forma clara y precisa las actividades que se llevan a cabo en el proceso de producción.

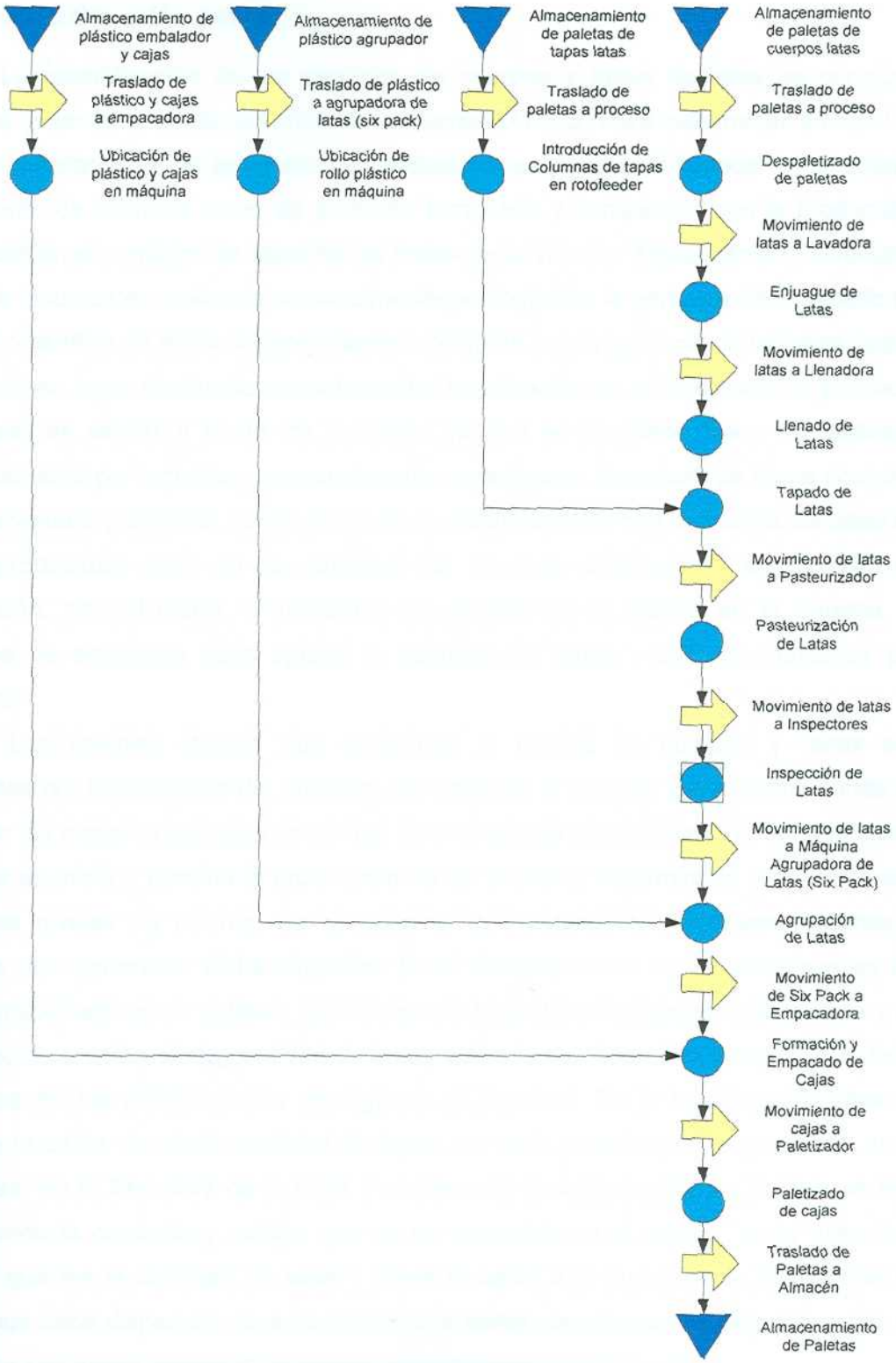

Figura N° 5. Diagrama de Operaciones del Envasado de Latas (Fuente: Propia)

5.1.2. Situación Actual

La cuantificación de las perdidas de cuerpos y tapas de latas es conocida mensual y semanalmente, a través del sistema SAP/R3. Para determinar en SAP la merma generada en los procesos de producción, es necesario conocer el inventario físico tanto de insumos como de producto terminado y compararlo con la producción registrada en el contador de cajas de las líneas de envasado. Actualmente el inventario físico de insumos es realizado semanalmente por logística, la gerencia de envasado no verifica o certifica de forma independiente o conjunta con la gerencia de logística que el inventario se haya efectuado correctamente. La situación en el inventario de producto terminado es similar a la de los insumos, ya que el inventario físico es realizado semanalmente por logística y mensualmente se realiza un inventario de forma conjunta entre envasado y logística. La gerencia de envasado conoce con certeza la cantidad de cajas producidas pero no la cantidad de insumos introducidos al proceso de producción, por tal razón, al realizarse los ajustes de la merma en el sistema, la gerencia de envasado debe ajustar la cantidad de tapas y cuerpos indicados por logística.

Las posibles causas que ocasionan la merma de cuerpos y tapas son conocidas por los expertos del proceso, sin embargo el impacto y los puntos donde se generan las mayores pérdidas no se han identificado de forma definitiva, es decir, cada vez que se inicia y termina la producción de un producto determinado y se presentan elevados niveles de merma, no se conoce con certeza las principales razones o motivos que generaron dicha situación. En el despaletizador se observó que en las vías transportadoras de paletas, las mismas se trasladaban pegadas unas a otras y en el trayecto se caían cierta cantidad de latas; además se observó la presencia de latas dobladas en las paletas antes de ingresar al proceso. En la tapadora de latas se detecto la caída de cierta cantidad de tapas en cada parada que se generaba en la llenadora; en la llenadora de la línea 7 se tiene un problema eléctrico ya que se está entregando la corriente y voltaje que no es requerido en el equipo, en la línea 8 el sensor que lee la cantidad de latas y envía la señal a la tapadora de la cantidad de tapas que debe dispensar, no está enviando la señal correctamente. Seguidamente, se describe con mayor amplitud los puntos mencionados anteriormente.

5.1.2.1. Rutinas de Mantenimiento

El mantenimiento preventivo realizado en las líneas de producción podría ser una de las causas responsables de los niveles de merma que se vienen generando en envasado. Al evaluar el mantenimiento ejecutado por la gerencia de envasado y revisar las rutinas de inspección creadas para los trenes de latas se pudo corroborar que hay una serie de rutinas que no se están llevando a cabo actualmente. En dichas rutinas hay una serie de puntos causantes de merma que no están siendo evaluados, es por ello la necesidad de verificar las condiciones y el estado de los trenes de latas en todos sus ámbitos. En algunos casos son realizadas las rutinas pero con una frecuencia distinta a la establecida con anterioridad.

A continuación se presentan las rutinas de mantenimiento no ejecutadas en los trenes de latas.

- Rutina de Inspección Eléctrica Mensual Empaquetadora
- Rutina de Inspección Mecánica Trimestral Horno Empaquetadora
- Rutina de Mantenimiento Mecánica Quincenal Despaletizador
- Rutina de Inspección Eléctrica Mensual Llenadora
- Rutina de Inspección Eléctrica C/2 Meses Llenadora

Adicionalmente en la línea 7 no se realiza la Rutina de Inspección Mecánica Quincenal de la Empaquetadora y las rutinas de inspección eléctrica quincenal y de mantenimiento mecánica quincenal se realizan pero con una frecuencia mensual y no quincenal; la razón se esta situación es que meses atrás el nivel de producción de esta línea era muy bajo y esto permitía variar la frecuencia de las rutinas; actualmente la situación es muy diferente, la producción de la línea 7 se ha incrementado y esto genera la necesidad de reevaluar el estatus de las rutinas de mantenimiento.

5.1.2.2. Cambio de Formato

En la línea 7 se producen 2 formatos diferentes (250 ml y 295 ml), por tal razón se requieren una serie de modificaciones y cambios en ciertos equipos de la línea. Los equipos que hay que reacondicionar son la llenadora, la agrupadora de latas, los inspectores de lleno, la empacadora, algunos tramos de las vías de latas vacías y la tapadora. Es recurrente encontrar incongruencias y no conformidades en la línea cada vez que se realiza el cambio de formato, dicha situación ocasiona la pérdida

innecesaria de cuerpos y tapas durante el arranque de la producción, ya que en este momento se detectan las condiciones de la línea. Es importante mencionar que no existe ninguna rutina de verificación del mantenimiento realizado antes de comenzar la corrida de producción, por parte de operaciones; dicha situación se evidencia en el arranque de la producción.

5.1.2.3. Determinación de la cantidad de cuerpos y tapas de latas perdidos en las líneas de producción

En el área de envasado de Planta Los Cortijos, dos de las líneas envasan cerveza o malta en lata (línea 7 y línea 8). La línea 7 envasa latas de 250 ml y 295 ml, en el caso de la línea 8 se envasan latas de 355 ml. En los trenes de latas se tienen contadores a lo largo de toda la línea que permitirían identificar los puntos donde se pierde la mayor cantidad de latas y tapas. Seguidamente se presentan los puntos de las líneas donde se contabilizaron las pérdidas de latas y tapas:

- **Despaletizador:** la cantidad de paletas ingresadas se pudo conocer a través de tres registros: a) conteo realizado por los operadores del despaletizador en cada turno, el cual es anotado en un cuaderno, b) registro de panel view, realizado por medio de un programa PLC que refleja la cantidad de paletas ingresadas por día y por producto, c) conteo de los tickets de identificación que trae cada una de las paletas.

- **Video jet (latas vacías):** luego de introducirse las paletas, las latas son transportadas y antes de ingresar en la llenadora pasan por un video jet que las codifica, este equipo cuenta la cantidad de latas codificadas.

- **Llenadora:** en la línea 8 únicamente hay un inspector de latas después de la llenadora que registra la cantidad de latas que han salido mal llenas o mal tapadas, este inspector no rechaza latas.

- **Inspectores de lleno:** en ambas líneas después del pasteurizador hay dos inspectores de lleno que rechazan las latas que presentan un mal tapado o un bajo nivel de lleno, este equipo muestra un contador que registra la cantidad de latas que son rechazadas.

- **Video jet (cajas):** después de las empacadoras, en cada línea se tiene un video jet que registra la cantidad de cajas que se han codificado.

- **Contador de cajas:** las cajas son transportadas y antes de ser paletizadas pasan por un contador que registra la cantidad de cajas que se van a paletizar.

De esta manera se hizo posible conocer en cada tramo de la línea la cantidad de latas y tapas que se pierden en el proceso de envasado. A continuación se presenta la cantidad de latas perdidas que se registró en cada tramo de las líneas de envasado.

Corrida	Paletas Ingresadas	Despa. - Llenadora	Llenadora - Inspectores	Rechazos de Inspector	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	49	4.762	6.000	6.794	2.308	168
2	35	4.410	4.488	4.936	1.422	144
3	52	5.565	5.478	6.008	1.965	168
4	64	5.531	6.632	6.723	2.362	192
5	56	4.104	4.408	4.582	1.778	120
6	72	6.022	6.174	6.802	2.242	168
7	34	5.212	4.718	5.317	2.041	144
8	20	3.911	3.804	4.396	1.193	144
9	84	5.215	5.540	6.289	1.388	168
10	95	4.156	5.137	5.213	1.134	120
11	6	819	1.024	1.295	390	24
12	48	8.002	8.710	9.279	3.937	216
13	16	2.572	2.706	2.799	1.003	72
14	19	4.284	4.703	4.867	1.322	144
15	17	925	922	963	302	24
TOTAL	667	65.490	70.444	76.263	24.787	2.016
Promedio		4.366,00	4.696,27	5.084,20	1.652,47	134,40
Desviación Estándar		1.857,79	2.033,17	2.169,45	899,04	55,77

Tabla Nº 3. Cantidad de latas perdidas en cada tramo de la línea 7

Corrida	Paletas Ingresadas	Despa. - Llenadora	Entrada Llen. - Salida Llen.	Llenadora - Inspectores	Rechazos de Inspectores	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	130	3.767	4.583	1.265	10.242	97	192
2	50	711	826	262	1.936	11	24
3	39	1.000	1.094	368	2.687	14	48
4	37	1.129	1.366	341	2.865	36	48
5	33	1.787	1.979	514	4.423	54	96
6	41	2.167	2.810	878	6.366	72	120
7	41	913	1.078	372	2.689	41	48
8	172	4.205	4.891	1.550	11.317	121	168
9	30	1.554	2.109	660	4.701	30	72
10	137	4.404	5.025	1.625	12.079	152	240
11	56	613	741	223	1.614	9	24
12	116	4.520	5.375	1.649	12.495	101	192
13	63	2.076	2.387	739	5.483	46	96
14	99	2.969	3.815	1.134	8.405	108	168
15	67	2.751	3.205	842	7.299	94	96
Total	1111	34.566	41.284	12.422	94.601	986	1.632
Promedio		4.320,75	5.160,5	1.552,75	11.825,125	123,25	204
Desviación Estándar		8.176,35	9.762,46	2.939,53	22.378,85	234,02	386,49

Tabla Nº 4. Cantidad de latas perdidas en cada tramo de la línea 8

Los insumos perdidos después de la salida de la llenadora indican que se perdió dicha cantidad no sólo en cuerpos latas sino también en tapas de latas, ya que a partir de este momento se han tapado todos los cuerpos latas, es decir, toda merma generada desde este punto en adelante implica la pérdida de ambos insumos.

5.2. Análisis De La Información

5.2.1. Diagramas Causa – Efecto de Cuerpos y Tapas de Lata

A través del uso de diagramas causa – efecto se muestran las distintas propuestas o teorías causantes de la pérdida de latas y tapas en la líneas de producción. A continuación, se presentan dos diagramas causa – efecto que evalúan en general las causas de merma en toda la línea tanto para cuerpos latas y tapas de latas. En dichos diagramas se muestran los puntos causantes de merma desde el inicio hasta el fin de la producción, así como las incidencias o acciones tomadas por los expertos y responsables de las operaciones.

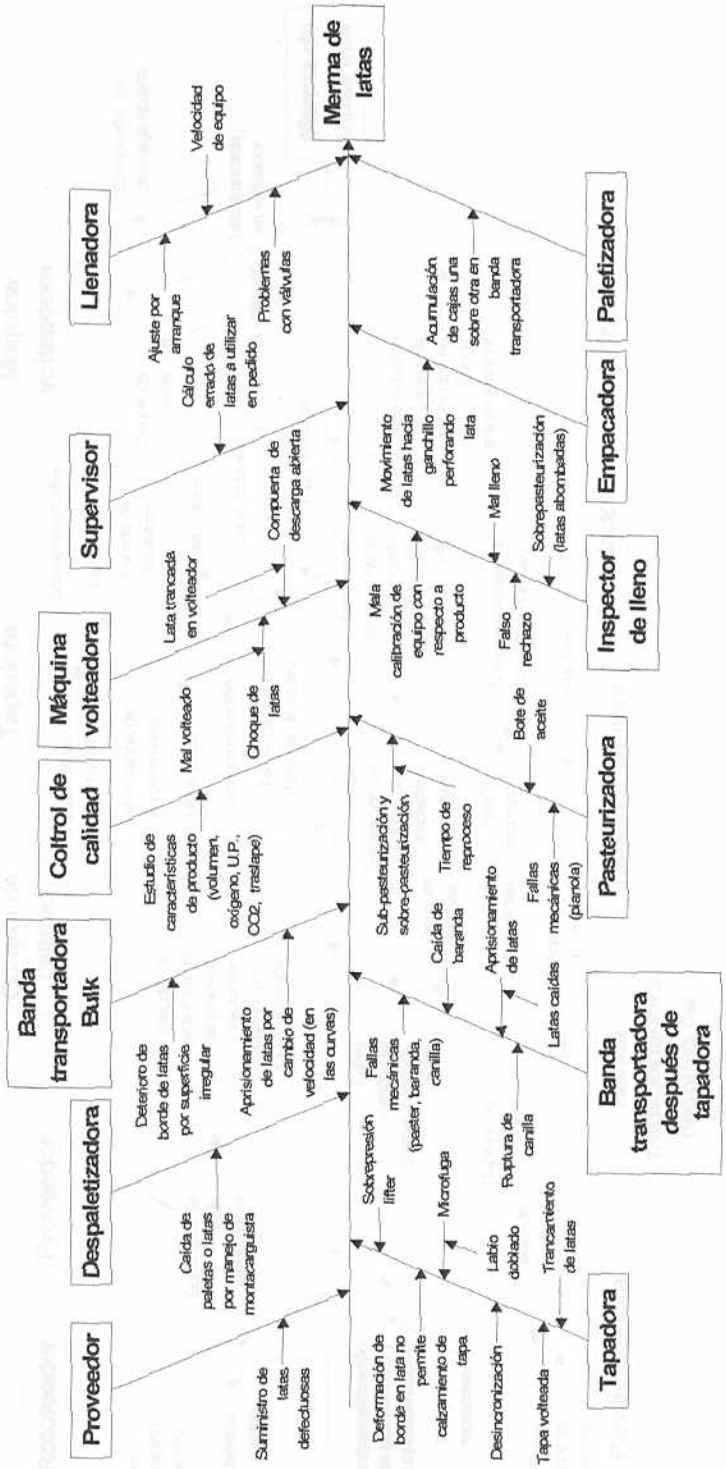

Figura Nº 6. Diagrama Causa – Efecto de Merma de Cuerpos Latas

(Fuente: Propia)

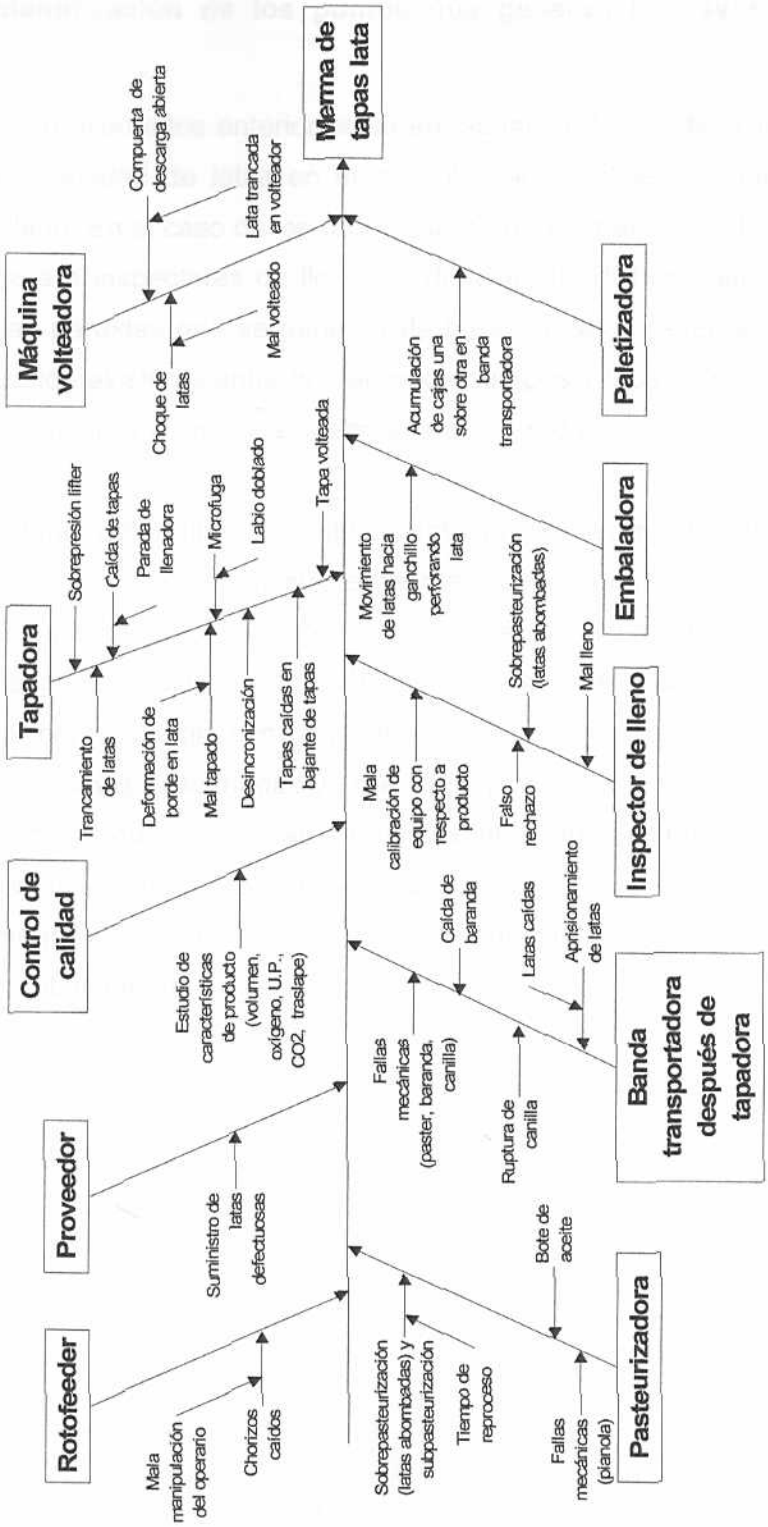

Figura Nº 7. Diagrama Causa – Efecto de Merma de Tapas Latas

(Fuente: Propia)

5.2.2. Identificación de los puntos que generan la mayor cantidad de merma

Los datos presentados anteriormente en las tablas Nº 3 y Nº 4 indican que se pierde la mayor cantidad de latas en el despaletizador, la llenadora/tapadora y los inspectores de lleno. En el caso de las tapas, por perderse gran parte de las latas en la llenadora/tapadora e inspectores de lleno, se deduce que dichos equipos influyen en gran parte en las pérdidas que se generan de tapas de latas. Además, al obtener el factor de correlación existente entre la merma de cuerpos y tapas de latas, se observa que al lograr disminuir la merma de cuerpos latas se reduce en un 76% la merma de tapas de latas.

Es importante determinar si existen datos atípicos dentro de cada tramo de las líneas de envasado, por ello se muestra el peso porcentual de la merma en cada tramo con respecto a la merma total. La razón de corroborar la existencia de datos atípicos a través de datos porcentuales, es que de esta manera se guarda una relación por corrida de cada merma parcial con respecto a la total; en caso de haberse tomado la cantidad exacta de latas desechadas y no el peso porcentual, la mayoria de los datos resultarían atípicos ya que la cantidad de paletas ingresadas y la merma total de cada corrida presentan una gran variabilidad entre corridas.

A continuación se presentan las mermas parciales porcentuales obtenidas en cada tramo en ambas líneas:

Corrida	Paletas Ingresadas	Despa. - Llenadora	Llenadora - Inspectores	Rechazos de Inspectores	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	49	23,77%	29,95%	33,92%	11,52%	0,84%
2	35	28,64%	29,14%	32,05%	9,23%	0,94%
3	52	29,01%	28,56%	31,32%	10,24%	0,88%
4	64	25,80%	30,93%	31,36%	11,02%	0,90%
5	56	27,38%	29,40%	30,56%	11,86%	0,80%
6	72	28,13%	28,84%	31,77%	10,47%	0,79%
7	34	29,90%	27,07%	30,50%	11,71%	0,83%
8	20	29,08%	28,29%	32,69%	8,87%	1,07%
9	84	28,04%	29,79%	33,81%	7,46%	0,90%
10	95	26,37%	32,60%	33,08%	7,20%	0,76%
11	6	23,06%	28,83%	36,46%	10,98%	0,68%
12	48	26,55%	28,90%	30,78%	13,06%	0,72%
13	16	28,10%	29,57%	30,58%	10,96%	0,79%
14	19	27,96%	30,70%	31,77%	8,63%	0,94%
15	17	29,50%	29,40%	30,71%	9,63%	0,77%
Promedio		27,42%	29,46%	32,09%	10,19%	0,84%
Desviación Estándar		1,99%	1,28%	1,66%	1,67%	0,10%
3(DesvEst)		5,98%	3,85%	4,99%	5,00%	0,30%
Promedio + 3(DesvEst)		33,40%	33,31%	37,08%	15,19%	1,14%
Promedio - 3(DesvEst)		21,43%	25,62%	27,10%	5,19%	0,54%

Tabla Nº 5. Cantidad en porcentaje de latas perdidas en cada tramo de la línea 7

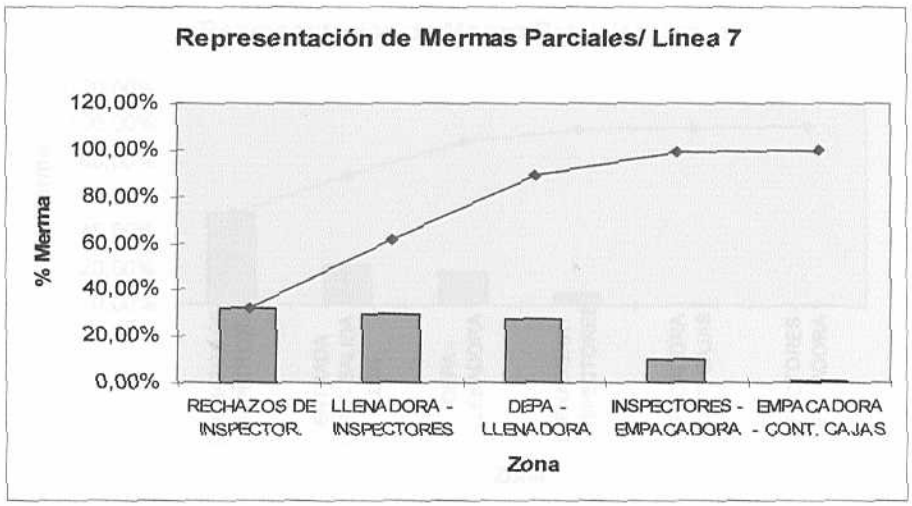

Gráfico Nº 3. Representación de Merma Parciales de la Línea 7

Corrida	Paletas Ingresadas	Despa. - Llenadora	Entrada Llen. - Salida Llen.	Llenadora - Inspectores	Rechazos de Inspectores	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	130	18,70%	22,75%	6,28%	50,84%	0,48%	0,95%
2	50	18,86%	21,91%	6,95%	51,35%	0,29%	0,64%
3	39	19,19%	20,99%	7,06%	51,56%	0,27%	0,92%
4	37	19,52%	23,61%	5,89%	49,52%	0,62%	0,83%
5	33	20,19%	22,35%	5,81%	49,96%	0,61%	1,08%
6	41	17,46%	22,64%	7,07%	51,28%	0,58%	0,97%
7	41	17,76%	20,97%	7,24%	52,30%	0,80%	0,93%
8	172	18,90%	21,98%	6,97%	50,86%	0,54%	0,75%
9	30	17,03%	23,11%	7,23%	51,51%	0,33%	0,79%
10	137	18,72%	21,36%	6,91%	51,35%	0,65%	1,02%
11	56	19,01%	22,98%	6,92%	50,06%	0,28%	0,74%
12	116	18,58%	22,09%	6,78%	51,35%	0,42%	0,79%
13	63	19,17%	22,05%	6,83%	50,64%	0,42%	0,89%
14	99	17,89%	22,98%	6,83%	50,64%	0,65%	1,01%
15	67	19,26%	22,43%	5,89%	51,09%	0,66%	0,67%
Promedio		18,68%	22,28%	6,71%	50,96%	0,51%	0,87%
Desviación Estándar		0,83%	0,77%	0,49%	0,71%	0,16%	0,13%
3(DesvEst)		2,50%	2,32%	1,47%	2,14%	0,49%	0,40%
Promedio + 3(DesvEst)		21,18%	24,60%	8,18%	53,10%	1,00%	1,27%
Promedio - 3(DesvEst)		16,18%	19,96%	5,24%	48,81%	0,01%	0,47%

Tabla Nº 6. Cantidad en porcentaje de latas perdidas en cada tramo de la línea 8.

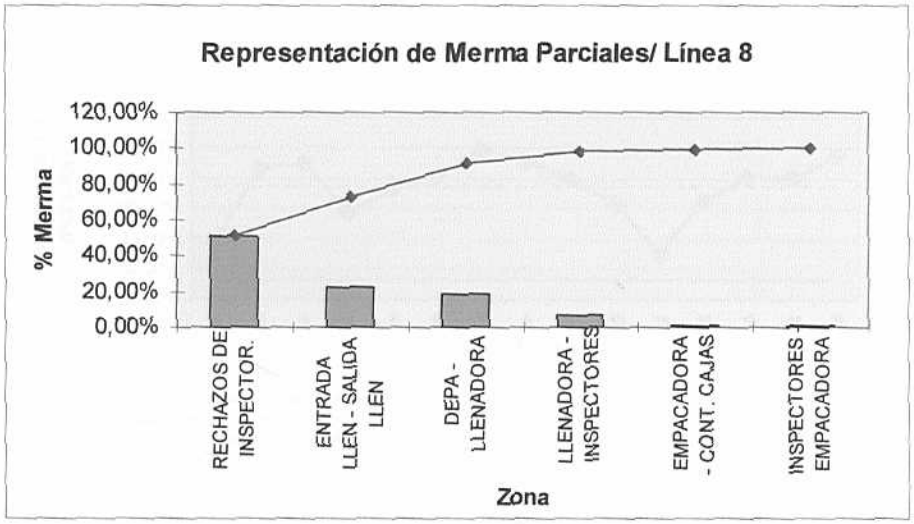

Gráfico Nº 4. Representación de Mermas Parciales de la Línea 8

El Gráfico Nº 3 muestra que el 88.97% de la merma total de la línea 7 corresponde al 60% de los causantes de merma, aunque no se está cumpliendo el principio de Pareto 80-20 se observa de forma clara que los inspectores de lleno, la

llenadora/ tapadora y el despaletizador resultan ser los puntos más críticos de la línea. El Gráfico Nº 4 muestra que el 73.24% de la merma total de la línea 8 corresponde al 33.33% de los causantes de merma, en este caso el comportamiento se acerca mucho más que el caso anterior al principio de Pareto pero al igual que la línea 7 el despaletizador parece ser un punto igual de importante que el resto; por tal razón se van a estudiar en ambas líneas los inspectores de lleno, la llenadora/tapadora y el despaletizador.

Los datos atípicos son observaciones aisladas cuyo comportamiento se diferencia claramente del resto de las observaciones. Para la detección de los datos atípicos se puede hacer uso del gráfico de control, el cual es una representación gráfica con una línea central que representa el valor medio de la variable y dos líneas horizontales llamadas límite superior e inferior de control. Si los valores se encuentran entre los límites de control, se considera que no hay atípicos. Estos límites se suelen fijar a 3 desviaciones atípicas. A continuación se muestran el gráfico de control para el primer tramo de la línea 7; en éste se puede observar que todos los datos se encuentran dentro de los límites inferior y superior, por lo que se corrobora que no se obtuvieron datos atípicos.

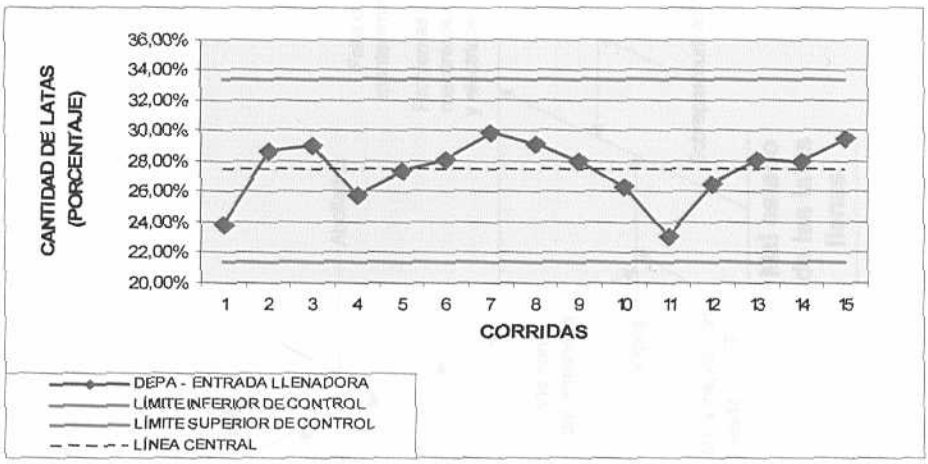

Gráfico Nº 5. Gráfico de control del tramo Despaletizador – Llenadora de la línea 7

El resto de los gráficos de control de la merma parcial porcentual de cada tramo de la línea 7 y de la línea 8 pueden verse con mayor detalle en el Anexo 2.

5.2.3. Diagramas Causa – Efecto de Llenadora/ Tapadora, Despaletizador e Inspectores de Lleno

Como se presentó anteriormente los puntos de la línea de producción que presentan la mayor cantidad de pérdidas son el despaletizador, la llenadora/ tapadora y los inspectores de lleno. Es por ello que de forma detallada, se realizó en los tres casos un diagrama causa – efecto que muestra de forma individual y mucho más especifica las causas encontradas en cada punto.

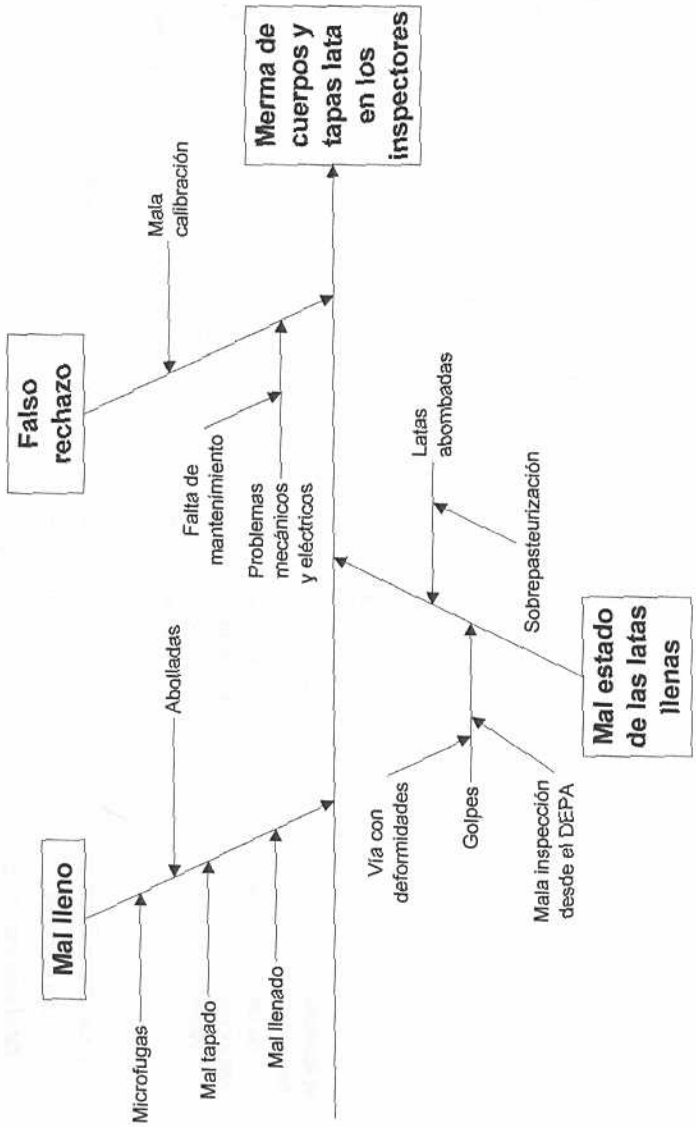

Figura Nº 8. Diagrama Causa – Efecto de Merma en Inspectores de Lleno

(Fuente: Propia)

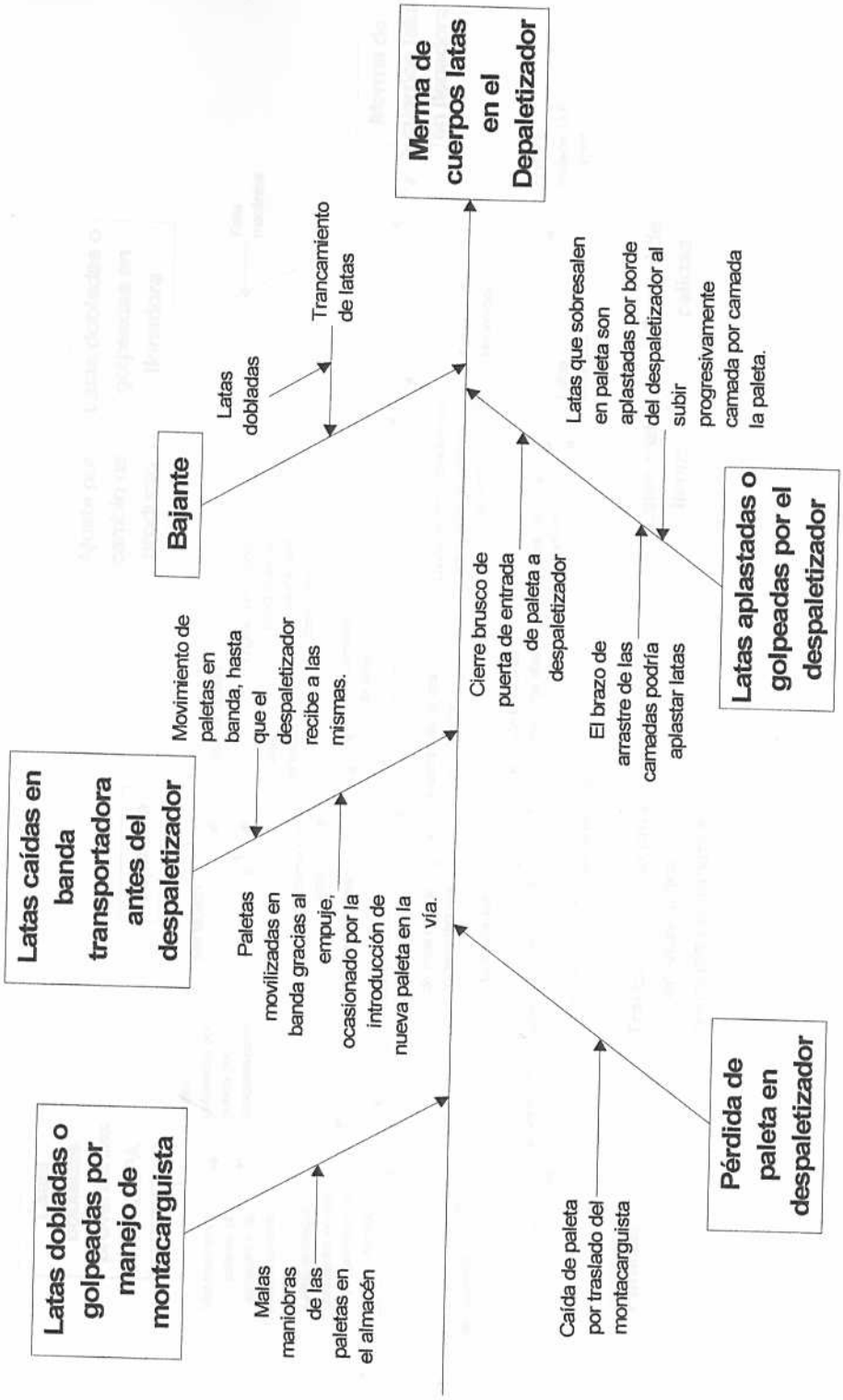

Figura Nº 9. Diagrama Causa – Efecto de Merma en el Despaletizador

(Fuente: Propia)

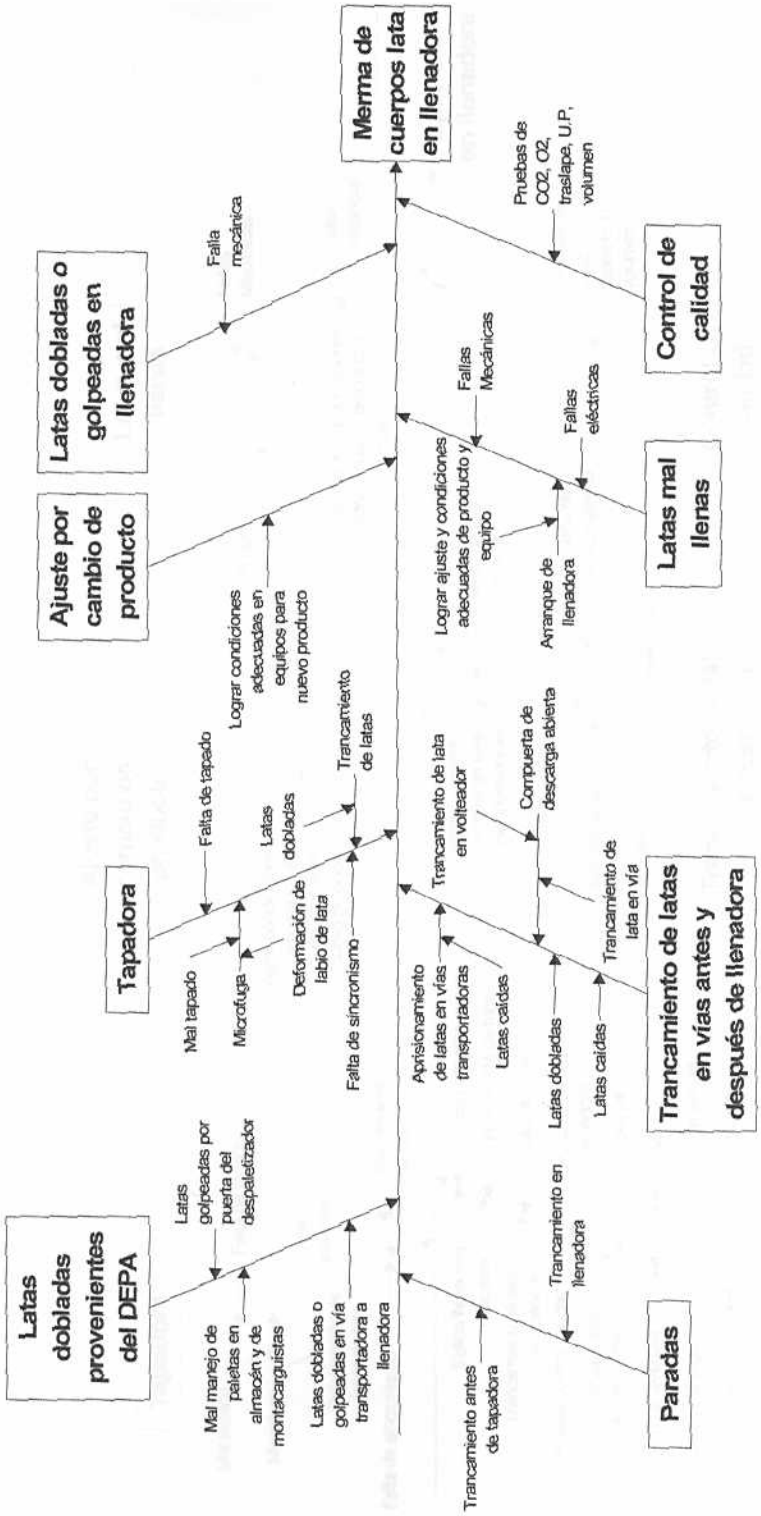

Figura Nº 10. Diagrama Causa – Efecto de Merma de cuerpos latas en la Llenadora

(Fuente: Propia)

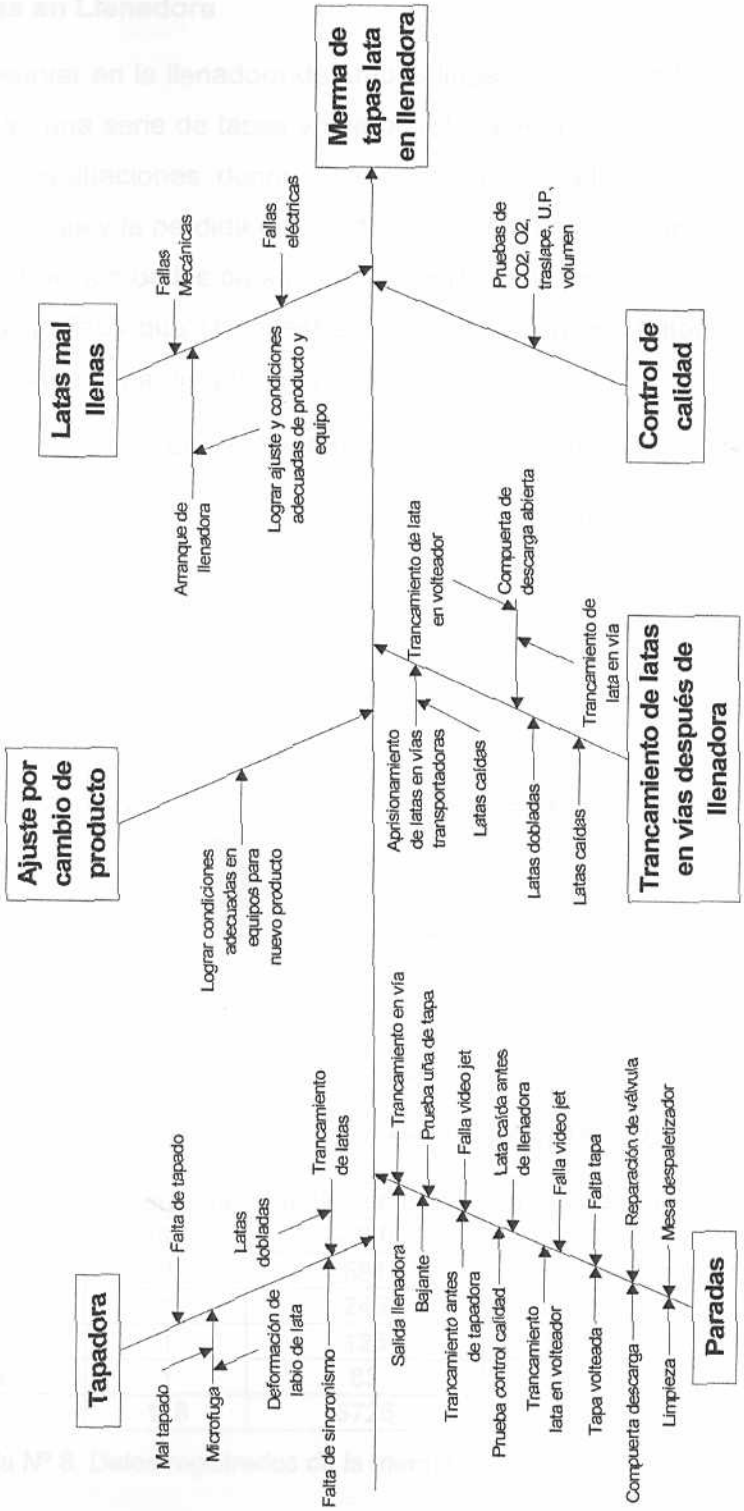

Figura N° 11. Diagrama Causa – Efecto de Merma de tapas de en la Llenadora

(Fuente: Propia)

5.2.4. Merma en Llenadora

Se pudo observar en la llenadora de ambas líneas que por cada parada que se generaba, se perdían una serie de tapas y cuerpos de latas. Es por ello que se decidió realizar una serie de evaluaciones, donde se tomaba en cuenta la cantidad de paradas, las causas de las mismas y la pérdida generada, es decir, contar la cantidad de tapas o cuerpos perdidos por acción de las paradas en un período de tiempo determinado.

Las tablas y gráficos que se muestran a continuación presentan la pérdida de latas registradas en cada línea durante una semana:

Causa	Ocurrencia	Pérdida de Latas	% Ocurrencia	% Acumulado
Trancamiento de Latas	98	2352	76,69%	76,69%
Ajuste de mariposa	1	382	12,46%	89,14%
Valvula Llenadora	1	291	9,49%	98,63%
Trampa Llenadora	1	42	1,37%	100,00%
	101	3067	100,00%	

Tabla N° 7. Datos registrados de la merma de latas en la línea 7

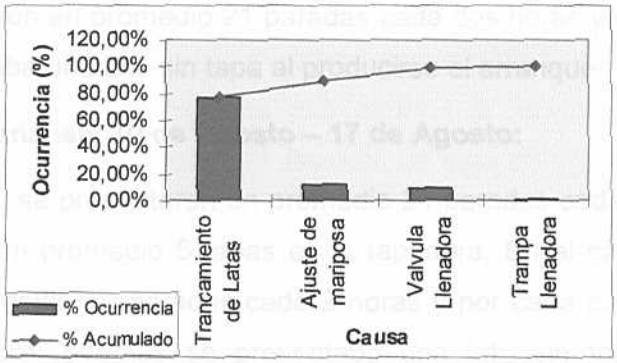

Gráfico N° 6. Causas de Merma de Latas en la Llenadora de la línea 7

Causa	Ocurrencia	Pérdida de Latas	% Ocurrencia	% Acumulado
Trancamiento de Latas	112	2688	72,14%	72,14%
Sensor	3	581	15,59%	87,73%
Ajuste de mariposa	1	249	6,68%	94,42%
Valvula Llenadora	1	125	3,35%	97,77%
Trampa Llenadora	1	83	2,23%	100,00%
	118	3726	100,00%	

Tabla N° 8. Datos registrados de la merma de latas en la línea 8

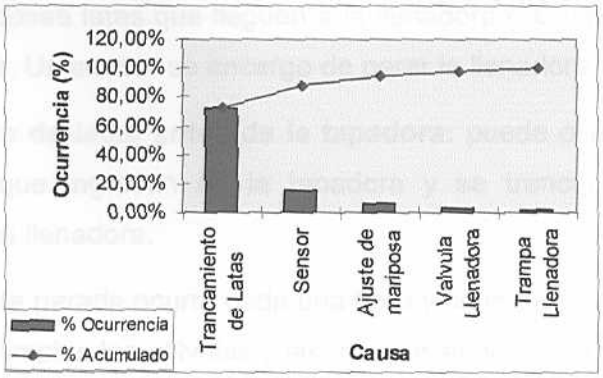

Gráfico Nº 7. Causas de Merma de Latas en la Llenadora de la línea 8

Seguidamente se muestran dos períodos de análisis que muestran las tapas de latas perdidas por causa de las paradas originadas en la llenadora:

- **Período de análisis 26 de Abril – 15 de Junio:**

En la línea 8, se presentaron en promedio 24 paradas cada 2 horas y por cada parada se perdían en promedio entre dos y tres tapas en la tapadora. En el caso de la línea 7, se presentaron en promedio 21 paradas cada dos horas y en la mayoría de las paradas se presentaba una lata sin tapa al producirse el arranque.

- **Período de análisis 10 de Agosto – 17 de Agosto:**

En la línea 8, se presentaron en promedio 24 paradas cada 2 horas y por cada parada se perdían en promedio 5 tapas en la tapadora. En el caso de la línea 7, se presentaron en promedio 19 paradas cada 2 horas y por cada parada se perdieron 8 tapas en la tapadora; además se presentaba una lata sin tapa al producirse el arranque.

5.2.4.1. Paradas en las Llenadoras

Las paradas de las llenadoras pueden ocurrir por una gran variedad de motivos, estos se describen a continuación:

- **Salida llenadora:** esta parada ocurre cuando el pasteurizador está lleno y no permite la entrada de más latas, por lo que las vías transportadoras se llenan y un sensor es el encargado de parar la llenadora.

- **Bajante de latas:** es la vía transportadora que se encuentra ubicada entre el despaletizador y el codificador de latas, dicha parada ocurre en el momento que el

bajante de latas no posee latas que lleguen a la llenadora o existe algún trancamiento de latas en el bajante. Un sensor se encarga de parar la llenadora.

- **Trancamiento de latas antes de la tapadora:** puede ocurrir por la existencia de latas dobladas que ingresan en la tapadora y se trancan. El operario es el encargado de parar la llenadora.

- **Limpieza:** esta parada ocurre cada una hora y tiene una duración de un minuto. En ese momento se limpian las válvulas y las mariposas de la llenadora y la tapadora.

- **Lata tranca volteador:** el volteador está ubicado entre la tapadora y el pasteurizador y al ocurrir un trancamiento existe un sensor que se encarga de parar la llenadora.

- **Tapa volteada:** las tapas se proveen en forma de chorizos con una cantidad de 580 tapas. Las mismas son colocadas en un riel para ingresar a la tapadora. En el riel se voltean las tapas, por lo que el operario tiene que parar la llenadora para colocar la tapa en la posición correcta.

- **Compuerta descarga:** al ocurrir algún trancamiento después de la tapadora o en el volteador, existe una compuerta que permite la salida de las latas que se encuentran detrás del trancamiento. La apertura de esta compuerta activa un sensor que le envía la señal de parada a la llenadora.

- **Prueba control de calidad**: el personal que se encarga de control de calidad tienen que medir el volumen de lleno, el barrido de CO^2 y el traslape de las latas. Para la selección al azar de dichas latas el operario para la llenadora.

- **Mesa del despaletizador:** esta parada ocurre en el momento que el despaletizador no posee latas y dicha parada termina cuando el montacarguista coloca la paleta a descargar. Existe un sensor que manda la señal a la llenadora para pararla.

- **Reparación de válvula**: esta parada es generada por la necesidad de revisar una válvula que está produciendo latas mal llenas. El operario es el encargado de parar la llenadora.

- **Falta tapa:** ocurre cuando no existen tapas en el riel que ingresa a la tapadora. Un sensor es el encargado de parar la llenadora.

- **Falla video jet:** ocurre esta parada por alguna falla presentada en el video jet tal como falla o ajuste de impresión. El operario es el encargado de parar la llenadora.

- **Lata caída antes de llenadora:** se presenta esta parada en el momento que el operario observa una lata que no está en la posición correcta para ingresar a la llenadora y el mismo la para.

- **Alarma de inspector después llenadora:** la alarma es producida por el paso de una elevada cantidad de latas mal llenas, al presentarse la alarma se detiene inmediatamente la llenadora.

- **Prueba uña tapa:** se genera esta parada por parte del operario para realizar un ajuste en la uña dispensadora de tapas.

- **Lata tranca vía:** ocurre en el momento que una lata se tranca en la vía y se genera una aconglomeración de latas.

Los gráficos que muestran las ocurrencias de las paradas en las llenadoras de las líneas 7 y 8 se pueden observar en el Anexo 3. La información fue obtenida en un período de evaluación del 26 de Abril al 17 de Agosto de 2007.

A continuación se presentan la cantidad de tapas perdidas por cada parada en la llenadora de las líneas 7 y 8. La información fue obtenida en un período de evaluación del 26 de Abril al 17 de Agosto de 2007.

Parada	Merma Tapas
Trancamiento de Latas antes de tapadora	243
Bajante de Latas	81
Salida de Llenadora	18
Lata se tranca en la vía	18
Limpieza	8
Trancamiento de lata en volteador	6
Tapa Volteada	3

Tabla Nº 9. Cantidad de merma de tapas por parada en la línea 7

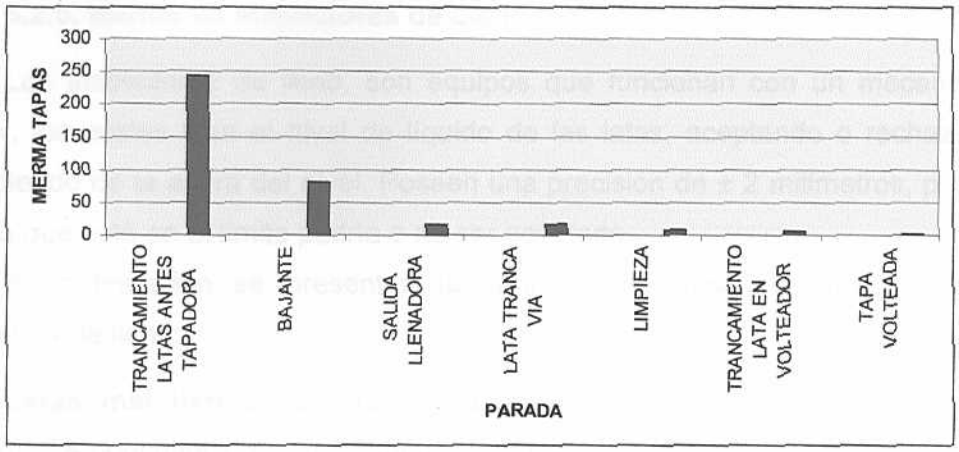

Gráfico Nº 8. Representación de cantidad de tapas perdidas por paradas en línea 7

Parada	Merma Tapas
Salida Llenadora	108
Mesa del Despaletizador	46
Reparación de Válvula	35
Lata Caída antes de Llenadora	34
Bajante de Latas	26
Ciclo de Limpieza	20
Falla Video Jet	9
Trancamiento de Lata en Volteador	8
Tapa Volteada	7
Falta Tapa	5
Pruebas Control de Calidad	2
Trancamiento de Latas en Vía	2

Tabla Nº 10. Cantidad de merma de tapas por parada en la línea 8

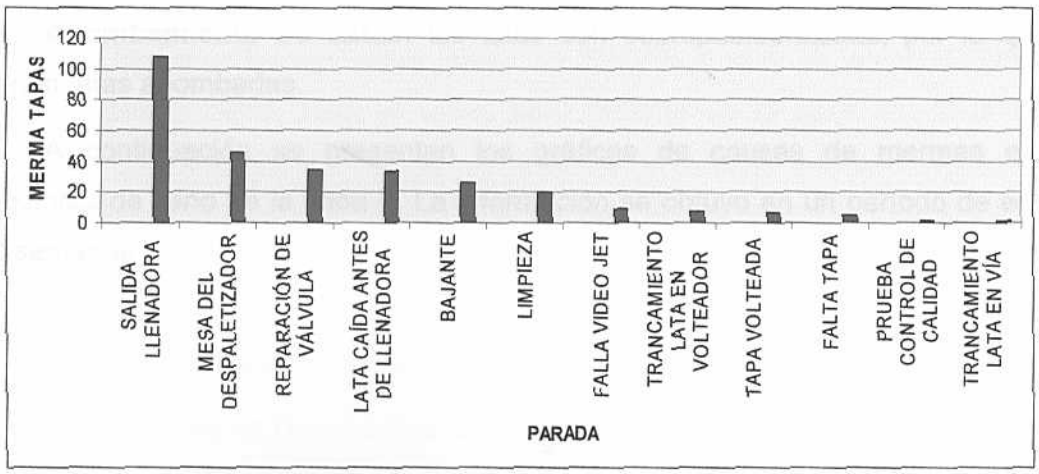

Gráfico Nº 9. Representación de cantidad de tapas perdidas por paradas en línea 8

5.2.5. Merma en Inspectores de Lleno

Los inspectores de lleno, son equipos que funcionan con un mecanismo de rayos x, los cuales leen el nivel de líquido de las latas, aceptando o rechazándolas dependiendo de la altura del nivel. Poseen una precisión de ± 2 milímetros, por lo que una lata que esté en el límite podría o no ser aceptada.

A continuación se presentan las principales causas de rechazos en los inspectores de lleno:

- **Latas mal llenas:** las latas no cumplen con el nivel adecuado para ser aceptadas. A continuación se describen las causas de latas mal llenas:
  1. **Bajo Nivel:** fallas en las válvulas de lleno que producen latas con bajo nivel de líquido.
  2. **Microfugas o roturas:** deformidades en las vías ocasionando microfugas o roturas en las latas.
  3. **Abolladuras:** las latas con bajo nivel son menos firmes, por lo que al entrar en el pasteurizador se aprisionan unas a otras ocasionando abolladuras.
  4. **Mal tapado:** se produjo una falla en la tapadora, ocasionando un mal tapado de las latas y por ende el nivel de lleno disminuye considerablemente.

- **Falso rechazo:** las latas que deberían ser aceptadas por los inspectores son rechazadas, debido a una mala calibración del equipo o por trancamientos que causan la caída de varias latas en las tolvas.

- **Abombamiento de Latas:** las latas son sobrepasteurizadas, por lo que se obtienen latas abombadas.

A continuación se presentan los gráficos de causas de mermas en los inspectores de lleno de la línea 7. La información se obtuvo en un período de estudio de 2 semanas.

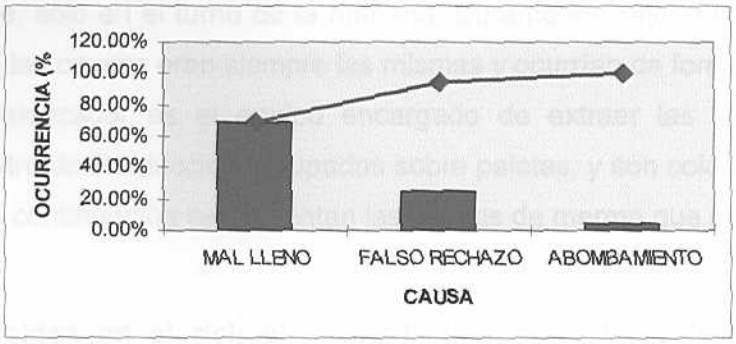

Gráfico Nº 10. Causas de merma en inspectores de la línea 7

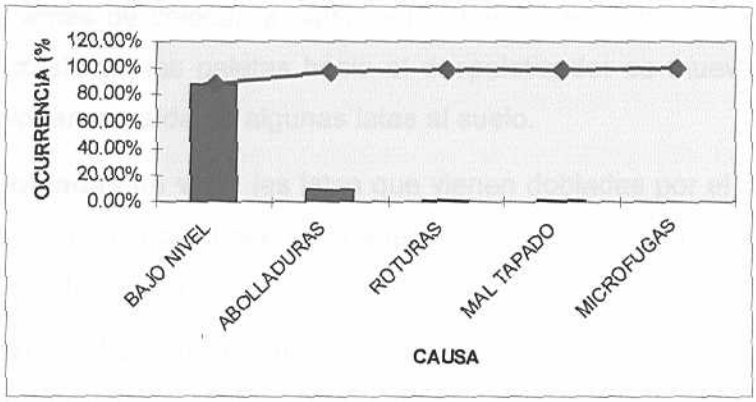

Gráfico Nº 11. Causas de merma de latas y tapas por mal lleno, en inspectores de la línea 7

Las tablas que muestran los datos obtenidos de las causas de merma en los inspectores de ambas líneas y los gráficos que presentan la distribución de las causas de merma en los inspectores de la línea 8 se pueden observar en el Anexo 4.

Para la realización del estudio sobre las causas de mermas en los inspectores de lleno, se siguieron los siguientes pasos: se observó el valor de la cantidad total de latas rechazadas; dicho valor se utilizó para obtener de la tabla MIL-STD 105 la cantidad de muestra de latas que se necesitaba para realizar el estudio. Se utilizó un nivel de inspección general II, debido a que es el más comúnmente utilizado en caso de falta de información. Por último se analizó en cada lata de la muestra la causa de rechazo. Véase en el Anexo 5 la tabla donde se muestra la cantidad de latas que se tomaron como muestra para la realización del análisis.

5.2.6. Merma en Despaletizador

Por razones de tiempo se cuantificaron las pérdidas de latas vacías y se identificaron las causas de las mismas durante una semana en las líneas 7 y 8

respectivamente, sólo en el turno de la mañana. Durante los cinco días de la semana se observó que las causas eran siempre las mismas y ocurrían de forma recurrente.

El despaletizador es el equipo encargado de extraer las latas vacías que ingresan al Centro de Producción agrupadas sobre paletas, y son colocadas en la línea de envasado. A continuación se presentan las causas de merma que se producen en el despaletizador:

- **Latas caídas en el riel:** el proveedor transporta las paletas envueltas en plástico y con cuatro flejes para proporcionar mayor protección a las latas. El montacarguista antes de colocar la paleta en el riel, le retira dicho plástico y un fleje. Los rieles que trasladan las paletas hacia el despaletizador se mueven bruscamente por lo que ocasionan la caída de algunas latas al suelo.
- **Latas dobladas en vías:** las latas que vienen dobladas por el proveedor o son dobladas por los montacarguistas en el manejo de las paletas, son retiradas de la línea por el operario del despaletizador.
- **Latas estripadas por el equipo:** el despaletizador posee un brazo que arrastra las latas; dicho brazo ocasionalmente estripa las latas y luego el operario del despaletizador las retira de las vías.

A continuación se presenta el gráfico de causas de mermas en el despaletizador de la línea 7. La información se obtuvo en un período de estudio de una semana. Véase en el Anexo 6 la tabla que muestra los datos referentes a las causas de merma en el despaletizador de latas, así como el gráfico de la línea 8.

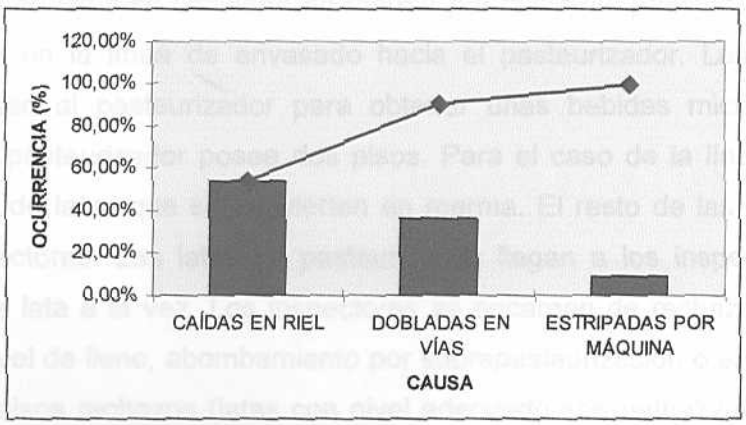

Gráfico Nº 12. Causas de merma de latas en el despaletizador de la línea 7

CAPITULO VI

MODELO DE SIMULACIÓN

6.1. Especificación Funcional

6.1.1. Descripción del sistema

El sistema representa el proceso de envasado de cerveza y malta en latas, de las líneas 7 y 8, de Planta Los Cortijos, Empresas Polar. El proceso comienza con la llegada de las paletas a la línea, pasando por todos los procesos y termina formando paletas de cajas de producto terminado (latas con cerveza o malta).

Existen dos líneas para el proceso de envasado, la línea 7 envasa la cerveza y malta en latas de 250 ml y 295 ml y la línea 8 envasa en latas de 355 ml.

La llegada de las paletas se realiza en el momento que no exista ninguna entidad dentro de los procesos, la cantidad de paletas que ingresan a la línea están predeterminadas en un archivo que lee el modelo. Los tiempos de procesamientos y la capacidad de cada recurso son tomados del capítulo V (Levantamiento de la Información). Las paletas ingresan a la línea, en la línea 7 las paletas tienen 8.968 latas, mientras que las paletas de la línea 8 tienen 6.613 latas. Por fallas en el proceso cierta cantidad de latas pasa a ser merma y la otra continúa en la línea hacia la máquina video jet. Pasan por medio de bandas transportadoras y llegan a la máquina video jet donde son codificadas con el número de lote y la fecha de vencimiento.

Las latas entran a la llenadora, la cual se encarga de envasar la cerveza o malta en cada lata, y luego son tapadas herméticamente por la máquina tapadora. Cierta cantidad de latas se convierte en merma por fallas del proceso. El resto de las latas continúan en la línea de envasado hacia el pasteurizador. Las latas llenas y tapadas ingresan al pasteurizador para obtener unas bebidas micribiológicamente impecables, el pasteurizador posee dos pisos. Para el caso de la línea 8 existe una cierta cantidad de latas que se convierten en merma. El resto de las latas continúan hacia los inspectores. Las latas ya pasteurizadas llegan a los inspectores de lleno ingresando una lata a la vez. Los inspectores se encargan de rechazar las latas que poseen bajo nivel de lleno, abombamiento por sobrepasteurización o en algunos casos se presentan falsos rechazos (latas con nivel adecuado son rechazadas). El resto de las latas continúan hacia la máquina agrupadora de six packs.

Luego las latas son agrupadas en six pack (paquetes de seis latas), por medio de la máquina agrupadora de latas y luego ingresan a la máquina empacadora donde se agrupan 4 six packs formando una caja de 24 latas. Por motivo de fallas en el proceso cierta cantidad de cajas son convertidas en merma. El resto de las cajas son paletizadas. Antes de ingresar al paletizador existe una cantidad de merma de cajas, luego pasan por medio de largas bandas trasportadoras e ingresan al paletizador donde se agrupan en 16 camadas cada una de 13 cajas (línea 7) y 14 camadas cada una de 10 cajas (línea 8).

En todo el proceso existen bandas transportadoras no acumulativas que mueven a las entidades de un proceso a otro. Cada una posee una velocidad, distancia y capacidad distinta.

A lo largo del proceso, se mencionaron los equipos en donde se producen mermas, a continuación se presenta un cuadro donde se presentan las cantidades de mermas en cada equipo.

Merma	Línea 7	Línea 8
Despaletizador	UNIF (0.55, 2.81)%	UNIF (0.17, 0.82)%
- Caídas de la paleta en el riel	53.88%	65.25%
- Dobladas por manejo de insumos	36.78%	25.61%
- Estripadas por máquina despaletizadora	9.34%	9.15%
Llenadora	UNIF (0.68, 3.17)%	UNIF (0.20, 1.07)%
Entrada Inspectores		UNIF (0.06, 0.34)%
Inspectores	UNIF (0.69, 3.39)%	UNIF (0.44, 2.42)%
- Mal llenas	69.32%	86.10%
- Bajo nivel	88.94%	43.54%
- Mal llenas y abolladas	8.72%	20.08%
- Mal llenas y rotas	0.85%	0.80%
- Mal llenas y mal tapadas	0.85%	1.19%
- Mal llenas con microfugas	0.64%	34.39%
- Falso rechazo	25.81%	13.56%
- Abombamiento	4.87%	0.34%
Empacadora	UNIF (0.15, 0.97)%	UNIF(0.01, 0.03)%
Cajas	UNIF (0.02, 0.1)%	UNIF (0.01, 0.05)%

Tabla Nº 11. Cantidad de merma producida en cada equipo

Las distribuciones uniformes de las mermas se obtuvieron del mínimo y máximo de merma producida en cada equipo. A continuación se presenta la tabla donde se muestran las cantidades de merma producidas en los equipos.

Corrida	Paletas Ingresadas	Despa. - Llenadora	Llenadora - Inspectores	Rechazo de Inspectores	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	49	1.08%	1.38%	1.58%	0.55%	0.04%
2	35	1.33%	1.38%	1.54%	0.45%	0.05%
3	52	1.13%	1.13%	1.25%	0.41%	0.04%
4	64	0.92%	1.11%	1.14%	0.40%	0.03%
5	56	0.78%	0.84%	0.88%	0.34%	0.02%
6	72	0.89%	0.92%	1.02%	0.34%	0.03%
7	34	1.91%	1.76%	2.02%	0.79%	0.06%
8	20	2.44%	2.43%	2.88%	0.80%	0.10%
9	84	0.77%	0.83%	0.95%	0.21%	0.03%
10	95	0.55%	0.68%	0.69%	0.15%	0.02%
11	6	1.45%	1.83%	2.36%	0.73%	0.05%
12	48	1.86%	2.06%	2.24%	0.97%	0.05%
13	16	2.00%	2.15%	2.27%	0.83%	0.06%
14	19	2.81%	3.17%	3.39%	0.95%	0.10%
15	17	0.68%	0.68%	0.72%	0.23%	0.02%
Mínimo		**0.55%**	**0.68%**	**0.69%**	**0.15%**	**0.02%**
Máximo		**2.81%**	**3.17%**	**3.39%**	**0.97%**	**0.10%**

Tabla Nº 12. Mínimo y máximo utilizados en porcentajes de merma en cada tramo de la línea 7

La tabla mostrada anteriormente de la línea 8 se puede encontrar en el Anexo Nº 7.

A cada proceso del sistema se le agregaron las fallas que generaban merma con un tiempo entre fallas y duración de fallas definidas por distribuciones uniformes y triangulares, debido a la falta de data histórica. Se agregaron fallas mecánicas y eléctricas en los recursos empleados en cada proceso, también se agregaron las fallas que producen merma en las vías de latas. Las fallas se describen de forma detallada en el Anexo Nº 8.

En el proceso se genera una cantidad elevada de merma. Para ello se está considerando hacer unas propuestas de mejoras. Dichas propuestas son planteadas en el Capítulo VII. El modelo de simulación se correrá con 30 replicaciones por 5 días, cada día de 24 horas.

6.1.2. Objetivo de la Simulación

Llegar a la decisión sobre cuál propuesta de mejora escoger, para lograr una reducción en la cantidad de merma y así aumentar la productividad de las líneas 7 y 8.

6.1.3. Componentes del modelo

- **Entidades**: partes a ser procesadas.

- Paletas ingresadas: son las entidades que llegan al proceso.
- Latas: Pasan por el video jet, la llenadora, la tapadora, el pasteurizador y los inspectores.
- Six Pack: son 6 latas agrupadas por la máquina agrupadora.
- Caja: son 4 six packs agrupados por la máquina empacadora.
- Paletas salientes: Son las 205 cajas (línea 7) o 140 cajas (línea 8) agrupadas por camadas gracias a la máquina paletizadora.

o **Atributos**:

- Cantidad: indica la cantidad de paletas que ingresan a una corrida de producción.
- Tiempo de pasteurización: contiene el tiempo en que deben ser pasteurizadas las latas de la línea 8.

o **Recursos**: una máquina para cada procesamiento.

- Máquina despaletizadora
- Máquina codificadora
- Máquina llenadota
- Máquina tapadora
- Máquina pasteurizadora
- Máquina inspectora
- Máquina inspectora 2
- Máquina agrupadora
- Máquina empacadora
- Máquina paletizadora

Estado de los recursos:

1. Disponible: el recurso está disponible cuando las entidades pueden ser procesadas y el recurso está activo y no tiene fallas. Se define con el número -1.

2. Ocupado: el recurso está ocupado cuando esta procesando una o más entidades. Se define con el número -2.

3. Inactivo: el recurso está inactivo cuando no está procesando ninguna entidad. Se define con el número -3.

4. Con falla: el recurso está en estado de falla cuando una falla está presente en el recurso. Se define con el número -4.

5. Colas: cada recurso tiene una cola. Su ordenamiento es "primero en llegar, primero en ser procesado".

- **Variables de decisión:**

- Retiro de Latas Dobladas en Paletas por Manejo de Insumos.
- Colocación un fleje adicional a las paletas.
- Reactivación de Rutinas de Mantenimiento No Ejecutadas.
- Realización de Rutina de Verificación antes de cada corrida de producto.
- Sincronización de los sensores ubicados en las vías transportadoras de paletas de latas.
- Cambio de sensor inductivo en la llenadora de la línea 8 y corrección de corriente y entrega de voltaje en la llenadora de la línea 7.

- **Variables de resultado:**

A lo largo del modelo existen contadores, que al obtener los resultados, se encargan de proporcionar la cantidad de paletas que ingresaron, la cantidad de merma de latas que se obtuvo y la cantidad de paletas con cajas de producto terminado que se obtuvieron.

- **Eventos**

- Llegada de paletas al sistema
- Llegada de paletas a despaletizado
- Inicio y terminación de proceso de despaletizado
- Cambio de entidad de paleta a lata
- Rechazo de latas en el proceso de despaletizado
- Salida de latas por rechazo en despaletizado
- Llegada de latas a codificado
- Inicio y terminación de proceso de codificado
- Llegada de latas a llenado
- Inicio y Terminación de proceso de llenado
- Rechazo de latas en el proceso de llenado

- Salida de latas por rechazo en llenado
- Llegada de latas a tapado
- Inicio y terminación de proceso de tapado
- Caída de tapas, por parada en proceso de llenado
- Llegada de latas a pasteurizado
- Inicio y Terminación de proceso de pasteurizado
- Rechazo de latas antes de inspeccionado (sólo línea 8)
- Salida de latas por rechazo antes de inspeccionado (línea 8)
- Llegada de latas a inspeccionado
- Inicio y terminación de proceso de inspeccionado
- Rechazo de latas en el proceso de inspeccionado
- Salida de latas por rechazo en inspeccionado
- Llegada de latas a agrupado
- Inicio y terminación de proceso de agrupado en six packs (6 latas)
- Cambio de entidad de lata a six pack
- Llegada de six pack a empacado
- Inicio y terminación de proceso de empacado en cajas (4 six packs)
- Rechazo de latas en el proceso de empacado
- Salida de latas por rechazo en empacado
- Cambio de entidad de six pack a caja
- Rechazo de cajas antes de paletizado
- Salida de cajas por rechazo antes de paletizado
- Llegada de cajas a paletizado
- Inicio y terminación de proceso de paletizado
- Salida de paletas con cajas

o **Transferencia de entidades:** las entidades se mueven por medio de bandas transportadoras no acumulativas para llegar a cada uno de los procesos. Cada una de las bandas posee una velocidad, distancia y capacidad distinta.

6.1.4. Construcción del Modelo

Se construyó el modelo en Arena versión 7.01, según se muestra en la Figura Nº 12.

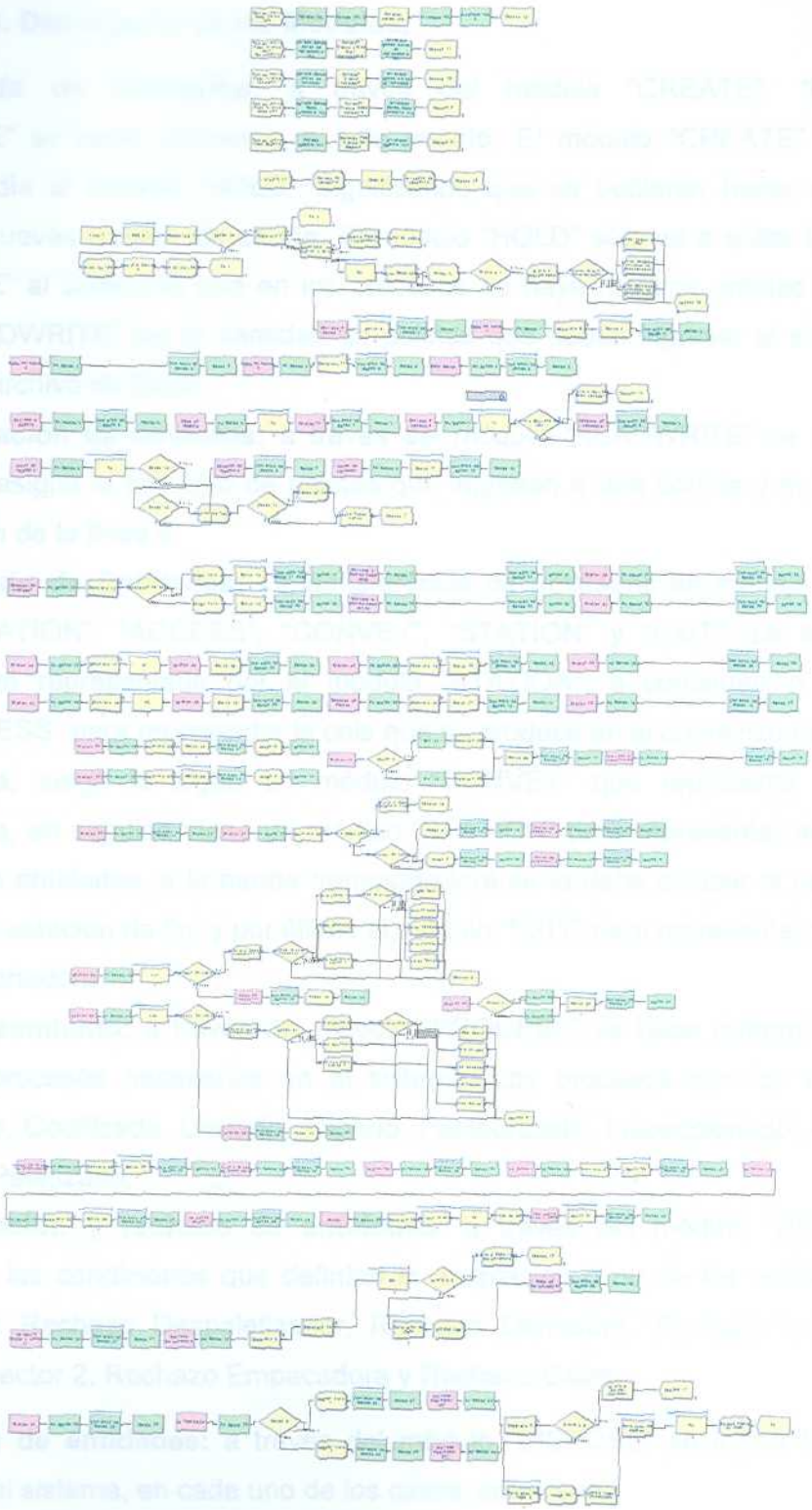

Figura Nº 12. Modelo de Simulación

6.1.4.1. Descripción de los Módulos:

- **Llegada de Entidades:** a través del módulo "CREATE", "HOLD" y "READWRITE" se hace referencia a este evento. El módulo "CREATE" manda 4 señales por día al módulo "HOLD", significando que se pudieran hacer máximo 4 llegadas de nuevas paletas en un día. El módulo "HOLD" sólo va a soltar la señal al "READWRITE" al cumplirse que en los procesos no haya ninguna entidad. Luego el módulo "READWRITE" lee la cantidad de paletas que deben ingresar al sistema por medio de un archivo de Excel.
- **Asignación de atributos:** a través del módulo "READWRITE" se colocó un atributo, que asigna la cantidad de paletas que ingresan a una corrida y el tiempo de pasteurización de la línea 8.
- **Traslado de Entidades:** La transferencia de entidades se manejó mediante módulos "STATION", "ACCESS", "CONVEY", "STATION" y "EXIT". La llegada de entidades está representada por el módulo "STATION", a continuación viene un módulo "ACCESS" para representar la cola que se produce en el comienzo de la banda transportadora, luego le sigue un módulo "CONVEY" que representa la banda transportadora, en seguida viene un módulo "STATION" para representar el punto de llegada de las entidades, a la banda transportadora se le debe colocar la estación de comienzo y la estación de fin; y por último el módulo "EXIT" para representar el fin de la banda transportadora.
- **Procesamiento:** a través del modulo "PROCESS" se hace referencia a cada uno de los procesos necesarios en el sistema. Los procesos son los siguientes: Despaletizado, Codificado, Llenado, Tapado, Pasteurizado, Inspeccionado, Agrupado, Empacado y Paletizado.
- **Inspección y rechazo de entidades:** a través del módulo "DECIDE" se establecieron las condiciones que definían la aceptación o no de las entidades. Los módulos son: Rechazo Despaletizador, Rechazo Llenadora, Rechazo Inspector 1, Rechazo Inspector 2, Rechazo Empacadora y Rechazo Cajas.
- **Salida de entidades:** a través del módulo "DISPOSE" se indica la salida o finalización del sistema, en cada uno de los casos, como son:
  - Merma latas caídas en riel.
  - Merma latas dobladas en vía.

- Merma latas estripadas por máquina.
- Merma latas en Llenadora.
- Merma tapas.
- Merma latas mal llenas.
- Merma latas abolladas.
- Merma latas rotas.
- Merma latas mal tapadas.
- Merma latas con microfugas.
- Merma falso rechazo.
- Merma latas abombadas.
- Merma latas en Empacadora.
- Merma cajas.
- Salida de Paletas

6.1.5. Animación

El modelo se corrió sin hacer uso de la animación.

6.1.6. Validación del Modelo

Se realizaron dos validaciones para cerciorarse que la simulación arroja datos parecidos a los reales de las líneas 7 y 8. Los dos métodos utilizados fueron:

- Validación por cantidad de merma producida por tramo en cada línea.
- Validación por cantidad de cajas producidas en cada línea.

Partiendo de la cantidad de merma de latas en cada tramo, se calculó en porcentaje dicha merma con respecto a la merma total. A continuación se presenta la Tabla Nº 13, ésta muestra los porcentajes de mermas en cada tramo obtenidos del modelo de simulación en la línea 7.

Replicación	Paletas Ingresadas	Despa. – Llenadora	Llenadora - Inspectores	Rechazos de Inspectores	Inspectores - Empacadora	Empacadora - Cont. Cajas
1	52	27,68%	30,76%	32,01%	8,61%	0,94%
2	75	27,24%	31,09%	32,06%	8,68%	0,94%
3	165	27,41%	31,10%	32,08%	8,53%	0,87%
4	163	27,32%	30,86%	32,26%	8,63%	0,94%
5	212	27,50%	30,98%	31,97%	8,70%	0,85%
6	52	27,21%	31,24%	31,94%	0,0857	1,04%
7	75	27,32%	30,83%	32,16%	8,72%	0,97%
8	260	27,80%	31,53%	31,39%	8,41%	0,86%
9	68	27,22%	31,57%	31,78%	8,53%	0,90%
10	212	27,42%	31,03%	31,93%	8,69%	0,92%
11	52	27,42%	30,61%	32,72%	8,47%	0,94%
12	75	27,61%	30,98%	31,99%	8,46%	0,97%
13	260	27,53%	30,90%	31,95%	8,68%	0,95%
14	124	27,81%	31,86%	31,19%	8,26%	0,87%
15	156	27,66%	31,02%	31,87%	8,57%	0,88%
16	52	27,41%	31,05%	32,48%	8,21%	0,84%
17	75	27,45%	31,05%	32,21%	8,35%	0,95%
18	260	27,77%	31,23%	31,64%	8,45%	0,92%
19	68	27,40%	30,87%	32,15%	8,67%	0,91%
20	212	27,30%	30,83%	32,18%	8,77%	0,92%
21	52	27,11%	30,85%	32,22%	8,78%	1,04%
22	41	27,55%	30,81%	31,75%	9,02%	0,88%
23	135	27,52%	30,98%	32,10%	8,51%	0,88%
24	207	27,36%	30,89%	32,21%	8,60%	0,93%
25	160	27,25%	31,63%	30,98%	8,28%	0,86%
26	88	27,27%	30,72%	32,27%	8,82%	0,92%
27	42	27,77%	30,97%	31,97%	8,27%	1,02%
28	118	27,31%	31,03%	32,08%	8,67%	0,90%
29	211	27,52%	30,98%	32,03%	8,52%	0,95%
30	68	27,52%	31,08%	31,80%	8,71%	0,89%
Promedio		27,46%	31,04%	31,98%	8,57%	0,92%
Desviación Estándar		0,19%	0,28%	0,35%	0,18%	0,05%
3(DesvEst)		0,57%	0,84%	1,04%	0,55%	0,16%
Promedio + (DesvEst)		28,03%	31,89%	33,02%	9,13%	1,08%
Promedio - 3(DesvEst)		26,89%	30,20%	30,94%	8,02%	0,77%

Tabla Nº 13. Porcentajes de mermas parciales de la línea 7 obtenidos de la simulación

La tabla que muestra los porcentajes de merma parciales de la línea 8 se puede encontrar en el Anexo Nº 9.

Se realizaron gráficos de control para cada tramo utilizando los límites inferior y superior de control de los porcentajes reales de las líneas.

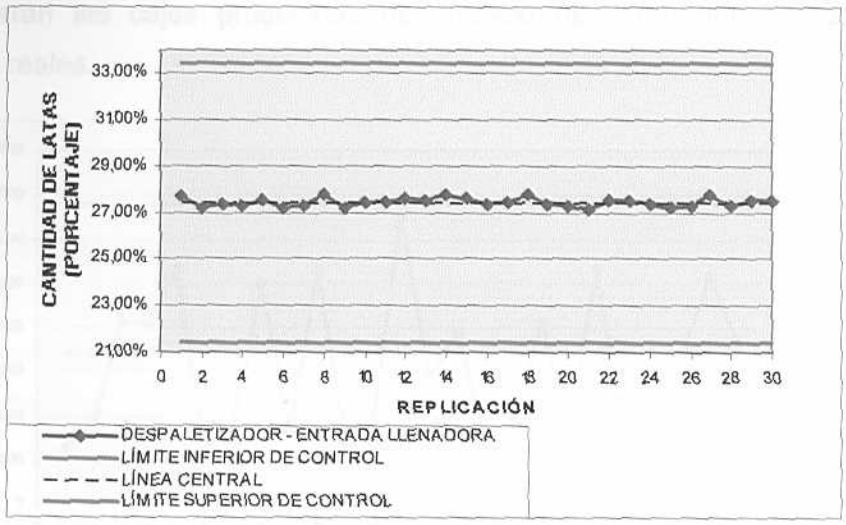

Gráfico Nº 13. Gráfico de control del Despaletizador – Entrada Llenadora de la línea 7

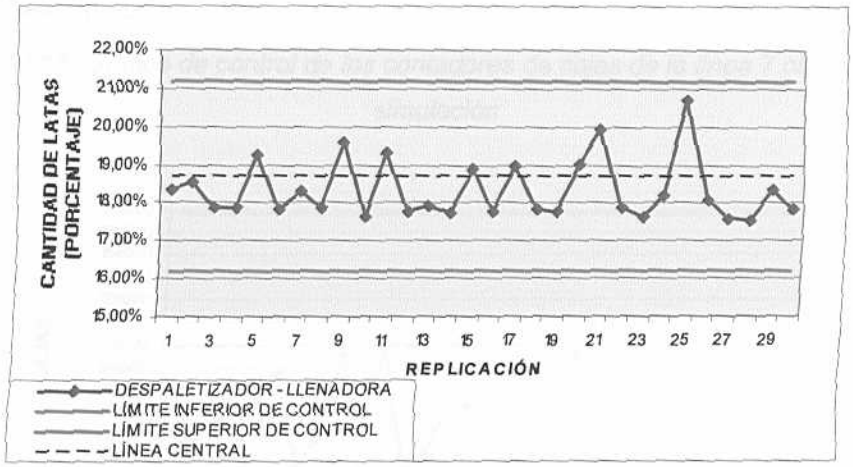

Gráfico Nº 14. Gráfico de control del Despaletizador – Entrada Llenadora de la línea 8

En los gráficos mostrados anteriormente se puede observar que las mermas parciales obtenidas en el despaletizador del modelo de simulación tanto en la línea 7 como en la línea 8 caen dentro de los límites inferiores y superiores de los datos obtenidos de la realidad. Se puede observar en el Anexo Nº 10 los gráficos de control de los tramos restantes.

Se probó la validación del modelo a través de la cantidad de merma producida en cada tramo, seguidamente se van a probar los resultados obtenidos del modelo de simulación en lo que respecta a las cajas producidas. Las cajas producidas reales y cajas producidas obtenidas del modelo de simulación de la línea 7 y 8 se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo Nº 11. A continuación se muestran los gráficos

que comparan las cajas producidas del modelo de simulación versus las cajas producidas reales.

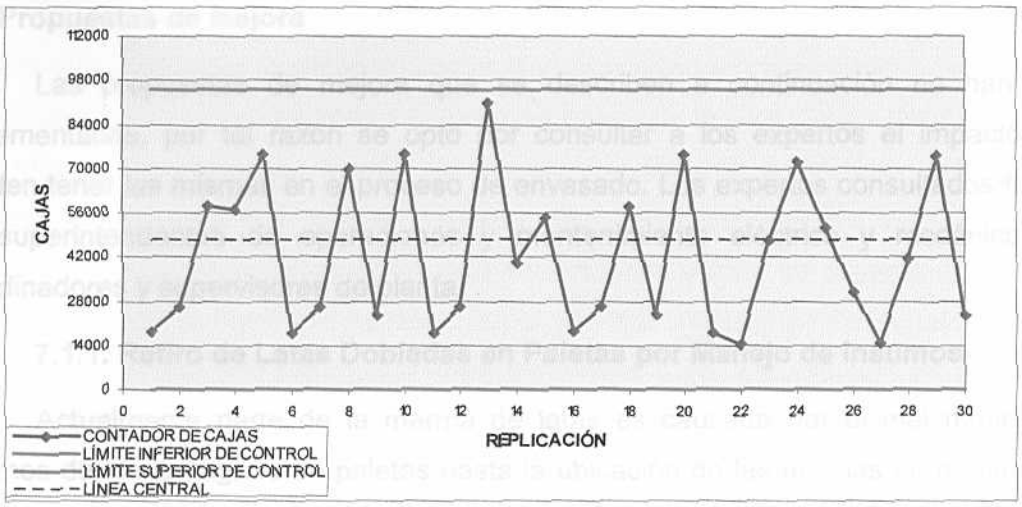

Gráfico Nº 15. Gráfico de control de los contadores de cajas de la línea 7 obtenidos de la simulación

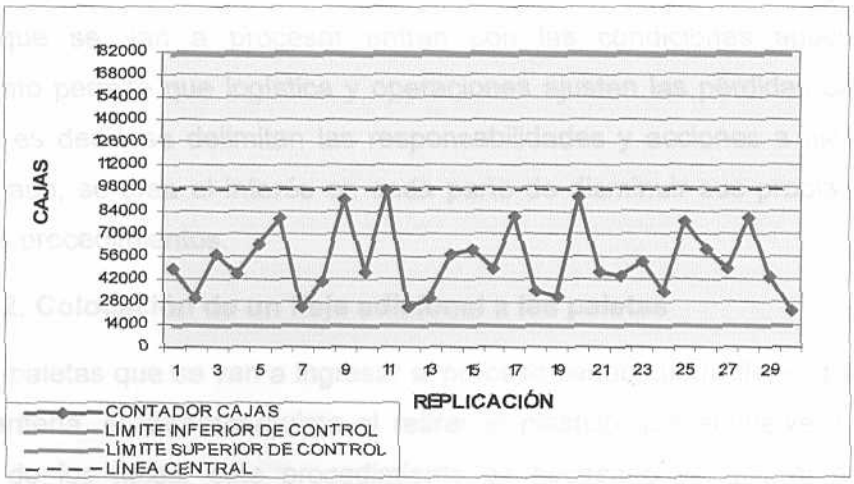

Gráfico Nº 16. Gráfico de control de los contadores de cajas de la línea 8 obtenidos de la simulación

La segunda parte de la validación permitió comprobar a través de los contadores de cajas que los datos obtenidos en el modelo de simulación caen dentro del intervalo de las cajas producidas reales, es decir, a través de dos validaciones se comprobó que la simulación arrojó datos similares y acordes a los reales.

Las 30 replicaciones de los modelos de simulación de las líneas 7 y 8 se pueden observar en Anexo Nº 12.

CAPITULO VII

DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA Y RESULTADOS OBTENIDOS

7.1. Propuestas de Mejora

Las propuestas de mejora que se describen a continuación no han sido implementadas, por tal razón se optó por consultar a los expertos el impacto que pueden tener las mismas en el proceso de envasado. Los expertos consultados fueron los superintendentes de operaciones y mantenimiento eléctrico y mecánico, los coordinadores y supervisores de planta.

7.1.1. Retiro de Latas Dobladas en Paletas por Manejo de Insumos

Actualmente parte de la merma de latas es causada por el mal manejo de insumos desde la llegada de paletas hasta la ubicación de las mismas en el almacén; las latas dobladas en las paletas ingresan al proceso de envasado y se cargan a la merma de operaciones cuando realmente corresponden a parte de la merma generada por logística. Retirar las latas dobladas en el proceso de despaletizado, garantiza que las latas que se van a procesar entran con las condiciones adecuadas; este procedimiento permite que logística y operaciones ajusten las pérdidas causadas por cada área, es decir, se delimitan las responsabilidades y acciones a ejecutar y más importante aún, se crea el interés en cada parte de disminuir sus propias pérdidas y mejorar sus procedimientos.

7.1.2. Colocación de un fleje adicional a las paletas

Las paletas que se van a ingresar al proceso tienen cuatro flejes distribuidos en toda su periferia, el montacarguista al retirar el plástico que envuelve a las paletas corta uno de los flejes, este procedimiento es necesario ya que el operador del despaletizador no puede acceder a este fleje por la distancia que hay entre el mismo y la máquina, los flejes restantes son retirados fácilmente por el operador. Adicionar un fleje intermedio a la paleta ayudaría notablemente a mantener la estabilidad y evitar la caída de latas en las vías transportadoras de paletas.

7.1.3. Sincronización de los sensores ubicados en las vías transportadoras de paletas de latas

Las vías transportadoras de paletas poseen una serie de sensores que envían señales que originan el movimiento continuo y separación entre las paletas de latas; en el momento que el montacarguista coloca una paleta de latas en la vía transportadora, ésta muchas veces no se movía, lo que ocasionaba que la próxima paleta a ser introducida empujara a la que le precedía para poder posicionarse en la vía. Esta situación provocó en muchos casos que se doblaran latas y se cayeran al piso por acción del contacto entre las paletas. Es por ello que sincronizar los sensores de las vías permitiría crear una separación entre las paletas y una movilización sin necesidad se ser empujadas, logrando así la eliminación de merma por las razones ya mencionadas; esta actividad puede ser incluída en la rutina de inspección eléctrica mensual del despaletizador de latas, actualmente dicha rutina tiene un estatus activo y agregar la sincronización de los sensores de las vías no incrementaría las horas/hombre necesarias, ya que según los expertos el tiempo que se tiene estipulado para esta rutina permite agregar y ejecutar esta actividad sin ninguna novedad.

7.1.4. Reactivación de Rutinas de Mantenimiento No Ejecutadas

Como se describió en el Capitulo III, hay una serie de rutinas de mantenimiento preventivo que no se están realizando en las líneas de envasado de latas; estas rutinas dependiendo de la frecuencia inspeccionan el estado y funcionamiento de los equipos. No ejecutar las rutinas incrementa de forma significativa la ocurrencia de fallas que causan merma de cuerpos y de tapas.

Realizar la rutina mecánica en el despaletizador garantizaría el cuidado y mantenimiento quincenal de las cadenas transportadoras de paletas, es decir, se mantendrían cadenas transportadoras con un movimiento suave y acorde al insumo que se está transportando. Si a esta mejora se une el retiro de las latas dobladas y la adición de un fleje a la paleta, se eliminaría por completo lo que es la merma en el despaletizador causada por las latas dobladas y caídas y además en la llenadora se eliminaría el trancamiento de latas por causa de una lata doblada o golpeada.

En la llenadora de latas existen dos rutinas eléctricas que no se están realizando, una mensual y otra cada dos meses, dichas rutinas ayudarían a prevenir

cualquier desperfecto y mantener el equipo sincronizado y en las condiciones requeridas en los arranques de producción; éstas rutinas inspeccionan todo lo referente a la uña dispensadora de tapas y sensores del equipo, entre otros. Adicionalmente en la llenadora se realiza una rutina mecánica quincenal, pero la elevada incidencia de fallas mecánicas indica que incrementar la frecuencia de dicha rutina sería lo más idóneo; al consultar la frecuencia recomendada por lo expertos se llegó a la conclusión que realizar la rutina semanalmente es la mejor solución. Al consultar con lo expertos se dedujo que realizar las rutinas eléctricas permitiría disminuir la merma entre la entrada y salida de la llenadora aproximadamente en un 20%. Reactivar las rutinas de mantenimiento en la empacadora reduciría en un 40% la merma generada en el tramo comprendido entre la salida de inspectores y la empacadora.

7.1.5. Realización de Rutina de Verificación antes de cada corrida de producto.

Al comenzar a correr un nuevo producto es necesario verificar el estado y las condiciones de ciertos equipos en las líneas de producción, unos de los puntos más relevantes se describen a continuación:

- Realización y paso de patrones de latas con un volumen aceptable y latas mal llenas para verificar el funcionamiento de los inspectores de lleno.
- Realización de una lata patrón para cada línea que permita corroborar la altura de la tapadora.

Al consultar con los expertos se corroboró que al verificar el estado de los inspectores antes de arrancar cada producción se eliminaría la posibilidad de rechazar latas con un nivel de líquido aceptable y se tendría la seguridad de que los equipos se encuentren calibrados. En el caso de comprobar a través del patrón la altura de la tapadora se garantizaría que todas las latas que ingresen a la tapadora serían tapadas correctamente, a menos que ocurra cualquier tipo de falla mecánica o eléctrica. Si se quiere revisar con mayor detalle las características del prototipo de rutina de verificación que debe realizarse en cada línea referirse al Anexo Nº 13.

7.1.6. Cambio de sensor inductivo en la llenadora de la línea 8 y corrección de corriente y entrega de voltaje en la llenadora de la línea 7.

Debido a que se mencionó la recurrencia de tapas desperdiciadas en cada parada que se generaba en la llenadora, se realizó un diagnóstico en ambos equipos con el fin de determinar la causa de dichas pérdidas. El diagnóstico determinó que en la llenadora de la línea 7 se debía corregir el tipo de corriente y la entrega de voltaje que se estaba generando, ya que esto provocaba directamente la caída de tapas en cada parada; en el caso de la línea 8 el problema se encontró en el sensor que lee las latas que se han llenado y envía la señal a la tapadora de la cantidad de tapas que debe dispensar (uña dispensadora de tapas). Al consultar con los expertos a cuánto se reduciría la caída de tapas en cada parada en el caso de que se corrijan las fallas encontradas, se llegó a la conclusión de que en cada parada al menos una tapa se va a perder, ya que lograr que no se bote ninguna tapa es un nivel de precisión difícil de lograr.

La matriz que se muestra a continuación presenta la combinación de propuestas que se realizó y que se van a probar en el programa de simulación ARENA, con el fin de determinar el impacto que provocarían cada una de las propuestas de llegar a implantarse las mejoras.

Propuestas/ Combinación en Modelos de Simulación	1	2	3	4	5	6	7
Retiro de Latas Dobladas de las Paletas, colocación de fleje y realización de Rutina de Mantenimiento Mecánica en Despaletizador y Sincronización de los sensores en vías transportadoras de paletas	x			x	x		x
Realización de Rutina de Verificación		x		x		x	x
Rutinas de Mantenimiento en la llenadora y empacadora y cambio de sensor en llenadora L8 y corrección de corriente y voltaje L7			x		x	x	x

Tabla N° 14. Combinación de Propuestas en Modelo de Simulación

Al probar las propuestas en el modelo de simulación es necesario conocer si se produjo o no una variación en los datos generados del modelo en la situación actual

con respecto a cada propuesta. Por ello, se compararon los datos obtenidos en el programa MINITAB y se les aplicó la prueba t-pareada con un 95% de confiabilidad.

Seguidamente se muestran los resultados de la prueba para la propuesta 1 en la línea 7 y 8 respectivamente. El resto de las pruebas se pueden encontrar y revisar con mayor detalle en el Anexo Nº 14.

- **Línea 7**

```
Paired T for SA - P1
                N     Mean      StDev     SE Mean
SA             30    38938.7   21514.3    3928.0
P1             30     5876.7    2816.7     514.3
Difference     30    33062.0   21822.7    3984.3
95% CI for mean difference: (24913.2, 41210.7)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 8.30  P-Value = 0.000
```

Histogram of Differences

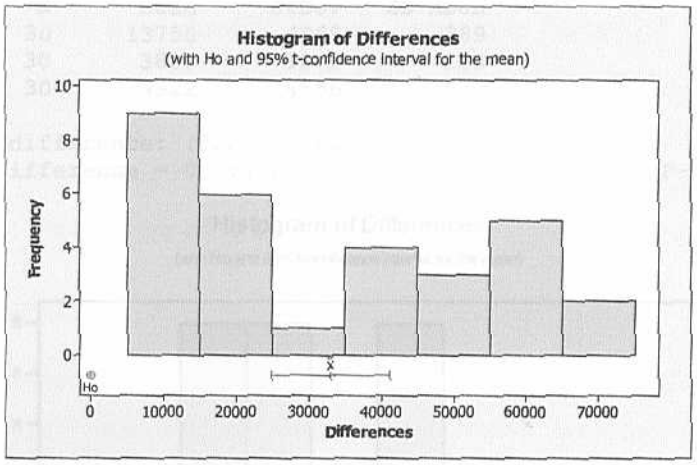

Gráfico Nº 17. Histograma de diferencias Prueba t-pareada de la Propuesta 1

Boxplot of Differences

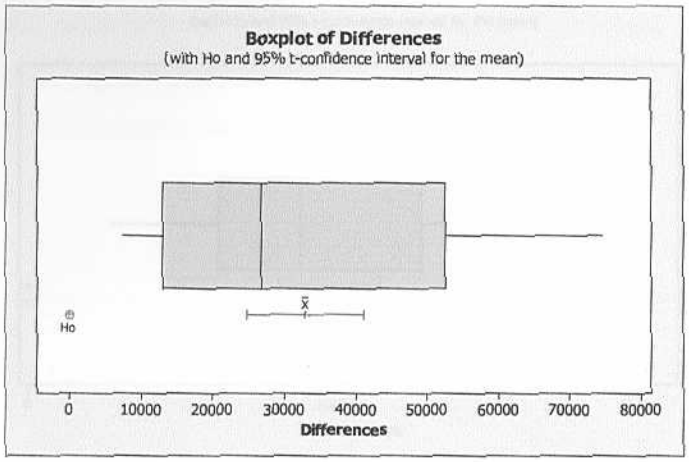

Gráfico Nº 18. Boxplot de diferencias Prueba t-pareada de la Propuesta 1

- **Línea 8**

```
Paired T for SA - P1

                N      Mean     StDev   SE Mean
SA             30     13750      4869       889
P1             30      3828      1273       233
Difference     30      9922      4556       832

95% CI for mean difference: (8220; 11623)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 11,93  P-Value = 0,000
```

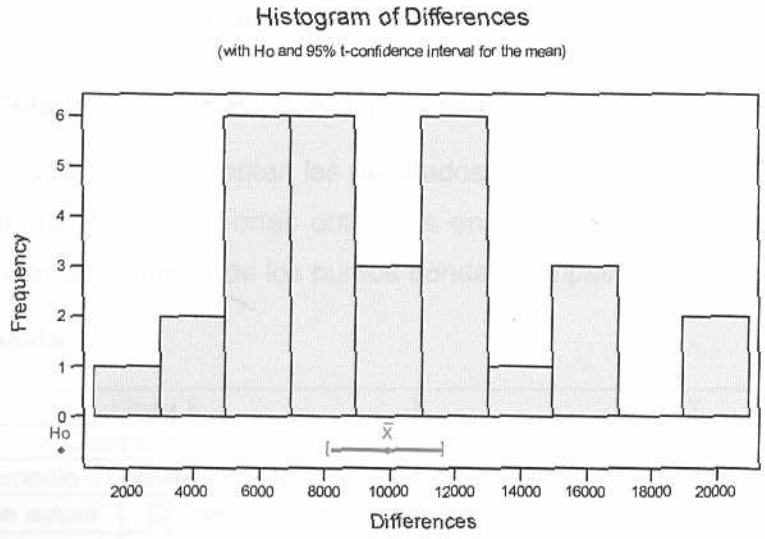

Gráfico Nº 19. Histograma de diferencias Prueba t-pareada de la Propuesta 1

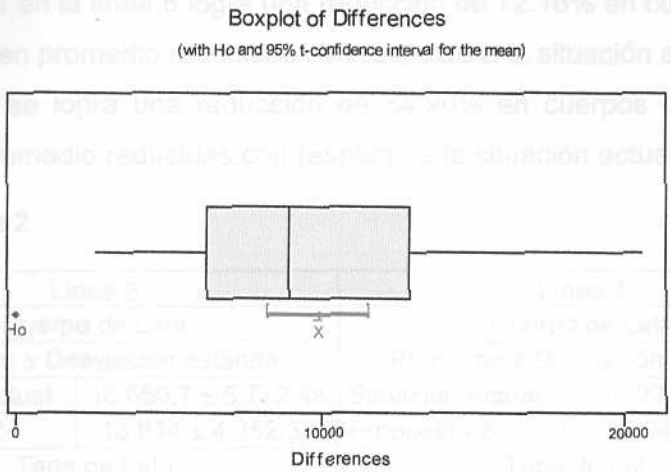

Gráfico Nº 20. Boxplot de diferencias Prueba t-pareada de la Propuesta 1

Se puede decir por los resultados obtenidos en la línea 7 y 8 que todas las pruebas realizadas en los cuerpos latas provocaron una variación o cambio en cada propuesta con respecto a la situación actual, excepto la número 3 en ambas líneas y adicionalmente la número 6 en la línea 7. En el caso de las tapas de latas todas las pruebas mostraron que hubo variación respecto a la situación actual, excepto las propuestas 4 y 6 en la línea 7. La propuesta 1 no presenta variación debido a que no se realizó ninguna mejora que afecte a las tapas de latas en ambas líneas.

7.2. Costo - Beneficio de las Propuestas de Mejora

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada propuesta versus la situación actual. De los reportes obtenidos en Arena, se tomó el promedio más y menos la desviación estándar de los puntos donde se implantaron las mejoras.

- **Propuesta 1**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación actual	13.749,87 ± 4.869,41	Situación actual	38.939 ± 21.514
Propuesta 1	3.828,3 ± 1.273,47	Propuesta 1	5.877 ± 2.817

Tabla Nº 15. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 1

La propuesta 1 en la línea 8 logra una reducción de 72.16% en cuerpos de latas, es decir, 9.921 latas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 se logra una reducción de 84.90% en cuerpos de latas, es decir, 33.059 latas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

- **Propuesta 2**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	16.659,7 ± 5.722,48	Situación Actual	21.227 ± 11.698
Propuesta 2	13.614 ± 4.352,33	Propuesta 2	15.943 ± 7.787
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	16.659,7 ± 5.722,48	Situación Actual	21.227 ± 11.698
Propuesta 2	13.614 ± 4.352,33	Propuesta 2	15.943 ± 7.787

Tabla Nº 16. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 2

La propuesta 2 en la línea 8 logra una reducción de 18.28% en cuerpos y tapas de latas respectivamente, es decir, 3.045 latas y tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 se logra una reducción de 24.89% en cuerpos y tapas de latas respectivamente, es decir, 5.283 latas y tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

- **Propuesta 3**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	7.808,3 ± 2.728,60	Situación Actual	26.350 ± 14.559
Propuesta 3	6.689,06 ± 1.775,76	Propuesta 3	20.330 ± 11.380
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	1.762,66 ± 630,50	Situación Actual	28.012 ± 15.482
Propuesta 3	467,96 ± 124,32	Propuesta 3	20.543 ± 11.492

Tabla Nº 17. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 3

La propuesta 3 en la línea 8 logra una reducción de 73.45% tapas de latas, es decir, 1.294 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual, esta propuesta no generó ningún impacto para los cuerpos latas.

En la línea 7 se logra una reducción de 26.66% tapas de latas, es decir, 7.469 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual, esta propuesta no generó ningún impacto para los cuerpos latas.

- **Propuesta 4**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	30.409,56 ± 10.575,65	Situación Actual	60.166 ± 33.207
Propuesta 4	18.262,93 ± 5.595,69	Propuesta 4	23.017 ± 12.541
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	16.659,7 ± 5.722,48	Situación Actual	21.227 ± 11.698
Propuesta 4	14.094,06 ± 4.291,28	Propuesta 4	16.391 ± 8.921

Tabla N° 18. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 4

La propuesta 4 en la línea 8 logra una reducción de 39.94% en los cuerpos de latas y 15.40% en las tapas de latas, es decir, 12.146 cuerpos y 2.565 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 se logra una reducción de 61.74% en los cuerpos de latas, es decir, 37.149 cuerpos y no se generó ningún impacto para las tapas latas.

- **Propuesta 5**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	21.558,16 ± 7.593,37	Situación Actual	44.639 ± 24.676
Propuesta 5	3.537,83 ± 935,87	Propuesta 5	9.348 ± 4.761
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	1.762,66 ± 630,50	Situación Actual	28.012 ± 15.482
Propuesta 5	458,43 ± 132,91	Propuesta 5	7.844 ± 3.989

Tabla N° 19. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 5

La propuesta 5 en la línea 8 logra una reducción de 83.59% en los cuerpos de latas y 73.99% en las tapas de latas, es decir, 18.020 cuerpos y 1.304 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 se logra una reducción de 79.05% en los cuerpos de latas y 71.99% en las tapas de latas, es decir, 35.287 cuerpos y 20.168 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

- **Propuesta 6**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	24.468 ± 8.445,26	Situación Actual	47.577 ± 26.254
Propuesta 6	21.237,03 ± 5.827,45	Propuesta 6	38.482 ± 19.041
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	16.841,2 ± 5.787,33	Situación Actual	49.240 ± 27.178
Propuesta 6	15.266,83 ± 4.319,19	Propuesta 6	38.712 ± 19.154

Tabla Nº 20. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 6

La propuesta 6 en la línea 8 logra una reducción de 13.20% en los cuerpos de latas y 9.35% en las tapas de latas, es decir, 3.230 cuerpos y 1.574 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 esta propuesta no generó ningún impacto para los cuerpos de latas ni para las tapas latas.

- **Propuesta 7**

Línea 8		Línea 7	
Cuerpo de Lata		Cuerpo de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	38.217,86 ± 13.301,23	Situación Actual	65.866 ± 36.370
Propuesta 7	18.132,33± 5.862,49	Propuesta 7	24.553 ± 1.274
Tapa de Lata		Tapa de Lata	
Promedio ± Desviación estándar		Promedio ± Desviación estándar	
Situación Actual	18.422,36 ± 6.320,46	Situación Actual	49.240 ± 27.178
Propuesta 7	15.311,86 ± 4.412,29	Propuesta 7	23.158 ± 12.019

Tabla Nº 21. Comparación de resultados entre la situación actual y propuesta 7

La propuesta 7 en la línea 8 logra una reducción de 52.56% en los cuerpos de latas y 16.88% en las tapas de latas, es decir, 20.085 cuerpos y 3.110 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

En la línea 7 se logra una reducción de 62.72% en los cuerpos de latas y 53.03% en las tapas de latas, es decir, 41.313 cuerpos y 26.112 tapas en promedio reducidas con respecto a la situación actual.

A continuación se muestra el costo que genera la implementación de cada propuesta de mejora; dichos costos se obtuvieron al calcular las horas/hombre empleadas por el costo de la mano de obra en la ejecución de las rutinas de mantenimiento y el costo de los repuestos utilizados durante un año. Los costos se pueden observar con mayor detalle en el Anexo N° 15.

Propuesta	Costo de Inversión (Bs.)
1	27.960.000,00
2	455.000,00
3	34.395.000,00
4	28.415.000,00
5	62.355.000,00
6	34.850.000,00
7	62.810.000,00

Tabla N° 22. Costo de Implementación de cada propuesta de mejora en línea 7

Propuesta	Costo de Inversión (Bs.)
1	61.200.000,00
2	910.000,00
3	34.170.000,00
4	62.110.000,00
5	95.370.000,00
6	35.080.000,00
7	96.280.000,00

Tabla N° 23. Costo de Implementación de cada propuesta de mejora en línea 8

Para conocer el ingreso originado por la reducción de merma de cuerpos y tapas de latas es necesario conocer el costo de un cuerpo y una tapa de lata.

Costo en promedio	Bs/unidad
Cuerpo Lata	114,34
Tapa Lata	36,49

Tabla N° 24. Costo de un cuerpo y una tapa de lata.

Seguidamente, se presentan los ingresos generados en cada propuesta al reducirse la merma de cuerpo y tapas en cada línea.

Línea 7					
Propuesta	Reducción de merma de latas semanal	Reducción de merma de tapas semanal	Ingreso por reducción de latas anual (Bs.)	Ingreso por reducción de tapas anual (Bs.)	Ingreso Total anual (Bs.)
1	33.059	0	196.558.235,12	0,00	196.558.235,12
2	5.283	5.283	31.411.027,44	10.024.386,84	41.435.414,28
3	0	7.469	0,00	14.172.278,12	14.172.278,12
4	37.149	0	220.876.066,32	0,00	220.876.066,32
5	35.287	20.168	209.805.210,16	38.268.376,64	248.073.586,80
6	0	0	0,00	0,00	0,00
7	41.313	26.112	245.633.877,84	49.546.997,76	295.180.875,60

Tabla Nº 25. Ingresos generados en cada propuesta de mejora

Línea 8					
Propuesta	Reducción de merma de latas semanal	Reducción de merma de tapas semanal	Ingreso por reducción de latas anual (Bs.)	Ingreso por reducción de tapas anual (Bs.)	Ingreso Total anual (Bs.)
1	9.921	0	58.988.847,83	0,00	58.988.847,83
2	3.045	3.045	18.105.134,73	5.777.189,94	23.882.324,67
3	0	1.294	0,00	2.455.068,56	2.455.068,56
4	12.146	2.565	72.218.379,77	4.866.499,90	77.084.879,67
5	18.020	1.304	107.144.344,10	2.474.041,27	109.618.385,38
6	3.230	1.574	19.205.118,28	2.986.304,42	22.191.422,70
7	20.085	3.110	119.422.538,92	5.900.512,55	125.323.051,47

Tabla Nº 26. Ingresos generados en cada propuesta de mejora

Luego de obtener los costos de inversión para cada propuesta y los ingresos por reducción de latas y tapas que las propuestas generan a las líneas, se procedió a calcular cuál es la propuesta que genera el mayor beneficio al implantarla; el cálculo utilizado es se basa en la diferencia entre el ingreso de cada propuesta y la inversión requerida en las mismas. A continuación se presentan las tablas con los cálculos realizados.

Línea 7			
Propuesta	Ingreso (Bs.)	Inversión (Bs.)	Beneficio (Bs.)
1	196.558.235,12	27.960.000,00	168.598.235,12
2	41.435.414,28	455.000,00	40.980.414,28
3	14.172.278,12	34.395.000,00	-20.222.721,88
4	220.876.066,32	28.415.000,00	192.461.066,32
5	248.073.586,80	62.355.000,00	185.718.586,80
6	0,00	34.850.000,00	-34.850.000,00
7	295.180.875,60	62.810.000,00	232.370.875,60

Tabla Nº 27. Beneficios generados en cada propuesta de mejora

Línea 8			
Propuesta	Ingreso (Bs.)	Inversión (Bs.)	Beneficio (Bs.)
1	58.988.847,83	61.200.000,00	-2.211.152,17
2	23.882.324,67	910.000,00	22.972.324,67
3	2.455.068,56	34.170.000,00	-31.714.931,44
4	77.084.879,67	62.110.000,00	14.974.879,67
5	109.618.385,38	95.370.000,00	14.248.385,38
6	22.191.422,70	35.080.000,00	-33.288.577,30
7	125.323.051,47	96.280.000,00	29.043.051,47

Tabla Nº 28. Beneficios generados en cada propuesta de mejora

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

o Levantar la información referente a la situación actual permitió determinar, a través de los contadores que se encontraban a lo largo de las líneas de producción, los factores o puntos críticos que debían ser considerados en el desarrollo de las propuestas de mejora. Los principales focos de atención fueron el despaletizador, la llenadora/ tapadora y los inspectores de lleno; durante el análisis de la información se identificó en cada uno de estos puntos las causas raíces que provocan la pérdida de cuerpos y tapas de latas. En la llenadora se detectó que el 76.69% y el 72.14% de la pérdida de cuerpos de latas en las líneas 7 y 8 respectivamente es causada por el trancamiento de latas en la tapadora; en el caso de las tapas de latas se describieron y presentaron cada una de las paradas causantes de desperdiciar 8 tapas en promedio por parada en la línea 7 y 5 tapas en promedio por parada en la línea 8. En los inspectores de lleno se determinó que el 69.32% en la línea 7 y el 86.10% en la línea 8 de la merma es causada por latas mal llenas. En el despaletizador de latas, el 53.88% en la línea 7 y el 58% en la línea 8 de la merma de cuerpos de latas corresponde a latas caídas en la vias transportadoras de paletas, el resto de latas perdidas en este punto es debido a latas dobladas a lo largo de las vías y latas estripadas o maltratadas por el equipo.

o Se plantearon una serie de propuestas, siete en total; la primera propuesta consistía en realizar en el despaletizador la rutina de mantenimiento mecánica quincenal, incluir la sincronización de los sensores en las vías transportadoras de paletas en la rutina de inspección eléctrica mensual del despaletizador, retirar las latas dobladas de las paletas y adicionar un fleje en la paleta que permita que la misma sea más estable. La segunda propuesta plantea la realización de una rutina de verificación que permite la eliminación de latas rechazadas por falso rechazo y latas mal tapadas. La última propuesta consiste en la ejecución de las rutinas de mantenimiento en la llenadora y empacadora, además de disminuir la caída de tapas de latas en la tapadora de 8 y de 5 a 1 tapa en las líneas 7 y 8 respectivamente. Las 4 propuestas restantes implican la combinación de las tres propuestas descritas anteriormente.

- Seguidamente se procedió a representar el comportamiento de las líneas de producción de latas en el programa de simulación Arena, con el fin de probar el impacto de cada una de las propuestas y decidir cuál de ellas resulta ser la más conveniente. Al comparar los resultados obtenidos del modelo de simulación de la situación actual con cada una de las propuestas, se pudo conocer cuáles de las propuestas presentaban variación con respecto a la situación actual y cuáles no. La propuesta 1 logro una reducción de 84.90% (33.059 unidades) en la línea 7 y 72.16% (9.921unidades) en la línea 8 en lo que respecta a los cuerpos de latas; esta propuesta no plantea mejoras en las tapas de latas. La propuesta 2 en la línea 7 logró una reducción de 24.89% (5.283 unidades) en la merma de cuerpos y tapas de latas, en la línea 8 se disminuyó en un 18.28% (3.045 unidades) la merma de cuerpos y tapas de latas. La propuesta 3 en la línea 7 logró una reducción de 26.66% (7.469 unidades) y en la línea 8 de 73.45% (1.294 unidades) en la merma de tapas de latas, esta propuesta en ambas líneas no presentó variación alguna con respecto a la situación actual en al merma de cuerpos de latas. La propuesta 4 en la línea 7 redujo en 61.74% (37.149 unidades) y la línea 8 en 39.94% (12.146 unidades) la merma de cuerpos de latas; con respecto a la merma de tapas, la línea 8 logró una reducción de 15.40% (2.565 unidades) y la línea 7 no mostró variación al comparar los resultados con la situación actual. La propuesta 5 logró reducir en la línea 7 un 79.05% (35.287 unidades) y en la línea 8 un 83.59% (18.020 unidades) la merma de cuerpos de latas; en el caso de las tapas se logró una disminución de 71.99% (20.168 unidades) en la línea 7 y de 73.99% (1.304 unidades) en la línea 8. En la línea 8, la propuesta 6 redujo en 13.20% (3.230 unidades) la merma de cuerpos de latas; y 9.35% (1.574 unidades) la merma de tapas de latas, mientras que en la línea 7 no mostró variación con respecto a la situación actual. La propuesta 7 logró una reducción de 62.72% (41.313 unidades) en la línea 7 y de 52.56% (20.085 unidades) en la línea 8 en la merma de cuerpos, con respecto a las tapas de latas se disminuyó en 53.03% (26.112 unidades) la merma en la línea 7 y en 16.88% (3.110 unidades) en la línea 8.

- Para determinar cuál de las propuestas planteadas es la más conveniente fue necesario conocer el beneficio generado en cada una de ellas, es decir, se obtuvo la diferencia entre los ingresos originados por la reducción de latas y tapas y los costos ocasionados en cada propuesta.

Al comparar el beneficio obtenido en cada propuesta, se estableció que la propuesta 7 en la línea 7 y 8 arroja el mayor beneficio en bolívares, es decir, Bs. 232.370.875,60 y Bs. 29.043.051,47 respectivamente. Por esta razón se concluye que la propuesta que debe ser implementada en ambas líneas de producción debe ser la número 7, ya que esta arroja un beneficio total de Bs. 261.413.927,07.

8.2. Recomendaciones

- Programar en el panel view de la llenadora, un sistema que calcule la cantidad de torres de tapas que se introducen diaríamente en la tapadora y que dicha información se mantenga en el equipo durante una semana. Esta recomendación se debe a la imposibilidad de conocer con certeza la cantidad de tapas que ingresaban a la línea en cada corrida de producción.

- Ajustar la merma de cuerpos y tapas de latas por corrida de producción y no mensualmente, ya que mientras más corto es el tiempo entre cada ajuste se minimizan errores de contabilización al momento de realizar el inventario físico y comparar el mismo contra lo que dice el sistema que se produjo.

- Es recomendable que el supervisor de operaciones sea el responsable de realizar el ajuste de producción al cerrar la última orden, ya que de esta manera el responsable directo de la producción de cajas de dicha corrida visualizaría las pérdidas generadas en el proceso, además de provocar el razonamiento y justificación de cada acción que se tome.

- Se recomienda que el montacarguista y operario del despaletizador realicen cursos de adiestramiento que aclaren y precisen los responsables y acciones por ejecutar en lo que respecta al ajuste de merma por corrida de producción, así como el registro de las paletas ingresadas por parte del montacarguista y operario del despaletizador, ya que se conocen con certeza las cajas producidas en una corrida pero las paletas ingresadas muchas veces presentan diferencias al comparar el registro del panel view, con el registro escrito y los tickets que identifican a las paletas.

- Ajustar la frecuencia de las rutinas de mantenimiento de la línea 7, debido a que se están realizando con una frecuencia que no es la establecida; la causa que provocó esta situación fue el hecho de que anteriormente la producción de cajas semanal en la

línea 7 era muy baja y no era necesario realizar las rutinas de mantenimiento con mucha frecuencia; actualmente esta línea produce en mayor proporción a meses anteriores. Cambiar la frecuencia de la rutina de mantenimiento mecánica quincenal a semanal en la llenadora de ambas líneas lograría minimizar la recurrencia de fallas mecánicas en este equipo, según los expertos.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bibliografía con soporte escrito**:

ARVELO, Ángel. La Capacidad de los procesos industriales. Publicaciones UCAB, Caracas, 1998, Primera Edición.

FERNÁNDEZ, Estéban. Estrategia de Producción. Mc Graw Hill. España, 2006, Segunda Edición.

FOGARTY, BALCKSTONE y HOFFMAN. Administración de la Producción en Inventarios. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, 1998, Segunda Edición.

GRANT, E.L. y LEAVENWORTH, R.S. Control Estadístico de Calidad. CECSA. México, 2000, Segunda Edición.

KALPAKJIAN – SCHMID. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Prentice Hall. México, 2002, Cuarta Edición.RIGGS, James. Sistemas de Producción, Planeación, análisis y control. Editorial Limusa, México, 1976.

UNIDAD CORPORATIVA DE COMUNICACIONES Y MEDIOS, Modelo Corporativo de Organización, Empresas Polar. Caracas, 1999, Edición especial.

- **Bibliografía de Trabajo Especial de Grado**:

FERNÁNDEZ, Jorge E. y PESTANA, Jesús. Estudio y Evaluación del sistema de rechazo y diseño de planes de mejora para disminuir el nivel de desperdicio en la línea de producción de cigarrillo de C.A. Cigarrera Bigott SUCS. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, 1997

GONZÁLEZ, José A. Informe Preliminar Estudio de Latas con Golpes en Planta Los Cortijos. Caracas, 2007

NAVARRO, Ernesto y SEMINARIO, Carlos. Diagnóstico y diseño de un plan de mejora que disminuya el desperdicio que se genera en el sistema de transporte de gaveras y botellas en la línea de envasado de una industria cervecera. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, 1998

TORRES, Jimmy R. Disminución del desperdicio y reproceso de la merma en la fabricación de jabones de tocador. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, 1991

ZAPATA, Richard. Reducción de las Mermas de Tapas y Cuerpos de Latas en Cervecería Polar C.A. (Planta Los Cortijos). Caracas, 2005

- **Bibliografía de Otros Medios**:

AVILEZ, José. El Estudio del trabajo en los sistemas de procedimientos de oficinas. www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/woficina.htm. [Sitio web]. Sin año. Responsables de la publicación: José Avilez. Consultada el 20/06/07

ESCALONA, Ivan. Gráficos de Control de Shewart. www.monografias.com/trabajos12/concalgra/concalgra.shtml. [Sitio web]. 2002. Responsables de la publicación: Iván Escalona. Consultada el 20/06/07

FÁBREGAS, Aldo; WADNIPAR, Rodrigo; PATERNINA, Carlos y MANCILLA, Alfonso. Producción con Arena. http://www.universia.net.co/libroabierto/ingenieria,arquitectura,urbanismoyafines/produccionconarena.html. [Sitio web]. 2004. Responsables de la publicación: Aldo Fábregas, Rodrigo Wadnipar, Carlos Paternina y Alfonso Mancilla. Consultada el 13/04/07

Folleto: Vamos a revelarte nuestro secreto mejor guardado. Empresas Polar. Sin Editorial.

Fundibeq ANDES. Diagrama Causa – Efecto. http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_causa_efecto.pdf. [Sitio web]. Sin año. Responsables de la publicación: Fundibeq ANDES. Consultada el 13/04/07.

QUESADA, Gilberto. Concepto de Seis Sigma. www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/conceptodeseissigma/. [Sitio web]. Sin año. Consultada el 20/06/07.

Sin autor. Confusión con el 6 Sigma. www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/16.htm. [Sitio web]. Sin año. Consultada el 20/06/07

Sin autor. Historia, Estructura Organizacional, Organigrama y Filosofía de Empresas Polar. www.empresas-polar.com. [Sitio web]. Sin año. Consultada el 12/06/07

Sin autor. Desperdicios o Despilfarros. www.tuobra.unam.mx. [Sitio web]. Sin año. Consultada el 17/06/07

Sin autor. Reseña Histórica Empresas Polar. Portal Empresas Polar, Corporación. [Sitio web]. Sin año. Consultada el 17/06/07