



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
INDUSTRIAL**



**TITULO DE TESIS:**

**“INCREMENTO DE LA EFICIENCIA MEDIANTE LA SINCRONIZACION DE LA  
LINEA DE ENVASADO DE LA PLANTA CERCERA BACKUS DE CUSCO  
CON EL MÉTODO DMAIC – 2016”**

**PRESENTADO POR:**

BACH. ASTRID NOHELY VALENCIA  
GARCIA

PARA OPTAR AL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL

**ASESOR:**

ING. JULIO ALBERTO VILLASANTE  
LINDO

**CUSCO – PERÚ**

**2016**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis se lo dedico a toda mi familia que es lo mejor que me ha pasado en la vida, en especial a mis papas Jhon y Noemi y a mi tía Celinda por ser ellos el pilar fundamental en todo lo que soy y hago.

A mis hermanos Brian, Boro y Kev por la motivación constante.

A Willy por los consejos, apoyo y compartir buenos y malos momentos conmigo.

A mis amigos por el apoyo incondicional en el presente trabajo y siempre.

**Astrid Nohely Valencia García**



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por la fortaleza y la sabiduría que me brinda.

Al Ingeniero Julio Alberto Villasante Lindo por su valioso asesoramiento y tiempo  
brindado para el desarrollo de la tesis.

A los Ingenieros Carlos Benavides Palomino y Macedo Rueda Quintana por el apoyo y  
consejo durante el desarrollo de la tesis.

El agradecimiento también al área de envasado de Backus & Johnston S.A.A. por la  
apertura y compañerismo.

Y para finalizar agradezco a todos mis amigos con quienes compartí las aulas de la  
universidad y el área de trabajo por el compañerismo, apoyo moral y amistad que me  
han brindado para seguir adelante en la carrera profesional.

**Astrid Nohely Valencia García**



## INTRODUCCIÓN

Uno de los más apasionantes temas que trata la Ingeniería Industrial está en su definición misma: “La Ingeniería Industrial tiene como objetivo el incremento de la productividad mediante la optimización de los procesos que conlleva a la racionalización de las actividades de la organización”, por ese motivo es que cuando se me dio la oportunidad de laborar en la empresa cervecera Backus & Johnston y además se me encargó la supervisión del área de envasado de cerveza se me introdujo la idea de hacer realizar un trabajo de investigación en dicha área.

Se encontraron numerosos problemas que gracias a los conocimientos adquiridos en estudios universitarios podrán ser estudiados y solucionados con éxito, dentro de ellos el que más dificultad dio fue el cuello botella en el proceso de envasado de cerveza.

Dada la fusión reciente del grupo empresarial SABMILLER y la empresa AB Inbev, este tema se vuelve de primordial importancia pues según los biógrafos del actual CEO Carlos Brito es una persona que se destaca por sus éxitos al frente de la empresa y su principal énfasis está en la reducción costos, en una reciente entrevista indican que desea reducir costos en el 2016 por un estimado de 1400 millones de dólares.

Esta fabulosa cantidad de reducción de dinero implica que la empresa deba optimizar sus operaciones y precisamente optimizando la línea de producción es como se puede lograr.

En este trabajo de investigación se trabajará con flujos de proceso de producción y algoritmos propios de los cuellos de botella, previamente se debe hacer un diagnóstico para determinar en qué situación se encuentra la empresa.



## RESUMEN

La planta cervecera Cusco de UCP Backus y Johnston S.A.A., una subsidiaria de SabMiller productora de bebidas alcohólicas, cuenta con diversas vicepresidencias, el presente estudio refiere a la vicepresidencia de Manufactura; más específicamente al Área de Envasado, la cual ha presentando eficiencias bajas producto de paradas no programadas atribuidas a las máquinas, así como también un mal balance en cuanto a velocidades de las máquinas y mala gestión.

El presente estudio cuenta con 6 capítulos los cuales han sido desarrollados con una metodología utilizada en la empresa Backus, llamada metodología DMAIC que a su vez va de la mano con el ciclo PDCA de Deming.

Los seis capítulos fueron distribuidos de la manera siguiente:

CAPITULO I: El Problema. El capítulo contiene la problemática existente en el área, teniendo en cuenta las limitaciones del estudio, justificaciones y los objetivos de la investigación.

CAPITULO II: Marco Teórico. El capítulo contiene la información teórica recopilada en el cual están contenidos los temas de: metodología DMAIC, Ciclo PDCA, Cuellos de botellas y diagrama en V.

CAPITULO III: Metodología. El capítulo contiene la explicación de la metodología y la manera en que va a ser desarrollada en adelante, explicando el Método DMAIC y su importancia para la presente investigación.

CAPITULO IV: Descripción de la Empresa. El capítulo contiene una reseña histórica de la empresa, se explican los procesos de manufactura de la misma, en el cual está contenido la elaboración de cerveza y envasado de la misma.

CAPITULO V: Diagnostico del área de Envasado. El capítulo contiene el desarrollo de las tres primeras fases del método DMAIC que son: Definir la situación Actual, Medir y recolectar datos y un Análisis de causas.



CAPITULO VI: Propuestas de mejora. El capítulo contiene las dos últimas fases de la metodología DMAIC que son: Innovación y mejora del proceso y el Control del balance de línea; dentro del presente capítulo esta también la explicación del programa diseñado para el control de la línea de producción.

A continuación de esta temática están las conclusiones y las recomendaciones que se vio prudente dar en base a los estudios y observaciones realizadas.



## ABSTRACT

The brewery Cusco UCP Backus y Johnston SAA, a subsidiary of SABMiller producer of alcoholic beverages, has several vice presidents, this study refers vice presidential Manufacturing; more specifically to the packaging area, which has low efficiencies presenting product unscheduled downtime attributed to machines, as well as poor balance in terms of machine speeds and mismanagement.

This study has 6 chapters which have been developed with a methodology used in the company Backus, called DMAIC methodology which in turn goes hand in hand with the Deming PDCA cycle.

The six chapters were distributed as follows:

CHAPTER I: The Problem. The chapter contains the existing problems in the area, taking into account the limitations of the study, justifications and objectives of the research.

CHAPTER II: Theoretical Framework. The chapter contains the theoretical information compiled in which are contained the following topics: DMAIC, PDCA cycle, bottlenecks and methodology diagram V.

CHAPTER III: Methodology. The chapter contains an explanation of the methodology and how it will be developed on, explaining the DMAIC method and its relevance to the present investigation.

CHAPTER IV: Description Company. The chapter contains a historical outlines of the company, the manufacturing process thereof, which is contained in brewing and packaging thereof are explained.

CHAPTER V: Diagnosis packaging area. The chapter contains the development of the first three phases of the DMAIC method are: Define the current situation, measure and collect data and analysis of causes.



CHAPTER VI: Proposals for improvement. The chapter contains the last two phases of the DMAIC methodology are: innovation and process improvement and balance control line; within this chapter it is also the explanation of the program designed to control the production line.

Following this theme they are the conclusions and recommendations was wise to give based on studies and observations.





## ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I.....	8
EL PROBLEMA .....	8
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.1.1. Identificación de Problemas de la Línea de Envasado.....	11
1.1.2. Formulación del Problema. ....	12
<b>1.1.2.1. Problema Principal</b> .....	12
<b>1.1.2.2. Problemas Específicos</b> .....	12
1.1.3. Justificación de la Investigación. ....	12
<b>1.1.3.1. Teórica</b> .....	12
<b>1.1.3.2. Académica</b> .....	12
<b>1.1.3.3. Práctica</b> .....	12
1.1.4. Delimitaciones de la Investigación. ....	13
<b>1.1.4.1. Delimitación Temporal</b> .....	13
<b>1.1.4.2. Delimitación Espacial</b> .....	13
<b>1.1.4.3. Delimitación Social</b> .....	13
1.1.5. Objetivos de la Investigación .....	13
<b>1.1.5.1. Objetivo Principal.</b> .....	13
<b>1.1.5.2. Objetivos Específicos.</b> .....	13
1.1.6. Hipótesis.....	14
<b>1.1.6.1. Hipótesis General</b> .....	14
<b>1.1.6.2. Hipótesis Específicas</b> .....	14
1.1.7. Variables.....	15
<b>1.1.7.1. Variable Independiente</b> .....	15
<b>1.1.7.2. Variable Dependiente</b> .....	15
CAPITULO II.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
2.1.1. Título: “Mejoramiento de la Producción de una Planta Embotelladora de Cerveza Super Línea de Cervecería Nacional” .....	16
2.1.2. Título: “Aumento de Productividad en Línea de Envasado de la Planta los Cortijos de Cervecería Polar” .....	17
2.2. BASES TEÓRICAS.....	20



2.2.1. Metodologías para la Mejora de Procesos.....	20
<b>2.2.1.1. Método DMAIC</b> .....	20
<b>2.2.1.2. Ciclo Deming</b> .....	23
2.2.2. Teoría de las Restricciones.....	25
<b>2.2.2.1. Balanceo de las Líneas de Envasado</b> .....	25
<b>2.2.2.2. Cuellos de Botella</b> .....	26
<b>2.2.2.3. Balanceo en V</b> .....	26
2.2.3. Eficiencia.....	27
2.2.4. Herramientas Informáticas .....	28
<b>2.2.4.1. SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos)</b> .....	28
<b>2.2.4.2. Autocad</b> .....	28
<b>2.2.4.3. Visual Basic</b> .....	29
<b>2.2.4.4. Microsoft Excel</b> .....	29
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	32
CAPITULO III .....	33
METODOLOGÍA.....	33
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	33
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	34
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
3.4. METODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.5. UNIDAD DE ESTUDIO.....	34
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	35
CAPITULO IV .....	36
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	36
4.1. GENERALIDADES .....	36
4.1.1. Reseña Histórica.....	38
4.1.2. Estructura Organizacional .....	40
4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS .....	42
4.2.1. Proceso de Elaboración .....	42
<b>4.2.1.1. Recepción Y Almacenamiento De Materia Prima</b> .....	43
<b>4.2.1.2. Tratamiento y Molienda de Granos</b> .....	44
<b>4.2.1.3. Cocimiento</b> .....	44
<b>4.2.1.4. Fermentación y Maduración</b> .....	44
<b>4.2.1.5. Filtración</b> .....	45



4.2.2. Proceso de Envasado .....	45
<b>4.2.2.1. Recepción de Cajas Llenas con Botellas Vacías.</b> .....	45
<b>4.2.2.2. Depaletizado</b> .....	46
<b>4.2.2.3. Desencajonado</b> .....	47
<b>4.2.2.4. Lavado de Botellas</b> .....	48
<b>4.2.2.5. Inspección de Botellas Vacías.</b> .....	51
<b>4.2.2.6. Llenado.</b> .....	53
<b>4.2.2.7. Pasteurización</b> .....	55
<b>4.2.2.8. Etiquetado</b> .....	56
<b>4.2.2.9. Encajonado</b> .....	58
<b>4.2.2.10. Paletizado</b> .....	60
CAPITULO V .....	62
DIAGNOSTICO DEL AREA DE ENVASADO .....	62
5.1. FASE 1: DEFINIR SITUACIÓN ACTUAL .....	62
5.1.1. Estudio de los Procesos de Envasado en Planta .....	63
5.1.2. Levantamiento de Información de los Equipos.....	63
<b>5.1.2.1. Información de los manuales de especificación técnica.</b> .....	63
<b>5.1.2.2. Fórmulas para el Cálculo de Velocidades</b> .....	63
<b>5.1.2.3. Síntesis de la Información</b> .....	63
<b>5.1.2.4. Análisis de la Situación Actual de la Línea de Envasado</b> .....	65
5.2. FASE II: MEDIR .....	68
5.2.1. Pruebas de Paradas en las Llenadoras .....	68
<b>5.2.1.1. Tiempo de Parada</b> .....	70
<b>5.2.1.2. Clasificación de las Paradas</b> .....	70
5.2.2. Velocidad de los Equipos de Envasado.....	71
5.3. FASE 3: ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA .....	74
5.3.1. Causas de las Paradas en las Estaciones de Trabajo .....	74
5.3.2. Causas de Paradas en la Estación de Llenado .....	76
<b>5.3.2.1. Desbalance de la Línea</b> .....	77
<b>5.3.2.2. Desbalance en las Fajas Transportadoras</b> .....	77
<b>5.3.2.3. Falla Mecánica</b> .....	79
<b>5.3.2.4. Parada por Parque de Botellas</b> .....	79
5.3.3. Resultados Obtenidos en las Pruebas de Paradas .....	80
<b>5.3.3.1. Llenadora 201</b> .....	80
<b>5.3.3.2. Llenadora 202</b> .....	84



5.3.4. Calculo de Holguras de Tiempo..... 89

5.3.5. Análisis de Velocidades Operacionales ..... 91

CAPITULO VI ..... 93

PROPUESTAS DE MEJORA..... 93

6.1. FASE 4: INNOVAR: MEJORAR EL PROCESO..... 93

    6.1.1. Balanceo en V de la Línea..... 94

    6.1.2. Propuestas para Evitar Paradas ..... 95

6.2. FASE 5: CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL BALANCEO DE LA LINEA..... 97

6.3. BASES DE LA SIMULACIÓN ..... 98

    6.3.1. Propiedades de la Simulacion ..... 99

CONCLUSIONES..... 102

RECOMENDACIONES ..... 104

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... 105

ANEXOS ..... 107

**INDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1:	Velocidades Nominales por Formato.....	9
Tabla N° 2:	Operacionalizacion de variables .....	32
Tabla N° 3:	Técnicas e Instrumentos.....	35
Tabla N° 4:	Marcas Producidas en la Planta Cusco .....	37
Tabla N° 5:	Datos Relevantes de la Evolución de Backus .....	39
Tabla N° 6:	Formulas para hallar las velocidades de los equipos .....	65
Tabla N° 7:	Tiempos de ciclo promedio.....	72
Tabla N° 8:	Velocidades halladas por proceso .....	73
Tabla N° 9:	Capacidades de los transportadores .....	73
Tabla N° 10:	Suministros requeridos en cada estación de trabajo .....	75
Tabla N° 11:	Datos de paradas de llenadora 201 obtenidas en segundos.....	81
Tabla N° 12:	Datos de Paradas de Llenadora 202 obtenidas en segundos.....	85
Tabla N° 13:	Tiempo transcurrido hasta la llegada de un espacio vacío a llenadoras .....	91
Tabla N° 14:	Comparación entre velocidades operacionales y velocidades propuestas .....	95
Tabla N° 15:	Propuestas operativas y tiempo porcentual de paradas de llenadora 201. ....	96
Tabla N° 16:	Propuestas operativas y tiempo porcentual de paradas de llenadora 202. ....	97
Tabla N° 17:	Incremento de las velocidades de las maquinas.....	102
Tabla N° 18:	Reducción de las velocidades de las maquinas.....	103

**INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1:	Producción y Eficiencias por Formato .....	10
Figura N° 2:	Balance en ‘V’ .....	10
Figura N° 3:	Método DMAIC. ....	22
Figura N° 4:	Desarrollo del Método .....	23
Figura N° 5:	Ciclo PDCA de Deming .....	24
Figura N° 6:	Diagrama Organizacional de la Empresa .....	41
Figura N° 7:	Estructura Organizacional del Área de Envasado .....	42
Figura N° 8:	Diagrama de Proceso de Elaboración de cerveza.....	42
Figura N° 9:	Diagrama de flujo con imágenes incluidas del Proceso de Elaboración de cerveza .....	43
Figura N° 10:	Maquina Depaletizadora.....	46
Figura N° 11:	Proceso de desencajonado .....	47
Figura N° 12:	Maquina Desencajonadora .....	48
Figura N° 13:	Componentes del mecanismo de entrada a lavadora de botellas.....	49
Figura N° 14:	Proceso de lavado de botellas.....	50
Figura N° 15:	Maquina Lavadora de botellas.....	51
Figura N° 16:	Proceso de Inspección de Botella vacía.....	52
Figura N° 17:	Maquina de Inspección de botellas vacías.....	52
Figura N° 18:	Proceso de Llenado y Taponado.....	54
Figura N° 19:	Maquinas llenadoras .....	54
Figura N° 20:	Proceso de inspección de llenado .....	55
Figura N° 21:	Proceso de Pasteurizado .....	56
Figura N° 22:	Proceso de Etiquetado .....	57
Figura N° 23:	Maquina Etiquetadora.....	58
Figura N° 24:	Transportadores y Agitadores en entrada a Encajonadora .....	59
Figura N° 25:	Proceso de Encajonado.....	59
Figura N° 26:	Maquina Encajonadora.....	60
Figura N° 27:	Proceso de Paletizado .....	61
Figura N° 28:	Estaciones de Trabajo.....	64
Figura N° 29:	Lay Out de Envasado.....	66
Figura N° 30:	Diagrama de procesos Envasado .....	67
Figura N° 31:	Diseño de registro de paradas .....	69



Figura N° 32: Diseño de registro de tiempos de ciclo .....71

Figura N° 33: Diagrama de Ishikawa .....75

Figura N° 34: Sectores de llenado .....76

Figura N° 35: Diagrama de flujo del proceso que deben seguir los operadores  
cuando hay paradas por caída de botellas en transportador..... 78

Figura N° 36: Grafico de Causas específicas de paradas de llenadora 201 ..... 82

Figura N° 37: Causas de parada de la llenadora 201 ..... 83

Figura N° 38: Diagrama de Pareto de las causas de parada de la llenadora 201..... 84

Figura N° 39: Grafico de las causas específicas de paradas de la llenadora 202 ..... 86

Figura N° 40: Causas de parada de la llenadora 202 ..... 87

Figura N° 41: Diagrama de Pareto de las causas de paradas de llenadora 202 ..... 88

Figura N° 42: Diagrama de línea de envasado con holguras de tiempo..... 90

Figura N° 43: Velocidades operacionales y velocidades mínimas y máximas de la  
línea de envasado ..... 92

Figura N° 44: Velocidades propuestas ..... 94

Figura N° 45: Balance en V utilizado para el diseño del programa ..... 98

Figura N° 46: Programa diseñado para controlar velocidades de la línea de envasado ..... 99

Figura N° 47: Calculo de velocidades en el programa diseñado ..... 100

Figura N° 48: Tabla de registro de paradas ..... 100

Figura N° 59: Valor porcentual de causas de paradas de llenadoras..... 102



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La reciente fusión de las empresas cerveceras líderes del mercado mundial: *SAB MILLER* subsidiaria de Backus Y Johnston S.A.A. Y *AB INBEV* trae consigo cambios en todas las plantas, tales como la reducción de costos en US \$ 1,400'000,000 (un mil cuatrocientos millones de dólares), el incremento de la eficiencia y por lo tanto el incremento de la producción. Esto obligara a todas las plantas a mejorar sus sistemas de producción, reducción de mermas y optimización de sus procesos.

La planta cervecera de la ciudad de Cusco perteneciente a lo es BACKUS Y JOHNSTON S.A.A. con una producción de 0.74 millones de Hectolitros anuales, ubicada en el puesto 6 de un total de 180 plantas de 75 países del ranking de SAB MILLER; cuenta con una línea de envasado la cual produce 5 formatos diferentes: 620ml, 630 ml, 650 ml, 1000 ml, 1100 ml. de las marcas: Cusqueña, Pilsen y Cristal, además dos veces al año produce el formato de 750 ml. de una cerveza ultra premiun llamada Abraxas; es la planta más





antigua y más versátil del país, se hacen 3 cambios de formato a la semana cada uno tiene una duración de 2 a 2.5 horas.

Cada formato tiene una velocidad diferente esto debido al volumen y nivel de llenado y al tiempo de lavado de botellas.

En la tabla N° 1 se observan las velocidades nominales de las llenadoras en los diferentes formatos.

**Tabla N° 1: Velocidades Nominales por Formato**

FORMATO	VELOCIDAD NOMINAL
620 ml.	50 000 botellas/hora
630 ml.	49 000 botellas/hora
650 ml.	47 640 botellas/hora
1000 ml.	30 000 botellas/hora
1100 ml.	28 000 botellas/hora
620 ml. (Trigo)	36 000 botellas/hora

Fuente: Backus

Elaboración: Propia

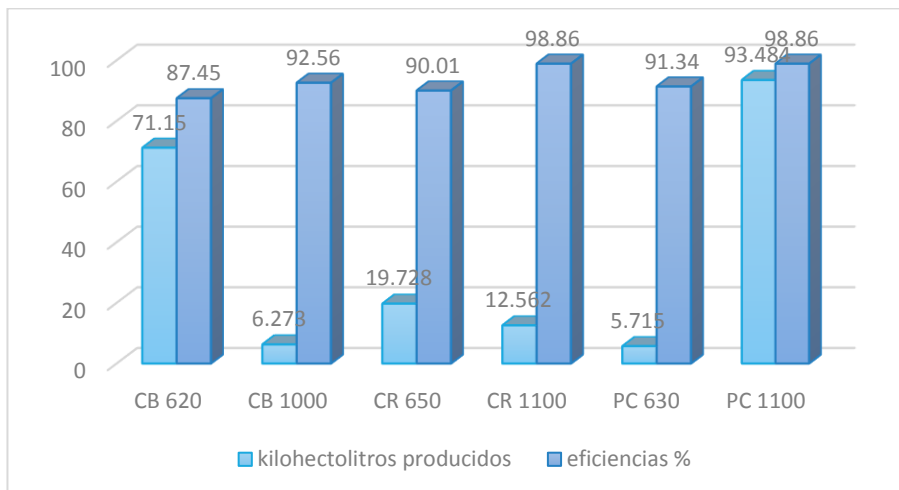
El formato de 620 ml en la marca Cusqueña del tipo Trigo, tiene una velocidad nominal menor a la tradicional debido a los diferentes procesos utilizados en la elaboración de la misma; así como también los parámetros para su envasado más específicamente el proceso de pasteurizado.

La eficiencia de la línea varía dependiendo del formato, y es calculada con los tiempos de producción, tiempos por averías, tiempos de paradas y tiempos por calidad.

El formato y marca de mayor preferencia después de Pilsen de 1100 ml. es de la marca cusqueña blanca de formato de 620 ml. el inconveniente con esta marca y formato es que presentan una eficiencia por debajo de lo esperado y lo permitido.

En la Figura N° 1 se muestran los hectolitros producidos durante los meses de Marzo, Abril y Mayo y sus respectivas eficiencias.

Figura N° 1: Producción y Eficiencias por Formato

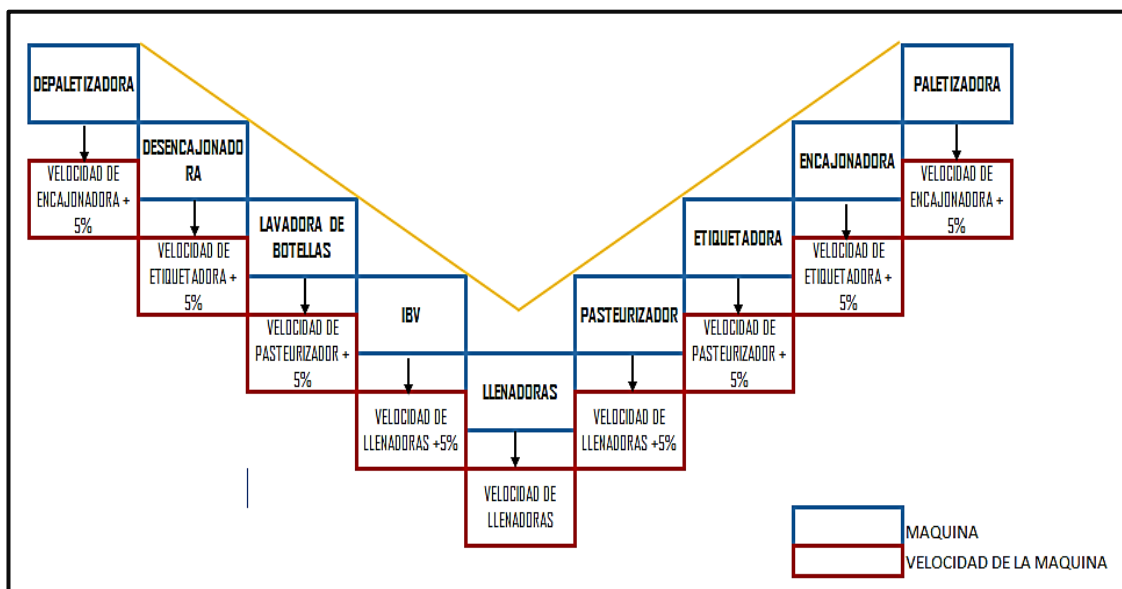


Fuente: Backus  
Elaboración: Propia

Para regular las velocidades de las maquinas se utiliza el balanceo en V, el cual plantea detectar la maquina o proceso crítico y en base a la velocidad de este, determinar las velocidades de las maquinas precedentes y siguientes dándole velocidades de 5 % más a cada máquina que esta antes y después del proceso crítico, con el objetivo de que el cuello de botella en este caso las llenadoras no se detengan.

En la Figura N° 2 se observa el diagrama del balance en V utilizado en líneas de envasado.

Figura N° 2: Balance en 'V'



Fuente: Backus y Johnston SAA  
Elaboración: propia

Por otro lado, la producción durante la semana no es continua, esto debido a diferentes factores como son las paradas no programadas y la paradas programadas.



Las paradas no programadas incluyen paradas por averías de máquina, falta de insumos ya sean materiales (etiquetas, tapas, goma, insumos químicos), mala operación del encargado de maquina o velocidades no sincronizadas.

Las paradas programadas incluyen el mantenimiento programado, la falta de líquido (cerveza), falta de envase y caída de energía.

La eficiencia refleja las paradas no programadas, esto debido a que los tiempos de parada por dichos motivos es considerado un tiempo muerto, es decir son minutos o segundos que se dejan de producir.

Las paradas de las maquinas repercuten en paradas de las llenadoras que, en el sistema de envasado son consideradas como el cuello de botella por lo que se deben evitar.

Así mismo, los problemas presentes en cada área son detectados y para atacarlos se forman grupos de trabajo con personas que tengan mayor acceso a la información o mayor experiencia, cada uno de estos grupos tiene un líder y el problema es atacado con el desarrollo de un proyecto DMAIC.

### **1.1.1. Identificación de Problemas de la Línea de Envasado**

- La eficiencia de la línea de envasado en el formato de 620 ml. es de 87.45 % muy por debajo del mínimo permitido: 94%.
- La llenadora, maquina critica del proceso de envasado por tener la menor velocidad para por exceso de botellas a la salida y por falta de botellas.
- Las velocidades de la maquinas no están sincronizadas según el diagrama en V.
- Las holguras o colchones de tiempo no son las adecuadas.

## 1.1.2. Formulación del Problema.

### 1.1.2.1. Problema Principal

¿De qué manera la sincronización soportada en la metodología DMAIC ayudaría a incrementar la eficiencia de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco?

### 1.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo la regulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco contribuirá al incremento de la eficiencia de la línea?
- ¿Cómo el uso de la interfaz facilitara el control por parte de los supervisores de la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco?

## 1.1.3. Justificación de la Investigación.

### 1.1.3.1. Teórica

La línea de envasado presenta deficiencias, las cuales podrían ser resueltas aplicando el método DMAIC. A su vez, se presenta la oportunidad de ampliar y fortalecer conocimientos de la simulación de procesos en Ingeniería Industrial.

### 1.1.3.2. Académica

Durante la carrera de Ingeniería Industrial se han venido enseñando diferentes teorías que sirven de herramientas en posteriores tareas que se nos serán encomendadas, es de mucha importancia saberlas utilizar y dominarlas, y es lo que será presentada en la investigación.

### 1.1.3.3. Práctica

La investigación será de utilidad para la empresa Backus y Johnston al dar solución al problema del área de envasado, permitiendo un conocimiento de las causas de las bajas eficiencias presentadas y un análisis profundo de las velocidades actuales.



#### **1.1.4. Delimitaciones de la Investigación.**

##### **1.1.4.1. Delimitación Temporal**

La presente investigación se realizó en un periodo de 12 meses: 4 meses (dentro del periodo de Enero a Junio del 2015) duró la extracción de datos e información y 8 duró la modelación, diseño, planteamiento y desarrollo de la investigación. .

##### **1.1.4.2. Delimitación Espacial**

El presente trabajo se va a realizar en la planta cervecera de Cusco, en el área de envasado.

##### **1.1.4.3. Delimitación Social**

La investigación involucro al personal de envasado: operarios, mecánicos, eléctricos y supervisores, quienes aportaron información y datos.

#### **1.1.5. Objetivos de la Investigación**

##### **1.1.5.1. Objetivo Principal.**

Proponer sincronizar la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco soportada en la metodología DMAIC para incrementar su eficiencia.

##### **1.1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Simular la regulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco para visualizar el incremento de la eficiencia.
- Elaborar una interfaz para facilitar el trabajo de control por parte de los supervisores de la sincronización de línea de envasado de la planta cervecera Backus de cusco.



## 1.1.6. Hipótesis

### 1.1.6.1. Hipótesis General

Con la propuesta de sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco basado en el método DMAIC, se incrementara su eficiencia.

### 1.1.6.2. Hipótesis Específicas

- Con la simulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco se podrá visualizar el incremento de la eficiencia.
- Si se elabora una interfaz, se facilitara el control por parte de los supervisores de la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco.

### 1.1.7. Variables

#### 1.1.7.1. Variable Independiente

Sincronización de línea de envasado basado en el método DMAIC

La sincronización según el diccionario de la lengua española, se puede definir como el hecho de que coincidan en el tiempo dos o más eventos o fenómenos: en este caso, las velocidades de las maquinas mediante el método DMAIC que consta de 5 fases: definir, medir, analizar, innovar y controlar.

##### A) Subvariables

- Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo en que una maquina realiza un proceso que consta de un movimiento en el cual su posición final debe ser la misma a la posición inicial

- Velocidad de equipos

La velocidad se puede definir como el tiempo en que una maquina termina un proceso

- Tiempo de paradas

El tiempo de paradas según material de capacitación de Backus es el tiempo en que una maquina queda inactiva y es considerada desde el momento en que la velocidad se reduce notoriamente hasta el instante en que la maquina recupera la velocidad nominal.

#### 1.1.7.2. Variable Dependiente

- Eficiencia de línea.

Según material de capacitación de Backus es el tiempo de trabajo efectivo con referencia al tiempo total y es hallado por la ecuación.

$$Ef = \frac{\text{tiempo de trabajo efectivo}}{\text{tiempo total de trabajo}}$$



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Título: “Mejoramiento de la Producción de una Planta Embotelladora de Cerveza Super Línea de Cervecería Nacional”**

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR: Constante Barina, Juan Javier

#### **RESUMEN:**

La importancia de este proyecto se enfoca en brindar mediante un análisis estructurado para poder mantener en óptimas condiciones las instalaciones, maquinarias y equipos, sean estos nuevos o no, para alcanzar un elevado porcentaje de confiabilidad. En el aspecto de mantenimiento de los equipos, se tienen continuas averías y existe un alto nivel de stock de inventario para atenuar el tiempo perdido por las paradas no programadas. Esto posteriormente afecta al costo de producción.





La metodología que se siguió se basó en administrar la información de las fallas de los equipos para determinar oportunidades de mejora y verificar las acciones tomadas para el tratamiento de averías importantes. Se generó controles para el monitoreo del costo de mantenimiento específico, de la eficiencia de los equipos y del cumplimiento del plan de mantenimiento, logrando verificar la eficacia del área de envasado. Los resultados que se obtuvieron, fueron la reducción de las averías en un 20% como consecuencia de la participación de los operarios en identificación de anomalías técnicas en los equipos durante la operación habitual y la correcta implementación de las acciones que resultaron de los análisis de fallas. Se evidenció la importancia de las tareas de mantenimiento planeado por medio de la transferencia de habilidades y conocimiento de tareas rutinarias y preventivas. Los resultados fueron analizados comparando el costo, riesgo y beneficio que conllevó a la implantación del diseño del Sistema de Mantenimiento Preventivo; de esta manera se determinó la factibilidad del presente proyecto y se logró que el programa de TPM se convierta en un sistema de mejora continua que la empresa requiere.

### **2.1.2. Título: “Aumento de Productividad en Línea de Envasado de la Planta los Cortijos de Cervecería Polar”**

UNIVERSIDAD: SIMON BOLIVAR

FACULTAD: INGENIERIA

AUTOR: NOELIZ VANESSA ROMERO TREJO

Este proyecto de pasantía fue realizado en la línea 2 de la Planta Los Cortijos de Cervecería Polar C. A., la cual realiza el envasado de cerveza de marca Ice y malta de marca Maltín. El objetivo principal de este trabajo es implementar mejoras para incrementar la productividad de la misma.

La metodología empleada se basó en el estudio de la situación actual de la línea 2 de la Planta Los Cortijos, la recolección de la información necesaria para los análisis posteriores, la elaboración y evaluación de las propuestas de mejoras, y el seguimiento y control del balanceo de la línea.



Las dos ramas principales desarrolladas en este proyecto para incrementar la productividad son el estudio de las causas y los tiempos de las paradas de las llenadoras, por ser consideradas el cuello de botella del proceso de envasado, y el análisis de la velocidad de los equipos para evaluar el balance de la línea.

Gracias a las pruebas en las llenadoras y las propuestas de mejoras operativas realizadas durante este proyecto, se logró reducir la duración de las paradas en las llenadoras. Así mismo, mediante el análisis de los gráficos de balance y las propuestas de balanceo realizadas se alcanzaron aumentos en la productividad. Se diseñó un programa usando la plataforma Visual Basic para Aplicaciones de Microsoft Excel que permite mejorar el balance logrado de la línea de una manera sencilla.

### CONCLUSIONES

El análisis de las pruebas de paradas realizadas en las llenadoras y del balance de la línea permitió realizar propuestas de mejoras a la línea, que conllevaron disminuciones en los tiempos porcentuales de parada de las llenadoras y aumentos en la productividad.

De acuerdo a las pruebas de paradas realizadas en las llenadoras, se concluyó que se pueden lograr disminuciones en los tiempos porcentuales de parada de las formas presentadas a continuación:

Para disminuir el desbalance en las bandas transportadoras, que representa la segunda causa de paradas en las llenadoras, se deben realizar ajustes en el ancho de las bandas y en la velocidad de los tramos, acompañado de una rectificación de los sensores de velocidad de la vía. Con estas propuestas se logró eliminar las paradas causadas por botellas caídas en diversos sectores de la estación de llenado.

Las fallas eléctricas en la estación de llenado fueron ocasionadas por señales erróneas del sensor de la tapadora y por especificaciones erróneas de botellas en el inspector de envases vacíos. Para suprimir las paradas originadas por la primera falla se debe realizar un chequeo de la dirección y comprobar el correcto funcionamiento del sensor, para la segunda, ajustes a la programación del equipo.



Entre las fallas mecánicas observadas se encuentra las tapas atascadas. Para eliminar las paradas por esta causa se deben revisar las paredes internas de la tapadora.

La realización de limpiezas en la llenadora durante paradas ocasionadas en otros equipos, ayudó a eliminar las paradas por esta causa.

Del análisis del balance de la línea se concluyó lo siguiente:

- Desajustes en las velocidades de los equipos crean nuevos cuellos de botella en la línea.

Esto se observó durante el mes de agosto, donde la estación de pasteurización se convirtió en uno, desplazando a la estación de llenado.

- En la comparación de los aumentos de productividad de los tres meses estudiados, se destaca el mes de noviembre el cual cuenta con un balance aproximado al balanceo en V.

De esta manera se comprobó que este tipo de balanceo en la línea de envasado, conllevará a mayores aumentos de productividad.

- Tal como sucedió durante el mes de diciembre, los desbalances entre las estaciones de desembalaje y lavado, independientemente de la cercanía del resto de las estaciones a la velocidad objetivo no permitirán grandes aumentos en la productividad.



## 2.2. BASES TEÓRICAS

A continuación se presentan las teorías y conceptos que se utilizaron como base para la realización de este estudio.

### 2.2.1. Metodologías para la Mejora de Procesos

En la mejora de los procesos, un enfoque sistemático permite obtener óptimos resultados en la solución de problemas. Es por esto que, a lo largo de los años, se han desarrollado diversas metodologías para estandarizar los procesos de mejora, buscando la mejora continua en las empresas. Dos metodologías de mejora continua son: la metodología DMAIC y el ciclo Deming.

#### 2.2.1.1. Método DMAIC

Es un ciclo que representa la manera sistemática, orientada a proyectos, usada para resolver problemas dentro de la filosofía Seis Sigma. Ésta consiste en “reducir la variación en los procesos” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005) que conducen a los defectos en los productos y procesos. La metodología está compuesta por las siguientes etapas: (Evans & Lindsay, 2002)

- **Definir:** consiste en describir el problema con claridad y de una manera más específica.

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores. Para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente? (Bersbach 2009)



- **Medir:** busca precisar e implementar los procedimientos para recopilar los datos adecuados.

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2002). A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema.

- **Analizar:** se concentra en encontrar, usando los datos recopilados, las causas de origen, definidas como: “la condición que permite o provoca que ocurra un defecto y que, una vez corregida de manera adecuada, evita la recurrencia del defecto de manera permanente en el mismo producto o servicio, o en los subsecuentes, que genera el proceso”. (Evans & Lindsay, 2002).

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC.

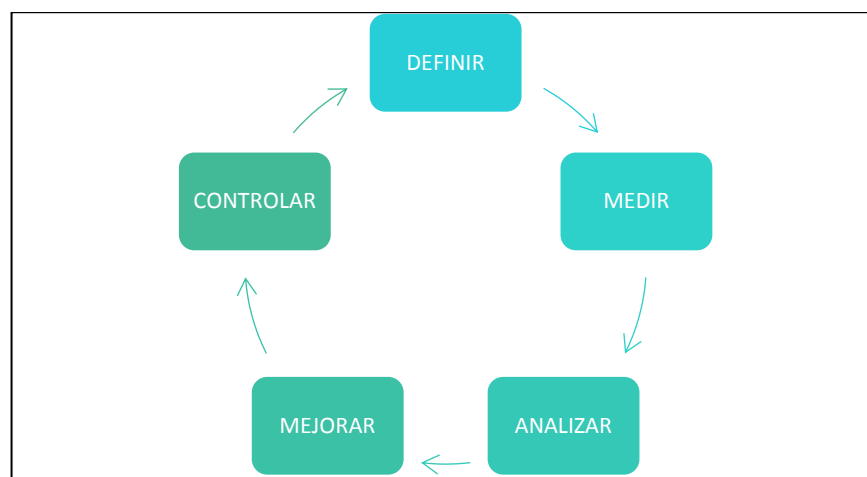
- **Mejorar:** radica en la recopilación de ideas para solucionar las causas de origen, evaluarlas y seleccionar e implementar las que proporcionen un impacto positivo y representen los rangos máximos aceptables para las variables en estudio.

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema.

- **Controlar:** se enfoca en la conservación en el tiempo de las mejoras implementadas estableciendo, por ejemplo, nuevas normas y procedimientos y programas de capacitación del personal.

Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las preguntas a responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?.

**Figura N° 3: Método DMAIC.**



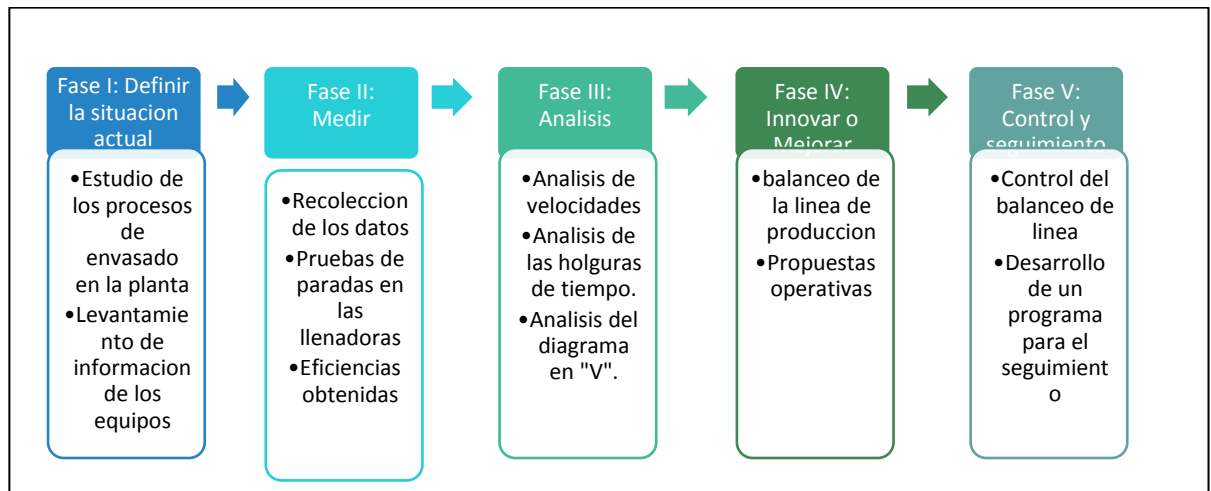
Fuente: Evans & Lindsay, 2000

Elaboración: Propia

El desarrollo de la investigación se realizó mediante el cumplimiento de las fases de la metodología DMAIC: Definir la situación en la que se encuentra el área, medir o reunir datos necesarios, Analizar los datos obtenidos, innovar o mejorar los problemas encontrados, controlar las mejoras implementadas.

Un diagrama del método a presentar lo podemos observar en la Figura N° 4.

Figura N° 4: Desarrollo del Método



Elaboración: Propia

### 2.2.1.2. Ciclo Deming

Es una metodología promovida por W. Edwards Deming, también conocida como ciclo PDCA por sus siglas en inglés, que representa la base de la mejora continua y consiste en cuatro etapas:

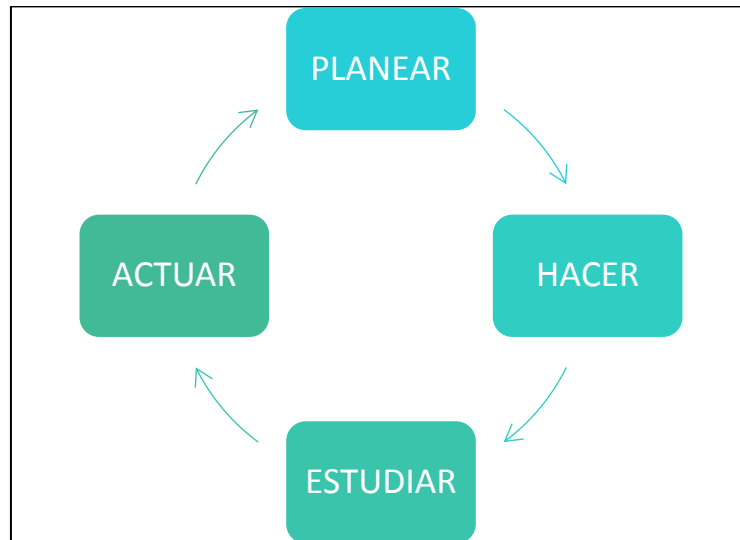
(Evans & Lindsay, 2002)

- **Planear:** radica en el estudio de la situación actual, la descripción del proceso, el entendimiento de los clientes, la recopilación de los datos, la identificación de los problemas, las pruebas de las teorías sobre las causas y el desarrollo de soluciones y planes de acción.

- **Hacer:** consiste en la implementación de un plan de acción, a manera de prueba, para evaluar la solución propuesta y obtener datos objetivos.

- **Estudiar:** realiza la evaluación de la efectividad del plan tentativo mediante la evaluación de los resultados obtenidos, para luego registrar el aprendizaje logrado y establecer si se deben tomar aspectos o planes de acción diferentes.

- **Actuar:** busca estandarizar las mejoras, implementando el plan de acción como una “mejor práctica actual”.

**Figura N° 5: Ciclo PDCA de Deming**

Fuente: Evans & Lindsay, 2002

Elaboración: Propia

#### A. Herramientas analíticas usadas en la mejora de procesos

Son herramientas sencillas diseñadas para el control de la calidad, que pueden ser usadas por los trabajadores de cualquier nivel con facilidad. (Evans & Lindsay, Administración y control de calidad, 2002) Dos herramientas usadas frecuentemente son: el diagrama de Pareto y el diagrama causa-efecto, también llamado diagrama Ishikawa.

##### ✚ Diagrama de Pareto:

“Es un histograma de los datos ordenados de la frecuencia mayor a la menor”. (Evans & Lindsay, Administración y control de calidad, 2002) Este tipo de diagrama se basa en la observación de que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de las causas. Para crearlo se organizan los problemas de acuerdo a la frecuencia con que suceden, así se observa, aquellos que representan mayores pérdidas.

##### ✚ Diagrama de Ishikawa:

Es un método gráfico que permite mostrar las relaciones entre el problema estudiado y las causas más probables. Permite evaluar la problemática como una cadena de causas y efectos. La elaboración se realiza colocando en el tronco principal el problema, cada ramificación del mismo representa una causa potencial y, a su vez, las ramificaciones





de las causas potenciales, muestran una posible fuente de error. (Evans & Lindsay, Administración y control de calidad, 2002)

### **2.2.2. Teoría de las Restricciones**

Es un método constituido por cinco pasos, que se puede aplicar a muchos campos de negocios para resolver problemas. La base del método es que la producción sea sincronizada, es decir, que el proceso integral de producción trabaje en forma coordinada haciendo hincapié en el desempeño de todo el sistema y no de medidas localizadas. Algunos conceptos importantes a tener en cuenta para comprender la teoría se explican a continuación.

#### **2.2.2.1. Balanceo de las Líneas de Envasado**

Balancear una línea implica definir la manera de asignar la totalidad de las tareas a una serie de estaciones de trabajo, para que no tenga más trabajo del que pueda realizar en su tiempo de ciclo (tiempo máximo durante el cual el producto es procesado en la estación de trabajo) y se minimice el tiempo de inactividad.

La teoría de restricciones explica que balancear las líneas buscando reducir al mínimo los desequilibrios entre las estaciones de trabajo, es decir, igualando sus capacidades, “sólo sería posible si los tiempos de producción de todas las estaciones fueran constantes”. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005)

Esto se debe a que las etapas del proceso son hechos dependientes en una línea de envasado, donde la capacidad para comenzar las tareas de una estación de trabajo depende de la culminación de tareas de la anterior. Ocasionando que, si las estaciones corriente arriba de la línea cuentan con mayores tiempos de producción, corriente abajo se producen tiempos de inactividad; y, en el caso contrario, aumentan los inventarios entre las estaciones. El efecto de esta variación se acumula y los tiempos perdidos no son recuperables.



Basados en esta teoría, el balanceo de las líneas se realiza equilibrando el flujo del producto a lo largo del proceso, para disminuir la inactividad de las estaciones.

#### **2.2.2.2. Cuellos de Botella**

Son aquellos recursos cuya capacidad efectiva es la más baja entre todas las de la línea y que, por esta razón, “limita la salida de productos del sistema” (Krajewski & Ritzman, 2000). De hecho, el proceso sólo podrá ser realizado a una velocidad igual a la más lenta de sus operaciones. Por esta razón, los cuellos de botella definen un punto de control del sistema, llamado tambor (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005), que marca el ritmo que seguirán el resto de las estaciones de trabajo en el proceso de envasado. Este punto de control busca asegurar que no se cree un inventario excesivo.

El tiempo ahorrado en este tipo de recursos, es tiempo agregado a todo el sistema. Por esto, se debe garantizar que tengan ante sí una cantidad considerable de trabajo asegurando que estén siempre activos. El inventario frente a una operación que forma un cuello de botella es denominado colchón de tiempo (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005) y su tamaño se fija estudiando el desempeño de las operaciones.

Los cuellos de botella se identifican evaluando la capacidad instalada con la capacidad actual de producción y por medio del análisis del sistema de operación. En la producción sincronizada definida en la teoría de las restricciones, sólo en los cuellos de botella no habrá exceso de capacidad. Aquellos procesos que no cuenten con un cuello de botella tienen exceso de capacidad y, según la teoría de restricciones, deben ser modificados para crearlos. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005)

#### **2.2.2.3. Balanceo en V**

Consiste en equilibrar el flujo del producto de un sistema, teniendo en cuenta la teoría de las restricciones. En este tipo de balanceo, se encuentra el cuello de botella del proceso y se diseña el resto del proceso de tal manera que, antes del cuello de botella, exista un colchón de tiempo, que



permita que éste no tenga tiempos de inactividad, asegurando que no se cree un inventario excesivo. También se programa que, después del cuello de botella, la capacidad sea mayor para no frenar su funcionamiento. (Backus, 2005)

La línea de envasado usa este tipo de balanceo para sus líneas de envasado, a manera de mantener en continuo funcionamiento las estaciones de trabajo, aunque cuentan con diferentes capacidades de procesamiento. Con el fin de equilibrar el flujo del producto se programa la velocidad de los equipos de manera que, en cada uno de ellos ubicado antes del cuello de botella ésta sea mayor que en el siguiente, y en el caso contrario, sea menor que el próximo.

### 2.2.3. Eficiencia

“Es una medida relativa de desempeño que se puede evaluar a lo largo del tiempo dentro de una misma operación, para comparar su progresión en los diversos períodos estudiados. Permite evaluar la utilización de los recursos o factores de producción de una empresa. Se define como la “razón de la producción a los insumos”. (Evans & Lindsay, 2002)

En la práctica, las empresas, dado que buscan evaluar si hay mejoras en sus procesos particulares, calculan de diferentes maneras las medidas de desempeño. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005) Esto explica que, en Cervecería Backus & Johnston S.A.A., el indicador usado para evaluar el funcionamiento de las líneas de envasado es llamado eficiencia (%Efic), y es definido como: “una medida del uso de los recursos de producción mientras se está envasado”. Se calcula como el cociente de la cantidad producida, entre el producto de la velocidad limitante por el tiempo operativo real. (Backus & Johnston S.A.A. 2010)

Donde la velocidad limitante es la velocidad del equipo más lento de la línea (que representa el cuello de botella) y el tiempo operativo real es el tiempo en que se envasa una cantidad de botellas definida por la orden de proceso.

#### 2.2.4. Herramientas Informáticas

A continuación se presentan dos herramientas informáticas usadas para facilitar el proceso de recolección y análisis de datos.

##### 2.2.4.1. SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos)

Es un software de gestión para la planeación de recursos de la empresa, comprendido por diversos módulos que proveen soporte a diversos departamentos de una compañía. Las aplicaciones del sistema están completamente integradas, formando una red en torno a la base de datos y permitiendo el acceso independiente a la misma. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2005)

El objetivo principal del sistema es tener mayor visibilidad de los procesos de las empresas a tiempo real, permitiendo optimizar las operaciones y el uso de los recursos al implementar las mejores prácticas en toda la cadena de valor. (SAP)

Un sistema de información de este estilo es importante porque permite tener una fuente de información central a la cual todos los empleados tienen acceso, logrando que las personas facultadas tomen decisiones oportunas y emprendan acciones para servir mejor a los clientes. (Evans & Lindsay, 2002)

##### 2.2.4.2. Autocad

Es un sistema de diseño asistido por computadora, es una pieza fundamental en cualquier estudio de diseño arquitectónico o ingeniería industrial, y es utilizado habitualmente para el desarrollo y elaboración de complejas piezas de dibujo técnico en dos dimensiones (2D) y para creación de modelos tridimensionales (3D).

Con esta herramienta informática se procedió al diseño de las maquinas del área de envasado.



#### 2.2.4.3. Visual Basic

Permitió la creación de activeX los cuales están destinados a la creación de variables de control entre los cuales se encuentran la reproducción de animaciones, las cuales son reusables de manera independiente.

#### 2.2.4.4. Microsoft Excel

Excel permite a los usuarios elaborar tablas y formatos que incluyan cálculos matemáticos mediante fórmulas; las cuales pueden usar “operadores matemáticos” como son:

+ (suma), - (resta), \* (multiplicación), / (división) y ^ (potenciación); además de poder utilizar elementos denominados “funciones” (especie de fórmulas, pre-configuradas) como por ejemplo: Suma, Promedio, Buscar.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

#### **EFICIENCIA:**

- a. Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.
- b. La eficiencia es la cantidad mínima de inputs (horas-hombre, capital invertido, materias primas, etc.) para obtener un nivel o grado de datos de outputs (ganancias, objetivos cumplidos, productos, etc.).

Fuente: DEL, edición. 23°

#### **EFFECTIVIDAD:**

- a. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.
- b. Realidad, validez.

Fuente: DEL, edición. 23°



## PRODUCTIVIDAD

- a. Calidad de productivo.
- b. Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierracultivada, equipo industrial, etc.
- c. Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía.
- d. Es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla.
- e. Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo, a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. ‘Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora’ o también se tiene que ‘Menor número de insumos para misma producción, productividad mejora.

Fuente: DEL, edición. 23°

## SINCRONIZAR:

- a. Hacer que coincidan en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos.
- b. Describe el ajuste temporal de eventos. Se habla de sincronización cuando determinados fenómenos ocurran en un orden predefinido o a la vez.

Fuente: DEL, edición. 23°

## BALANCEO DE LINEA:

El **balance o balanceo de línea** es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

Fuente: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>



**INNOVACIÓN:**

Toda actividad, fabricación o cambio que intervenga o aporte a la mejora de procesos en materia de: Seguridad, Calidad, Rapidez y/o Costos.

Fuente: Material de capacitación de Backus.

**2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES****Tabla N° 2: Operacionalización de variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>METODO DMAIC</b>	Independiente	Definir	Máquinas y Equipos	Unidades
		Medir	Velocidades y Tiempos de ciclo	Bot/min, min.
		Analizar	Diagramas y Rangos de paradas	Porcentaje (%)
		Innovar	Proponer modelo “V”	Bot/min
		Controlar	Diseño de Interfaz	Interfaz
<b>EFICIENCIA</b>	Dependiente	Tiempo	Tiempo de Trabajo Efectivo, Tiempo Total de Trabajo	Porcentaje (%)

Fuente: Propia  
Elaboración: Propia





## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación *aplicada*, en razón que:

Una investigación aplicada consiste en la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos en provecho de la sociedad (Sierra, 2002).

El trabajo de investigación fue realizado con los conocimientos adquiridos en la universidad y a lo largo del periodo de prácticas, además es elaborado con el fin de proponer mejoras en el área de envasado



### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel corresponde a ser descriptivo - propositivo.

El estudio se considera de nivel descriptivo pues estos buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren (Hernández, 2006). Así mismo se considera una investigación propositiva debido a que realiza un análisis para evaluar las fallas y por ultimo propone cambios concretos (Marroquín 2013).

### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño del trabajo de investigación es del tipo No Experimental, transversal o transeccional (Hernandez, 2006) en razón de que fueron recolectaron datos en un momento determinado y tiene como propósito describir variables y analizar la interrelación entre las mismas.

### **3.4. METODO DE LA INVESTIGACIÓN**

El método de la investigación corresponde al Descriptivo basado en la observación (Marroquín 2013), debido a que es un método científico que implica observar y describir el comportamiento, que en el presente estudio es la línea de envasado de la planta cervecera de Backus & Johnston S.A.A.

### **3.5. UNIDAD DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizara en la empresa Backus y Johnston S.A.A. en la vicepresidencia de Manufactura en el Área de Envasado en la línea de producción única con la que cuenta.

Universo Físico: Empresa Backus & Johnston S.A.A. Planta Cusco (89 000  $m^2$ )

Muestra: Área de envasado



### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para el estudio en cuestión se utilizaron las técnicas de análisis documental y observación de campo (caballero, 2009) como se observa en la tabla N° 3

**Tabla N° 3: Técnicas e Instrumentos**

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>INFORMANTE</b>
Análisis documental	Fichas	Datos Históricos
Observación de campo	Formatos de observación de campo	Investigador
Encuesta	Cuestionario	Informantes (terceras personas)

Fuente: Caballero 2009

Elaboración: Propia



## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

#### **4.1. GENERALIDADES**

Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A se dedica principalmente a la elaboración, envasado, venta y distribución de cerveza, aguas minerales y gaseosas.

La Empresa la lidera el Grupo Backus, cuyos orígenes datan del año 1889. Este Grupo se ha consolidado como el mayor productor de cerveza en el Perú a través de numerosas fusiones y adquisiciones de empresas dedicadas a la producción de cerveza y otras bebidas, como el caso de la compra de la Compañía Nacional de Cerveza (CNC) en 1994 y Compañía Cervecera del Sur (Cervesur) en el 2000, además de otras empresas con actividades relacionadas. En setiembre 2006 Backus acordó la fusión por absorción entre UCPBJ (Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston) y diversas subsidiarias.

Actualmente Backus es la empresa líder de la industria cervecera en el Perú. Cuenta con 5 plantas de producción de cerveza descentralizadas ubicadas en Lima (Ate), Arequipa, Cusco, Motupe y Pucallpa; además de una Maltería y una planta de agua mineral. Cuenta también con una participación cercana al 95% del mercado nacional de cervezas, con un portafolio de marcas nacionales e internacionales muy bien segmentadas, que buscan satisfacer a los consumidores en los más de 180,000 puntos de venta a lo largo de todo el país.

La Planta Cusco con una producción de 0.74 millones de hectolitros anuales, produce marcas líderes como: Cristal, Pilsen Callao, Cusqueña Dorada, Cusqueña Trigo y Abraxas; cada uno de estos productos en diferentes presentaciones como se muestra en la Tabla N°4.

**Tabla N° 4: Marcas Producidas en la Planta Cusco**

Marca	Presentación	Descripción del Producto
<b>Cusqueña</b> 	Cusqueña de Trigo: 620 ml	La primera cerveza de su clase en el mercado peruano. El principal de sus ingredientes es el trigo Andrews, que pasa por un leve filtrado con el que la cerveza adquiere el aroma y sabor del trigo malteado. Posee un cuerpo más consistente y denso, con un contenido alcohólico de 5%.
	Cusqueña de Cebada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 620 ml.</li> <li>• 1000 ml.</li> </ul>	Esta es una cerveza Lager, tipo Pilsener, elaborada con cebada malteada pura y lúpulo saaz. En su preparación se emplean 3 variedades de malta: meltcafe, scarlett y malta caramelo. Es sometida a baja fermentación y baja temperatura, con un proceso de maduración a -1.5°C. Posee un contenido alcohólico de 5% Vol.
<b>Pilsen Callao</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 630 ml.</li> <li>• 1100 ml.</li> </ul>	Cerveza de color claro y espuma blanca y consistente. Desarrollada para agradar y refrescar en clima calurosos. Su contenido alcohólico es moderado y su sabor es ligeramente frutal. Posee un contenido alcohólico de 4.7% – 5% Vol.
<b>Cristal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 650 ml.</li> <li>• 1100 ml.</li> </ul>	Cerveza de color claro y personalidad masculina. Es fácil de tomar y plena de sabor, con perfecto y completo balance de cuerpo, sabor y

		<p>amargor. Preferida por la mayoría de los consumidores por su moderado contenido alcohólico y su atractiva espuma. Posee un contenido alcohólico de 4.8% - 5.2 % Vol.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Abraxas</b></p>	<p style="text-align: center;">750 ml.</p>	<p>Cerveza tipo Ale Ultra Premium, cerveza balanceada, con un aroma inigualable, sabores marcados e ingredientes Ultra Premium. Posee un contenido de alcohol de 7.5% Vol.</p>

Elaboración: Propia

Fuente: Backus

#### 4.1.1. Reseña Histórica

La formación de la empresa se remonta hasta el año 1876, fecha en la cual los empresarios estadounidenses Jacobo Backus y Howard Johnston fundaron la Fábrica Sudamericana de Hielo en el Rímac. La empresa de los socios norteamericanos se convirtió en la actual cervecería en 1879 con la creación de Backus & Johnston Brewery Ltd.

En 1886 los señores Backus y Johnston, en representación de todos los fabricantes de cerveza del Perú, interponen un recurso ante el Senado de la República para que no se efectúe la propuesta de la Casa Grace de rebajar los derechos de aduana a los licores importados y que hubiera significado un duro golpe a la emergente industria de la cervecería nacional. Dos años después, los socios estadounidenses establecen una nueva sociedad para volver a incursionar en la fabricación de hielo sin descuidar la cervecería y en la que aportaron la suma de 90,645 soles.

En el Perú de la posguerra, los señores Backus y Johnston fueron personajes destacados para la Reconstrucción Nacional.

En 1922 se crea la Cerveza Cristal, la cual se convirtió con el tiempo en su producto estrella y la cerveza con mayor número de ventas del país. La empresa



fue adquirida en 1954 por un grupo de inversionistas peruanos liderados por Ricardo Bentín Mujica, quienes trasladaron la oficina principal de Londres a Lima. En este momento, la compañía fue rebautizada como "Cervecería Backus y Johnston S.A."

En 1994, Backus y Johnston adquirió una participación mayoritaria en el mercado cervecero peruano, cuando adquirió el 62% de las acciones de su rival la Compañía Nacional de Cerveza SA. (Propietaria de la marca Pilsen Callao). En 1996 cuatro fábricas de cerveza, incluyendo Backus y Johnston se fusionaron en una nueva empresa con el nombre de "Unión de cervecerías peruanas Backus y Johnston SAA". En 2000, la compañía se expandió aún más cuando adquirieron la "Compañía Cervecería del Sur de Perú S.A." (Cervesur), propietaria de la marca Cusqueña.

Desde 2005, Backus y Johnston es parte del grupo multinacional de cervecerías SABMiller.

Y es así que la historia continúa con la fusión de los dos grandes en el mundo de la cerveza: SAB Miller y AB Inbev en el año 2015.

**Tabla N° 5: Datos Relevantes de la Evolución de Backus**

<b>Año</b>	<b>Hitos relevantes en la evolución de Backus</b>
<b>1989</b>	Inicio de Operaciones
<b>1994</b>	Adquisición de Compañía Nacional de Cerveza (CNC)
<b>2000</b>	Adquisición de Compañía Cervecera del Sur (Cervesur)
<b>2002</b>	Bavaria ingresa al accionariado de la Empresa
<b>2005</b>	Sabmiller adquiere Bavaria e ingresa como principal accionista
<b>2007</b>	Cambio en el modelo Comercial
<b>2015</b>	Fusión de SAB Miller y AB Inbev

Elaboración Propia

Fuente: Backus



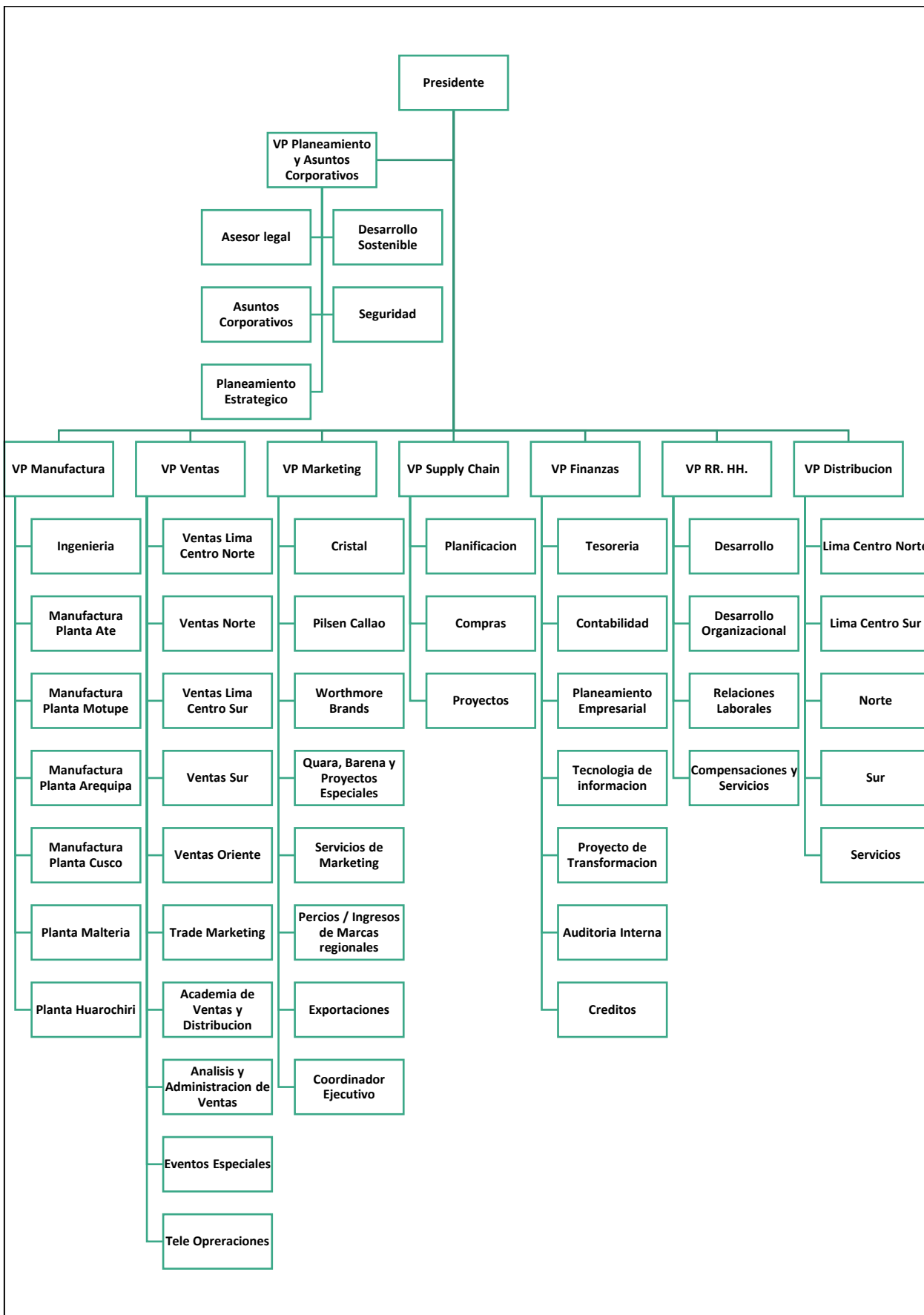
#### 4.1.2. Estructura Organizacional

La planta cuenta con una organización orientada al producto, contando con una distribución enfocada a producciones de alto volumen y baja variedad (Heizer & Render, Dirección de la producción: decisiones estratégicas, 2001). La empresa cuenta con una dirección general para supervisar a nivel nacional sus operaciones. El presente trabajo se realizó en la Vice Presidencia de Manufactura de la planta Cusco.

En la Figura N°6 se observa el diagrama organizacional de la empresa.



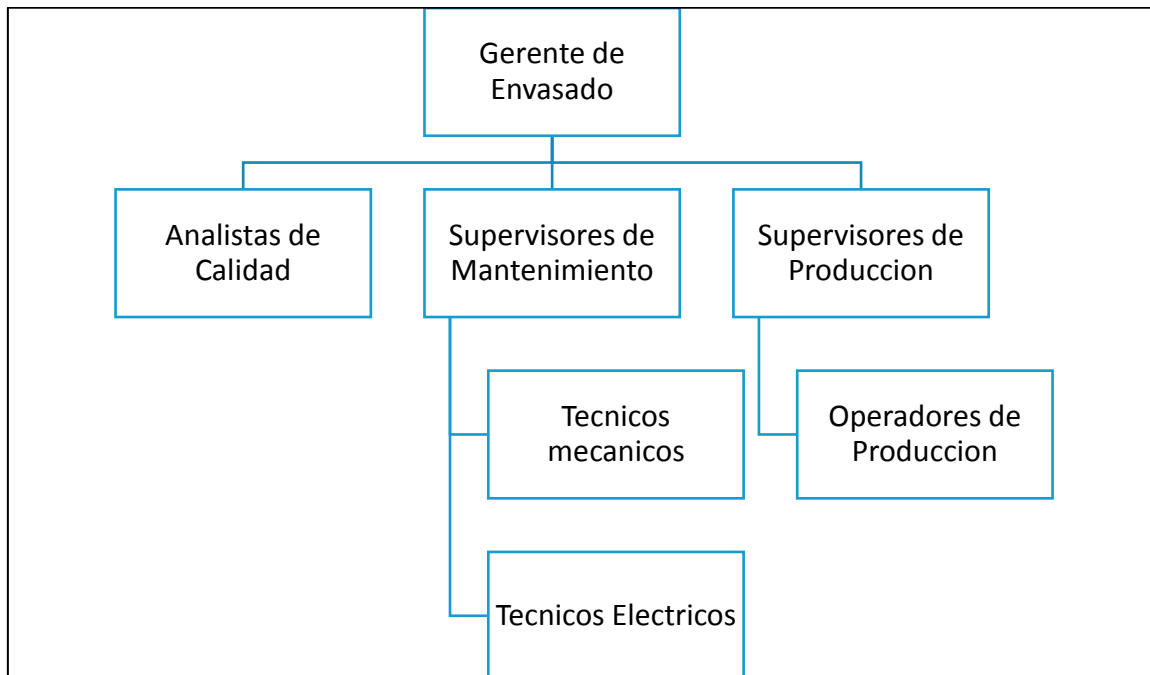
Figura N° 6: Diagrama Organizacional de la Empresa



Fuente: Backus

El presente trabajo fue realizado en la gerencia de envasado de la Planta cervecera de Backus Cusco, cuya estructura organizativa se muestra en la Figura N° 7. El gerente de envasado es el encargado de planificar la producción de la semana, así mismo los supervisores del área, son los encargados de controlar la producción dentro de planta y llevar de los indicadores de gestión para el sistema SAP.

**Figura N° 7: Diagrama Organizacional del Área de Envasado**



Elaboración: Propia

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

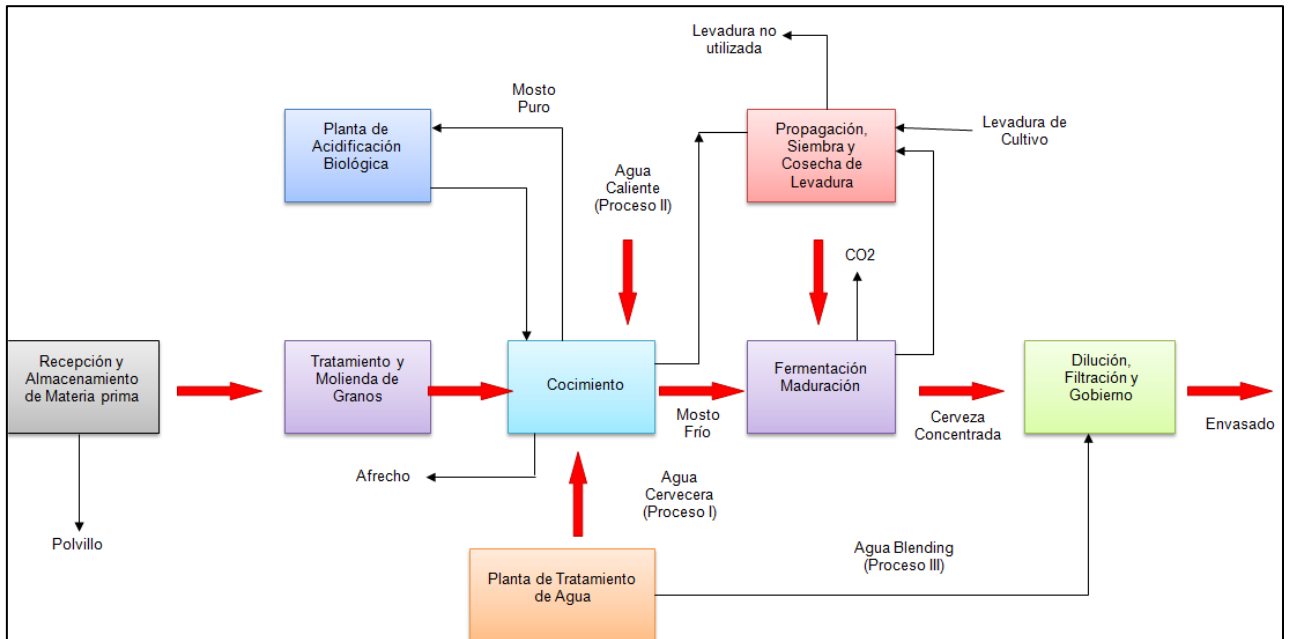
Los procesos con los que cuenta la planta son Elaboración y Envasado.

### 4.2.1. Proceso de Elaboración

El proceso de elaboración comprende: la recepción y almacenamiento de materia prima, tratamiento y molienda de granos, cocimiento, fermentación y maduración y filtración.

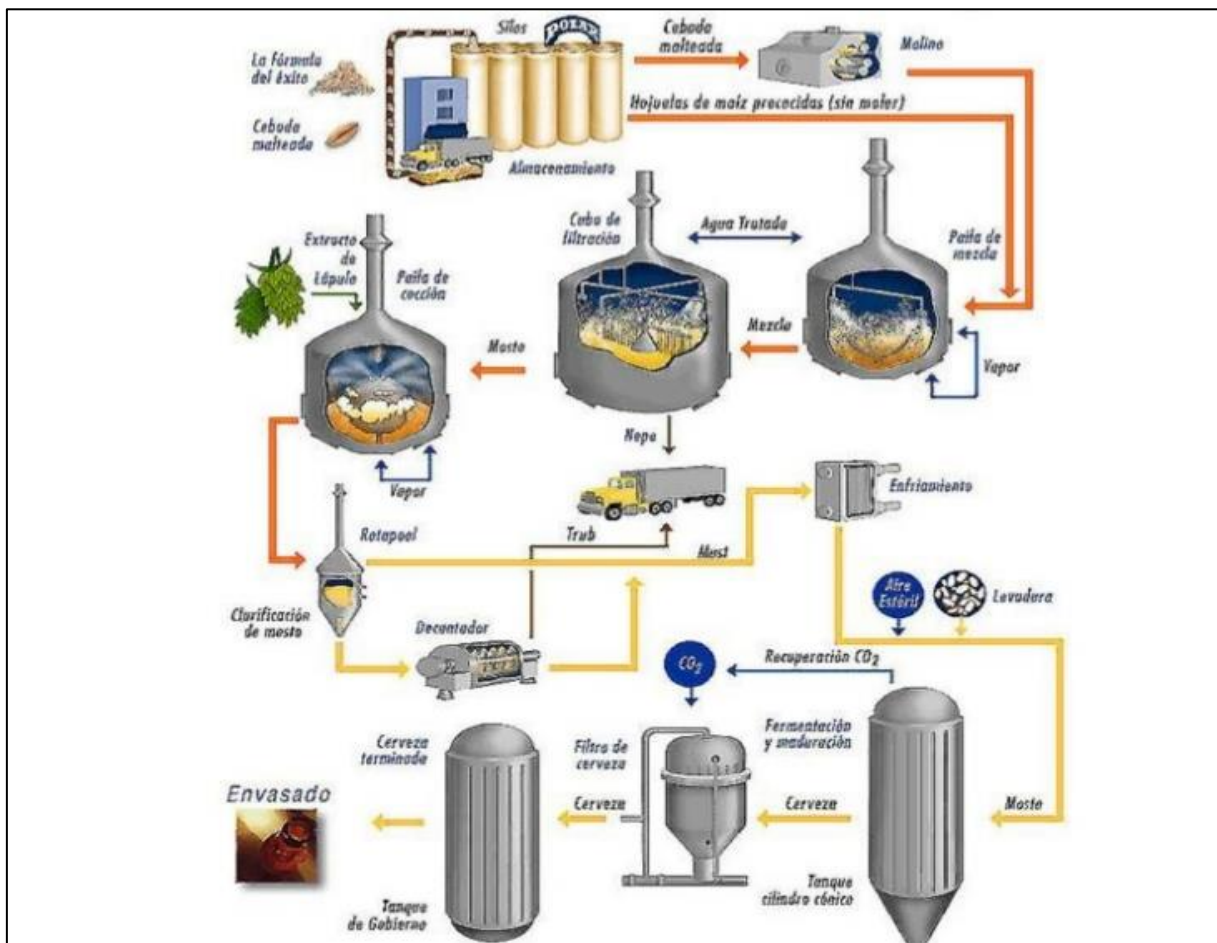
En la Figura N° 8 se observa un diagrama de bloques del proceso de elaboración de la cerveza, y en la Figura N° 9 se puede observar un diagrama de flujo con imágenes incluidas del proceso de elaboración de cerveza.

**Figura N° 8: Diagrama de Proceso de Elaboración de cerveza**



Fuente: Backus

**Figura N° 9: Diagrama de flujo con imágenes incluidas del Proceso de Elaboración de cerveza**



Fuente: Backus

### 4.2.1.1. Recepción Y Almacenamiento De Materia Prima



Para la elaboración de cerveza las principales materias primas son: la cebada malteada (el proceso de malteo consiste en el remojo, germinación y tostado controlado para formar enzimas específicas sobre almidones y proteínas), el lúpulo y los granos de maíz (según sea el caso). La cebada malteada y los granos son llevados en camiones hasta la zona de recepción para luego ser descargadas en las respectivas tolvas. A continuación son transportadas mediante elevadores de cangilones y almacenadas en silos.

#### **4.2.1.2. Tratamiento y Molienda de Granos**

Usando molinos, se tritura la cebada malteada para extraer los componentes solubles, permitiendo el trabajo de las enzimas sobre los almidones y proteínas para formar posteriormente el líquido de la mezcla denominado mosto.

#### **4.2.1.3. Cocimiento**

Se mezcla la cebada malteada molida con los granos de maíz (según sea el caso) y agua en la paila de cocimiento. La suspensión espesa obtenida es sometida a constante agitación y temperaturas entre 50 y 70 grados centígrados, para convertir las proteínas de la cebada malteada en aminoácidos y, el almidón de la cebada malteada y de los granos en azúcares fermentables.

Luego se filtra la mezcla para separar el líquido (mosto) de la fracción insoluble (afrecho o nepe).

Luego se lleva el mosto al punto de ebullición y se le agrega el lúpulo, en un proceso que dura 2 horas aproximadamente.

#### **4.2.1.4. Fermentación y Maduración**

La fermentación es un proceso que dura normalmente una semana, en tanques cilindroconicos de acero inoxidable, es dosificada la levadura en proporción de un litro por cada cien litros de mosto. Una vez concluida la fermentación, el mosto pasa a ser llamado cerveza verde o joven.



La maduración es un proceso realizado durante dos semanas aproximadamente a temperaturas de 0 hasta -1 grados centígrados, para favorecer la precipitación de sustancia insolubles y la sedimentación de levadura aun suspendida.

#### **4.2.1.5. Filtración**

Para eliminar las últimas partículas de levadura y partículas mínimas de proteínas precipitadas, se clarifica la cerveza en los filtros por medio de tierra infusoria.

El gas carbónico (CO<sub>2</sub>) producido durante la fermentación, es extraído para su purificación y reinyectado luego para su filtración.

Luego la cerveza es colocada en los BBTs (Bright Beer Tank en español tanque de cerveza brillante) a bajas temperaturas lista para ser envasada.

#### **4.2.2. Proceso de Envasado**

El proceso de envasado consta de una secuencia de etapas que van desde la recepción de la materia las cajas llenas de botellas vacías en el área de APT (Almacén de Producto Terminado) Hasta la entrega de cajas llenas de botellas con contenido a APT.

##### **4.2.2.1. Recepción de Cajas Llenas con Botellas Vacías.**

Los camiones son recibidas en el almacén de la planta Backus, las cajas llenas de botellas vacías están colocadas encima de paletas de madera cada contiene siete camas de 12 caja cada una, haciendo un total de 84 cajas por paletas decir. 1008 botellas de formato pequeño (620, 650 o 630 ml.) y, esta paleta puede albergar cinco camas de nueve cajas haciendo un total de 405 botellas.

Mediante montacargas las paletas son movidas al espacio destinado para su almacenamiento y luego son llevadas mediante montacargas también a la entrada de maquina Depaletizadora.

#### 4.2.2.2. Depaletizado

Las paletas son colocadas en los transportadores de rodillos de entrada a la depaletizadora, los cuales dosifican la entrada de paletas a la máquina, este proceso cuenta de dos máquinas depaletizadoras de un cabezal cada una. Una vez que entra una paleta con la pila de cajas, la pila es depaletizada y, las cajas son incorporadas en una mesa y, de esta salen las cajas en un transportador unifilar; mientras que las paletas son llevadas a un almacén de paletas mediante un transportador de paletas.

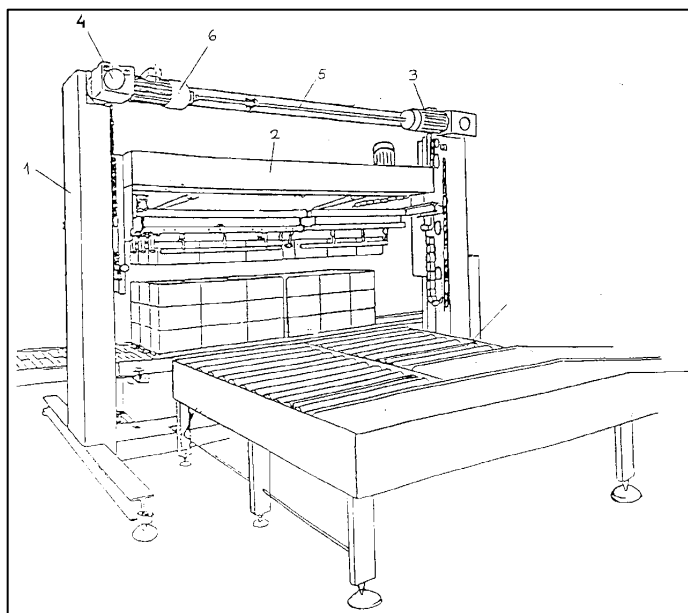
**Marca:** MANUEL SAN MARTIN S.A.I.C.

**Modelo:** SIRIO MS 3000

**Año de Fabricación:** 1983

En la Figura N° 10 se observa un esquema de la maquina depaletizadora.

**Figura N° 10: Maquina Depaletizadora**



**LEYENDA**

- (1) Columnas huecas
- (2) Travesaño elevador
- (3) Motores para mov. Vertical
- (4) Engranajes cónicos
- (5) Eje de unión
- (6) Freno electromagnético

Fuente: Backus

#### 4.2.2.3. Desencajonado

Se tienen dos transportadores de cajas llenas de botellas vacías provenientes de las depaletizadoras, las cuales entran en la desencajonadora.

La desencajonadora cuenta con un cabezal de funcionamiento mecánico con tulipas capaces de coger, retener las botellas y luego dejarlas en una mesa de botellas que esta sincronizada con el cabezal.

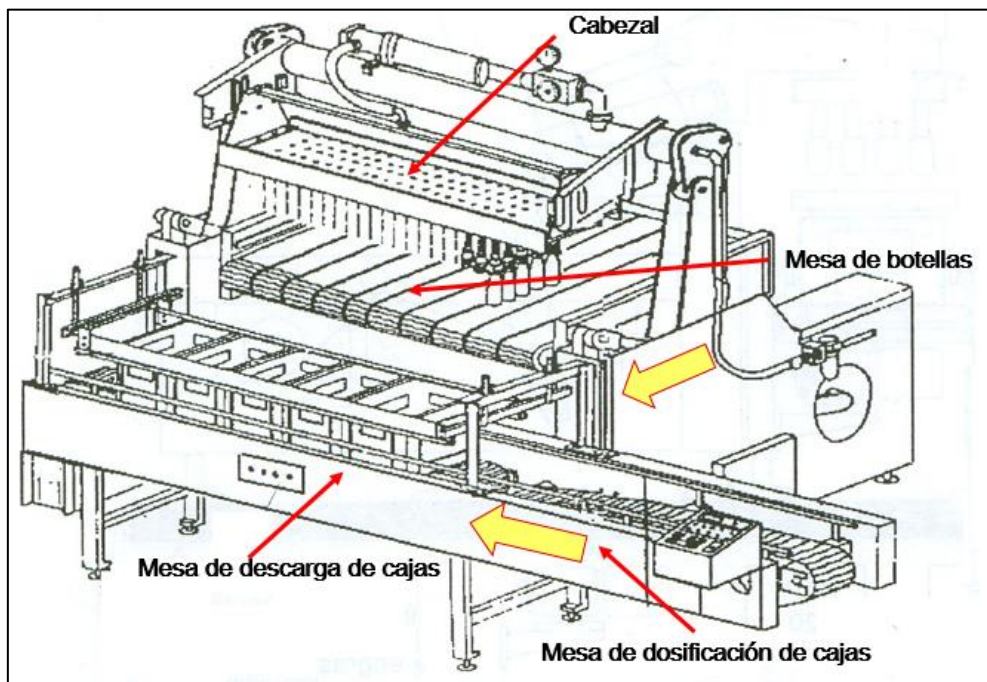
**Marca:** H Y K (Holstein y Kappert GMBH)

**Modelo:** VAM X-1801/902

**Año de Fabricación:** 1980

En la Figura N° 11 se muestra el proceso de desencajonado y en Figura N° 12 una imagen de la desencajonadora de la línea.

**Figura N° 11: Proceso de desencajonado**



Fuente: Backus

**Figura N° 12: Maquina Desencajonadora**

Fuente. Backus

Las cajas vacías continúan en transportadores hacia la lavadora de cajas.

#### 4.2.2.4. Lavado de Botellas

La lavadora está compuesta de bolsillos o cangilones, los cuales son colocados en hileras donde encajan correctamente las botellas para ser movilizadas. Cuando una hilera de bolsillos denominada cesto o canasto recoge un grupo de botellas de la mesa con agitadores se da, en términos operacionales un golpe de lavadora.

**Marca:** H Y K (Holstein y Kappert GMBH)

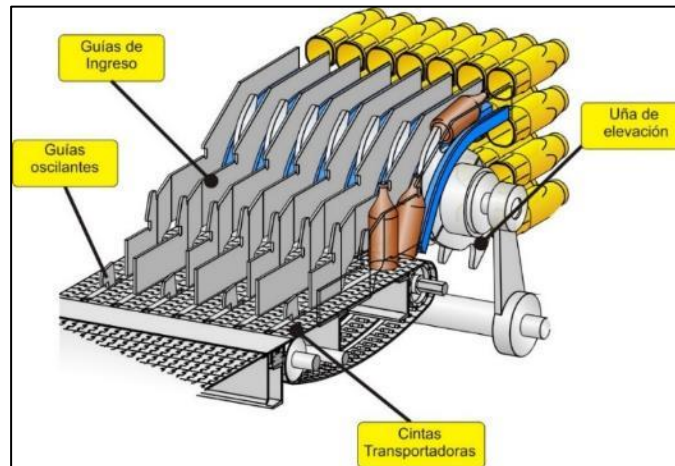
**Modelo:** OMEGA LAVANA DM52

**Año de Fabricación:** 1980

En la Figura N° 13 se pueden observar los componentes del mecanismo de entrada de lavadora.



**Figura N° 13: Componentes del mecanismo de entrada a lavadora de botellas**



Fuente: Backus

Dentro de los bolsillos las botellas son lavadas por inmersión y por inyección en 8 tanques sin contar el tanque de pre lavado, a través de los cuales la concentración de soda y su temperatura varían para garantizar una limpieza óptima.

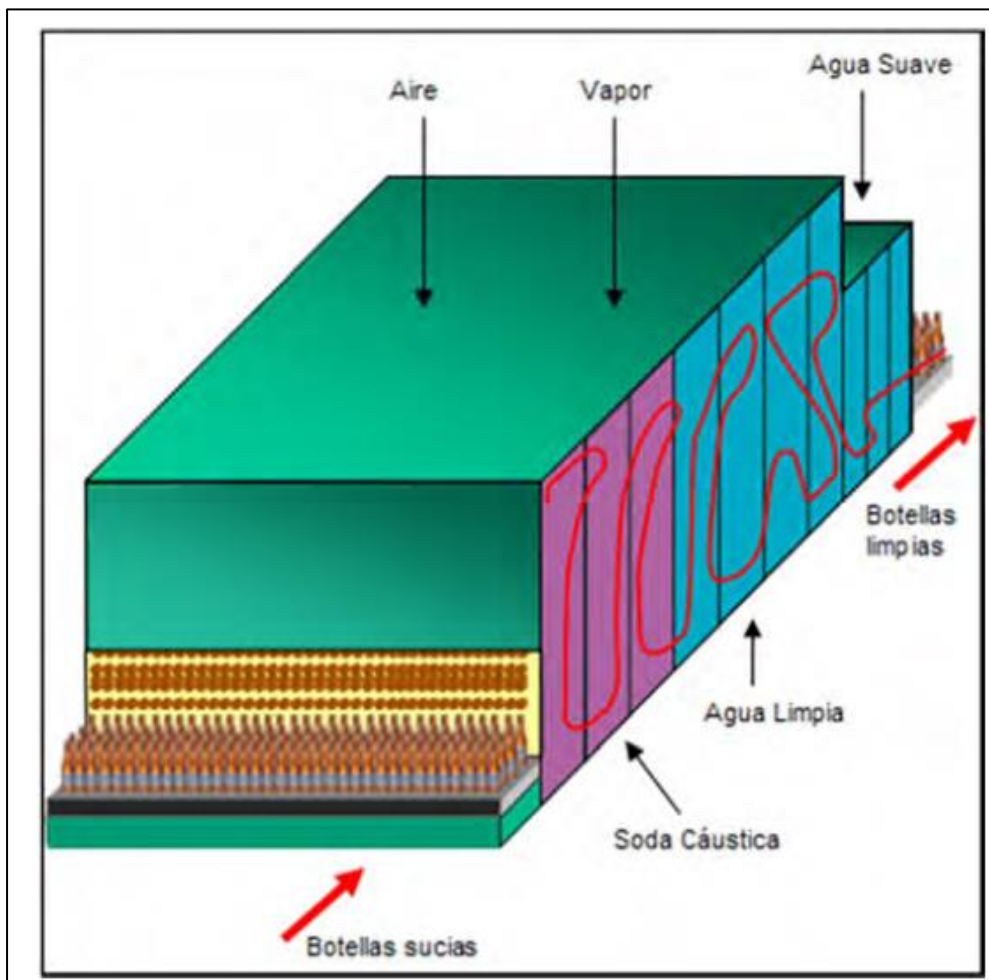
El lavado por inmersión consiste en sumergir las botellas en soda caustica caliente, en de los tres primeros tanques de la lavadora y en agua blanda en los cuatro últimos tanques.

El lavado por inyección o caustic Cleaning consiste en inyectar un chorro intermitente de soda caustica dentro de la botella, ocurre en el tanque tres. Estas duchas también se encuentran en el tanque seis de enjuague, en el cual también se inyecta un chorro de agua blanda dentro de la botella para enjuagarla.

El proceso dura 30 minutos y 35 minutos aproximadamente para formatos pequeños (620 ml, 630ml, 650 ml.) y formatos de litro (1100 ml, 1000 ml) respectivamente.

En la Figura N° 14 se puede observar el proceso de lavado de botellas y, en la Figura N° 15 una imagen de la maquina lavadora de botellas.

Figura N° 14: Proceso de lavado de botellas



Fuente: Backus

**Figura N° 15: Máquina Lavadora de botellas**

Fuente: Backus

#### **4.2.2.5. Inspección de Botellas Vacías**

El transportador de entrada al inspector de botellas vacías (IBV) es unifilar, esta fila de botellas pasa por la máquina para el aseguramiento de botellas antes de que estas entren en las llenadoras.

El inspector revisa la botella visualmente tomando fotos desde diferentes ángulos y la compara con las especificaciones deseadas. Luego empuja mediante un puño hacia la mesa de rechazo las botellas que no las cumplen con las especificaciones deseadas. Allí un operador, de acuerdo a la razón de rechazo toma las acciones correspondientes. Las botellas rotas son movilizadas en carritos de transporte hacia tolvas para su posterior transporte y reciclaje, las sucias o las de otro formato y de marcas diferentes (denominadas botellas extrañas) son guardadas en cajas. Las botellas sucias son llevadas a la entrada de la lavadora de botellas para ser lavadas una vez más. Las botellas de la competencia también son retiradas de la línea.

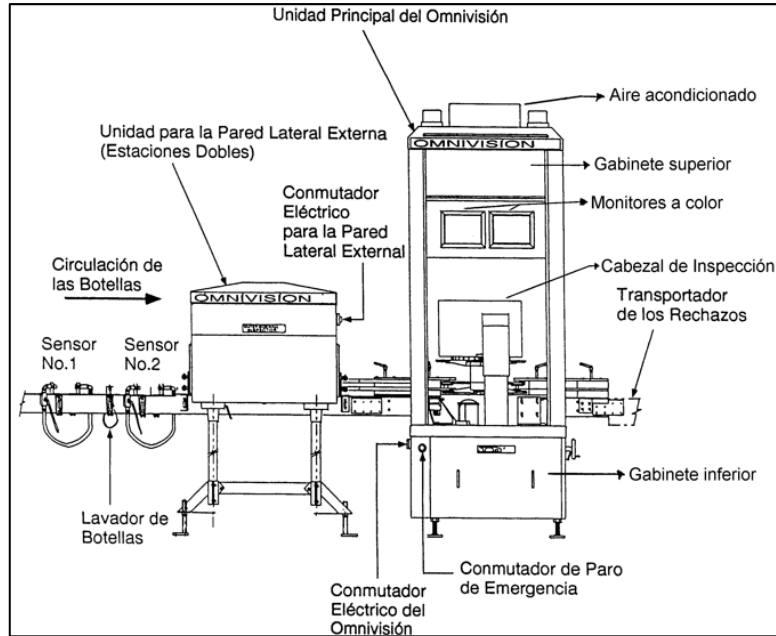
**Marca:** INDUSTRIAS DINAMIC FILTEC

**Modelo:** OMNIVISION 1200

**Año de Fabricación:** 2000

En la Figura N° 16 se puede observar el proceso de inspección de botellas vacías; y en la Figura N°17 una imagen del IBV de la línea.

**Figura N° 16: Proceso de Inspección de Botella vacía**



Fuente: Backus

**Figura N° 17: Maquina de Inspección de botellas vacías**



Fuente: Backus

#### 4.2.2.6. Llenado

La llenadora es una maquina giratoria que contiene válvulas de llenado, las cuales inyectan el producto a ser envasado en las botellas. Inmediatamente después, pasan a la taponadora donde son cerradas herméticamente.

La línea cuenta con dos llenadoras y dos taponadoras. Cada llenadora tiene un panel digital para el control de su funcionamiento, en el cual también se muestra la temperatura con la cual entra la cerveza.

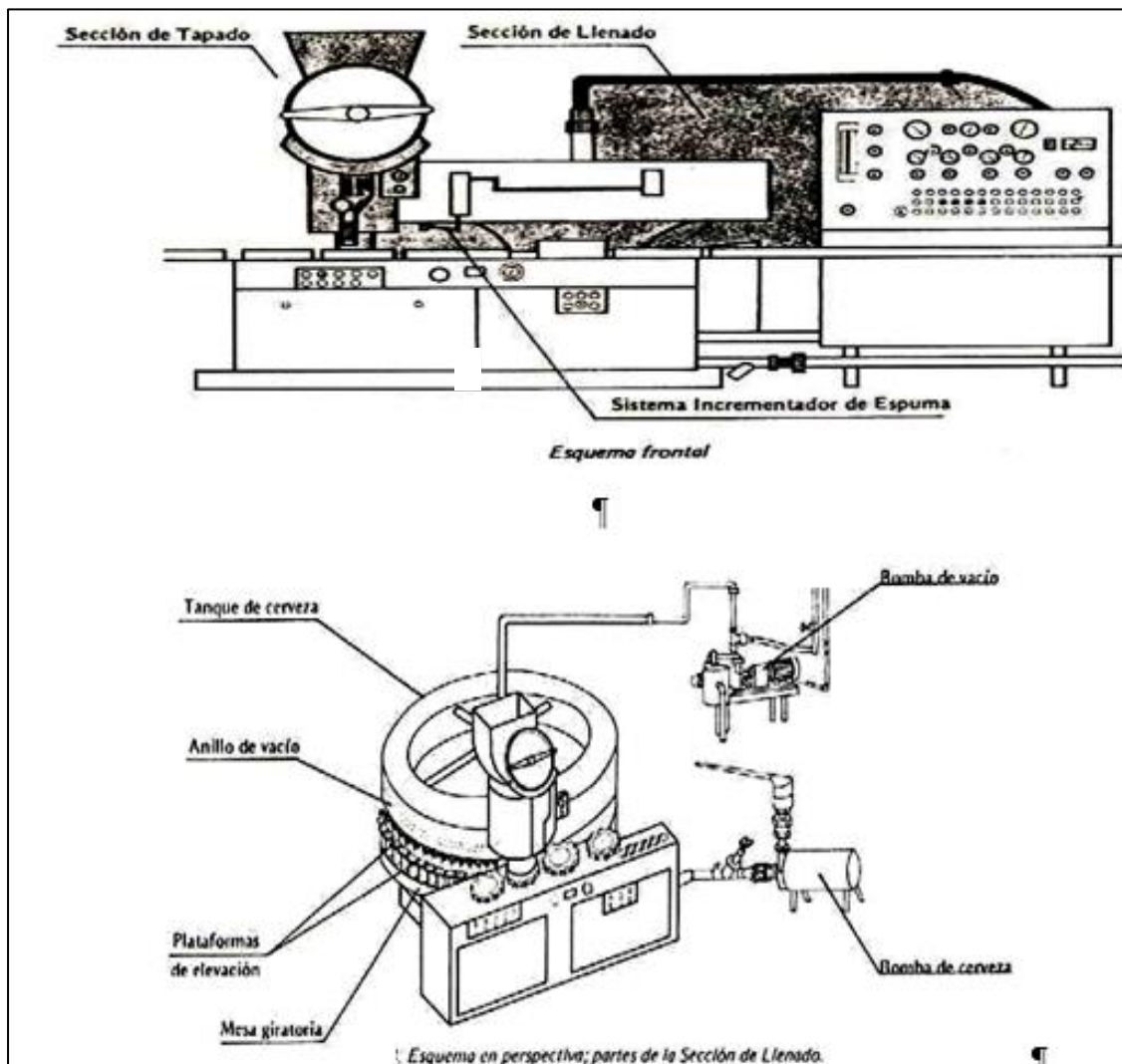
**Marca:** H Y K (Holstein y Kappert GMBH)

**Modelo:** DELTA VVF 80/18KK

**Año de Fabricación:** 1980

En la Figura N° 18 se puede observar un esquema del proceso de llenado y taponado, en la Figura N° 19 se muestra una imagen de las llenadoras.

Figura N° 18: Proceso de Llenado y Taponado



Fuente: Backus

Figura N° 19: Maquinas llenadoras

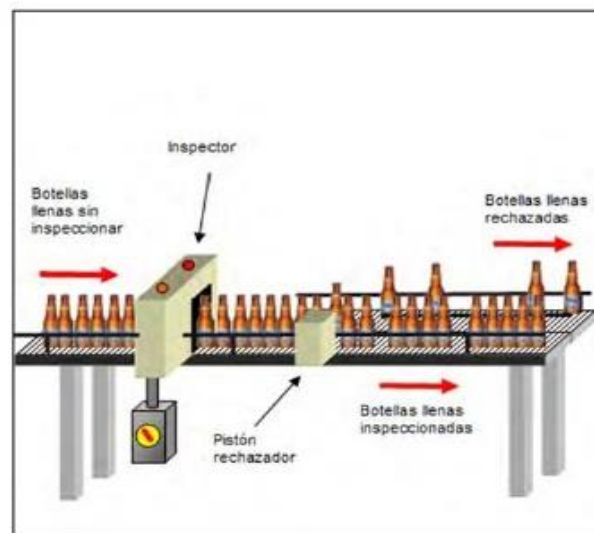


Fuente: Backus

Después de las taponadoras, en el transportador unifilar se encuentran los inspectores del nivel de llenado, los cuales verifican el nivel según especificaciones dadas con un haz de luz. Aquellas botellas que no cumplan con las especificaciones de llenado son empujadas con un puño neumático hacia la mesa de rechazo para ser vaciadas y almacenadas en cajas.

En la Figura N° 20 se muestra el proceso de inspección de nivel de llenado.

**Figura N° 20: Proceso de inspección de llenado**



Fuente: Backus

#### 4.2.2.7. Pasteurización

En este proceso las botellas son sometidas a un baño en duchas con agua a diferentes temperaturas para pasteurizar el producto que ha sido envasado. La pasterización es un proceso de conservación que inhibe el crecimiento de microorganismos en el producto, y consiste en un calentamiento y enfriamiento gradual a temperaturas y tiempo controlado del producto, definiendo sus Unidades de pasteurización (UP). Las UP's son una medida que define el rechazo o aceptación de un lote de producción, siendo el rango óptimo de las UP's de la cerveza de 8 a 14 UP's.

Una UP es un minuto en el cual la cerveza está a temperatura de 60.0 a 61.5 °C.

El pasteurizador tiene dos pisos y contiene tanques de agua que son calentados con vapor.

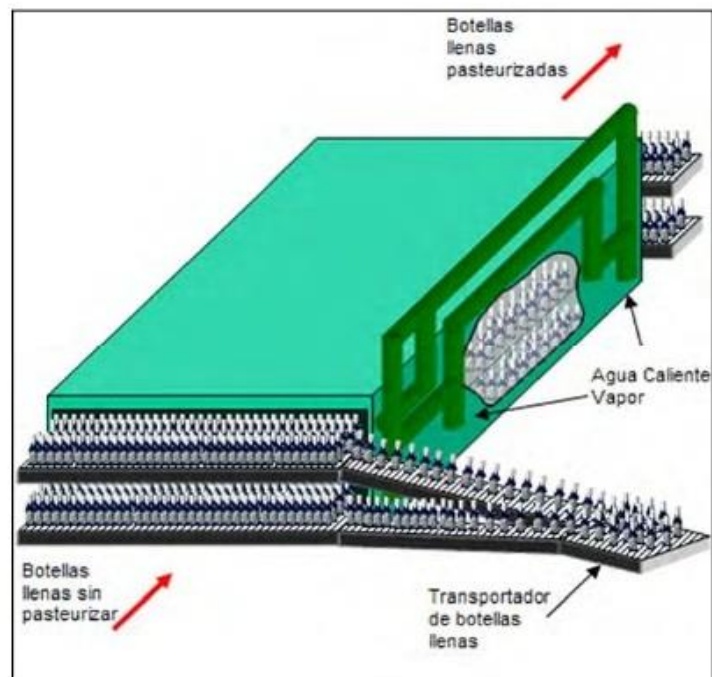
**Marca:** H Y K (Holstein y Kappert GMBH)

**Modelo:** P115 45/200

**Año de Fabricación:** 1980

En la Figura N° 21 se observa el proceso de pasteurizado.

**Figura N° 21: Proceso de Pasteurizado**



Fuente: Backus

#### 4.2.2.8. Etiquetado

Los dos transportadores de la salida de los pisos del pasteurizador se unen formando un solo transportador y son transportadas a la etiquetadora donde entran por un enfilador.

En esta etapa, la botella ya pasteurizada pasa a ser etiquetada con etiquetas, contra etiquetas y collarines, los cuales varían de acuerdo al formato, tamaño y promociones (según sea el caso). La etiquetadora es



una máquina giratoria que consta de un carrusel con 45 tulipas las cuales hacen que una vez ingresada la botella al carrusel esta no pierda el equilibrio por la velocidad, consta también de un bandeja de etiquetas otra de collarín y otra de contra – etiquetas, las cuales son utilizadas de acuerdo a la necesidad del formato. El funcionamiento consta en bombear goma hacia el rodillo encolador para así colocar una película muy delgada de goma en las paletas, estas toman la etiqueta (o contra – etiqueta o collarín según sea el caso) de la bandeja poniéndole una capa delgada de goma entrega la etiqueta al rodillo de esponjas para luego pegar la etiqueta con ayuda de las esponjas, más adelante pasa por unas escobillas que alisan la etiqueta y terminan de pegarla.

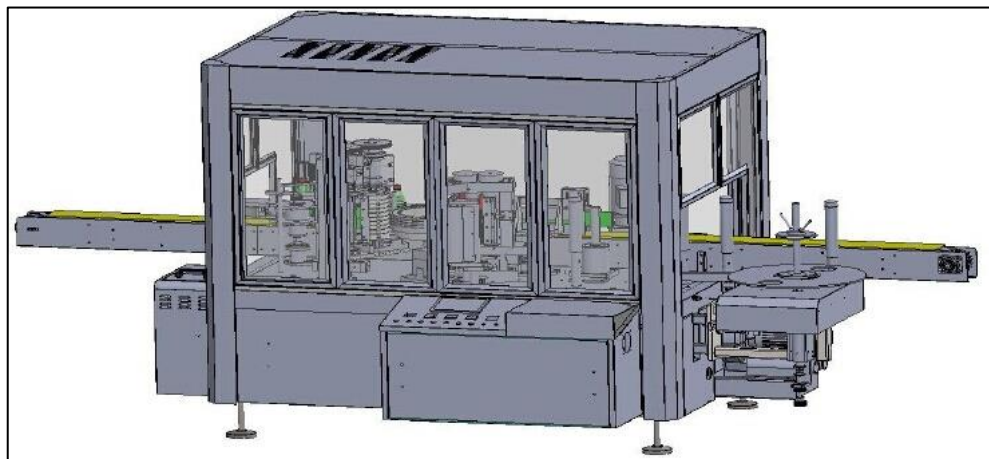
**Marca:** KRONES

**Modelo:** TOPMATIC 45-8-9/130 M DER.- IZQ.

**Año de Fabricación:** 1980

En la Figura N° 22 se observa el proceso de etiquetado, y en la Figura N° 23 se observa una imagen de la maquina etiquetadora etiquetadora.

**Figura N° 22: Proceso de Etiquetado**



Fuente: Backus

**Figura N° 23: Maquina Etiquetadora**

Fuente: Backus

#### 4.2.2.9. Encajonado

La encajonadora al igual que la desencajonadora cuenta con un accionamiento articulable que realiza un movimiento de vaivén, este bastidor cuenta con 120 tulipas en el caso de formatos pequeños y 72 en el caso de formatos grandes, las cuales encajonan las botellas en cajas provenientes de la lavadora de cajas, las cuales entran en una mesa de transmisión y esperan las botellas que son tomadas desde los agitadores. Las tulipas presionan las botellas para recogerlas.

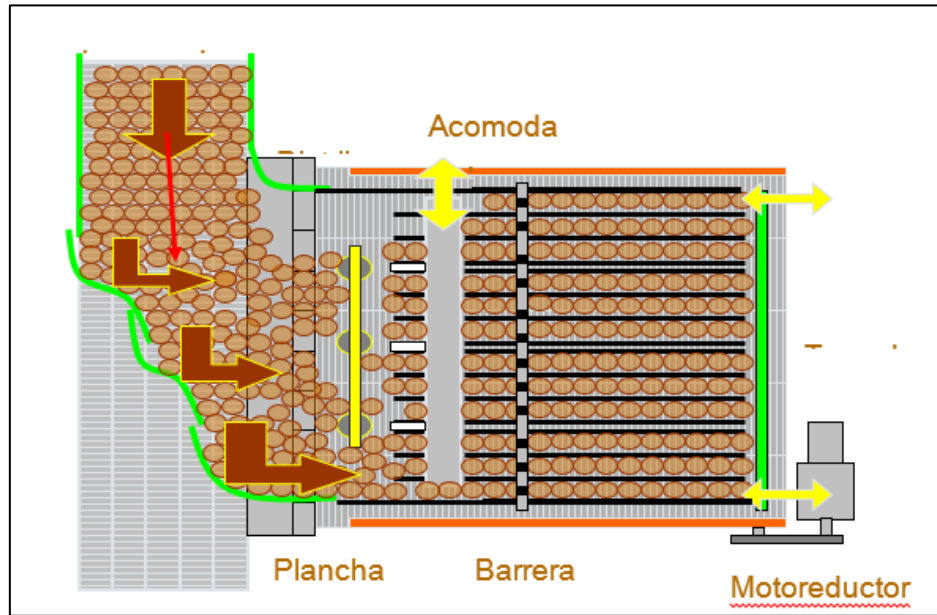
**Marca:** H Y K (Holstein y Kappert GMBH)

**Modelo:** VEM X-1801/9092

**Año de Fabricación:** 1980

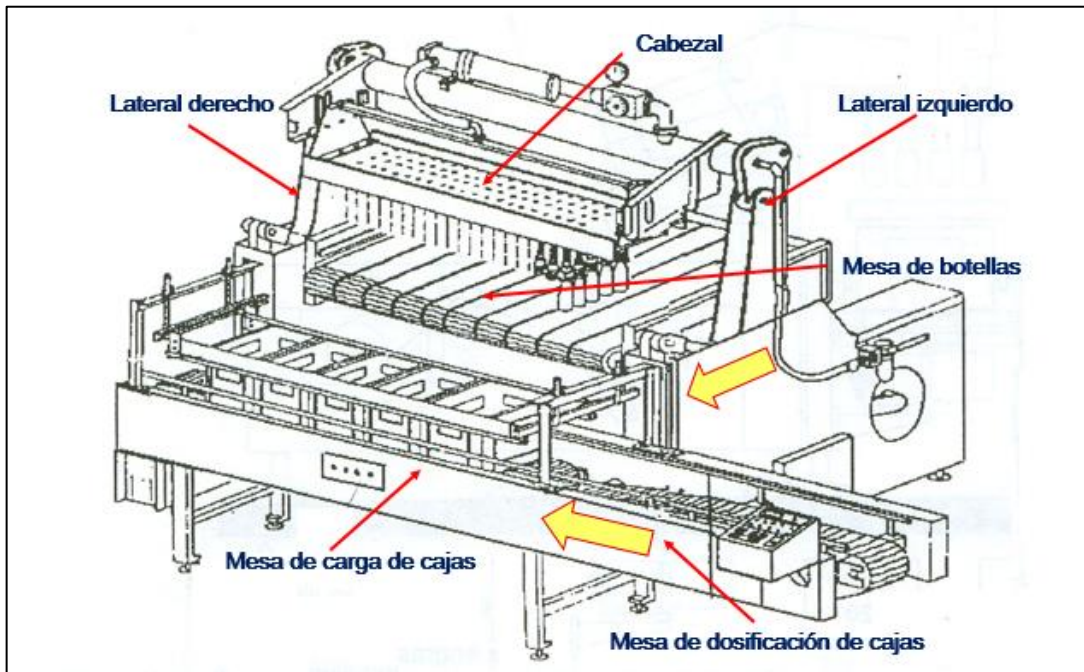
En la Figura N° 24 se observa una imagen de los transportadores y agitadores de la entrada a la encajonadora, en la Figura N° 25 se muestra una imagen del proceso de encajonado y, en la Figura N° 26 se muestra una imagen de la encajonadora de la línea.

Figura N° 24: Transportadores y Agitadores en entrada a Encajonadora



Fuente: Backus

Figura N° 25: Proceso de Encajonado



Fuente: Backus

**Figura N° 26: Máquina Encajonadora**

Fuente: Backus

#### 4.2.2.10. Paletizado

Las cajas llenas de botellas con contenido llegan a la depaletizadora, esta cuenta con dos cabezales, por lo tanto es posible armar dos paletas al mismo tiempo, esta máquina ordena las cajas en las paletas haciendo siete camas de 12 cajas (en formatos de 620 ml, 630 ml, 650 ml) y cinco camas de nueve cajas (en formatos de 1000 ml y de 1100 ml), una vez terminado el proceso de paletizado las pilas armadas en la paleta son movidas por los transportadores para luego ser llevadas al área de APT para su almacenamiento y futura distribución.

**Marca:** KETTNER

**Modelo:** BEL PRESS DUPLEX 2TN

**Año de Fabricación:** 1998

En la Figura N° 27 se muestra una imagen del proceso de paletizado.

**Figura N° 27: Proceso de Paletizado**



Fuente: Backus



## **CAPITULO V**

### **DIAGNOSTICO DEL AREA DE ENVASADO**

#### **5.1. FASE 1: DEFINIR SITUACIÓN ACTUAL**

En esta fase se encarga de evaluar detalladamente las circunstancias en las que se encuentra la línea de envasado por ende busca comprender el funcionamiento esperado de cada uno de los equipos de la línea y su funcionamiento integral. Esto se realizó mediante dos pasos: Estudio de los procesos de envasado en planta y levantamiento de información de los equipos. Esta fase equivale a la etapa de planeación del ciclo de Deming, también se define como el estudio de la situación actual y la descripción del proceso (Evans & Lindsay, 2002).

### **5.1.1. Estudio de los Procesos de Envasado en Planta**

El estudio de los procesos de envasado en Planta consistió en observar el funcionamiento del mismo, conocer las estaciones de trabajo por separado y realizar entrevistas tipo diagnóstico no estructuradas a los operarios sobre las causas de las paradas de cada estación de trabajo. Así mismo se observó en los paneles de cada máquina las paradas registradas en las mismas. Con esta información se realizó un diagrama de Ishikawa para resumir y tener un panorama gráfico de las causas.

### **5.1.2. Levantamiento de Información de los Equipos**

El levantamiento de la información de los equipos permitió obtener mediante la investigación de documentación existente aquellos datos relevantes necesarios para el desarrollo de la presente investigación y consistió en tres etapas: Información de los Manuales de especificación técnica, fórmulas para el cálculo de las velocidades y síntesis de la información.

#### **5.1.2.1. Información de los manuales de especificación técnica.**

Se recopilaron los manuales de especificación técnica de cada equipo de la línea de envasado. De los mismos se extrajeron los diagramas funcionales.

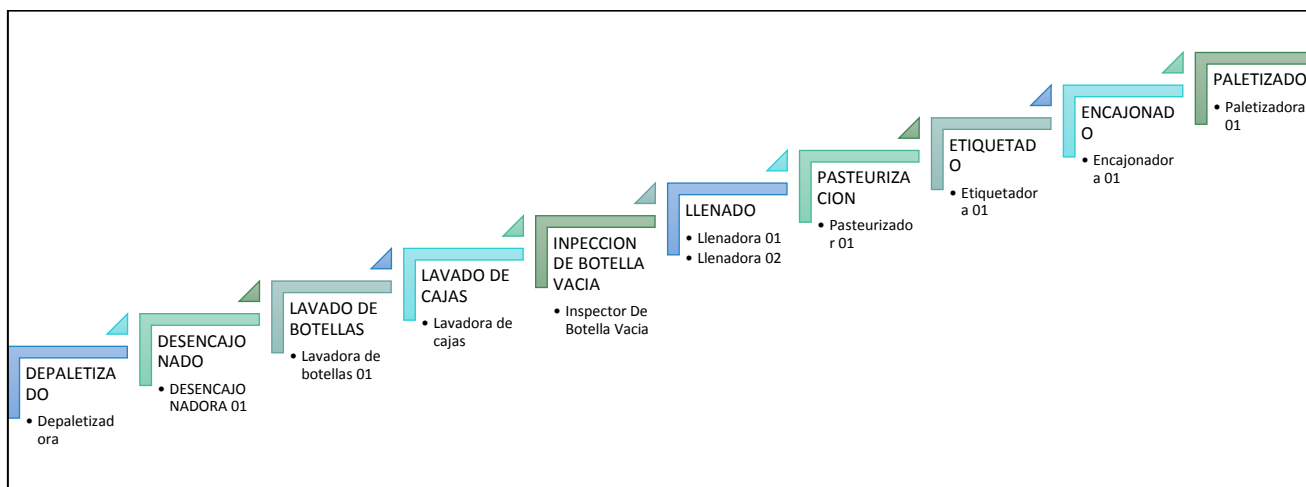
#### **5.1.2.2. Fórmulas para el Cálculo de Velocidades**

Se elaboraron fórmulas para el cálculo de velocidades de operacionales o prácticas de los equipos de la línea de envasado, así como también se utilizó información proveniente de los manuales de especificación técnica necesaria para el cálculo. Las fórmulas tienen como unidad de tiempo tanto hora como minuto.

#### **5.1.2.3. Síntesis de la Información**

Se agruparon los equipos en las siguientes estaciones de trabajo: depaletizado, desencajonado, lavado de botellas, lavado de cajas, inspección de botellas vacías, llenado, pasteurizado, etiquetado, encajonado y paletizado, como se puede observar en la Figura N° 29.

Figura N° 28: Estaciones de Trabajo



Elaboración: Propia

Con la velocidad de los equipos ( $V_{nom}$ ), se calculó el colchón de tiempo (CT) de la estación usando la ecuación, los cuellos de botella fueron hallados teniendo presente que el objetivo principal es que el cuello de botella en este caso el proceso de llenado nunca se detenga, por lo tanto se calcularon los colchones de todas las maquina respecto al proceso de llenado y las holguras entre procesos.

$$CT = \frac{V_{nom\ may} - V_{nom\ men}}{V_{nom\ may}}$$

Los datos e información obtenida se muestran en la Tabla N° 6, donde encontramos los siguientes campos:

- Equipo. En el cual se nombra la máquina que ha sido evaluada
- Formula de velocidad operacional: Se muestra la fórmula utilizada para calcular la velocidad operacional en bpm.
- Características específicas: Son las características o variables utilizadas para el cálculo de la velocidad operacional



**Tabla N° 6: Formulas para hallar las velocidades de los equipos**

Equipo	Formula de la velocidad operacional (bpm)	Características / Variables
Depaletizadora	$V_{dep} = \frac{\# \text{ de cabezales} * \# \text{ de camas} * \# \text{ de cajas} * \# \text{ de botellas}}{TC_{dep}}$	Cantidad camas
Desencajonadora	$V_{des} = \frac{\text{Cantidad de chupones}}{TC_{des.}}$	Cantidad de chupones
Lavadora de botellas	$V_{lab} = \frac{\# \text{ de bolsillos}}{TC_{lab}}$	Cantidad de bolsillos
Lavadora de cajas	$V_{lac} = \frac{\text{cajas lavadas} * \# \text{ de botellas}}{60 \text{ segundos}}$	Cantidad de cajas lavadas
Llenadoras	$V_{lle} = \frac{\# \text{ de válvulas de llenado}}{TC_{lle}}$	Numero de válvulas de llenado
Pasteurizador	$V_{pas} = \frac{\text{cantidad de botellas}}{TC_{pas}}$	Cantidad de botellas
Etiquetadora	$V_{eti} = \frac{\# \text{ de tulipas}}{TC_{eti}}$	Cantidad de tulipas
Encajonadora	$V_{enc} = \frac{\# \text{ de chupones}}{TC_{enc}}$	Cantidad de chupones
Paletizadora	$V_{pal} = \frac{\# \text{ de cabezales} * \# \text{ de camas} * \# \text{ de cajas} * \# \text{ de botellas}}{TC_{pal}}$	Cantidad de cabezales Cantidad de cajas

Elaboración: Propia

#### 5.1.2.4. Análisis de la Situación Actual de la Línea de Envasado

La línea de envasado es una línea de ensamble o cadena de montaje que consiste en una banda transportadora, que pasa por una serie de estaciones de trabajo en un intervalo de tiempo. En cada estación de trabajo se lleva a cabo labores de envasado del producto. El trabajo total que se desempeña en cada estación de trabajo es igual a la suma de las tareas de esa estación (Chase, Jacobs & Aquiliano, 2005). Este es un tipo de organización orientada al producto, puesto que se realiza un proceso de producción repetitivo, continuo, de grandes volúmenes y baja variedad (Heizer & Render).

En la Figura N° 29 se observa el lay out de la línea de envasado.

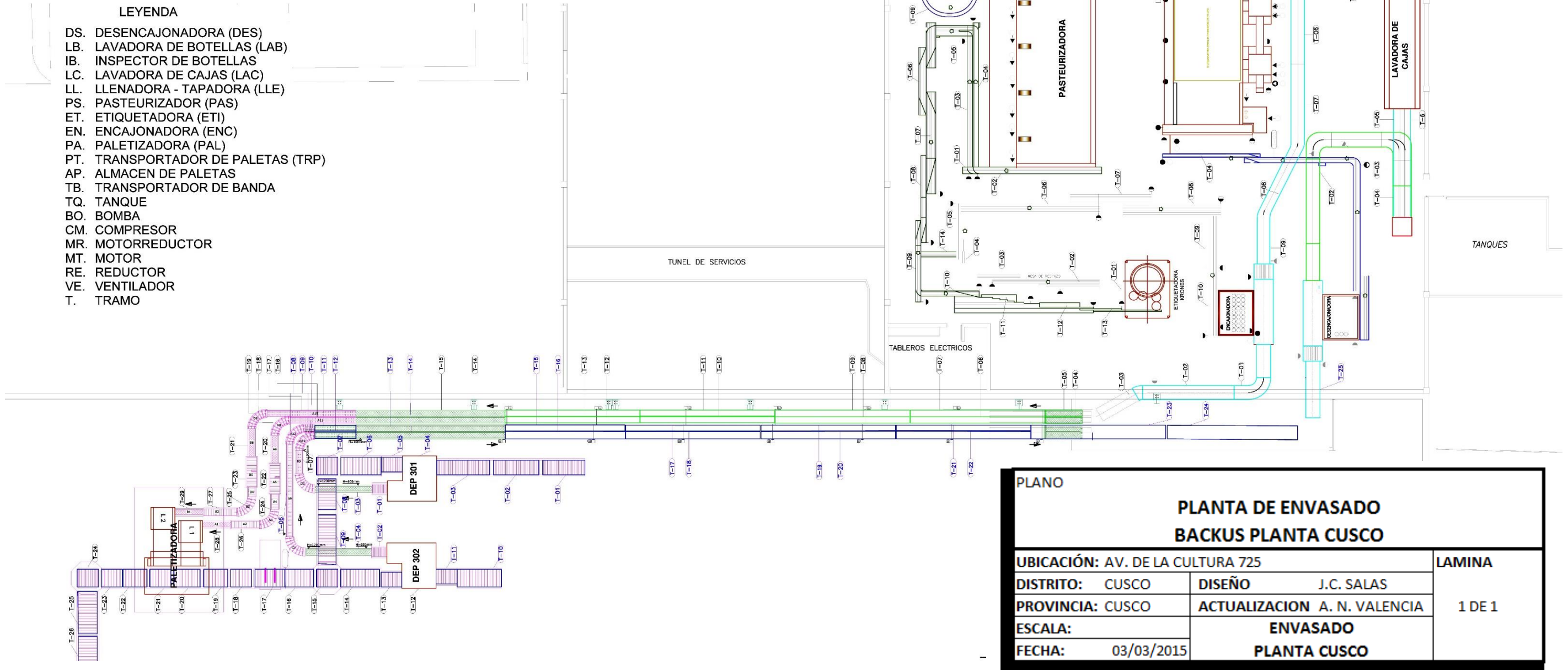
Figura N° 29: Lay Out de Envasado

# PLANTA DE ENVASADO

ESC. 1/50

## LEYENDA

- DS. DESECAJONADORA (DES)
- LB. LAVADORA DE BOTELLAS (LAB)
- IB. INSPECTOR DE BOTELLAS
- LC. LAVADORA DE CAJAS (LAC)
- LL. LLENADORA - TAPADORA (LLE)
- PS. PASTEURIZADOR (PAS)
- ET. ETIQUETADORA (ETI)
- EN. ENCAJONADORA (ENC)
- PA. PALETIZADORA (PAL)
- PT. TRANSPORTADOR DE PALETAS (TRP)
- AP. ALMACEN DE PALETAS
- TB. TRANSPORTADOR DE BANDA
- TQ. TANQUE
- BO. BOMBA
- CM. COMPRESOR
- MR. MOTORREDUCTOR
- MT. MOTOR
- RE. REDUCTOR
- VE. VENTILADOR
- T. TRAMO

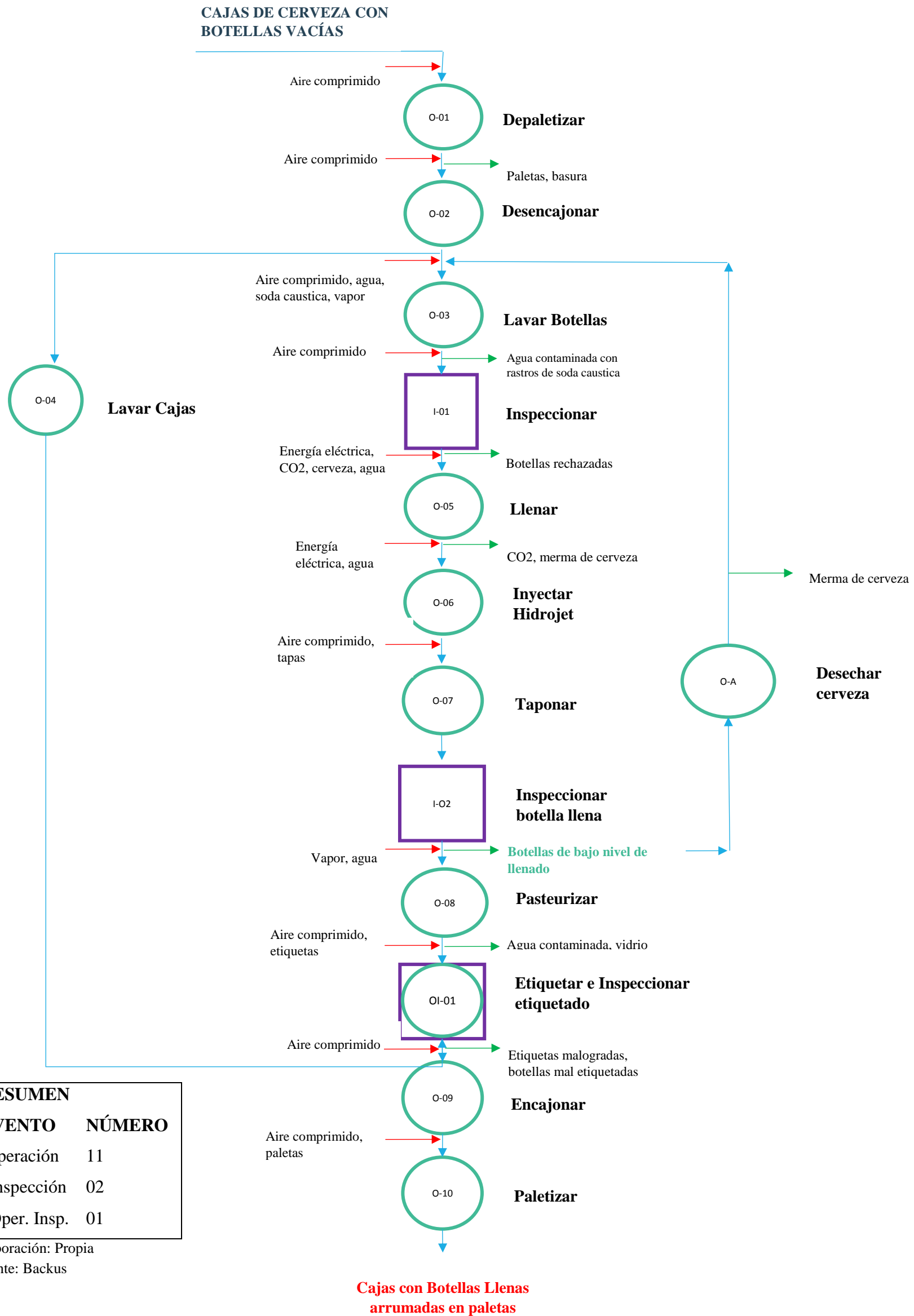


<b>PLANO</b>			<b>LAMINA</b>  1 DE 1
<b>PLANTA DE ENVASADO</b>			
<b>BACKUS PLANTA CUSCO</b>			
UBICACIÓN: AV. DE LA CULTURA 725		DISEÑO: J.C. SALAS	
DISTRITO: CUSCO	ACTUALIZACION: A. N. VALENCIA		
PROVINCIA: CUSCO	<b>ENVASADO</b>		
ESCALA:	<b>PLANTA CUSCO</b>		
FECHA: 03/03/2015			



Elaborado en base a las normas ISO (International Organization for Standardization)		
Pag	<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE ENVASADO</b>	Cod. Dop15
1/1	Elaborado por: Astrid Valencia García	Fecha: 15/09/2016

Figura N° 30: Diagrama de procesos Envasado





## 5.2. FASE II: MEDIR

En la segunda fase del estudio se procedió a recolectar datos necesarios para evaluar el funcionamiento de las llenadoras y el balanceo de la línea. Esta etapa se desarrolló en dos etapas: recolección de datos de paradas de las llenadoras y velocidad de los equipos de envasado.

Esta etapa permitió reunir los datos necesarios para en una etapa posterior poder analizarlos y encontrar la causa de los problemas. Esta etapa a su vez corresponde la etapa de planeación del ciclo de DEMING ya que propone al igual que en esta etapa la recolección de datos.

### 5.2.1. Pruebas de Paradas en las Llenadoras

El estudio de las causas de las paradas en las llenadoras se realizó mediante pruebas que consistían en la medición de los tiempos y las causas de las mismas durante un periodo de tiempo de 2 horas (120 minutos). Se desea evaluar tan solo el formato 620 por ser el que más problemas presenta.

Los tiempos fueron medidos a través de un cronometro y la información recopilada se registró en el reporte de paradas de la llenadora, diseñado para esta investigación únicamente. Este reporte se muestra en la Figura N° 31



la línea es homogénea y las paradas correspondían a causas comunes, según las observaciones previas.

Los datos obtenidos a través de los Reportes de paradas de las maquinas llenadoras fueron analizadas teniendo en cuenta dos aspectos de tiempo: tiempo y clasificación de la parada.

#### 5.2.1.1. Tiempo de Parada

Para cada prueba de parada realizada se sumaron los tiempos en los cuales la llenadora no estaba operativa y se calculó el tiempo porcentual de las paradas, definido como el porcentaje del tiempo total de las paradas que representan los tiempos de parada de cada causa específica.

Para esto se usó la Ecuación 5.2

$$\text{Tiempo Porcentual de parada Total} = \frac{\text{Tiempo Total de Parada}}{\text{Tiempo total de operacion}} * 100\%$$

$$\text{Tiempo Porcentual de Parada Especifica} = \frac{\text{tiempo de parada por causa espec.}}{\text{tiempo total de operacion}}$$

#### 5.2.1.2. Clasificación de las Paradas

Se organizan las paradas de acuerdo al equipo o sector la vía transportadora causante de la misma.

Para clasificar las causas de acuerdo a las propuestas de mejora a realizar, sea agruparon de la siguiente forma:

- a. Desbalance de línea: corresponde a aquellas paradas en las cuales la llenadora no está operativa por falta de suministro mínimo de botellas necesario o por que no contaba con el espacio mínimo requerido en la vía transportadora a la salida para operar.
- b. Desbalance en las fajas transportadoras: Corresponde a aquellas paradas en las cuales la llenadora no estaba operativa porque en la vía habían botellas caídas, y eso da como consecuencia un desbalance en las fajas transportadoras

- c. Fallas mecánicas: Corresponde a aquellas paradas en las cuales la llenadora no estaba operativa porque algún componente de la llenadora no estaba funcionando correctamente por problemas mecánicos.
- d. Parque de botellas deteriorado: Corresponde a aquellas paradas por explosión de botellas en la llenadora, la cual obliga a la llenadora a trabar la entrada y evitar el paso de botellas para darle tiempo al operador de limpiar las esquirlas provenientes de la explosión.

### 5.2.2. Velocidad de los Equipos de Envasado

En esta etapa se procedió a tomar muestras de los tiempos de ciclo de cada equipo usando el Reporte de tiempos de ciclo diseñado para la presente investigación, que se puede observar en la Figura N° 32.

Figura N° 32: Diseño de registro de tiempos de ciclo

<b>REPORTE DE TIEMPOS DE CICLO</b>						
	FECHA:	/	/		PRODUCTO:	
<b>Depaletizadora 01</b>						
<b>Depaletizadora 02</b>						
<b>Desencajonadora</b>						
<b>Lavadora de botellas</b>						
<b>Lavadora de cajas</b>						
<b>IBV</b>						
<b>Llenadora 01</b>						
<b>Llenadora 02</b>						
<b>Pasteurizador</b>						
<b>Etiquetadora</b>						
<b>Encajonadora</b>						
<b>Paletizadora</b>						

Elaboración: Propia

Los tiempos de ciclo de cada equipo fueron medidos usando los siguientes procedimientos:



- a. Para Paletizadora y Depaletizadora: Se registró el tiempo en que es depaletizada una paleta completa, tomando como referencia alguna de las camas de la ruma.
- b. Para Encajonadora y desencajonadora: Se registró el tiempo que transcurre durante el movimiento de vaivén del brazo de las maquinas.
- c. Para la Lavadora de Botellas: Se registró el tiempo que transcurre mientras los canastos de 40 bolsillos toman 40 botellas da la banda transportadora.
- d. Para la llenadora: Se registró el tiempo que transcurre mientras una válvula de llenado de referencia da una vuelta completa.
- e. Para el Pasteurizador: Se registró el tiempo mientras las botellas hacen un desplazamiento, tomando como referencia las placas o peines encargados de mover las botellas dentro de la máquina.
- f. Para la Lavadora de Cajas: Se registró el tiempo transcurrido mientras una caja de referencia entra a la maquina hasta que sale.

Una vez obtenidos los tiempos de ciclo de cada equipo se calcula el promedio de los mismos.

En la Tabla N° 7 se puede observar los tiempos de ciclo promedio obtenidos.

**Tabla N° 7: Tiempos de ciclo promedio**

PROCESO	MUESTRAS				T.C. PROMEDIO	TOTAL
	1°	2°	3°	4°		
<b>Depaletizado</b>	2.41'	2.15'	2.20'	2.24'	2.25'	1 paleta
<b>Desencajonado</b>	7.4"	7.5"	7.6"	7.5"	7.5"	120 cajas
<b>Lavado de Botellas</b>	2.5"	2.7"	2.6"	2.64"	2.61"	40 bolsillos
<b>Inspección de Botellas Vacías</b>	0.8"	0.66"	0.78"	0.68"	0.73"	-
<b>Llenado</b>	14"	12"	12"	10"	12"	160 válvulas de llenado
<b>Pasteurizado</b>	16"	14"	13"	17"	15"	200 botellas
<b>Etiquetado</b>	3.1"	3.5"	3.4"	3.2"	3.3."	45 tulipas
<b>Encajonado</b>	7.1"	7.9"	7.3"	7.7"	7.5"	120 cajas
<b>Paletizado</b>	2.5'	2.34'	2.4'	2.44'	2.42'	1 paleta
<b>Lavado de Cajas</b>	1.20"	1.16"	1.15"	1.21"	1.18"	74 cajas

Elaboración: Propia

Usando las fórmulas para el cálculo de la velocidad operacional de la Tabla N° 6 se calculó la velocidad operacional usando el tiempo de ciclo de cada máquina.



En la Tabla N° 8 se observa la velocidad de cada proceso.

**Tabla N° 8: Velocidades halladas por proceso**

PROCESO	RESOLUCION	VELOCIDAD (BOT/MIN)	VELOCIDAD (BOT/HORA)
Depaletizado	$\frac{2 * 7 * 12 * 12}{2.25}$	896 <i>bot/min</i>	53760 <i>bot/hora</i>
Desencajonado	120/0.125	960 <i>bot/min</i>	57600 <i>bot/hora</i>
Lavado de Botellas	40/0.043	921 <i>bot/min</i>	55260 <i>bot/hora</i>
Inspección de Botellas Vacías	-	Esta máquina se adecua a la velocidad de la línea.	
Llenado	160/0.20	800 <i>bot/min</i>	48000 <i>bot/hora</i>
Pasteurizado	200/0.25	800 <i>bot/min</i>	48000 <i>bot/hora</i>
Etiquetado	45/0.055	817 <i>bot/min</i>	49000 <i>bot/hora</i>
Encajonado	120/0.125	960 <i>bot/min</i>	57600 <i>bot/hora</i>
Paletizado	$2 * 7 * 12 * 12 / 2.42$	834 <i>bot/min</i>	50040 <i>bot/hora</i>
Lavado de cajas	74 * 12 / 1	888 <i>bot/min</i>	53280 <i>bot/hora</i>

Elaboración: Propia

Para hallar la holgura de tiempo entre las maquinas se calculó capacidad durante el tiempo de producción que representa el 90% de la capacidad máxima.

En la Tabla N° 9 se observa la capacidad máxima y la capacidad durante la producción de los transportadores.

**Tabla N° 9: Capacidades de los transportadores**

	Capacidad Máxima (en botellas)	Capacidad de botellas en producción ( 90% de capacidad máxima)
Dep - Des	420 cajas * 12 = 5040	4536
Des - lab	4440	3996
Lab - IBV	3000	2700
IBV - Lle	3105	2794
Lle - Pas	5220	4698
Pas - Eti	4200	3780
Eti - Enc	3350	3015
Enc - Pal	300 cajas * 12 = 3600	3240

Elaboración: propia

### 5.3. FASE 3: ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En esta fase se explican los resultados obtenidos del estudio de los procesos de envasado, de las pruebas de paradas de las llenadoras y las causas de estas en cada estación.

Se divide el estudio en dos apartados: causas de las paradas en las estaciones de trabajo y causas de paradas en la estación de trabajo.

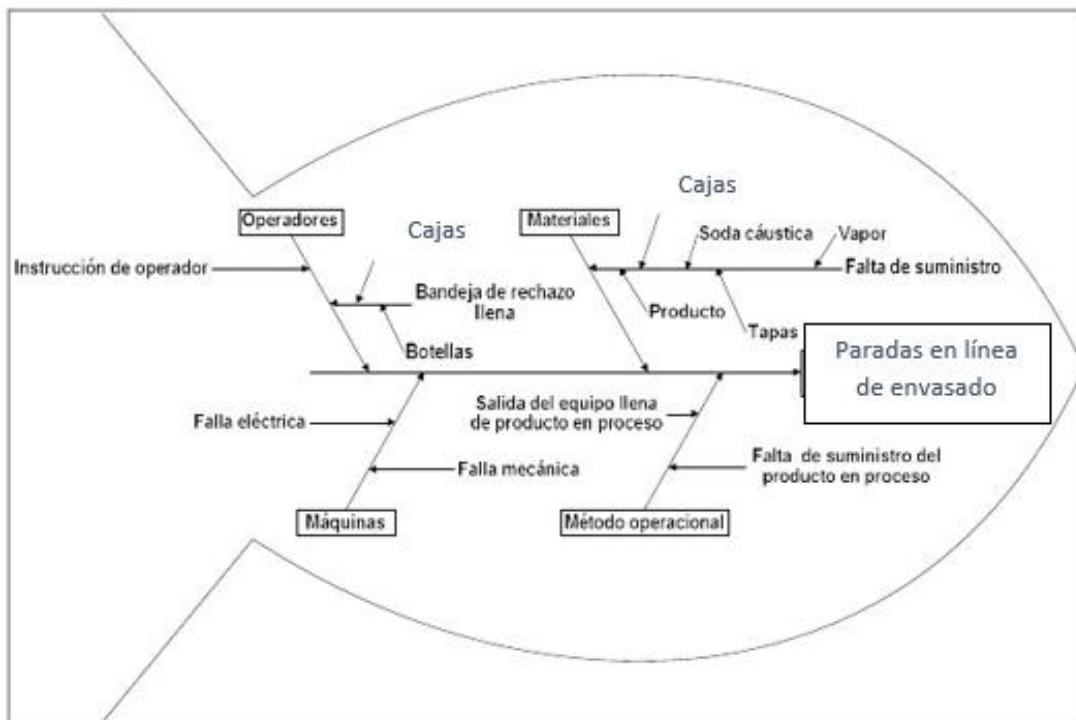
#### 5.3.1. Causas de las Paradas en las Estaciones de Trabajo

Las paradas en las estaciones de trabajo al sobrepasar el colchón de tiempo estipulado para la estación de llenado definido como el cuello de botella, ocasionan una paralización en el funcionamiento de la línea. Por esta razón es importante conocer las razones que puedan detener el proceso de envasado. A continuación se muestran, usando un diagrama de Ishikawa y una tabla, los motivos que ocasionan el cese de funcionamiento en cada estación del proceso y explicación de cada una de las causas encontradas.

Las causas de las paradas se clasificaron, de acuerdo a su origen, en los siguientes grupos: operadores, materiales, máquinas, métodos operativos. En la Figura N° 32 se observa un diagrama de Ishikawa donde se muestran las diferentes causas encontradas.

Algunas de estas causas son comunes en las diversas estaciones de trabajo como: la instrucción del operador, las fallas mecánicas, la salida del equipo llena y la falta de suministro de producto en proceso. Las dos últimas originadas por el método operativo debido a que la causa es el mal balanceo de la línea de envasado, el cual no permite el flujo continuo del producto a través del proceso.

Figura N° 33: Diagrama de Ishikawa



Elaboración: Propia

Todas las estaciones pueden detener sus tareas por falta de suministro pero, dado que realizan diferentes procesos, el producto faltante varía. En la Tabla N° 10 se muestran los suministros requeridos en cada estación de trabajo.

Tabla N° 10: Suministros requeridos en cada estación de trabajo

ESTACIÓN DE TRABAJO	SUMINISTRO
DEPALETIZADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paletas</li> </ul>
DESENCAJONADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas</li> <li>• Aire Comprimido</li> </ul>
LAVADO DE CAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas</li> </ul>
LAVADO DE BOTELLAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soda Caustica</li> </ul>
LLENADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapas</li> <li>• Producto</li> </ul>
PASTEURIZADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapor</li> </ul>
ETIQUETADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas</li> </ul>
ENCAJONADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas</li> <li>• Aire Comprimido</li> </ul>
PALETIZADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paletas</li> </ul>

Elaboración: Propia

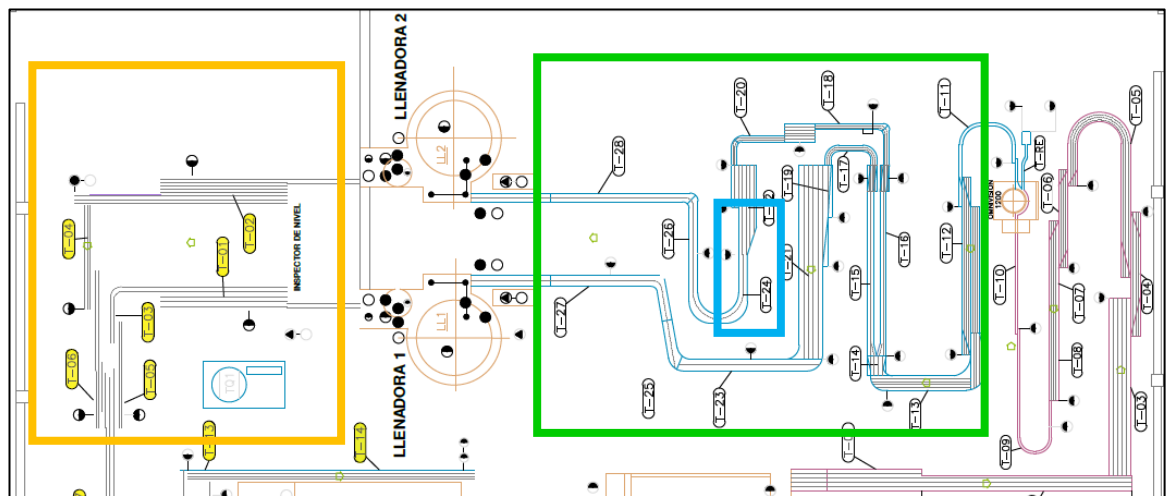
Las paradas debidas a las mesas de rechazo llenas ocurren en la estación de inspección de botellas vacía, llenado y etiquetado, todas están con mesas de rechazo de botellas.



Para asegurar la continuidad en el proceso de envasado, se deben disminuir al mínimo las paradas debidas a estas causas, de manera que no afecten la estación de llenado, que constituye el cuello de botella de la línea, y utilizar la holgura de cada estación para la realización de ajustes a las máquinas.

### 5.3.2. Causas de Paradas en la Estación de Llenado

Las pruebas de paradas realizadas en las llenadoras permitieron evaluar las diversas causas de las mismas en esta estación. Para la explicación posterior se divide la estación de llenado en los sectores mostrados en la Figura N° 34

Figura N° 34: Sectores de llenado



LEYENDA	
	Vía de entrada a llenadoras
	Vía de entrada al pasteurizador
	Sector de CRASH

Elaboración: Propia



A continuación se explican las diversas causas de las paradas de la estación de llenado, divididos en los grupos: desbalance de la línea, desbalance de las cadenas transportadoras, parque de botellas deteriorado y fallas mecánicas. La definición de cada uno de estos grupos se encuentra en el capítulo 5 en la sección 5.2.1.2.

### **5.3.2.1. Desbalance de la Línea**

#### **A. Falta de botella**

Cuando el sector de la estación denominado vía de entrada a llenadoras, marcado con color verde de la Figura N° 34, no tiene botellas ocurre automáticamente esta parada. El operador puede programar a la llenadora para que continúe operativa, a modo de vaciar las bandas transportadoras, en el caso que se esté deteniendo el proceso de envasado.

#### **B. Salida Llena**

Esta parada se observa cuando el sector denominado vía de entrada al pasteurizador, marcado con el color anaranjado en la figura N° 34 esta atestado de botellas llenas. Cuando esto sucede, los sensores automáticos disminuyen paulatinamente la velocidad de las llenadoras, hasta la paralización total del llenado.

### **5.3.2.2. Desbalance en las Fajas Transportadoras**

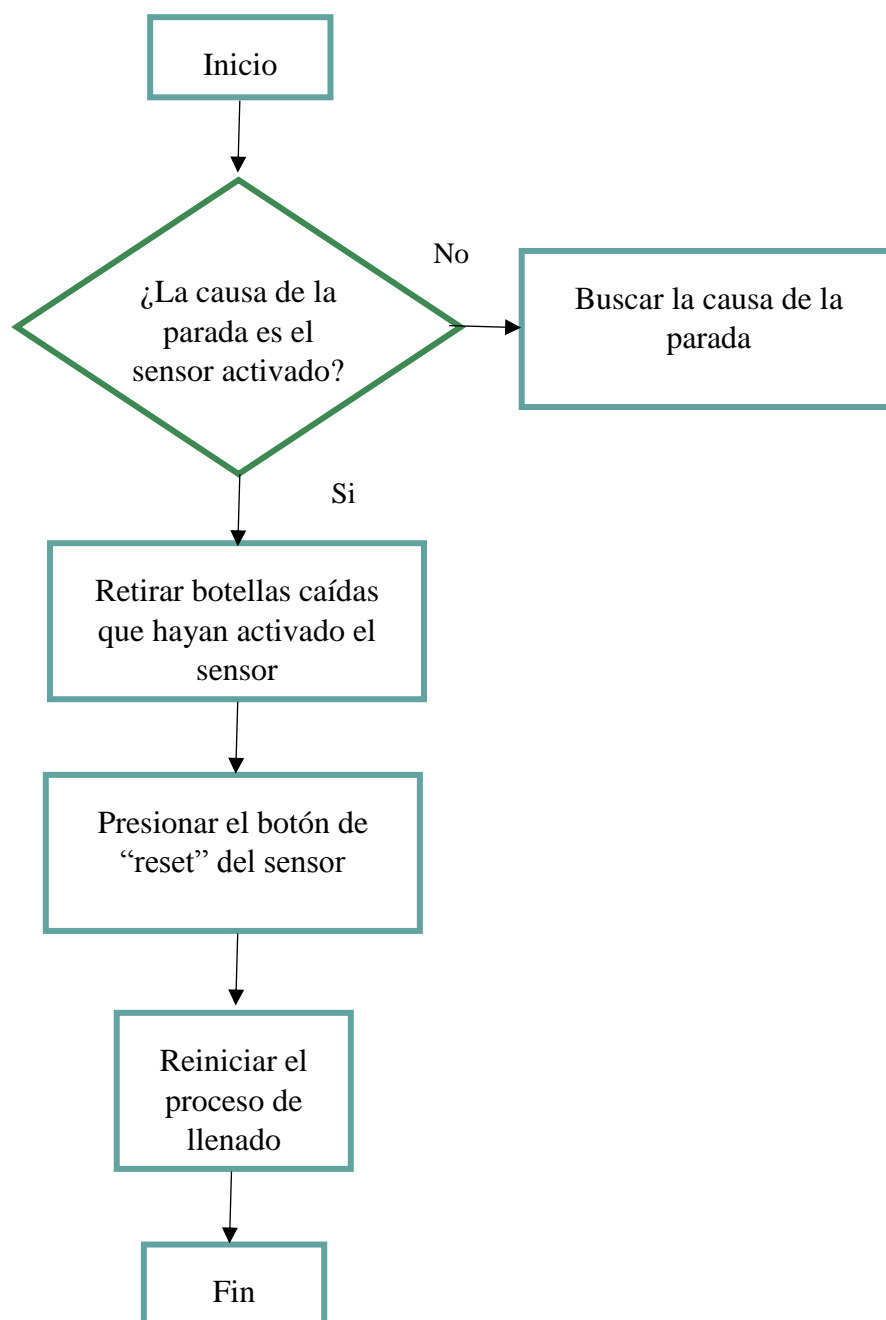
#### **A. Botella caída en transportadores**

Sucede en los transportadores que van desde la estación del IBV hasta la estación de llenado, en dicho tramo existe un sensor, marcado con color celeste en la figura N° 34, conocido operacionalmente como CRASH el cual es activado al caer una botella cerca al sensor.

La Figura N° 35 es un diagrama del flujo del proceso que deben seguir lo operadores cuando ocurre este tipo de parada.

**Figura N° 35: Diagrama de flujo del proceso que deben seguir los operadores cuando hay paradas por caída de botellas en transportador.**

Elaborado en base a las normas ISO (International Organization for Standardization)		
Pag 1/1	<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE BOTELLA CAIDA</b> Elaborado por: Astrid Valencia García	Cod. DF 01 Fecha: 15/07/2015



Elaboración: Propia



### 5.3.2.3. Falla Mecánica

#### A. Cambio de reten obturador

Ocurre cuando los retenes obturadores están dañados dándose el caso de estar rotos, partidos o mal acomodados, esta falla se reconoce cuando salen botellas con contenido a la mitad o cuando hay un exceso de rebose, lo que causa rechazo por bajo nivel.

#### B. Traba de tapas en carrilera de bajada

En las carrileras de bajada de tapas ocurren atascos de tapas debido a obstrucciones, tales pueden ser causadas por el polvillo de las tapas, defectos de las tapas, o desalineación de la carrilera, lo que hace que el descenso de las tapas no sea constante y cause paradas.

#### C. Salida de botellas sin tapa

En la taponadora, las tapas pueden doblarse y obstruir el paso. De darse esta situación los operadores, luego de chequear que no hay fallas en el suministro de tapas, abren los mecanismos de coronado y retiran la obstrucción. Si se repite la obstrucción se reporta el problema al supervisor.

#### D. Cambio de tulipa centradora

Este problema se puede identificar cuando salen botellas con pico roto o botellas con rotura que no es atribuible a la explosión por lo que se debe ubicar el número de tulipa que causa el problema y cambiarla

#### E. Traba de válvula de apertura

La traba de valvula de apertura, conocida operacionalmente como mariposa, se puede identificar cuando salen botellas sin ser llenadas o bajo volumen, lo que implica

### 5.3.2.4. Parada por Parque de Botellas

#### A. Explosión de botellas

La cantidad de CO<sub>2</sub> presente en el formato de Cusqueña Blanca de 620 ml es de 2.38 a 2.58, esta presión hace que botellas deterioradas



explosionen desprendiendo esquirlas de vidrio que ocasionan la explosión de botellas cercanas a esta. Cuando la maquina detecta alguna explosión, traba el paso de botellas a la llenadora para la limpieza de esquirlas o residuos de vidrio respectivo.

### **5.3.3. Resultados Obtenidos en las Pruebas de Paradas**

La estación de llenado está conformada por dos máquinas llenadoras, las cuales funcionan de manera independiente entre sí, por esta razón se realizaron pruebas de paradas a cada llenadora durante los mismos periodos de tiempo. Esta sección se divide en dos partes, una destinada a la llenadora 201 y otra a la llenadora 202.

Para ambas llenadoras se realizaron cuatro pruebas de paradas durante el mes de Junio. En ocasiones las velocidades de las maquinas son reducidas debido a un exceso de rotura o causas asignables, las cuales deben ser rectificadas lo más pronto posible, en este caso se reduce la velocidad de la llenadora para observar mejor la maquina u órdenes del supervisor. Estas velocidades reducidas también son asignadas en la tabla de datos.

#### **5.3.3.1. Llenadora 201**

En la Tabla N° 11 se muestra los datos obtenidos durante las pruebas realizadas en llenadora 201, ordenada de acuerdo a las causas de las paradas y presentadas en segundos. Los datos fueron tomados durante el transcurso de dos horas, el día de la semana que correspondía producir el formato en estudio.



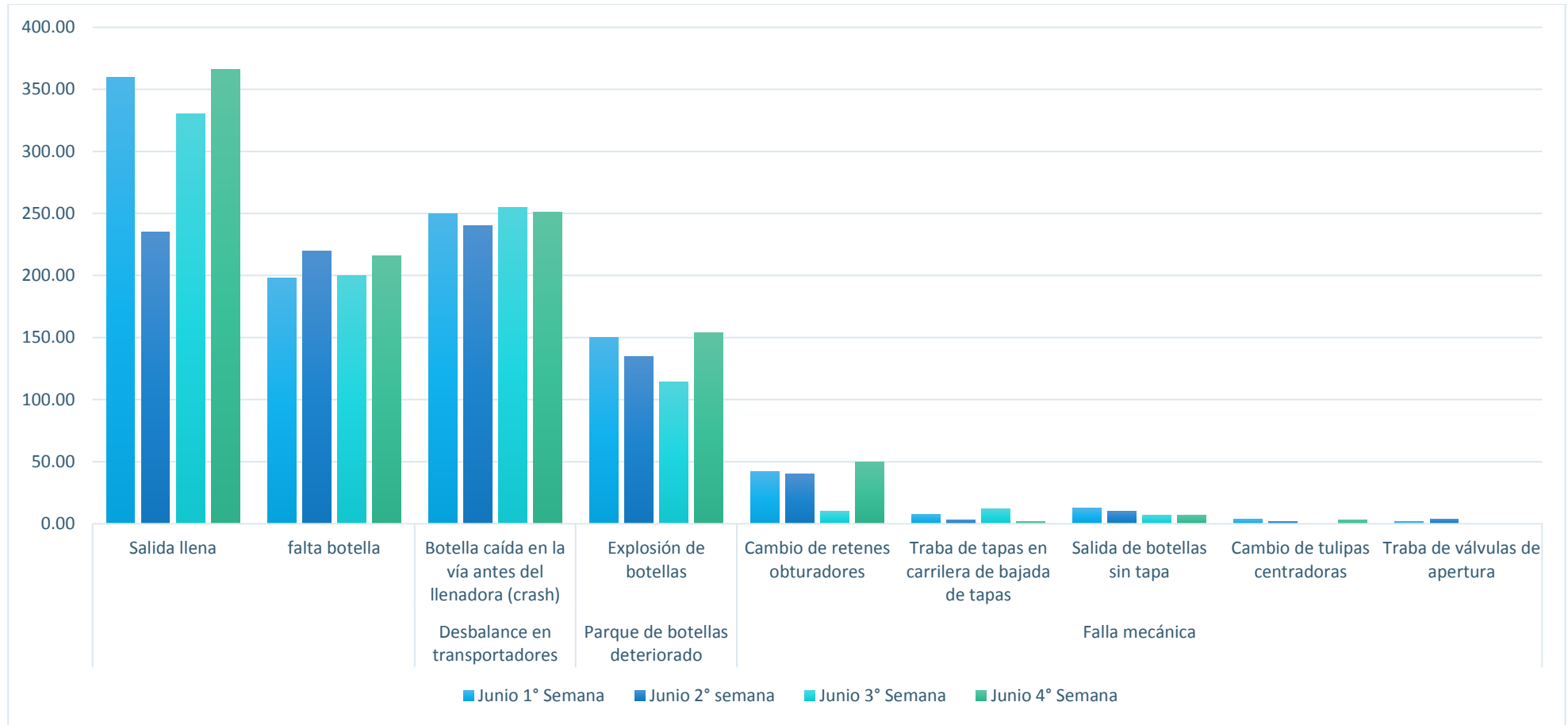
**Tabla N° 11: Datos de paradas de llenadora 201 obtenidas en segundos**

Clasificación	Causa específica	DURACIÓN DE PARADA (Segundos)				
		Junio				
		1° Semana	2° semana	3° Semana	4° Semana	Prom.
Desbalance de la línea	Falta botella	198.00	220	200	216	208.5
	Salida llena	360.00	235	330	366	322.75
Desbalance en transportadores	Botella caída en la vía antes del llenadora (Crash)	250	240	255	251	249
Parque de botellas deteriorado	Explosión de botellas	150	135	114	154	138.25
Falla mecánica	Cambio de retenes obturadores	42	40	10	50	35.5
	Traba de tapas en carrilera de bajada de tapas	7.5	3	12	2	6.13
	Salida de botellas sin tapa	12.5	10	7	7	9.13
	Cambio de tulipas centradoras	3.5	2	0	3	2.13
	Traba de válvulas de apertura	1.5	4	0	0	1.38
Tiempo total en segundos		1025	889	928	1049	972.75
Tiempo total en minutos		17.08	14.82	15.47	17.48	16.21

Elaboración: Propia

En la Figura N° 36 se observa de manera gráfica las causas específicas de paradas

**Figura N° 36: Grafico de Causas específicas de paradas de llenadora 201**



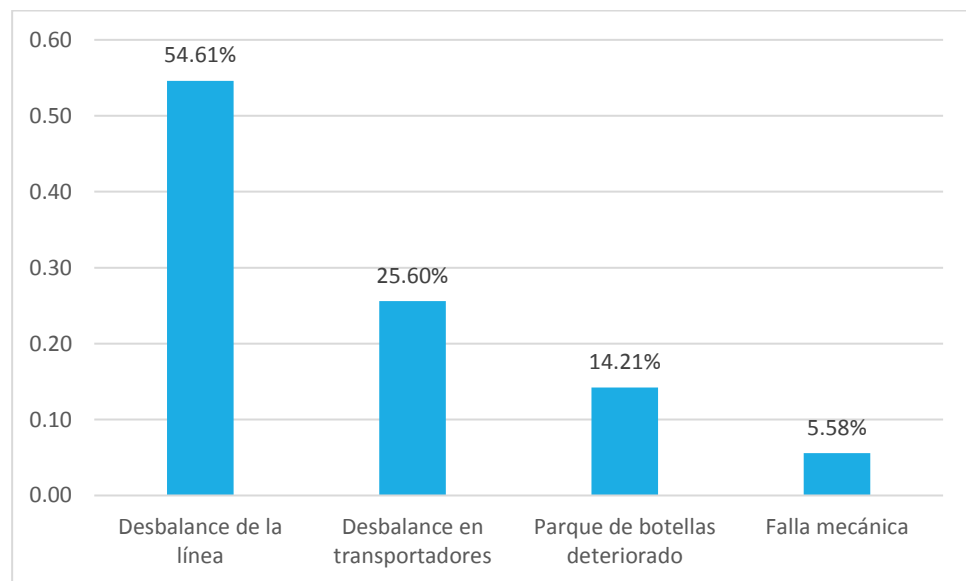
Elaboración: Propia

El porcentaje del desbalance de los transportadores fluctúa entre un 23% y 25% del total de paradas, así mismo, el parque de botellas deteriorado representa entre un 11% y 15%.

En la Figura N° 37 podemos observar una gráfica con la duración de las paradas durante las 4 semanas evaluadas, se halló sacando un promedio de los tiempos de las semanas, y en base a este promedio se hallaron los porcentajes.

En general la evaluación en las cuatro semanas indica que las principales causas de paradas de la llenadora 201 se deben en un 54.61% al desbalance de línea, en un 25.60% al desbalance de transportadores, en un 14.21% al parque deteriorado de botellas y en un 5.58% al parque de botellas

**Figura N° 37: Causas de parada de la llenadora 201**



Elaboración: Propia

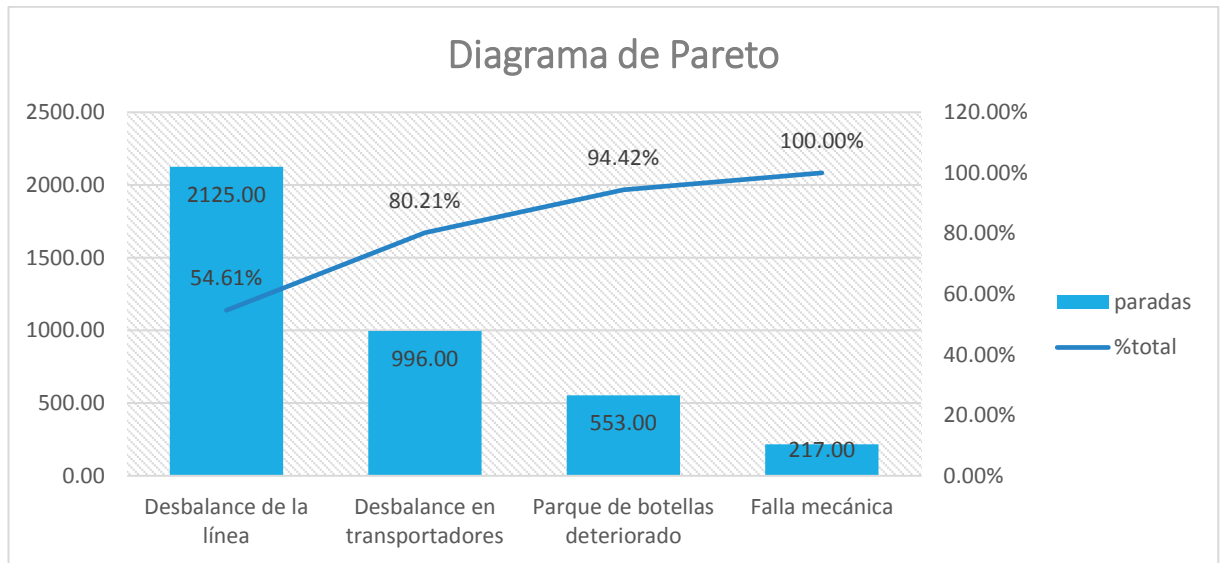
Es así que las paradas por desbalance de línea y desbalance de transportadores son las paradas que causan el 80% de paradas.

Así mismo, la causa denominada “Desbalance de línea” contiene a las paradas específicas de: exceso de botellas a la salida y falta de botellas a la entrada de la llenadora y la causa denominada “desbalance de

transportador” contiene a una única parada específica que es botella caída en la vía antes del proceso de llenado, que operacionalmente se conoce como “CRASH”.

En la Figura 38 se observa el diagrama de Pareto de las causas de las paradas de la llenadora 201.

**Figura N° 38: Diagrama de Pareto de las causas de parada de la llenadora 201.**



Elaboración: Propia

### 5.3.3.2. Llenadora 202

En la Tabla N° 12 se muestra los datos obtenidos durante las pruebas realizadas en esta llenadora, ordenada de acuerdo a las causas de las paradas. Estos tiempos fueron tomados en el transcurso de dos horas un día de semana que correspondía la producción del formato en estudio.

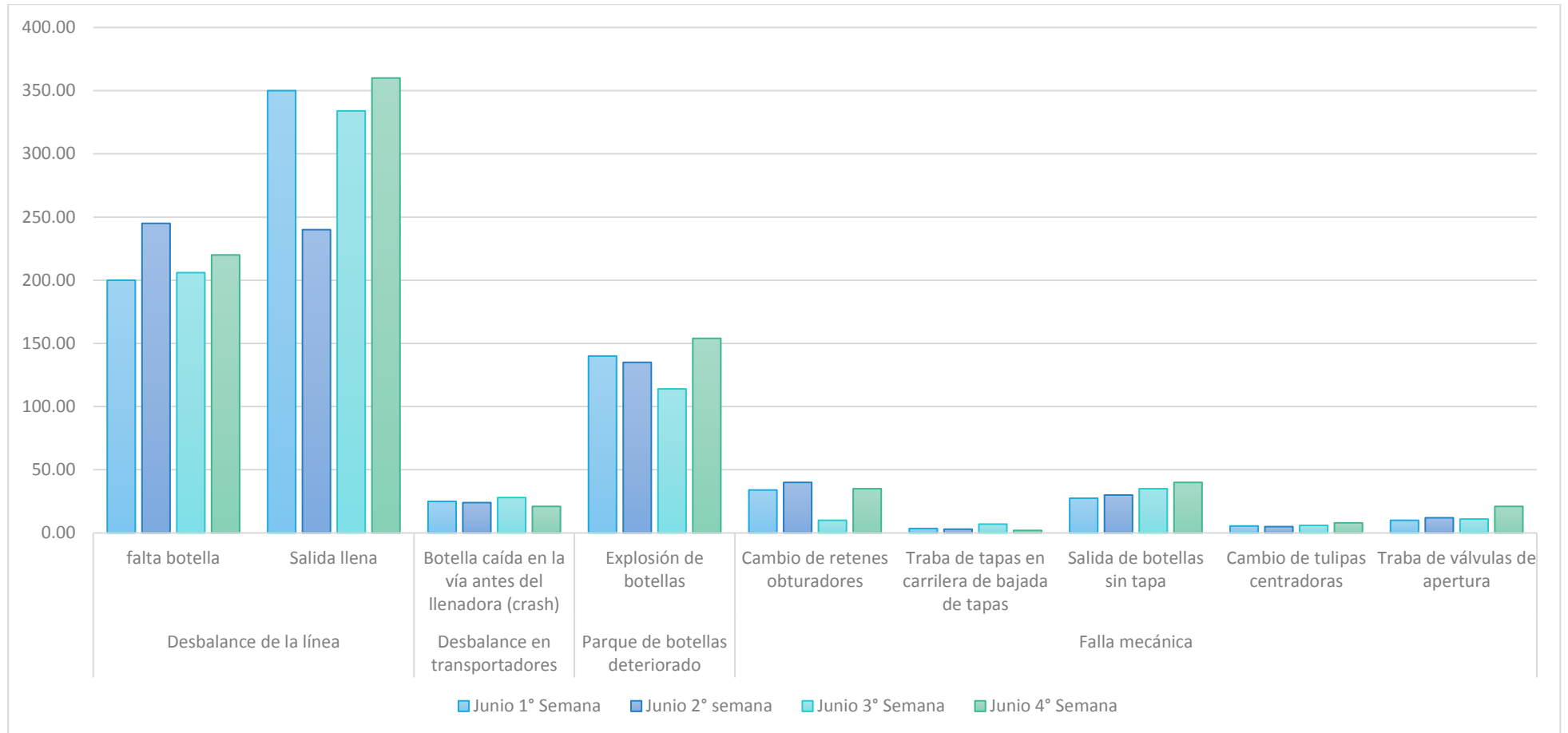
**Tabla N° 12: Datos de Paradas de Llenadora 202 obtenidas en segundos.**

Clasificación	Causa específica	DURACION DE PARADA (Segundos)				
		Junio				
		1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana	Prom.
Desbalance de la línea	falta botella	200.00	245	206	220	217.75
	Salida llena	350.00	240	334	360	321
Desbalance en transportadores	Botella caída en la vía antes del llenadora (crash)	25.00	24	28	21	24.5
Parque de botellas deteriorado	Explosión de botellas	140.00	135	114	154	135.75
Falla mecánica	Cambio de retenes obturadores	34.00	40	10	35	29.75
	Traba de tapas en carrilera de bajada de tapas	3.50	3	7	2	3.875
	Salida de botellas sin tapa	27.50	30	35	40	33.125
	Cambio de tulipas centradoras	5.50	5	6	8	6.125
	Traba de válvulas de apertura	10.00	12	11	21	13.5
Tiempo total en segundos		795.5	734	751	861	785.38
Tiempo total en minutos		13.26	12.23	12.52	14.35	13.09

Elaboración: Propia

En la Figura N° 39 podemos observar un gráfico con la duración de las paradas durante las semanas evaluadas.

**Figura N° 39: Grafico de las causas específicas de paradas de la llenadora 202**



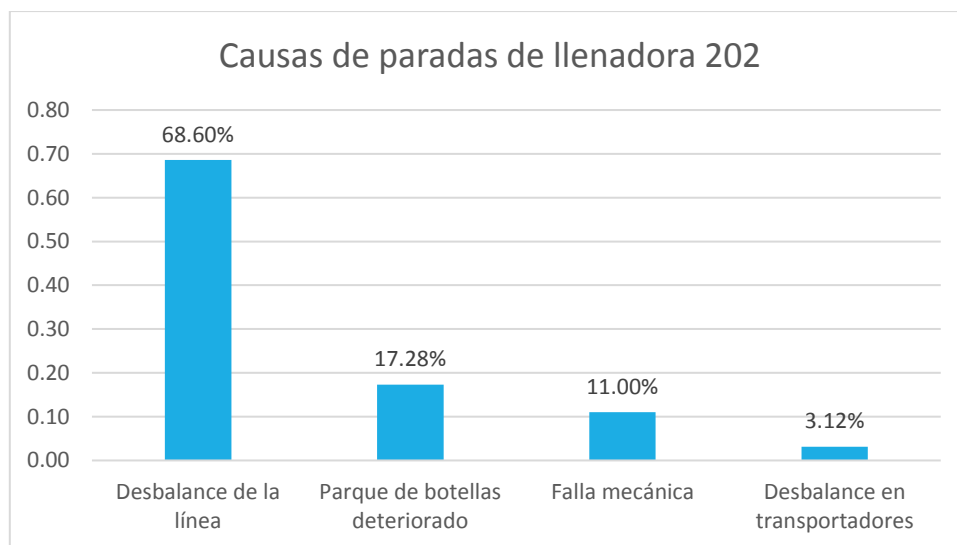
Elaboración: Propia

En general la evaluación en las cuatro semanas indica que las principales causas en el sector de la llenadora 202 son desbalance de línea, desbalance de transportadores y explosión de botellas.

Por otro lado, comparando con la llenadora 201, las paradas a causa del desbalance de transportadores representan solo el 10% de las paradas de la llenadora 201.

En la Figura N° 40 se observa las causas de paradas de la llenadora 202 durante un trascurso de observación de cuatro semanas, el porcentaje de las causas se halló calculando el promedio de los tiempos de parada de las cuatro semanas.

**Figura N° 40: Causas de parada de la llenadora 202**



Elaboración: Propia

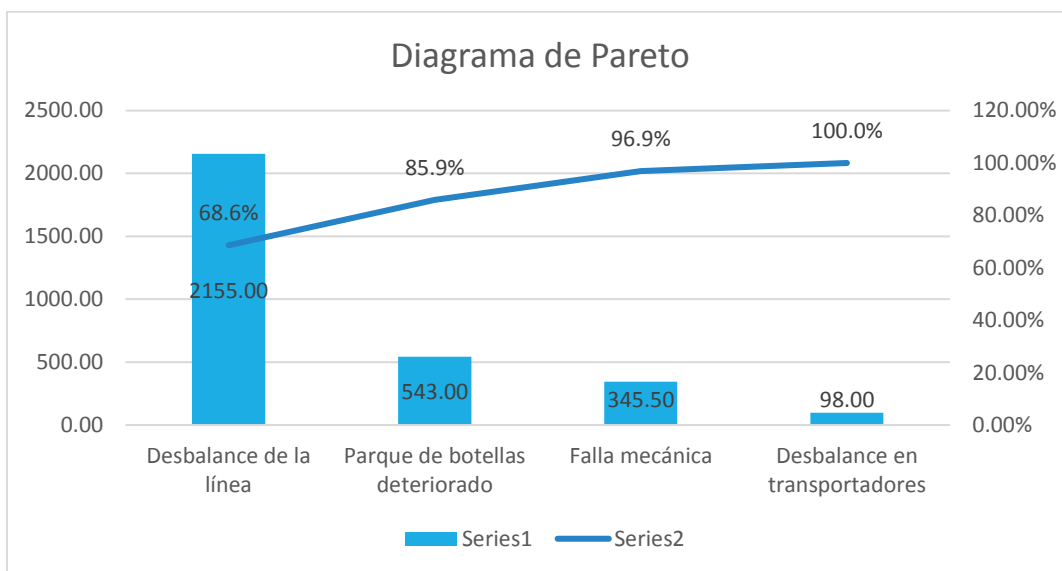
Es así que el mayor porcentaje de causa de paradas es atribuido al desbalance de línea y al parque de botellas deteriorado; estas dos las causantes del porcentaje mayor de las paradas.

La causa de “desbalance de línea” engloba a su vez a: parada por falta de botella a la entrada de la llenadora y parada por exceso de botellas a la salida de la llenadora. Existe otra causa que aporta a este porcentaje y es

denominado “Parque de botellas” y dentro del mismo se encuentra la explosión de botellas por parque de botellas deteriorado.

En la Figura N° 41 se observa el diagrama de Pareto de las acusas de las paradas de la llenadora 202

**Figura N° 41: Diagrama de Pareto de las causas de paradas de llenadora 202**



Elaboración: Propia

Por otro lado, las paradas de la llenadora 201 son en promedio 16.21 minutos (16' y 13") en un transcurso de dos horas y las paradas de la llenadora 202 son 13.08 minutos (13' y 05") en el mismo transcurso de tiempo. Lo que implicaría 8.1 minutos en la llenadora 201 y 6.54 minutos en la llenadora 202 en un transcurso de una hora, y si se refiere al “puesto de trabajo de llenado” son siete minutos y 30 segundos (7.5'). Esto debido a que el puesto contiene 2 máquinas y las paradas de cada una afectan a la eficiencia.

Parada de la llenadora 201 -----→ 16.21 minutos en dos horas

$$\frac{16.21 \text{ minutos}}{2 \text{ horas}} = 8.11 \text{ min/hora}$$

Parada de la llenadora 202 -----→ 13.08 minutos en dos horas

$$\frac{13.08 \text{ minutos}}{2 \text{ horas}} = 6.54 \text{ min/hora}$$

Parada del puesto de llenado será:

$$\frac{\text{tiempo de parda de ll 201} + \text{tiempo de parad de ll 202}}{2}$$



$$\frac{8.11 \frac{\text{min}}{\text{hora}} + 6.54 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{2} = 7.33 \text{ min/hora}$$

En base a esta parada de 7.33 minutos (7' y 20") del puesto de llenado la eficiencia calculada con la Ecuación 5.4 dio como resultado una eficiencia de 87.78%

$$Ef = \frac{\text{Tiempo efectivo de operacion}}{\text{tiempo total}} * 100\%$$

#### 5.3.4. Calculo de Holguras de Tiempo

Las holguras de tiempo fueron calculadas con la capacidad de los transportadores en producción que, como se vio en este mismo capítulo, son el 90% de la capacidad máxima de los transportadores.

Así mismo hace falta la velocidad de las máquinas para el cálculo de las holguras de tiempo presentes en los transportadores.

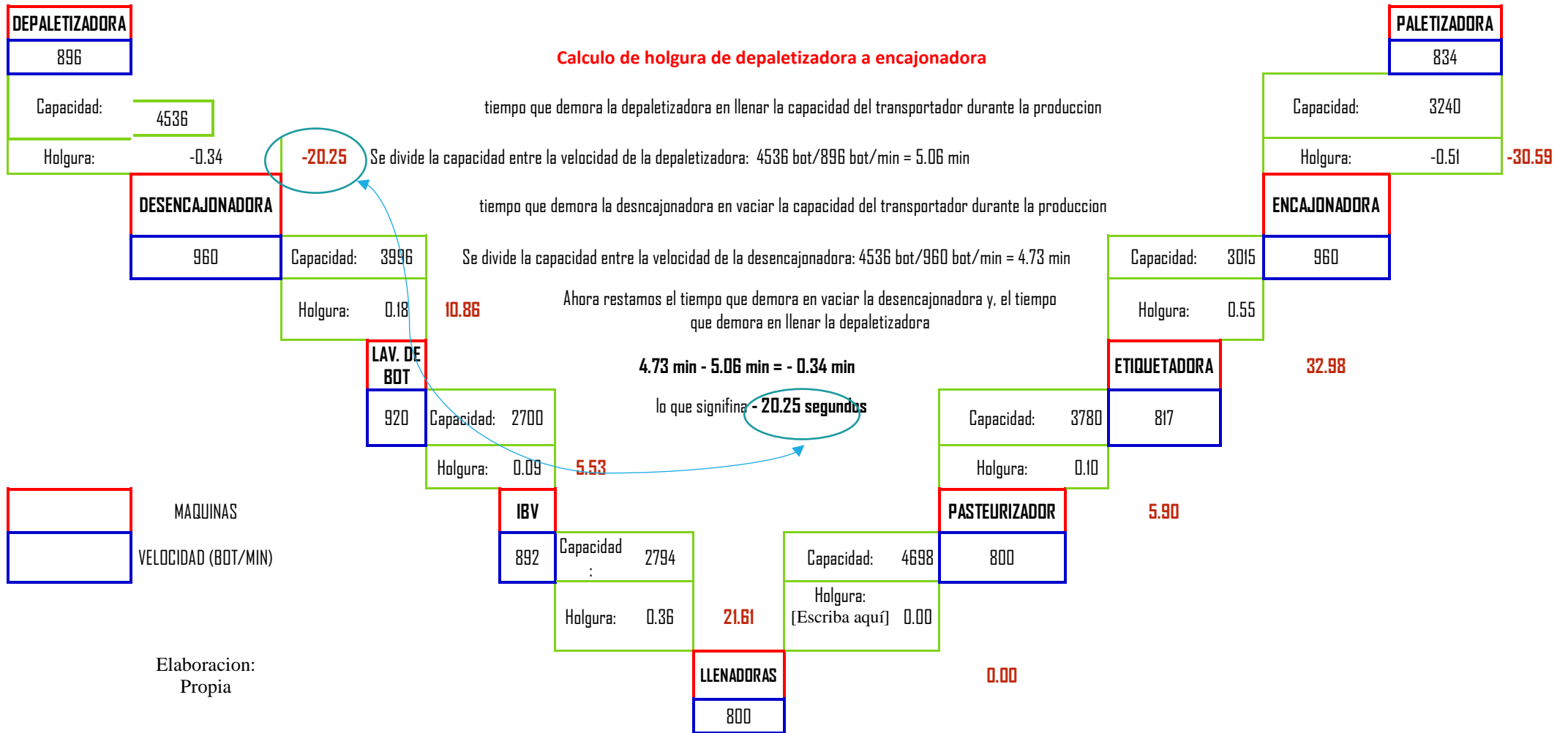
En esta sección se han tomado en cuenta todas las máquinas, a pesar de que el IBV tiene una velocidad variable que se adecua a la velocidad de la línea y el pasteurizador es solo un túnel por el cual solo pasan las botellas y tiene un tiempo de ciclo constante debido a las especificaciones dadas en por SAB Miller.

Lo que se hizo en esta sección es determinar el tiempo en que la máquina de proceso avanzado puede vaciar las botellas que tiene en el transportador y el tiempo que demora en llenar se transportador la maquina anterior a este proceso. En la Figura N°42 se observa el diagrama de la línea con las holguras de tiempo respectivas

Se observa claramente que hay un desbalance de línea, el desbalance más notorio se da por la velocidad de la depaletizadora y la paletizadora, las cuales deberían ser mayores en un 5%



Figura N° 42: Diagrama de línea de envasado con holguras de tiempo



Como se observa en la Figura N° 42 los tiempos de holgura no eran los adecuados, la velocidad de la depaletizadora es menor que la de la descajonadora, lo que ocasiona paradas a esta última hasta de 20 segundos; el mismo panorama se tiene con la paletizadora |ocasiona paradas de hasta 30 segundos a la encajonadora.

Las paradas que exceden el tiempo hallado no impactan de manera inmediata a la llenadora, sino que se crea un espacio vacío (conocida operacionalmente como hueco) el cual llega al puesto de llenado después de un determinado tiempo dependiendo de la máquina.

La máquina lavadora de botellas se detiene sin suministrar las botellas que aún tiene en su interior.

En la Tabla N° 13 se observa el tiempo transcurrido hasta la llegada de un espacio vacío de las maquinas a la llenadora

**Tabla N° 13: Tiempo transcurrido hasta la llegada de un espacio vacío a llenadoras**

	TIEMPO (error $\pm$ 2 min)
DEPALETIZADORA	47.70'
DESECAJONADORA	42.35'
LAVADORA DE BOTELLAS	3.65'

Elaboración: Propia

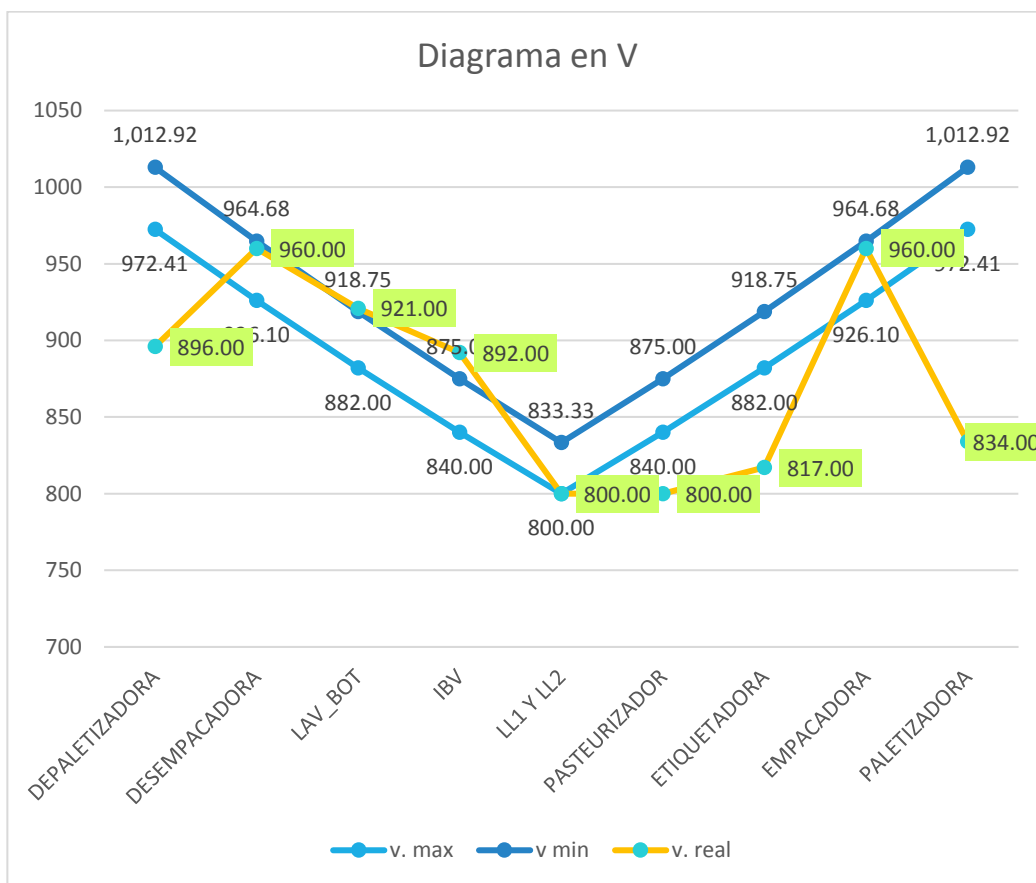
### 5.3.5. Análisis de Velocidades Operacionales

Las velocidades operacionales no cumplen con la premisa “diagrama en V”, en este grafico se tienen dos puntos clave: pasteurizador que es la máquina que no aumenta ni reduce velocidad, su tiempo de ciclo está acorde a las especificaciones que SAB Miller tiene e; IBV el cual tiene una velocidad variable, ya que se adecua al sistema.

En la Figura N° 43 se observan las velocidades operacionales y las velocidades mínimas y máximas observadas en la línea de envasado.

Durante el tiempo de estudio se han observado máximos y mínimos de las velocidades de la llenadora, y en base a esta se ha calculado las velocidades de las maquinas predecesoras y de las posteriores.

**Figura N° 43: Velocidades operacionales y velocidades mínimas y máximas de la línea de envasado**



Elaboración: Propia



## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTAS DE MEJORA**

Las soluciones dadas en este capítulo corresponden al estudio y análisis de las causas de las paradas de la llenadora que afectan de manera directa a la eficiencia de la línea de envasado en el formato de Cusqueña blanca de 620 ml.

#### **6.1. FASE 4: INNOVAR: MEJORAR EL PROCESO.**

Esta sección del estudio fue dividido en dos subsecciones las cuales comprenden el balanceo en “V” de la línea y las propuestas de mejora para disminuir las paradas de la llenadora.

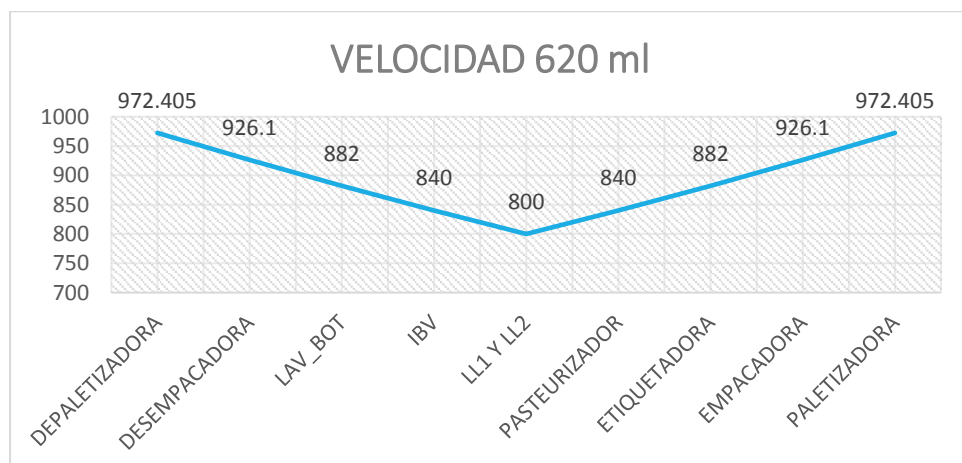
### 6.1.1. Balanceo en V de la Línea

Habiendo estudiado las causas, analizado estas y obtenido un rango de velocidades en el cual las llenadoras trabajan óptimamente, se procedió a dar las propuestas de sincronizar las máquinas de manera que estas se acomoden de manera gradual al diagrama en V.

Esto se hizo partiendo de la velocidad mínima de las llenadoras: 800 bot/min, En base a esta velocidad se ha de calcular las velocidades de las diferentes maquinas asi como también las holguras de tiempo

En el Figura N° 44 se observa las velocidades propuestas para la línea de envasado.

**Figura N° 44: Velocidades propuestas**



Elaboración: Propia

Con esta propuesta se reduce la velocidad nominal del formato, que como se mencionó anteriormente es de 50 000 botellas por hora (velocidad en llenadora) lo que sería 833.33 botellas por minuto y, que en este nuevo planteamiento se reduce a 800 botellas/ hora; esto debido a que se ha planteado hacer cambios de manera paulatina. Esto implicaría un cambio en velocidades de las máquinas.

Con esta nueva velocidad, se tendría una velocidad reducida 33.33 botellas por hora, lo que se traduce a 2.4' reducidos cada hora



En la Tabla N° 14 se observa a cuanto deben subir o bajar sus velocidades las diferentes máquinas.

**Tabla N° 14: Comparación entre velocidades operacionales y velocidades propuestas**

MAQUINA	VELOCIDAD OPERACIONAL ACTUAL	VELOCIDAD PROPUESTA
DEPALETIZADORA	896	972.41
DESECAJONADORA	960	926.1
LAVADORA DE BOTELLAS	920	882
IBV	982	840
LLENADORA	800	800
PASTEURIZADOR	800	840
ETIQUETADORA	816.67	882
ENCAJONADORA	960	926.1
PALETIZADORA	834.20	972.405

Elaboración: Propia

Según el cálculo se pretende incrementar la velocidad de las máquinas: Depaletizadora, Etiquetadora y Paletizadora; del mismo modo, se pretende reducir las velocidades de las máquinas: Desencajonadora y Lavadora de botellas.

De este modo se creará un colchón de tiempo adecuado que evite las paradas de la llenadora por falta de sincronización.

### 6.1.2. Propuestas para Evitar Paradas

Las paradas del puesto de llenado han sido registradas para cada llenadora, y cada de ellas cuenta con un porcentaje distinto de causa de parada, es por ese motivo que se dan propuestas para cada máquina.

En la tabla N° 15 se observan las propuestas operativas y el tiempo porcentual de la llenadora 201.

**Tabla N° 15: Propuestas operativas y tiempo porcentual de paradas de llenadora 201.**

CAUSA ESPECIFICA DE PARADA	TIEMPO PORCENTUAL DE PARADAS	PROPUESTA OPERATIVA RECOMENDADA
falta botella	21%	Sincronizar línea para evitar la falta de botellas
Salida llena	33%	Sincronizar la línea para evitar el exceso de botellas
Botella caída en la vía antes del llenadora (crash)	26%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ajustes de velocidad de los tramos</li><li>• Revisión de los sensores de la vía</li></ul>
Explosión de botellas	14%	Revisión del Parque de botellas
Cambio de retenes obturadores	4%	Fabricación de retenes obturadores de mejor calidad
Traba de tapas en carrilera de bajada de tapas	1%	Revisar paredes internas de carrilera de bajada de tapas
Salida de botellas sin tapa	1%	Revisar los conos y porta conos de la taponadora
Cambio de tulipas centradoras	0%	Revisión y cambio de tulipas centradoras antes de iniciar la producción
Traba de válvulas de apertura	0%	Lubricar correctamente lass válvulas de apertura

Elaboración propia

En la Tabla N° 16 se observan las propuestas operativas y el tiempo porcentual de la llenadora 202.



**Tabla N° 16: Propuestas operativas y tiempo porcentual de paradas de llenadora 202.**

CAUSA ESPECIFICA DE PARADA	TIEMPO PORCENTUAL DE PARADAS	PROPUESTA OPERATIVA RECOMENDADA
falta botella	28%	Sincronizar línea para evitar la falta de botellas
Salida llena	41%	Sincronizar la línea para evitar el exceso de botellas
Botella caída en la vía antes del llenadora (crash)	3%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ajustes de velocidad de los tramos</li><li>• Revisión de los sensores de la vía</li></ul>
Explosión de botellas	17%	Revisión del Parque de botellas
Cambio de retenes obturadores	4%	Fabricación de retenes obturadores de mejor calidad
Traba de tapas en carrilera de bajada de tapas	0%	Revisar paredes internas de carrilera de bajada de tapas
Salida de botellas sin tapa	4%	Revisar los conos y porta conos de la taponadora
Cambio de tulipas centradoras	1%	Revisión y cambio de tulipas centradoras antes de iniciar la producción
Traba de válvulas de apertura	2%	Lubricar correctamente las válvulas de apertura

Elaboración propia

## 6.2. FASE 5: CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL BALANCEO DE LA LINEA

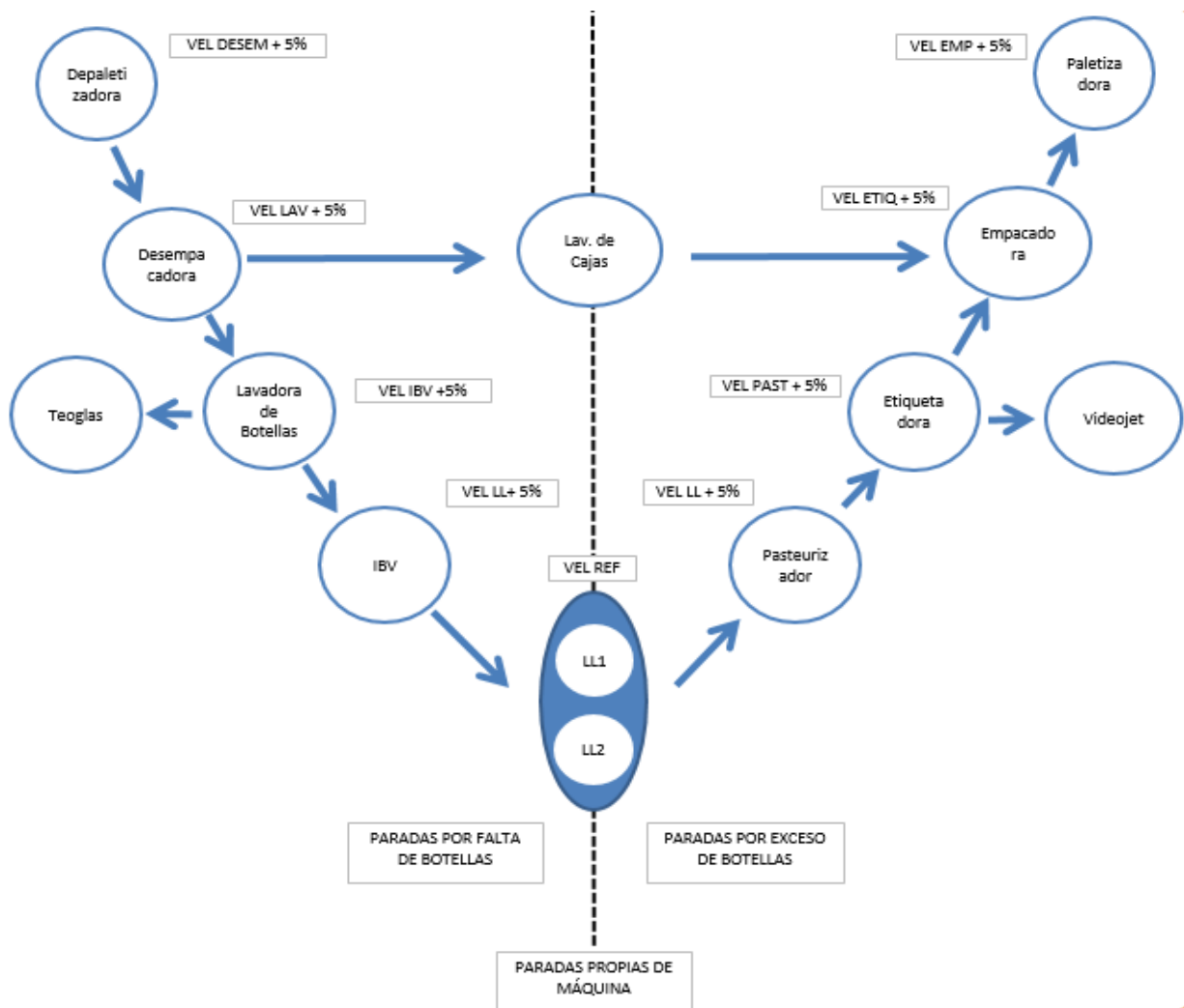
Para mantener consistencia en el proceso y para sustentar las mejoras, los cambios al proceso actual, como balanceo de la línea de producción, deben documentarse en los flujos de proceso, las instrucciones de trabajo, los diseños de ingeniería.

Esta fase consiste en el desarrollo, usando complementos como Visual Basic para aplicaciones y la hoja de cálculo de Excel, de un programa mediante el cual, cualquier usuario puede hacer seguimiento del balance de la línea de envasado. Esta fase corresponde a la etapa de control de la metodología DMAIC, puesto que constituye una herramienta para conservar las mejoras logradas en el balance de la línea. También constituye a la etapa Actuar de del ciclo de Deming, al permitir estandarizar el procedimiento de control del balance de la línea.

### 6.3. BASES DE LA SIMULACIÓN

El programa está basado en el balance en V propuesto para desbalance de línea de envasado que representa el 60.86 % de las paradas. El balance se dio como se observa en la figura N° 45.

Figura N° 45: Balance en V utilizado para el diseño del programa



Elaboración: Propia

El balance en V es la técnica utilizada por SabMiller para balancear las líneas de envasado de sus plantas, este propone ubicar el cuello de botella de la línea, es decir el proceso más crítico, seguidamente se parte de este proceso para el cálculo de las velocidades de las máquinas de procesos anteriores y siguientes dándole una holgura del 5% más. El proceso crítico es el proceso de llenado

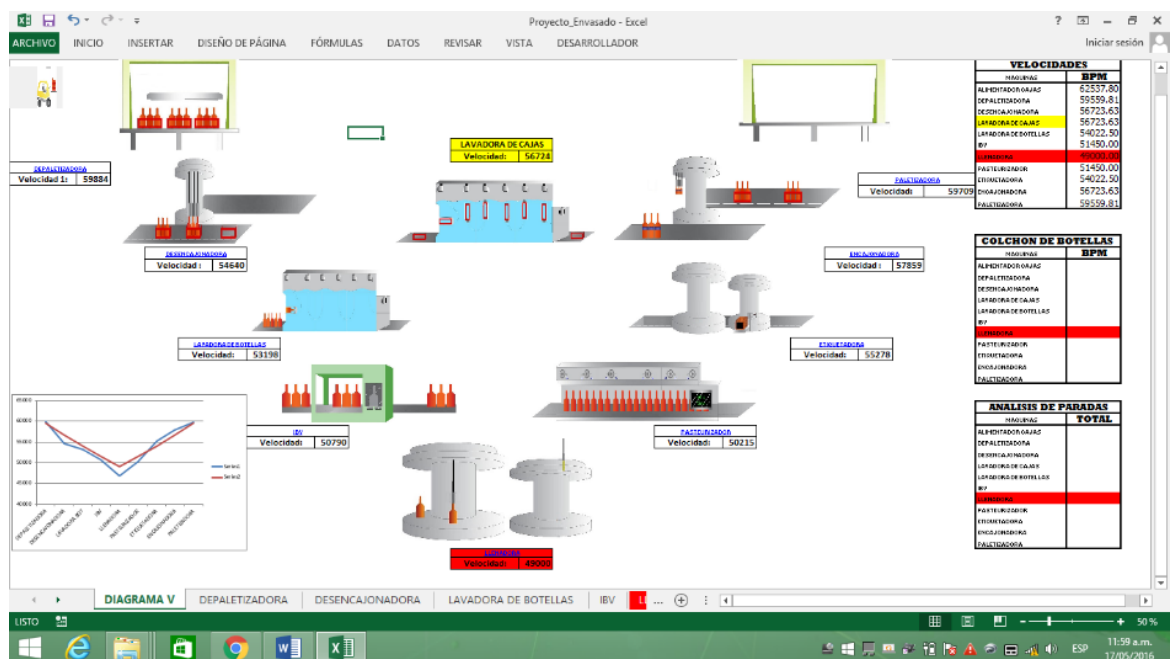
Se elaboró un software diseñado en AUTOCAD, se le dio animación y variables de control en Visual Basic, y estas animaciones fueron llevadas a Microsoft Excel, para de esta manera crear formulas en esta hoja de cálculo que resulta más amigable que otras ofrecidas en el mercado.

### 6.3.1. Propiedades de la Simulación

La simulación fue diseñada para facilitar a los supervisores de turno el cálculo de las velocidades no solo en el formato 620 ml, sino además se extenderá a los demás formatos, ya que el método de cálculo es el mismo, además sirve de ayuda visual para la detección de maquina o estación que está presentando averías, es así que se evaluó la repercusión de la innovación presentada mediante una encuesta (sección anexos) a los supervisores.

En la Figura N°46 se puede observar el programa animado diseñado en Excel.

**Figura N° 46: Programa diseñado para controlar velocidades de la línea de envasado**



Elaboración: Propia

Esta simulación cuenta con fórmulas, basadas en el balanceo en V, introducidas en la hoja de cálculo, las cuales permiten hallar las velocidades de las maquinas en base al dato de velocidad de cualquier máquina. Así se muestra en la Figura N° 47.

Además permite observar la simulación en caso de que este programa tenga comunicación con las máquinas de la línea, simula el envío de datos correspondientes a las variaciones de velocidad inmediato de cada máquina.

Figura N° 47: Calculo de velocidades en el programa diseñado

VELOCIDADES	
MAQUINAS	BPM
ALIMENTADOR CAJAS	5993.70
DEPALETIZADORA	5994.75
DESECAJONADORA	5995.80
LAVADORA DE CAJAS	5996.85
LAVADORA DE BOTELLAS	5997.90
IBV	5998.95
LLENADORA	6000.00
PASTEURIZADOR	6300.00
ETIQUETADORA	6615.00
ENCAJONADORA	6945.75
PALETIZADORA	7293.04

Elaboración: Propia

Así también se diseñaron formatos que permiten registrar como se observa en la Figura N° 48, en la cual se pueden ingresar los datos de las paradas para así poder obtener un gráfico de las mismas y poder compararlos con los obtenidos días o semanas antes.

Figura N° 48: Tabla de registro de paradas

PARADAS DE LAVADORA DE BOTELLAS				PARADAS POR HORAS						
FALLA	CANTIDAD	TIEMPO	TIPO	1	2	3	4	5	6	TOTAL
1 EXCESO DE BOTELLAS A LA SALIDA			00-01							
2 FALTA DE BOTELLAS EN LA ENTRADA			01-02							
3 TRABA EN LA SALIDA			02-03							
4 FALTA DE TAPAS			03-04							
5 PARADA POR OPERADOR			04-05							
6 PARADA MANUAL DE ESTRELLA			05-06							
			06-07							
			07-08							
			08-09							
			09-10							
			10-11							
			11-12							
			12-13							
			13-14							
			14-15							
			15-16							
			16-17							
			17-18							
			18-19							
			19-20							
			20-21							
			21-22							
			22-23							
			23-00							

Elaboración: Propia

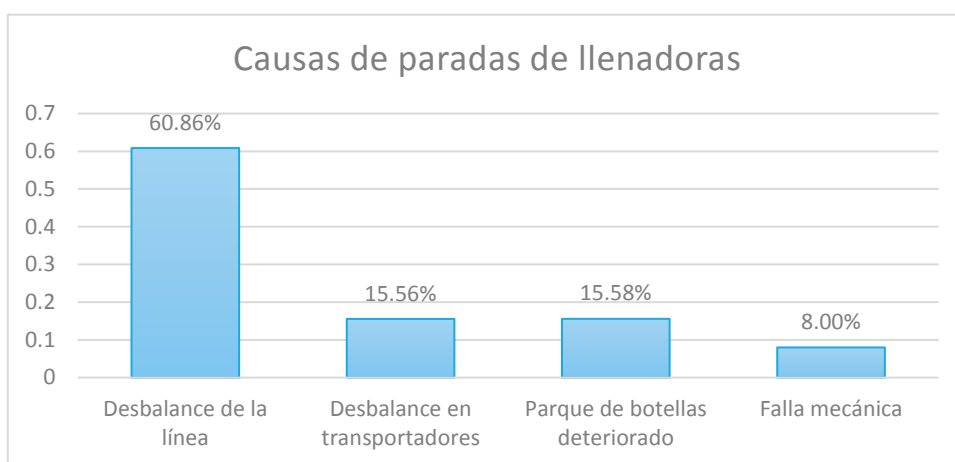


Las velocidades arrojadas por este simulador están basadas en el diagrama que rige las líneas de envasado: el balance en V, lo que ayuda a sincronizar la línea para evitar las paradas por falta de botella a la entada de la llenadora o exceso de botellas en la salida de la llenadora.

### CONCLUSIONES

1. La propuesta de sincronización de la línea de envasado de Backus y Johnston Planta Cusco permite reducir las paradas en un 76.42 % (resultado de la suma de los porcentaje de las paradas por desbalance de línea 60.86% y desbalance de transportadores 15.56%) del total, lo que implica un incremento de la eficiencia de en 9.34%, es decir de 87.78% a un 97.12%, esto con el balance de máquinas y transportadores.

**Figura N° 49: Valor porcentual de causas de paradas de llenadoras**



Elaboración: Propia

2. La simulación de la regulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado así:

**Tabla N° 17: Incremento de las velocidades de las maquinas**

	Velocidad actual	Incremento de la velocidad a:
Depaletizadora	896 bot/min	972 bot/min
Pasteurizador	800 bot/min	840 bot/min
Etiquetadora	816 bot/min	882 bot/min
Encajonadora	966 bot/min	926 bot/min
Paletizadora	834 bot/ min	972 bot/min

Elaboración: Propia

**Tabla N° 18: Reducción de las velocidades de las maquinas**

	Reducción de la velocidad	Reducción de la velocidad a:
Desencajonadora	960 bot/min	926 bot/min
Lavadora de botellas	920 bot/min	882 bot/min
Inspector de Botellas Vacías	982 bot/min	840 bot/min

Elaboración: Propia

Reduce el valor porcentual de las paradas de las llenadoras en un 60.86% lo que significa un incremento de una eficiencia de 87.78 % en promedio a una eficiencia nueva de 95.23% (incremento de 7.44%).

3. Se diseñó una interfaz la cual ayuda en el cálculo de velocidades de las máquinas de la línea de producción en base a la velocidad del proceso de llenado y al balance en V propuesto para las líneas de envasado; esta innovación presentada según la clasificación que Backus da a sus innovaciones, estaría dentro de las innovaciones de tipo RAPIDEZ. Por otro lado se realizó una encuesta a los supervisores de mantenimiento y supervisores de producción del área, y según esta se concluyó que:

La innovación presentada está clasificada dentro de tipo Rapidez y el beneficio ofrecido por esta interface es Regular, es decir; ofrece un beneficio de entre un 40 % a 69%.



## RECOMENDACIONES

1. El deteriorado parque de botellas es la causa del 15.85% de las paradas lo que puede ser resuelto con un cambio paulatino del parque de botellas, en este caso se recomienda hacer el estudio de scuffing mas continuo (cada semana), para poder hacer un reporte estructurado y con pruebas de que las botellas presentan un nivel inaceptable de scuffing o desgaste y elevarlo a las autoridades responsables y tomen una decisión.
2. Realizar un plan de mantenimiento preventivo de las taponadoras que permita detectar la falla o anticiparse a ella antes de la producción, la cual deberá incluir las carrileras de bajada de tapas.
3. Contactar diferentes empresas que puedan proveer retenes obturadores y antes de hacer algún trato, pedir por anticipado unos retenes de prueba, y así poder observar el comportamiento de estos en las dos llenadoras y poder elegir el conveniente con ayuda de los operadores quienes serían los observadores directos.
4. Cambiar teflones de los transportadores de cadenas, se encuentran muy deteriorados y eso implica un gasto mayor de lubricante de cadenas y rotura de botellas vacías y llenas durante el transporte, lo que incrementa la merma del área de envasado.
5. Puesta en marcha e instalación de la interfaz realizada, para de esta manera controlar los cambios de la línea, así también controlar las velocidades de las máquinas y además atacar de manera más rápida los problemas que se presenten.





## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AMELOT, M. (2007). **VBA EXCEL 2007 PROGRAMAR EN EXCEL: MACROS Y LENGUAJE VBA**. Barcelona: Ediciones ENI.
- PRESENTACIONES DE BACKUS & JOHNSTON (2010 – 2015)
- CHASE, R. B., JACOBS, R. F., & AQUILANO, N. J. (2005). **ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA**. D.F. México: Mcgraw-Hill Interamericana.
- EVANS, J. R., & LINDSAY, W. (2002). **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD**. Cengage Learning.
- HEIZER, J., & RENDER, B. (2001). **DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN: DECISIONES ESTRATÉGICAS**. Madrid España: Pearson Prentice Hall.
- HEIZER, J., & RENDER, B. (2001). **DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN: DECISIONES TÁCTICAS**. Madrid España: Pearson Prentice Hall.
- KRAJEWSKI, L. J., & RITZMAN, L. P. (2000). **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, ESTRATEGIA Y ANÁLISIS**. México: Pearson Educación.
- RODRÍGUEZ, D. (2008). **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LÍNEA DE EMPAQUE**. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.
- BRAVO, J (2013). **GESTIÓN DE PROCESOS, VALORANDO LA PRÁCTICA** Chile: EVOLUCIÓN S.A.
- BUFFA, S (1981). **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES** Mexico: Limusa Wiley.
- HEIZE, J (2001) **DIRECCION DE LA PRODUCCION** España: Pearson
- LUCHESSA, H y PODESTA J (1979). **DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN SISTEMÁTICA DE LOS PROBLEMAS DE LA EMPRESA** Argentina: MACCHI.
- PÉREZ, J (2010). **GESTIÓN POR PROCESOS** España: ESIC .
- RIOS, G (2013). **SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN**, Colombia: Incontec Internacional
- RIVEROLA, J y MUÑOZ B (2004). **EL DISEÑO DE LOS PROCESOS Y LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO** España: Folio S.A.



- RODRIGUEZ, F y GOMEZ L (1998). **INDICADORES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA**, Perú.
- SENGE, P (1996). **LA QUINTA DISCIPLINA** España: Granica
- VALDEZ, S (2010). **DIAGNOSTICO EN LA EMPRESA** Mexico: Trillas



# ANEXOS



**ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>TITULO: “INCREMENTO DE LA EFICIENCIA MEDIANTE LA SINCRONIZACION DE LA LINEA DE ENVASADO DE LA PLANTA CERVECERA BACKUS DE CUSCO CON EL MÉTODO DMAIC – 2016”</b>				
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>VARIABLES</b>
<p><b>1.PROBLEMA PRINCIPAL</b></p> <p>¿De qué manera la sincronización soportada en la metodología DMAIC ayudaría a incrementar la eficiencia de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo la regulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco contribuirán al incremento de la eficiencia de la línea?</li> <li>• ¿Cómo el uso de la interfaz facilitara el control por parte de los supervisores de la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco?</li> </ul>	<p><b>1.OBJETIVO PRINCIPAL</b></p> <p>Proponer sincronizar la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco soportada en la metodología DMAIC para incrementar su eficiencia.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simular la regulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco para visualizar el incremento de la eficiencia.</li> <li>• Elaborar una interfaz para facilitar el trabajo de control por parte de los supervisores de la sincronización de línea de envasado de la planta cervecera Backus de cusco.</li> </ul>	<p><b>1.HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>Con la propuesta de sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco basado en el método DMAIC, se visualiza el incremento su eficiencia.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la simulación de las velocidades de las máquinas de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco se visualiza el incremento de la eficiencia.</li> </ul> <p>La interfaz, facilita el control por parte de los supervisores de la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco.</p>	<p><b>1.METODOLOGIA</b></p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Descriptiva – Propositiva</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>No experimental – Transversal</p> <p><b>METODO</b></p> <p>Descriptivo</p>	<p><b>1.VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Eficiencia de línea de producción.</p> <p><b>2.VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Sincronización</p>













## ANEXO VII: COMPILACIÓN DE ENCUESTA

NOMBRE	CARGO	GENERO	EDAD	FECHA	TRABAJA EN LA EMPRESA	EXPERIENCIA CON INTERFACES	TIPO DE INNOVACION	BENEFICIO
José Valdivia	Ingeniero de producción	MASCULINO	65	10/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Regular (59% - 40%)
Carlos Rodríguez	Ingeniero de producción	MASCULINO	35	10/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Regular (59% - 40%)
Hugo Ancieta	Ingeniero de producción	MASCULINO	32	11/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Mayoritario (79% - 60%)
Américo Salas	Ingeniero de mantenimiento Mecánico	MASCULINO	63	10/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Regular (59% - 40%)
Luis Pérez	Ingeniero de mantenimiento Eléctrico	MASCULINO	56	10/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Regular (59% - 40%)
Ángel Silva	Ingeniero de mantenimiento Mecánico	MASCULINO	32	11/05/16	SI	SI	RAPIDEZ	Mayoritario (79% - 60%)