UCAB Universidad Católica ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

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

(TOMO II)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR	Br. Petit V, Hilda J.
PROFESOR GUÍA	Ing. López C, Emmanuel
FECHA	Mayo, 2015

UCAB Universidad Católica ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

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

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: DIECINUEVE (19)

JURADO EXAMINADOR

Firma: Nombre: José A. Guanal

Firma: Nombre: Giovanni Garacio

Firma: Nombre: Emmanuel Lopez C

REALIZADO POR	Br. Petit V, Hilda J.
PROFESOR GUIA	Ing. Lopez C, Emmanuel
FECHA	Mayo, 2015

INDICE DE ANEXOS

INDICE DE ANEXOS VI

INDICE DE FIGURAS VI

INDICE DE GRÁFICOS VIII

INDICE DE TABLAS X

ANEXO A 1

Productos envasados en Planta Los Cortijos 1

ANEXO B 5

Descripción de las etapas de la metodología 5

B.1- Etapa I: Entender el proceso 6

B.2- Etapa II: Definición del problema 7

B.3- Etapa III: Levantamiento de información 7

B.4- Etapa IV: Análisis de datos 8

B.5- Etapa V: Desarrollo de propuestas de mejora 9

B.6- Etapa VI: Ahorro económica 9

ANEXO C 10

Caracterización detallada del proceso 10

C.1- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas retornable 11

C.2- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas no retornables 27

ANEXO D 45

Calculo de número de Reynolds 45

ANEXO E 50

Plan de Inspección y Ensayo (PIE) de Envasado 50

ANEXO F 53

Instrumentos de medición 53

ANEXO G 57

Purga de la tubería principal de producto 57

ANEXO H 60

Número de rutinas, cambios de producto y final de producción por línea 60

ANEXO I 63

Volumen de líquido remanente en el tramo desde sala de bomba -llenadoras 63

ANEXO J 66

Paradas de llenadoras mayores a 50 minutos 66

ANEXO K 71

Análisis la relación causa y efecto de paradas mayores a 50 minutos para el caso de las líneas estudiadas 71

ANEXO L 77

Volumen de llenado por válvula 77

ANEXO M 99

Grafico Volumen de llenado por válvula 99

ANEXO N 105

Histórico % Rechazo de botellas con sub lleno, por el inspector de botellas llenas (Octubre 2014-Febrero 2015) 105

ANEXO Ñ 109

Histórico % Rechazo de botellas con mal tapado, por el inspector de botellas llenas (Octubre 2014-Febrero 2015) 109

ANEXO O 113

Volumen por válvula sin HDE 113

ANEXO P 128

Tiempo planificado y operativo por línea 128

ANEXO Q 130

Seguimiento contadores de inspectores de botellas 130

ANEXO R 132

Volumen de producto mensual para ensayos de calidad 132

ANEXO S 134

Seguimiento arranque en barriles 134

ANEXO T 136

Histórico de Volumen Línea Barriles 136

ANEXO U 145

Toma de barriles para Control de Calidad 145

ANEXO V 147

Resumen de Barriles defectuosos 147

ANEXO W 149

Causas de paradas de equipos por línea 149

ANEXO X 163

Disponibilidad de equipos por línea 163

ANEXO Y 167

Velocidades de equipos 167

Y.1- Velocidad nominal 168

Y.2- Velocidad real 169

ANEXO Z 178

Detalle de propuestas de mejoras planteadas 178

Z.1.- Punto crítico: línea 9 (barriles) 179

Z.2.- Punto crítico: Volumen de llenado 188

Z.3- Punto crítico: Tapado de botellas 189

Z.4- Punto crítico: Arranque 190

Z.5- Punto crítico: Cambios de producto, rutinas de limpieza y final de jornada 195

ANEXO AA 220

Indicador de merma liquida 220

INDICE DE FIGURAS

Figura C1: Despaletizador 11

Figura C2: Desembalador 12

Figura C3: Lavadora de botellas retornables 13

Figura C4: Inspector de botellas vacías 14

Figura C5: Llenadora de botellas 17

Figura C6: Inspector de Lleno 18

Figura C7: Pasteurizador 19

Figura C9: Paster Flash 22

Figura C10: Tanque Buffer 23

Figura C11: Lavadora externa de barriles 24

Figura C12: Llenadora de barriles 25

Figura C13: Rechazador de Barriles 26

Figura C 14: Lavadora de botellas no retornables (Rinser) 27

Figura C15: Agrupador Six Pack 28

Figura C16: Lavadora Iónica de Latas 29

Figura C17: Botella PET 31

Figura C18: Etiquetadora de botellas 33

Figura C19: Diagrama de Proceso "Envasado de productos retornables". Líneas 6-8 35

Figura C20: Diagrama de Proceso "Envasado de productos en Barriles" 37

Figura C21: Recorrido Línea 1 38

Figura C22: Recorrido línea 2 39

Figura C23: Recorrido línea 3 40

Figura C24. Recorrido Línea 5 41

Figura C25: Recorrido Línea 6 42

Figura C26: Recorrido línea 7 43

Figura C27. Recorrido línea Barriles 44

Figura D1: Diagrama de Viscosidad dinámica vs Temperatura 46

Figura K1: Diagrama causa-efecto "Inspección de botellas vacías y llenas" 72

Figura K2: Diagrama causa-efecto "Inspección de botellas vacías" 73

Figura K3: Diagrama causa-efecto "Llenadora" 74

Figura K4: Diagrama causa-efecto "Paletizado" 75

Figura K5: Diagrama causa-efecto "Embalado" 76

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico L1: Histórico Volumen de llenado Línea 8 (Octubre 2014-Marzo 2015) 98

Gráfico M1: Volumen de llenado por válvula Línea 1 100

Gráfico M2: Volumen de llenado por válvula Línea 2 100

Gráfico M3: Volumen de llenado por válvula Línea 3 101

Gráfico M4: Volumen de llenado por válvula Línea 5 102

Gráfico M5: Volumen de llenado por válvula Línea 6 103

Gráfico M6: Volumen de llenado por válvula Línea 7 104

Gráfico T1: Volumen de llenado Llenadora 1 (Barril 30 lts) 137

Gráfico T2: Volumen de llenado Llenadora 2 (Barril 30 lts) 138

Gráfico T3: Volumen de llenado Llenadora 3 (Barril 30 lts) 139

Gráfico T4: Volumen de llenado Llenadora 4 (Barril 30 lts) 140

Gráfico T5: Volumen de llenado Llenadora 1 (Barril 50 lts) 141

Gráfico T6: Volumen de llenado Llenadora 2 (Barril 50 lts) 142

Gráfico T7: Volumen de llenado Llenadora 3 (Barril 50 lts) 143

Gráfico T8: Volumen de llenado Llenadora 4 (Barril 50 lts) 144

Gráfico W3: Diagrama de Pareto Tiempo ocioso Línea 3 161

Gráfico W4: Diagrama de Pareto Tiempo ocioso Línea 5 161

Gráfico W5: Diagrama de Pareto Tiempo ocioso Línea 9 (Barriles) 162

Gráfico Y1: Parámetros operacionales de equipos Línea 1 175

Gráfico Y3: Parámetros operacionales de equipos Línea 2 "Cerveza" 176

Gráfico Y4: Parámetros operacionales de equipos Línea 3 177

Gráfico Y5: Parámetros operacionales de equipos Línea 5 177

Gráfico Z1: Comparación entre Puntos de Corte 197

Gráfico AA1: Seguimiento de Indicador de Merma Líquida durante el periodo de estudio 221

INDICE DE TABLAS

Tabla A1: Productos envasados en las líneas 1-8 de Cervecería Polar C.A., Planta Los Cortijos.. 3

Tabla A2: Significado de abreviaturas 3

Tabla A3. Tipos de envases utilizados en Cervecería Polar 4

Figura D1: Diagrama de Viscosidad dinámica vs Temperatura 46

Tabla D2: Datos de líneas y tuberías 47

Tabla D3: Número de Reynolds por línea 49

Tabla E1: Plan de Inspección y Ensayo (PIE), para las líneas 1-8 51

Tabla E2: Plan de Inspección y Ensayo (PIE), para las línea 9 (Barriles) 52

Tabla F1: Tambor plástico de medición 54

Tabla F2: Balanza analítica 54

Tabla F3: Medidor de Oxígeno 55

Tabla F5: Medidor de Alcohol y Extracto 56

Tabla G1: Producto drenados semanalmente en Sala de Bomba (L) 59

Tabla H1: Número de rutinas, cambios de producto y final de producción por línea 61

Tabla H2: Arranque por línea al mes 62

Tabla I1: Volumen de líquido remanente sala de bomba-llenadoras 65

Tabla J1: Paradas mayores a 50 minutos Línea 2 67

Tabla J2: Paradas mayores a 50 minutos Línea 3 68

Tabla J3: Paradas mayores a 50 minutos Línea 5 69

Tabla J4: Paradas mayores a 50 minutos Línea 6 70

Tabla L1: Volumen de llenado por válvula Línea 1 82

Tabla L2: Volumen de llenado por válvula Línea 2 85

Tabla L3: Volumen de llenado por válvula Línea 3 89

Tabla L4: Volumen de llenado por válvula Línea 5 91

Tabla L5: Volumen de llenado por válvula Línea 6 94

Tabla L6: Volumen de llenado por válvula Línea 7 97

Tabla N1: % de Rechazo por sublleno del Inspector 1, por línea 106

Tabla N2: % de Rechazo por sublleno del Inspector 2, por Línea 107

Tabla N3: % de Rechazo integral por sublleno del Inspector 1, por Línea 108

Tabla Ñ1: % de Rechazo del Inspector 1 por mal tapado, por Línea 110

Tabla Ñ2: % de Rechazo del Inspector 2 por mal tapado, por Línea 111

Tabla Ñ3: % de Rechazo Integrado por mal tapado, por Línea 112

Tabla O1: Volumen de llenado por válvula sin HDE, Línea 1 117

Tabla O2: Volumen de llenado por válvula sin HDE, Línea 2 121

Tabla O3: Volumen de llenado por válvula sin HDE, Línea 3 124

Tabla O4: Volumen de llenado por válvula sin HDE, Línea 5 127

Tabla P1: Tiempo Planificado y Operativo por línea. 129

Tabla Q1: Contadores de inspectores de botellas 131

Tabla R1: Pruebas de Calidad por líneas 1-8 133

Tabla S1: Resumen de seguimiento de arranque en barriles 135

Tabla U1: Resumen de barriles para Control de Calidad 146

Tabla V1: Resumen de barriles defectuosos 148

Tabla W1: Tiempo ocioso por equipo, Línea 1 151

Tabla W2: Tiempo ocioso por equipo, Línea 2 154

Tabla W3: Tiempo ocioso por equipo, Línea 3 157

Tabla W4: Tiempo ocioso por equipo, Línea 5 159

Tabla X1: Disponibilidad por equipo, Línea 1 164

Tabla X2: Disponibilidad por equipo, Línea 2 164

Tabla X3: Disponibilidad por equipo, Línea 3 165

Tabla X4: Disponibilidad por equipo, Línea 5 165

Tabla X5: Disponibilidad por equipo, Línea 9 (Barriles) 166

Tabla Y1: Velocidad nominal por equipo 168

Tabla Y2: Velocidad teórica por llenadora, Línea 9 (Barriles) 168

Tabla Y3: Velocidad real por equipo, Línea 1 170

Tabla Y4: Velocidad real por equipo, Línea 2 (Cerveza) 171

Tabla Y5: Velocidad real por equipo, Línea 2 (Maltín) 172

Tabla Y6: Velocidad real por equipo, Línea 3 173

Tabla Y7: Velocidad real por equipo, Línea 5 174

Tabla Y8: Velocidad real por llenadora, Línea 9 (Barriles) 175

Tabla Z1: Tiempo de llenado de barriles por línea 179

Tabla Z2: Formato de seguimiento operacional 181

Tabla Z3: Tamaño de muestra para la prueba hidrostática de barriles 182

Tabla Z4: Procedimiento de Arranque Líneas 9 (Barriles) 184

Tabla Z5: Purga en arranque de línea 9 (Barriles), según el procedimiento 185

Tabla Z6: Purga en arranque de línea 9 (Barriles), según el procedimiento 185

Tabla Z7: Procedimiento de Corte de Producto Línea 9 (Barriles) 186

Tabla Z9: Ajuste de Volumen por válvula después de una intervención mecánica 189

Tabla Z10: Procedimiento de Arranque Líneas 1 y 7 191

ANEXO A

Productos envasados en Planta Los Cortijos

Producto	Características	Presentaciones
Cerveza Polar Ice	Cerveza suave tipo Pilsen. Grado Alcohólico: 4°. Ingredientes: Agua, cebada malteada, cereales, lúpulo y estabilizantes.	POLAR ICE RET 222MLx36UN POLAR ICE RET 330MLx24UN POLAR ICE BAR 30Lx1PZ POLAR ICE BAR 50Lx1PZ POLAR ICE LAT 355MLx24UN POLAR ICE LAT 295MLx24UN POLAR ICE BAR 50Lx1PZ PL (E) POLAR ICE NR 355MLERGx24UN POLAR ICE LAT 295MLx24UN PL/ZF (E) POLAR ICE NR 355MLERGx24UN PL/ZF (E)
Cerveza Polar Pilsen	Cervezas tradicionales. Grado Alcohólico: 5°. Ingredientes: Agua, cebada malteada, cereales, lúpulo y levadura cervecera.	POLAR PILSEN RET 222MLx36UN POLAR PILSEN RET 330MLx24UN POLAR PILSEN BAR 50Lx1PZ POLAR PILSEN BAR 30Lx1PZ POLAR PILSEN RET 330MLx24UN PL (E) POLAR PILSEN LAT 355MLx24UN POLAR PILSEN LAT 355MLx24UN PL (E) POLAR PILSEN BAR 50Lx1PZ PL (E) POLAR PILSEN BAR 30Lx1PZ PL (E) POLAR PILSEN RET 222MLx36UN ZF (E) POLAR PILSEN LAT 295MLx24UN PL/ZF (E)
Cerveza Polar Light	Cervezas suaves Grado Alcohólico: 4° 3,5°. Ingredientes: Agua, cebada malteada, cereales y lúpulo.	POLAR LIGHT RET 222MLx36UN POLAR LIGHT BAR 30Lx1PZ POLAR LIGHT NR 355MLx24UN POLAR LIGHT LAT 295MLx24UN POLAR LIGHT LAT 295MLx24UN ZF/PL (E) POLAR LIGHT NR 355MLx24UN PL/ZF (E)
Cerveza Soler Light	Cervezas suaves. Grado Alcohólico: 4,3°. Ingredientes: Agua, cebada malteada, cereales y lúpulo.	SOLERA LIGHT RET 222MLx36UN SOLERA LIGHT LAT 295MLx24UN SOLERA LIGHT NR 300MLx24UN SOLERA LIGHT BAR 30Lx1PZ SOLERA LIGHT LAT 295MLx24UN PL/ZF (E) SOLERA LIGHT NR 300MLx24UN PL/ZF (E) SOLERA LIGHT RET 222MLx36UN PL/ZF (E)

... Continuación ...

Martín Polar	Bebidas no alcohólicas	MALTIN POLAR RET 222MLx36UN
		MALTIN POLAR NR 250MLx24UN
		MALTIN POLAR NR SIX 250MLx24UN
		MALTIN POLAR LAT 250MLx24UN
		MALTIN POLAR LAT 355MLx24UN
		MALTIN POLAR NR 250MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN POLAR RET 222MLx36UN PL/ZF (E)
		MALTIN POLAR LAT 355MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN POLAR PET 1.5 Lx6UN
Martín Polar Light	Bebidas no alcohólicas	MALTIN LIGHT NR 250MLx24UN
		MALTIN LIGHT NR 250MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN LIGHT LAT 355MLx24UN
		MALTIN LIGHT LAT 355MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN LIGHT LAT 250MLx24UN
		MALTIN LIGHT LAT 250MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN LIGHT NR SIX 250MLx24UN
		MALTIN LIGHT NR SIX 250MLx24UN PL/ZF (E)
		MALTIN LIGHT PET 500MLx12UN
		MALTIN LIGHT PET 500MLx12UN PL/ZF (E)
		MALTIN LIGHT PET 1.5 Lx6UN
		MALTIN LIGHT PET 1.5 Lx6UN PL/ZF (E)

Tabla A1: Productos envasados en las líneas 1-8 de Cervecería Polar C.A., Planta Los Cortijos.

Fuente: Empresas Polar (2015)

Significado de abreviaturas		
E: Exportación	UN: Unidades en Caja	PZ: Pieza
RET: Retornable	LAT: Lata	BAR: Barril
NR: No retornable	ERG: Ergonómico	PL: Puerto libre
ML: Mililitros	PET: Polímero utilizado	ZF: Zona franca

Tabla A2: Significado de abreviaturas

Fuente: Empresas Polar (2015)

PRESENTACIONES		
Contenido: 222 ml; 330 ml **Material:** Vidrio	**Contenido:** 250 ml; 300 ml; 355 ml **Material:** Vidrio	**Contenido:** 250 ml; 295 ml; 355 ml **Material:** Aluminio
Botellas Retornables	**Botellas No Retornables**	**Latas**
Contenido: 30 L; 50 L **Material:** Aluminio/ Acero Inoxidable	**Contenido:** 1,5 L **Material:** Polímero PET	**Contenido:** 222 ml / 300 ml; 355 ml **Material:** Vidrio
Barriles	**Botella PET**	**Botella etiquetada RET/NR**

Tabla A3. Tipos de envases utilizados en Cervecería Polar

Fuente: Empresas Polar (2015)

ANEXO B

Descripción de las etapas de la metodología

B.1- Etapa I: Entender el proceso

Antes de realizar cualquier análisis para hacer o plantear mejoras relacionadas con un proceso, es importante el que cada miembro que participa en esta gestión entienda el proceso a fondo, para saber realmente lo que está bien y lo que está mal dentro del proceso.

Entender el proceso tiene una serie de beneficios obvios tales como:

- Llegar a un consenso sobre el problema ya que, los miembros del proyecto adquieren un entendimiento común del proceso. Permitiendo así el uso de la misma tecnología y no se perderá tiempo moviéndose en diferentes direcciones o recopilando información irrelevante.
- Elimina las inconsistencias guiándose sistemáticamente por el proceso, permitiendo así comparar la forma en que cada persona o elemento lleva a cabo su trabajo. Esto permitirá encontrar inconsistencias, muchas de las cuales son el resultado de la falta de documentación y del entrenamiento inadecuado. La uniformidad del sistema crece increíblemente una vez que los que hacen el mismo trabajo comienzan a usar los mismos procedimientos para realizar su labor.
- Destacar los problemas obvios a través de la observación directa del proceso, que han pasado desapercibidos o el personal y sistema se han acostumbrado a él restándole importancia.

Para entender el proceso se procede a la descripción detallada paso a paso de manera de poder identificar las funciones de todos los elementos que participan, tales como maquinaria, trabajadores y materiales en proceso, en donde se podrá identificar con bastante claridad y precisión lo que ocurre en cada estación y la iteración que existe en cada elemento involucrado. Esta descripción de proceso se realiza a través de un diagrama de proceso cuyo propósito es representar gráficamente la secuencia de operaciones y actividades relacionadas al proceso, con el objetivo de proporcionar una base útil para el análisis y revisión de los métodos utilizados.

B.2- Etapa II: Definición del problema

Se debe definir claramente el problema que se quiere mejorar o eliminar, estableciendo su importancia de manera que se pueda asegurar la asignación apropiada de recursos para su análisis, se clarifique el grado de importancia para obtener el apoyo requerido, se establezcan objetivos y planteamientos realistas, además de obtener una apreciación común del problema del problema de todas las personas participantes en el plan de diagnóstico y mejora.

La apreciación común e importancia del problema son dos factores importantísimos en la metodología ya que permite crear una visión a todas las personas que participan en el proceso de diagnóstico y mejora, creando o permitiendo así un ambiente en donde la recopilación de la información es más veraz, debido a que se centra la participación de las personas en alcanzar una visión común en pro de la solución del problema para alcanzar el estado deseado.

B.3- Etapa III: Levantamiento de información

Esta etapa consiste en determinar el estado y condiciones de las líneas 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 y causantes de merma en envasado. La observación permitió la eliminación de intermediarios, ya que nos coloca ante una situación o proceso tal como este 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 superintendentes de operaciones y mantenimiento, coordinadores de planta, supervisores de línea, operadores de máquina, supervisores y empleados de mantenimiento mecánico y eléctrico, todo esto con el fin de recolectar datos e información referentes a los procesos y posibles causas que pueden generar merma liquida en el proceso de envasado de cerveza y malta. 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.

- **Datos históricos:** La información obtenida en este proceso procede de los sistemas de información de Cervecería Polar archivados a lo largo del tiempo en lo referente a las líneas de envasado estudiada.

  Los datos son de utilidad para el diagnóstico del proceso son: fechas de funcionamiento del proceso, mantenimientos realizados a ciertos equipos, tiempo, tiempo de funcionamiento de equipos en base al tiempo de producción real, entre otros. El tener acceso a esta información nos permite realizar un estudio más profundo del problema, debido a la información obtenida por esta vía es bastante completa y fidedigna, permitiéndonos un mejor diagnóstico para detectar las causas reales que afectan o inciden en el problema.
- **Tormenta de ideas:** a través de esta técnica se puede conseguir información clara y precisa de las inquietudes, opiniones y expectativas e ideas de personal clave en envasado sobre los orígenes o causas de merma liquida en dicho proceso. 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 liquida se realizaron una serie de muestras en los puntos más críticos de las líneas de envasado, ya que de esta manera se pueden priorizar las causas que deben ser atacadas inmediatamente.

B.4- Etapa IV: Análisis de datos

En esta etapa se determinan los puntos más críticos y responsables de las mayores pérdidas de merma liquida de producto, todo esto con el fin de conocer los focos de atención y de mejora inmediata del proceso de envasado. Las técnicas aplicadas en esta etapa son los diagramas causa-efecto, histogramas, gráficos de control y diagramas de Pareto. La descripción y explicación de las herramientas empleadas en el análisis de la situación actual se pueden encontrar en el capítulo III.

B.5- Etapa V: Desarrollo de propuestas de mejora

Consiste en plantear distintas propuestas y soluciones que ayuden a disminuir la merma liquida.

B.6- Etapa VI: Ahorro económica

Consiste en cuantificar económicamente o el equivalente en dinero, cuanto se podría ahorrar si se eliminase el problema totalmente. En este trabajo se buscara la manera de cuantificar lo que se podría ahorrar en la eliminación ideal total del problema, en base a la estructura de costos de la empresa la cual es limitada, por no poseer dicha empresa una contabilidad de costos para cada elemento del proceso estudiado, lo que dificulta bastante si clasificación y diferenciación, al igual que su estimación.

ANEXO C

Caracterización detallada del proceso

C.1- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas retornable

Líneas 1-3

a) Recepción de envases: las cajas paletizadas se separan mediante una máquina (Despaletizador) y son conducidas por transportadores a la sala de envasado. A medida que llegan al inicio del tren de envasado, se realiza una inspección visual de las mismas con el fin de retirar manualmente elementos y botellas que eventualmente pudieran dañar al desembalador o Lavadora tales como papeles, chapas, pitillos, botellas con cemento adherido y botellas de otro fabricante.

b) Transporte entre el despaletizado y el desembalaje: en esta etapa del proceso denominada "vía de vacío" las cajas que contienen botellas vacías son transportadas por medio de diferentes transportadores como lo son del tipo de cadena agrícola o de correa, el uso de los transportadores varia a lo largo de la vía de vacío, en el caso que se requiera deslizamiento de la caja sobre el transportador debido a la parada de un equipo posterior y el funcionamiento continuo del transportador debido a la parada de un equipo posterior y el funcionamiento continuo del transportador, se utilizaran transportadores de cadena agrícola, y en el caso de que no se requiera desplazamiento de la caja sobre el transportador, como en subidas y bajadas siempre se utilizan transportadores de correa.

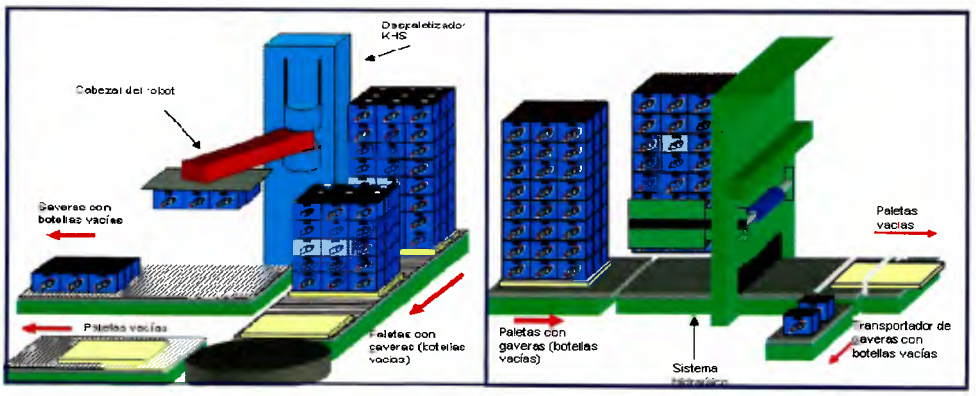


Figura C1: Despaletizador

Fuente: Empresas Polar (2015)

c) Desembalaje: en la maquina desembaladora se extraen las botellas de las cajas para posteriormente pasar a la operación de lavado. Las cajas pasan a través de un mecanismo separador sincronizado con el movimiento de una serie de cabezales. Estos a su vez están compuestos por chupones que toman las botellas por su extremo superior y luego son depositados en la vías transportadoras. Dichos chupones poseen un diafragma cilíndrico de goma, al cual se le inyecta aire y aprisiona el cuello de la botella para poder levantarla. Las cajas vacías se conducen a la lavadora de cajas y de allí a la maquina Embaladora.

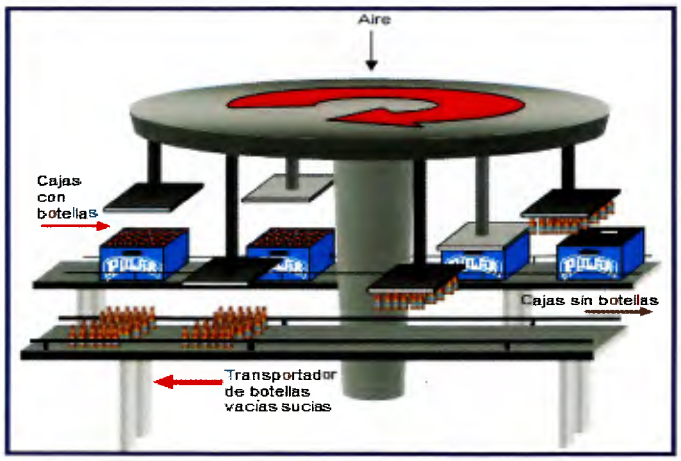


Figura C2: Desembalador

Fuente: Empresas Polar (2015)

d) Lavado de botellas: después de la operación de desembalado, las botellas se conducen por vías de cadenas inoxidables hacia la lavadora. Su objetivo es remover y eliminar elementos contaminantes como: sucio, minerales y restos de cerveza o malta, desinfectándose las botellas y dejándolas listas para ser llenadas.

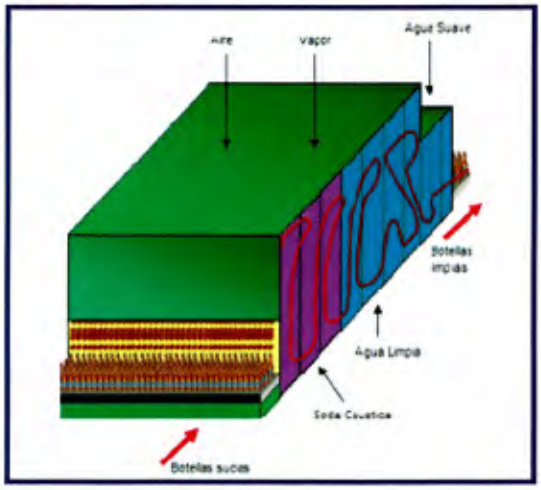


Figura C3: Lavadora de botellas retornables

Fuente: Empresas Polar (2015)

e) Inspección de botellas lavadas: las botellas que salen de la lavadora se hacen pasar individualmente a través de inspectores electrónicos que se encargan de rechazar aquellas botellas con partículas extrañas, líquido residual o fracturas en el vidrio Cada inspector consta de dos etapas:

- *Inspección vertical*: Esta unidad inspecciona el interior de las botellas desde su parte superior. Si encuentra algún objeto extraño o la presencia de algún líquido residual en el campo visual, emite una señal para que dicha botella sea rechazada.
- *Inspección lateral*: La función de esta unidad es detectar la existencia de líquido residual o fracturas en el cuello de la botella. Si esto sucede se rechaza automáticamente la botella defectuosa.

El rechazo de las botellas se realiza mediante un dispositivo mecánico que la coloca en una bandeja metálica perpendicular a la vía.

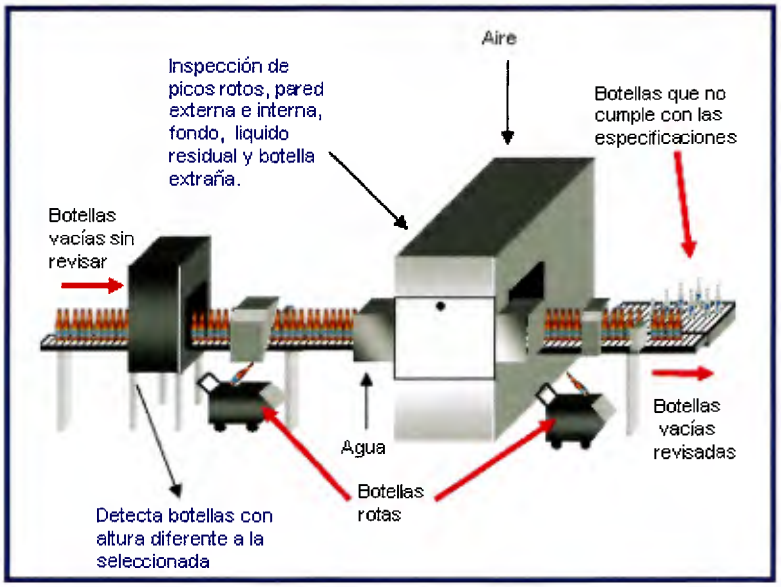


Figura C4: Inspector de botellas vacías

Fuente: Empresas Polar (2015)

f) Llenado de botellas: todas las botellas que no fueron rechazadas por el inspector de botellas vacías son conducidas a las maquinas llenadoras. La llenadora es el equipo más importante de una línea de producción de envasado, todos los equipos deben garantizar un flujo continuo hacia la llenadora y una salida despejada para que el equipo no se detenga, determina la productividad de la línea. Es importante explicar el funcionamiento detallado de las mismas, ya que estas máquinas son las que se encuentran en contacto directo con el producto a envasar. A continuación se presentan la explicación detallada de las llenadoras:

Barométrica (líneas 2 y 3): La llenadora recibe la botella por la estrella de entrada, se activa la válvula de vacío por el can de vacío, se extrae un 90% del aire y luego se activa la válvula mariposa de entrada de dióxido de carbono/aire para hacer un barrido y terminar de extraer todo el aire que hay en el interior del envase (en el caso de la cerveza), continúa la entrada de dióxido de carbono/ aire para presurizar el envase y luego por gravedad se deja caer el líquido en el interior de la botella hasta que el líquido en la botella entra en contacto con el tubo de venteo, la válvula de alivio despresuriza el envase, luego se separa el envase de la válvula de llenado y sólo a la cerveza antes

del tapado se le inyecta agua descarbonatada a alta presión (HDE), esto produce un espumeo que elimina el aire proveniente del medio ambiente que haya podido entrar al cuello del envase, la presión de inyección es entre 1 y 3,5 bar y el orificio de inyección es de 0,5 mm, luego se tapa herméticamente el envase.

La estructura principal de la llenadora barométrica está conformada por:

- *Órganos de elevación*: Sostienen las botellas en la posición correcta durante el recorrido, suben por presión de aire y bajan por efecto mecánico en el rodillo. En la figura 8. se observan los órganos de elevación.
- *Calderín*: Tanque circular de acero inoxidable que internamente almacena el producto a envasar y el dióxido de carbono/aire.
- *Válvula de llenado*: Regula el correcto llenado de las botellas, comunicando el calderín con el envase. Internamente la válvula de llenado está conformada por una válvula entrada/salida CO_2, válvulas de vacío y alivio, tubo de venteo (con goma deflectora). Es importante la longitud del tubo de venteo ya que es el que determina el nivel de llenado.
- *Controladores eléctricos de nivel*: Son cuatro elementos de medición que promedian el nivel interno de líquido en el calderín.
- *Tulipas*: Centran y sellan la botella contra el cono de llenado.
- *Can o riel*: Pieza plástica que activa o desactiva las válvulas de vacío y alivio según corresponda. Durante la operación sólo están activos el can de vacío a la entrada y el can de alivio a la salida, durante la limpieza se colocan can de limpieza que activan las válvulas de vacío y alivio para su limpieza interna.
- *Tapadora*: Las tapas son alimentadas al molino de tapas, sin importar la posición en que vengan, el tubo inversor de tapas, por su estructura interna, siempre coloca las tapas en la posición adecuada para el tapado. Los asientos de la tapadora sujetan la botella y los tapadores aplican una presión determinada para tapar adecuadamente el envase. El bajante de tapas suministra las tapas a una gran velocidad.

Llenadora Volumétrica por nivel (línea 1): El funcionamiento de esta llenadora es similar al de la llenadora barométrica, la diferencia es que el volumen de llenado es controlado por una sonda de nivel que detiene el llenado cuando el líquido entra en contacto con la misma. Este tipo de llenadora está instalada en la línea 1 que sólo llena cerveza en envases de tercio (330 ml). El calderín es el tanque en forma de anillo de la llenadora que recibe el producto, se llena con 75% Cerveza- 15% Dióxido de carbono (CO_2) su presión interna es de 2,5 bar. La llenadora recibe la botella por la estrella de entrada, activa la válvula de vacío, se extrae un 90% del aire y luego se activa la válvula de entrada de dióxido de carbono para hacer un barrido y terminar de extraer todo el aire que hay en el interior del envase, continua la entrada de dióxido de carbono para presurizar el envase y luego comienza la entrada de líquido hasta que la sonda detecte el nivel correspondiente y detiene el llenado, se procede a aliviar el envase y antes del tapado se le inyecta agua descarbonatada a alta presión (HDE), esto produce un espumeo que elimina el aire proveniente del medio ambiente que haya podido entrar al cuello del envase, la presión de inyección es entre 1 y 3,5 bar y el orificio de inyección es de 0,5 mm, luego se tapa herméticamente el envase.

La estructura es bastante similar, como se explica a continuación:

- *Órganos de elevación*: funcionamiento similar a la llenadora barométrica.
- *Calderín*: funcionamiento similar a la llenadora barométrica.
- *Control de la máquina*: La válvula reguladora de la línea de producto regula el nivel del calderín, y el control de la máquina abre y cierra las vías de gas y medios según los diferentes pasos de procesado.
- *Tulipa*: Piezas para el centrado de la botella y alojamiento del cuello durante el prensado.
- *Válvula de llenado*: La válvula de llenado posee un sensor de nivel que determina el volumen de la botella según la altura del líquido. Si se desea cambiar el nivel de llenado se puede variar la altura del sensor con el dispositivo de desplazamiento manual. Posee una tobera para el estrangulamiento del flujo de gas de presurización, cilindro de mando para abrir y cerrar los conductos de gas de presurización y el retorno o alivio, cilindro de mando para abrir y cerrar el conducto de vacío, una carcasa con el asiento del líquido y conductos para producto y vacío en la válvula.

- *Controlador de nivel*: La válvula reguladora de la línea de producto regula el nivel del calderín.
- *Tapadora*: funcionamiento similar a la llenadora barométrica.

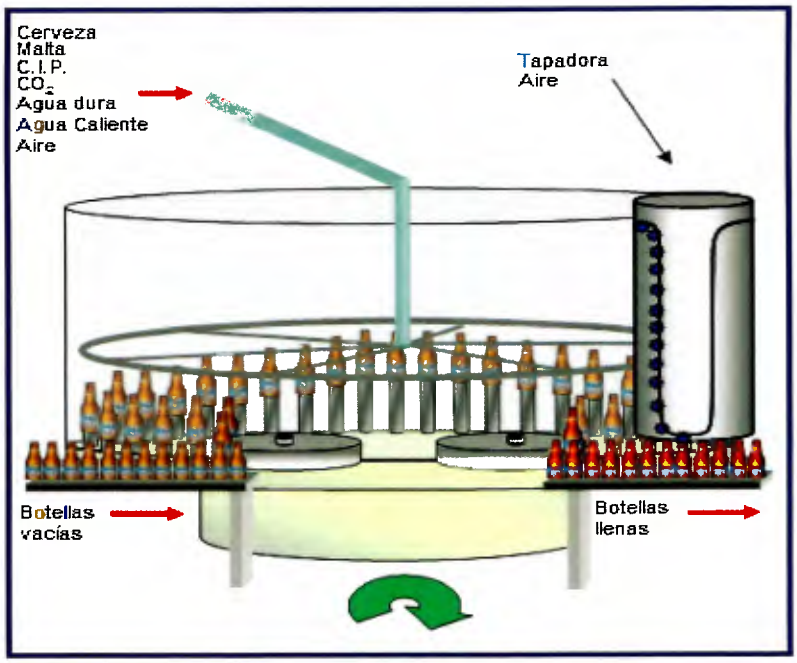


Figura C5: Llenadora de botellas

Fuente: Empresas Polar (2015)

g) Codificado: los codificadores videojet se encargan de codificar los productos que salen a la venta, tiene información importante que en caso de alguna inconformidad detectada por el Laboratorio de Calidad de Envasado o algún reclamo recibido del cliente, se puede apartar la producción o hacer un estudio de trazabilidad para determinar el motivo por el cual el producto salió defectuoso.

h) Inspección de botellas llenas: el inspector de botellas llenas verifica que las botellas tengan el volumen de líquido adecuado y exista la presencia de tapa.

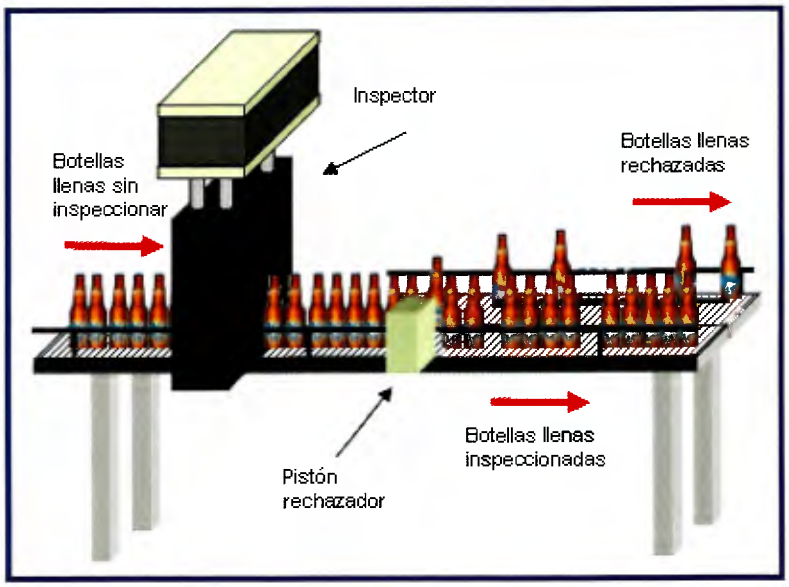


Figura C6: Inspector de Lleno

Fuente: Empresas Polar (2015)

i) Pasteurización: la pasteurización se realiza con el fin de eliminar todos los microrganismos capaces de acelerar la oxidación de cerveza o malta y así mantener el sabor del producto en su forma original, al menos durante seis primeros meses. En esta máquina se eleva la temperatura gradualmente mediante duchas consecutivas de agua caliente hasta alcanzar un punto máximo de 60°C y permanecer durante un tiempo predeterminado que depende del producto a ser envasado. El pasteurizador está compuesto por tanques de agua a diferentes temperaturas. De cada uno de ellos se bombea el agua de manera independiente a los rociadores.

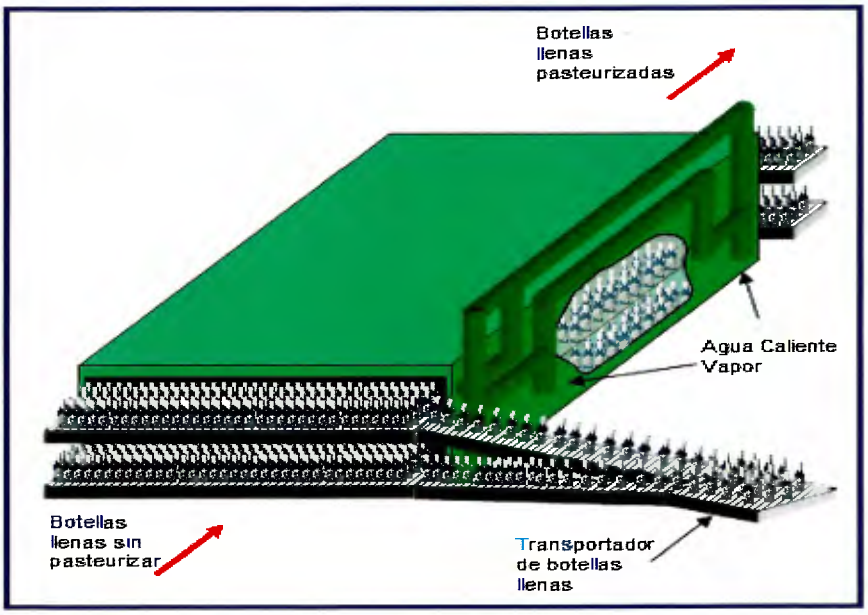


Figura C7: Pasteurizador

Fuente: Empresas Polar (2015)

j) Embalaje: la Embaladora se basa en el mismo funcionamiento del desembalador pero en sentido inverso. Esta máquina posee dos vías de entrada una para botellas llenas y otra para cajas vacías y una de salida de botellas embaladas dentro de sus respectivas cajas. Las botellas provenientes del Pasteurizador se ordenan a lo largo del movimiento de transportadores, mediante un mecanismo agrupador de manera que puedan ser agarradas por los chupones del Embalador. Los chupones de los cabezales levantan las botellas y las depositan en las cajas en forma sincronizada. De este modo, está listo para ser paletizado y para su despacho posterior.

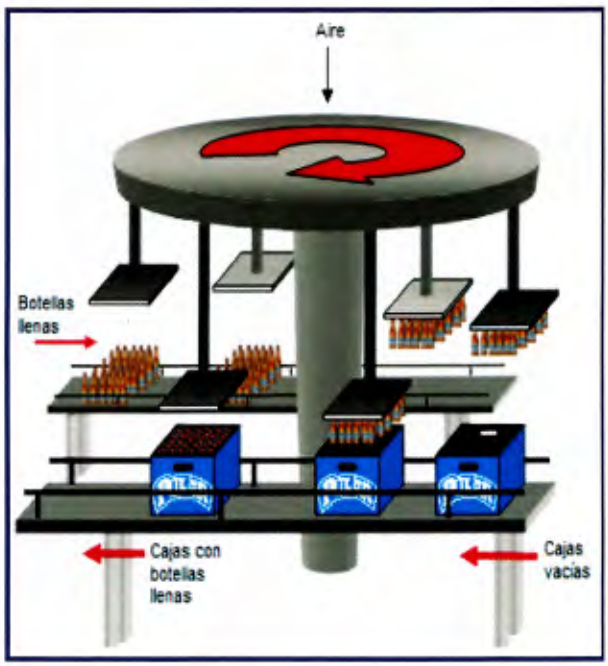


Figura C8: Embalador de botellas retornables
Fuente: Empresas Polar (2015)

k) Transporte entre el embalaje y el paletizado: en esta etapa del proceso denominada "vía de lleno" las cajas que contienen botellas vacías son transportadas por medio de diferentes transportadores como lo son el tipo de cadena agrícola, de correa, rodillos vivos (live-roll) y de rodillos libres, el uso de estos transportadores varia a lo largo de la vi de lleno, en el caso que se requiera desplazamiento de la caja sobre el transportador debido a la parada de un equipo posterior y el funcionamiento continuo del transportador se utilizaran transportadores de cadena agrícola o de rodillo libre, y en el caso que no se requiera desplazamiento de la caja sobre el transportador, como en subidas y bajadas se utilizan transportadores de correa.

l) Paletizador: apila en forma ordenada las cajas llenas mediante un control programado. La forma de apilamiento será diferente dependiendo del tamaño de la caja. Finalmente operarios con montacargas colocan las paletas en el almacén de distribución para su posterior despacho.

Línea 5

La línea 5, sigue el mismo proceso de envasado de cerveza de las líneas 1-3, a excepción de la etapa de etiquetado, por tal razón solo se explicara dicha etapa del proceso, como se evidencia a continuación:

a) Recepción de envases
b) Transporte entre el despaletizado y el desembalaje
c) Desembalaje
d) Lavado de botellas:
e) Inspección de botellas lavadas
f) Llenado de botellas: la llenadora de esta línea es del modelo barométrico, al igual que las líneas 2-3.
g) Codificado
h) Inspección de botellas llenas
i) Pasteurizado de producto envasado
j) Etiquetado: la etiquetadora es un equipo automatizado, recibe las botellas desde el pasteurizador y las identifica con el logo y el tipo de producto de marca Polar.
k) Embalaje
l) Transporte entre el embalaje y el paletizado
m) Paletizador

Línea 9 (barriles)

a) Recepción de barriles: al llegar al sitio de descarga, las paletas de barriles (grupo de 9 barriles) son colocadas en su lugar de almacenamiento hasta el momento en que son requeridos para envasado, en ese instante el montacargas traslada los barriles vacíos desde el almacén hasta las despaletizadoras manuales (operador).

b) Desembalaje de barriles: el operador se encarga de colocar los barriles con la tapa (espadín) hacia abajo en la vía (bandas transportadoras) que conduce hacia las llenadoras.

c) Lavado interno automatizado de barriles: al llegar los barriles a la estación de lavado interno, el sistema le inyecta internamente agua caliente, aire, vapor y soda.

d) Pasteurizado de producto sin envasar: se pasteuriza el producto fuera del envase, ya que el tipo de envases que se utilizan en estas líneas de producción no son adecuados para un pasteurizador tipo túnel. El pasteurizador flash está formado por un intercambiador de calor para precalentar el producto, otro intercambiador de calentamiento (Super Heat) donde se alcanza la temperatura más alta con agua caliente obtenida desde otro intercambiador con vapor, un recorrido a temperatura constante donde ocurre la pasteurización, luego es necesario enfriar el producto ya que el llenado no se puede realizar en caliente porque se genera mucha espuma, para el primer enfriamiento del producto se aprovecha el producto que viene frío desde los tanques de gobierno pasándolos por el mismo intercambiador y finalmente se enfría hasta una temperatura de 5°C con alcohol.

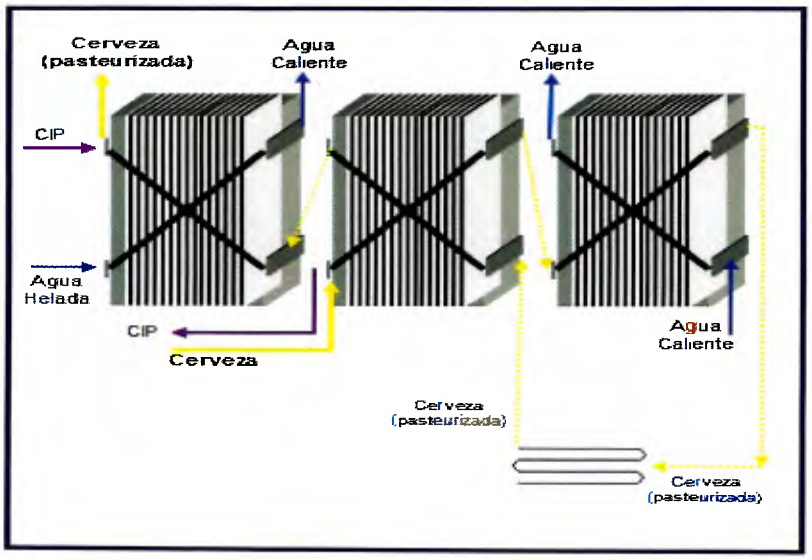


Figura C9: Paster Flash

Fuente: Empresas Polar (2015)

e) Tanque de cerveza pasteurizada (tanque buffer): una vez pasteurizada la cerveza automáticamente se abre la válvula de entrada de cerveza al tanque buffer. Al alcanzar el

tanque buffer un volumen de 36 hL, automáticamente se cierra la válvula de entrada de cerveza al pasteurizador y se activa la válvula de agua °plato; el tanque buffer es el encargado de enviar cerveza pasteurizada a las llenadoras. Cuando el tanque buffer llega a 16 hL se le debe ordenar al sistema abrir la válvula de entrada de cerveza al pasteurizador para repetir el proceso durante el llenado de barriles, esto debido a que no se cuenta con un lazo de control que ordene al sistema abrir esta válvula al alcanzar el tanque un nivel bajo.

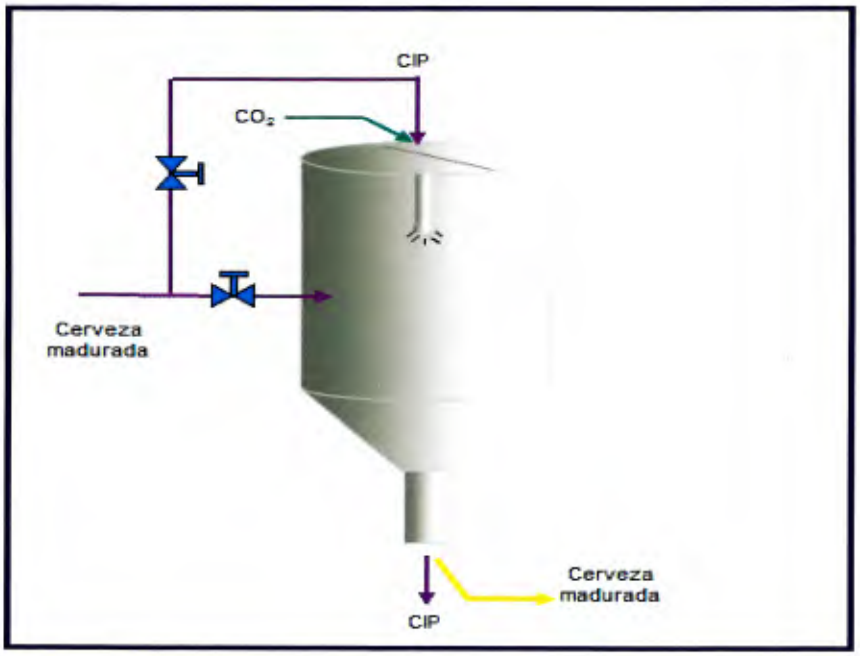


Figura C10: Tanque Buffer

Fuente: Empresas Polar (2015)

f) Suministro de barriles a las vías de transporte hacia las llenadoras: al salir de la lavadora, el sistema controlador se encarga de surtir los barriles a cada una de las cuatro líneas de lavado interno – llenado; verifica la disponibilidad de las líneas y asegura que en cada una se tengan barriles disponibles sin causar una congestión de barriles vacíos. El control de entrada se realiza mediante un pistón neumático.

g) Lavado externo de los barriles: los barriles se introducen en la lavadora, donde se agrupan en camadas de siete, los lava y esteriliza externamente mediante vapor a presión y una serie de inyectores con agua caliente para hacer el efecto mecánico de limpieza.

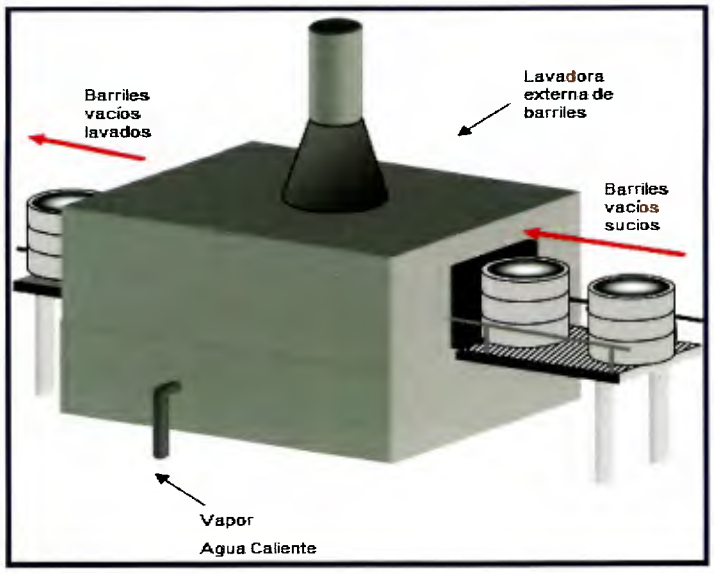


Figura C11: Lavadora externa de barriles

Fuente: Empresas Polar (2015)

h) Llenadora de Barriles: la vía de la llenadora de barriles posee un sistema de lavado interno y llenado, por cuatro vías simultáneas, los barriles realizan este recorrido con la tapa hacia abajo, porque internamente poseen un cilindro desde la tapa hasta el fondo. Para lavarlos internamente a los barriles se les inyecta agua caliente, aire, vapor y soda, luego el barril avanza y pasa a la etapa de llenado donde se esteriliza con vapor, se le hace vacío y se presuriza con dióxido de carbono, se llena con cerveza previamente pasteurizada en el paster flash. Al salir de la llenadora los barriles llegan a la balanza que les verifica el peso para garantizar un llenado correcto, si el peso está por debajo de la norma el martillo rechazador empuja en barril hacía la vía de barriles no conformes.

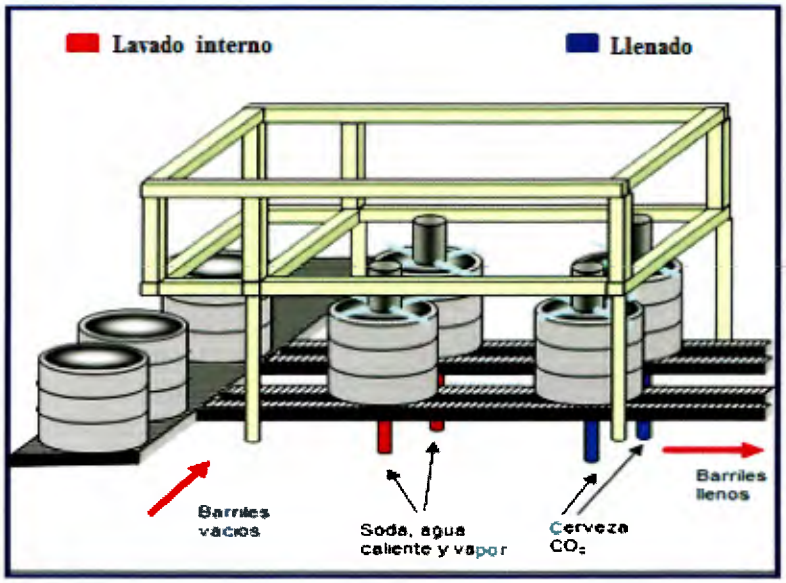


Figura C12: Llenadora de barriles

Fuente: Empresas Polar (2015)

i) Inspección de lleno (balanza): después de llenarse, los barriles siguen el recorrido en las bandas transportadoras hasta llegar a la balanza que les verifica el peso. El sistema de control se encarga de verificar que el barril tenga el peso correcto para poder seguir al proceso de codificación. De no tener el peso correcto, el sistema se encarga de rechazar el barril a la zona de barriles rechazados por medio de un pistón neumático; los barriles rechazados son vaciados, chequeados y si se encuentran en buen estado son reinsertados al inicio del proceso de envasado.

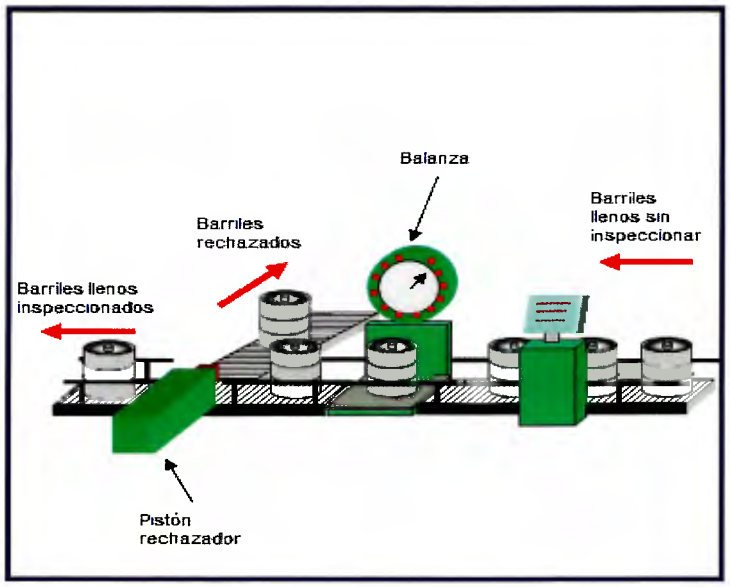


Figura C13: Rechazador de Barriles

Fuente: Empresas Polar (2015)

j) Volteado de barriles: los barriles con peso adecuado siguen al volteador, equipo que como su nombre lo indica, voltea los barriles para que queden con la tapa (espadín) hacia arriba.

k) Codificación (etiquetado): al salir del volteador el operario retira la etiqueta de codificación que trae el barril y le coloca una nueva que indica la fecha de consumo preferible. Una vez etiquetado, el operario le coloca al barril un precinto plástico sobre la tapa o espadín. Este precinto mantiene la higiene y limpieza de la tapa durante el transporte a los territorios comerciales y sólo se le retira cuando llega al establecimiento del cliente.

l) Transporte de los barriles llenos hacia almacenamiento: Luego de ser etiquetado y tapado el barril, sigue por las bandas transportadoras hasta la cava de almacenamiento de producto terminado, en el que se conserva a una temperatura de aproximadamente 20°C hasta ser despachado para su consumo.

C.2- Etapas del proceso de envasado de producto en botellas no retornables

Línea 6

El proceso que se lleva a cabo en la línea 6 se asemeja bastante al proceso de envasado que sigue la línea 5, las diferencias radican en que en la línea 6 cuenta con un agrupador de botellas Six Pack y el lavado de botellas se realiza mediante inyección de agua suave y el embalado de las botellas, por tal razón solo se explicaran dichas etapa del proceso, como se evidencia a continuación:

a) Recepción de botellas nuevas
b) Lavado: La lavadora de botellas no retornables o Rinser, lava las botellas mediante inyección de *Agua Suave* a alta presión. Se trata de botellas nuevas, que el fabricante entrega limpias, en paletas protegidas con material plástico y que serán utilizadas una sola vez, por esta razón en este lavado no se utiliza soda ni detergente. Luego de aproximadamente 30 segundos en el interior de la lavadora las botellas salen limpias, vacías y listas para el llenado.

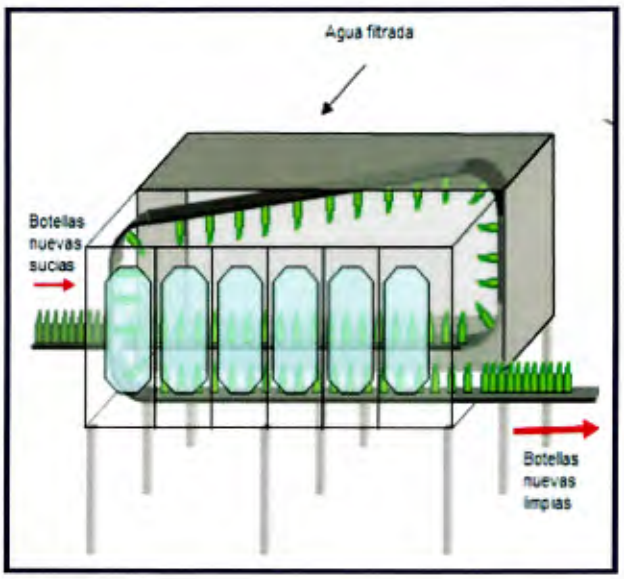


Figura C 14: Lavadora de botellas no retornables (Rinser)

Fuente: Empresas Polar (2015)

c) Llenado
d) Codificado
e) Pasteurizado
f) Etiquetado
g) Inspección de lleno
h) Agrupado de botellas: La línea 6 de botellas no retornables posee un equipo que permite agrupar las botellas en presentación six-pack, para ello se utiliza un cartón especial con dobleces que la máquina se encarga de armar y agrupar las botellas.

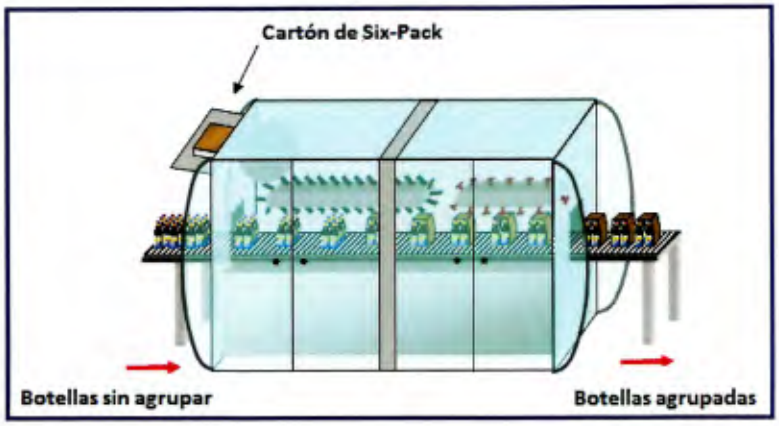


Figura C15: Agrupador Six Pack

Fuente: Empresas Polar (2015)

i) Embalado: el equipo embalador puede trabajar con varias presentaciones del producto, puede agrupar 12 o 24 botellas, los coloca en bandejas de cartón y las envuelve con un plástico termoencogible.
j) Paletizado

Línea 7

A continuación se mencionan las etapas del proceso de envasado de la línea 7, pero solo se explicaran las etapas del proceso que difiere de la línea 6:

a) Recepción de envases

b) Inspección por succión: A la salida del despaletizador de latas, las latas son transportadas en una transportadora hasta el equipo que succiona las latas por aire y cuando las mismas tienen alguna abolladura en el cuerpo cae en una bolsa, las latas en buen estado son succionadas y luego se colocan sobre la vía transportadora por aire vía hacia la lavadora iónica.

c) Lavado: A través de las vías transportadoras de envases vacíos, al salir del despaletizador, las latas llegan a la lavadora iónica, que rocía con aire estéril ionizado positivamente, con el que extrae cualquier partícula negativa de polvo o contaminante. Estas latas vienen previamente esterilizadas y con un barniz protector interno, no requieren un lavado profundo. Las latas absolutamente limpias, vacías y microbiológicamente aptas continúan su camino hacia el codificador de latas.

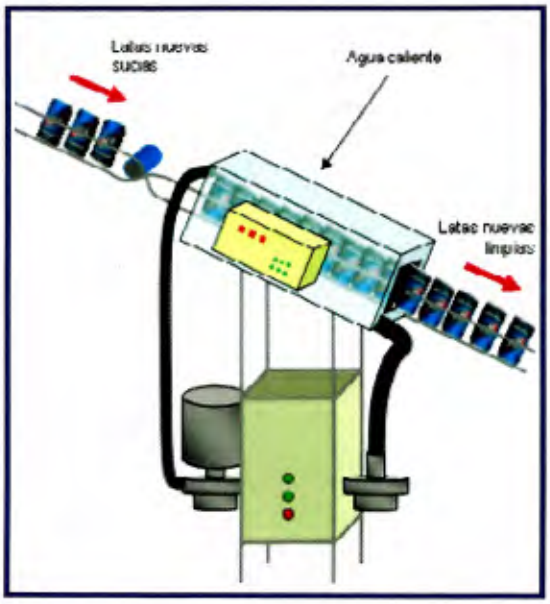


Figura C16: Lavadora Iónica de Latas

Fuente: Empresas Polar (2015)

d) Codificado

e) Llenado: en la etapa de llenado de esta línea se utiliza la llenadora Volumétrica por flujo, donde el proceso de llenado es controlado de forma electroneumática por un ordenador, la

apertura y el cierre de válvulas, el caudalímetro determina la cantidad de producto que debe llenarse, después de alcanzarse el volumen especificado el ordenador detiene el proceso de llenado. El desplazamiento de oxígeno en la botella se realiza con dióxido de carbono y se presuriza para realizar el llenado (en el caso de la malta se puede utilizar aire para presurizar). Para cada elemento envasador se encuentra instalado un flujometro en la línea conectora entre la caldera anular y el anillo distribuidor para medir el caudal. Al final de llenado y previo al tapado se hace un soplado de CO2 en lugar de inyección de agua descarbonatada (HDE) sólo para la cerveza.

La estructura principal de esta llenadora se explica a continuación:

- Calderín: Tanque circular de acero inoxidable que internamente almacena el producto a envasar y el dióxido de carbono/aire.
- Control de la máquina: El sistema de control de la máquina abre o cierra los circuitos de gas y otros medios de acuerdo con la etapa del proceso, la válvula reguladora de la tubería de producto regula el nivel de líquido en el calderín.
- Válvula de llenado: En las carcasas de la válvula y en la parte superior de las mismas se encuentran canales para el producto a envasar, gas de presurización y retorno, gas de lavado y de despresurización, así como también los tubos de llenado.
- Válvula de limpieza: El sistema de control abre y cierra los circuitos de gas y otros medios en sectores fijos predeterminados que están referidos al círculo que describe la válvula durante un giro de máquina, también prepara las válvulas de limpieza en la parte superior de la llenadora para efectuar la limpieza.
- Tulipas: La tulipa se eleva mediante una varilla de elevación cuyos movimientos de ascenso y descenso se realizan por medio de rodillos plásticos y una guía curva.
- Tapadora: Esta tapadora realiza un proceso de deformado del metal, que consta fundamentalmente de dos operaciones, primera operación de cerrado, donde el cierre se enrolla de manera suave al ala de fondo sobre la pestaña del cuerpo de la lata, al mismo tiempo también se dobla esta última formando unos ganchos muy delgados.
- La segunda operación de cerrado consiste en comprimir las cinco capas de metal (dos del cuerpo y tres del fondo) para dar lugar a una costura hermética.

f) Inspección de lleno

g) Pasteurizado

h) Agrupador: La línea 7 de latas, posee un equipo que permite agrupar las latas en presentación six-pack, para ello se utiliza un plástico especial con orificios que la máquina se encarga de agrupar las latas y cortar el plástico.

i) Embalado

j) Paletizador

Línea 8

a) Recepción de envases: el equipo para soplado de preformas PET está instalado en Planta Los Cortijos para la elaboración de los envases de plástico para Maltín de 1,5 L. El proveedor es el encargado de la operación de esta máquina, que realiza el soplado con aire de un tubo llamado preforma a alta temperatura, en un molde del cual toma la forma final el polímero.

Figura C17: Botella PET

Fuente: Empresas Polar (2015)

b) Lavado: el lavado de las botellas PET, sigue el principio del lavado de las botellas en la línea 7 (Lavadora Rinser).

c) Pasteurizado de producto sin envasar: similar al pasteurizado de producto en la línea de Barriles.

d) Llenadora: el proceso de llenado es el mismo que el explicado en la línea 7 (Latas), en lo único que difieren es en alguno de los componentes de la estructura, los cuales se explican a continuación:

- *Control de la máquina:* El mando electroneumático controla la entrada de gas de presurización (dióxido de carbono u aire) y de líquido.
- *Porta-envases:* La botella es levantada por un porta-envases o dispositivo de sujeción por el cuello a la válvula de llenado.
- *Válvula de llenado:* El control de la máquina inicia el llenado y finaliza cuando la cantidad de líquido programada ha pasado por el conducto, entonces el medidor de caudal transmite una señal al mando de la máquina para que cierre la válvula de llenado mediante el cilindro neumático de mando.
- *Medidor de caudal:* Montado de forma vertical debajo del depósito anular se encuentra el medidor de caudal inductivo, que mide la cantidad del producto que pasa por el conducto aprovechando su conductividad.
- *Válvula de limpieza:* Después del llenado, fluye agua caliente o la solución limpiadora para efectuar la limpieza a través del conducto de producto del depósito anular.
- *Tapadora:* El tubo giratorio está unido a través del rodamiento de bolas con la mesa tapadora. El tubo es accionado a través de la rueda dentada, el movimiento giratorio es transferido a través de los árboles de la parte inferior y superior de la tapadora.

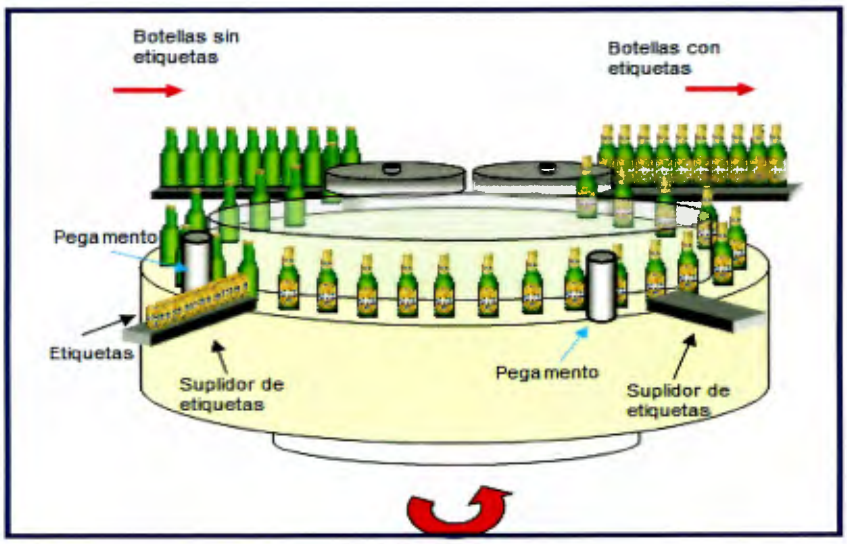


Figura C18: Etiquetadora de botellas

Fuente: Empresas Polar (2015)

e) Inspector
f) Codificador
g) Pasteurizado de producto envasado
h) Etiquetador

} Similar a las etapas de la línea 6

i) Inspector
j) Embalador
k) Paletizador

} Similar a las etapas de la línea 6

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

N°	Área	Proceso de envasado de Cerveza no retornable	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Operación Inspección
1	Inspección de Bulk	Operador inspecciona que el Bulk, este en buenas condiciones.	○	⇨	□	D	▽	■
2	Vías de transporte	Se transportan el Bulk hacia el despaletizador.	○	➡	□	D	▽	◘
3	Vías de transporte	Al mismo tiempo las botellas son transportadas a la lavadora.	○	➡	□	D	▽	◘
4	Lavado	Las botellas son lavadas con agua suave a alta presión (línea 6 y 8) o aire estéril ionizado positivamente (línea8).	●	⇨	□	D	▽	◘
5	Pasteurizado de producto sin envasar (línea 8)	Se pasteuriza el producto antes de enviarse a la llenadora.	●	⇨	□	D	▽	◘
6	Vías de transporte	Se transportan las botellas lavadas hacia la llenadora	○	➡	□	D	▽	◘
7	Llenado	Llenadoras llenan los envases con la cerveza	●	⇨	□	D	▽	◘
8	Tapado	Maquinas tapadoras tapan los envases llenos.	●	⇨	□	D	▽	◘
9	Vías de transporte	Se transportan las botellas llenas hacia la codificadora.	○	➡	□	D	▽	◘
10	Codificado	El equipo Videojet codifica las botellas llenas.	●	⇨	□	D	▽	◘
11	Inspección de envases llenos	Inspectores inspeccionan y rechazan aquellos envases mal tapados o mal llenos.	○	⇨	□	D	▽	■
12	Inspección de envases llenos	Se destapan los envases mal lleno y se les derrama el líquido al igual que los envases mal tapados.	●	⇨	□	D	▽	◘
13	Inspección de envases llenos	Los envases llenos con defectos no detectados por los inspectores son destruidos en el carro para desperdicios	●	⇨	□	D	▽	◘
14	Inspección de envases llenos	Los envases mal tapados y llenos sin defectos son almacenados para reprocesar	○	⇨	□	D	▼	◘
15	Vías de transporte	Se transportan los envases llenos al pasteurizador	○	➡	□	D	▽	◘

... Continuación ...

16	Pasteurización	Se pasteurizan los envases llenos por 40 min para destruir microorganismos y alargar la duración del producto	●	⇨	□	D	▽	◘
17	Vías de transporte	Se transportan los envases pasteurizados a los embaladores	○	➡	□	D	▽	◘
18	Agrupador	Los distintos modelos de agrupadores, agrupan los envases	●	⇨	□	D	▽	◘
19	Vías de transporte	Se transportan los envases agrupados a los embaladores	○	➡	□	D	▽	◘
20	Embalaje	Embaladores colocan los envases llenos en las cajas que provienen del volteador de cajas	●	⇨	□	D	▽	◘
21	Inspección de lleno	Maquina inspecciona y rechaza los vacíos llenos con defectos, el operador de la embaladora los devuelve a la línea después de arreglarlos	○	⇨	□	D	▽	■
22	Inspección de lleno	El operador de la embaladora devuelve a la línea los vacíos después de arreglarlos	●	⇨	□	D	▽	◘
23	Vías de transporte	Se transportan los vacíos llenos hacia los paletizadores que armarán las paletas	○	⇨	□	D	▼	◘

Figura C19: Diagrama de Proceso "Envasado de productos retornables". Líneas 6-8

Diseño: Propia del investigador (2015)

N°	Área	Proceso de envasado de Cerveza En Barriles	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Operación Inspección
1	Inspección de vacíos	El operador encargado de despaletizar asegurar de que los barriles no tengan tapas u otros materiales.	○	⇨	■	D	▽	◘
2	Desembalaje	El operador coloca los barriles boca abajo en la vía de entrada a la lavadora externa.	●	⇨	□	D	▽	◘
4	Vías de transporte	Se transportan los barriles vacíos hacia la llenadora.	○	➡	□	D	▽	◘
5	Lavado externo	Los barriles son lavado externamente con soda caustica y agua para esterilizarlas	●	⇨	□	D	▽	◘
6	Vías de transporte	Se transportan los barriles lavados hacia la llenadora	○	➡	□	D	▽	◘
7	Lavado interno	Los barriles son lavados internamente con soda, vapor y agua caliente.	●	⇨	□	D	▽	◘
9	Pasteurización	Se pasteuriza la cerveza para destruir microorganismos y alargar la duración del producto	●	⇨	□	D	▽	◘
10	Llenado de Tanque Buffer	La cerveza se almacena en el tanque buffer	○	⇨	□	D	▼	◘
11	Llenado	Llenadoras llenan los barriles con la cerveza	●	⇨	□	D	▽	◘
12	Vías de Transporte	Se transportan los barriles hacia la balanza.	●	⇨	□	D	▽	◘
13	Inspección de envases llenos	Los barriles son pesados por la balanza y rechaza aquellos barriles mal lleno.	○	⇨	□	D	▽	■
16	Vías de transporte	Se transportan los envases llenos al volteador de barriles	○	➡	□	D	▽	◘
17	Volteador de barriles	Los barriles son volteados y se les rocía agua caliente.	●	⇨	□	D	▽	◘
18	Vías de transporte	Se transportan los barriles hacia la estación de tapado y etiquetado.	○	➡	□	D	▽	◘
20	Inspección de barril	El operador encargado del etiquetado asegura que el barril este en buen estado, sin fugas ni perforaciones, corrige el defecto o devuelve el saca el barril dañado.	○	⇨	■	D	▽	◘
19	Tapado y etiquetado	El operador tapa y etiqueta los barriles	●	⇨	□	D	▽	◘

... Continuación ...

21	Etiquetado	Embaladores colocan los envases llenos en las cajas que provienen del volteador de cajas.	●	⇨	□	⊃	▽	◘
22	Vías de transporte	Se transportan los vacíos llenos hacia los paletizadores que armarán las paletas.	○	⇨	□	⊃	▼	◘

Figura C20: Diagrama de Proceso "Envasado de productos en Barriles"

Diseño: Propia del investigador (2015)

A continuación se ilustran los diagramas de recorrido, que se realizaron con el fin de recopilar la información antes expuesta (Ver figuras C21-C27).

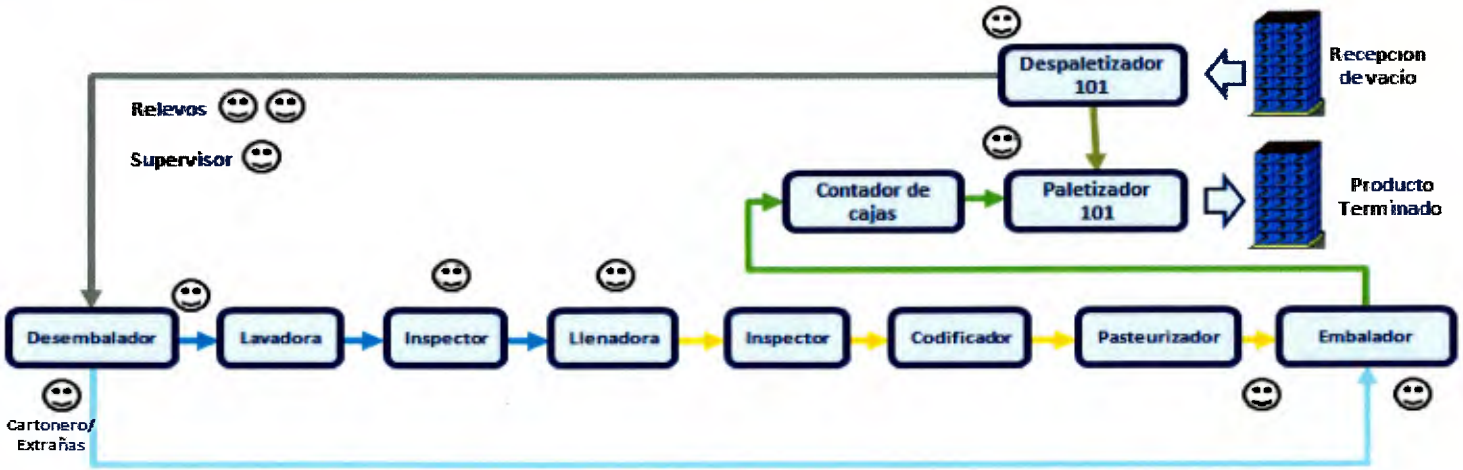


Figura C21: Recorrido Línea 1

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de vacío
- Vía de Plástico
- Personal
- Vía de Paletas
- Vía de Botellas llenas
- Vía de Botellas vacías
- Vía de Cajas llenas

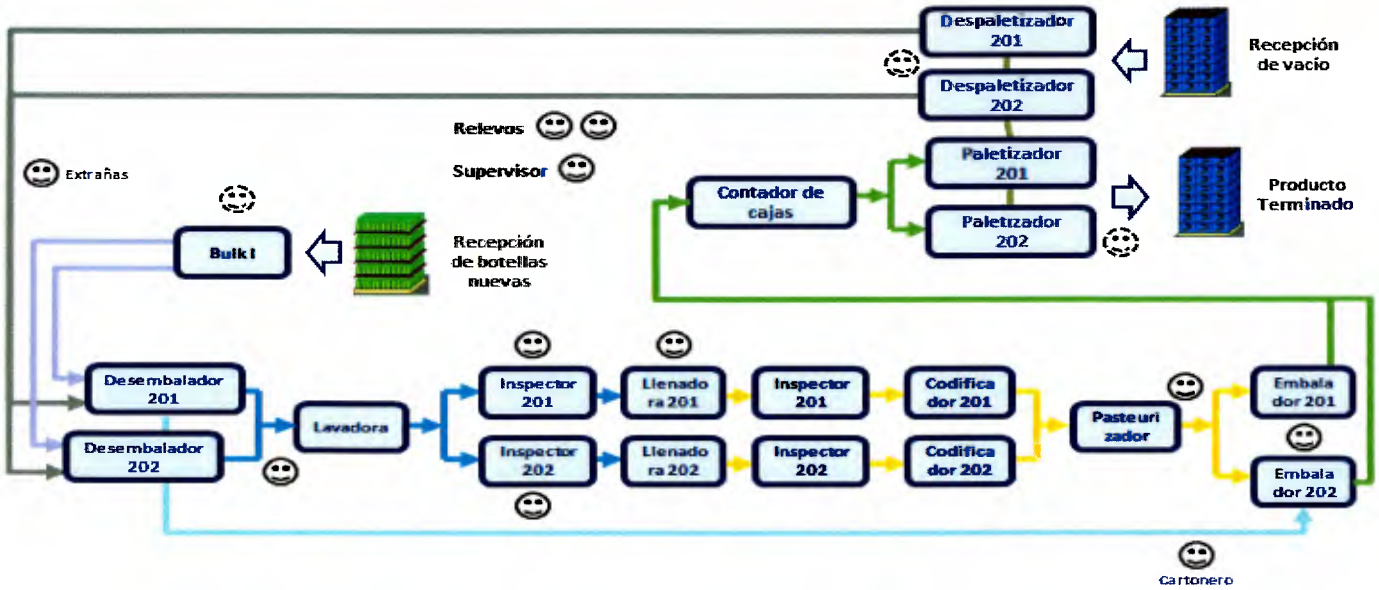


Figura C22: Recorrido línea 2

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de vacío
- Vía de Botellas llenas
- Personal no exclusivo de esta línea
- Vía de Paletas
- Vía de Cajas llenas
- Personal
- Vía de Botellas vacías
- Vía de Botellas nuevas
- Vía de Plástico

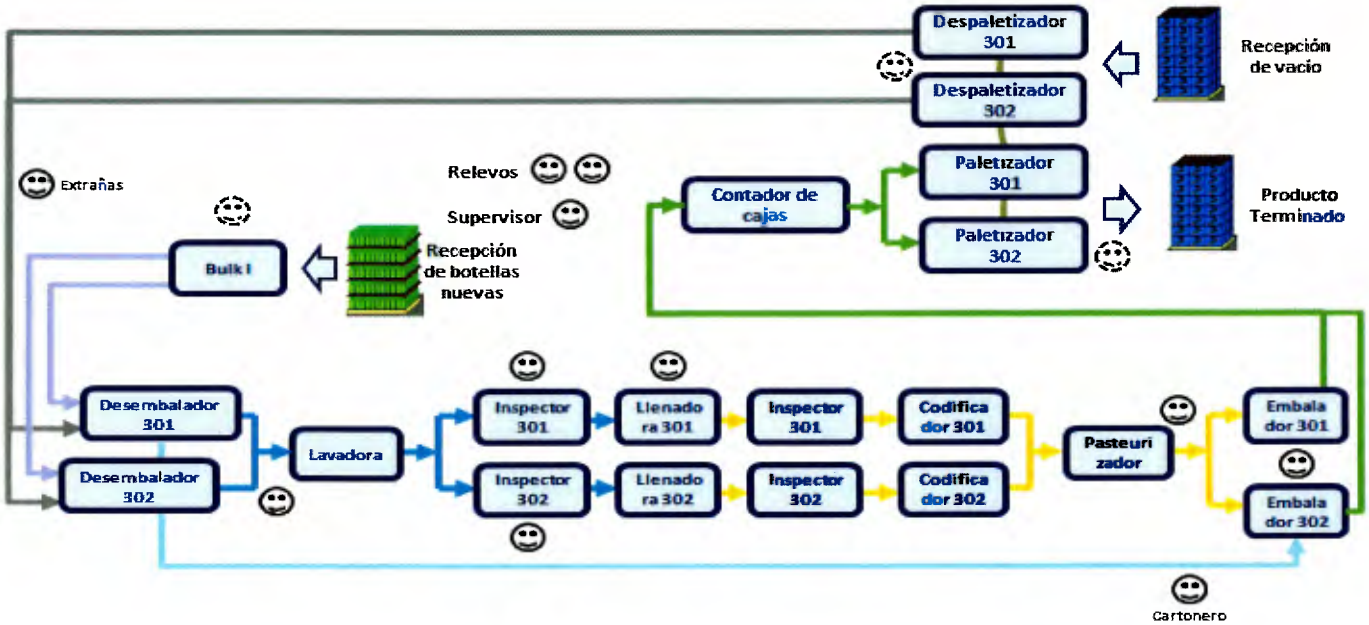


Figura C23: Recorrido línea 3

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de vacío
- Vía de Plástico
- Personal
- Vía de Paletas
- Vía de Botellas llenas
- Personal no exclusivo de esta línea
- Vía de Botellas vacías
- Vía de Cajas llenas

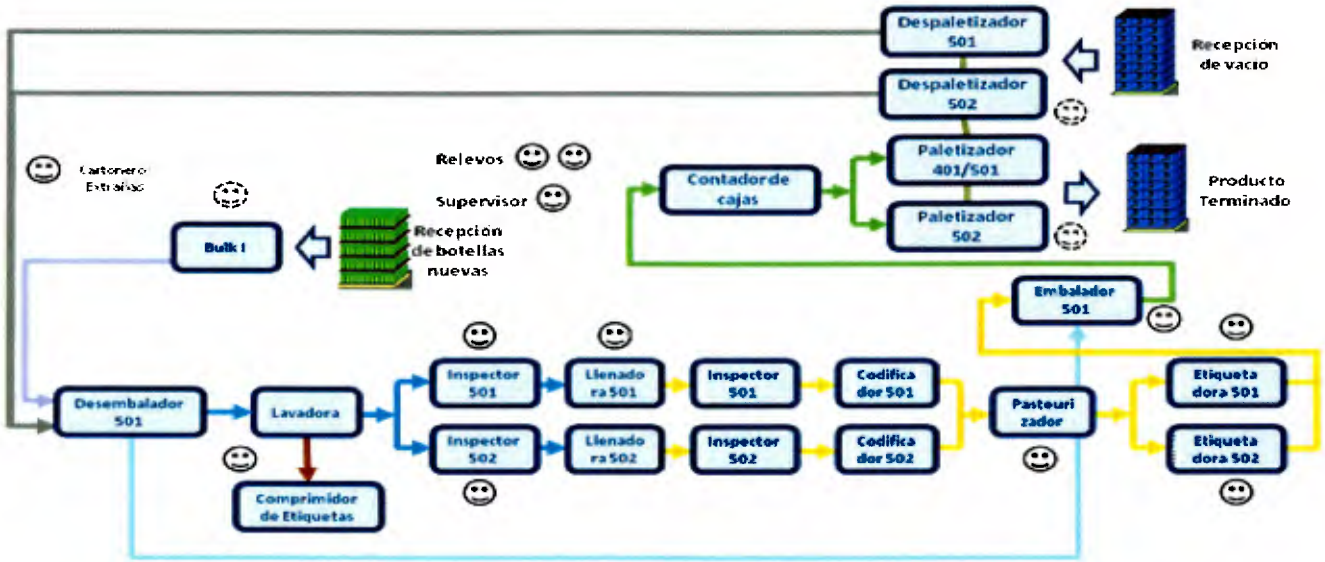


Figura C24. Recorrido Línea 5

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de vacío
- Vía de Botellas llenas
- Personal
- Vía de Paletas
- Vía de etiquetas (desecho)
- Personal no exclusivo de esta línea
- Vía de Botellas vacías
- Vía de Cajas llenas
- Vía de Plástico
- Vía de Botellas nuevas

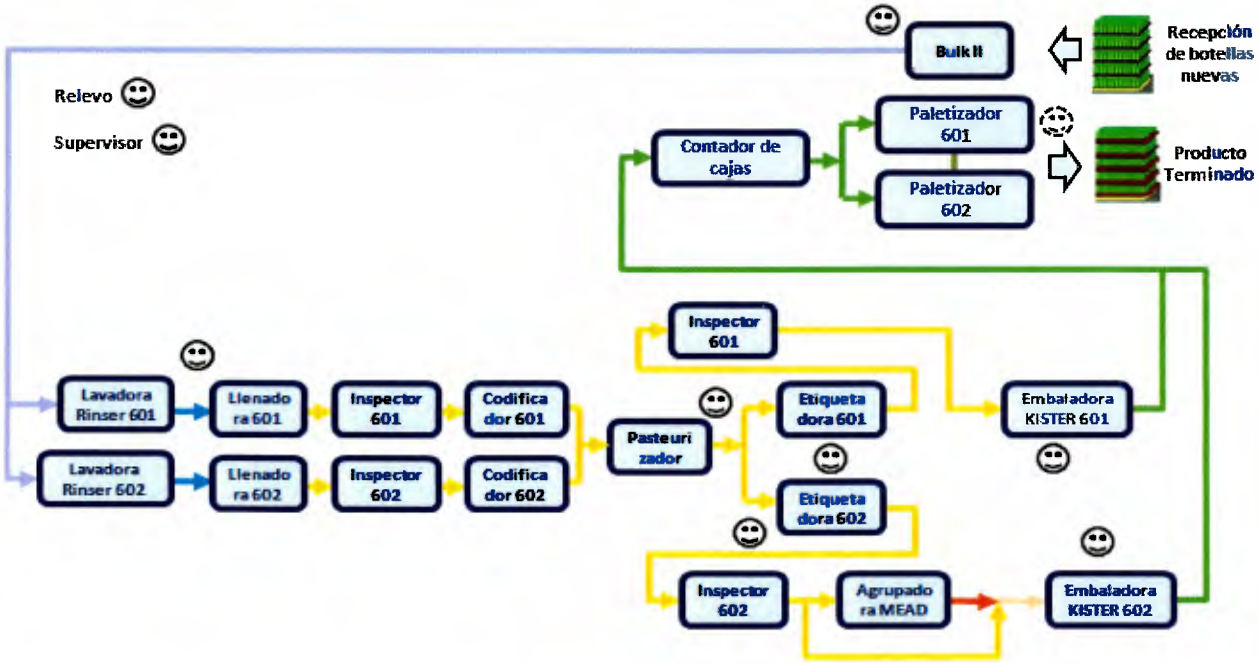


Figura C25: Recorrido Línea 6

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de Botellas vacías
- Vía de Six Pack / Botellas Nuevas
- Personal
- Vía de Botellas llenas
- Vía de Cajas llenas
- Personal no exclusivo de esta línea
- Vía de Six Pack
- Vía de Botellas nuevas

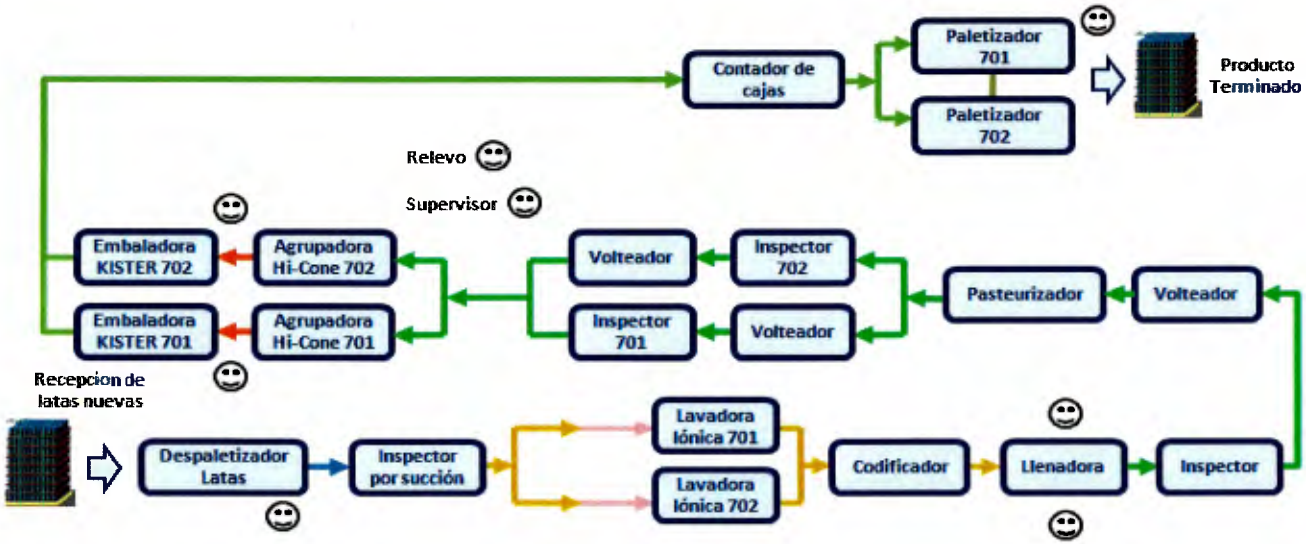


Figura C26: Recorrido línea 7

Diseño: Propio del investigador (2015)

Leyenda:

- Vía de Latas vacías (correa transportadora)
- Vía de Cajas llenas
- Vía de Latas vacías (aire)
- Personal
- Vía de Latas vacías (bandas sujetadoras)
- Vía de Six Pack
- Vía de Latas llenas (correa transportadora)

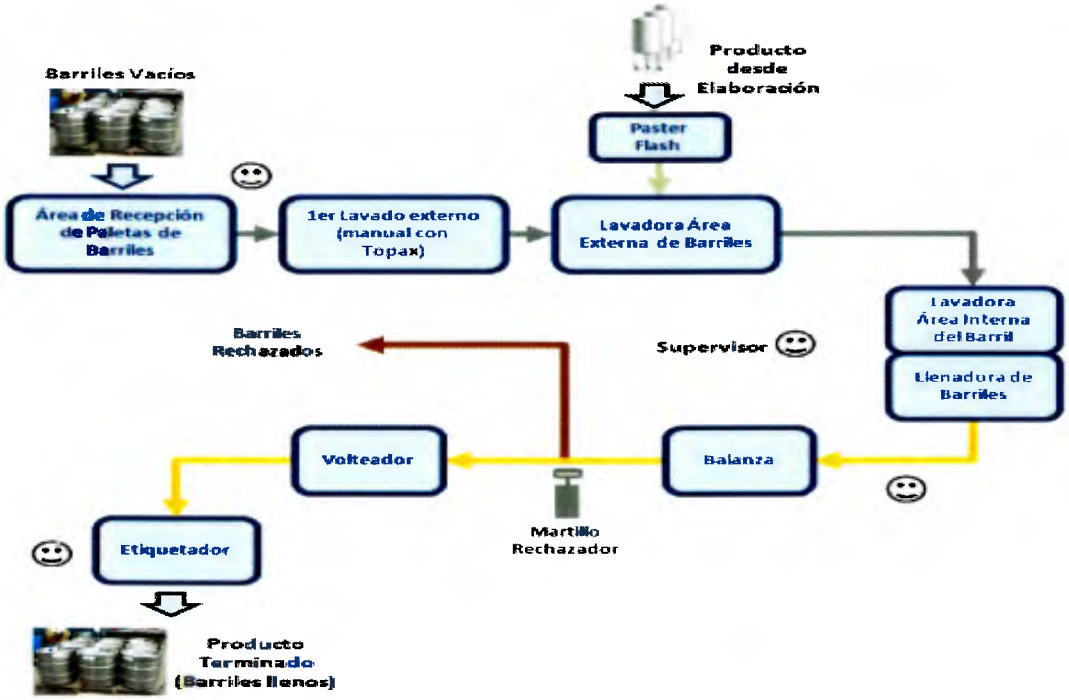


Figura C27. Recorrido línea Barriles

Diseño: Propio del investigador (2015)

Los diagramas fueron desarrollados en detalles por el investigador, a fin de visualizar mejor el proceso productivo a fin de detectar las fuentes de merma de producto que generan en las líneas de producción objeto de estudio.

ANEXO D

Calculo de número de Reynolds

Calculo de número de Reynolds

Para identificar las fuentes de merma en la tubería principal fue necesario calcular el número de Reynolds (Ver Ec.3.2) de cada producto por línea. Para tal efecto se deben conocer los siguientes valores:

- d: diámetro interno de la tubería (m).
- v: velocidad (m/s).
- ρ: densidad (kg/m3).
- μ: viscosidad dinámica (kg/m.s).

Los especialistas comentan que la densidad de la cerveza es muy similar a la del agua por lo que se utilizó el Diagrama de Viscosidad Dinámica Vs Temperatura (ver Figura D1), para obtener dicho valor, utilizado como fluido el agua y temperatura 2°C.

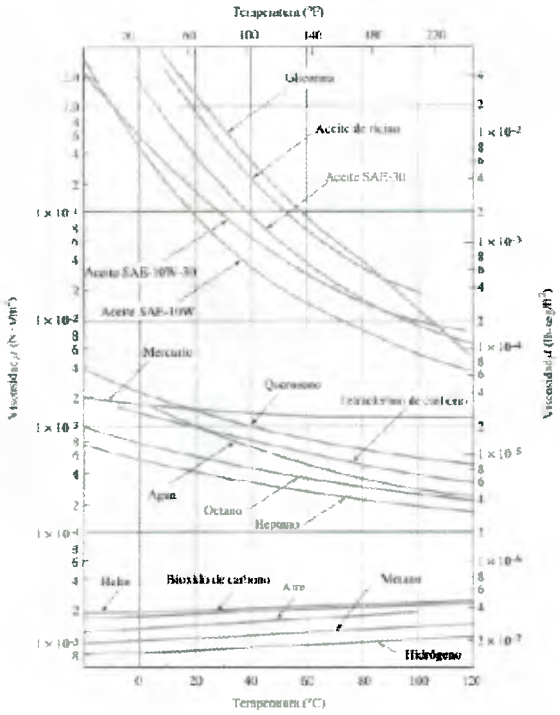


Figura D1: Diagrama de Viscosidad dinámica vs Temperatura

Fuente: http://www.uclm.es/area/amf/gonzalo/IngFluidos.html (2015)

Finalmente en la tabla D1, se recopilan los datos de densidad y viscosidad dinámica.

Producto	Ice	Light	Pilsen	Solera Light
Densidad (kg/m3)	1003	1002	1004	998
Viscosidad dinámica (m/s)	$1{,}005 \times 10^{-3}$			

Tabla D1: Densidad de productos que se envasan en las líneas objetos de estudio
Fuente: Empresas Polar (2015)

Para el cálculo de velocidad, fue necesario incurrir a los planos de las tuberías y líneas, con el fin de obtener datos necesarios para dicho cálculo y posteriores cálculos necesarios en la investigación, como se evidencia en la siguiente tabla D2:

Línea	Capacidad del calderín (L)	Número de Válvulas	Caudal Tubería central (L/s)	Diámetro de la tubería (cm)	Longitud de La Tubería desde sala Bomba (m)
1	495	120	12,1	10	31
2	485	132		10	45
3	485	132		10	61
4	328	88		10	67
5	328	88		10	81
6	328	88		10	116
7	583	144		10	128
8 (PET)	418	80		10	242
9 (Barriles)	40000	4		8	222

Tabla D2: Datos de líneas y tuberías

Fuente: Diagrama de instrumentación y tuberías, Empresas Polar (2015)

A partir de los datos expresados en la tabla y despejando de la ecuación del caudal (ver Ec.4.1), la velocidad, se obtiene la siguiente ecuación:

Ec. (4.1)

$$V = \frac{Q}{A}$$

Se requiere determinar el área transversal de la tubería por donde circula el flujo con la siguiente ecuación:

Ec. (4.2)

$$A = \pi \times \frac{d^2}{4}$$

Dónde:

- A: área transversal de la tubería (m^2).
- π : Constante igual a 3,1416 (adimensional)
- d: diámetro interno de la tubería (m)

Calculo tipo: Línea 1

Ec. (4.2)

$$A = 3.1416 \times \frac{(0.1m)^2}{4} = 0.0079m^2$$

A partir del valor de área calculado se procede a realizar el cálculo de la velocidad del flujo.

Ec. (4.1)

$$V = \frac{0.0121(\frac{m^3}{s})}{0.0079m^2} = 1.532m/s$$

Finalmente con lo obtenido anteriormente y los datos representados en las tablas 5 y 6, se obtuvo el número de Reynolds, utilizando la ecuación 3.2:

Ec. (3.2)

$$Pilsen \rightarrow Re = \frac{0.0079(m2) \times 1.5316(m/s) \times 1006(kg/m3)}{1{,}005 \times 10^{-3}(kg/m.s)} = 12.111{,}76$$

Los resultados por línea se representan en la siguiente tabla D3. En la columna de Número de Reynolds se encuentra el intervalo desde el producto con menor densidad (Solera Light) hasta el de mayor densidad (Pilsen):

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

Tabla D3: Número de Reynolds por línea

Fuente: Empresas Polar (2015)

ANEXO E

Plan de Inspección y Ensayo (PIE) de Envasado

Etapa / Material	Característica de inspección	Frecuencia de inspección
Llenadora de botellas y latas	Oxígeno disuelto	1 vez/día/ llenadora y cada arranque, cambio de TG (sólo medir en una llenadora del total que estén produciendo), y después de cada corte de luz.
	Oxígeno total	
	Carbonatación	Cada arranque, cambio T.G. (Sólo medir en una llenadora del total que estén produciendo) y después de cada corte de
	Degustación	
	Extracto original	Arranque, cambio de producto/tanque, luego del CIP, desinfección y/o esterilización interna.
	Alcohol (%v/v)	Arranque, cambio de producto/tanque, luego del CIP, desinfección y/o esterilización interna.
	Extracto	Arranque y cambio de producto
	Volumen unitario (Botellas)	Una vez a la semana por llenadora y por SKU *
	Volumen promedio (Botellas)	1 vez / semana por SKU
	Nivel de llenado por plantilla	1 vez / hora por llenadora
	pH	Cada arranque después de realizar CIP
Tapado de botellas	Torque NR Unitario	1 vez / día por llenadora por formato
	Diámetro Tapado Pry off	3 veces / día por llenadora por formato
	Diámetro Tapado Twist off	
Pasteurizador de botellas y latas	Unidades de pasteurización	2 veces/día por pasteurizador y después de cada corte de luz
	Tiempo de pasteurización a 68°C	2 veces / día por pasteurizador
Producto Terminado	Degustación	1 vez / día por tren de producción
	Degustación	en cada arranque, cambio de producto (por día de producción)
Producto Terminado	Estabilidad por 12 semanas a 28°C	1 vez / semana
	Comparación 4 Plantas 5°C	1 vez / mes por producto
	Comparación 4 Plantas 5°C	1 vez / mes por producto
	Comparación 4 Plantas 28°C	

Tabla E1: Plan de Inspección y Ensayo (PIE), para las líneas 1-8

Fuentes: Empresas Polar (2015)

Etapa	Característica de inspección	Frecuencia de inspección
Llenadora de barriles	Alcohol	Cada arranque por manga y por producto
	Oxígeno disuelto	1 vez / día por manga y después de cada corte de luz y por producto
	Degustación	1 vez / día por manga y por producto

Tabla E2: Plan de Inspección y Ensayo (PIE), para las línea 9 (Barriles)

Fuentes: Empresas Polar (2015)

ANEXO F

Instrumentos de medición

Tabla F1: Tambor plástico de medición

Diseño: Propio del investigador (2015)

Tabla F2: Balanza analítica

Fuente: Empresas Polar (2015)

Tabla F3: Medidor de Oxígeno

Fuente: Empresas Polar (2015)

Tabla F4: Medidor de Alcohol y Extracto

Fuente: Empresas Polar (2015)

Tabla F5: Medidor de Alcohol y Extracto

Fuente: Empresas Polar (2015)

ANEXO G

Purga de la tubería principal de producto

Purga de la tubería principal por inicio de envasado de un producto:

Para cuantificar la merma en la tubería principal de producto, se requiere conocer cuáles de las líneas son las primeras en arrancar en la semana con los productos que se planifican, el tiempo de drenaje de producto y el caudal de la tubería principal de producto. Para tal efecto a continuación se detallan los instrumentos y técnicas de recolección de datos utilizados:

Programa de producción de envasado: se observaron más de 100 planes de producción, con el fin de determinar el patrón de planificación y los productos a envasar. Según lo observado se logra concluir que las líneas que inician la producción con los productos planificados a envasar son la línea 1 (Pilsen), Línea 5 (Solera Light y Light), Línea 8 (Maltín y Maltín Light) y Línea de Barriles (Ice)

Caudal de la tubería principal de producto: Para calcular este caudal se aplicó el método volumétrico, el cual consiste en la medición directa del tiempo que transcurre el flujo en llenar un recipiente de volumen conocido. Para dicha medición se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Tambor Plástico: El tambor de plástico tiene una ventana para la medición de líquido y un agujero para la entrada del líquido.
- Antiespumante: La presión de los puntos de purga es alta, por lo que en las mediciones se genera un alto volumen de espuma, por tal motivo antes de medir se impregnaban las paredes del tambor con una solución de antiespumante C (Silicona Medical A/F C Emulsión al 10% p/p en agua HPLC), con el fin de estabilizar el líquido más rápido y por ende el registro de la lectura.
- Cronómetro digital: se utilizó un cronometro digital, para determinar el volumen de llenado al cabo de 15 segundos.
- Manguera: se utilizó una manguera plástica, para comunicar el tambor con los puntos de purga.

Los instrumentos utilizados para la recolección de información se detallan en la sección F de anexos.

Se observó que al momento de la purga los operadores solo abren el 30% de la abertura de la válvula. Por lo que el caudal se midió bajo dicha condición.

Tiempo de purga: se cuantifico el tiempo de drenaje de producto, cronometrando el tiempo en que se observaba que empezaba a salir producto, el cual oscila entre 8 y 10 segundos.

En la siguiente tabla se recopila toda la información expuesta anteriormente:

			PRODUCTOS A ENVASAR					
Línea	Caudal Tubería central 30% apertura de la válvula (L/s)	Tiempo de drenaje de producto (s)	Pilsen	Ice	Solera Light	Light	Maltín	Maltín Light
1	3,63	8-10	X	X				
2				X			X	
3				X		X		
4			-	-	-	-	-	-
5					X	X		
6								
7 (Lata)			X			X		
8)PET)							X	X
9 (Barriles)			X	X		X		
Purga semanal (L)			36,3	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3

Tabla G1: Producto drenados semanalmente en Sala de Bomba (L)

Fuente: Plan de producción semanal, Planta Los Cortijos (2015)

ANEXO H

Número de rutinas, cambios de producto y final de producción por línea

Línea	Líneas 1,2,3,5,6,7 y barriles con Cerveza: Número de veces que se realiza rutina de limpieza (Semanal)	Líneas 2, 6 Y 7 con Malta: Número de veces que se programa rutina de limpieza (Semanal)	Línea PET con Mata: Número de veces que se programa rutina de limpieza (Semanal)	Rutinas de limpieza en la llenadora	Rutinas de limpieza en fin de producción	Total número de rutinas (Semanal)	Número de rutinas (Mensual)
Línea 1	0	0	0	1	1	2	8
Línea 2	0	1	0	1	1	3	12
Línea 3	1	0	0	1	1	3	12
Línea 5	1	0	0	1	1	3	12
Línea 6	0	1	0	0	1	2	4
Línea 7	0	0	0	1	1	2	8
Línea PET	0	0	2	0	1	3	12
Línea Barriles	0	0	0	0	4	4	16

Tabla H1: Número de rutinas, cambios de producto y final de producción por línea

Fuente: Programa de producción y rutina de limpieza, Planta Los Cortijos (2015)

A modo de resumen a continuación se ilustra una tabla con el total de numero de arranques por línea al mes:

Línea de Producción	Número de arranques (Mensual)	Motivo
1	8	Inicio de producción+ Rut 72 hrs/Cambio de producto
2	12	inicio de producción + rutina de limpieza 24 hrs + rutina 48 hrs después del arranque/cambio de producto
3	12	inicio de producción + rutina de limpieza 72 hrs + cambio de producto
5	12	inicio de producción + rutina de limpieza 72 hrs + cambio de producto
6	6	inicio de producción + rutina de limpieza 12 hrs + rutina 24 hrs
7	8	inicio de producción + rutina de limpieza 12 hrs/cambio de producto
8	12	inicio de producción+rutina de limpieza 32 hrs+rutina de limpieza 64 hrs/Cambio de producto

Tabla H2: Arranque por línea al mes

Fuente: Programa de producción semanal, Planta Los Cortijos (2015)

ANEXO I

Volumen de líquido remanente en el tramo desde sala de bomba - llenadoras

Volumen de líquido remanente

Para cuantificar la merma por rutina de limpieza, cambio de producto y fin de producción, se consideró el producto remanente en el calderín y en el tramo de tubería desde sala de bomba hasta las llenadoras, ya que antes de comenzar cualquiera de las actividades mencionadas, se drenan por los puntos de purga. Para tal efecto se procede a realizar el cálculo de líquido contenido en dicho tramo a partir de la ecuación de volumen (Ec. 4.2) y la longitud del tramo de tubería:

Calculo tipo: Línea 1:

Se requiere determinar el área transversal de la tubería por donde circula el flujo con la siguiente ecuación:

Ec. (4.2)

$$A = 3.1416 \times \frac{(0.1m)^2}{4} = 0.0079m^2$$

A partir del valor de área calculado se procede a realizar el cálculo del volumen remanente

Ec. (4.3)

$$V = A \times L$$

Dónde:

A: área transversal de la tubería (m^2).

L: longitud de la tubería (m)

Ec. (4.3)

$$V = 0.0079m^2 \times 31m = 243\ m^3$$

A continuación se recopilan los cálculos de volumen remanente en el tramo desde sala de bomba hasta las llenadoras.

Línea	Diámetro de la tubería (cm)	Longitud de La Tubería desde sala Bomba (m)	Área de la tubería (m2)	Volumen de líquido en tubería (lts)
1	10	31	0,008	243,35
2	10	45		353,25
3	10	61		478,85
4	10	67		525,95
5	10	81		635,85
6	10	116		910,60
7	10	128		1004,80
8 (PET)	10	242		1899,72
9 (Barriles)	8	222	0,0050	1115,33

Tabla I1: Volumen de líquido remanente sala de bomba-llenadoras

Diseño: Propio del investigador (2015)

ANEXO J

Paradas de llenadoras mayores a 50 minutos

Mes	Ubicación técnica	Dur.min.
Octubre	Transporte de cajas	60
	Lavado de botellas	243
	Inspección	52
	Pasteurizado	60
	Transporte de cajas	60
	Lavado de botellas	420
	Total Paradas mayores a 50 minutos	***6***
Noviembre	Lavado de botellas	120
	Lavado de botellas	60
	Lavado de botellas	180
	Desembalado de botellas	50
	Codificado	90
	Pasteurizado	230
	Lavado de botellas	155
	Inspección	70
	Total Paradas mayores a 50 minutos	***8***
Diciembre	Transporte de botellas	50
	Lavado de botellas	60
	Codificado	50
	Lavado de botellas	60
	Codificado	85
	Embalado de botellas	86
	Total Paradas mayores a 50 minutos	***6***
Enero	Embalado de botellas	90
	Embalado de botellas	70
	Llenado de botellas	50
	Paletizado de cajas	60
	Paletizado de cajas	60
	Total Paradas mayores a 50 minutos	***5***
Febrero	Llenado de botellas	60
	Pasteurizado	53
	Lavado de botellas	90
	Despaletizado de cajas	90
	Lavado de botellas	61
	Inspección	90
	Total Paradas mayores a 50 minutos	***5***

Tabla J1: Paradas mayores a 50 minutos Línea 2

Fuente: Avisos de mantenimiento durante el los últimos 5 meses, Línea 2 (2015)

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

Mes	Ubicación técnica	Dur.min.
Octubre	Inspección	60
	Inspección	120
	Inspección	150
	Inspección	69
	Inspección	60
	Transporte de cajas	60
	Llenado de botellas	90
	Llenado de botellas	58
	Embalado de botellas	132
	Total paradas mayores a 50 minutos	***9***
Noviembre	Inspección	60
	Inspección	60
	Lavado de botellas	180
	Embalado de botellas	90
	Embalado de botellas	60
	Pasteurizado	90
	Embalado de botellas	120
	Total paradas mayores a 50 minutos	***7***
Diciembre	Transporte de cajas	120
	Pasteurizado	90
	Lavado de botellas	60
	Codificado	50
	Lavado de botellas	60
	Transporte de botellas	60
	Transporte de cajas	150
	Llenado de botellas	60
	Transporte de botellas	60
	Codificado	70
	Total paradas mayores a 50 minutos	***10***
Enero	Lavado de botellas	60
	Paletizado de cajas	90
	Pasteurizado	220
	Llenado de botellas	60
	Lavado de botellas	150
	Lavado de botellas	60
	Paletizado de cajas	60
	Paletizado de cajas	50
	Pasteurizado	60
	Transporte de cajas	90
	Total paradas mayores a 50 minutos	***10***
Febrero	Inspección	70
	Transporte de cajas	60
	Transporte de botellas	90
	Inspección	180
	Total paradas mayores a 50 minutos	***4***

Tabla J2: Paradas mayores a 50 minutos Línea 3

Fuente: Avisos de mantenimiento durante el los últimos 5 meses, Línea 3 (2015)

Mes	Ubicación técnica	Dur.min.
Octubre	Embalado de botellas	60
	Etiquetado	60
	Pasteurizado	80
	Desembalado de botellas	120
	Sistema bulk	480
	Pasteurizado	240
	Sistema transportador de paletas	50
	Inspección	60
	Etiquetado	60
	Total paradas mayores a 50 minutos	***9***
Noviembre	Inspección	60
	Total paradas mayores a 50 minutos	***1***
Diciembre	Pasteurizado	180
	Pasteurizado	180
	Sistema bulk	60
	Despaletizado de cajas	60
	Despaletizado de cajas	120
	Pasteurizado	180
	Transporte de botellas	90
	Pasteurizado	60
	Grúas	60
	Grúas	60
	Grúas	68
	Pasteurizado	60
	Grúas	50
	Grúas	55
	Total paradas mayores a 50 minutos	***14***
Enero	Sistema transportador de paletas	60
	Sistema transportador de paletas	60
	Sistema transportador de paletas	60
	Lavado de botellas	60
	Lavado de botellas	60
	Lavado de botellas	60
	Sistema bulk	60
	Sistema bulk	60
	Pasteurizado	61
	Total paradas mayores a 50 minutos	***10***
Febrero	Sistema transportador de paletas	60
	Lavado de botellas	60
	Lavado de botellas	360
	Lavado de botellas	180
	Pasteurizado	90
	Lavado de botellas	50
	Total paradas mayores a 50 minutos	***6***

Tabla J3: Paradas mayores a 50 minutos Línea 5

Fuente: Avisos de mantenimiento durante el los últimos 5 meses, Línea 5 (2015)

Fecha	Ubicación técnica	Dur.min.
Octubre	Transporte de cajas	60
	Total paradas mayores a 50 minutos	***1***
Noviembre	Llenado de botellas	60
	Llenado de botellas	90
	Total paradas mayores a 50 minutos	**2**
Enero	Agrupado de botellas (mead) six-pack	120
	Total paradas mayores a 50 minutos	***1***
Febrero	Agrupado de botellas (mead) six-pack	75
	Agrupado de botellas (mead) six-pack	62
	Total paradas mayores a 50 minutos	**2**

Tabla J4: Paradas mayores a 50 minutos Línea 6

Fuente: Avisos de mantenimiento durante el los últimos 5 meses, Línea 9 (2015)

ANEXO K

Análisis la relación causa y efecto de paradas mayores a 50 minutos para el caso de las líneas estudiadas

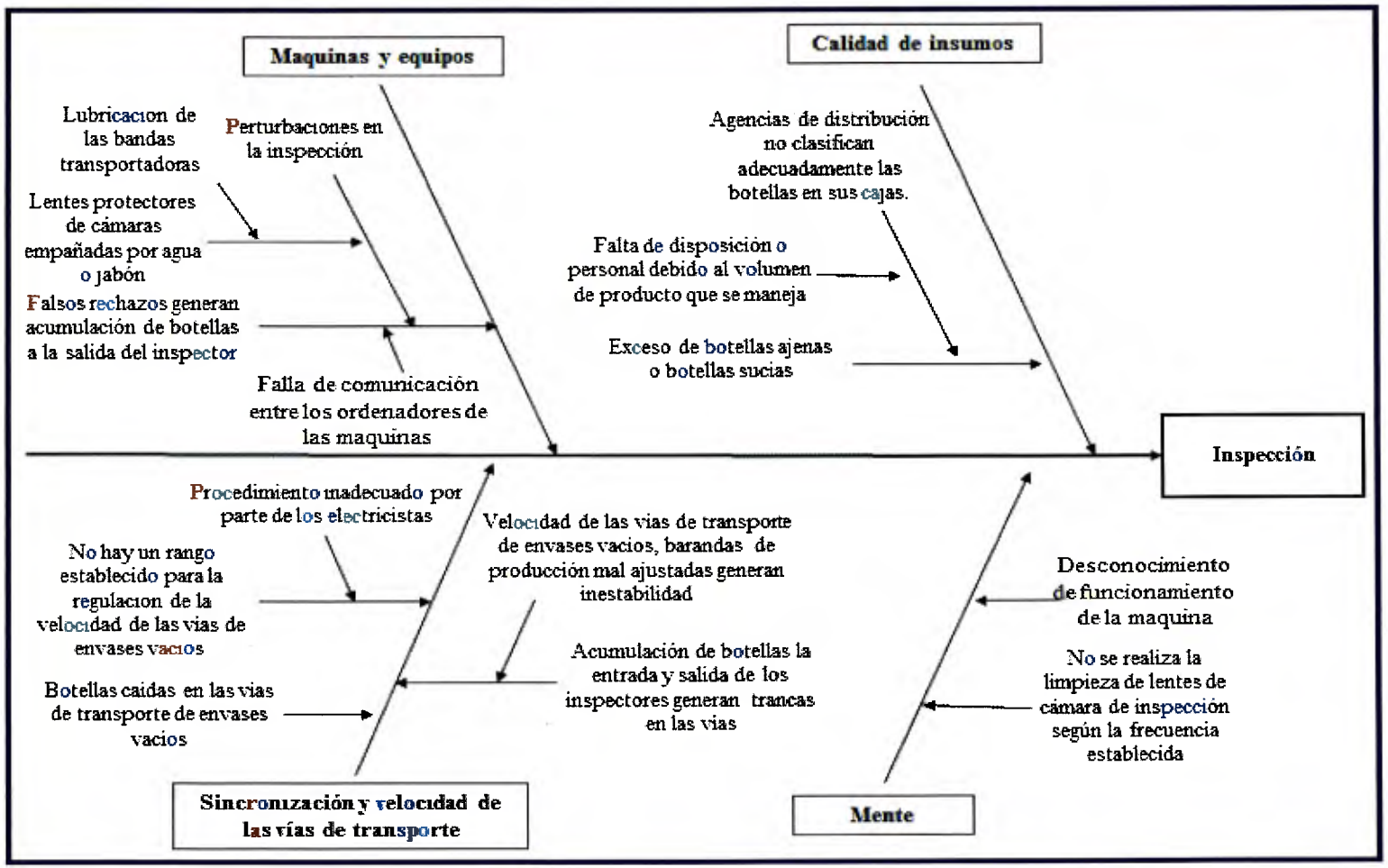


Figura K1: Diagrama causa-efecto "Inspección de botellas vacías y llenas"

Diseño: Propio del investigador (2015)

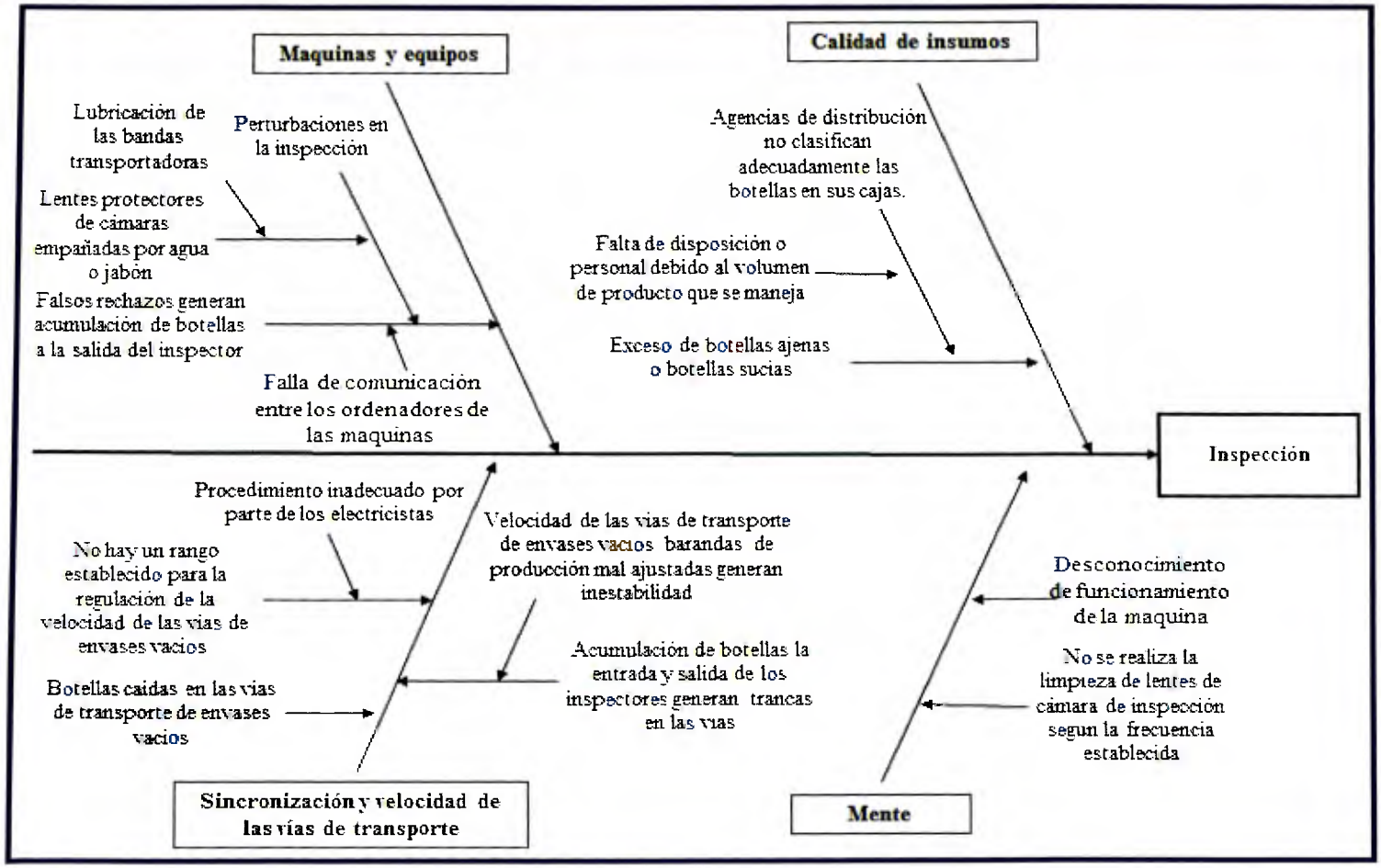


Figura K2: Diagrama causa-efecto "Inspección de botellas vacías"

Diseño: Propio del investigador (2015)

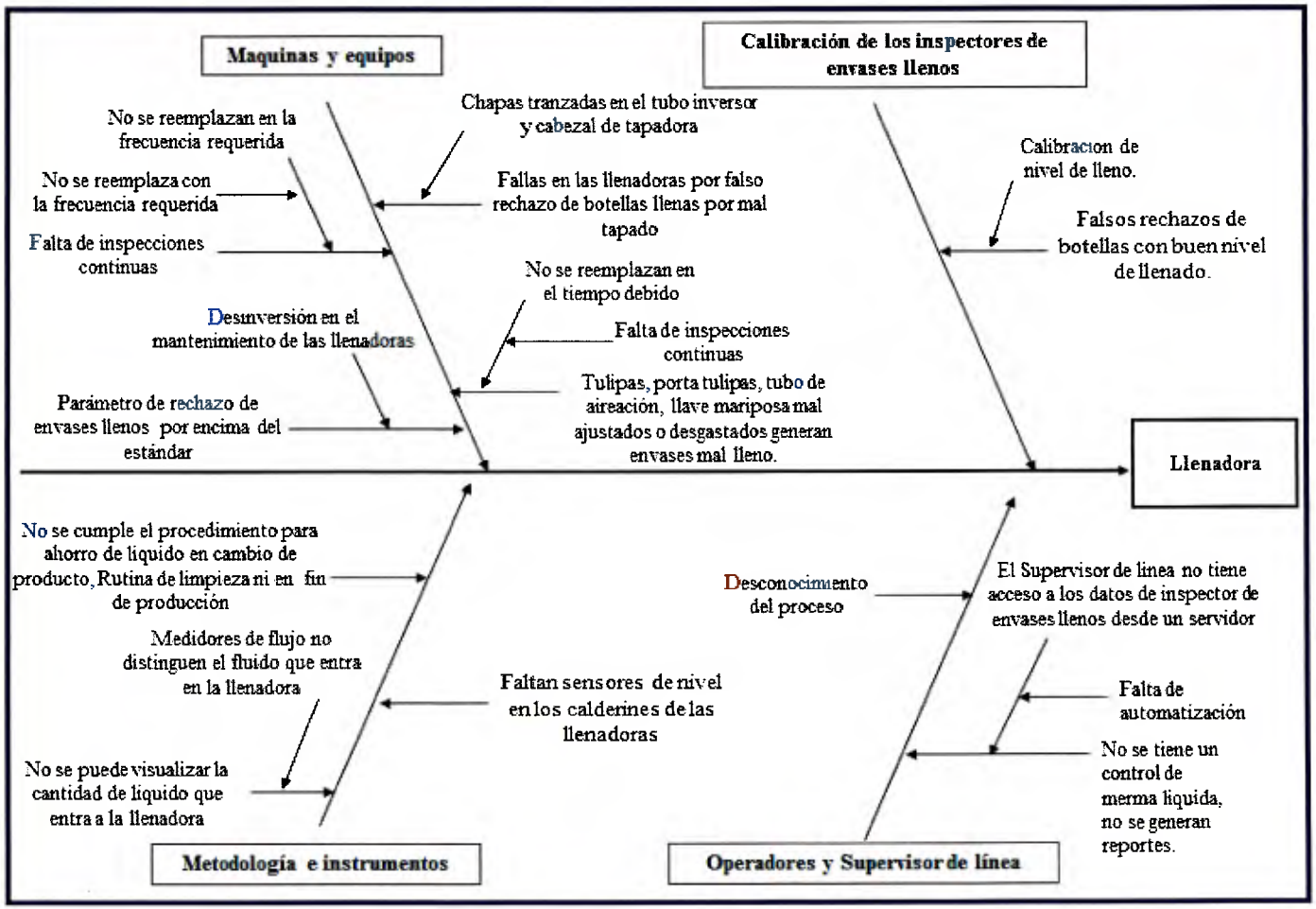


Figura K3: Diagrama causa-efecto "Llenadora"

Diseño: Propio del investigador (2015)

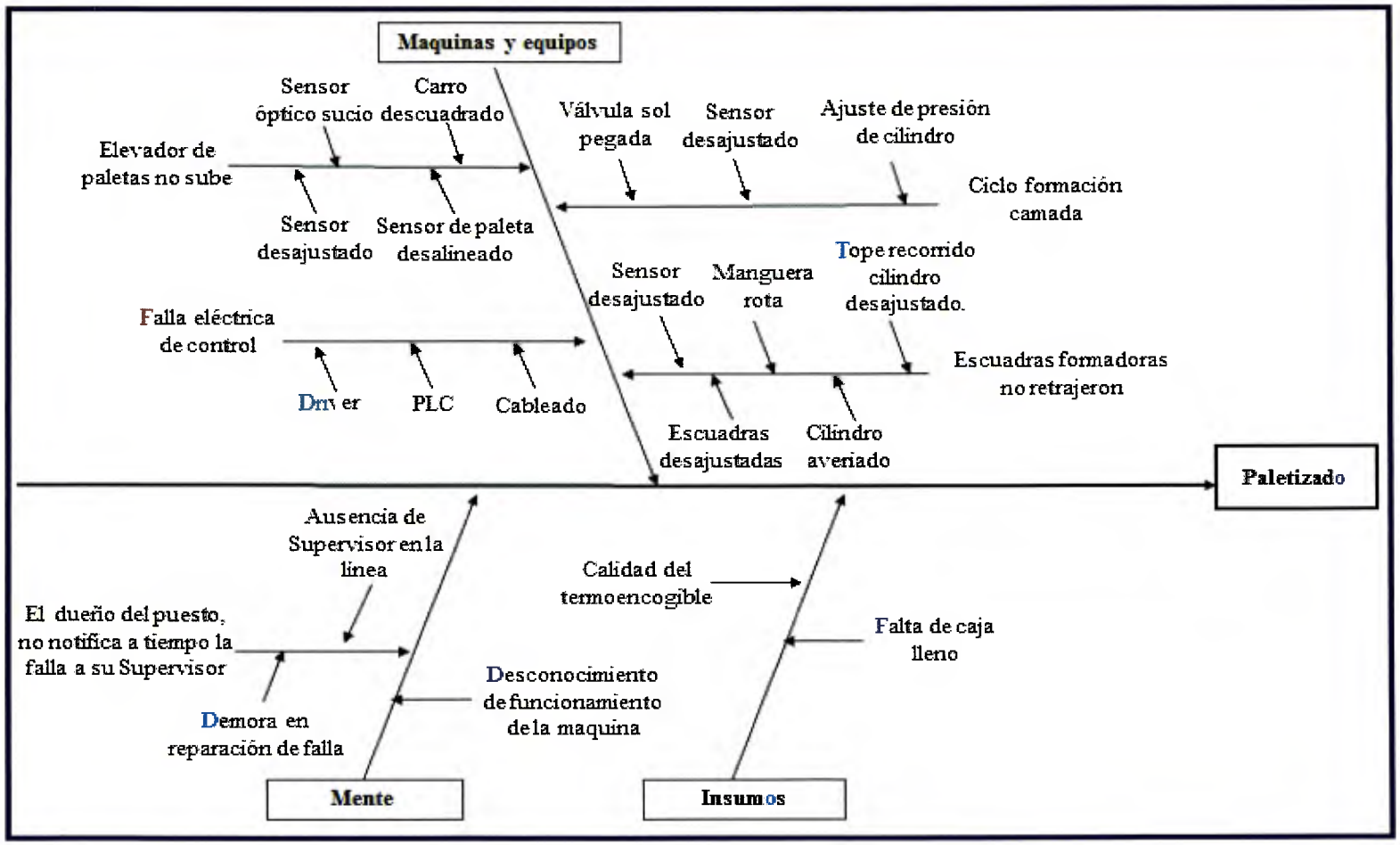


Figura K4: Diagrama causa-efecto "Paletizado"

Diseño: Propio del investigador (2015)

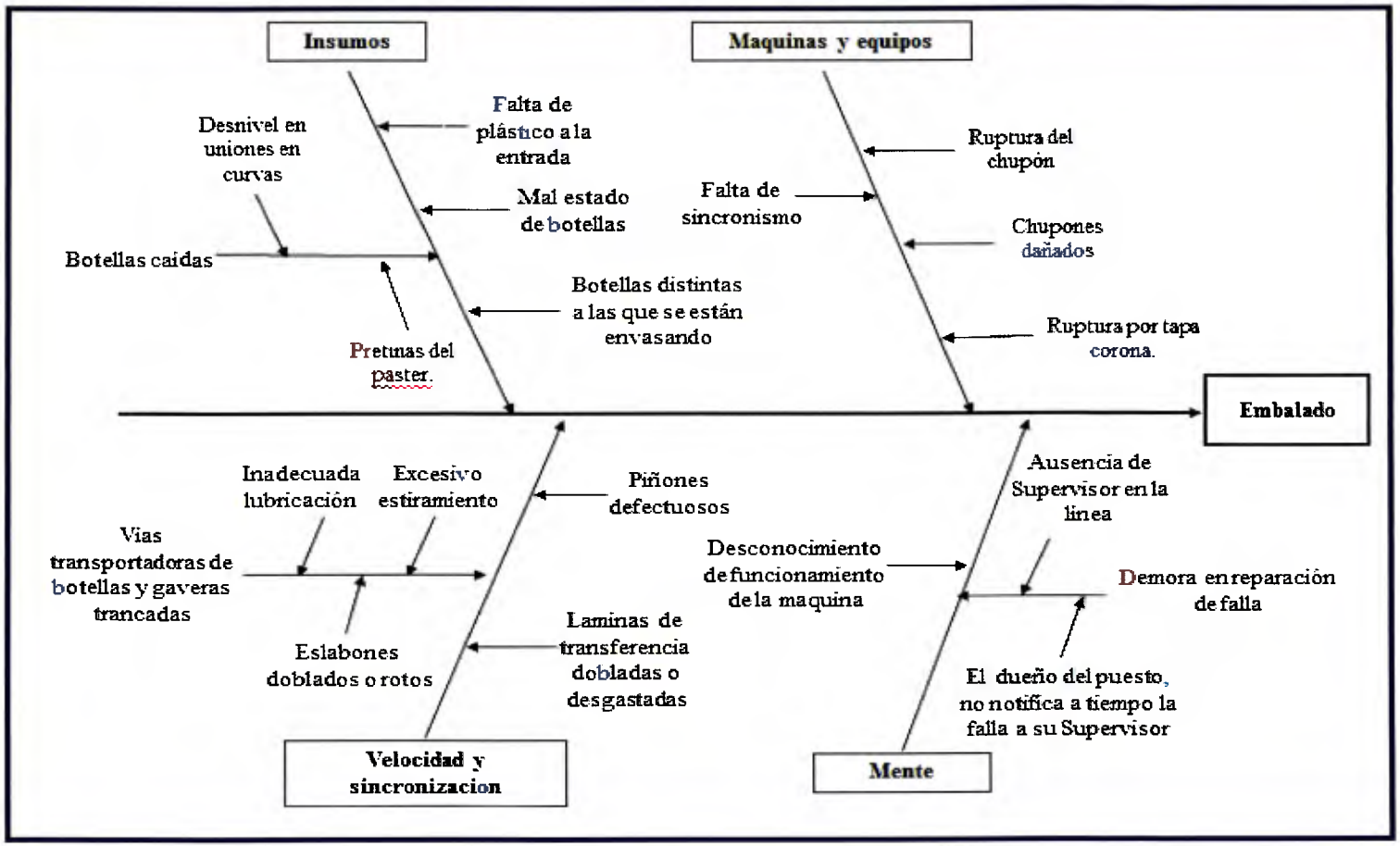


Figura K5: Diagrama causa-efecto "Embalado"

Diseño: Propio del investigador (2015)

ANEXO L

Volumen de llenado por válvula

Merma por sobrelleno

Para cuantificar la merma por sobrelleno se requiere medir la diferencia que existe entre el volumen de llenado real y el volumen nominal por presentación. Para tal efecto se realizó el siguiente procedimiento:

- **Volumen de llenado por válvula por llenadora**: Se realizó la medición de volumen por válvulas de cada una de las llenadoras y se aplicó el método de volumen por peso para estimar el volumen promedio de llenado. Dicho método consiste obtener el contenido neto, (en mililitros), de Cerveza o Malta, en botellas o latas, se determina por diferencia de peso, entre el peso del envase lleno menos el peso del envase vacío, usando la densidad, 20 / 4 °C del líquido, para el cálculo del volumen. Los equipos requeridos fueron los siguientes:

✓ Balanza semi-analítica de 0,01 g. *(Ver sección F de Anexos)*

✓ Computador.

A partir de la siguiente ecuación se obtuvieron los valores de volumen neto:

(Ec. 4.4)

$$V = \frac{[Peso\ lleno - Peso\ vacio](g)}{Densidad\ \left(\frac{g}{mL}\right)\ a\ \frac{20}{4}°C}$$

Calculo tipo: Línea 2

Llenadora: 202

Válvula de llenado #1

Producto: ICE

Peso lleno: 443.58 (g)

Peso Vacío: 220.36 (g)

Densidad: 1.002 $\left(\frac{g}{mL}\right)$

Temperatura: 10°C

Ec. (4.4)

$$V = \frac{[443.58 - 220.36](g)}{1.002\left(\frac{g}{mL}\right)} = 222.18\, ml$$

A continuación se resume el volumen promedio de llenado por válvula de cada llenadora objeto de estudio (Ver tablas L1-L6):

Válvula	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
1	675,74	345,17	328,60
2	660,2	328,25	329,97
3	659,8	329,15	328,68
4	669,13	336,78	330,37
5	682,13	349,55	330,60
6	663,97	334,47	327,53
7	681,53	347,15	**332,39**
8	670,37	333,36	**335,00**
9	673,67	340,08	331,60
10	668,46	335,16	331,31
11	668,59	337,55	329,07
12	660,97	331,95	327,06
13	669,9	337,74	330,18
14	669,46	338,82	328,67
15	679,47	347,07	330,42
16	671,14	339,75	329,41
17	664,68	328,33	**334,34**
18	664,73	329,70	**333,03**
19	675,16	346,17	327,03
20	680,96	340,22	**338,71**
21	665,69	331,96	331,74
22	671,47	339,26	330,23
23	688,59	350,39	**336,18**
24	682,2	350,43	329,79
25	679,39	350,42	327,01
26	670,62	341,96	326,70
27	667,07	338,70	326,41
28	675,8	347,41	326,43
29	676,56	340,97	**333,59**
30	663,51	333,11	328,43
31	662,24	331,77	328,50

... Continuación ...

32	675,63	337,41	**336,20**
33	662,19	331,09	329,13
34	662,92	330,98	329,96
35	668,41	334,57	331,85
36	662,91	332,44	328,50
37	678,99	347,63	329,38
38	669	339,08	327,95
39	661,7	331,54	328,19
40	671,71	341,16	328,58
41	672,98	342,49	328,52
42	678,67	349,08	327,62
43	667,21	335,28	329,95
44	670,91	338,37	330,56
45	674,8	344,83	328,00
46	678,64	344,15	**332,50**
47	668,99	333,19	**333,80**
48	668,98	335,48	331,51
49	668,2	339,71	326,53
50	671,15	335,91	**333,24**
51	675,05	341,88	331,18
52	679,79	347,20	330,61
53	665,55	335,44	328,14
54	672,78	340,93	329,87
55	668,04	337,41	328,66
56	677,67	344,20	331,48
57	665,48	333,26	330,24
58	669,77	338,20	329,59
59	663,62	332,90	328,75
60	668,6	335,20	331,41
61	675,52	345,20	328,35
62	663,85	336,81	325,09
63	664,15	334,22	327,96
64	682,31	350,23	330,10
65	668,6	338,58	328,05
66	668,09	337,11	329,01
67	680,91	352,65	326,30
68	674,22	338,82	**333,40**
69	678,92	338,45	**338,44**
70	673,41	331,11	**340,26**

... Continuación ...

71	671,08	338,36	330,74
72	660,71	327,14	331,58
73	673,53	340,20	331,34
74	668,36	336,32	330,06
75	682,93	344,86	**336,05**
76	661,41	336,41	323,06
77	669,59	336,14	331,46
78	667,18	339,52	325,71
79	669,46	337,57	329,91
80	673,01	338,80	**332,22**
81	680,12	351,41	326,75
82	674,66	344,14	328,55
83	665,67	335,04	328,66
84	665,39	332,18	331,22
85	674,19	337,96	**334,22**
86	666,1	330,19	**333,91**
87	670,74	333,45	**335,28**
88	668,85	341,56	325,34
89	671,59	341,92	327,70
90	663,66	334,02	327,67
91	671,05	339,42	329,65
92	672,78	338,52	**332,27**
93	663,45	334,05	327,44
94	675,82	346,40	327,46
95	666,93	333,56	331,38
96	667,89	340,15	325,79
97	660,9	332,21	326,73
98	672,29	339,98	330,33
99	677,41	344,64	330,79
100	672,85	343,56	327,33
101	667,33	339,04	326,33
102	677,28	346,19	329,12
103	666,43	339,85	324,63
104	664,28	331,56	330,74
105	664,1	332,70	329,42
106	664,76	335,75	327,05
107	669,73	339,48	328,28
108	675,96	348,38	325,63
109	668,19	336,35	329,86

... Continuación ...

110	664,88	332,89	330,01
111	668,95	336,97	330,00
112	669,13	334,24	**332,89**
113	668,19	331,92	**334,26**
114	677,35	347,04	328,34
115	672,45	341,01	329,46
116	659,88	320,88	**336,98**
117	672,78	339,55	331,24
118	662,38	329,5	330,89
119	681,16	348,64	330,54
120	667,07	337,79	327,32

Tabla L1: Volumen de llenado por válvula Línea 1

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 1 (2015)

	Llenadora 1			Llenadora 2		
Válvula	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
}	448,71	227,92	220,35	433,29	211,09	220,87
2	445,59	224,32	220,83	437,90	211,29	**225,26**
3	443,59	223,40	219,75	434,19	211,00	221,86
4	441,55	218,90	222,21	438,66	212,45	**224,86**
5	454,29	231,63	222,22	440,76	212,34	**227,06**
6	445,19	222,46	222,29	432,56	212,48	218,77
7	443,08	223,76	218,88	436,42	212,47	222,61
8	442,28	222,29	219,55	435,87	212,51	222,03
9	441,71	220,42	220,85	437,98	212,88	**223,76**
10	440,3	218,86	221,00	438,21	211,36	**225,50**
11	446,83	223,01	223,37	434,22	211,66	221,23
12	440,3	217,85	222,01	436,68	211,64	**223,70**
13	455,37	230,54	**224,38**	432,75	211,41	220,02
14	442,95	221,59	220,92	434,32	211,93	221,06
15	443,31	223,21	219,66	434,07	212,99	219,76
16	450,03	223,03	**226,55**	435,70	211,39	222,97
17	446,63	226,12	220,07	434,50	210,89	222,28
18	442,67	219,42	222,80	432,90	212,03	219,55
19	441,58	221,35	219,79	433,01	211,39	220,30

… Continuación …

20	442,41	218,73	223,23	438,02	210,97	**225,7**
21	445,68	218,54	**226,69**	433,58	210,41	221,84
22	448,35	224,99	222,91	430,91	210,00	219,59
23	445,17	222,03	222,69	435,41	213,23	220,85
24	455,97	234,85	220,68	434,77	211,08	222,36
25	441,21	220,31	220,46	435,67	211,00	223,33
26	437,85	221,73	215,69	432,91	211,17	220,42
27	443,79	220,02	223,32	432,31	210,84	220,15
28	445,96	224,49	221,03	435,11	211,56	222,22
29	443,94	222,21	221,29	437,57	210,52	**225,70**
30	437,72	221,40	215,89	436,01	212,05	222,62
31	439,31	220,20	218,67	436,27	212,51	222,43
32	438,48	217,34	220,7	438,89	212,12	**225,42**
33	449,94	228,17	221,33	438,8	211,73	**225,72**
34	451,68	227,23	**224,00**	432,96	211,02	220,62
35	439,31	217,31	221,56	438,26	212,73	224,18
36	451,02	230,40	220,18	434,45	211,10	222,02
37	439,41	217,26	221,71	431,71	211,82	218,58
38	438,51	217,10	220,97	436,21	211,14	**223,73**
39	450,23	230,16	219,63	430,29	211,69	217,30
40	453,01	225,12	**227,44**	435,92	211,19	223,39
41	450,59	224,54	**225,60**	436,10	211,28	223,48
42	453,11	229,91	222,75	438,52	212,33	**224,84**
43	441,53	221,62	219,47	429,83	211,02	217,50
44	444,95	225,28	219,23	435,13	212,10	221,70
45	445,8	227,29	218,07	435,64	212,05	222,26
46	451,74	229,20	222,10	433,64	211,79	220,53
47	447,62	225,64	221,54	437,42	211,34	**224,73**
48	442,65	220,82	221,39	435,93	211,20	223,39
49	443,7	222,49	220,77	436,60	212,98	222,29
50	442,65	219,19	223,01	436,7	211,73	223,63
51	442,56	220,57	221,55	432,89	211,65	219,92
52	441,23	220,13	220,66	435,91	211,43	223,14
53	453,34	230,85	222,05	436,4	211,09	**223,97**
54	437,68	216,05	221,19	435,25	210,60	223,31
55	445,08	224,71	219,93	435,35	211,03	222,98
56	442,07	221,25	220,38	436,04	211,49	223,21
57	440,38	219,59	220,35	435,61	211,48	222,79

... Continuación ...

58	440,39	217,25	222,69	435,61	211,93	222,35
59	449,09	229,99	218,66	434,14	210,91	221,90
60	443,53	220,70	222,39	435,02	210,78	222,90
61	447,03	221,61	**224,97**	433,92	210,38	222,21
62	438,26	215,59	222,23	434,93	210,84	222,75
63	447,73	225,04	222,25	431,51	212,05	218,15
64	442,78	219,16	223,17	436,96	210,93	**224,68**
65	436,36	213,92	222,00	430,81	207,15	222,33
66	442,68	218,12	**224,11**	437,37	212,24	**223,79**
67	436,81	214,76	221,61	436,99	212,24	223,41
68	447,7	223,38	**223,87**	432,37	210,34	220,71
69	443,88	218,70	**224,73**	435,56	211,76	222,47
70	447,23	227,88	218,91	436,10	211,45	223,31
71	442,93	221,50	220,99	436,39	211,52	**223,53**
72	445,28	227,48	217,37	436,96	211,46	**224,16**
73	454,41	233,36	220,61	435,01	211,42	222,26
74	458,9	235,15	223,3	435,77	212,88	221,56
75	442,67	219,43	222,79	436,59	212,52	222,73
76	446,85	222,96	223,44	446,82	222,49	222,99
77	441,96	217,88	**223,63**	436,06	212,67	222,06
78	447,64	225,63	221,57	436,26	211,34	**223,58**
79	444,68	223,29	220,95	435,96	212,33	222,30
80	437,77	218,15	219,18	438,85	212,71	**224,79**
81	451,67	230,01	221,22	435,99	211,07	**223,58**
82	447,32	224,62	222,26	438,94	211,29	**226,29**
83	454,02	228,49	**225,08**	436,53	212,19	223,00
84	447,84	224,34	223,05	436,07	212,03	222,70
85	447,42	222,50	**224,47**	438,18	211,15	**225,68**
86	446,83	222,44	**223,94**	437,52	212,48	**223,70**
87	440,66	217,22	222,99	437,58	210,22	**226,00**
88	446,54	223,57	222,52	436,00	212,29	222,38
89	444,31	219,15	**224,71**	437,59	211,19	**225,05**
90	449,09	229,15	219,5	436,33	211,53	223,46
91	448,44	223,87	**224,12**	438,9	211,30	**226,24**
92	436,46	211,91	**224,10**	437,53	211,75	**224,43**
93	444,28	221,97	221,87	438,74	212,10	**225,29**
94	448,93	227,90	220,59	436,45	212,27	222,84
95	440,9	217,65	222,80	439,04	211,39	**226,29**

... Continuación ...

96	444,47	218,99	225,03	437,30	211,82	224,14
97	446,26	221,90	223,91	439,98	212,62	226,00
98	441,75	218,70	222,60	432,42	207,59	223,49
99	455,79	232,21	223,13	436,95	211,76	223,85
100	442,86	219,69	222,72	436,03	211,36	223,33
101	442,73	222,13	220,16	438,57	211,91	225,31
102	441,98	217,21	224,32	431,71	211,07	219,32
103	444,56	223,94	220,18	439,99	211,45	227,18
104	444,14	223,86	219,84	433,09	211,29	220,48
105	440,56	217,41	222,70	435,92	210,63	223,95
106	438,68	217,22	221,02	437,06	211,08	224,63
107	442,44	220,55	221,45	438,06	210,54	226,16
108	447,05	226,36	220,25	435,66	212,18	222,15
109	440,93	217,25	223,23	438,07	211,48	225,24
110	441,09	216,40	224,24	435,26	211,35	222,57
111	459,46	235,00	224,01	438,41	211,35	225,71
112	454,05	228,78	224,82	435,35	211,66	222,36
113	452,64	230,34	221,86	438,02	211,24	225,43
114	441,86	217,65	223,76	437,89	211,76	224,78
115	441,03	218,33	222,26	436,47	210,77	224,35
116	458,51	234,41	223,65	437,33	211,26	224,72
117	445,17	225,02	219,71	437,13	212,18	223,61
118	444,5	220,96	223,09	433,44	211,40	220,72
119	441,05	220,10	220,51	437,11	211,59	224,17
120	443,8	220,32	223,03	436,00	212,22	222,45
121	446,99	225,35	221,20	431,78	211,72	218,75
122	441,41	221,67	219,30	438,57	211,75	225,47
123	447,27	226,33	220,50	436,36	211,80	223,22
124	440,32	216,59	223,28	435,08	211,67	222,08
125	442,6	223,06	219,10	435,24	211,37	222,53
126	439,6	217,7	221,46	436,84	211,61	223,89
127	455,4	233,65	221,31	435,86	210,96	223,56
128	441,5	220,45	220,61	435,42	212,04	222,05
129	450,48	224,47	225,56	434,48	212,35	220,81
130	444,48	220,77	223,26	436,15	211,44	223,37
131	442,1	220,74	220,92	438,34	212,81	224,18
132	444,03	227,72	215,88	435,08	211,67	222,08

Tabla L2: Volumen de llenado por válvula Línea 2

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 1 (2015)

Válvula	Llenadora 1			Llenadora 2		
	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
1	443,58	220,96	222,18	429,03	210,99	216,74
2	444,22	220,27	223,5	439,92	213,07	225,5
3	448,59	225,15	222,99	451,09	224,95	224,79
4	441,14	219,61	221,09	432,53	206,84	224,34
5	441,83	219,28	222,11	437,89	214,07	222,49
6	447,89	224,76	222,68	437,65	210,83	225,47
7	444,12	221,68	222,00	439,87	214,13	224,39
8	440,48	218,43	221,61	432,91	205,58	225,97
9	441,58	220,18	220,96	447,76	223,20	223,22
10	438,32	216,52	221,36	440,61	214,52	224,74
11	438,39	217,00	220,95	458,70	234,70	222,66
12	438,82	216,37	222,01	436,28	214,06	220,89
13	439,84	218,64	220,76	438,16	214,96	221,87
14	446,18	221,26	224,47	439,69	214,00	224,34
15	437,74	215,66	221,64	440,56	217,83	221,40
16	447,78	224,72	222,61	438,89	213,79	223,76
17	444,14	224,07	219,63	462,28	234,67	226,25
18	438,1	214,37	223,28	436,83	214,19	221,31
19	442,15	219,04	222,66	432,81	208,53	222,94
20	449,34	226,20	222,69	438,84	214,07	223,43
21	437,53	221,41	215,69	438,62	214,89	222,40
22	443,53	222,23	220,86	435,31	214,88	219,12
23	443,61	220,92	222,25	437,61	214,55	221,73
24	445,66	224,10	221,12	429,6	205,32	222,94
25	446,77	225,31	221,02	458,7	232,3	225,05
26	440,31	217,27	222,59	429,46	208,72	219,42
27	448,61	222,63	225,53	446,31	221,86	223,11
28	444,31	223,29	220,58	438,34	215,33	221,68
29	439,79	217,76	221,59	433,08	211,07	220,69
30	442,21	218,89	222,87	437,07	210,78	224,94
31	443,75	223,52	219,79	434,37	214,24	218,82
32	456,64	233,23	222,96	434,64	213,17	220,15
33	445,04	221,57	223,02	434,23	213,13	219,78
34	444,75	222,5	221,81	434,73	213,33	220,08
35	454,91	233,95	220,52	448,34	225,72	221,29
36	444,75	222,45	221,86	440,42	220,04	219,07
37	439,51	220,7	218,37	435,66	215,85	218,5

... Continuación ...

38	451,66	229,02	222,2	432,91	212,13	219,46
39	448,05	225,81	221,8	439,57	219,65	218,61
40	445,64	222,82	222,38	429,97	211,24	217,43
41	443,01	219,09	223,47	436,7	210,78	**224,57**
42	444,33	225,51	218,38	432,9	214,19	217,41
43	444,72	221,31	222,96	438,47	214,15	222,98
44	442,32	219,47	222,41	436,13	212,59	222,21
45	451,27	228,85	221,98	436,66	214,02	221,31
46	441,81	216,84	**224,52**	429,53	207,09	221,11
47	442,18	220,78	220,96	435,68	213,15	221,2
48	440,09	220,34	219,31	432,11	210,34	220,45
49	452,11	231,29	220,38	435,34	213,99	220,03
50	446,7	226,36	219,9	436,51	213,92	221,26
51	440,77	218,48	221,85	462,51	237	**224,17**
52	454,44	232,09	221,91	435,85	214,76	219,77
53	443,72	217,81	**225,46**	430,55	208,1	221,12
54	446,74	222,07	**224,22**	434,44	211,54	221,57
55	443,84	223,26	220,14	439,18	217,64	220,22
56	447,56	225,09	222,03	438,49	215,16	222
57	440,54	219,19	220,91	431,25	205,41	**224,49**
58	441,16	219,54	221,18	436,82	213,01	222,48
59	447,45	225,61	221,4	430,82	208,01	221,48
60	453,56	230,33	222,78	436,59	213,91	221,35
61	449,3	225,94	222,91	436,73	215,24	220,17
62	444,93	225,86	218,63	436,05	213,92	220,81
63	445,38	220,00	**224,93**	451,44	226,28	**223,82**
64	439,29	221,04	217,81	437,64	213,60	222,70
65	440,43	218,82	221,17	437,46	213,52	222,60
66	444,88	221,97	222,47	433,15	213,98	217,86
67	437,21	215,29	221,48	444,64	222,06	221,25
68	445,24	223,68	221,12	437,73	214,16	222,24
69	445,55	225,78	219,33	433,03	205,99	**225,69**
70	444,56	223,11	221,01	448,04	224,30	222,41
71	443,18	223,45	219,29	437,85	213,05	223,46
72	438,79	214,85	**223,49**	436,09	214,05	220,72
73	444,97	220,73	**223,79**	435,62	209,80	**224,47**

74	447,8	223,42	223,93	435,92	215,14	219,46
75	441,28	216,76	224,07	434,51	214,82	218,38
76	452,97	231,14	221,39	441,28	218,10	221,85
77	446,83	223,46	222,92	436,89	214,63	220,93
78	447,93	227,24	220,25	438,89	210,54	226,99
79	448,41	226,32	221,65	437,85	211,41	225,09
80	440,89	217,82	222,62	439,37	216,28	221,76
81	442,13	220,15	221,54	438,47	214,69	222,45
82	448,12	226,26	221,42	435,54	214,59	219,63
83	443,07	220,20	222,43	437,28	213,50	222,45
84	454,58	232,98	221,16	436,26	213,94	220,99
85	448,53	222,90	225,18	437,99	214,58	222,08
86	438,75	217,76	220,55	437,69	213,77	222,58
87	441,59	217,85	223,29	435,08	211,68	222,07
88	442,17	219,82	221,91	446,75	219,71	225,69
89	444,47	220,77	223,25	435,49	213,88	220,29
90	441,98	223,68	217,86	435,85	209,51	224,99
91	446,07	222,12	223,5	434,05	207,86	224,84
92	441,26	218,46	222,36	433,96	207,08	225,53
93	443,78	222,20	221,14	436,23	215,34	219,57
94	452,18	231,14	220,6	440,48	212,92	226,20
95	451,70	228,62	222,63	436,32	214,22	220,78
96	446,20	221,00	224,75	431,88	207,52	223,02
97	440,59	218,40	221,75	435,58	207,10	227,12
98	444,86	218,46	225,95	437,54	211,72	224,47
99	445,52	224,06	221,02	441,36	215,42	224,59
100	441,03	218,46	222,13	436,24	214,54	220,38
101	443,77	222,10	221,23	449,21	223,70	224,17
102	441,39	218,86	222,09	438,81	215,44	222,04
103	445,63	224,30	220,89	439,05	209,98	227,70
104	447,32	225,96	220,92	439,65	214,66	223,65
105	441,18	219,80	220,94	440,64	211,22	228,05
106	439,56	217,30	221,82	438,24	213,99	222,91
107	444,21	221,98	221,79	439,71	214,23	224,14
108	445,84	226,19	219,21	433,66	207,90	224,41
109	444,02	220,67	222,90	437,63	211,76	224,52
110	441,00	217,18	223,37	449,79	226,03	222,43
111	444,68	223,46	220,78	439,62	211,36	226,90
112	443,83	224,69	218,70	438,23	214,16	222,73

... Continuación ...

113	439,18	216,81	221,93	438,14	213,68	223,12
114	437,44	215,86	221,14	445,66	220,01	**224,30**
115	445,54	224,02	221,08	439,28	214,81	223,13
116	444,64	221,80	222,40	438,84	214,96	222,54
117	442,66	219,58	222,63	448,57	223,79	223,44
118	439,36	214,62	**224,29**	437,1	210,14	**225,61**
119	443,14	222,21	220,49	441,67	211,67	**228,63**
120	441,46	220,10	220,92	439,84	214,38	**224,12**
121	443,42	219,00	**223,97**	439,34	215,08	222,92
122	458,70	234,56	**223,69**	438,85	214,49	223,02
123	435,88	216,40	219,04	440,24	214,07	**224,82**
124	440,47	248,60	191,49	429,36	206,6	221,43
125	438,07	216,15	221,48	442,31	225,26	215,76
126	438,65	217,77	220,44	440,98	214,43	**225,20**
127	452,53	229,00	223,08	438,51	210,92	**226,23**
128	443,45	221,80	221,21	438,31	212,8	**224,17**
129	443,88	225,54	217,90	432,81	206,86	**224,60**
130	442,71	223,87	218,40	436,37	215,23	219,82
131	441,68	218,85	222,39	441,65	213,6	**226,69**
132	443,67	222,00	221,23	439,64	214,46	**223,84**

Tabla L3: Volumen de llenado por válvula Línea 3

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 3 (2015)

	Llenadora 1			Llenadora 2		
Válvula	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
1	441,21	220,01	**221,64**	439,62	217,50	**222,57**
2	431,36	210,06	**221,74**	442,97	219,90	**223,52**
3	431,51	212,11	**219,84**	441,95	218,88	**223,52**
4	448,68	227,91	**221,21**	434,99	211,85	**223,59**
5	436,72	215,39	**221,77**	424,88	201,89	**223,44**
6	422,24	201,94	**220,74**	435,06	210,58	**224,93**
7	436,77	215,45	**221,76**	437,76	213,22	**224,99**
8	422,34	202,87	**219,91**	428,70	207,41	**221,73**
9	434,75	216,20	**218,99**	432,13	210,44	**222,13**
10	435,14	213,38	**222,20**	424,60	202,48	**222,57**
11	431,45	209,68	**222,21**	428,74	202,89	**226,30**

... Continuación ...

12	434,58	213,72	**221,30**	427,75	205,07	**223,12**
13	438,47	217,00	**221,91**	433,83	213,77	**220,50**
14	433,95	211,49	**222,90**	443,48	215,94	**227,99**
15	425,54	204,62	**221,36**	433,36	209,06	**224,74**
16	427,42	205,88	**221,98**	443,66	221,81	**222,29**
17	426,67	205,63	**221,48**	448,07	224,88	**223,63**
18	432,95	212,65	**220,74**	443,46	219,91	**223,99**
19	440,57	220,51	**220,50**	443,76	219,7	**224,50**
20	423,88	201,88	**222,44**	443,58	219,07	**224,96**
21	431,43	210,35	**221,52**	432,61	205,83	**227,23**
22	426,61	208,25	**218,79**	445,73	221,52	**224,65**
23	432,00	211,01	**221,43**	442,8	218,57	**224,67**
24	433,94	217,55	**216,82**	430,42	207,05	**223,81**
25	438,34	218,65	**220,13**	443,90	218,85	**225,50**
26	432,41	213,05	**219,80**	437,27	212,36	**225,36**
27	435,24	216,63	**219,04**	445,24	219,62	**226,07**
28	438,49	217,51	**221,42**	424,13	200,73	**223,84**
29	433,52	215,04	**218,91**	430,51	207,37	**223,58**
30	439,76	217,09	**223,11**	442,42	217,5	**225,37**
31	427,39	210,33	**217,49**	426,22	202,91	**223,75**
32	439,19	220,12	**219,50**	444,97	219,52	**225,90**
33	431,55	213,47	**218,51**	436,73	215,56	**221,61**
34	424,87	204,58	**220,73**	431,52	207,68	**224,29**
35	439,24	217,49	**222,19**	434,82	212,19	**223,08**
36	433,95	212,386	**222,00**	443,94	219,58	**224,81**
37	424,02	203,99	**220,47**	432,57	208,78	**224,24**
38	429,73	211,11	**219,05**	435,05	210,24	**225,26**
39	427,04	207,51	**219,97**	429,83	207,01	**223,27**
40	433,19	214,62	**219,00**	427,67	203,3	**224,82**
41	422,76	201,14	**222,06**	447,16	224,24	**223,37**
42	428,75	209,56	**219,62**	436,09	210,64	**225,90**
43	430,36	211,04	**219,76**	435,22	211,95	**223,72**
44	434,77	218,11	**217,09**	433,75	209,56	**224,64**
45	424,73	205,11	**220,06**	431,73	210,1	**222,07**
46	431,67	211,52	**220,59**	427,53	204,99	**222,99**
47	427,68	205,44	**222,68**	427,08	205,33	**222,19**
48	434,28	213,38	**221,34**	425,35	202,63	**223,17**
49	432,16	212,47	**220,13**	424,98	201,05	**224,38**
50	430,91	210,74	**220,61**	426,93	201,52	**225,86**

... Continuación ...

51	423,83	202,30	**221,97**	427,34	204,51	**223,27**
52	440,46	219,62	**221,28**	431,19	205,80	**225,84**
53	425,55	205,23	**220,76**	428,49	204,84	**224,09**
54	439,34	219,40	**220,38**	435,90	211,17	**225,18**
55	440,18	220,11	**220,51**	432,33	208,53	**224,24**
56	439,58	219,44	**220,58**	437,42	214,83	**223,03**
57	424,13	203,01	**221,56**	432,24	209,67	**223,01**
58	434,75	214,01	**221,18**	436,25	214,37	**222,32**
59	429,28	209,59	**220,13**	430,80	207,18	**224,06**
60	440,75	221,65	**219,53**	427,74	204,83	**223,35**
61	433,37	212,44	**221,37**	436,08	210,51	**226,02**
62	429,46	206,65	**223,25**	431,92	207,61	**224,76**
63	441,68	219,87	**222,25**	427,26	202,61	**225,10**
64	430,04	208,84	**221,64**	445,36	219,80	**226,01**
65	435,45	211,28	**224,61**	433,74	211,87	**222,31**
66	432,40	212,39	**220,45**	441,78	214,10	**228,13**
67	423,61	204,90	**219,14**	443,49	217,13	**226,81**
68	438,50	216,8	**222,14**	438,67	217,00	**222,11**
69	444,82	222,52	**222,74**	441,02	217,70	**223,76**
70	436,22	215,52	**221,14**	433,12	212,38	**221,18**
71	432,40	213,13	**219,70**	436,15	210,66	**225,94**
72	421,65	204,19	**217,89**	442,25	217,84	**224,86**
73	435,78	211,70	**224,52**	431,48	220,78	**211,12**
74	437,20	214,11	**223,53**	441,28	217,78	**223,94**
75	423,84	201,79	**222,49**	444,83	221,61	**223,67**
76	426,62	206,71	**220,35**	439,73	219,10	**221,07**
77	438,66	215,94	**223,16**	442,44	219,15	**223,7**
78	427,30	205,33	**222,41**	442,66	217,93	**225,18**
79	437,99	216,99	**221,44**	426,56	203,67	**223,33**
80	437,82	216,54	**221,72**	442,02	217,96	**224,50**
81	439,31	215,80	**223,95**	422,70	200,32	**222,82**
82	431,56	208,75	**223,25**	444,11	219,24	**225,32**
83	429,70	207,48	**222,66**	440,20	218,22	**222,42**
84	435,01	213,01	**222,44**	439,06	219,82	**219,67**
85	435,82	215,29	**220,97**	437,50	212,14	**225,81**
86	433,43	211,95	**221,92**	431,25	210,22	**221,47**
87	426,25	203,34	**223,35**	443,02	219,25	**224,21**
88	429,83	208,75	**221,52**	445,19	223,72	**221,91**

Tabla L4: Volumen de llenado por válvula Línea 5

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 5 (2015)

Válvula	Llenadora 1			Llenadora 2		
	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
1	413,70	152,67	255,16	412,37	152,99	253,05
2	412,10	152,19	253,24	411,58	152,38	252,88
3	412,20	152,49	253,48	412,85	153,59	252,94
4	413,41	152,64	254,64	412,19	152,85	253,01
5	410,38	152,22	251,52	410,46	152,63	251,54
6	408,66	153,81	250,09	409,35	152,07	251,00
7	412,74	152,84	254,08	408,79	152,08	250,45
8	411,74	152,76	253,06	412,30	152,42	253,54
9	422,48	152,85	263,55	411,84	152,21	253,30
10	421,95	152,29	263,26	412,76	152,18	254,22
11	410,37	152,79	251,68	412,13	152,67	253,13
12	416,19	152,40	257,05	409,67	152,60	250,80
13	415,34	152,45	256,47	411,04	152,35	252,38
14	410,50	152,34	251,40	410,60	152,30	252,00
15	412,29	152,48	253,71	407,84	152,31	249,30
16	415,02	152,63	256,08	409,45	152,11	251,06
17	410,08	152,33	250,82	410,11	152,11	251,71
18	411,09	152,53	252,40	411,40	152,90	252,20
19	412,79	152,51	254,12	411,12	151,84	252,96
20	412,57	152,41	254,11	410,10	152,75	251,07
21	411,09	152,25	252,49	412,55	152,94	253,28
22	413,11	152,48	254,24	408,95	152,47	250,22
23	414,77	152,06	255,79	411,90	152,21	253,36
24	410,99	152,48	251,95	411,66	152,26	253,07
25	421,13	152,15	262,38	410,87	152,48	252,09
26	412,18	152,68	253,54	410,60	152,85	251,46
27	413,48	152,34	255,01	413,01	152,09	254,56
28	412,98	152,35	254,66	414,26	152,09	255,78
29	412,81	152,08	254,10	413,20	152,55	254,29
30	409,33	152,16	250,29	410,03	152,36	251,39
31	409,31	152,53	250,48	412,97	152,15	254,46
32	410,27	152,38	251,78	413,16	152,69	254,12
33	407,82	152,40	249,00	411,40	152,65	252,44
34	410,16	152,57	251,47	413,57	152,12	255,07
35	414,17	152,32	255,56	404,79	152,81	245,83
36	408,93	152,31	250,15	400,46	153,00	241,42

... Continuación ...

37	411,34	152,35	252,50	405,47	151,57	247,71
38	409,82	152,34	251,38	405,74	152,47	247,09
39	409,8	152,11	251,49	404,47	152,13	246,19
40	403,89	152,40	245,50	403,91	152,65	245,13
41	409,81	152,71	251,16	398,69	152,15	240,53
42	411,86	152,46	253,20	406,07	151,96	247,91
43	410,09	152,82	251,08	401,57	152,3	243,19
44	410,34	152,24	251,77	405,11	152,63	246,32
45	411,19	152,54	252,58	405,44	151,6	247,65
46	409,43	152,99	250,74	410,17	152,82	251,07
47	411,81	152,38	252,36	406,71	152,62	247,89
48	409,15	152,32	250,54	405,55	152,33	247,04
49	409,40	152,11	251,00	408,10	152,01	249,84
50	405,45	152,29	247,00	407,23	151,66	249,34
51	410,23	152,51	251,57	401,60	152,43	243,09
53	408,37	152,59	249,44	409,23	152,82	250,16
54	410,89	152,74	252,27	407,81	152,23	249,35
55	410,74	152,19	252,07	402,89	152,62	244,17
56	409,41	152,30	251,04	404,94	152,87	245,92
57	408,72	152,09	250,05	405,28	152,16	246,95
58	409,97	151,95	250,87	401,81	152,24	243,48
59	410,21	152,36	251,62	402,47	152,41	243,96
60	409,45	152,78	250,41	403,97	152,02	245,80
61	411,01	152,57	252,14	404,08	152,12	245,81
62	413,01	152,20	254,45	404,38	152,61	245,63
63	405,73	152,59	246,97	406,85	151,99	248,64
64	410,35	152,40	251,66	405,31	152,47	246,67
65	407,33	152,22	248,89	408,34	152,07	250,02
66	412,30	152,53	253,43	402,30	152,69	243,52
67	407,85	152,53	249,09	407,86	152,63	249,00
68	407,20	152,16	248,82	405,68	152,28	247,22
69	407,75	152,02	249,49	405,49	152,37	246,95
70	410,40	152,25	251,85	400,74	152,25	242,43
71	410,44	152,37	251,78	399,36	152,48	240,86
72	409,23	152,33	250,63	406,45	153,04	247,23
73	404,92	152,73	246,04	408,99	152,17	250,56
74	407,33	152,28	248,83	409,97	152,66	251,03
75	410,17	152,30	251,58	406,02	152,47	247,37
76	411,95	152,42	253,20	405,57	152,73	246,67

... Continuación ...

77	410,22	153,14	250,81	405,41	152,15	247,08
78	407,15	152,35	248,59	410,87	152,25	252,31
79	410,66	152,12	252,23	410,39	152,76	251,35
80	412,37	152,28	253,75	410,57	152,52	251,76
81	399,02	152,37	240,63	410,19	152,69	251,22
82	412,56	152,69	253,53	410,03	152,78	250,98
83	412,51	152,31	253,85	408,74	152,15	250,33
84	408,83	152,37	250,20	409,95	152,62	251,05
85	411,05	152,09	252,64	412,54	153,32	252,90
86	411,57	152,42	252,83	410,31	152,41	251,61
87	409,57	152,83	250,48	408,93	152,10	250,57
88	406,49	152,30	247,99	411,32	152,24	252,76
88	411,05	152,09	252,64	412,53	152,69	253,50

Tabla L5: Volumen de llenado por válvula Línea 6

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 6 (2015)

Válvula	Peso Lleno (g)	Peso Vacío (g)	Volumen (ml)
1	369,12	13,80	354,26
2	372,02	13,80	357,15
3	370,89	13,80	356,02
4	371,07	13,80	356,20
5	370,28	13,80	355,41
6	372,05	13,80	357,18
7	371,55	13,80	356,68
8	372,76	13,80	357,89
9	372,25	13,80	357,38
10	370,33	13,80	355,46
11	371,84	13,80	356,97
12	370,82	13,80	355,95
13	371,17	13,80	356,30
14	369,65	13,80	354,79
15	372,54	13,80	357,67
16	370,72	13,80	355,85
17	371,57	13,80	356,70
18	369,97	13,80	355,10
19	368,26	13,80	353,40
20	372,21	13,80	357,34
21	372,43	13,80	357,56

… Continuación …

22	370,53	13,80	**355,66**
23	373,21	13,80	**358,33**
24	370,05	13,80	**355,18**
26	369,57	13,80	**354,71**
27	371,44	13,80	**356,57**
28	366,36	13,80	**351,51**
29	370,39	13,80	**355,52**
30	370,80	13,80	**355,93**
31	370,38	13,80	**355,51**
32	370,26	13,80	**355,39**
33	370,47	13,80	**355,60**
34	370,97	13,80	**356,10**
35	371,40	13,80	**356,53**
36	370,35	13,80	**355,48**
37	370,52	13,80	**355,65**
38	370,89	13,80	**356,02**
39	370,53	13,80	**355,66**
40	371,10	13,80	**356,23**
41	369,56	13,80	**354,70**
42	370,08	13,80	**355,21**
43	371,05	13,80	**356,18**
44	368,24	13,80	**353,38**
45	370,44	13,80	**355,57**
46	369,62	13,80	**354,76**
47	370,54	13,80	**355,67**
48	370,60	13,80	**355,73**
49	370,14	13,80	**355,27**
50	371,14	13,80	**356,27**
51	371,08	13,80	**356,21**
52	369,71	13,80	**354,85**
53	370,47	13,80	**355,60**
54	370,14	13,80	**355,27**
55	369,00	13,80	**354,14**
56	369,93	13,80	**355,06**
57	370,12	13,80	**355,25**
58	371,24	13,80	**356,37**
59	370,45	13,80	**355,58**
60	363,38	13,80	**348,53**
61	370,42	13,80	**355,55**
62	368,03	13,80	**353,17**
63	370,74	13,80	**355,87**

… Continuación …

64	369,34	13,80	354,48
65	371,32	13,80	356,45
66	368,77	13,80	353,91
67	371,71	13,80	356,84
68	372,55	13,80	357,68
69	371,07	13,80	356,20
70	370,00	13,80	355,13
71	370,40	13,80	355,53
72	369,96	13,80	355,09
73	370,99	13,80	356,12
74	371,93	13,80	357,06
75	370,30	13,80	355,43
76	369,71	13,80	354,85
77	371,04	13,80	356,17
78	369,23	13,80	354,37
79	370,01	13,80	355,14
80	369,59	13,80	354,73
81	370,36	13,80	355,49
82	370,10	13,80	355,23
83	371,83	13,80	356,96
84	369,31	13,80	354,45
85	371,41	13,80	356,54
86	370,18	13,80	355,31
87	370,21	13,80	355,34
88	370,30	13,80	355,43
89	373,71	13,80	358,83
90	370,66	13,80	355,79
91	370,60	13,80	355,73
92	370,64	13,80	355,77
93	370,27	13,80	355,40
94	370,72	13,80	355,85
95	370,91	13,80	356,04
96	370,77	13,80	355,90
97	371,06	13,80	356,19
98	371,02	13,80	356,15
99	368,60	13,80	353,74
100	369,65	13,80	354,79
101	370,91	13,80	356,04
102	373,26	13,80	358,38
103	372,67	13,80	357,80
104	370,16	13,8	355,29

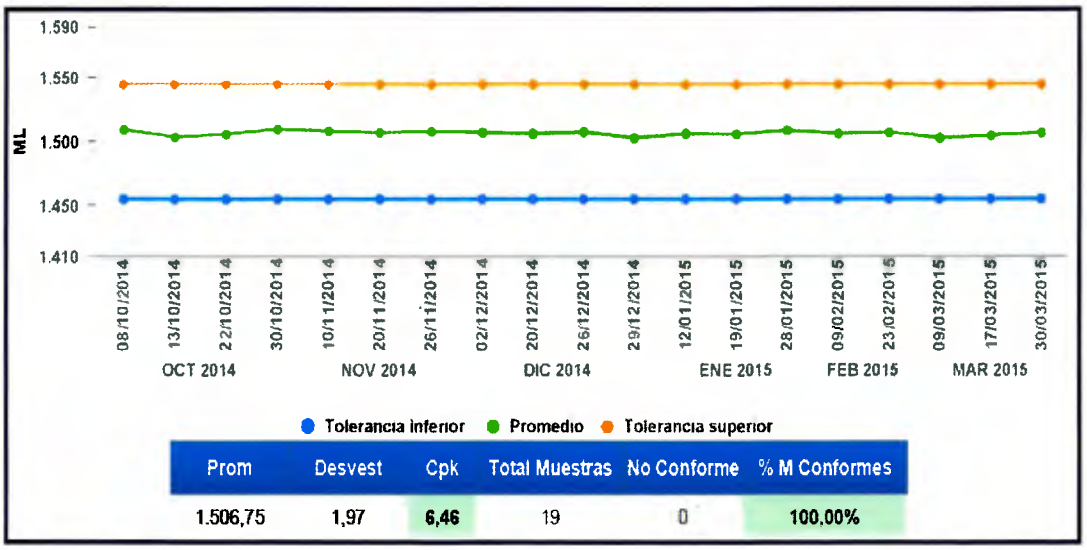
... Continuación ...

105	369,54	13,80	354,68
106	370,56	13,80	355,69
107	372,34	13,80	357,47
108	370,03	13,80	355,16
109	369,32	13,80	354,46
110	370,83	13,80	355,96
111	369,51	13,80	354,65
112	368,80	13,80	353,94
113	369,69	13,80	354,83
114	371,04	13,80	356,17
115	372,27	13,80	357,40
116	370,13	13,80	355,26
117	370,13	13,80	355,26
118	368,73	13,80	353,87
119	369,43	13,80	354,57
120	368,79	13,80	353,93
121	368,11	13,80	353,25
122	371,24	13,80	356,37
123	371,15	13,80	356,28
124	370,29	13,80	355,42
125	373,37	13,80	358,49
126	372,82	13,80	357,95
127	367,85	13,80	352,99
128	371,16	13,80	356,29
129	369,71	13,80	354,85
130	369,96	13,80	355,09
131	367,58	13,80	352,72
132	372,57	13,80	357,70
133	370,97	13,80	356,10
134	367,62	13,80	352,76
135	371,17	13,80	356,30
136	378,97	13,80	364,08
138	372,79	13,80	357,92
139	369,91	13,80	355,04
140	369,64	13,80	354,78
141	370,32	13,80	355,45
142	370,78	13,80	355,91
143	371,48	13,80	356,61
144	372,44	13,80	357,57

Tabla L6: Volumen de llenado por válvula Línea 7

Fuente: Volumen de llenado por válvula línea 7 (2015)

Para el caso de las líneas 8 (PET) se solicitó al Laboratorio de Calidad de Envasado de la Planta el histórico de la medición de volúmenes realizados en las Evaluaciones Técnicas de Proceso (ETP), durante el periodo Octubre 2014-Febrero2015.



Prom	Desvest	Cpk	Total Muestras	No Conforme	% M Conformes
1.506,75	1,97	6,46	19	0	100,00%

Gráfico L1: Histórico Volumen de llenado Línea 8 (Octubre 2014-Marzo 2015)

Fuente: Empresas Polar (2015)

ANEXO M

Grafico Volumen de llenado por válvula

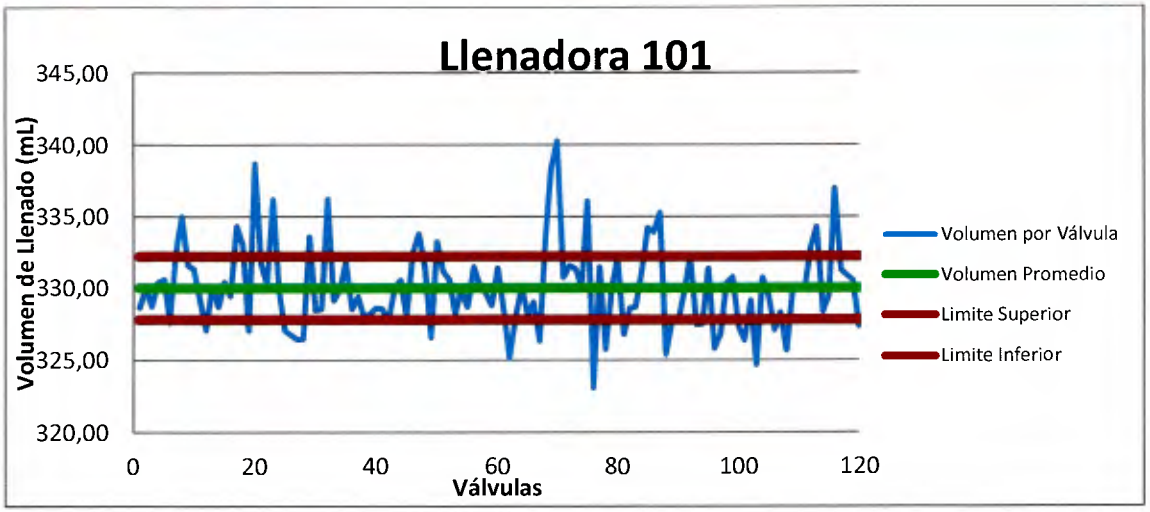


Gráfico M1: Volumen de llenado por válvula Línea 1

Diseño: Propio del investigador (2015)

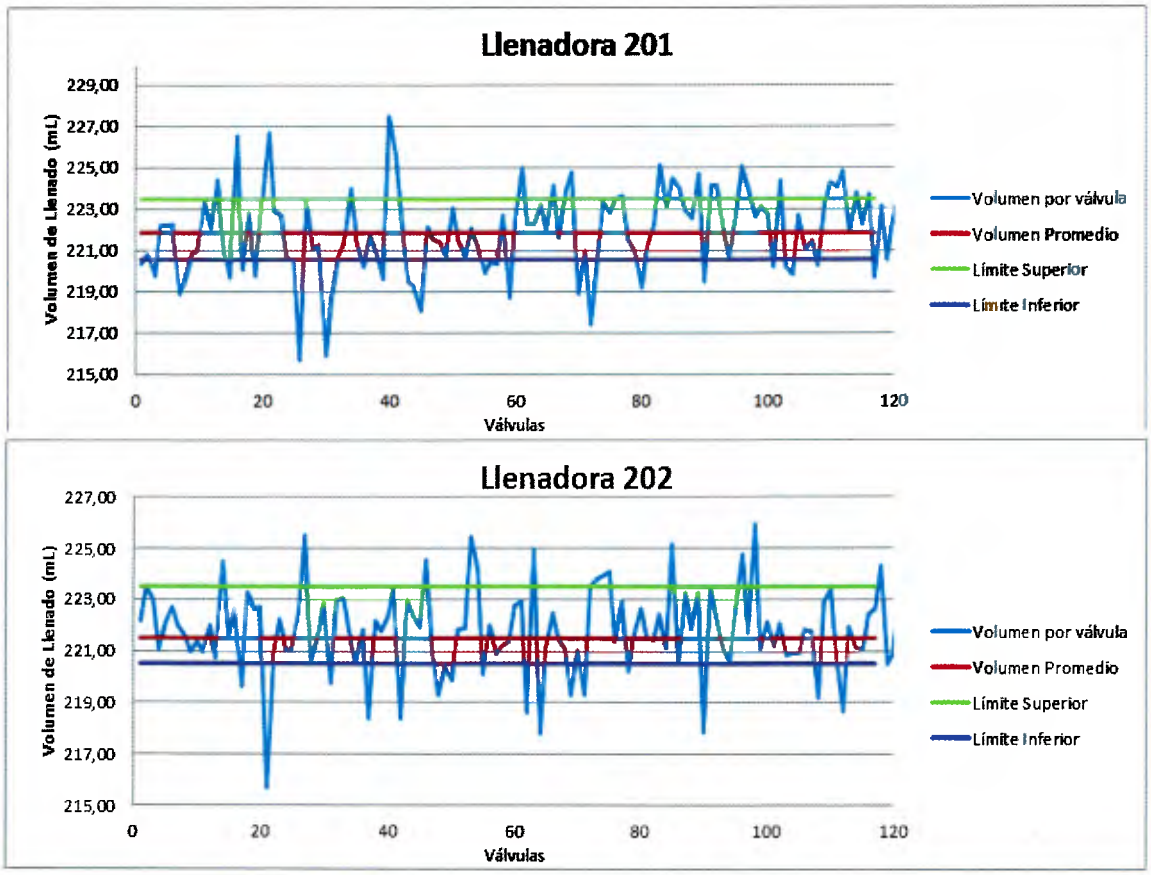
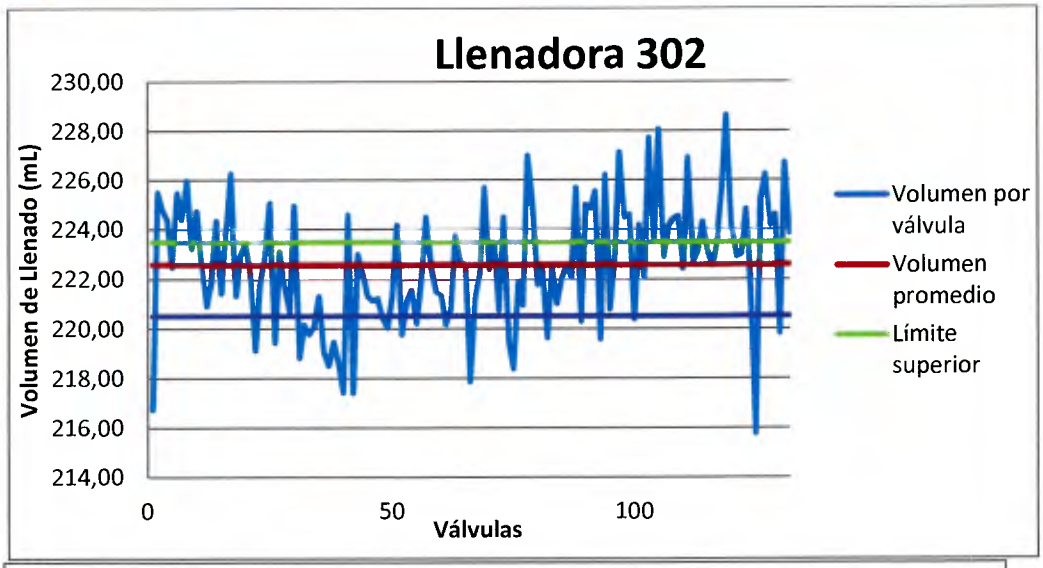


Gráfico M2: Volumen de llenado por válvula Línea 2

Diseño: Propio del investigador (2015)



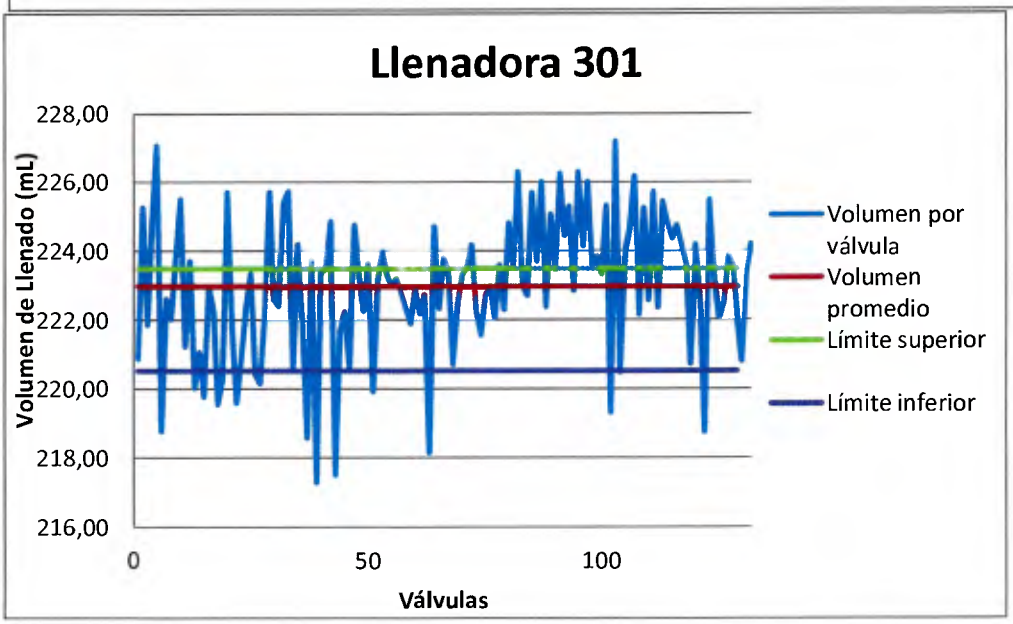
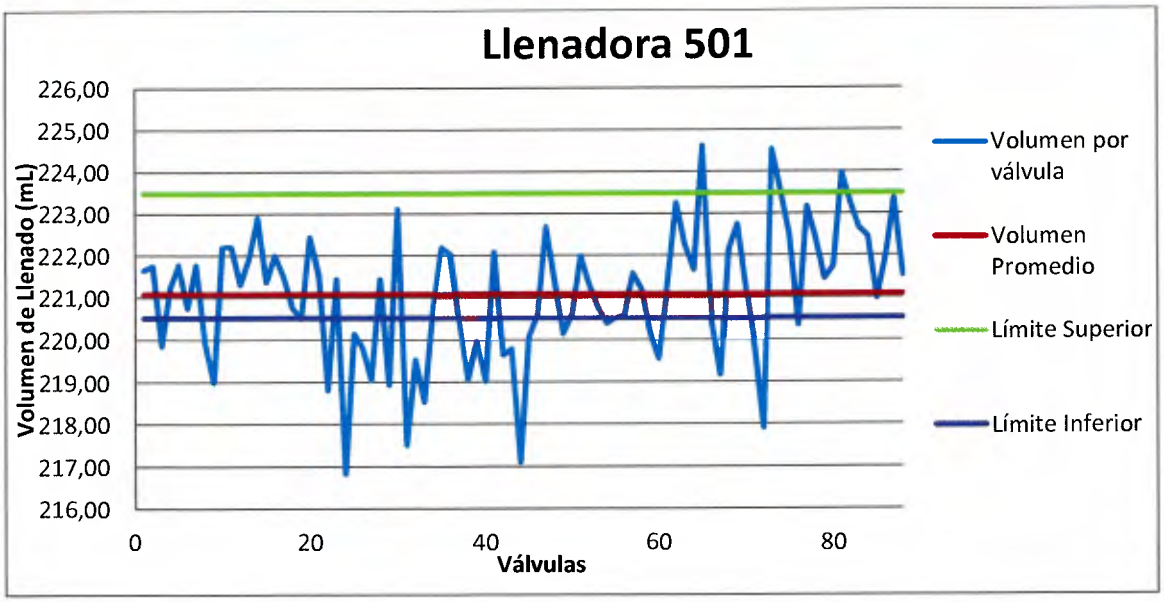


Gráfico M3: Volumen de llenado por válvula Línea 3

Diseño: Propio del investigador (2015)



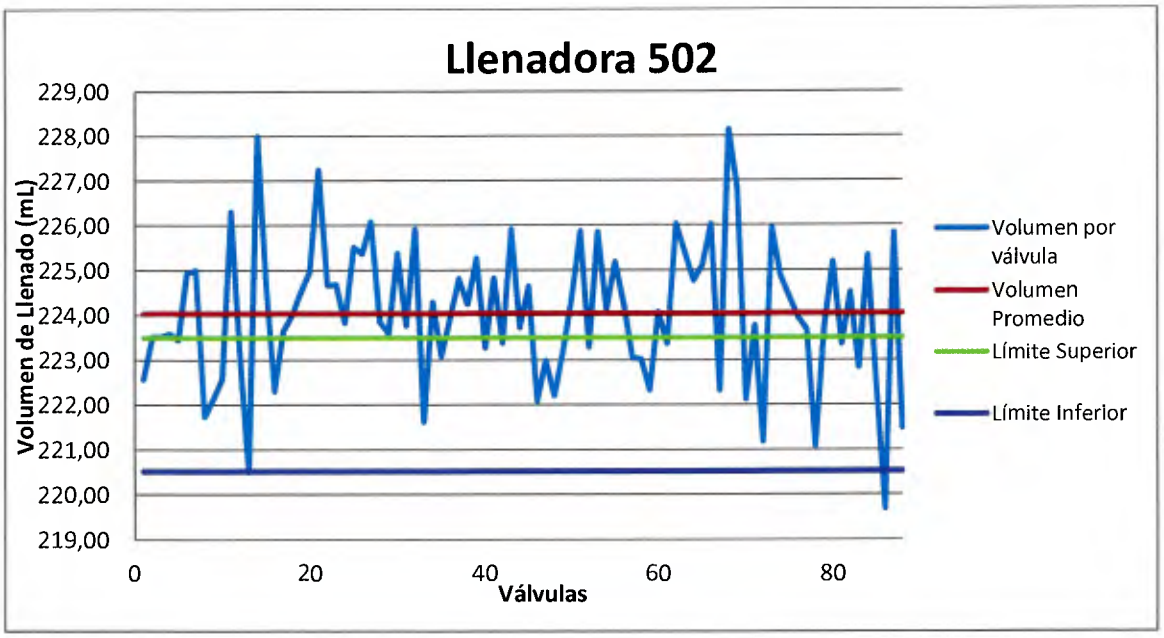
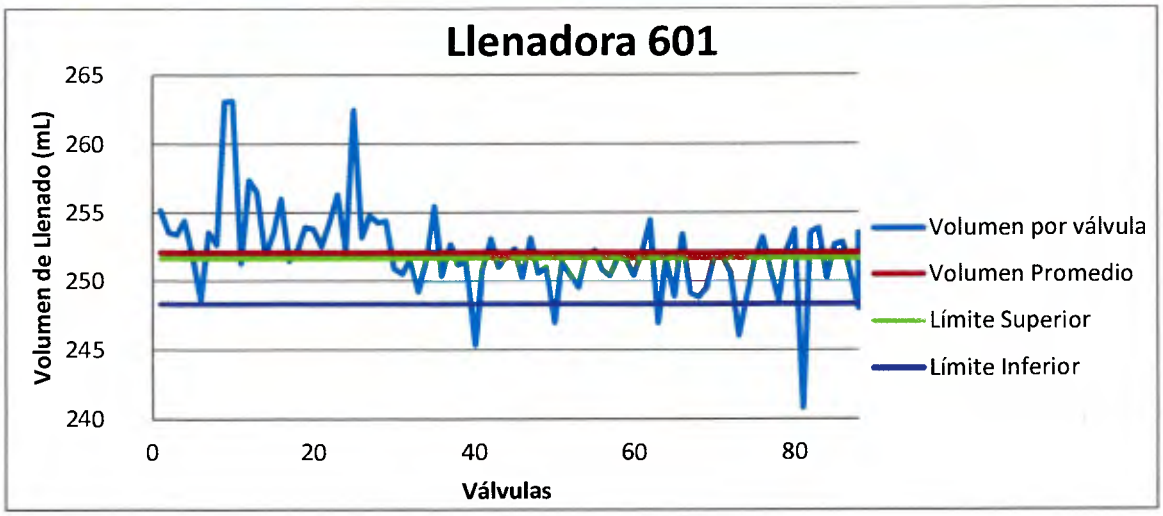


Gráfico M4: Volumen de llenado por válvula Línea 5

Diseño: Propio del investigador (2015)



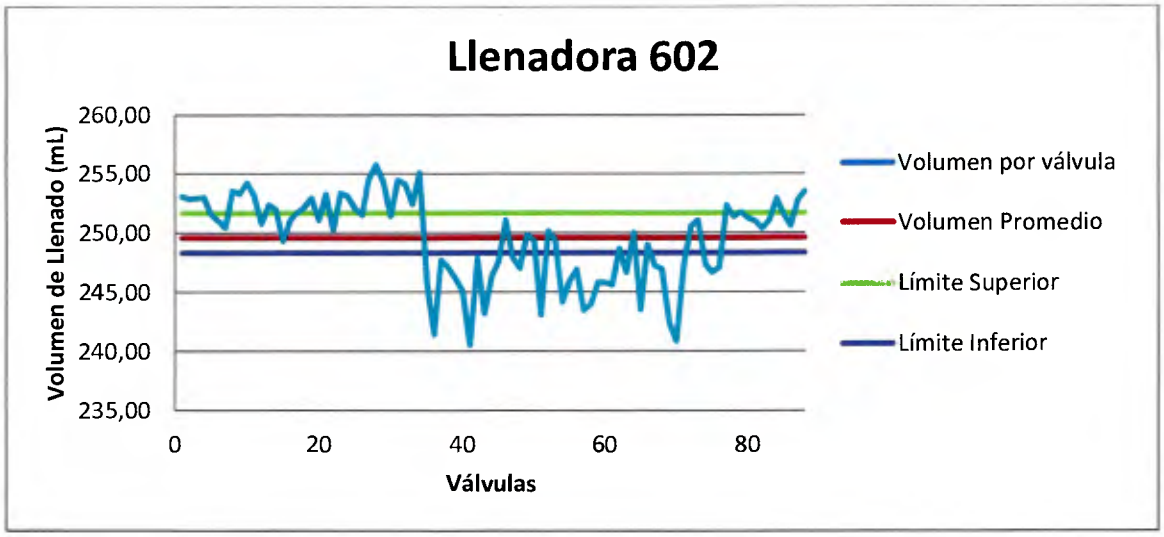


Gráfico M5: Volumen de llenado por válvula Línea 6

Diseño: Propio del investigador (2015)

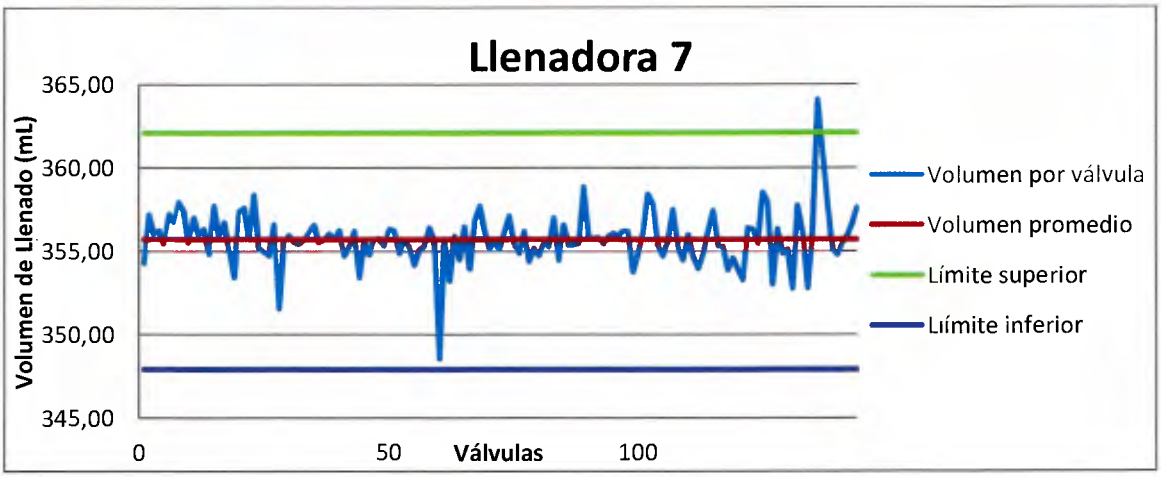


Gráfico M6: Volumen de llenado por válvula Línea 7

Diseño: Propio del investigador (2015)

ANEXO N

Histórico % Rechazo de botellas con sub lleno, por el inspector de botellas llenas (Octubre 2014-Febrero 2015)

	Inspector 1						
	1	2	3	5	6	7	8
Octubre	0,18	0,71	0,550	0,31	-	0,00	0,18
	0,55	1,19	0,280	0,34		0,00	0,12
	0,51	0,36	0,290	0,34		0,00	0,20
	0,31	0,30	0,220	0,45		0,00	0,03
	0,54	-	0,290	0,57	1,76	0,00	0,25
Noviembre	0,11	0,36	0,300	0,27	-	0,00	0,04
	0,58	0,39	0,300	0,28	-	0,00	0,14
	0,27	0,41	0,660	0,55	-	0,00	0,29
	0,27	0,31	0,300	0,27	-	0,00	0,13
Diciembre	0,35	0,30	0,800	0,70	0,20	0,00	0,20
	0,38	0,31	0,680	0,27	-	0,00	0,04
	0,29	0,30	0,140	0,45	-	0,00	0,89
	0,27	0,30	0,120	0,83	-	0,00	0,08
Enero	0,13	0,31	0,530	0,31	-	0,00	0,18
	0,12	0,27	0,340	0,37	0,97	0,00	0,05
	0,15	0,15	0,300	0,14	0,33	0,00	0,04
	-	0,30	0,100	0,14	-	0,00	0,03
	0,16	0,40	0,090	0,18	-	0,00	0,10
Febrero	0,07	0,42	0,220	0,07	-	0,00	0,07
	0,13	0,30	0,140	0,85	0,33	0,00	0,29
	0,07	0,35	0,090	0,55	-	0,00	0,07
	0,07	-	-	0,75	-	0,00	-

Tabla N1: % de Rechazo por sublleno del Inspector 1, por línea

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso semanal (2015)

	Inspector 2						
	1	2	3	5	6	7	8
Octubre		0,62	0,51	0,49	-	0,00	
		1,45	0,25	0,41	-	0,00	
		0,19	0,32	0,47	-	0,00	
		0,36	-	0,37	-	0,00	
		-	-	0,39	-	0,00	
Noviembre		0,66	0,32	0,57	0,02	0,00	
		0,34	0,55	0,41	-	0,00	
		0,30	0,73	0,48	-	0,00	
		-	0,60	0,34	-	0,00	
Diciembre		0,38	0,35	0,80	1,32	0,00	
		0,54	0,29	0,41		0,00	
	—	0,37	0,11	0,52	-	0,00	—
		0,35	0,13	0,65	-	0,00	
Enero		0,26	0,10	0,46	-	0,00	
		0,28	0,10	0,29	0,40	0,00	
		0,27	0,17	0,07	0,53	0,00	
		-	-	0,07	-	0,00	
		0,26	0,07	1,50	-	0,00	
Febrero		0,46	0,08	0,32		0,00	
		0,48	0,21	0,54	0,97	0,00	
		0,41	0,16	0,09	-	0,00	
		0,23	0,07	1,40	-	0,00	

Tabla N2: % de Rechazo por sublleno del Inspector 2, por Línea

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso semanal (2015)

	Suma de % de rechazo entre el inspector 1 y 2 por línea						
	1	2	3	5	6	7	8
Octubre	0,18	1,33	1,06	0,80			0,18
	0,55	2,64	0,53	0,75			0,12
	0,51	0,55	0,61	0,81	-		0,20
	0,31	0,66	0,22	0,82			0,03
	0,54	-	0,29	0,96			0,25
Noviembre	0,11	0,36	0,62	0,84	0,02		0,04
	0,58	0,39	0,85	0,69			0,14
	0,27	0,41	1,39	1,03			0,29
	0,27	0,31	0,90	0,61			0,13
Diciembre	0,35	0,68	1,15	1,50	1,52		0,20
	0,38	0,85	0,97	0,68	-		0,04
	0,29	0,67	0,25	0,97	-		0,89
	0,27	0,65	0,25	1,48	-	-	0,08
Enero	0,13	0,57	0,63	0,77	-		0,18
	0,12	0,55	0,44	0,66	1,37		0,05
	0,15	0,42	0,47	0,21	0,86		0,04
	-	-	-	-	-		0,03
	0,16	0,56	0,17	1,64			0,10
Febrero	0,07	0,86	0,17	0,50			0,07
	0,13	0,90	0,43	0,61	0,97		0,29
	0,07	0,71	0,30	0,94	0,33		0,07
	0,07	0,58	0,16	1,95	-		-
	0,07	0,58	0,16	1,95	-		-

Tabla N3: % de Rechazo integral por sublleno del Inspector 1, por Línea

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso semanal (2015)

ANEXO Ñ

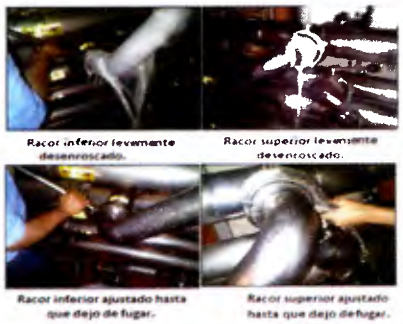
Histórico % Rechazo de botellas con mal tapado, por el inspector de botellas llenas (Octubre 2014-Febrero 2015)

	Inspector 1						
	1	2	3	5	6	7	8
Octubre	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Noviembre	0,13	-	-	-	-	-	-
	0,06	-	-	-	-	-	-
	0,05	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Diciembre	0,05	0,18	0,21	0,09	-		0,03
	0,06	0,18	0,23	0,78	-	-	0,08
	0,04	-	-	-	-	-	-
	0,07	-	-	-	0,50	-	-
Enero	0,03	0,08	0,50	0,03	0,50	-	-
	0,15	0,10	0,19	0,09	-	-	-
	0,03	0,08	0,72	0,06	-	-	-
	-	0,08	0,17	0,06	-	-	0,01
	-	-	0,17	0,07	-	-	0,05
Febrero	-	0,90	0,19	0,05	-	-	0,01
	-	0,30	0,20	0,20	-	-	0,04
	-	0,12	0,09	0,67	-	-	0,04
	-	0,11	-	0,60	-	-	0,01

Tabla Ñ1: % de Rechazo del Inspector 1 por mal tapado, por Línea

Fuente: Evaluaciones Técnicas de Proceso semanal (2015)

	Inspector 2						
	1	2	3	5	6	7	8
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
		–	–	–	–	–	
					–	–	
					–	–	
	–	–	–	–	–	–	–
		–	–	–		–	
						–	
					–	–	
					–	–	
			1		–	–	
					–	–	
					–	–	
					–	–	
					–	–	
			–		–	–	

	Acción	Figura		Acción	Figura
1	Antes de empezar el proceso de envasado de barriles se debe realizar un lavado interno de prueba, para ello se deben de realizar los siguientes pasos.		9	Desconecta el codo de la toma de Agua Grado Plato y acóplalo a la toma del Producto a Llenar. (No lo aprietes completamente).	Racor del codo desconectado del agua grado plato. Racor conectado al producto a llenar.
2	Verificar que se cumpla el tiempo (automático) en cada una de las estaciones que recorre el barril antes de llegar a la llenadora		10	**Purga del Codo** -Desenrosca levemente ambos racores del codo. -Abre con cuidado la válvula de producto. -Ajusta el racor inferior hasta que deje de fugar. -Espera 30 segundos y aprieta el racor superior, hasta que no haya fuga.	 Racor inferior levemente desenroscado. Racor superior levemente desenroscado. Racor inferior ajustado hasta que dejo de fugar. Racor superior ajustado hasta que dejo de fugar.
3	Dirigirse a la Sala de Bomba, Cierra la válvula de toma de CIP, y asegúrate que la válvula de descarga de la bomba esté abierta.	Válvula de toma de CIP cerrada Válvula de bomba abierta	11	Verifica que el racor de la entrada de la bomba no presente fugas. Y abre la válvula de descarga de la bomba.	Racor de la entrada de la bomba Válvula de salida de la bomba abierta
4	Desconecta el codo del CIP y conéctalo en la toma de agua grado plato (agua fría, 3era tubería de abajo hacia arriba).	Codo conectado a toma CIP. Codo conectado a toma de agua grado plato.	12	Dirígete a la línea de barriles abre la llave de purga de cerveza, durante 40 seg.	Válvula de purga de cerveza.
5	Abre la válvula de agua grado plato (agua fría) y asegúrate que la llave de purga en barriles esté abierta.	Llamada de confirmación de que la llave de Llave de purga de Agua 2 Plato	13	Mide la concentración de Oxígeno en la entrada al Paster. La concentración debe estar por debajo de 20 ppb (Norma < 40 ppb).	

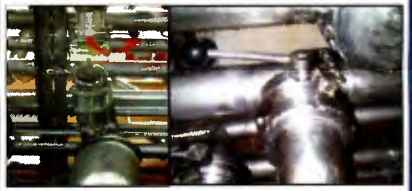
5	grado plato (agua fría) y asegúrate que la llave de purga en barriles esté abierta.	Llamada de confirmación de que la llave de Purga en Barriles está abierta. Llave de purga de Agua ° Plata.	13	Paster. La concentración debe estar por debajo de 20 ppb (Norma < 40 ppb).	
6	Pulsa el botón verde que acciona la bomba de agua grado plato durante 8 minutos.		14	Mide la concentración de Oxígeno en la entrada al Paster y al Buffer. La concentración debe estar por debajo de 20 ppb (Norma < 40 ppb).	
7	Faltando un minuto para la finalización del tiempo de bombeo de agua grado plato, procede inmediatamente a ordenar el cierre de la llave de purga en Barriles.	Llamada para ordenar el cierre de la llave de purga de Barriles.	15	Espera hasta que el tanque buffer tenga un nivel de llenado de 16 HL.	
8	Una vez finalizado el tiempo de bombeo de agua grado plato, cierra la válvula de agua grado plato y la válvula de descarga de la bomba.	 Válvula de la bomba cerrada. Valvula de Agua ° Plato cerrada.	16	Purgar las llenadoras, durante 35 seg.	

Tabla Z4: Procedimiento de Arranque Líneas 9 (Barriles)

Diseño: Propio del investigador (2015)

En el levantamiento del procedimiento de arranque antes ilustrado (ver tabla Z4), se cuantifico el tiempo de purga por punto, por lo que se requiere realizar acompañamiento en arranques para divulgar dichos tiempos (ver tabla Z5)

Procedimiento						
Tiempo de Drenaje de Tuberia entrada paster flash (s)	Purga de Tuberia entrada Paster Flash (L)	Tiempo de Purga entrada a tanque Buffer (s)	Cerveza Drenada entrada Tanque Buffer (L)	Tiempo de Purga llenadora (s)	Purga de Llenadora (L)	Total de cerveza Drenada según procedimiento
30,00	347,10	15	33,33	35,00	194,44	1158,21
				35,00	194,44	
				35,00	194,44	
				35,00	194,44	

Tabla Z5: Purga en arranque de línea 9 (Barriles), según el procedimiento

Diseño: Propio del investigador (2015)

Llenadora	Merma Mensual Según procedimiento escrito (hL)	Merma Mensual por Auditoria (hL)	Diferencia entre el procedimiento escrito y Auditoria mensual (hL)
BL1	185	263	78
BL2			
BL3			
BL4			

Tabla Z6: Purga en arranque de línea 9 (Barriles), según el procedimiento

Diseño: Propio del investigador (2015)

- Levantamiento de procedimiento para corte de producción (Rutina de limpieza o final de producción):

Se pudo observar que en final de producción se drena todo el producto remante en el tramo desde sala de bomba-hasta el paster-flash, por tal motivo se realizó un procedimiento que indica las acciones a seguir, con el fin de reducir el volumen de producto drenado por este concepto. (Ver tabla Z7).

	Acción	Figura		Acción	Figura
1	Cuando note que para cumplir con la producción del día 14 barriles de 50 o 24 barriles de 30 lts.		8	Abrir la válvula de agua ° plato hasta que el bombillo se vea verde (aproximadamente 10% de abertura)	
2	Subir a filtración o sala de bombas, para cerrar la válvula de toma de producto		9	Al observar que en el visor de entrada del pasteurizador se genere turbulencia se procede acerrar la válvula de entrada al Pasteurizador ingresando F6-F2-F3 en el cuadro numérico del panel de control.	
3	Cerrar la válvula de descarga de la bomba, luego proceder a desconectar el codo de la tubería de producto		10	Purgar la tubería de llegada al pasteurizador hasta observar que en el visor solo está pasando agua ° plato por la tubería (aprox 45 seg).	
4	Conectar el codo en agua ° plato luego activar el pulsador verde que se encuentra en la parte superior al panel de tuberías para encender la bomba de agua ° plato.		11	Realizar la Rutina de limpieza correspondiente.	

Tabla Z7: Procedimiento de Corte de Producto Línea 9 (Barriles)

Diseño: Propio del investigador (2015)

Merma mensual Auditoría (hL)	Merma mensual Procedimiento (hL)	Diferencia (hL)
133,8	66,5	67,4

Tabla Z8: Diferencia de volumen de drenado entre el procedimiento levantado y lo auditado
Diseño: Propio del investigador (2015)

- Adiestramiento a operarios y supervisores de la línea.

Los operadores y supervisores de esta línea serán adiestrados, con el fin de divulgar el procedimiento descritos en el manual de operaciones, con el fin de garantizar la disminución de merma liquida en esta línea.

Z.1.5- Disminución de volumen de producto usado para pruebas de calidad

- Prueba de Calidad con barriles de 50 lts.

En el estudio realizado en la línea de barriles se pudo observar que en promedio seis (6) barriles son drenados cada arranque para asegurar la calidad del producto. Se sugiere llenar solo el 60% de los barriles de 50 lts, lo que equivale a 30 lts, ya que dicho volumen es suficiente para las pruebas de calidad de rutina.

Z.1.6- Aseguramiento de Rutina de limpieza en el sistema

- Apoyo a la integración del sistema del Cleaning In Place (CIP)

Hace más de tres años se tienen un proyecto, cuya finalidad es integrar la limpieza del sistema de la línea. Actualmente se retoma el proyecto y se están realizando las pruebas para la implementación del mismo. Cabe destacar que la implementación del proyecto garantizaría producto sin microorganismos, asegurando la calidad del producto.

Z.2.- Punto crítico: Volumen de llenado

Z.2.1- Asegurar el volumen nominal de llenado por SKU (Presentación/Sabor)

- Colocar dispositivo pasa o no pasa en cada llenadora para asegurar la correcta longitud de los tubos de venteos:

Una de las causas que genera mal lleno en la botellas, se debe a la longitud inadecuada de los tubos de venteo. Se sugiere diseñar e instalar en cada línea un calibrador "Pasa-No Pasa", con el fin de que se utilice la longitud recomendada por presentación y llenadora.

- Registro en el disco duro del Panel View de IBLL las estadística de rechazo

Automatizar los inspectores de envases llenos de forma que les permita a los supervisores de línea descargar la información de las máquinas para llevar el control y generar reportes de merma de líquido y rechazo de envases. A partir de ese registro también ser utilizado por la Gerencia de Calidad, para obtener información del comportamiento del insumo.

- Generación de Solicitud Automática de Prueba de volumen de llenado por válvula luego de mantenimiento mayor:

Incluir en las órdenes de servicio de Calidad, la evaluación de volumen por válvula de llenado, después de realizar el mantenimiento preventivo de las llenadoras, con el fin de evaluar las condiciones de las válvulas después de la intervención, ya que durante la investigación se apreció que las mismas presentaban una desviación estándar de volumen de llenado superior a lo establecido después de la intervención mecánica, por lo que se solicitó al departamento mecánico el ajuste de las válvulas con defecto.

- Verificación de cumplimiento de ejecución de mantenimiento mayor a llenadoras.

El analista de Confiabilidad de equipos, debe cerciorarse que se le haya realizado el mantenimiento preventivo al equipo más importante de la línea. En caso de observar retraso notificar al Supervisor de Mantenimiento para la ejecución inmediata.

- Ejecución de pruebas de volumen de llenado por válvula.

Después del mantenimiento mayor a las llenadoras automáticamente se genera una solicitud a Calidad para realizar la prueba de volumen por válvula. Finalmente se debe enviar el reporte por llenadora, y notificar los ajustes pertinentes.

En la siguiente tabla, se puede evidenciar las correcciones por líneas realizadas después del mantenimiento, y el ahorro que género dicha corrección:

Llenadora	Volumen promedio inicial (ml)	Volumen después del ajuste (ml)	Diferencia (ml)
101	334,91	330,6	4,31
201	223,25	221,82	1,43
202	220,54	223,42	-2,88
301	223,94	222,97	0,97
302	223,2	222,59	0,61
	Ahorro global promedio por botella (ml)		**4,44**

Tabla Z9: Ajuste de Volumen por válvula después de una intervención mecánica

Diseño: Volumen de llenado por válvula (2015)

- Seguimiento de corrección de volumen por válvula

Después de recibir el reporte de calidad, se debe hacer seguimiento a los ajustes recomendados.

Z.3- Punto crítico: Tapado de botellas

Z.3.1- Aseguramiento del correcto tapado de botellas

- Verificación de cumplimiento de mantenimiento de Tapadoras:

El mal tapado es una de las fuentes más significativas de merma en el proceso de llenado de producto. Los supervisores de operación comentan que solo se realiza mantenimiento a este equipo cuando el mismo falla durante la jornada laboral, ocasionando la parada prolongadas de la línea, por lo que se debe considerar la verificación del mantenimiento preventivo, en caso de que el mismo no se esté cumpliendo generar una solicitud de mantenimiento.

Z.4- Punto crítico: Arranque

Z.4.1- Asegurar el cumplimiento de procedimiento operacional en arranque.

- **Levantar el procedimiento de Arranque en cambio de productos.**

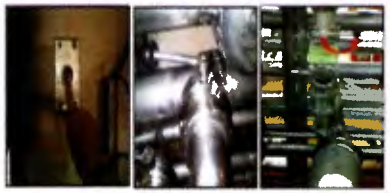
Se desarrolló un procedimiento para el arranque de las líneas, el cual contempla el paso a paso de la ejecución, los tiempos de purga por fuente e ilustraciones alusivas al tema, con el fin de acelerar el entendimiento de los operarios.

	Acción	Figura		Acción	Figura
1	Antes de dirigirte a la Sala de Bomba, asegúrate de dejar abierta la llave de paso y cerradas las válvulas de la purga del calderín y de la purga de la tubería.		8	Verifica que el racor de la entrada de la bomba no presente fugas. Y abre la válvula de descarga de la bomba.	Racor de la entrada de la bomba Válvula de salida de la bomba abierta.
2	Dirigirse a la Sala de Bomba, Cierra la válvula de toma de CIP, y asegúrate que la válvula de descarga de la bomba esté abierta.	Válvula de toma de CIP cerrada Válvula de bomba abierta	9	Seguidamente diríjase a la Sala de bomba para realizar el cambio de la tubería de agua grado plato a la tubería del producto a envasar.	
3	Desconecta el codo del CIP y conéctalo en la toma de agua grado plato.	Codo conectado a toma CIP. Codo conectado a toma de agua grado plato.	10	Seleccionar el programa: Avanzar Producto	
4	Acciona la bomba de agua grado plato durante 8 minutos; antes de que se apague, debes comunicar al operario que está en la línea para que cierre la purga. Luego cierra la válvula de agua grado plato y la válvula de descarga de la bomba.	Pulsa el botón verde que acciona la bomba de agua grado plato. Válvula de agua grado plato cerrada. Válvula de la bomba cerrada.	11	Activar la purga manualmente (aprox. 60 seg.) hasta verificar por la linterna una cerveza clara y sin turbulencia.	
5	Solicitar agua limpia ALT 2		12	Verificar la continuidad de los pasos de los programas: *Avanzar Producto. * Rellenado parcial y	

				* Producción.	
6	Desconecta el codo de la toma de agua grado plato y acóplalo a la toma del producto a llenar. (No lo aprietes completamente).	Racor del codo desconectado del agua grado plato. Racor conectado al producto a llenar.	13	Verificar las condiciones de la llenadora y comenzar producción.	
7	**Purga del Codo** -Desenrosca levemente ambos racores del codo. -Abre con cuidado la válvula de producto. -Ajusta el racor inferior hasta que deje de fugar. -Espera 30 segundos y aprieta el racor superior, hasta que no haya fuga.	Racor inferior levemente desenroscado. Racor superior levemente desenroscado. Racor inferior ajustado hasta que dejo de fugar. Racor superior ajustado hasta que dejo de fugar.			

Tabla Z10: Procedimiento de Arranque Líneas 1 y 7

Diseño: Propio del investigador (2015)

	Acción	Figura		Acción	Figura
1	Antes de dirigirte a la Sala de Bomba, asegúrate de dejar abierta la llave de paso y cerradas las válvulas de la purga del calderín y de la purga de la tubería.		8	Desconecta el codo de la toma de agua grado plato y acóplalo a la toma del producto a llenar. (No lo aprietes completamente).	Racor del codo desconectado del agua grado plato. Racor conectado al producto a llenar.
2	Dirigirse a la Sala de Bomba, Cierra la válvula de toma de CIP, y asegúrate que la válvula de descarga de la bomba esté abierta.	Válvula de toma de CIP cerrada Válvula de bomba abierta	9	**Purga del Codo** -Desenrosca levemente ambos racores del codo. -Abre con cuidado la válvula de producto. -Ajusta el racor inferior hasta que deje de fugar. -Espera 30 segundos y aprieta el racor superior, hasta que no haya fuga.	Racor inferior levemente desenroscado. Racor superior levemente desenroscado. Racor inferior ajustado hasta que deje de fugar. Racor superior ajustado hasta que deje de fugar.
3	Desconecta el codo del CIP y conéctalo en la toma de agua grado plato.	Codo conectado a toma CIP. Codo conectado a toma de agua grado plato.	10	Verifica que el racor de la entrada de la bomba no presente fugas. Y abre la válvula de descarga de la bomba.	Racor de la entrada de la bomba Válvula de salida de la bomba abierta.
4	Acciona la bomba de agua grado plato durante 8 minutos; antes de que se apague, debes comunicar al operario que está en la línea para que cierre la purga. Luego cierra la válvula de agua grado plato y la válvula de descarga de la bomba.	 Pulsa el botón verde que acciona la bomba de agua grado plato. Válvula de agua grado plato cerrada. Válvula de la bomba cerrada.	11	Seguidamente diríjase a la Sala de bomba para realizar el cambio de la tubería de agua grado plato a la tubería del producto a envasar. Una vez que observe la presencia de producto en el visor (bajo la llave de paso), cerrar la purga de la tubería.	
				Abrir la llave de paso, y llenar hasta observar producto en el visor del calderín. coloca la llenadora en "AUTOMÁTICO"	

5	Colocar las llenadoras en condiciones operativas (CO2, Aire, Can de limpieza, tapones TQ anular, etc.)		12	y el abre-válvulas en la posición "MANUAL". Cuando deje de salir producto por las válvulas de llenado, cambia el abre-válvulas a la posición "OFF". Posteriormente se procede a abrir la válvula de la purga del calderín, Cuando deje de salir producto, cerrar la válvula de la purga (No despresurizar el calderín).	
6	Extracción del agua fría de la tubería. Abrir la válvula de purga de la tubería y cerrar la válvula de paso del calderín.		13	Permitir el paso de cerveza al calderín a nivel óptimo de operación.	
7	Antes de conectar el codo de producto, pide a tu compañero que abra la purga de la tubería y cierre la llave de paso y la purga del calderín.		14	Verificar condiciones de las llenadoras y comenzar con la producción	

Tabla Z11: Procedimiento de Arranque Líneas 2-6

Diseño: Propio del investigador (2015)

Se puede observar que en los procedimientos antes descritos hay ciertas acciones que carecen de referencia visual, dicha tarea se encuentra como pendiente en el plan de acción.

Con los procedimientos antes expresados (ver tabla Z10 y Z11), se logra cuantificar el volumen de producto drenado en caso de cumplirse los procedimientos. Dichos tiempos reducen significativamente la merma por este concepto.

Llenadora	Procedimiento			
	Cerveza Del Calderin Drenada Procedimiento (L)	Tiempo de Purga según procedimiento (s)	Purga de Tubería según procedimiento (L)	Total producto drenado en Arranque (L)
1A	49,50	35	389	438
201	58,61	35	134	192
202	58,61	35	134	192
301	58,61	35	134	192
302	58,61	35	134	192
401	39,07	35	194	234
402	39,07	35	194	234
501	39,07	35	292	331
502	39,07	35	292	331
601	39,07	35	345	384
602	39,07	35	345	384
7 (Lata)	58,30	35	389	447
8 (PET)	41,80	35	389	431

Tabla Z12: Purga en arranque de líneas 1-8, según el procedimiento

Diseño: Propio del investigador (2015)

Llenadora	Merma Mensual Según procedimiento escrito (HL)	Merma Mensual por Auditoria (L)	Diferencia entre el procedimiento escrito y Auditoria mensual (HL)
1A	35	35	0
201	23	34	10
202	23	31	8
301	23	31	8
302	23	31	8
501	40	43	3
502	40	43	3
601	23	25	2
602	23	25	2
7(Lata)	36	36	0
8 (PET)	52	52	0
BL1 BL2 BL3 BL4	185	263	78
Total Merma mensual (hL)	**341**	**383**	**42**

Tabla Z13: Merma mensual por arranque según procedimiento

Diseño: Propio del investigador (2015)

- **Publicar en las líneas los procedimientos de arranques.**

Se tiene planificado publicar los procedimientos de arranque en cada línea, para que sirva de ayuda visual para los operadores, y de esta manera asegurar la práctica correcta en arranque.

Z.4.2- Automatizar purga de tubería a la entrada de llenadora

- **Prueba del uso del conductimetro para la automatización del drenaje de tubería de entrada a la llenadora.**

La prueba piloto se realizó en la línea 5, debido a que se encuentra un conductimetro ubicado en la tubería de alimentación de la llenadora, dicho aparato se encentraba fuera de servicio, se solicitó apoyo de un especialista y finalmente se reparó. Una vez ajustado el equipo se procedió a realizar algunas mediciones en la línea, como se explica a continuación:

- ✓ Se realizaron algunas mediciones de conductividad de las cervezas que se envasan en la Línea 5 con el conductímetro del laboratorio central para tener el valor referencial al momento del drenaje, adicionalmente se tomó la conductividad del agua de °P para así verificar una vez más la medición del equipo.
- ✓ Durante un arranque se cronometró el tiempo de drenaje de la tubería principal cuando se hace el cambio de agua de °P a producto, pudiendo notarse que el conductímetro alcanza la conductividad del producto al mismo tiempo que por el visor de la tubería se aprecia cerveza siendo esta la referencia para el operador.
- ✓ El tiempo cronometrado coincide con el ya medido en arranques sin hacer uso del conductimetro.

Finalmente se puede decir que el uso del conductimetro para el drenaje de tuberías no traería directamente una disminución significativa de la merma durante un arranque regular, ya que el operador de la llenadora realiza el drenaje de las tuberías de manera adecuada.

Z.5- Punto crítico: Cambios de producto, rutinas de limpieza y final de jornada

Z.5.1- Cambios de Producto, Rutinas de limpieza y Final de Jornada

- **Validación de los puntos de cortes**

En las líneas objeto de estudio se encuentran unos banderines que indican la cantidad de botellas vacías para vaciar la tubería y el calderín. Empleados de la empresa comentaron que dichas marcas se establecieron según un estudio que se realizó hace varios años en una de las líneas, y el resto de las marcas se extrapolaron y no se realizó un estudio minucioso. Por tal motivo se sospechó que dichas marcas no son muy confiables, ya que el layout de las líneas es muy diferente.

Después de realizar diversas pruebas se logra concluir que para garantizar un producto de calidad en un corte de producción se debe drenar entre 10%-20% del Calderín y el 25% del producto remanente en la tubería.

Llenadora	% Calderín que se drena	Volumen de Líquido que se drena en Calderín (L)	Cantidad de Líquido rezagado en tuberías que se drena (L)	Total Producto drenado (L)
1A	10%	50	60,84	110
2A	20%	97	88,31	282
2B	20%	97		
3A	20%	97	119,71	314
3B	20%	97		
5B	20%	66	158,96	290
5B	20%	66		
6A	20%	66	227,65	359
6B	20%	66		
7A (Lata)	10%	58	251,20	310
8A (Línea PET)	20%	84	474,93	84
BL1	-	-	415,33	415,33
BL2				
BL3				
BL4				

Tabla Z14: Purga en corte de producto

Diseño: Propio del investigador (2015)

1.1- Ajuste de banderines

Actualmente en los trenes de envasado se encuentra un banderín que indica hasta donde deben de llegar las botellas para realizar el corte de producto, por lo que se requiere desplazar dicha marca para garantizar la calidad del producto. Para tal efecto calculo el volumen de litro que se puede envasar (diferencia entre litros totales menos litros para purga) y se comparó con lo equivalente en litros correspondiente a la marca actual.

		ACTUAL		PROPUESTA		
Línea	Litros en la tubería	Cantidad de Botellas	Litros recuperados	Litros a recuperar	Cantidad de Botellas	Diferencia (L)
1	243,35	500	167	356	1078	189
2	353,25	1851	411	435	1958	24
3	478,85	2917	648	529	2382	-119
5	635,85	2418	537	592	2665	55
6 (Maltín 255ml)	910,6	3245	827	798	3128	-30
7 (355 lts)	1004,8	1648	585	850	2393	265
7 (255 lts)		1392	355		3332	495
8P	1899,7	1110	1665	1770	1110	105
Barriles	1115,328	0	0	700	14 (50lts) 23 (50 lts)	700

Tabla Z15: Comparación en botellas de punto de corte por línea.

Diseño: Propio del investigador (2015)

En la tabla anterior se observó que en 2 líneas el punto de corte tenía más botellas de las requeridas, por lo que se puede decir que si se usara dicha marca el producto resultaría no apto.

A continuación se presenta un diagrama de barras, con el fin de visualizar con mayor facilidad los cambios que se proponen:

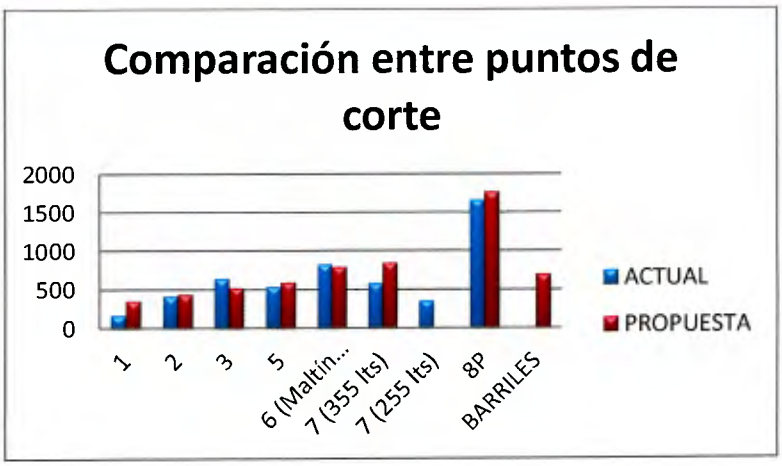


Gráfico Z1: Comparación entre Puntos de Corte

Diseño: Propio del investigador (2015)

A partir del análisis antes realizado se puede calcular la distancia en metros que se deben desplazar los banderines actuales, con el fin de garantizar la calidad del producto y las botellas requeridas para un corte de producción (Ver tabla Z12).

Línea	Distancia a desplazar (mts)
1	14,5
2	1
3	-2,25
5	1,5
6	-1,75
7	2

Tabla Z16: Desplazamiento de banderines de Punto de Corte por línea.

Diseño: Propio del investigador (2015)

Las líneas 8 y 9, no poseen marcas de producción, estas líneas se vacía a mesa full.

1.2- Levantamiento procedimiento para la utilización de Punto de corte

A pesar que en las líneas se encontraban marcas de corte "Banderines", los operadores no tenían una guía para realizar dicho proceso exitosamente.

	Acción	Figura		Acción	Figura
1	El supervisor debe notificar al llenador y al operador de entrada de la lavadora, el corte de producción, mientras las botellas llegan a la señalización, los operadores realizan las siguientes actividades: El operador de entrada de la lavadora inicia el corte. El llenador, realiza la limpieza externa del área.		8	Pide a tu compañero que se dirige a sala de bomba para cambiar el codo de la tubería de producto a la tubería de agua grado plato.	
2	Al llegar las botellas a la marca preestablecida en la mesa de salida de la lavadora, con las banderas que dicen "Punto de Corte", el operador de entrada de la lavadora notifica al llenador.		9	Fin de producción "Inicio" confirmar fin de producción	
3	Cuando en el panel se observe la señal de falta de botellas en la entrada, se debe apagar la bomba de cerveza pulsando el interruptor "Stop".		10	Cuando se observe las botellas en la Inspector de botellas vacías (pared 1) seleccionar Conducto de producto vacío "Inicio".	
4	Colocar el nivel de llenado en 50%		11	Inicio si no hay botellas	

Tabla Z1: Procedimiento de Corte de Producto Línea 1

Diseño: Propio del investigador (2015)

	Acción	Figura
1	El supervisor debe notificar al llenador y al operador de entrada de la lavadora, el corte de producción, mientras las botellas llegan a la señalización, los operadores realizan las siguientes actividades: El operador de entrada de la lavadora inicia el corte. El llenador, realiza la limpieza externa del área.	
2	Al llegar las botellas a la marca preestablecida en la mesa de salida de la lavadora, con las banderas que dicen "Punto de Corte", el operador de entrada de la lavadora notifica al llenador.	
3	El llenador pulsa el interruptor "Cerrar" del parabotellas, para cortar la entrada de botellas hacia ambas llenadoras.	
4	Apaga la bomba de cerveza pulsando el interruptor "Stop" de la bomba de Cerveza.	
5	Pide a tu compañero que se dirige a sala de bomba para cambiar el codo de la tubería de producto a la tubería de agua grado plato.	Racor conectado al producto a llenar. Racor del codo desconectado del Agua ° Plato
6	Mientras tu compañero se encuentra en la Sala de Bombas realizando las actividades para el cambio de codo y el suministro de Agua° Plato, coloca el selector de vaciar instalación en la posición vaciar, esto se realiza para desactivar los sensores de las vías transportadoras de botellas y permitir así el paso de botellas hacia la llenadora.	
7	Al ser notificados de que el Agua °Plato está conectada: Pulsa el interruptor "Abrir" del parabotellas; para abrir la entrada de botellas hacia la llenadora y permitir que el Agua °Plato desplace el líquido que queda en la tubería principal.	
8	Introduce primero la manga con mayor recorrido de botellas (Según la línea), para lograr que se empareje la entrada de las mismas a la llenadora, debido a que la manga N° 1 tiene más botellas que la manga N° 2.	
9	Al salir la última botella de producción: a. Apaga la bomba de vacío y coloca en la posición OFF: b. Oprime el botón de limpieza y colócalo en la posición "ON". c. Apaga el molino de la tapadora. d. Cierra la válvula de suministro de agua a la bomba de vacío y abre el drenaje del tanque de la misma.	

Tabla Z2: Procedimiento de Corte de Producto Líneas 2-7

Diseño: Propio del investigador (2015)

	Acción	Figura
	Final de producción	
1	Seleccionar final de producción en el Panel View	
2	Esperar de 10-12 minutos, para que el producto sea consumido	
3	Cuando el flujo y la conductividad baja del valor operativo, el llenador debe seleccionar "Activar" (paso manual). Vaciar Tanque buffer Confirmar selección	
4	Cuando se observe que el tanque buffer se encuentra entre 19,4-19,8 %. Cerrar la entrada de botellas.	
5	Aumentar la contrapresión del calderín	

Tabla Z19: Procedimiento de Corte de Producto Línea 8 (PET)

Diseño: Propio del investigador (2015)

Se puede observar que en los procedimientos antes descritos hay ciertas acciones que carecen de referencia visual, dicha tarea se encuentra como pendiente en el plan de acción.

Línea	Merma mensual Auditoría (hL)	Merma mensual Procedimiento (hL)	Diferencia (hL)
1	18,6	8,8	9,7
2	78,0	34,0	44,0
3	90,0	38,0	52,0
4	-	-	-
5	89,0	35,0	54,0
6	38,0	14,0	23,0
7	97,0	37,0	60,0
8	26,8	13,4	13,4

Tabla Z20: Merma mensual por corte de producto según procedimiento

Diseño: Propio del investigador (2015)

- **Publicar en las líneas el procedimiento de corte de producto correspondiente**

Se tiene planificado publicar los procedimiento de corte de producción levantado en cada línea para que sirva de ayuda visual para los operadores, y de esta manera asegurar el correcta practica de corte de producción.

Z.5.2- Asegurar la menor pérdida de líquido en vacío de tanques de gobiernos

- **Determinar niveles de tanques de gobiernos óptimos para vaciado**

Actualmente no se cuenta con un volumen específico para realizar el corte de producto cuando el tanque esta por vaciarse, por lo que los supervisores suelen cortar cuando le quedan 25.000 litros en el tanque y en varias oportunidades se observó que se drenaba mucho producto. Por tal motivo se requiere conocer con certeza el número equivalente en litros de la mesa llena (vía de desde California- entrada de la llenadora), con el fin de que dicho volumen coincida con lo almacenado en el tanque y no drenar producto o sacar botellas que ya fueron lavadas e inspeccionadas.

	Mesa llena			Rotura de botellas en Proceso (3%) Equivalente en Litro	Volumen mesa llena (L)	Volumen usado para los cortes (L)	Merma por Diferencia de Volumen
Línea	Paletas	Cajas	Botellas				
1	37	2590	62160	1865	20513	25000	4487
2	37	2664	95904	2877	21291	25000	3709
3	35	2520	90720	2722	20140	25000	4860
5	19	1368	49248	1477	10933	15000	4067

Tabla Z21: Volumen equivalente a la mesa llena vs el volumen usado en los cortes por vaciado de tanque

Fuente: Contadores de paletizadores (2015)

En la tabla anterior se pudo observar que el volumen usado para realizar los cortes difieren significativamente del volumen equivalente de la vía llena, por lo que se requiere proponer un volumen de corte por línea, que garantice tanto el vaciado de las botellas en la vía como el correcto lleno de las mismas.

Línea	Volumen California entrada de la llenadora (L)	Volumen para corte (L)	Merma por Diferencia de Volumen
1	20513	22000	1500
2	21291	22800	1500
3	20140	21700	1500
5	10933	12433	1500

Tabla Z22: Propuesta de volumen requerido para vaciado de tanque

Diseño: Propio del investigador (2015)

Se consideró una holgura de 7,32% de producto para el vaciado del tanque, con el fin de asegurar el correcto llenado de las botellas.

- **Publicar los niveles de tanques de gobierno óptimos para el vaciado**

La tabla anteriormente presentada, será publicada en la oficina de los operadores, con el fin de difundir el volumen requerido por línea para vaciar un tanque.

Z.6- Punto crítico: Operaciones

Z.6.1- Adiestramiento a Operarios y Supervisores de Línea

- **Diseñar planes de adiestramiento para operadores y supervisores de operación**

Anteriormente se pudieron observar acciones como publicación de procedimientos levantados en sitios de trabajo, no obstante se requiere la difusión de estos procedimientos por parte de un facilitador, con el fin de garantizar la divulgación y captación global. Para tal efecto se requiere que en Gerente del área en conjunto con Gestión de Gente diseñen un plan de adiestramiento.

- **Talleres de Adiestramiento Sensibilización a Operadores y Supervisores sobre el impacto de cumplimiento de procedimiento en la Merma Líquido**

Es indispensable difundir el impacto positivo que generaría en reducción de merma liquida, el cumplimiento de procedimiento operacionales, con el fin de generar un compromiso en los trabajadores con el tema.

Z.7- Punto crítico: Productividad

Z.7.1- Asegurar el balanceo de las líneas con el ajuste de velocidades de equipo (Líneas piloto 1, 2,3 y 5)

En una línea de producción de envasado el equipo más importante es la llenadora, por lo tanto, todos los equipos ubicados antes de la llenadora deben garantizar un flujo de botellas continuo para suministrar adecuadamente a la llenadora, mientras que los equipos ubicados después de la llenadora deben mantener una velocidad acorde para desalojar la salida de la llenadora para así evitar que la misma se detenga por acumulación de botellas a la salida.

Las paradas propias son microparadas que causan que se detenga el equipo por poco tiempo y que ocurren durante la operación por el funcionamiento del equipo.

La propuesta consiste en la modificación de las velocidades de las líneas. Haciendo que estas se asemejen a la velocidad propuestas por los especialistas y fabricante, el cual considera las microparadas del equipo. Para tal efecto se procede a realizar las siguientes actividades:

- **Medición de velocidad actual por línea**

Ver sección Y de anexos.

- **Propuesta de parámetros operativos por equipo**

Para la realización de propuestas se determinó el parámetro operacional por equipo que se asemeje más a lo recomendado por los especialistas, con distribución en "V". A continuación se especifican dichos parametros:

Línea	1	
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	935
	N° Cabezales	6
	Tiempo (seg)	60
	N° de Desembaladores	1
	Vueltas/min/Desembalador	6
Lavadora	Velocidad Deseada (BPM)	892,5
	Bolsillos operativos	38
	Tiempo (seg)	60
	Golpes/min	23
Llenadora	Velocidad Deseada (BPM)	850
	N° Válvulas	120
	Tiempo	60
	N° Llenadoras	1
	Vueltas/min/Llenadora	7
Paster	Velocidad Deseada (BPM)	895,5
	Ciclos	1
	N° Pisos	2
	Desplazamiento (m)	0,12
	Tiempo/1 Ciclo (s)	15
Embalador	Velocidad Deseada (BPM)	935
	N° Cabezales	6
	Tiempo (seg)	60
	N° de Desembaladores	1
	Vueltas/min/Desembalador	6

Tabla Z23: Parámetros operacionales de equipos Línea 1

Fuente: Propio del investigador (2015)

Línea	2	
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	2200
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	4
Lavadora	Velocidad Deseada (BPM)	2240
	N°Bolsillos operativos	66
	Tiempo (seg)	60
	Golpes/min	34
Llenadora	Velocidad Deseada (BPM)	2000
	N° Válvulas	132
	Tiempo	60
	N° Llenadoras	2
	Vueltas/min/Llenadora	8
Paster	Velocidad Deseada (BPM)	2100
	Ciclos	1
	Diámetro Botella (m)	0,05522
	Ancho Paster (m)	4,57
	Largo Paster (m)	21,34
	N° Pisos	2
	Desplazamiento (m)	0,12
	Botellas/m2	415
	Capacidad Paster (bot)	80969
	Tiempo/1 Ciclo (s)	13
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	2200
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	4

Tabla Z24: Parámetros operacionales de equipos Línea 2 "Malta"

Diseño: Propio del investigador (2015)

Línea	2	
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	2100
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	4
Lavadora	Velocidad Deseada (BPM)	1890
	N°Bolsillos operativos	66
	Tiempo (seg)	60
	Golpes/min	29
Llenadora	Velocidad Deseada (BPM)	1800
	N° Válvulas	132
	Tiempo	60
	N° Llenadoras	2
	Vueltas/min/Llenadora	7
Paster	Velocidad Deseada (BPM)	1980
	Ciclos	1
	Diámetro Botella (m)	0,05522
	Ancho Paster (m)	4,57
	Largo Paster (m)	21,34
	N° Pisos	2
	Desplazamiento (m)	0,12
	Botellas/m2	379
	Capacidad Paster (bot)	73923
	Tiempo/1 Ciclo (s)	13
Embaladores	Velocidad Deseada (BPM)	2100
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	4

Tabla Z25: Parámetros operacionales de equipos Línea 2 "Cerveza"

Diseño: Propio del investigador (2015)

Línea	3	
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	1980
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	3
Lavadora	Velocidad Deseada (BPM)	1890
	N°Bolsillos operativos	66
	Tiempo (seg)	60
	Golpes/min	29
Llenadora	Velocidad Deseada (BPM)	1800
	N° Válvulas	132
	Tiempo	60
	N° Llenadoras	2
	Vueltas/min/Llenadora	7
Paster	Velocidad Deseada (BPM)	1890
	Ciclos	1
	Diámetro Botella (m)	0,05522
	N° Pisos	2
	Desplazamiento (m)	0.127
	Botellas/m2	379
	Tiempo/1 Ciclo (s)	13,5
Embalador	Velocidad Deseada	1980
	N° Cabezales	6
	Tiempo (seg)	60
	N° Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	3

Tabla Z26: Parámetros operacionales de equipos Línea 3

Diseño: Propio del investigador (2015)

Línea	5	
Desembaladores	Velocidad Deseada (BPM)	1408
	N° Cabezales	8
	Tiempo (seg)	60
	N° Desembaladores	2
	Vueltas/min/Desembalador	2
Lavadora	Velocidad Deseada (BPM)	1344
	N° Bolsillos operativos	38
	Tiempo (seg)	60
	Golpes/min	35
Llenadora	Velocidad Deseada (BPM)	1280
	N° Válvulas	88
	Tiempo	60
	N° Llenadoras	2
	Vueltas/min/Llenadora	7
Paster	Velocidad Deseada (BPM)	1280
	Ciclos	1
	Diámetro Botella (m)	0,05522
	Ancho Paster (m)	3.658
	Largo Paster (m)	21,336
	N° Pisos	2
	Desplazamiento (m)	0,127
	N° Pisos	2
	Tiempo/1 Ciclo (s)	18,68
Etiquetadora	Velocidad Deseada (BPM)	1344
	Tiempo	60
	N° de Válvulas	88
	N° de Etiquetadores	2
	Vueltas/min/Etiquetador	2
Embalador	Velocidad Deseada (BPM)	935
	N° Cabezales	6
	Tiempo (seg)	60
	N°de Desembaladores	1
	Vueltas/min/Desembalador	3

Tabla Z27: Parámetros operacionales de equipos Línea 5

Diseño: Propio del investigador (2015)

A modo de resumen en la siguiente tabla se especifican los parámetros de cada equipo por línea, para asegurar el balance de las mismas, lo que se traduce a un incremento significativo de la productividad.

Equipo	L1	L2	L3	L5
Desembalador (Vueltas/min/Desembalador)	6	4	3	2
Lavadora (Golpes/min)	23	29	29	35
Llenadora (Vueltas/min/Llenadora)	7	7	7	5
Pasteurizador (Tiempo/1 Ciclo (s))	16	14	16	16
Etiquetador (Vueltas/min/Etiquetador)	-	-	-	2
Embalador (Vueltas/min/Desembalador)	6	4	3	2

Tabla Z28: Parámetros operativos por equipo

Diseño: Propio del investigador (2015)

En el mes de febrero se ajustaron ciertos parámetros en las líneas de envasado, y se observó un incremento significativo de la productividad. A continuación se evidencian el % de productividad por líneas desde el mes de diciembre de 2014 hasta el mes de marzo del presente año (Ver tabla Z29-Z31):

Mes	Día	Semana	Cajas por turno Promedio	% Productividad
dic-14	01/12/2014	49	8.190	48,18%
	08/12/2014	50	8.906	52,39%
	15/12/2014	51	8.552	50,31%
	22/12/2014	52	8.244	48,49%
	29/12/2014	1	7.913	46,55%
ene-15	05/01/2015	2	8.305	48,85%
	12/01/2015	3	9.180	54,00%
	19/01/2015	4	9.045	53,21%
	26/01/2015	5	10.368	60,99%
feb-15	02/02/2015	6	9.878	58,11%
	09/02/2015	7	9.522	56,01%
	16/02/2015	8	8.835	51,97%
	23/02/2015	9	10.088	59,34%
mar-15	02/03/2015	10	10.890	64,06%

Tabla Z29: Productividad Línea 1

Fuente: Indicador de productividad líneas de envasado (Diciembre 2014-Marzo 2015)

Mes	Día	Semana	Cajas por turno Promedio	Productividad
dic-14	01/12/2014	49	9.750	36,57%
	08/12/2014	50	9.115	34,19%
	15/12/2014	51	9.943	37,29%
	22/12/2014	52	9.203	34,51%
	29/12/2014	1	9.470	35,52%
ene-15	05/01/2015	2	11.556	43,34%
	12/01/2015	3	11.476	43,04%
	19/01/2015	4	11.402	42,76%
	26/01/2015	5	9.329	34,99%
feb-15	02/02/2015	6	10.546	39,55%
	09/02/2015	7	9.329	34,99%
	16/02/2015	8	10.783	40,44%
	23/02/2015	9	10.774	40,41%
mar-15	02/03/2015	10	11.073	41,53%
	09/03/2015	11	11.390	42,72%
	16/03/2015	12	11.337	42,52%
	23/03/2015	13	13.411	50,29%

Tabla Z30: Productividad Línea 2

Fuente: Indicador de productividad líneas de envasado (Diciembre 2014-Marzo 2015)

Mes	Día	Semana	Cajas por turno Promedio	Productividad
dic-14	01/12/2014	49	9.732	36,50%
	08/12/2014	50	11.210	42,04%
	15/12/2014	51	10.394	38,98%
	22/12/2014	52	10.142	38,03%
	29/12/2014	1	6.380	23,93%
Ene-15	05/01/2015	2	12.193	45,73%
	12/01/2015	3	10.626	39,85%
	19/01/2015	4	11.167	41,88%
	26/01/2015	5	13.514	50,68%
feb-15	02/02/2015	6	11.916	44,69%
	09/02/2015	7	12.875	48,29%
	16/02/2015	8	10.627	39,85%
	23/02/2015	9	13.937	52,27%

Tabla Z31: Productividad Línea 3

Fuente: Indicador de productividad líneas de envasado (Diciembre 2014-Marzo 2015)

Mes	Día	Semana	Cajas por turno Promedio	Productividad
dic-14	01/12/2014	49	6.540	35,81%
	08/12/2014	50	6.268	34,32%
	15/12/2014	51	5.014	27,45%
	22/12/2014	52	618	3,38%
	29/12/2014	1	3.988	21,84%
Ene-15	05/01/2015	2	4.343	23,78%
	12/01/2015	3	4.385	24,01%
	19/01/2015	4	2.161	11,83%
	26/01/2015	5	6.766	37,04%
feb-15	02/02/2015	6	5.285	28,94%
	09/02/2015	7	7.175	39,28%
	16/02/2015	8	6.450	35,32%
	23/02/2015	9	7.594	41,58%
mar-15	02/03/2015	10	7.501	41,07%
	09/03/2015	11	2.332	12,77%
	16/03/2015	12	8.536	46,74%

Tabla Z32: Productividad Línea 5

Fuente: Indicador de productividad líneas de envasado (Diciembre 2014-Marzo 2015)

Z.7.2- Aumentar la Confiabilidad de equipos

- **Procedimiento de limpieza de inspectores de botellas vacías**

Colocar señalizaciones y el procedimiento en los inspectores que indiquen la limpieza de los vidrios que protegen las cámaras de inspección, limpiar la lámpara de fondo, aprovechando la parada por Loop de agua y realizar esta operación cada 1 hora por 1 minuto 8 veces por turno.

El beneficio de la divulgación de este procedimiento, sería la reducción de los tiempos de paradas no programadas de los inspectores por perturbaciones en la inspección debido al empañamiento de las lentes de protección de las cámaras de inspección, lo cual es bastante frecuente.

- **Auditar los avisos de mantenimiento**

Avisos M2: Los avisos de mantenimiento preventivo, no es una información muy valioso, ya que en la misma se considera el tiempo de falla desde que el supervisor de la línea llama al mecánico o electricista hasta que la línea se recupera, es decir, alcanza el nivel operativo. Un error bastante común en dichos avisos, es que no siempre se llenan todos los campos y no se mantiene un lenguaje técnico, por lo que la consolidación de dicha data no es muy sencilla.

- **Analizar las fallas recurrentes de los equipos, a partir del análisis 80/20 de Pareto**

El objetivo es hacer seguimiento a la falla de los equipos, con el fin de programar acciones de mejora, lo que se traduce a un incremento en la productividad de la línea y la confiabilidad del equipo. Para tal efecto se debe seguir dicho procedimiento:

Levantamiento de información:

- Avisos de mantenimiento preventivo (M2)
- Auditorias multiturno: estas auditorías consisten en el seguimiento de las fallas de una línea por turno a partir de una matriz que contempla: la fecha; el turno; horas de inicio y fin de la falla; código de la máquina; código de la falla; código de la causa; código concatenado para ubicar la falla en el catálogo; equipo; descripción de falla; causa y tiempo entre fallas.
- Encuestas a supervisores y operadores de línea: Es necesario conocer la opinión de las personas que se encuentran directamente en la línea, con el fin de conocer, frecuencia de fallas y posibles soluciones.

Consolidado de Data de fallas por línea:

Se clasifican las paradas propias y ajenas (falla en la entrada, acumulación en la salida), se consolidan en una matriz por código de falla, y se calcula el tiempo de para por falla de cada equipo de la línea.

Análisis de Data

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves.

Finalmente se hace relevancia en los equipos que tienen frecuencia acomunalada mayor a 80% de las causas de paradas de la línea.

Análisis de equipos críticos

Se analizan las causas (equipos) con frecuencia de parada mayor al 80%, a partir del Diagrama de Pareto particular, con el fin de visualizar la falla especifica (según el catálogo de fallas) que está generando disminución de la productividad de la línea.

Semanalmente se deben presentar los resultados de los pasos anteriores, en reuniones de fallas. Con el fin de incluir el plan de mantenimiento del fin de semana, consolidar un plan de acción con apoyo de expertos del área de mantenimiento mecánico y eléctrico de la planta.

Para hacer más simple la ejecución de lo antes expuesto se diseñó una hoja de cálculo que solo requiere de la Data de averías (descargada desde SAP, a parir de la transacción IW69), para realizar gráficos dinámicos por equipo bastante específicos, ya que pueden dar información bastante útil como, duración de parada del equipo, problema, causa y frecuencia acumulada por código de avería.(Ver tabla Z33).

Cervecería Polar C.A.

PARADAS PROPIAS TOTAL POR EQUIPO

EQUIPO	DURACION DE FALLA	FRECUENCIA
LAVADORA DE BOTELLAS	81,69	69
CODIFICADOR DE ENVASES VIDEOJET 202	13,53	39
EMBALADORA 202	10,92	31
LLENADORA 202	10,76	34
PASTEURIZADOR DE BOTELLAS	9,15	24
VIA DE CAJAS CON BOTELLAS LLENA	9,03	32
LLENADORA 201	7,46	27
VIA DE BOTELLAS LLENAS	7,01	17
DESEMBALADOR DE BOTELLAS 201	4,8	21
Desincronización	**1,52**	**6**
Botellas caídas	0,42	1
Cabezal se monta	0	0
No saca botellas de las cajas	1,1	5
Protección disparada	**0,83**	**1**
No arranca	0,83	1
Motor	**0,68**	**2**
Sistema neumático	**0,52**	**3**
Botellas caídas	0,17	1
No arranca	0,02	1
No saca botellas de las cajas	0,33	1
Selector de cajas	**0,5**	**3**
Cabezal se monta	0,5	3
Sistema de transmisión	**0,25**	**1**
No arranca	0,25	1
Transporte de botellas	**0,17**	**1**
Botellas caídas	0,17	1
Variador de frecuencia	**0,17**	**1**
No arranca	0,17	1
Sensor desajustado/dañado	**0,08**	**1**
Cabezal se monta	0	0
No arranca	0,08	1
No Catalogado (Explicar Causa en Texto)	**0,08**	**1**
Membrana	**0**	**0**
No saca botellas de las cajas	0	0
Marco centrador	**0**	**0**
Cabezal se monta	0	0
Guías del selector de cajas desalineadas	**0**	**0**
Cabezal se monta	0	0
Preselector de cajas	**0**	**0**
Cabezal se monta	0	0
Sistema de control	**0**	**0**
No arranca	0	0
Insumo defectuoso	**0**	**0**
No saca botellas de las cajas	0	0
Extensión hexagonal	**0**	**0**
No saca botellas de las cajas	0	0
Reductor	**0**	**0**
Vástago	**0**	**0**
No saca botellas de las cajas	0	0

... Continuación ...

Lubricación	**0**	**0**
Botellas caídas	0	0
Correa	**0**	**1**
Operación incorrecta	**0**	**0**
No arranca	0	0
No saca botellas de las cajas	0	0
EMBALADORA 201	**4,46**	**14**
DESEMBALADOR DE BOTELLAS 202	**3,03**	**9**
DESPALETIZADOR DE CAJAS 201	**2,89**	**7**
PALETIZADOR DE CAJAS ROBOT 202	**2,81**	**9**
PALETIZADOR DE CAJAS ROBOT 201	**2,51**	**7**
INSPECTOR DE NIVEL DE LLENADO 202	**2,43**	**10**
INSPECTOR DE NIVEL DE LLENADO 201	**2,04**	**6**
DESPALETIZADOR DE CAJAS 202	**2,01**	**5**
TRANSPORTE MAGNETICO DE TAPAS	**0,17**	**1**
INSPECTOR DE BOTELLAS VACÍAS 201	**0**	**0**
INSPECTOR DE BOTELLAS VACÍAS 202	**0**	**0**
INSPECTOR DE CAJAS LLENAS 201	**0**	**0**
INSPECTOR DE CAJAS LLENAS 202	**0**	**0**
Total general	**176,7**	**362**

Tabla Z33: Conglomerado de fallas Línea 2

Fuente: Avisos de mantenimiento envasado (Octubre 2014-Marzo 2015)

Crear un plan de acción para las fallas recurrentes

Semanalmente se deben presentar los resultados de los pasos anteriores, en reuniones de fallas. Con el fin de incluir el plan de mantenimiento del fin de semana, consolidar un plan de acción con apoyo de expertos del área de mantenimiento mecánico y eléctrico de la planta.

Seguimiento al cierre de brechas detectadas en avisos de mantenimiento

Se debe monitorear constantemente el plan de acción para las fallas recurrentes de equipos, con el fin de disminuir lo más posibles dichas incidencias, lo que se traduce a un incremento de productividad y disminución del indicador de merma liquida,

- **Implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

La idea de solucionar el tiempo de espera del personal de mantenimiento en fallas y paradas prologadas de línea, es incluir a los operadores en la solución de fallas, asignándole una mayor

cantidad de responsabilidades. Una manera de asignarle más responsabilidades a todos los operarios, es con la implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en la planta, esta filosofía tiene como metas el cero averías o fallas en los equipos. Sin embargo la implementación de esta filosofía no es tan sencilla, ya que para ver sus resultados requiere de por lo menos tres años, además de la participación del todo el personal, desde la gerencia hasta los obreros. La parte importante del TPM que reduciría el tiempo ocioso de los operarios, es el establecimiento de un programa de mantenimiento autónomo por parte de los equipos por parte de sus operarios. Al hablar de mantenimiento autónomo se quiere que el operario sea capaz de realizar las actividades que mantienen las condiciones básicas de funcionamiento del equipo, como lo pueden ser la limpieza, la inspección del equipo durante la limpieza, ajustar o apretar aquellas parte del equipo que lo ameriten y realizar la lubricación del equipo. Además de incitar a la productividad de los operarios para plantear soluciones a los problemas existentes.

Se ha observado que los operarios de los Paletizadores y Despaletizadores, poseen un tiempo de ocio por jornada laboral bastante alto, por lo que recomienda incluirlos en el programa TPM, ya que, en el área Despaletizadores existen dos operarios que atienden las líneas 2,3, 5 y 6 o el equivalente a cuatro Despaletizadores, mientras que en el área de paletizado existe un operario para la línea de Latas y otros dos para las líneas 2, 3,5 y 6 (cuatro equipos por operario). La labor que realizan estos operarios seria realizada por uno de los operarios restantes del área, quienes realizan la misma actividad.

Con la implementación de esta filosofía, se lograría eliminar pérdidas que afectan la productividad de la planta, como lo son las siguientes:

- ✓ Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- ✓ Reducción de los costes de mantenimiento.
- ✓ Mejora de la calidad del producto final.
- ✓ Menor coste financiero por recambios.
- ✓ Mejora de la tecnología de la empresa.
- ✓ Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- ✓ Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

Z.7.3- Actitudinal

- **Implementar plan de incentivo y reconocimiento a operarios y supervisores para promover un desempeño superior**

En otras plantas de Cervecería Polar, se mantiene un plan de incentivo, con el fin de promover la productividad, debido a que frecuentemente se observa falta de compromiso por los operarios de las líneas.

El Plan de incentivo tendría como fin de promover la competencia sana entre los distintos equipos de trabajo, a fin de incentivar a los mismos a un desempeño superior y al mismo tiempo reconocer a estos equipos por el logro de las metas establecidas por la Gerencia de Envasado.

Premisa del plan de incentivo

- Se evaluara el Desempeño de cada grupo durante 3 semanas, es decir, en sus tres rotaciones.
- Se medirán a TODAS las líneas por igual, con una Productividad Meta por Turno establecida por la Gerencia de Envasado.
- El Supervisor de Producción deberá llevar un listado del personal asistente en los turnos donde se logró alcanzar la meta, esta lista debe incluir al Personal Montacarguista, al Técnico Mecánico y al Electricista que más los asistió durante los Turnos.
- El equipo ganador será aquel que durante las 3 semanas cumpla con las dos reglas establecidas y obtenga **el mejor resultado**.

Z.7.4-Disminuir tiempo de Arranques y cambios de productos

- **Auditar arranques de líneas para determinar oportunidades de mejores**

Se requiere hacer seguimiento a la rutina que se sigue los días de inicio de operación, con el fin reducir el tiempo de preparación de las líneas.

En lo auditado hasta el momento se observó que la línea se encuentra lista en 3horas aproximadamente a excepción de las lavadoras que tarda aproximadamente 5 horas, debido a la alta temperatura que tiene que alcanzar los tanques que la componen.

También se observó tiempos muy dispersos en el mismo proceso en una misma línea, lo que quiere decir que las actividades no se encuentran estandarizadas.

- **Diseñar una Checklist, para disminuir el tiempo de arranque de línea en inicio de producción**

A partir de lo auditado y la aplicación del concepto de **SMED** para reducir los tiempos de las actividades de limpieza, para finalmente diseñar la hoja de ruta y divulgarla a los supervisores de operación.

Z.7.5-Control

Durante la ejecución del plan se deben realizar ciertas actividades, con el fin de evidenciar los avances y estimular a los participantes del comité, las actividades se listan a continuación:

- Reuniones semanales/quincenales con responsables para visualizar estatus de actividades
- Actualización de herramienta de seguimiento del plan de cambio
- Seguimiento al indicador de merma Líquido

ANEXO AA

Indicador de merma liquida

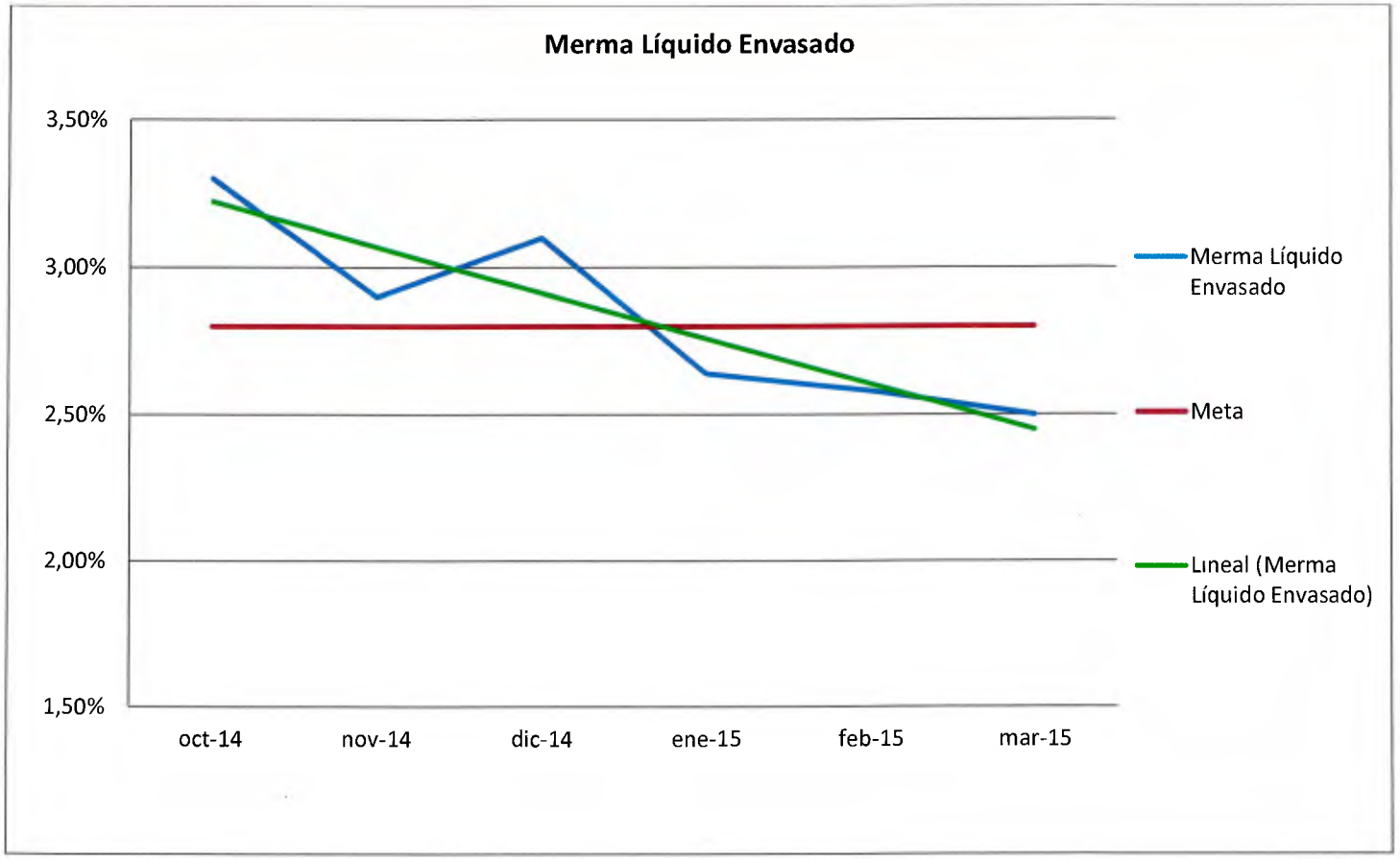


Gráfico AA1: Seguimiento de Indicador de Merma Líquida durante el periodo de estudio

Fuente: Indicador de merma liquida envasado (Octubre 2014-Marzo 2015)