

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE  
BEBIDA GASEOSA EN LA EMPRESA COMPLEJO INDUSTRIAL SAN  
ANTONIO E.I.R.L. PARA INCREMENTO DE SU PRODUCTIVIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**TULLUME FENCO, LUIS ANGEL**

**Chiclayo, 19 de Diciembre de 2018.**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO  
DE BEBIDA GASEOSA EN LA EMPRESA COMPLEJO  
INDUSTRIAL SAN ANTONIO E.I.R.L. PARA INCREMENTO  
DE SU PRODUCTIVIDAD**

PRESENTADA POR:

**TULLUME FENCO, LUIS ANGEL**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

---

**Ing. María Luisa Espinoza García Urrutia**  
**PRESIDENTE**

---

**MSc. Edith Anabelle Zegarra Gonzalez**  
**SECRETARIO**

---

**Dr. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

“A Dios, por la vida, su amor,  
mi familia y todas sus bendiciones.”

“A mis abuelos, por sus sabios consejos.  
A papá, por su manera tan peculiar de enfrentar las  
adversidades.  
A mamá, por su apoyo incondicional y las ganas  
inmensas de cambiar la historia.  
Dassia Carolina, por mis preciosas sobrinas.  
Eliana Elisa, sin sacrificio no hay victoria.  
Elisa Leticia, has de luchar siempre, pero nunca  
sola.”

## **AGRADECIMIENTOS**

“Al Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., por la oportunidad y apoyo para el desarrollo de la presente investigación.”

“A mi asesor, Dr. Maximiliano, su experiencia y apoyo constante fue fundamental en el desarrollo de la tesis.”

“A mis padres, por su apoyo constante e incondicional”

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	11
II.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	13
2.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	13
2.2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	16
2.2.1.	Sistema de Producción .....	16
2.2.2.	Estudio del trabajo.....	17
2.2.2.1.	Productividad.....	17
2.2.2.2.	Capacidad de planta.....	17
2.2.2.3.	Capacidad Proyectada o Diseñada.....	17
2.2.2.4.	Capacidad Efectiva o Real.....	18
2.2.2.5.	Utilización .....	18
2.2.3.	Estudio de tiempos .....	18
2.2.3.1.	Número de observaciones.....	18
a.	Fórmulas estadísticas.....	18
b.	Tabla de Westinghouse .....	18
c.	Criterio de General Electric.....	19
d.	Método Tradicional .....	20
2.2.3.2.	Medición de tiempos .....	20
a.	Tiempo observado .....	20
b.	Tiempo normal .....	20
c.	Tiempo estándar .....	21
2.2.4.	Planeación agregada.....	21
2.2.5.	Herramientas de manufactura esbelta.....	21
2.2.6.	Teoría de Restricciones .....	23
2.2.6.1.	Tipos de restricciones .....	23
2.2.6.2.	Principios básicos de la TOC (Aguilera, 2000).....	24
2.2.6.3.	Gerencia de restricciones.....	26
III.	RESULTADOS .....	29
3.1.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	29
3.1.1.	Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. ....	29
3.1.2.	Estructura Orgánica.....	29

3.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	31
3.2.1.	Productos.....	31
3.2.2.	Materiales e Insumos.....	37
3.2.3.	Proceso de Producción de Bebida gasificada jarabeada.....	41
3.2.4.	Sistema de Producción. ....	44
3.2.5.	Análisis para el Proceso de Producción. ....	44
3.2.6.	Indicadores actuales de producción y productividad. ....	51
3.2.6.1.	Productividad.....	51
3.2.6.2.	Eficiencia .....	52
3.2.6.3.	Cuello de botella.....	53
3.2.6.4.	Tiempo de ciclo .....	53
3.2.6.5.	Producción.....	54
3.2.6.6.	Capacidad .....	54
3.2.7.	Análisis de la Información .....	54
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS.....	62
3.3.1.	Problemas, causas y propuestas de solución en el proceso productivo.....	62
3.4.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	64
3.4.1.	Desarrollo de las mejoras .....	64
3.4.2.	Nuevos indicadores de producción y productividad .....	82
3.4.2.1.	Productividad.....	83
3.4.2.2.	Eficiencia .....	84
3.4.2.3.	Cuello de botella.....	84
3.4.2.4.	Tiempo de ciclo .....	84
3.4.2.5.	Producción.....	84
3.4.2.6.	Capacidad .....	85
3.4.3.	Comparación de indicadores .....	85
3.5.	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO .....	86
3.5.1.	Beneficios implementando la mejora .....	86
3.5.2.	Inversión en la mejora .....	86
3.5.3.	Cuantificación de los beneficios obtenidos .....	89
3.5.4.	Relación Costo-Beneficio implementando la mejora.....	91
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
4.1.	CONCLUSIONES .....	93
4.2.	RECOMENDACIONES .....	94
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
VI.	ANEXOS .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 : Porcentaje de utilización de las filosofías en las distintas empresas. ....	15
Figura N° 2: Sistema de Producción .....	16
Figura N° 3: Restricciones del Sistema Empresa.....	26
Figura N° 4: Pasos de la Teoría de Restricciones .....	26
Figura N° 5: Organigrama Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. ....	30
Figura N° 6: Porcentaje de participación de los.....	31
Figura N° 7: Porcentaje de participación por producto - 2017 .....	34
Figura N° 8: Ingresos de bebida gasificada jarabeada Kola Negra.....	34
Figura N° 9: Demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	35
Figura N° 10: Demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 500 ml .....	35
Figura N° 11: Presentación de bebida gasificada.....	36
Figura N° 12: Diagrama de bloques de la elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	45
Figura N° 13: Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	46
Figura N° 14: Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	47
Figura N° 15: Diagrama de Análisis de Proceso para Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra - Método: Actual.....	48
Figura N° 16: Diagrama de Recorrido de Producción de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra.....	50
Figura N° 17: Comparación entre producción y demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	55
Figura N° 18: Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .....	57
Figura N° 19: Diagrama de Recorrido - Propuesto .....	66
Figura N° 20: Propuesta de Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra de 280 ml .....	67
Figura N° 21: Diagrama de Análisis de Proceso para Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra - Método: Propuesto .....	68
Figura N° 22: Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra – Unidad de 3 000 litros .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla de Westinghouse.....	19
Tabla N° 2: Tabla de General Electric .....	19
Tabla N° 3: Herramientas de manufactura esbelta.....	22
Tabla N° 4: Objetivos de mejora abordable con la implementación de TOC en producción .....	28
Tabla N° 5: Productos de Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.....	31
Tabla N° 6: Ventas Mensuales (Paquetes/mes) .....	32
Tabla N° 7: Ventas Mensuales (Soles/mes) .....	33
Tabla N° 8: Demanda no atendida (paquetes/mes) .....	35
Tabla N° 9: Demanda no atendida (Soles/mes).....	36
Tabla N° 10: Insumos Requeridos – Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra.....	38
Tabla N° 11: Maquinaria y/o Equipo en la línea de producción .....	40
Tabla N° 12: Estructura del Personal .....	41
Tabla N° 13: Problemas presentes en la máquina triblock .....	53
Tabla N° 14: Horario de Producción .....	55
Tabla N° 15: Tiempo improductivo de Mano de Obra. ....	56
Tabla N° 16: Horas extra por día de producción para bebida gasificada jarabeada Kola Negra .....	58
Tabla N° 17: Costo por hora extra.....	58
Tabla N° 18: Pago diario por tiempo extra .....	59
Tabla N° 19: Costo por Unidad (2 500 l) de Bebida Gasificada Jarabeada .....	59
Tabla N° 20: Paradas Programadas y NO Programadas.....	61
Tabla N° 21: Producción promedio de la máquina triblock.....	62
Tabla N° 22: Cronograma de abastecimiento de botellas etiquetadas .....	69
Tabla N° 23: Movimiento de botellas vacías .....	70
Tabla N° 24: Tiempo observado de etiquetado .....	71
Tabla N° 25: Tiempo de ciclo promedio de etiquetado.....	72
Tabla N° 26: Disponibilidad de M.O. para etiquetado.....	74
Tabla N° 27: Botellas etiquetadas programadas .....	75
Tabla N° 28: Pago diario por Tiempo Extra.....	76
Tabla N° 29: Costo por Unidad (2 500 l) de Bebida Gasificada Jarabeada.....	76
Tabla N° 30: Pago diario por tiempo extra .....	79
Tabla N° 31: Costo por Unidad (3 000 l) de Bebida Gasificada Jarabeada .....	80
Tabla N° 32: Planificación agregada, opción de horas extra - Actual .....	81
Tabla N° 33: Planificación agregada, opción de horas extra - Propuesta .....	82
Tabla N° 34: Comparación de indicadores.....	85
Tabla N° 35: Inversión en la mejora.....	87
Tabla N° 36: Cronograma para la capacitación .....	88
Tabla N° 37: Inversión en herramientas .....	89
Tabla N° 38: Utilidad de 1 paquete de 280 ml (12 botellas) .....	89
Tabla N° 39: Ganancia Mensual (soles) – Actual.....	90
Tabla N° 40: Utilidad de 1 paquete de 280 ml (12 botellas) .....	90
Tabla N° 41: Ganancia Mensual (soles) - Propuesta .....	90
Tabla N° 42: Cuadro comparativo de Utilidad.....	91

## RESUMEN

El desarrollo de la presente propuesta de mejora del proceso productivo se basa en brindar aporte a las empresas que se encuentran ante la necesidad de aumentar su productividad, previniendo un escenario de pérdidas económicas por demanda no abastecida y reduciendo costos generados por tiempo ocioso.

El diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada muestra, mediante el diagrama de procesos para el estudio de métodos, al etiquetado como factor limitante de la productividad o cuello de botella. Esto se debe a que se realiza de manera manual, reduciendo la eficiencia del proceso y conllevando a horas extra de trabajo.

Identificado el factor limitante, se propone un plan de mejora del proceso productivo, el mismo que implica el cambio de la actividad de etiquetado como actividad siguiente al soplado de preforma PET con la finalidad de reducir el cuello de botella y horas extra de trabajo o atender la creciente demanda.

Con la propuesta, se aumenta 20 % la productividad de mano de obra, 22% la productividad económica, 3% la eficiencia económica, respecto a los indicadores actuales. Así mismo, se reduce el cuello de botella de 0,74 min a 0,62 min permitiendo la utilización de la capacidad del tanque de homogenizado en un 100%, por lo tanto, el incremento del volumen de producción en un 20% para satisfacer la demanda que actualmente no es atendida por la empresa.

**Palabras Claves:** *Bebida gasificada jarabeada, Proceso productivo, Mejora, Productividad.*

## **ABSTRACT**

The development of the present proposal of improvement of the productive process is based on providing contribution to the companies that are faced with the need to increase their productivity, preventing a scenario of economic losses due to unmet demand and reducing costs generated by idle time.

The diagnosis of the current situation of the productive process of syrupy carbonated drink shows, through the process diagram for the study of methods, labeling as a factor limiting productivity or bottleneck. This is because it is done manually, reducing the efficiency of the process and leading to extra work hours.

Once the limiting factor is identified, a plan to improve the production process is proposed, which involves the change of the labeling activity as an activity following the blowing of PET preforms in order to reduce the bottleneck and extra hours of work or attend the growing demand.

With the proposal, labor productivity increases by 20%, economic productivity by 22%, economic efficiency by 3%, with respect to current indicators. Likewise, the bottleneck is reduced from 0.74 min to 0.62 min allowing the use of the capacity of the homogenized tank in a 100%, therefore, the increase of the volume of production by 20% to satisfy the demand that is not currently taken care of by the company.

**Keywords:** *Gassed beverage syrup, Productive process, Improvement, Productivity.*

## I. INTRODUCCIÓN

La función principal que toda organización tiene es ofrecer un buen servicio al cliente, teniendo en cuenta la calidad del producto, entregas a tiempo y precio justo. Es por ello que la búsqueda del progreso y mejora del proceso productivo, es constante, con la finalidad de incrementar la capacidad de producción, teniendo en cuenta la eficiencia de sus actividades y un trabajo con el mínimo de tiempo perdido, los mismos que ayudarán a disminuir costos y cubrir la demanda creciente, teniendo como resultado un mayor beneficio.

Para esto, las industrias requieren de tres elementos esenciales para una gestión apropiada: planeación, programación y control de la producción. La programación de la producción, es una respuesta operativa que permite optimizar la producción de un bien o servicio, teniendo en cuenta el uso de los recursos, con el fin de aumentar la productividad y la competitividad de las organizaciones (Herrera, 2011).

La empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., ubicada en la ciudad de Chiclayo, dedicada a la producción y comercialización de agua mineral y frutal en botellas PET de 500 ml , y bebidas gasificadas jarabeadas en presentación de 280 ml y 500 ml , no es ajeno a ello e identifica este como un componente importante.

La bebida gasificada jarabeada Kola Negra, producto bandera de la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., presenta mayor porcentaje de participación del total de los volúmenes de producción, seguido de la bebida gasificada jarabeada Kola Fresa y Kola Piña. Así mismo, la bebida gasificada jarabeada Kola Negra en su presentación de 280 ml presenta una creciente demanda. Sin embargo, debido a que es una empresa con metodología de trabajo empírico, presenta un inadecuado uso y aprovechamiento del factor humano, factor material y factor económico, los mismos que se manifiestan en pérdidas considerables de dinero por demanda no atendida y horas extra de trabajo.

Para tal efecto, la presente investigación se plantea el problema ¿de qué manera, la propuesta de mejora del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada en la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., podrá incrementar su productividad?,

Teniendo en cuenta lo mencionado, se plantea como objetivo general proponer la mejora del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. para incrementar su productividad. Por consiguiente, el diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada fue el punto de partida, desarrollando las herramientas como diagrama de flujo, diagrama de análisis de procesos, diagrama de recorrido y junto

a ello se identificó los indicadores de productividad y eficiencia. En base a ello, se propuso un plan de mejora del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada, evaluando la viabilidad de dicha propuesta, teniendo en cuenta el análisis costo-beneficio.

Por lo tanto, la presente investigación se centró en establecer la oportunidad de abastecer la demanda y aumentar la productividad, contribuyendo así al crecimiento y desarrollo de la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. Así mismo, la organización permite eliminar el tiempo improductivo de mano de obra, logrando la optimización de los recursos en términos de aumento de la producción, reducción de costos, presencia de calidad y que el cliente encuentre el producto cuando éste lo requiera, por consiguiente adecuarse a la demanda del mercado y satisfacción del cliente.

## II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

**Agu, Ugwu y Igwegbe (2017)** in its publication "Effect of management information system on organizational performance: a study of 7UP Bottling Company Enugu" establishes that the data are of no value unless utilized by the proper management personnel. Without a properly structured Management Information System, raw data are relatively useless. MIS supports the planning, control and operational functions of an organization by integrating data from various sources and providing uniform information for use as a basis for decision-making. In other words, it translates raw data into meaningful information that can be used in planning and control. The main objective of this study is to determine if Management Information System has any effect on organizational performance. The research method used was the survey method. The researcher thus used questionnaire and personnel interview for collecting primary data, texts and journals for collecting secondary data. The determined sample size was 297. The researcher in the course of this study found that there is a low level of appreciation and investment in Management Information System by 7up Bottling Company. Management Information System has effect on the performance of 7up Bottling Company. It can be concluded that any organization that has a low level of appreciation and investment in Management Information System (MIS), would not only have un-encouraging performance, but would experience uncoordinated free flow of information and work processed, with the attending consequences of organizational failure in actualizing its goal(s) and objective(s). It is therefore recommended that organizations should appreciate and invest seriously on Management Information System (MIS), viz adequate training and re-training programmes on Management Information System (MIS); effectively applying the acquired knowledge in practical terms, so that the desired goals and objectives could be achieved; using only the relevant information that are believed to be very vital to the realization of organizational goals and objectives; operating an open and participative information flow and decision both vertically and horizontally; and scrutinizing the information and decisions before they are adopted and executed.

**Borges, Freitas y Sousa (2015)** in its publication "Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries" presents the application of some lean manufacturing (LM) tools, and the corresponding shift in philosophy, in two Portuguese companies of the food and beverage industries. Main implementation issues are presented and discussed; followed by the results obtained from the application of LM tools in the production system of these companies. Significant gains are obtained in both companies and, more importantly, it instills a continuous improvement culture and increases production flexibility while reducing lead times.

**Pearce y Pons (2013)** in his publication “Implementing Lean Practices: Managing the Transformation Risks” describes that insightful implementation of lean is necessary for high-value manufacturing and is complementary to strategic decision making regarding manufacture. However lean can be difficult to implement in specific organisations. One of the difficulties is deciding which of the many lean tools to apply and when to apply them. A complicating factor is change management. Lean implementation is a transformational process and needs to support organisational development alongside process improvement. We develop a method based on risk management to identify which lean tools are most appropriate for a specific organisational setting. This permits the situational and contingency variables to be accommodated in the lean transformation. The method is demonstrated by application to a small manufacturing organisation with a high-variety low-volume business model. Thus it is possible, given contextual knowledge of the organisation, to predict which lean methods are most important in the situation. This enables the prioritisation of organisational effort towards lean methods that are relevant to the organisation at that particular time in its development.

**Forero y Ovalle (2013)** en su publicación “Análisis de los sistemas de programación de la producción en la gran empresa de la región Centro Sur de Caldas- Colombia” busca identificar los métodos usados en la programación de la producción de 13 de las empresas representativas de la Región Centro Sur de Caldas seleccionadas por tener un programa de producción definido, por tener la calidad en la información suministrada y por contar con disponibilidad, realizando un análisis descriptivo y contrastándolos con modelos teóricos como Material Requirements Planning (MRP), Just in Time (JIT) y Theory of Constraint (TOC) para así determinar la pertinencia del sistema de programación de producción de dichas empresas.

El procedimiento desarrollado fue la aplicación dirigida a los responsables de la programación de la producción pertenecientes a las áreas de mercadeo, producción y logística indagando en cada área sobre los aspectos relevantes de la programación de la producción. Se realizaron cuadros comparativos para contrastar los modelos de las empresas con los modelos teóricos mencionados (MRP, JIT, TOC), encontrando que dichos procesos de programación de la producción son influenciados por agentes externos, por consiguiente dichas empresas presentan sistemas híbridos de programación de la producción, ya que se utilizan características de los tres sistemas teóricos estudiados, predominando el MRP en 11 de las empresas estudiadas que representan el 84,3% del total

<b>Empresa</b>	<b>JIT</b>	<b>TOC</b>	<b>MRP</b>
<b>Madeal S.A.</b>	28,50%	83,00%	83,00%
<b>Super de Alimentos</b>	23,00%	75,00%	83,00%
<b>Celema S.A.</b>	36,30%	0,00%	62,50%
<b>Top Tec.</b>	0,00%	83,30%	75,00%
<b>Colombit</b>	50,00%	56,80%	100,00%
<b>Inalco &amp; Diajor</b>	44,50%	20,00%	83,60%
<b>Progel S.A.</b>	17,00%	50,00%	33,00%
<b>Rayovac Varta</b>	20,00%	40,00%	83,30%
<b>Riduco</b>	60,00%	28,50%	68,75%
<b>Bellota</b>	28,50%	25,00%	93,70%
<b>Ferrasa</b>	30,70%	44,00%	100,00%
<b>Mabe S.A.</b>	54,00%	0,00%	83,30%
<b>Industria Licorera de Caldas</b>	50,00%	55,50%	5 7,14%

Figura N° 1 : Porcentaje de utilización de las filosofías en las distintas empresas.

Fuente: Forero y Ovalle, 2013.

**Ortiz y Caicedo (2012)** en su investigación “Plan Óptimo de Producción en una Planta Embotelladora de Gaseosas” busca brindar a la organización una herramienta que permita conocer las cantidades óptimas a fabricar, facilitando la respuesta de la compañía ante las necesidades de la demanda, identificando las restricciones del sistema productivo para el desarrollo de un modelo matemático, siguiendo la metodología de la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación lineal, en conjunto con la teoría de restricciones. Mediante el análisis de escenarios se obtuvo, como resultado final, que los recursos productivos disponibles pueden envasar hasta un 26,8% más de lo que se fabrica actualmente, logrando una máxima utilización (99,64%) de la operación más lenta (envasado), un 72,22% de la preparación de jarabe terminado y un 57,91% de la preparación de jarabe simple para el período seleccionado (junio del 2011). Concluyendo que el presente modelo matemático mejora y nos acerca a un plan óptimo de producción de una planta embotelladora de gaseosas, debido a que podría incluir mejoras como: el manejo de políticas de inventarios al inicio y al final del período seleccionado, y ampliar el modelo matemático diseñado ajustándolo a un modelo de programación lineal por metas.

## 2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.2.1. Sistema de Producción

Cualquier actividad que produzca algo puede tomarse como sistema de producción. De manera más formal, un sistema de producción es “aquello que toma un insumo y lo transforma en salida o producto con valor inherente” (Sipper y Bulfin, 1998). Éstos pueden ser de dos clases: de manufactura y de servicios.

En los sistemas de producción, casi siempre se tiene en cuenta la porción que se puede ver, que es el proceso de transformación. Sin embargo, la mayor parte ellos son como los icebergs, la parte visible es solo un pequeño fragmento del sistema. Para el entendimiento de dichos sistemas, es necesario considerar muchas de sus componentes que incluyen: productos, materia prima, clientes, procesos de transformación, trabajadores directos e indirectos, entre otros. Dichas componentes llevan a acciones y decisiones que deben tomarse en cuenta para que un sistema de producción opere adecuadamente.

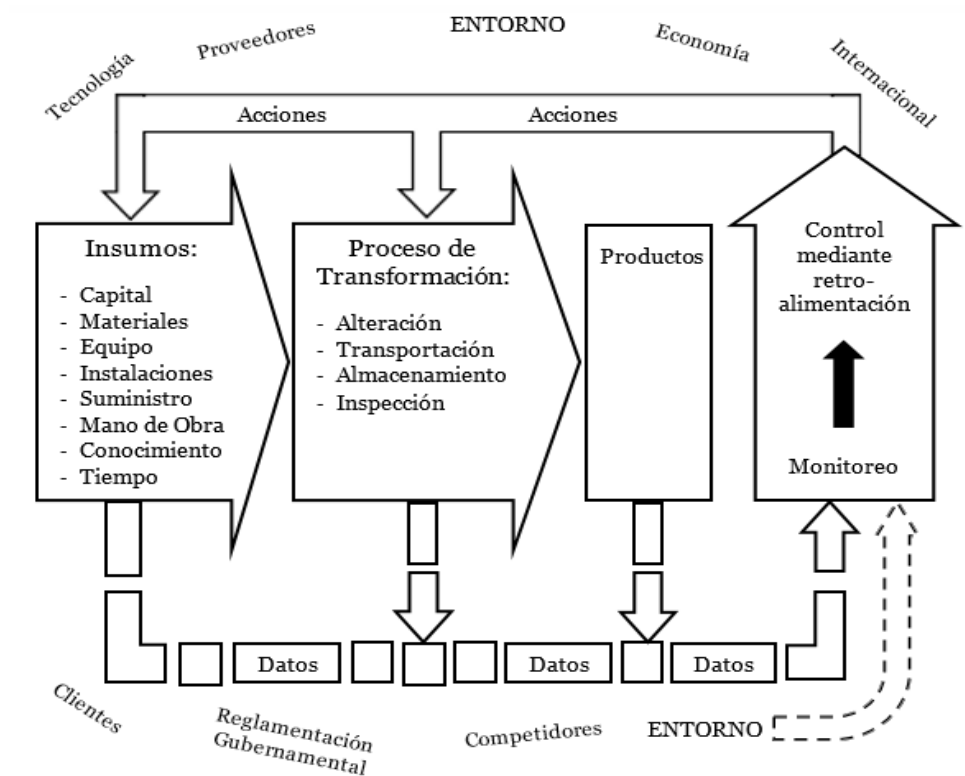


Figura N° 2: Sistema de Producción

Fuente: La Naturaleza de la Función de Operaciones

## **2.2.2. Estudio del trabajo**

### **2.2.2.1. Productividad**

Vásquez (2012), es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos pre determinados.

Elevar la productividad significa el mantenimiento de la producción al mismo tiempo que se reducen los insumos. O, mejor aún, el aumento de la producción al mismo tiempo que se reducen los insumos. En pocas palabras: hacer más con lo mismo o con menos.

Existe una gran variedad de factores que afectan la productividad del trabajo, conocidos como las “M” mágicas: Men (Hombre), Money (Dinero), Materiales, Método, Mercados, Máquina (Machine), Medio Ambiente, Mantenimiento del sistema, Misceláneos (controles, costos, inventarios, calidad, tiempo, etc.), (Kanaway, 2010).

Es así como, teniendo en cuenta lo mencionado, se puede analizar la productividad de la siguiente manera, determinando el grado en que la empresa puede resultar competitiva. Teniendo:

$$Productividad\ de\ Mano\ de\ Obra = \frac{Producción\ Obtenida}{Mano\ de\ Obra\ empleado}$$

$$Productividad\ de\ Materia\ Prima = \frac{Producción\ Obtenida}{Materia\ Prima\ empleado}$$

$$Productividad\ de\ capital = \frac{Producción\ Obtenida}{Capital\ empleado}$$

### **2.2.2.2. Capacidad de planta**

Arroyo y Torres (2010), una planta productiva se diseña con el objetivo de satisfacer, teóricamente, una demanda de productos. En ese sentido, el tamaño de la planta industrial viene a estar determinado por la capacidad de producción de un número determinado de unidades en un periodo de tiempo definido y que son ofrecidos al mercado.

### **2.2.2.3. Capacidad Proyectada o Diseñada**

Es el número máximo teórico de unidades que un sistema productivo es capaz de obtener durante un periodo de tiempo determinado (en condiciones ideales).

#### **2.2.2.4. Capacidad Efectiva o Real**

Es el volumen de producción que se espera alcanzar teniendo en cuenta las condiciones particulares de la empresa.

#### **2.2.2.5. Utilización**

La utilización de la planta es el porcentaje obtenido del cociente entre la producción real alcanzada con la capacidad proyectada.

### **2.2.3. Estudio de tiempos**

García (1977), la extensión del estudio de tiempos depende de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se determina mediante los siguientes procedimientos:

#### **2.2.3.1. Número de observaciones**

##### **a. Fórmulas estadísticas**

Por medio de estas fórmulas se determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e%, con riesgo fijado R%.

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

La expresión anterior, registra un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ .

Siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que se desea calcular (Nº de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\sum$  = Suma de los valores

$X$  = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

##### **b. Tabla de Westinghouse**

Esta Tabla indica el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla solo es de aplicación a operaciones muy repetitivas realizadas por operadores muy especializados.

Tabla N° 1: Tabla de Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NUMERO MINIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MAS DE 10 000 POR AÑO	1 000 A 10 000	MENOS DE 1 000
1,000 horas	5	3	2
0,800 horas	6	3	2
0,500 horas	8	4	3
0,300 horas	10	5	4
0,200 horas	12	6	5
0,120 horas	15	8	6
0,080 horas	20	10	8
0,050 horas	25	12	10
0,035 horas	30	15	12
0,020 horas	40	20	15
0,012 horas	50	25	20
0,008 horas	60	30	25
0,005 horas	80	40	30
0,003 horas	100	50	40
0,002 horas	120	60	50
MENOS DE 0,002	140	80	60

Fuente: García, 1 977.

**c. Criterio de General Electric**

Establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el tiempo de ciclo en minutos como puede observarse:

Tabla N° 2: Tabla de General Electric

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NUMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
MAS DE 40,00	3

Fuente: García, 1 977.

#### **d. Método Tradicional**

Salazar (2106), este método consiste en seguir el siguiente procedimiento:

1. Realizar una muestra tomando lecturas si los ciclos son  $\leq 2$  minutos y 5 lecturas si los ciclos son  $>2$  minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.
2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra:

$$R (\text{Rango}) = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$$

3. Calcular la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Siendo:

$$\sum X = \text{Sumatoria de los tiempos de muestra}$$
$$n = \text{Número de ciclos tomados}$$

4. Hallar el cociente entre el rango y la media.
5. Buscar ese cociente en la Tabla (Anexo N°01), en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$ .

#### **2.2.3.2. Medición de tiempos**

##### **a. Tiempo observado**

La suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento entre el número de observaciones realizadas, nos da el promedio del tiempo observado.

##### **b. Tiempo normal**

El tiempo normal es el tiempo en el que un trabajador calificado efectúa una labor en un ritmo considerado normal, y satisfaciendo tanto al operario como a la empresa (Vásquez, 2012).

Teniendo el tiempo observado, se procede al cálculo del tiempo normal bajo la expresión:

$$TN = TCP * FC$$

donde:

TN = Tiempo normal

TCP = Tiempo de ciclo promedio = Promedio de muestras tomadas

FC = Factor de calificación de desempeño.

La Tabla del Sistema de Westinghouse para la calificación de la actuación del trabajador será nuestra herramienta de apoyo (Anexo N°02), siendo esta la guía para estimar el factor de calificación de desempeño, ya que considera cuatro factores para evaluar al trabajador: la habilidad como destreza, el esfuerzo como demostración de voluntad de trabajo, las condiciones que afectan al operario, y la consistencia referente a los tiempos elementales repetitivos. Es así como se determinan las calificaciones de los factores, obteniendo el valor de desempeño global mediante la combinación algebraica de dichas calificaciones y la adición de una unidad a dicha suma.

### **c. Tiempo estándar**

Vásquez (2012), lo define como el ajuste al tiempo normal total agregando los suplementos (personales, fatiga, entre otros).

La organización Internacional del Trabajo – OIT, presenta una tabla de tolerancias típicas a considerar según sea el caso (Anexo N°06)

Teniendo así:

$$TE = \frac{TN}{(1 - \text{Factor de suplemento})}$$

### **2.2.4. Planeación agregada**

Teniendo por objetivo determinar una estrategia de manera anticipada que permita que se satisfagan los requerimientos de producción, optimizando los recursos del sistema productivo, la planeación agregada es el componente fundamental para el óptimo desarrollo de una organización, pues va de la mano con el plan estratégico de ésta.

La planificación busca determinar los volúmenes que se debe producir y el tiempo oportuno de producción para cumplir con la demanda en un determinado período de tiempo, ajustando los índices de producción, mano de obra, inventario, tiempo extra y aquellas variables controlables (Barry, 2004).

La programación es el resultado del análisis de los objetivos (unidades/mes), reduciendo costos en el periodo de planeación.

### **2.2.5. Herramientas de manufactura esbelta**

Tejada (2011), en su investigación sobre Mejora de lean manufacturing en los sistemas de producción, señala los siguientes términos como:

Tabla N° 3: Herramientas de manufactura esbelta

Herramienta	Descripción	Beneficios:
<b>Kanban</b>	Sistema de reposición de material basado en tarjetas que contiene la información de la orden a solicitar o a retirar. Ello permite entregar el pedido correcto en el momento preciso, así como controlar la producción entre las estaciones de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducir los niveles de inventario, facilitando el control de materiales.</li> <li>✓ Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.</li> <li>✓ Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y que se genere exceso de papeleo innecesario.</li> <li>✓ Proveer información rápida y precisa</li> </ul>
<b>Kaizen</b>	Es un componente de Lean Production que busca la mejora continua de los procesos. Les ofrecen a los operarios la oportunidad de hacer sugerencias y promover mejoras, a través de los denominados círculos de control de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se enfoca en producir mejoras radicales y rápidas en el desempeño de los procesos.</li> <li>✓ No se necesitan profesionales o expertos, sino empleados comunes de la organización.</li> <li>✓ No requiere de mucha inversión, sino del entrenamiento del personal</li> <li>✓ El desarrollo se realiza en el mismo punto donde se necesitan las mejoras.</li> </ul>
<b>Poka-Yoke</b>	También llamado Sistema a Prueba de Error, busca crear mecanismos sencillos para que las operaciones solo se hagan de la forma correcta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumenta la calidad en los productos de la línea de trabajo.</li> <li>✓ Alerta al personal de las anomalías presentadas en el trabajo, generando menores tiempos de respuesta ante las dificultades.</li> <li>✓ Indica claramente las condiciones en los diferentes puntos de la planta de producción.</li> </ul>
<b>5 S's</b>	Busca mejorar el área de trabajo, con el propósito de facilitar el flujo de materiales y personas, disminuyendo así errores y tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mayores niveles de seguridad</li> <li>✓ Tiempos de respuesta más cortos</li> <li>✓ Aumento en la vida útil de los equipos</li> <li>✓ Genera cultura organizacional</li> </ul>
<b>Just in Time</b>	Filosofía de resolución continua y forzada de los problemas que respalda la producción ajustada. La producción ajustada proporciona al consumidor exactamente lo que éste quiere en el momento en que lo quiere, mediante la mejora continua. La producción ajustada esta conducida por el "Tiro y arrastre" ejercido por el pedido del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mejora la productividad global</li> <li>✓ Genera ahorros en los costos de producción, los racionaliza.</li> <li>✓ Menor espacio de almacenamiento.</li> <li>✓ Toma de decisiones en el momento justo.</li> <li>✓ Cada operación produce sólo lo necesario para satisfacer la demanda.</li> <li>✓ No existen procesos aleatorios ni desordenados.</li> </ul>

Fuente: Tejada, 2011.

### **2.2.6. Teoría de Restricciones**

La teoría de restricciones (TOC) tiene como fundamento la teoría de sistemas, cuyo punto de partida es la consideración de que los sistemas son teleológicos; es decir, que tienen un objetivo o propósito. Es así como la TOC considera la empresa como un sistema constituido con la intencionalidad de conseguir una meta (Aguilera, 2000), por consiguiente, es un método sistemático que se centra en administrar activamente las restricciones que impiden el progreso de la empresa hacia su meta (Krajewski et al, 2008).

La meta de cualquier sistema industrial, comercial o de servicios es “ganar dinero en el presente, como también garantizar su continuidad en el futuro”.

Por ende, el método TOC implica aceptar la existencia de una fábrica desequilibrada, en la que alguno de los recursos tiene menor capacidad de producción que otros; al recurso más limitado se le llama la restricción (Fogarty et al, 1999).

#### **2.2.6.1. Tipos de restricciones**

- **Restricciones físicas**

Cuando la limitación puede ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción.

- **Restricciones de mercado**

Cuando la condición está impuesta por la demanda de los productos o servicios.

- **Restricciones de políticas**

Cuando la compañía ha adoptado prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación que son contrarios a su productividad o conducen (a veces inadvertidamente) a resultados contrarios a los deseados.

El análisis del mundo de la utilidad, propuesto por la TOC, nos lleva a un cambio en las prioridades gerenciales. Tradicionalmente los gestores empresariales han definido sus prioridades de la siguiente manera (Aguilera, 2000):

1. Reducción de costos.
2. Incremento de la utilidad.
3. Mantenimiento de inventarios.

Ahora, con la TOC, hay un cambio fundamental en el orden:

1. Incrementar la utilidad (atacando restricciones productivas, mercadológicas, administrativas, etc.).

2. Reducción del inventario (de materiales, productos en proceso y productos terminados).
3. Reducción de costos (todo el dinero que se gasta en transformar el inventario en utilidad)

#### **2.2.6.2. Principios básicos de la TOC (Aguilera, 2000)**

1. Balancear el flujo.

Balancear el flujo de producción implica trabajar teniendo como punto de partida los llamados cuellos de botella, es decir, los puntos donde los recursos utilizados limitan el flujo de la empresa como un todo. El balanceamiento del flujo productivo tiene efectos directos sobre los niveles de inventario de materias primas, de productos en proceso y de productos terminados, los mismos que afectan la meta de la empresa ya que tienen incidencia negativa sobre la utilidad.

2. La utilización y la activación de un recurso no son sinónimos.

La activación de un recurso no lleva a la empresa a obtener el mejor resultado, por el contrario, la puede conducir a la ineficiencia desde el punto de vista económico (menor ganancia). La activación consiste en el uso de recursos no restrictivos (aquellos que no constituyen cuellos de botella), en volumen superior al requerido por aquellos recursos que sí son restrictivos.

Por el contrario, el concepto de utilización corresponde al empleo de un recurso no restrictivo de acuerdo con la capacidad del principal recurso restrictivo dentro del flujo productivo. Es así como una adecuada utilización del recurso no restrictivo tiene como efecto la minimización del inventario a lo largo del proceso productivo, lo cual tiene como reflejo financiero ya que no solo mejora la utilidad de la empresa, sino que contribuye para mejorar el flujo de recursos utilizados con incidencia directa sobre el flujo de caja.

3. El nivel de utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su propio potencial y si por otra restricción del sistema.

Los recursos internos con capacidad limitada y demanda de mercado, son los parámetros básicos en el gerenciamiento de las restricciones. Es así como la utilización de la fábrica debe ser basada en un flujo que pueda absorber el mercado, y que internamente optimice los cuellos de botella.

4. Una hora perdida en un recurso restrictivo es una hora perdida en todo el sistema empresa.

La TOC insiste en la identificación de los recursos restrictivos y los no restrictivos para luego hacer énfasis en la optimización de los primeros, ya que ellos limitan la eficacia de la empresa “throughput”.

Cualquier tiempo perdido en un cuello de botella tiene impacto sobre el “lead time” de la fábrica, impidiendo que la empresa haga entregas just in time, por lo tanto, afectando el mejoramiento del servicio al cliente.

Teniendo en cuenta que la administración de los recursos productivos disminuye el tiempo de procesamiento del sistema empresa, se debe balancear el flujo y no la capacidad.

5. Una hora economizada en un recurso no restrictivo es apenas una alucinación.

La cantidad de tiempo economizada en recursos no restrictivos no conduce al aumento del tiempo total disponible en el proceso productivo; los recursos no restrictivos deben trabajar de manera sincronizada con los cuellos de botella para mantener el flujo continuo sin acumulación de inventarios.

6. Los cuellos de botella gobiernan la ganancia y el inventario.

El aumento de los productos en proceso amplía el inventario y no ayuda a mejorar el flujo del sistema empresa. El inventario se acumulará en los cuellos de botella del proceso productivo modificando la aplicación del “just in time” al principio de la cadena productiva, y afectando los resultados del kanban, en otras palabras, el efecto final será sobre el resultado generado por el sistema, que en nuestro caso es la utilidad.

Es por ello que en la TOC se propone evitar cualquier atraso producido a través del concepto de pulmón “buffer”.

El pulmón, físicamente puede ser definido como un inventario mínimo que asegura la continuidad del proceso manteniendo el flujo ininterrumpido en los recursos con problemas de capacidad.

7. El lote de proceso debe ser variable.

Gran parte de los sistemas tradicionales defienden la idea de que el tamaño del lote debe ser fijo durante todas las etapas del proceso productivo. Esta idea imprime rigidez en las operaciones y lleva a problemas, ello debido a que las operaciones individuales presentan características específicas.

8. Analizar todas las restricciones simultáneamente.

Analizar de manera simultánea el conjunto de restricciones del sistema empresa (Figura N°03), ya que tiene como objetivo optimizar los “lead time” y por consiguiente el resultado obtenido.

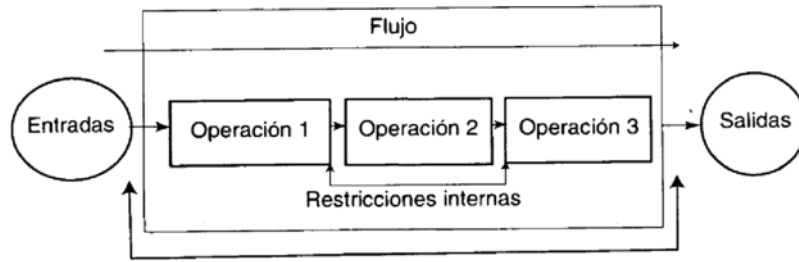


Figura N° 3: Restricciones del Sistema Empresa  
Fuente: Aguilera, 2000.

Podemos tener restricciones en diferentes puntos, los mismos que se deben tener en cuenta y así centrar nuestro análisis. El análisis simultáneo de las restricciones contribuye con el proceso de mejoramiento continuo en busca del óptimo global

Igualmente mejora el proceso de decisión en las fases de compra y entrega “just in time”.

### 2.2.6.3. Gerencia de restricciones

La base de la teoría de restricciones es su definición de restricción: cualquier cosa que limita un sistema para lograr un desempeño más alto en el cumplimiento de su meta. Las restricciones pueden ser de recursos internos, de mercado y de políticas. La figura N°04 resume los pasos de la teoría de restricciones, adaptado de Sipper & Bulfin (1998).

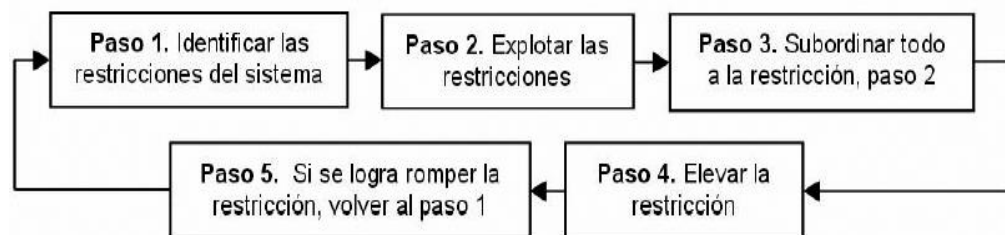


Figura N° 4: Pasos de la Teoría de Restricciones  
Fuente: Aguilera, 2000.

#### 1. Identificar las restricciones.

Llamamos “restricción” a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema, ello quiere decir un cuello de botella condicionante.

#### 2. Explotar las restricciones.

La idea central es aprovechar al máximo los recursos que sean verdaderamente críticos en la determinación del resultado empresarial Siguiendo este

pensamiento, las unidades defectuosas deben ser aisladas del proceso antes que pasen por el recurso restrictivo, y no después como sucede muchas veces.

### 3. Subordinar todo a la restricción

De manera alguna, este paso “obliga” al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema. Ello de acuerdo a lo definido en el paso anterior. Es así como se focaliza en la toma de decisiones.

Teniendo en claro que la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el paso anterior. Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación, ya que la cuestión no es cómo mejorar el costo sino cómo conseguir una utilidad superior.

### 4. Elevar la restricción

Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones, los puntos críticos. Tómese de esta manera el significado de elevar.

### 5. Volver al Paso 1

En cuanto se ha elevado una restricción se debe preguntar si ésta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad. Es por ello que se debe volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso.

Así mismo, la implementación de la Teoría de Restricción (TOC) permite proyectar y conseguir objetivos de mejora en, por lo menos, cinco grandes áreas plasmadas en la siguiente Tabla:

Tabla N° 4: Objetivos de mejora abordable con la implementación de TOC en producción

Áreas de mejora	Conocer	Explotar	Mejorar
Gestión de la Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la capacidad máxima del sistema productivo.</li> <li>- Conocer el throughput y beneficios máximos del sistema productivo.</li> <li>- Orientar las decisiones de aceptación de pedidos y objetivos de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producir el 100% de capacidad disponible.</li> <li>- Conseguir un menor costo unitario.</li> <li>- Mejorar la capacidad de respuesta ante urgencias con menor generación de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aflorar capacidad oculta en el sistema productivo.</li> </ul>
Gestión del Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el plazo que puede conseguir el sistema productivo.</li> <li>- Dar fechas de entrega al mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir las fechas de entrega.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de mayor protección para el cumplimiento de las fechas de entrega.</li> <li>- Reducir los plazos de entrega ofrecidos al mercado.</li> </ul>
Gestión de Inventarios	<p>Dimensionamiento óptimo del inventario de producto en curso, con lo cual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora la capacidad de respuesta del sistema.</li> <li>- Se reducen los costes financieros, de mantenimiento y de gestión del exceso de inventario.</li> </ul>		
Mejora de Procesos	<p>Focalización de los esfuerzos de mejora de procesos hacia aquellos que más benefician al conjunto del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de procesos: mejor explotación de la limitación, aflorando capacidad oculta en el sistema y mejorando la calidad para evitar reprocesos.</li> <li>- Mejora de los procesos que afectan el cumplimiento del programa.</li> <li>- Mejora de los procesos que afectan al cumplimiento del programa de entregas.</li> </ul>		
Comunicación Interna y Trabajo en Equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de conflictos y trabajo en equipo entre comercial y producción.</li> <li>- Alineación de los óptimos locales de producción con el óptimo global</li> </ul>		

Fuente: Hernandez, 2015.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

##### **3.1.1. Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.**

La empresa, Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., inicia sus labores en el año 2007, ubicada en Calle Coricancha N°159 - Distrito La Victoria, Chiclayo – Perú, siendo una empresa dedicada a la producción y embotellamiento de bebidas gasificadas jarabeadas, agua embotellada con gas y sin gas, entre otros productos destinados al mercado nacional: costa, sierra y selva.

Las instalaciones de la empresa están distribuidas en: área de carga y descarga, área de tratamiento de agua, área de soplado de preforma PET, área de producción propiamente dicha, área de preparación de jarabe y área de almacén de producto terminado.

En la empresa, Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., la cantidad de producción no es el objetivo principal, sino la calidad del producto.

##### **a) Misión**

Ofrecer bienestar y satisfacción en el mercado de bebidas inspirando orgullo, pasión y compromiso, generando valor para nuestros grupos de interés.

##### **b) Visión**

Ser parte del grupo líder en este rubro, buscando mejora en calidad de producto, proceso, en beneficio de nuestra gente, clientes, proveedores y comunidad.

##### **3.1.2. Estructura Orgánica**

La empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. cuenta con un Gerente General, el mismo que se dedica al manejo interno de toda la empresa y desde luego la gestión que ésta solicita. Ello teniendo en cuenta el trabajo conjunto de las áreas que la empresa presenta: Área de Producción, Área de Administración y Finanzas, y Área Comercial, tal y como se muestra en la Figura N°05.

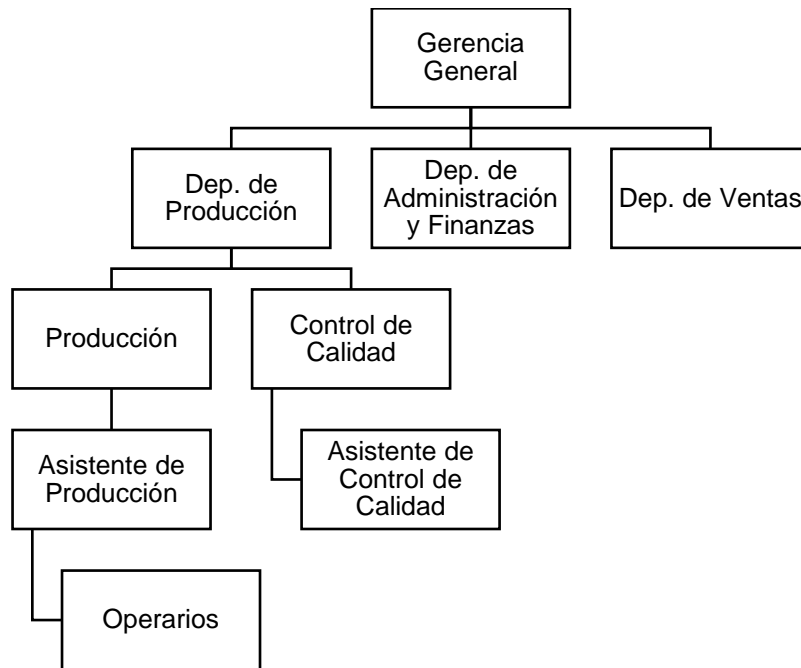


Figura N° 5: Organigrama Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.  
Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

- Departamento de Producción  
Responsable de la elaboración, envasado y empaquetado de los productos que ofrece la empresa. Así como del aseguramiento de la calidad del producto para que éste cumpla con las normas de inocuidad de productos alimenticios, teniendo en cuenta los parámetros que rigen el producto en la empresa.  
  
Los operarios trabajan de lunes a sábado en horario partido de 6 horas por la mañana y 5 horas por la tarde.
- Departamento de Administración y Finanzas  
Responsable de administrar todos los ingresos y egresos económicos que presenta la empresa. Ello teniendo bajo su responsabilidad las inversiones, fuentes de financiamiento que beneficien a la empresa y por ende realizar los estados financieros de la empresa.
- Departamento de Ventas  
Tiene como función posicionar el producto en el mercado a partir de la fuerza de ventas, así también mediante una atractiva presentación de cada botella. También es el responsable de la organización de los pedidos y verificar que éste se cumpla en los plazos establecidos. Así mismo se encarga de realizar las compras de materia prima y otros insumos necesarios para el desarrollo y cumplimiento del proceso productivo, teniendo en cuenta el control de los inventarios.

## 3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.

### 3.2.1. Productos

La empresa ofrece, actualmente, 3 sabores de bebida gasificada jarabeada, en presentaciones de botellas de 280 ml y 500 ml, así como frutal y agua mineral con gas y sin gas en botellas de 500 ml (Tabla N° 05).

Tabla N° 5: Productos de Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Producto	Presentación	
	Botellas PET	
Bebida gasificada jarabeada	280 ml	500 ml
Kola Negra	✓	✓
Kola Fresa	✓	✓
Kola Piña	✓	✓
Agua Mineral		
Con gas		✓
Sin gas		✓
Frutal		✓

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La bebida gasificada jarabeada es aquella que ocupa mayor participación en el mercado y por ende es la que más se produce. (Figura N°06)

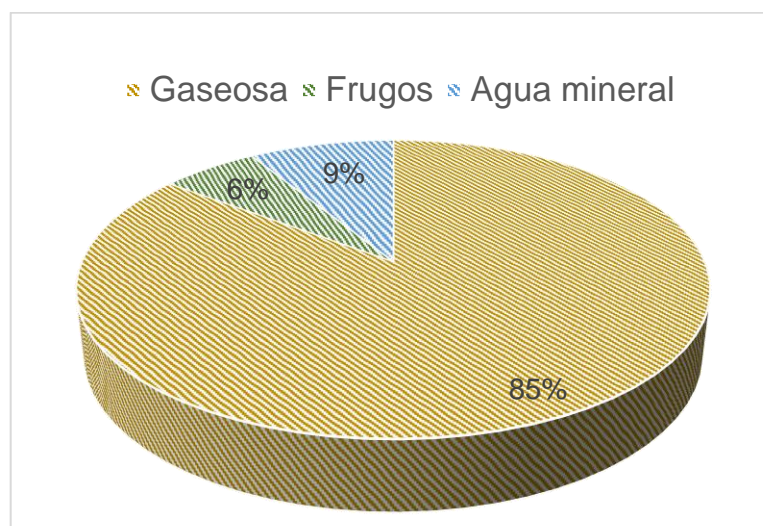


Figura N° 6: Porcentaje de participación de los productos - 2017

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

El precio de venta establecido por la empresa es de S/ 6,00 soles el paquete de Kola Fresa o Kola Piña en presentación de 280 ml y de S/ 7,00 soles en presentación de 500 ml . Por su parte, el paquete de gaseosa Kola Negra tiene un precio de S/ 7,00 y S/ 8,00 soles en presentación de 280 ml y 500 ml , respectivamente. Cabe resaltar que cada paquete contiene 12 botellas de la presentación que se requiera.

El comportamiento de las ventas, de acuerdo a la información recopilada durante los últimos seis (06) meses del año 2017 es la base de información que será presentada y analizada a continuación, ello debido a que durante este período de tiempo se presencié de manera directa el mecanismo de trabajo y los resultados que se obtuvieron, producto de la metodología de trabajo empleada.

Tabla N° 6: Ventas Mensuales (Paquetes/mes)

MES	Kola Negra		Kola Fresa		Kola Piña		Frutal	Agua Mineral
	280 ml	500 ml	280 ml	500 ml	280 ml	500 ml	500 ml	
FEB. - 2017	5 790	3 810	4 531	2 975	4 441	2 910	1 415	2 476
MAR. - 2017	5 649	3 921	4 521	3 052	4 478	3 094	1 414	2 474
ABR. - 2017	5 717	3 680	4 645	3 092	4 679	2 948	1 416	2 478
MAY. - 2017	5 982	3 741	4 666	2 928	4 715	3 049	1 413	2 473
JUN. - 2017	5 669	3 773	4 430	2 831	4 497	2 965	1 415	2 576
JUL - 2017	6 264	3 754	4 893	2 933	4 802	2 898	1 414	2 473

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La Tabla N°06 muestra la cantidad de paquetes vendidos en cada uno de los últimos seis (06) meses. En base a ello, y teniendo como referencia los precio de venta, se plasman los montos de ingreso aproximados mensual por cada producto y presentación de cada uno de ellos en la Tabla N°07. Es así como queda en evidencia el énfasis en producir gaseosa Kola Negra, Kola Fresa y Kola Piña ya que son los productos con mayor demanda, es decir, alto índice de preferencia por los clientes, en comparación con los otros productos que también se ofrece.

Tabla N° 7: Ventas Mensuales (Soles/mes)

Mes	Kola Negra		Kola Fresa		Kola Piña		Frutal	Agua Mineral	TOTAL
	280 ml	500 ml	280 ml	500 ml	280 ml	500 ml	500 ml		
FEB. - 2017	S/ 40 530,00	S/ 30 480,00	S/ 27 186,00	S/ 20 825,00	S/ 26 646,00	S/ 20 370,00	S/ 9 904,39	S/ 14 856,58	S/ 190 797,97
MAR. - 2017	S/ 39 543,00	S/ 31 368,00	S/ 27 126,00	S/ 21 364,00	S/ 26 868,00	S/ 21 658,00	S/ 9 896,72	S/ 14 845,08	S/ 192 668,80
ABR. - 2017	S/ 40 019,00	S/ 29 440,00	S/ 27 870,00	S/ 21 644,00	S/ 28 074,00	S/ 20 636,00	S/ 9 912,72	S/ 14 869,08	S/ 192 464,80
MAY. - 2017	S/ 41 874,00	S/ 29 928,00	S/ 27 996,00	S/ 20 496,00	S/ 28 290,00	S/ 21 343,00	S/ 9 892,46	S/ 14 838,70	S/ 194 658,16
JUN. - 2017	S/ 39 683,00	S/ 30 184,00	S/ 26 580,00	S/ 19 817,00	S/ 26 982,00	S/ 20 755,00	S/ 9 902,90	S/ 14 854,34	S/ 188 758,24
JUL - 2017	S/ 43 848,00	S/ 30 032,00	S/ 29 358,00	S/ 20 531,00	S/ 28 812,00	S/ 20 286,00	S/ 9 892,33	S/ 14 838,49	S/ 197 597,82

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

El porcentaje de participación, teniendo como referencia los datos de ventas, queda plasmada en la Figura N°07, evidenciando la preferencia por la gaseosa Kola Negra, seguido de la gaseosa Kola Fresa y Kola Piña, representando un total aproximado del 85% de los ingresos totales.

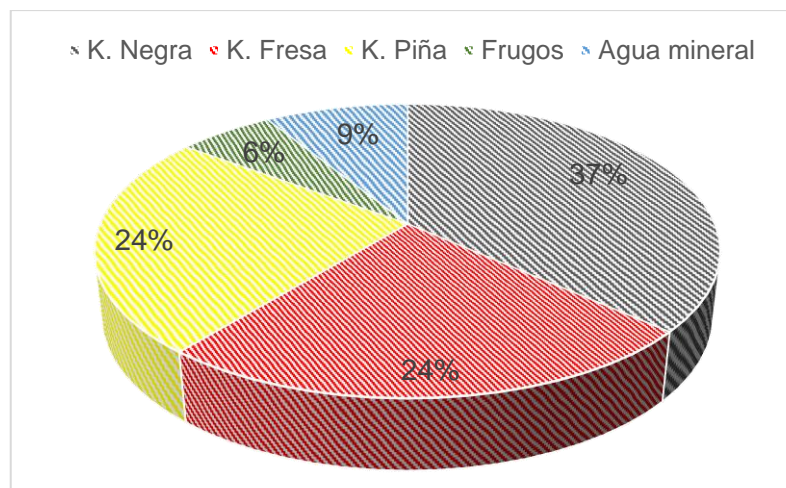


Figura N° 7: Porcentaje de participación por producto - 2017  
Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Teniendo como referencia la preferencia por la bebida gasificada jarabeada Kola Negra, con la participación del 37% del total de los ingresos, se evalúa la presentación con mayor aceptación.

La Figura N°08 muestra los ingresos obtenidos por la bebida gasificada jarabeada Kola Negra en sus dos presentaciones (280 ml y 500 ml) quedando en evidencia que la presentación de 280 ml genera mayor ingreso del producto en mención.

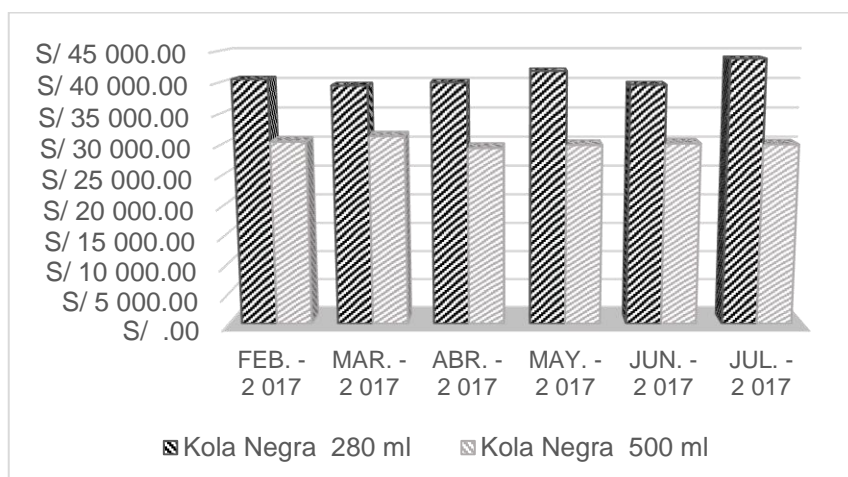


Figura N° 8: Ingresos de bebida gasificada jarabeada Kola Negra según presentación.

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Por otro lado, se presenta la demanda en la Figura N°09 de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml y en presentación de 500 ml en la Figura N°10.

En base a ello, se tomó como objeto de estudio la bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, ya que tiene mayor participación en los ingresos y su demanda es creciente (Figura N°09). Presentando a su vez demanda no atendida (Tabla N°08), por consiguiente pérdidas considerables (Tabla N°09).

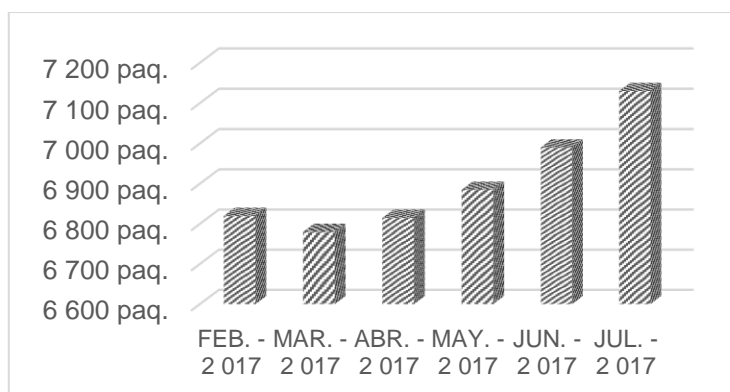


Figura N° 9: Demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

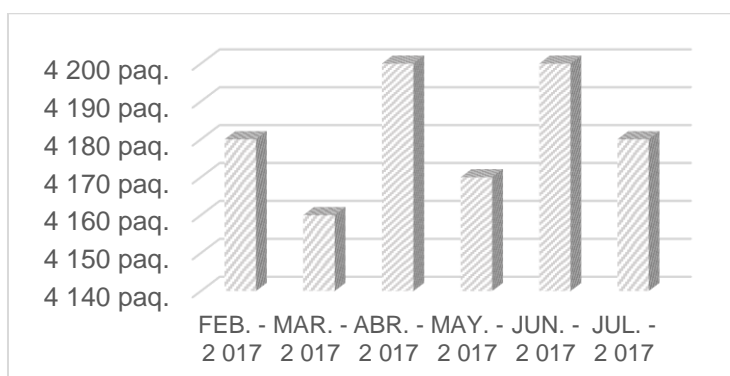


Figura N° 10: Demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 500 ml

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Tabla N° 8: Demanda no atendida (paquetes/mes)

MES	Kola Negra		
	280 ml	500 ml	TOTAL
FEB. - 2017	1 030	370	1 400
MAR. - 2017	1 131	239	1 370
ABR. - 2017	1 098	520	1 618
MAY. - 2017	903	429	1 332
JUN. - 2017	1 321	427	1 748
JUL. - 2017	866	426	1 292
TOTAL	6 349	2 411	8 760

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Tabla N° 9: Demanda no atendida (Soles/mes)

MES	Kola Negra		
	280 ml	500 ml	TOTAL
FEB. - 2017	S/ 7 210,00	S/ 2 960,00	S/ 10 170,00
MAR. - 2017	S/ 7 917,00	S/ 1 912,00	S/ 9 829,00
ABR. - 2017	S/ 7 686,00	S/ 4 160,00	S/ 11 846,00
MAY. - 2017	S/ 6 321,00	S/ 3 432,00	S/ 9 753,00
JUN. - 2017	S/ 9 247,00	S/ 3 416,00	S/ 12 663,00
JUL. - 2017	S/ 6 062,00	S/ 3 408,00	S/ 9 470,00
TOTAL	S/ 44 443,00	S/ 19 288,00	S/ 63 731,00

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### a. Descripción del Producto

El producto en estudio es la bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml , ello debido a que es el producto con mayor demanda. Dicha bebida gasificada jarabeada se define como una bebida saborizada efervescente (carbonatada) y sin alcohol.

Una bebida carbonatada es aquella bebida (con gas) que contiene dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ello debido a que se le añade a presión. A mayor presión, mayor cantidad de dióxido de carbono por ende mayor efervescencia.

El producto se ofrece en presentaciones de botellas PET, con tapa rosca PET, etiquetada y en paquetes por 12 botellas, tal y como se muestra en la figura N°11.



Figura N° 11: Presentación de bebida gasificada jarabeada Kola Negra de 280 ml

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

## **b. Desechos**

La empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. presenta como desecho el agua utilizada para el lavado de: los tanques de jarabe, tanque de homogenizado y maquinaria en general, la misma que contiene elementos propios de la elaboración de bebida gasificada jarabeada.

## **c. Desperdicios**

En las operaciones de lavado, llenado y tapado se obtienen ciertas cantidades de desechos tales como botellas y tapas. Estos elementos, dependiendo las condiciones que presenten, pueden ser aptos o no aptos para ser reutilizados. Así mismo se considera desperdicio los restos de plástico termo contraíble y cartón que resulta del empaquetado del producto final.

### **3.2.2. Materiales e Insumos**

#### **a. Materiales**

##### **- Agua**

Es un líquido incoloro, inodoro e insípido. El agua es el mayor ingrediente, para lo cual se cuenta con un pozo subterráneo del cual se extrae el agua, la misma que luego pasa por un proceso de tratamiento para ser utilizada en la producción.

##### **- Edulcorantes**

La azúcar refinada, es el edulcorante requerido por las bebidas gasificadas jarabeadas.

##### **- Ácidos**

Entre éstos se presentan: ácido cítrico, fosfórico, málico y tartárico. Estos ácidos proporcionan una sensación refrescante y al mismo tiempo preserva la calidad y dulzor de la bebida.

##### **- Conservantes**

El benzoato es la sustancia que preserva el gusto, sabor y conserva la bebida por más tiempo, inhibiendo o previniendo el crecimiento de microorganismos como hongos y bacterias en la bebida gasificada jarabeada.

##### **- Colorantes**

Hace del producto final, un producto visualmente más agradable, corrigiendo las variaciones naturales de color durante el procesado o almacenamiento, dando la característica propia de color de cada bebida. En este caso se usó el color Caramelo.

- Dióxido de Carbono  
Responsable de las burbujas de la gaseosa. A medida que se agrega más dióxido de carbono, disminuye el pH, otorgando más acidez a la gaseosa y por lo tanto resulta más burbujeante. También se le considera un conservante ya que genera un medio ácido que previene el crecimiento de microorganismos.
- Pre forma PET  
Una preforma PET es el resultado de un proceso de inyección, la que luego es soplada obteniendo finalmente, una botella. Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. adquiere pre forma transparentes de 15 y 20 gramos, los mismos que, al ser soplados, adoptan la forma de una botella con capacidad de 280 ml y 500 ml, respectivamente.
- Tapas  
La tapa PET es la pieza que cierra la parte superior de la botella.
- Etiquetas  
Las etiquetas son personalizadas. Ello debido a que éstas llevan la marca comercial de la empresa, diferenciándose de las marcas existentes en el mercado.

La Tabla N°10 muestra los insumos requeridos y sus cantidades respectivas para la producción de una unidad (2 500 l de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada Kola Negra).

Tabla N° 10: Insumos Requeridos – Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra

Insumo/ Material	Unidad	Cantidad	Costo	TOTAL
Agua	l	2 500	S/ 0,004	S/ 10,00
Edulcorante	Bolsa	1,08	S/ 72,88	S/ 78,71
Benzoato	kg	0,50	S/ 6,360	S/ 3,18
Ac. Cítrico	kg	0,42	S/ 4,240	S/ 1,78
Ac. Fosfórico	kg	1,67	S/ 4,660	S/ 7,78
Esencia Kola	kg	3,00	S/ 38,310	S/ 114,93
Caramelina	kg	3,00	S/ 3,660	S/ 10,98
CO <sub>2</sub>	l	40	S/ 5,500	S/ 220,00
Botellas	Unidad	6 585	S/ 0,111	S/ 730,94
Tapas	Unidad	7 500	S/ 0,095	S/ 712,50
Etiquetas	Unidad	5 820	S/ 0,089	S/ 517,98
TOTAL				S/ 2 408,78

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Cabe resaltar que de dicha unidad producida se obtiene, en promedio, 485 paquetes\*12 botellas en presentación de 280 ml .

Debido a la metodología actual de trabajo, se requieren dichas cantidad de botellas, tapas y etiquetas, las mismas que se sustentan de la siguiente manera:

- Etiquetas:

Debido a que las botellas pasan, primero, por la máquina Triblock (lavado-llenado-enchapado) para posteriormente ser etiquetadas de manera manual y teniendo, en promedio, una producción de 485 paquetes\*12 botellas:

$$Etiquetas\ Requeridas = 485\ paquetes \times 12 \frac{botellas}{paquete} \times 1 \frac{etiqueta}{botella}$$

$$Etiquetas\ Requeridas = 5\ 820\ etiquetas$$

- Tapas:

En promedio, se tiene una producción de 250 botellas – que salen de la máquina Triblock - cada 10 minutos, y durante 5 horas de producción, se requieren:

*Tapas Requeridas*

$$= 1 \frac{tapa}{botella} \times 250 \frac{botellas}{períodos\ de\ 10\ min} \times 6 \frac{períodos\ de\ 10\ min}{hora} \times 5\ h$$

$$Tapas\ Requeridas = 7\ 500\ tapas$$

- Botellas:

La cantidad de botellas requeridas va en función de la cantidad de jarabe terminado preparado y, de acuerdo a la realidad de la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., se presenta a detalle en la Tabla N°22.

Así mismo, los precios unitarios de botella, tapa o etiqueta, que se registran en la Tabla anterior, han sido calculados de los precios por millar que la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. brindó.

## **b. Maquinaria:**

La línea de producción cuenta con 4 máquinas principales: transportador aéreo de botellas, máquina triblock, codificadora y empacadora. Así mismo, la planta cuenta con máquinas y equipos de soporte, los cuales son: horno y sopladora para preforma PET, filtros para tratamiento de agua, tanque de jarabe simple y de jarabe terminado, chillers, entre otros.

Tabla N° 11: Maquinaria y/o Equipo en la línea de producción

Maquinaria y/o Equipo	Cantidad	Función
Horno para preforma PET	1	Realiza el calentamiento de preformas PET.
Soplado de preforma PET	1	Inyecta aire, a presión, en las preformas PET recibidas del horno, teniendo como resultado botella PET.
Tanque de acero inoxidable	1	Capacidad para 500 litros. Mediante agitación, realiza la dilución de los materiales propios para la obtención de jarabe primario.
	1	Capacidad para 3 000 litros. Recibe el jarabe primario, se agrega agua potable tratada y mediante turbulencia se obtiene el jarabe terminado
Chillerss	1	Realiza el enfriamiento del jarabe terminado.
	1	Utilizado como intermediario entre Chillerss operativo y el carbonatador.
Carbonatador	1	Encargado de añadir CO <sub>2</sub> a la bebida.
Transportador aéreo de botellas	1	Abastece de botellas a la Máquina Triblock.
Máquina Triblock	1	Realiza enjuague, llenado y tapado de botellas.
Codificador	1	Imprime en la cada botella la fecha y lote de producción.
Empacadora	1	Realiza el armado en paquetes por 12 botellas, separándolas con plástico termo-contraíble.
Horno de empaque	1	Recibe el producto de la empacadora y realiza la contracción del plástico, teniendo como producto el paquete*12 botellas de bebida gasificada jarabeada.

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### c. Mano de obra:

Actualmente el proceso de producción de la bebida se realiza con el apoyo de 12 operarios: 1 encargado de alimentar el transportador aéreo, 2 en la máquina triblock (enjuagador de botellas, llenadora, tapadora), 2 encargados de poner etiquetas, 1 en codificado, 2 en la máquina empacadora, 2 encargado del horno y sopladora para preforma PET, 2 encargados de recibir los paquetes de producto terminado y armar los pallets.

Tabla N° 12: Estructura del Personal

Puesto de trabajo	Número de personal	Sueldo mensual	Total Mensual
Dpto. de Producción	16		S/ 15 000
Encargado de Producción	1	S/ 1 200	S/ 1 200
Encargado de Control de calidad	1	S/ 1 200	S/ 1 200
Asistente de producción	1	S/ 850	S/ 850
Asistente de control de calidad	1	S/ 850	S/ 850
Operarios	12		S/ 10 900
Op. De horno – soplado	2	S/ 850	S/ 1 700
Op. De alimentador de botellas	1	S/ 850	S/ 850
Op. Triblock	2	S/ 1 200	S/ 2 400
Op. De etiquetado	2	S/ 850	S/ 1 700
Op. Codificado	1	S/ 850	S/ 850
Op. Empacado	2	S/ 850	S/ 1 700
Op. De armado pallets	2	S/ 850	S/ 1 700
Dpto. de Administración y Finanzas			S/ 2 050
Contador	1	S/ 1 200	S/ 1 200
Asistente administrativo	1	S/ 850	S/ 850
Dpto. de Ventas			S/ 4 600
Encargado de Ventas	1	S/ 1 200	S/ 1 200
Pre venta	2	S/ 850	S/ 1 700
Repartidor	2	S/ 850	S/ 1 700
TOTAL			S/ 21 650

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### 3.2.3. Proceso de Producción de Bebida gasificada jarabeada

El procedimiento que se realiza en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. para la producción de bebida gasificada jarabeada, consiste en el tratamiento del agua, la misma que pasará por un sistema de filtrado y como último la lámpara de UV, obteniendo así agua con las características necesarias y bajo los parámetros exigidos para consumo. A partir de ello, un porcentaje de lo obtenido, es utilizado para la producción de jarabe para bebida gasificada jarabeada.

El enfriamiento del jarabe terminado es la siguiente operación, la misma que prepara el líquido para la inyección de dióxido de carbono y posterior llenado, tapado, etiquetado, codificado y finalmente el empaquetado.

Cabe resaltar que las botellas PET tienen un proceso de soplado, el mismo que se realiza en otra área de la empresa de manera constante y como producto de ello las botellas se almacenan en sacos grandes para ser empleadas en procesos posteriores.

### **a. Tratamiento de agua**

El proceso realizado para la obtención de agua tratada es el de recepcionar en una cisterna el agua que proviene de EPSEL.

#### **- Filtro de arena**

Se compone de grava en la parte del fondo del tanque y encima la arena fina para poder retener partículas coloidales o flóculos relativamente grandes o indeseables.

#### **- Filtro de carbón activado**

Es un filtro de lecho de carbón especial que se encargara de retener los malos olores, sabores y el cloro principalmente.

#### **- Filtros pulidores**

Son cartuchos filtrantes de acetatos celulosa o poliamidas, en estos filtros quedan atrapados los finos del carbón y otras partículas pequeñas.

#### **- Lámparas UV**

Es para asegurar la inocuidad del agua tratada. Nos libera de microorganismos dañinos para la salud, es decir esteriliza al agua.

### **b. Elaboración de jarabes**

Lo fundamental del proceso lo encontramos en la elaboración del jarabe, el mismo que se prepara según los estándares de calidad y sanidad especificados, ya que va a representar el principal semielaborado para la preparación de la bebida gasificada jarabeada, para luego de un determinado tiempo, pase al tanque de homogenizado, que al agregarle la porción complementaria de agua y agitarlo, se obtendrá el jarabe terminado.

#### **- Dilución**

La elaboración del jarabe se inicia haciendo uso del agua tratada, que es bombeada hacia el tanque de disolución, el cual es un tanque de acero inoxidable de 500 l, en el cual se añade el edulcorante, ácidos, conservante y colorante en la cantidad de agua extraída por un tiempo pre establecido, obteniendo así jarabe simple.

#### **- Filtrado**

Se realiza con la finalidad de retener partículas extrañas y asegurar la ausencia de las mismas después de.

#### **- Homogenizado**

El jarabe simple es transportado mediante tuberías a otro tanque de acero inoxidable de 3 000 l de capacidad, de manera conjunta con el agua tratada,

en proporción definida, mediante una agitación uniforme, obteniendo así el jarabe terminado.

#### **c. Enfriamiento**

Este proceso se va a realizar en los equipos de enfriamiento llamados chillers en donde el jarabe terminado se mantendrá a una temperatura menor de 4°C para que luego pase a ser carbonatada.

En el caso de la Kola Negra, la temperatura de carbonatación llega a 2°C.

#### **d. Carbonatado**

La bebida fría es transportada al carbonatador donde al jarabe terminado se le agrega CO<sub>2</sub> que es el que le da la característica de bebida gasificada jarabeada. De esta forma la bebida queda lista para su transporte hasta la maquina llenadora.

#### **e. Envasado**

El líquido obtenido en el carbonatador es vertido a las botellas de PET de acuerdo a los volúmenes programados, de 280 ml y/o 500 ml . Este proceso se realiza en una maquina llamada Triblock, la cual consiste en cinco partes:

- 1.- Las botellas PET son desplazadas por el transportador aéreo hasta la máquina Triblock.
- 2.- Las botellas PET pasan por las válvulas de lavado
- 3.- Las botellas lavadas pasan hacia el llenado, el cual se realiza mediante válvulas de llenado.
- 4.- Las botellas llenas pasan por las 6 capsuladoras.
- 5.- Las botellas llenas y capsuladas se cierran herméticamente con tapa rosca de primer uso.

#### **f. Etiquetado**

Los operarios colocan las etiquetas y a su vez realizan la inspección a todas las botellas y retiran de línea las botellas que presentan irregularidades como las siguientes: llenado incompleto, botellas mordidas, mal tapado.

#### **g. Codificado**

El codificado se realiza en forma automática, es legible y comprende fecha de vencimiento, código y el volumen de la botella.

#### **h. Empaquetado**

Después de la inspección, las botellas pasan por la máquina empaquetadora, la cual contiene un túnel de termo – contracción para que las botellas puedan ser empaquetadas con plástico termo contraíble según tamaño.

### **i. Armado**

El armado de pallets del producto final se realiza de acuerdo a la producción dada, para luego ser llevado al área de producto terminado. Los pallets están formados de la siguiente manera:

150 paquetes de 280ml \* 12 unidades

125 paquetes de 500ml \* 12 unidades

### **j. Distribución**

Se realiza al mercado local y nacional

### **3.2.4. Sistema de Producción.**

La empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. realiza una producción en línea o proceso continuo. Ello debido a que su enfoque de producto presenta:

- Producción : gran cantidad y poca variedad de productos.
- Maquinaria : especializada.
- Operarios : poco formados.
- Instrucciones de trabajo: son pocas, dado que están estandarizadas.
- Provisiones : inventarios de materias primas son bajos.
- Movimiento de unidades: rápido a través de instalaciones.
- Producto final : se realizan a partir de provisiones y se almacenan.
- Costos : los fijos tienden a ser altos y los variables bajos.

### **3.2.5. Análisis para el Proceso de Producción.**

Para el análisis del proceso productivo de la bebida gasificada jarabeada, se ha determinado realizar un diagrama de bloques de dicho proceso productivo (Figura N°12) y un Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) (Figura N°13), teniendo en cuenta que el proceso para la obtención de botellas PET, es decir: calentamiento de preforma, soplado y almacenamiento no se tomaron en cuenta, ello debido a que estas se encuentran disponibles sin problema alguno. Así mismo, se muestra los tiempos promedios para un paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, los mismos que se obtuvieron a través de toma de tiempos (Anexo N°03). De la misma manera, la Tabla de General Electric es la herramienta estandarizada que se tendrá en cuenta para corroborar si la toma de los tiempos realizados es la requerida para el ciclo que la bebida gasificada jarabeada Kola Negra presenta.

Fabrica:	Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.		
Producto:	Paquete de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra 280 ml x 12 unid.		
Departamento:	Producción		
Diagrama N°:	1		
Hoja número:	_____	de	_____
Aprobado por:	_____	Revisado por:	_____

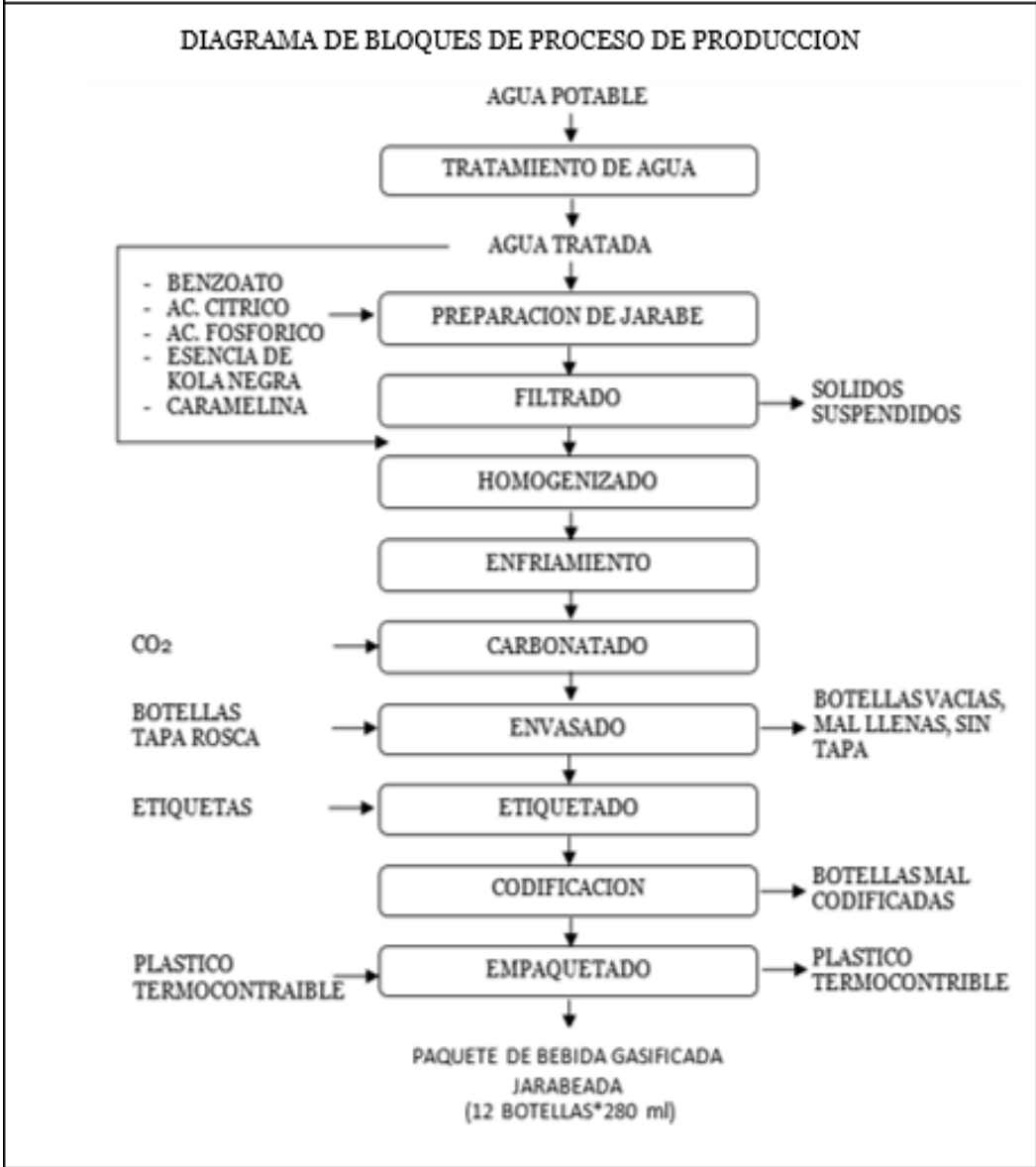


Figura N° 12: Diagrama de bloques de la elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La Figura N° 12 representa el funcionamiento interno del sistema trabajado en la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., el mismo que permite la obtención de bebida gasificada jarabeada. De igual manera, detalla las entradas y salidas que se llevan a cabo en dicho proceso.

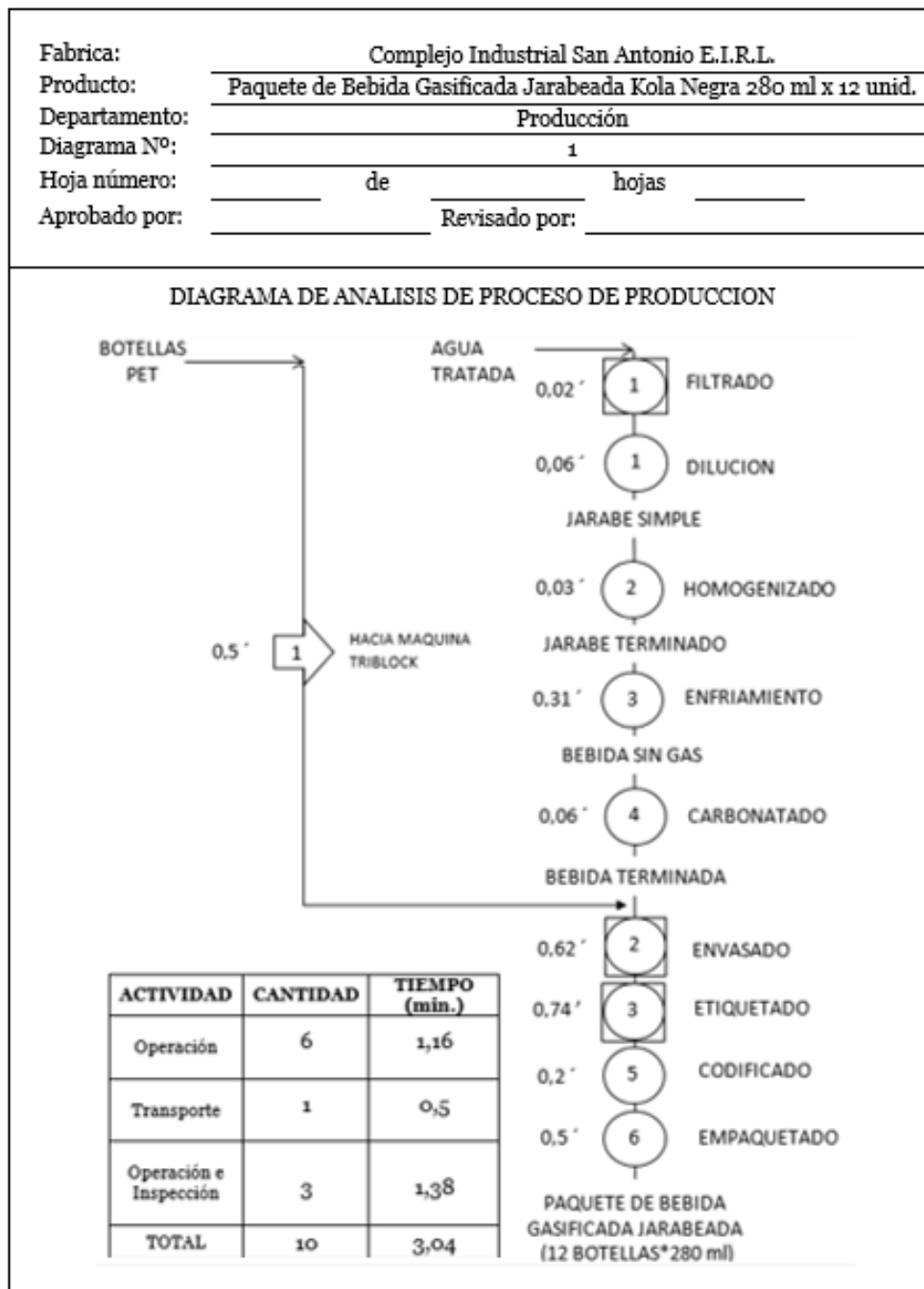


Figura N° 13: Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

En la Figura N°13 se muestra el diagrama de análisis de proceso, que describe las operaciones, inspecciones y transporte para la obtención del producto en estudio: bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .

El almacenamiento de botellas PET no se toma en cuenta en cuanto a tiempo, ello debido a que pertenece a otra área de estudio; desde luego, teniéndose listas para cuando producción las requiera.

Fabrica:	Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.
Producto:	Paquete de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra 280 ml x 12 unid.
Departamento:	Producción
Diagrama N°:	1
Hoja número:	de _____ hojas _____
Aprobado por:	Revisado por: _____

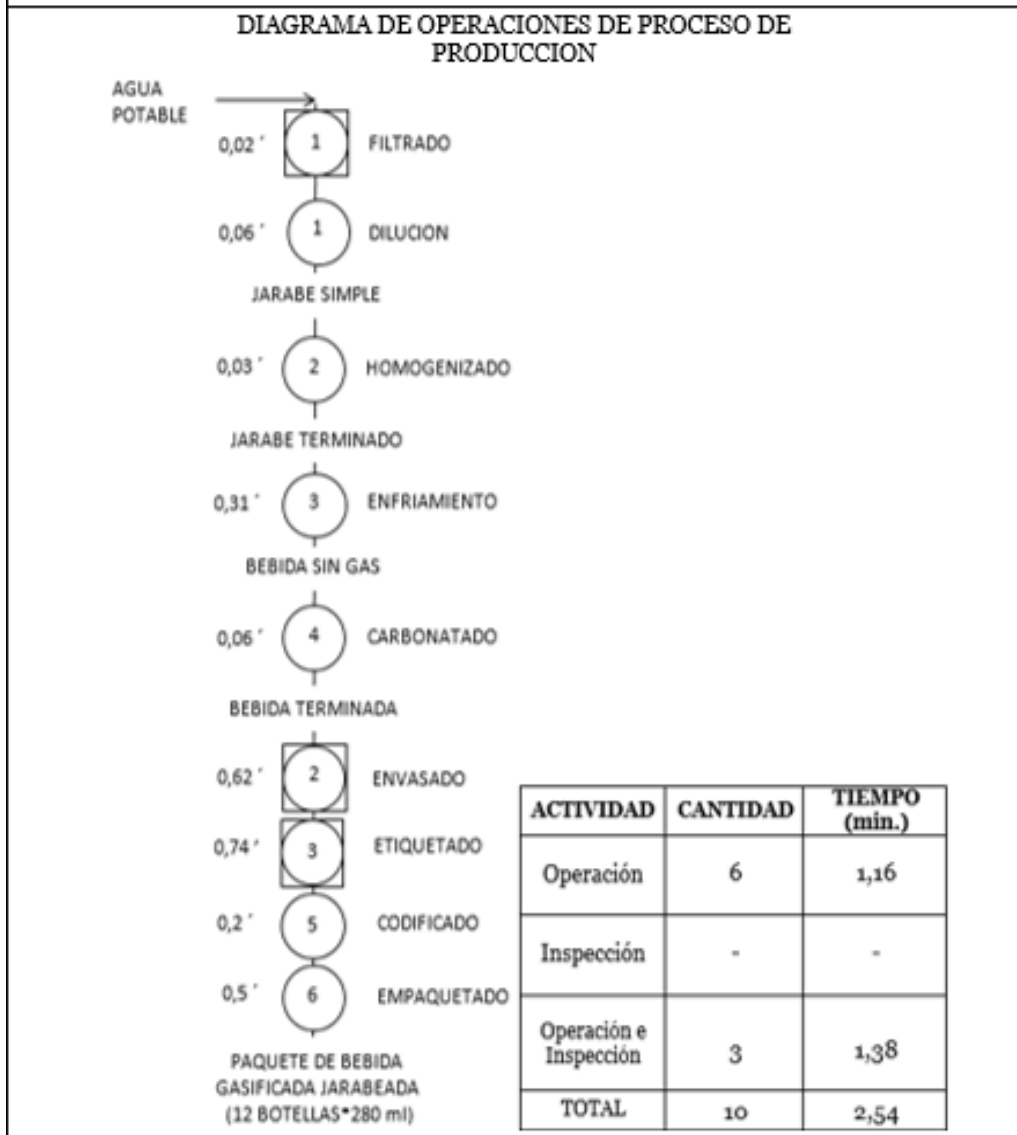


Figura N° 14: Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml .

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

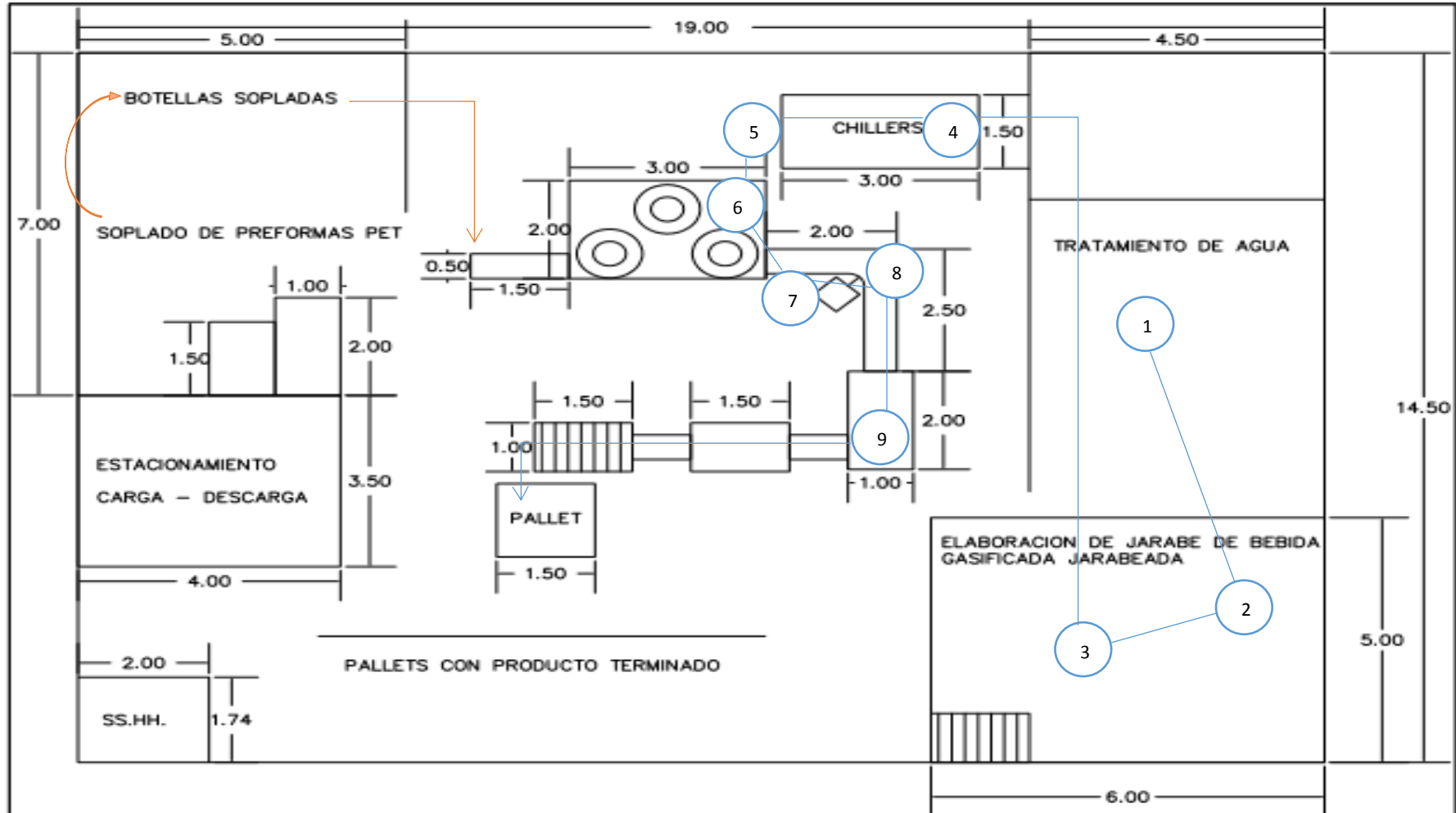
La Figura N°14 muestra las actividades productivas registradas en el proceso de producción para la obtención de bebida gasificada jarabeada Kola Negra. En el siguiente diagrama se detallan todas las actividades que se ejecutan para el proceso hasta la obtención de bebida gasificada jarabeada en paquetes\*12 botellas en presentación de 280 ml

Fabrica:	Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.						
Producto:	Paquete de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra 280 ml x 12 unid.						
Departamento:	Producción						
Diagrama N°:	1						
Hoja número:	de _____ hojas						
Aprobado por:	Revisado por: _____						

N°	Distancia (metro)	Tiempo (min)	●	■	➔	◐	▼	Descripción	Observación
1	-		PREPARACION DE JARABE					2 500 Litros	
2	3,00	0,02	●					Filtrado de agua potable	Pasa por tres diferentes filtros
3	-	0,06	●					Dilución	Se añade edulcorante, ácidos, conservante y colorante en la cantidad de agua tratada extraída
4	-				➔			Filtrado	a través de tuberías
5	-	0,03	●					Homogenizado	Se añade agua tratada al concentrado producto de la dilución.
6	-				➔			Filtrado	a través de tuberías
7	-	0,31	●					Enfriamiento	Chillers con capac. 500 Litros
8	-	0,06	●					Carbonatado	Carbonatador de 100 litros aprox.
9			PROCESO DE BEBIDA GASIFICADA JARABEADA						
10	-	0,62	●					Envasado	Embotellado de gaseosa en Máquina Triblock
11	1,5	0,74	●					Etiquetado	Verificación y etiquetado de botellas
12	0,5	0,20			➔			Codificado	Al costado de faja transportadora
13	1,0	0,50	●					Empaquetado	Con plástico termo-contráible
<b>TOTAL</b>		<b>2,54</b>							

Figura N° 15: Diagrama de Análisis de Proceso para Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra - Método: Actual  
Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Escuela de Ingeniería Industrial		
<b>PLANO:</b> Diagrama de recorrido de proceso de Producción de Bebida azucarada Kola Negro	<b>FECHA:</b> 21-11-17	<b>LAMINA:</b> DR-01
<b>LUGAR:</b> Calle Coricancha N° 159-La Victoria	<b>ESCALA:</b> 1/100	

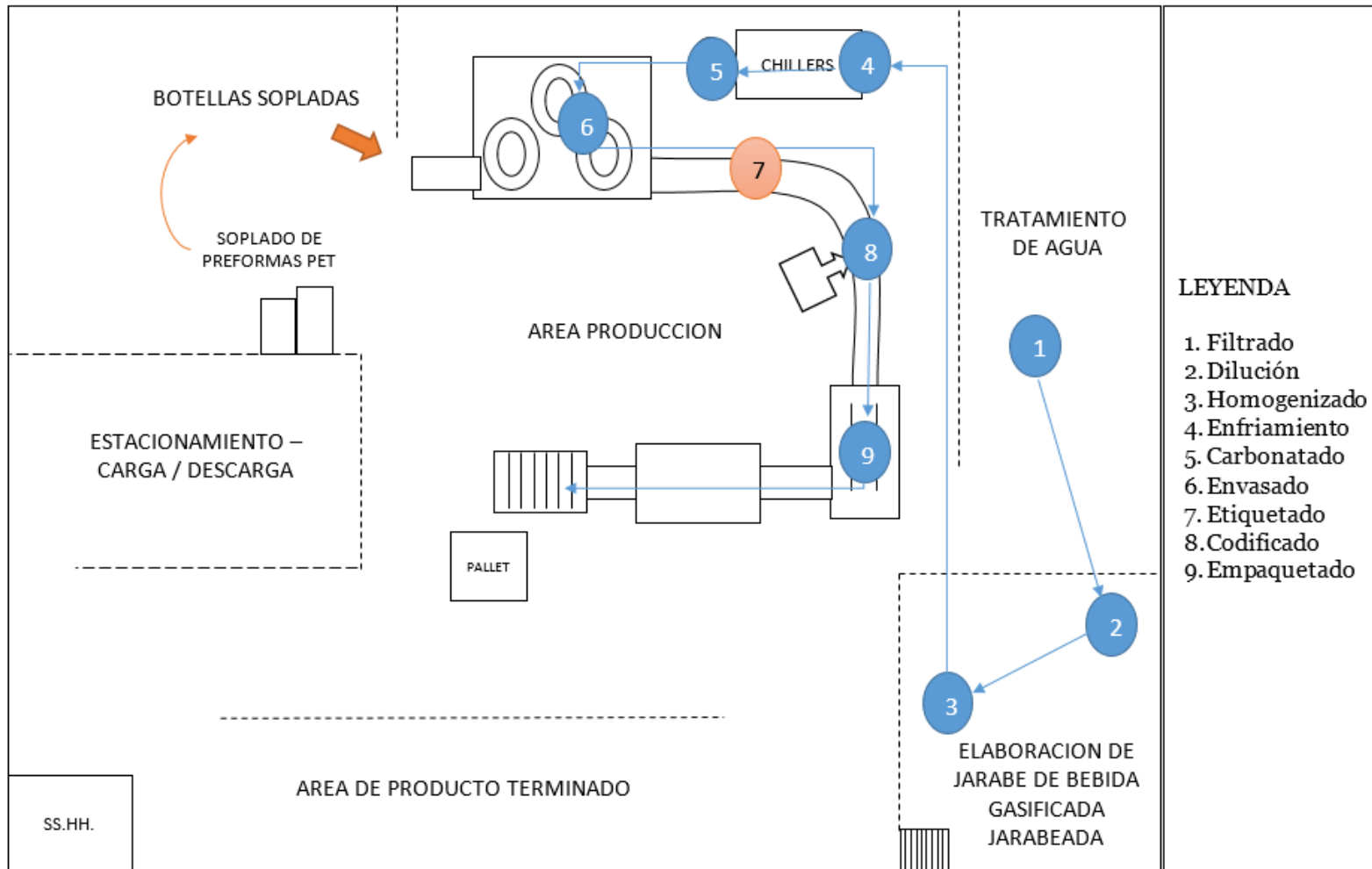


Figura N° 16: Diagrama de Recorrido de Producción de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra  
Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### 3.2.6. Indicadores actuales de producción y productividad.

Para la realización del diagnóstico de la situación actual de la Empresa Complejo San Antonio E.I.R.L. se detalla ciertos indicadores cuantitativos, teniéndolos como punto de partida para mejorarlos en el transcurso del mismo.

Se debe tener en cuenta que producto terminado (PT) se le denomina a aquella botella de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml que está bien llenada, tapada y etiquetada.

#### 3.2.6.1. Productividad

La productividad es el resultado de la relación entre los insumos invertidos y los productos obtenidos (Rodríguez, 1993).

$$Productividad = \frac{Producción Obtenida}{Recurso Utilizado}$$

##### - Productividad de Materia Prima:

El jarabe terminado, se considera como materia prima. Este contiene Edulcorante, benzoato, ácidos, esencia, entre otros insumos.

$$Productividad M.P. = \frac{81 \frac{paq}{h} \times 12 \frac{PT}{paq}}{500 \frac{l \text{ de jarabe}}{h}}$$

$$Productividad M.P. = 1,94 \frac{PT}{l \text{ de jarabe}}$$

Ello quiere decir que por cada litro de jarabe terminado, se obtiene 1,94 producto terminado.

##### - Productividad de Mano de Obra:

En este caso se considera la M.O. que influye de manera directa en el proceso productivo de bebida gasificada jarabeada, siendo 10 dichos operarios.

$$Productividad M.O. = \frac{485 \frac{paq}{turno}}{10 \frac{operarios}{turno}}$$

$$Productividad M.O. = 48,5 \frac{paquetes}{op}$$

Se obtienen 48,5 paquetes con producto terminado por operario.

- **Productividad económica:**

*Productividad económica*

$$= \frac{81 \frac{\text{paq}}{\text{h}}}{\frac{1 \text{ unidad}}{2\,500 \text{ l de jarabe}} \times 2\,880,15 \frac{\text{sol}}{\text{unidad}} \times 500 \frac{\text{l de jarabe}}{\text{h}}}$$
$$\text{Productividad económica} = 0,14 \frac{\text{paq}}{\text{sol}}$$

Se obtienen 0,14 paquetes con producto terminado por cada sol invertido. El capital empleado (2 880,15 sol/unidad) se detalla en el Tabla N°19.

**3.2.6.2. Eficiencia**

La eficiencia en un proceso productivo, es un indicador importante, ello debido a que toda empresa posee recursos limitados por lo que es indispensable producir mayores y mejores resultados con un/los insumos dados, es decir, operar con una alta eficiencia.

- **Eficiencia física**

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Insumos Requeridos}}$$

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{\text{litros de gaseosa envasada}}{\text{litros de jarabe terminado}}$$

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{81 \frac{\text{paq}}{\text{h}} \times 12 \frac{\text{PT}}{\text{paq}} \times 0,28 \frac{\text{l}}{\text{PT}}}{500 \frac{\text{l}}{\text{h}}} = 54,43\%$$

Se indica que, por cada 500 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada Kola Negra, en promedio, el 54,43% se obtiene como producto terminado.

El 45,57% restante es producto de los problemas que afectan de manera directa a la máquina Triblock (Tabla N°13), así como de la cantidad de botellas con defecto que se obtienen al salir de la máquina triblock (Anexo N°04). En ambas situaciones se pierde bebida gasificada jarabeada Kola Negra.

Tabla N° 13: Problemas presentes en la máquina triblock

Problema	Incidencias por hora	Tiempo de para (s)	Tiempo total de para (min)
Traba de botellas	12	15	3,0
Traba en alimentador de chapas	2	60	2,0
Falta de chapas en alimentador	2	50	1,7
Revisa válvula de llenado	2	90	3,0
Ajusta válvula de enroscado	3	30	1,5
Revisan gas	2	40	1,3
Acumulación de botellas antes de empaque	2	60	2,0
TOTAL			14,5

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

#### - **Eficiencia económica**

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta (Tabla N°19). La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad ( $E_e > 1$ ).

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas\ (ingresos)}{Costos\ (inversiones)}$$

$$Eficiencia\ Económica = \frac{7,00\ soles/paq.}{5,94\ soles/paq.} = 1,18$$

Significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,18 soles por paquete.

#### **3.2.6.3. Cuello de botella**

Sabiendo que el cuello de botella es la operación que lleva mayor tiempo, en el proceso de producción se registra a la operación de etiquetado, como dicho cuello de botella (Figura N°14).

$$Cuello\ de\ botella = 0,74\ min/paq.$$

#### **3.2.6.4. Tiempo de ciclo**

Teniendo en cuenta el Diagrama de Análisis del Proceso se registra un tiempo total de 2,54 min. (Figura N°15) por paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml

### 3.2.6.5. Producción

Actualmente se obtienen, en promedio, 485 paquetes de 12 botellas en presentación de 280 ml, etiquetadas, con una producción de jarabe terminado de 2500 litros, en un tiempo promedio de 6 horas.

$$\text{Producción} = 485 \frac{\text{paq.}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}}$$

$$\text{Producción} = 81 \text{ paq./hora}$$

### 3.2.6.6. Capacidad

#### - Capacidad real

<b>Capacidad real</b>	1 629,6 litros/turno
<b>Capacidad real</b>	485 paq / turno
<b>Horas trabajadas/turno</b>	6 horas/ turno

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La capacidad real, en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., es igual a la producción real que obtiene. Teniendo en cuenta que el etiquetado es manual, la línea de producción se ve limitada por ello. Por lo tanto, se produce lo que las personas pueden etiquetar.

Se puede producir más pero, al etiquetar, las horas del turno de producción se prolongarían.

### 3.2.7. Análisis de la Información

La producción en la empresa es planificada empíricamente, es decir no se tiene una cantidad exacta de cuánto se va a vender en un determinado mes, producto de ello se produce una cantidad de paquetes, casi constante, mes a mes como se puede observar en la Figura N°17. La estrategia de trabajo de gerencia y producción es producir sin preveer pérdidas por pedidos no atendidos.

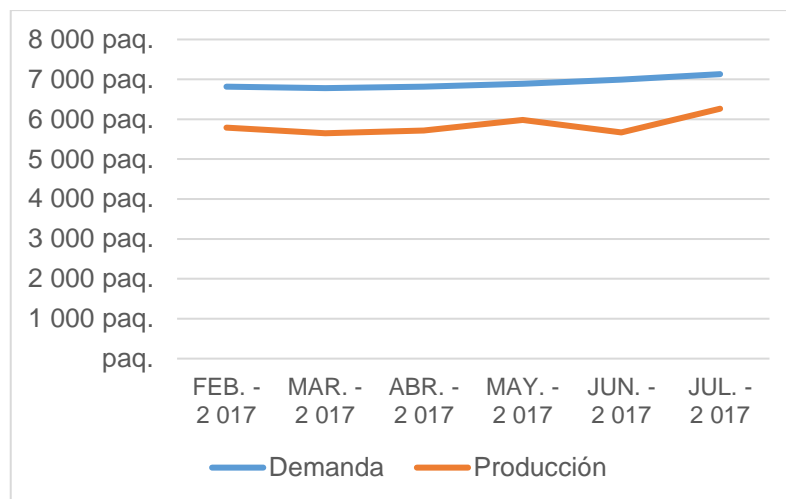


Figura N° 17: Comparación entre producción y demanda de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml  
Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

En promedio, se produce una unidad de 2 500 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada Kola Negra por día designado para dicha bebida, teniendo como producto 485 paquetes de 12 botellas en presentación de 280 ml, en promedio. La producción mensual, depende de la disponibilidad de los materiales e insumos, por ello la diferencia registrada en la producción mensual.

Tabla N° 14: Horario de Producción

Horario	Bebida gasificada jarabeada
7:30 - 13:30	Kola Fresa
	Kola Piña
14:30 - 19:30	Kola Negra

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Para la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra está establecido el segundo horario de trabajo (de 14:30 a 19:30), tal y como lo muestra la Tabla N°14.

En términos generales, la secuencia de producción de bebida gasificada jarabeada tiene etapas diferenciadas: Producción de Jarabe y Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada (Envasado, Etiquetado, Codificado y Empaquetado). En esta primera etapa el operario no realiza trabajo alguno que aporte a dicho proceso productivo, ello debido a que las actividades como tratamiento de agua, elaboración de jarabe para bebida gasificada e incluido el primer enfriamiento

(500 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada), que se realiza en el Chillers, tienen tiempos establecidos y son monitoreados por los encargados de producción, calidad y/o asistentes. Por lo tanto, son 85 minutos que los operarios no realizan actividades productivas (Tabla N°15).

Tabla N° 15: Tiempo improductivo de Mano de Obra.

Actividad	Equipo	Mano de obra	Tiempo (min)
Tratamiento de agua	Filtros	No interviene	10
Jarabe simple	Tanque de dilución	No interviene	30
Jarabe terminado	Tanque de Homogenizado	No interviene	15
Enfriamiento	Chillerss	No interviene	30
TOTAL			85

Elaboración: Propia

Así mismo, la etapa de preparación de jarabe lleva un tiempo de 55 minutos y la etapa de producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada un tiempo promedio de 390 minutos (Figura N°18), teniendo un total de 7,42 horas.

Hora	ETAPA	OPERACIÓN						Tiempo (minutos)	
14:30 – 15:25	Producción de Jarabe	Tratamiento de agua potable y Elaboración de Jarabe						55	
15:25 – 15:55	Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada	Enfriamiento						30	
15:55 – 16:25			Carbonatado	Envasado	Etiquetado	Codificado	Empacado	Armado de Pallet	30
16:25 – 16:55		Enfriamiento							30
16:55 – 17:25			Carbonatado	Envasado					30
17:25 – 17:55		Enfriamiento							30
17:55 – 18:25			Carbonatado	Envasado					30
18:25 – 18:55		Enfriamiento							30
18:55 – 19:25			Carbonatado	Envasado					30
19:25 – 19:55		Enfriamiento							30
19:55 – 20:25			Carbonatado	Envasado					30
20:25 – 20:55									30
20:55 – 21:25									30
21:25 – 21:55									30
TOTAL									445

Figura N° 18: Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml  
Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

De la Figura anterior: cada enfriamiento lleva un tiempo de 30 minutos, el mismo que tendrá como producto 500 litros de jarabe terminado (capacidad del Chillers). El carbonatador, máquina propia para realizar el carbonatado, tiene una capacidad para 100 litros la misma que se vacía cada 12 minutos, esto se debe al ritmo que va avanzando la máquina Triblock (propia para realizar el envasado).

El etiquetado, realizado de manera manual, es la que marca el ritmo para las operaciones siguientes. Si bien es, cierto las botellas pueden avanzar a la actividad siguiente sin ser etiquetadas, éstas no deben hasta ser etiquetadas.

Por otro lado, el turno establecido para la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra es el turno tarde en horario planificado de 14:30 a 19:30 (5 horas de trabajo programadas), éste no se cumple. Ello debido al proceso que se presenta y detalló (Figura N°18), así como la necesidad de producir los 2 500 litros previstos para no dejar de abastecer la demanda. Por consiguiente, se generan horas extra de trabajo cada vez que se produce la bebida en estudio: bebida gasificada jarabeada Kola Negra (Tabla N°16).

Tabla N° 16: Horas extra por día de producción para bebida gasificada jarabeada Kola Negra

Operario	Alimentador de botellas	Triblock	Etiquetado	Codificado	Empacado	Armado de pallet
Horas Programadas	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Horas Empleadas	6,42	6,42	7,42	7,42	7,42	7,42
Horas Extra	1,42	1,42	2,42	2,42	2,42	2,42

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Tabla N° 17: Costo por hora extra

Operarios	Sueldo	Costo por hora extra
Op. De alimentador de botellas	S/ 850,00	S/ 3,15
Op. Triblock	S/ 1 200,00	S/ 4,44
Op. De etiquetado	S/ 850,00	S/ 3,15
Op. Codificado	S/ 850,00	S/ 3,15
Op. Empacado	S/ 850,00	S/ 3,15
Op. De armado pallets	S/ 850,00	S/ 3,15

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La Tabla N°17 detalla el costo por hora que recibe cada operario al realizar hora extra. Dicho monto, multiplicado por las horas extra al mes, se suma al monto fijo que reciben. Es así como, en base la Tabla N°16 y la Tabla N°17, se obtienen los costos adicionales de mano de obra por día de trabajo designado para bebida gasificada jarabeada Kola Negra, los mismos que se plasman en la Tabla N°18.

Tabla N° 18: Pago diario por tiempo extra

	Aliment. de botellas	Triblock	Etiquet.	Codific.	Empac.	Armado de Pallet	TOTAL
Cantidad de operarios	1	2	2	1	2	2	10
Tiempo extra (horas)	1,42	1,42	2,42	2,42	2,42	2,42	12,52
Costo por hora extra (sol)	S/ 3,15	S/ 4,44	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 20,19
Pago total (sol)	S/ 4,47	S/ 12,61	S/ 15,25	S/ 7,62	S/ 15,25	S/ 15,25	S/ 70,44

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Por lo tanto, el costo por unidad producida de 2500 litros queda descrito de la siguiente manera:

Tabla N° 19: Costo por Unidad (2 500 l) de Bebida Gasificada Jarabeada

Insumo/ Material	Unidad	Cant.	Costo	TOTAL
Agua tratada	l	2500	S/ 0,004	S/ 10,00
Edulcorante	Bolsa	1,08	S/ 72,880	S/ 78,71
Benzoato	kg	0,50	S/ 6,360	S/ 3,18
Ac. Cítrico	kg	0,42	S/ 4,240	S/ 1,78
Ac. Fosfórico	kg	1,67	S/ 4,660	S/ 7,78
Esencia Kola	kg	3,00	S/ 38,310	S/ 114,93
Caramelina	kg	3,00	S/ 3,660	S/ 10,98
CO <sub>2</sub>	l	40	S/ 5,500	S/ 220,00
Botellas	Unidad	6585	S/ 0,111	S/ 730,94
Tapas	Unidad	7500	S/ 0,095	S/ 712,50
Etiquetas	Unidad	5820	S/ 0,089	S/ 517,98
TOTAL				S/2 408,78
Costo de Mano de obra				S/ 448,92
Otros				S/ 22,45
TOTAL				S/2 880,15
PRECIO POR PAQUETE				S/ 5,94

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

$$\text{Costo M.O (horario)} = \frac{21\,650 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 11 \frac{\text{h}}{\text{día}}} \times 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 378,49 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo M.O (tiempo extra)} = 70,44 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

Por otro lado los problemas identificados en la máquina Triblock (Tabla N°13), afectan de manera significativa e impiden aprovechar con eficiencia el jarabe terminado.

Como paso previo a ello, se consulta con las partes involucradas: producción y administración. Siendo ésta, la manera de parametrizar los principales tipos de paradas, grupos y áreas de responsabilidad.

La Tabla N°20 presenta las paradas “programadas” definidas, así como las “no programadas”, siendo estas:

- Paradas Programadas:
  - Mantenimiento: se realiza aproximadamente en 30 minutos. Este periodo de tiempo difiere de un día a otro dependiendo del estado de los equipos.
  - Limpieza de la línea.

Todo ello de manera previa al inicio de proceso de envasado de bebida gasificada jarabeada y, por consiguiente, la obtención de paquetes por 12 unidades.

- Paradas NO Programadas: Segregadas en indisponibilidades internas (presentes en el funcionamiento propio del equipo) e indisponibilidades externas (causadas por aquellas áreas ajenas al área de envasado), las que a manera general son:
  - Mecánico: problemas de origen mecánico de los equipos.
  - Logística:
    - Insumos: falta de suministro.
    - Materiales (etiquetas, botellas, tapa rosca): falta de suministro, fuera de especificaciones.
  - Calidad:
    - Etiquetas: no conformes.
    - Botellas: no conformes; traba de las mismas.
    - Tapa rosca: no conformes; traba de las mismas.

Tabla N° 20: Paradas Programadas y NO Programadas

PARADA	TIPO	AREA	DESCRIPCION
Programadas	Interna	Producción	Mantenimiento
			Cambio de formato
			Limpieza de línea
NO Programadas	Interna	Mecánico	Funcionamiento del equipo
	Externa	Logística	Falta de insumos y materiales
		Calidad	Materiales no conformes

Elaboración: Propia

La ausencia de mantenimiento planificado, así como la ocupación en actividades ajenas forman parte de las causas de este tipo de fallas; así mismo, la ausencia de herramientas para ajuste, la no existencia de parámetros de control y ausencia de registro de paradas de producción son puntos que refuerzan la probabilidad de para de producción sin una solución definitiva.

El mantenimiento que se realiza en la empresa es:

- Mantenimiento Correctivo

Se realiza cuando se presentan fallas o averías de las máquinas en mención, generando paradas de producción la misma que trae consigo afectación de la estabilidad y seguridad de la calidad de la bebida gasificada jarabeada en proceso. Dentro del proceso productivo de bebida gasificada jarabeada, se puede mencionar que las paras, en su mayoría, se debe a:

- Atascamiento:
  - Válvula de llenado
  - Válvula de sellado
  - Transportador aéreo

- Desgaste:
  - Válvulas de llenado
  - Válvula de sellado
  - Eje de Máquina Triblock

La máquina triblock se descalibra constantemente, ocasionando que las botellas en el momento de lavado caigan; en el llenado, las botellas pasan desapercibidas, se llenan poco o rebalsa el llenado y en algunos casos se atascan; y en el enchapado puede estar la chapa mal puesta, muy apretada o simplemente no tener. Todo ello origina paradas de producción, pérdida de bebida gasificada jarabeada y por ende mayor costo operativo.

Es por ello que, con ayuda de un cronómetro, en diferentes días, se tomó muestras de manera aleatoria por períodos de 10 minutos (Anexo N°04). Se decidió períodos de 10 minutos debido a que, en intervalos de tiempos menores, la cantidad obtenida de botellas que cumplen con las especificaciones de llenado, es muy variable debido a que cuando sucede alguno de los problemas presentados

en la Tabla N°13, el tiempo de corrección de productos salientes de la máquina triblock puede prolongarse.

Como resultados a dicho muestreo se tiene, en promedio: 194 botellas que cumplen con las especificaciones de llenado y/o tapado, y 56 botellas que no. Dichos desperfectos hacen el producto no conforme, es decir, producto perdido. Por lo tanto, se tiene un total promedio de 250 botellas salientes de la máquina triblock.

Tabla N° 21: Producción promedio de la máquina triblock

Producción	Tiempo (minutos)	Cantidad (botellas)
Buena	10	194
Mala	10	56
Total	10	250

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### **3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS**

#### **3.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el proceso productivo**

##### **Problema de Producción 1:**

**Tiempo ocioso, por parte de los operarios, latente durante la etapa de producción de jarabe para la bebida gasificada jarabeada.**

Como ya se ha mencionado, la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra conlleva a realizar horas extra de trabajo, ello debido a que no se aprovecha el tiempo durante la etapa de elaboración de jarabe, teniendo entre uno de sus factores al poco compromiso de la mano de obra ya que solo espera el momento para cumplir con la operación que le corresponde; tomando por excusa, en ocasión alguna, la falta de material para realizar una u otra actividad.

Así mismo, el concepto de “trabajador múltiple”, sin un análisis previo, puede perjudicar de manera considerable la productividad de la empresa, ello debido a que puede realizar actividades que no aportan de manera directa a la mejora del proceso productivo por realizar actividades indiferentes al mismo.

**Causas:**

- Método de trabajo establecido.
- Distribución de operaciones empírico.
- Resistencia al cambio de actividades.

**Propuesta de Solución:**

- Cambio de actividades, de los operarios, durante el tiempo que lleva la producción de jarabe.
- Se propone un diagrama de recorrido para disminuir el tiempo de ciclo.
- Curso de capacitación, en Instituciones Especializadas, dirigido al encargado de producción y encargado de calidad para la gestión de la producción.

**Problema de Producción 2:****Programa de producción desorganizado**

Se manifiesta debido al inadecuado sistema de reaprovisionamiento de materia prima e insumos y/o elementos, ello debido a que los proveedores de materiales y/o insumos muchas veces no tienen en stock los elementos que la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. necesita, por lo tanto, se recurre a la solución más próxima: comprar a otro proveedor, a precios más elevados, diferente calidad y ocasionando el incumplimiento de la elaboración al día de lo establecido

**Causas:**

- Programa de producción establecido por el personal del área con experiencia y conocimiento de la empresa.
- Registro deficiente de materiales e insumos en stock.
- Cambio de proveedores.
- Soluciones inmediatas, no planificadas.

**Propuesta de Solución:**

- Propuesta de planificación agregada. Establecer la cantidad que se producirá a corto plazo para poder minimizar el costo total durante el período planificado.

### **3.4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Luego de analizar la información e identificar los problemas potenciales que afectan la producción de la bebida gasificada jarabeada en estudio: bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml , en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. y sus posibles causas, procedemos al desarrollo de las propuestas de solución.

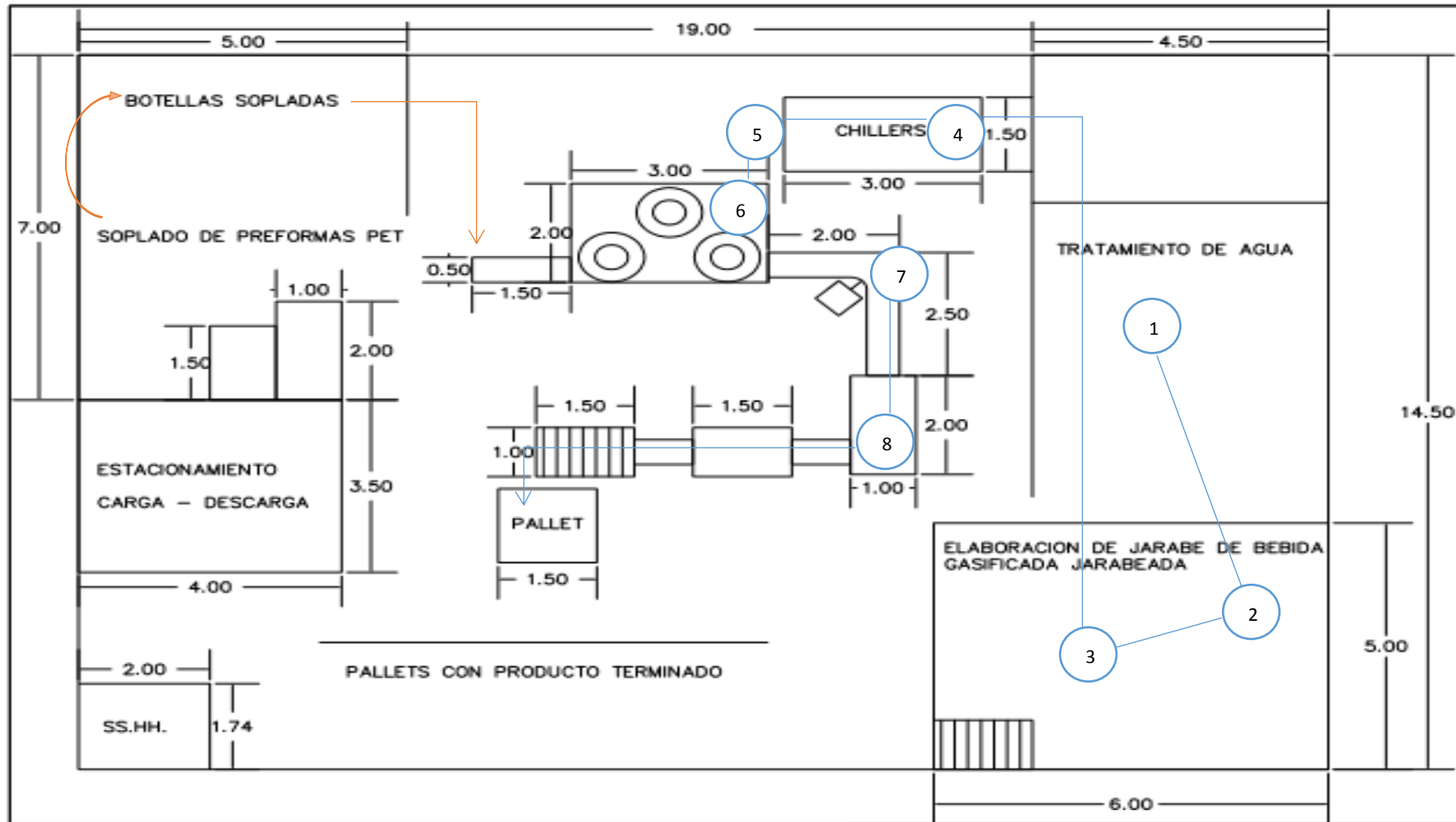
#### **3.4.1. Desarrollo de las mejoras**

##### **Mejora 1: Redistribución de Planta**

Ante el problema de tiempo ocioso de la mano de obra, durante la etapa de producción de jarabe para la bebida gasificada jarabeada, y teniendo en cuenta que la operación de etiquetado es el actual cuello de botella del proceso de producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada, se propone el cambio de secuencia de dicha operación, la misma que sería continua a la operación de soplado. Dicho cambio no alteraría de manera significativa alguna el área de trabajo, ya que no habría que realiza modificación dentro del área, mover ciertas máquinas o, en su defecto, construir para que dicha operación se pueda realizar sin problema.

Siendo así, y teniendo como referencia la Figura N°16, se plasma la propuesta de recorrido y cambio de lugar de la operación de etiquetado, la misma que se presenta a continuación en la Figura N°19.

Así mismo, la Figura N°20 muestra la propuesta de mejora. Dicha propuesta, como se menciona anteriormente, no anularía la operación de etiquetado más solo se cambiaría en el orden de secuencia, quedando continua a la operación de soplado, operación que en este estudio no se ha tratado a detalle. Ello debido a que las botellas requeridas se encuentran en sacos o cajas, por lo tanto, al estar los operarios ubicados en el área de soplado tendría las botellas PET listas para ser utilizadas.



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Escuela de Ingeniería Industrial		
<b>PLANO:</b> Diagrama de recorrido de proceso de Producción de Bebida Gasificada Kola Negro	<b>FECHA:</b> 21-11-17	<b>LAMINA:</b> DR-02
<b>LUGAR:</b> Calle Coricancha N° 159-La Victoria	<b>ESCALA:</b> 1/100	

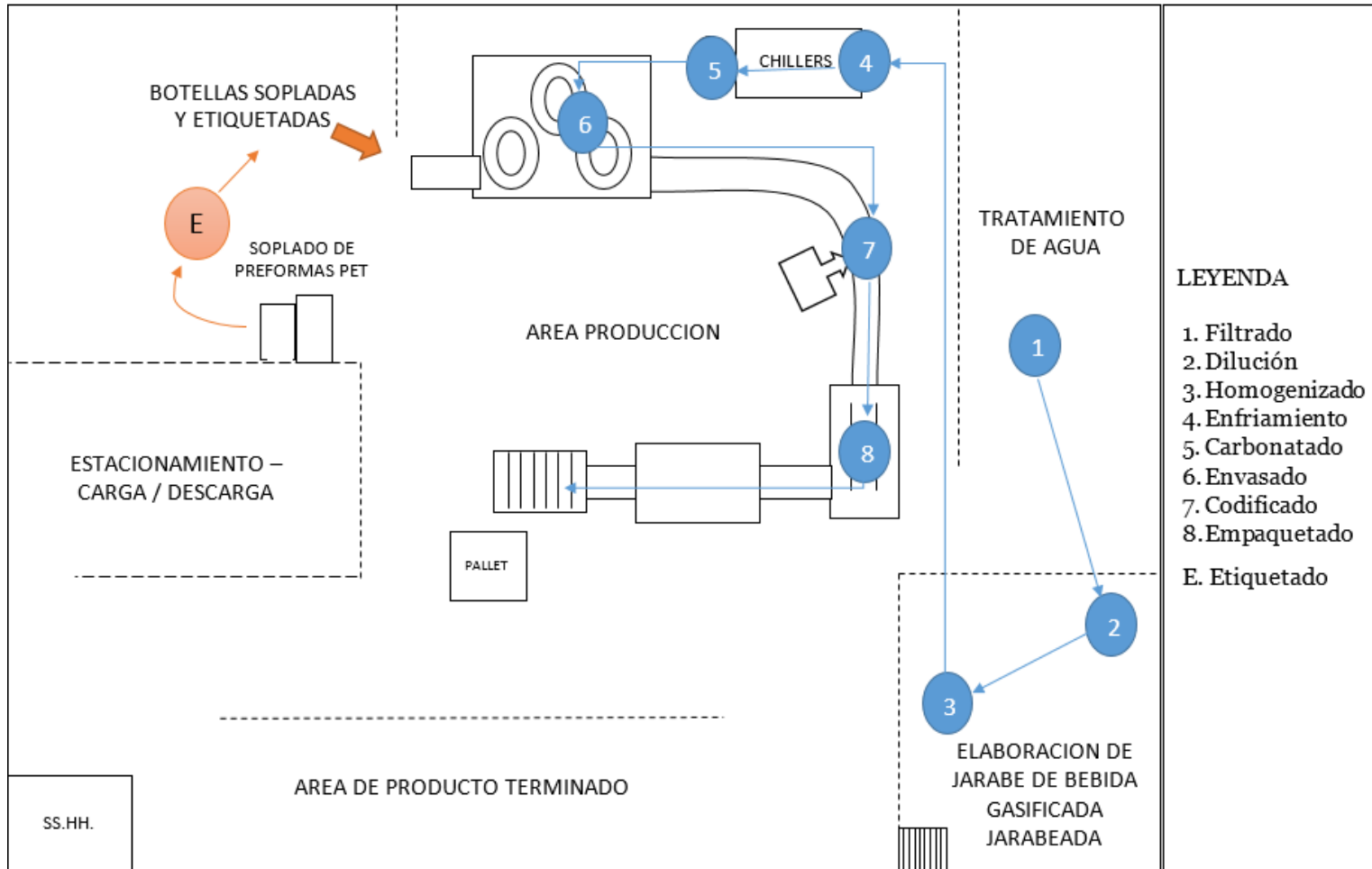


Figura Nº 19: Diagrama de Recorrido - Propuesto

Elaboración: Propia

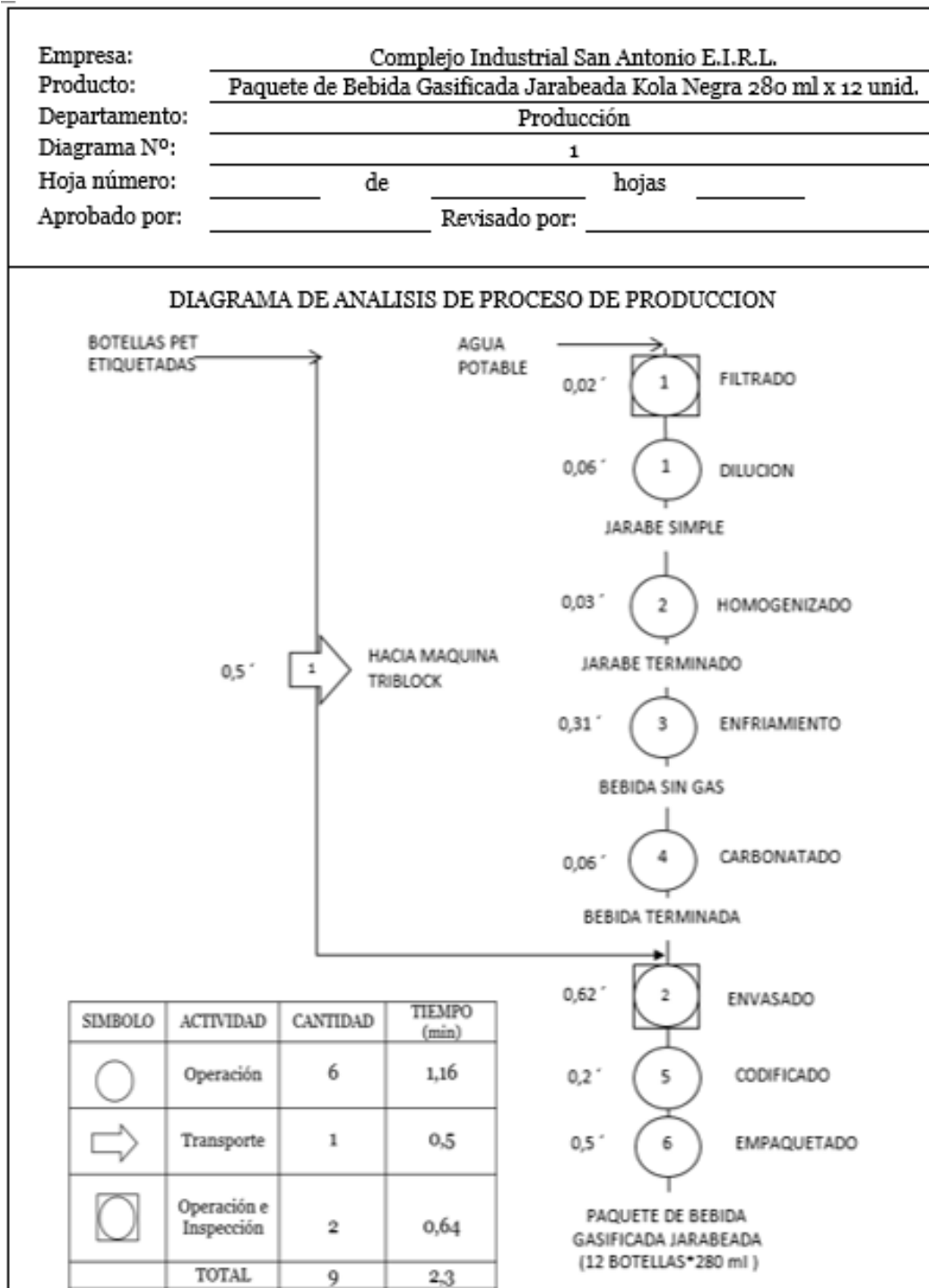


Figura N° 20: Propuesta de Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) de la Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra de 280 ml .

Elaboración: Propia

En el siguiente Figura se detallan todas las actividades que se ejecutarían, desde la elaboración de jarabe terminado de bebida gasificada jarabeada hasta la obtención en paquetes en presentación de 280 ml .

Fabrica:	Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.		
Producto:	Paquete de Bebida Gasificada Jarabeada Kola Negra 280 ml x 12 unid.		
Departamento:	Producción		
Diagrama N°:	1		
Hoja número:	de	hojas	
Aprobado por:	Revisado por:		

N°	Distancia	Tiempo (min.)	●	■	➔	◐	▼	Descripción	Observación
1	-		PREPARACION DE JARABE					2 500 Litros	
2	3,0	0,02	*					Filtrado de agua tratada	Pasa por tres diferentes filtros
3	-	0,06						Dilución	Se añade azúcar
4	-							Filtrado	a través de tuberías
5	-	0,03						Homogenizado	Se añade otras esencias y agua tratada
6	-							Filtrado	a través de tuberías
7	-	0,31						Enfriamiento	Chillers para capac. 500 Litros
8	-	0,06	*					Carbonatado	Carbonatador de 100 litros aprox.
9			PROCESO DE BEBIDA GASIFICADA JARABEADA						
10	-	0,62	*					Envasado	Embotellado de gaseosa en Máquina Triblock
11	0,5	0,20						Codificado	Al costado de faja transportadora
12	1,0	0,50	*					Empaquetado	Con plástico termo-contráible
TOTAL		1,80							

Figura N° 21: Diagrama de Análisis de Proceso para Elaboración de Bebida gasificada jarabeada Kola Negra - Método: Propuesto  
Elaboración: Propia

Si bien es cierto, esta propuesta depende de la capacidad de los operarios encargados de etiquetado al estar de manera continua al soplado para tener la cantidad de botellas etiquetadas requeridas en el tiempo establecido para la producción de bebida gasificada jarabeada, por ello tomaremos como referencia la Figura N°18, la misma que a detalle plasma la etapa de producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra y la cantidad que se tiene de jarabe terminado dispuesto a ser envasado cada cierto tiempo.

Tabla N° 22: Cronograma de abastecimiento de botellas etiquetadas

Hora	Botellas requeridas
15:55	1 785
16:55	1 200
17:55	1 200
18:55	1 200
19:55	1 200

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La Tabla N°22 presenta, a manera de resumen, la hora y la cantidad de botellas etiquetadas requeridas. Dicho requerimiento se realiza teniendo en cuenta que cada hora se tienen 500 litros de jarabe terminado (Figura N°18) listos para ser envasados. Por lo tanto, para envasar 500 litros en botellas PET con capacidad de 280 ml , se requieren:

$$Botellas\ PET\ requeridas = \frac{Litros\ de\ jarabe\ terminado}{Capacidad\ de\ botella}$$

$$Botellas\ PET\ requeridas = \frac{500\ litros}{0,280\ \frac{litros}{botella}} = 1\ 785\ botellas$$

Para mayor detalle se plasma a continuación la Tabla N°23.

Tabla N° 23: Movimiento de botellas vacías

Horario	Litros por envasar	Botellas requeridas	Botellas listas	Producción buena (botellas)	Botellas de retorno
15:55 – 16:55	500	1785	1785	1164	585
16:55 – 17:55	500	1200	1785	1164	585
17:55 – 18:55	500	1200	1785	1164	585
18:55 – 19:55	500	1200	1785	1164	585
19:55 – 20:55	500	1200	1785	1164	585
TOTAL	2 500	6 585			

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La Tabla N°23, detalla:

- Botellas requeridas: es la cantidad mínima de botellas que se necesitan para cumplir con el envasado de litros de jarabe para bebida gasificada jarabeada, y que el área de soplado debe proveer.
- Botellas listas: es la cantidad de botellas que se ubican en el alimentador de botellas. Éstas resultan de la suma de las botellas requeridas y abastecidas del área de envasado más aquellas que, producto de un mal llenado de la máquina triblock, pueden ser reutilizadas.
- Producción buena: es la cantidad de botellas que al salir de la máquina triblock no presentan defecto alguno, sobretodo de llenado. Ésta se halló teniendo como referencia la Tabla N°21:

$$\text{Producción buena} = 194 \frac{\text{bot sin defecto}}{10 \text{ min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$\text{Producción buena} = 1\ 164 \frac{\text{bot sin defecto}}{\text{h}}$$

- Botellas reutilizadas: el encargado de producción tiene previsto una merma del 2% de las botellas requeridas. Este porcentaje registra botellas muy ajustadas, chancadas, entre otros. Por consiguiente:

$$\text{Merma de botellas} = \text{Botellas requeridas} \times 2\%$$

$$\text{Merma de botellas} = 1\ 785 \times 2\% = 36 \text{ botellas}$$

Botellas reutilizadas =

$$\text{Botellas requeridas} - (\text{Producción buena} + \text{Merma de botellas})$$

$$\text{Botellas reutilizadas} = 1\,785 - (1\,164 + 35) = 585 \text{ botellas}$$

Por lo tanto, se realiza un estudio de tiempo por cronometraje a los operarios de etiquetado, teniendo como base el método tradicional, el cual pone de manifiesto que para ciclos menores a 2 minutos se debe tomar 10 veces el tiempo y para ciclos mayores a 2 minutos se debe tomar 5 veces el tiempo. Realizando el cálculo establecido para dicho método, se obtiene 3 observaciones como número de observaciones requeridas, habiendo, entonces, realizado más de las mismas (Tabla N°24)

Tabla N° 24: Tiempo observado de etiquetado

MUESTRA	Tiempo (s)			
	Operario 1	Operario 2	Operario 3	PROMEDIO
M1	6	5	8	6,33
M2	5	6	9	6,67
M3	6	7	9	7,33
M4	7	7	8	7,33
M5	5	6	10	7,00
M6	6	5	10	7,00
M7	7	6	8	7,00
M8	6	7	9	7,33
M9	7	5	9	7,00
M10	5	6	8	6,33
Rango max - Rango mín.				1,00
Media				6,93
Rango/Media				0,14
N° de observaciones				3

Fuente: Elaboración Propia

Se realizan tres mediciones (Anexo N°05), resultado requerido del método tradicional, ya que esta operación tiene actividades por considerar, obteniéndose como resultado promedio los datos plasmados en la Tabla N°25.

Tabla N° 25: Tiempo de ciclo promedio de etiquetado

Cód.	Actividad	Tiempo (s )			
		Operario 1	Operario 2	Operario 3	PROMEDIO
ACT1	Tomar etiqueta	1,0	1,3	1,0	1,1
ACT2	Tomar botella	1,0	1,0	1,3	1,1
ACT3	Colocar etiqueta	3,3	3,0	5,3	3,9
ACT4	Soltar botella etiquetada	1,0	1,0	1,0	1,0
	TOTAL	6,3	6,3	8,7	7,1

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo el tiempo observado, se procede al cálculo del tiempo normal bajo la expresión:

$$TN = TCP * FC$$

donde:

TN = Tiempo normal

TCP = Tiempo de ciclo promedio = Promedio de muestras tomadas

FC = Factor de calificación de desempeño.

La Tabla del Sistema de Westinghouse para la calificación de la actuación del trabajador será nuestra herramienta de apoyo (Anexo N°02), siendo esta la guía para estimar el factor de calificación de desempeño, ya que considera cuatro factores para evaluar al trabajador, tal como se muestra a continuación:

Habilidad	..... Buena	C2 = 0,03
Esfuerzo	..... Aceptable	E1 = -0,04
Condiciones de Trabajo.....	Aceptable	E = -0,03
Consistencia	..... Buena	C = 0,01

$$FC = 1 + 0,03 - 0,04 - 0,03 + 0,01$$

$$\text{Factor de Calificación (FC)} = 0,97$$

Por lo tanto:

$$TN = 7,1 * 0,97 = 6,89 \text{ s}$$

De manera consecuente se calcula el Tiempo estándar. Para ello se debe tener en cuenta, también, el factor de suplemento o tolerancia, dicho factor tiene consideraciones que deben tener un trato especial, ya que influyen en posibles retrasos.

La organización Internacional del Trabajo – OIT (Anexo N°6), presenta una tabla de tolerancias típicas a considerar según sea el caso, de las cuales solo se considerará tres en este estudio: Necesidades personales 5%, Fatiga 4% y Monotonía excesiva 1%, por lo tanto:

$$FS = 5\% + 4\% + 1\% = 0,10$$

Teniendo así:

$$TE = \frac{TN}{(1 - \text{Factor de suplemento})} = 7,66 \approx 8 \text{ s}$$

Por lo tanto, con el tiempo estándar hallado, se procedió a calcular la cantidad de botellas etiquetadas que un operario puede producir en un minuto.

$$\text{Producción de botellas etiquetadas} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo ciclo de botella etiquetada}}$$

$$\text{Producción de botella etiquetada} = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{segundos}}{\text{minuto}}}{8 \frac{\text{segundos}}{\text{botella etiquetada}}}$$

$$\text{Producción de botella etiquetada} = 7,5 \text{ botellas etiquetadas}$$

La Tabla N°26, muestra aquella disponibilidad de mano de obra debido a que, como se explicó anteriormente, durante la etapa de producción de jarabe para la bebida gasificada jarabeada, los operarios en mención no realizan actividad alguna que aporte al proceso de producción y en la siguiente etapa, todos realizan labor constante y permanente.

Tabla N° 26: Disponibilidad de M.O. para etiquetado

Etapa	Tiempo (min )	Operarios Disponibles	Total operarios
Producción de Jarabe	55	2 Op. De etiquetado 1 Op. De soplado 1 Op. Alimentador 1 Op. De codificado 2 Op. De armado	7
Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada	245	2 Op. De etiquetado 1 Op. De soplado	3
TOTAL	300	10	

Fuente: Elaboración Propia

Entonces, teniendo conocimiento de la cantidad de botellas que puede etiquetar un operario por minuto y el número de operarios disponibles (Tabla N°26), se procede a realizar el cálculo del número de botellas etiquetadas que se pueden obtener trabajando durante el horario establecido por la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. para el turno tarde, es decir de 14:30 a 19:30 (Tabla N°14). Así mismo se tiene en cuenta la cantidad de botellas que se requiere (Tabla N°21).

Tabla N° 27: Botellas etiquetadas programadas

$\frac{\text{botellas etiquetadas}}{\text{minuto} * \text{operario}}$	7,0
---	-----

Etapa	Horario	Tiempo (minutos)	Operarios Disponibles	Botellas etiquetadas	Botellas requeridas	Botellas disponibles
Producción de Jarabe	14:30 – 15:25	55	7	2 695		2 695
Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada	15:25 – 15:55	30		1 470	1 785	2 380
	15:55 – 16:25	30	3	630		3 010
	16:25 – 16:55	30		630	1 200	2 440
	16:55 – 17:25	30		630		3 070
	17:25 – 17:55	30		630	1 200	2 500
	17:55 – 18:25	30		630		3 130
	18:25 – 18:55	30		630	1 200	2 560
	18:55 – 19:25	30		630		3 190
	19:25 – 19:30	5		105		3 295
	19:55					1 200
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>		<b>10</b>	<b>8 680</b>	<b>6 585</b>

Fuente: Elaboración Propia

Realizado el cálculo requerido (Tabla N°27), se aprecia que es posible la entrega de botellas etiquetadas en el tiempo establecido, identificando, entonces, que el tiempo que demora el nuevo proceso de producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, es posible, disminuyendo, desde luego los costos de hora extra de mano de obra (Tabla N°28).

Tabla N° 28: Pago diario por Tiempo Extra

	Alimentador de botellas	Triblock	Codificado	Empacado	Armado de Pallet	TOTAL
Cantidad de operarios	1	2	1	2	2	8
Tiempo extra (horas)	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	7,10
Costo por hora extra (sol)	S/ 3,15	S/ 4,44	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 17,04
Pago total (sol)	S/ 4,47	S/ 12,61	S/ 4,47	S/ 8,95	S/ 8,95	S/ 39,45

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de botellas etiquetadas disponibles (no usadas) representa un costo para Complejo Industrial San Antonio, el mismo que altera el costo por unidad (2 500 litros) de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Botellas etiquetadas disponibles} &= 2\,095 \text{ bot. etiq.} \times (0,089 + 0,111) \\ &= 419,00 \text{ soles} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Unidad de 2 500 litros producidos, tendría un costo de:

Tabla N° 29: Costo por Unidad (2 500 l) de Bebida Gasificada Jarabeada

Insumo/ Material	Unidad	Cant.	Costo	TOTAL
Agua tratada	l	2500	S/ 0,004	S/ 10,00
Edulcorante	Bolsa	1,08	S/ 72,880	S/ 78,71
Benzoato	kg	0,50	S/ 6,360	S/ 3,18
Ac. Cítrico	kg	0,42	S/ 4,240	S/ 1,78
Ac. Fosfórico	kg	1,67	S/ 4,660	S/ 7,78
Esencia Kola	kg	3,00	S/ 38,310	S/ 114,93
Caramelina	kg	3,00	S/ 3,660	S/ 10,98
CO <sub>2</sub>	l	40	S/ 5,500	S/ 220,00
Botellas	Unidad	6 585	S/ 0,111	S/ 730,94
Tapas	Unidad	7 500	S/ 0,095	S/ 712,50
Etiquetas	Unidad	5 820	S/ 0,089	S/ 517,98
TOTAL				S/ 2 408,78
Costo de Mano de obra				S/ 417,94
Otros				S/ 22,45
TOTAL				S/ 2 849,17
PRECIO POR PAQUETE				S/ 5,87

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

Se realiza el cálculo del costo de mano de obra teniendo en cuenta que el costo de tiempo extra es la variante.

$$\text{Costo M.O (horario)} = \frac{21\,650 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} \times 11 \frac{\text{h}}{\text{día}}} \times 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 378,49 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo M.O (tiempo extra)} = 39,45 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

Por otro lado, teniendo en cuenta la cantidad de botellas etiquetadas disponibles, la cantidad mínima y movimiento de botellas requeridas cada cierto período de tiempo (Tabla N°22) y, la capacidad del tanque de 3 000 litros (para la elaboración de jarabe de bebida gasificada jarabeada), se evalúa la producción del tanque ocupando la capacidad total.

La Figura N°22 muestra la adición de un tanque a enfriar (500 litros más), así como los tiempos que quedarían establecidos para la producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra para una unidad de producción de 3 000 litros de jarabe para bebida gasificada jarabeada Kola Negra.

Hora	ETAPA	OPERACIÓN					Tiempo (minutos)	
14:30 – 15:25	Producción de Jarabe	Tratamiento de agua potable y Elaboración de Jarabe					55	
15:25 – 15:55	Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada	Enfriamiento					30	
15:55 – 16:25			Carbonatado	Envasado	Codificado	Empacado	Armado de Pallet	30
16:25 – 16:55		Enfriamiento						30
16:55 – 17:25			Carbonatado	Envasado				30
17:25 – 17:55		Enfriamiento						30
17:55 – 18:25			Carbonatado	Envasado				30
18:25 – 18:55		Enfriamiento						30
18:55 – 19:25			Carbonatado	Envasado				30
19:25 – 19:55		Enfriamiento						30
19:55 – 20:25			Carbonatado	Envasado				30
20:25 – 20:55		Enfriamiento						30
20:55 – 21:25			Carbonatado	Envasado				30
21:25 – 21:55								30
TOTAL								445

Figura N° 22: Producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada Kola Negra – Unidad de 3 000 litros  
Fuente: Elaboración Propia

La Figura N°22, muestra que la preparación de 3 000 litros de jarabe para bebida gasificada jarabeada Kola Negra, es posible de realizar y envasar manteniendo el horario actual de trabajo.

Si bien es cierto, los operarios de etiquetado no tendrían participación en el costo por hora extra, el operario del alimentador de botellas, y los maquinistas de triblock sí la tendrían, por consiguiente se procedió a calcular el pago por tiempo extra (Tabla N°30).

Tabla N° 30: Pago diario por tiempo extra

	Alimentador de botellas	Triblock	Codificado	Empacado	Armado de Pallet	TOTAL
Cantidad de operarios	1	2	1	2	2	8
Tiempo extra (horas)	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	12,1
Costo por hora extra (sol)	S/ 3,15	S/ 4,44	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 3,15	S/ 17,04
Pago total (sol)	S/ 7,62	S/ 21,49	S/ 7,62	S/ 15,25	S/ 15,25	S/ 67,23

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N°30 pone de manifiesto el monto a pagar por tiempo extra que se realizaría, el mismo que sería de 67,23 soles. Por consiguiente al ver el monto actual, de 70,44 soles, que la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. paga por tiempo extra (Tabla N°19), se tendría un ahorro de 3,21 soles por turno designado para la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml , además de 97 paquetes más, en promedio, producto de los 500 litros que se añadieron como jarabe terminado.

Así mismo, teniendo en cuenta la Tabla N° 27, se tienen disponibles las botellas que se requieren para envasar los 3 000 litros de jarabe para bebida gasificada jarabeada kola Negra, quedando un saldo que representaría un costo de:

$$\text{Botellas etiquetadas disponibles} = (2\ 095 - 1\ 200) = 895$$

$$\begin{aligned} \text{Costo por Botellas etiquetadas disponible} = \\ 895 \text{ bot. etiq.} \times (0,089 + 0,111) = 179 \text{ soles} \end{aligned}$$

Por lo tanto la Unidad de 3 000 litros producidos, tendría un costo de:

Tabla N° 31: Costo por Unidad (3 000 l) de Bebida Gasificada Jarabeada

Insumo/ Material	Unidad	Cant.	Costo	TOTAL
Agua tratada	l	3000	S/ 0,004	S/ 12,00
Edulcorante	Bolsa	1.3	S/ 72,880	S/ 94,74
Benzoato	kg	0.6	S/ 6,360	S/ 3,82
Ac. Cítrico	kg	0.5	S/ 4,240	S/ 2,12
Ac. Fosfórico	kg	2	S/ 4,660	S/ 9,32
Esencia Kola	kg	3.6	S/ 38,310	S/ 137,92
Caramelina	kg	3.6	S/ 3,660	S/ 13,18
CO <sub>2</sub>	l	40	S/ 5,500	S/ 220,00
Botellas	Unidad	7 785	S/ 0,111	S/ 864,14
Tapas	Unidad	9 000	S/ 0,095	S/ 855,00
Etiquetas	Unidad	7 785	S/ 0,089	S/ 692,87
TOTAL				S/ 2 905,11
Costo de Mano de obra				S/ 445,72
Otros				S/ 22,45
TOTAL				S/ 3 373,28
PRECIO POR PAQUETE				S/ 5,80

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

$$\text{Costo M.O (horario)} = \frac{21\,650 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 11 \frac{\text{h}}{\text{día}}} \times 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 378,49 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo M.O (tiempo extra)} = 67,23 \frac{\text{sol}}{\text{día}}$$

## Mejora 2: Planificación agregada

La planificación establecida por el personal del área en base a la experiencia y conocimiento de la empresa, genera pérdidas considerables (Tabla N°09).

Para cumplir con la demanda que presenta la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. se utilizará la planeación agregada, tomando como referencia la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra durante los últimos 6 meses, período durante el cual 12 días por mes, en promedio, fueron designados para la producción de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml.

Tabla N° 32: Planificación agregada, opción de horas extra - Actual

MES	Producción (paquetes)	Demanda (paquetes)	Días trabajados por mes	Horas / día	Horas totales	Horas / paquete	Unidades por producir	Horas extras
Febrero	5 790	6 820	12	6	72	0,012	1 030	12
Marzo	5 649	6 780	12	6	72	0,013	1 131	15
Abril	5 717	6 815	12	6	72	0,013	1 098	14
Mayo	5 982	6 885	12	6	72	0,012	903	11
Junio	5 669	6 990	12	6	72	0,013	1 321	17
Julio	6 264	7 130	13	6	78	0,012	866	10
Total	35 071	41 420	73		438		6 349	79

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Tabla N°32, la demanda es de 41 420 paquetes\*12 botellas de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, requiriéndose para ello un total de 517 horas de trabajo. Sin embargo, la Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. ha designado para la elaboración de bebida gasificada jarabeada Kola Negra solo el turno tarde, trabajando 6 horas en dicho turno, contando con una mano de obra de 10 operarios durante la producción de paquetes de bebida gasificada jarabeada. Por lo tanto, para cumplir con el abastecimiento de la demanda se necesitaría de 79 horas extras.

Al desarrollar la propuesta, se podrá envasar 3 000 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada (Figura N°22), obteniendo, desde luego, 582 paquetes de la misma para la presentación de 280 ml , con 8 operarios en el área de envasado.

Tabla N° 33: Planificación agregada, opción de horas extra - Propuesta

MES	Horas / día	Días trabajados por mes	Horas totales	Producción (paq/día)	Producción (paq/mes)	Demanda (paquetes)
Febrero	6	12	72	582	6 984	6 820
Marzo	6	12	72	582	6 984	6 780
Abril	6	12	72	582	6 984	6 815
Mayo	6	12	72	582	6 984	6 885
Junio	6	12	72	582	6 984	6 990
Julio	6	13	78	582	7 566	7 130
Total		73	438		42 486	41 420

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N°33, muestra que con el método de trabajo propuesto, laborando durante el mismo período de tiempo por día, se obtiene mayor producción.

### 3.4.2. Nuevos indicadores de producción y productividad

Con la mejora propuesta, se llegaría a producir 582 paquetes de 12 botellas de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, en promedio, tomando como base los datos de la Tabla N°21, durante el tiempo que actualmente se requiere para el procesamiento de 2 500 litros de jarabe terminado de bebida gasificada jarabeada. Así mismo, se presenta el nuevo costo de la unidad de producción, ya que será de 3 000 litros producidos de jarabe de bebida gasificada jarabeada (Tabla N°31).

Se deberá tener en cuenta que producto terminado (PT) se le denominará a aquella botella de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml que está bien llenada, tapada y etiquetada.

Por consiguiente:

### 3.4.2.1. Productividad

#### - Productividad de Materia Prima

$$Productividad\ M.P. = \frac{97 \frac{paq}{h} \times 12 \frac{PT}{paq}}{500 \frac{l\ de\ jarabe}{h}}$$

$$Productividad\ M.P. = 2,33 \frac{PT}{l\ de\ jarabe}$$

Ello quiere decir que por cada litro de jarabe terminado, se obtiene 2,33 producto terminado.

#### - Productividad de Mano de Obra:

En este caso se considera la M.O. que influye de manera directa en el proceso productivo de bebida gasificada jarabeada, siendo 10 dichos operarios.

$$Productividad\ M.O. = \frac{582 \frac{paq}{turno}}{10 \frac{op}{turno}}$$

$$Productividad\ M.O. = 58,2 \frac{paquete}{op}$$

Se obtienen 58,2 paquetes con producto terminado por operario.

#### - Productividad económica:

$$Productividad\ económica = \frac{97 \frac{paq}{h}}{\frac{1\ unidad}{3\ 000\ l\ de\ jarabe} \times 3\ 373,28 \frac{sol}{unidad} \times 500 \frac{l}{h}}$$

$$Productividad\ económica = 0,17 \frac{PT}{sol}$$

Se obtienen 0,17 paquetes con producto terminado por cada sol invertido. El capital empleado se detalla en la Tabla N°31.

### 3.4.2.2. Eficiencia

#### - Eficiencia física

$$Eficiencia\ Física = \frac{Producción\ Total}{Insumos\ Requeridos}$$

$$Eficiencia\ Física = \frac{litros\ de\ gaseosa\ envasada}{litros\ de\ jarabe\ terminado}$$

$$Eficiencia\ Física = \frac{97 \frac{paq}{h} \times 12 \frac{PT}{paq} \times 0,28 \frac{l}{PT}}{500 \frac{l}{h}} = 65,18 \%$$

Se indica que, por cada 500 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada Kola Negra, en promedio, el 65,18% se obtiene como producto terminado.

#### - Eficiencia económica

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta (Tabla N° 31). La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad ( $E_e > 1$ ).

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas\ (ingresos)}{Costos\ (inversiones)}$$

$$Eficiencia\ Económica = \frac{7,00\ soles/paq.}{5,80\ soles/paq.} = 1,21$$

Significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,21 soles por paquete.

### 3.4.2.3. Cuello de botella

De acuerdo a la Figura N°20, el cuello de botella estaría dado en la etapa de envasado siendo éste de 0,62 min./paq.

### 3.4.2.4. Tiempo de ciclo

Tomando como referencia el diagrama de análisis de proceso propuesto (Figura N°21), se registra un tiempo de 1,8 min./paq.

### 3.4.2.5. Producción.

Se envasarían, en promedio, 582 paquetes de 12 botellas en presentación de 280 ml con una producción de jarabe terminado de 3 000 litros, en un tiempo promedio de 6 horas.

$$\text{Producción} = 582 \frac{\text{paq.}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}}$$

$$\text{Producción} = 97 \text{ paq./hora}$$

### 3.4.2.6. Capacidad

#### - Capacidad real

<b>Capacidad real</b>	1 955,52 litros/turno
<b>Capacidad real</b>	582 paq / turno
<b>Horas trabajadas/turno</b>	6 horas/ turno

Fuente: Empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La capacidad real, en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L., es igual a la producción real que obtiene. Teniendo en cuenta que ahora todas las botellas que salgan de la máquina triblock, estarán etiquetadas.

### 3.4.3. Comparación de indicadores

Tabla N° 34: Comparación de indicadores

Indicador	Unidad	Actual	Propuesta	Mejora
Producción	paq./hora	81,00	97,00	+ 20%
Productividad de jarabe terminado	paq./litro de jarabe	1,94	2,33	+ 20%
Productividad de mano de obra	paq./op.	48,5	58,2	+ 20%
Productividad económica	paq./sol	0,14	0,17	+ 22%
Eficiencia física	%	54,43	65,18	+ 20%
Eficiencia económica		1,18	1,21	3%
Cuello de botella	min.	Etiquetado 0,74	Envasado 0,62	- 16%
Tiempo de ciclo	min.	2,54	1,80	- 29%
Capacidad Real	litro/turno	1 629,6	1 955,52	+ 20%

Elaboración: Propia

Identificados los nuevos indicadores, se procede a identificar el impacto causado en cada uno de ellos, especificado en la Tabla N°34.

La producción tiene un aumento del 20%, ello debido a que el tiempo cuello de botella ha disminuido de 0,74 minutos a 0,62 minutos.

Dicha mejora también repercute de manera favorable en el aumento de la productividad de jarabe terminado (materia prima) en un 20 %, mano de obra en 20% respecto al indicador actual. Así mismo, la productividad económica presenta crecimiento del 22%, respecto al indicador actual.

### **3.5. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO**

#### **3.5.1. Beneficios implementando la mejora**

- Beneficios para la empresa:
  - Producir más, en el horario establecido.
  - Aumentar la cantidad de pedidos atendidos.
  - Aumentar utilidades.
  - Garantizar el abastecimiento de pedidos.
  - Disminuir sus costos de producción.
  - Flexibilidad.
  - Reducir cuello de botella, sin perjudicar operación y/o área alguna.
  - Mejorar las áreas de trabajo
  - Ser empresa competitiva.
  - Disminuir tiempo ocioso del operario.
  
- Beneficios para el operario:
  - Capacitación
  - Rotación de área
  - No realizar trabajos poco familiares al que fue contratado.
  - Capacidad de propuestas debido a la rotación de áreas.

#### **3.5.2. Inversión en la mejora**

Para la propuesta planteada, se requerirá la inversión detallada en la tabla siguiente:

Tabla N° 35: Inversión en la mejora

Descripción	Costo unitario (S/)	Cantidad	Costo total (S/)
Capacitación al personal**	1 500,00	2	3 000,00
Compra de mesa	100,00	1	100,00
Compra de sillas	25,00	3	75,00
TOTAL			3 175,00

Elaboración propia

\*\*El precio de la capacitación es referencial de Pontificia Universidad Católica del Perú

- **Capacitación al personal**

Para lograr la aceptación de la propuesta planteada, se propone capacitar al personal: encargado de Producción y encargado de Calidad, con la finalidad que al ser capacitados vean que el método de trabajo es fundamental y la resistencia al cambio no es un buen aliado. Así mismo, y teniendo el contenido de cada módulo, estos se pueden ir desarrollando, de manera práctica, en la empresa teniendo como horizonte el presente proyecto de investigación.

Así mismo, la competitividad en que se vive suma a que la empresa tenga como deber, capacitar al personal para poder optimizar resultados y posición competitiva, logrando ser productivos.

**Objetivo principal:** Impartir los conocimientos y habilidades, de manera tal que se pueda evidenciar la mejora continua dentro de la organización desde el punto de vista práctico, asegurando la gestión y toma de decisiones.

**Contenido:**

**Módulo 1: Estudio de Trabajo – Producción y Productividad**

- Producción
- Productividad
- Desperdicio
- Contenido Total de Trabajo

**Módulo 2: Mejora continua**

- Política de calidad de la organización
- Acciones correctivas y preventivas
- Satisfacción de exigencias.
- Costos de la calidad: costo de prevención, detección, no conformidades internas, no conformidades externas.

### **Módulo 3: Las herramientas básicas de la Calidad**

- Diagrama de flujo
- Diagrama causa-efecto
- Diagrama de Pareto
- Hoja de control
- Histogramas
- Graficas de control

### **Módulo 4: Estudio de Métodos**

- Etapa 1: SELECCIONAR
- Etapa 2: REGISTRO de método actual
- Etapa 3: EXAMINAR el método actual
- Etapa 4: IDEAR el método mejorado

Tabla N° 36: Cronograma para la capacitación

Actividad	MES				Resultado
	1	2	3	4	
Desarrollo de Módulo 1	X				Fuerza laboral capacitada
Desarrollo de Módulo 2		X			
Desarrollo de Módulo 3			X		
Desarrollo de Módulo 4				X	

Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

#### **- Compra de mesa y sillas**

Dichos elementos serán utilizados para la comodidad de las personas encargadas del etiquetado, ello debido a que, como se detalló en el desarrollo, ésta actividad será puesta de manera continua al soplado.

Tabla N° 37: Inversión en herramientas

HERRAMIENTAS			
DETALLE	COSTO	CANT.	TOTAL
Mesa cuadrada de plástico	100,00	1	100,00
Sillas plásticas - Adulto	25,00	3	75,00
TOTAL			175,00

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3. Cuantificación de los beneficios obtenidos

Identificado los cambios en el proceso de producción realizado con la propuesta desarrollada, se demostrará las ventajas de la implementación con costos.

#### - Proceso Actual

En la Tabla N°38, se muestra lo que le cuesta a la empresa producir un paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, el precio de venta y la ganancia que ésta proporciona.

Tabla N° 38: Utilidad de 1 paquete de 280 ml (12 botellas)

Presentación	Costo Unitario	Precio de Venta	Utilidad
1 paquete (12 bot.*280 ml)	S/ 5,94	S/ 7,00	S/ 1,06

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La utilidad por un paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml es de S/ 1,058. En la Tabla N°39, se muestra la ganancia anual del actual método de producción y utilización de 2 500 litros, de la cual se obtienen 485 paquetes con doce (12) botellas en presentación de 280 ml, en promedio.

Tabla N° 39: Ganancia Mensual (soles) – Actual

Lote de producción por Unidad (2 500 Litros)	Demanda abastecida mensual (paquetes)	Ingreso Mensual (soles)	Gastos Mensual (soles)	Ganancia Mensual (soles)	Ganancia Anual (soles)
485 paquetes*12 botellas en presentación de 280 ml	5 820	40 740,00	34 570,80	6 169,20	74 030,40

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

### - Proceso Propuesto

En la Tabla N°40, se muestra lo que le costaría a la empresa producir un paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml realizando el cambio de etiquetado como operación siguiente al soplado y aprovechando la capacidad total del tanque de homogenizado, el precio de venta y la ganancia que ésta proporciona.

Tabla N° 40: Utilidad de 1 paquete de 280 ml (12 botellas)

Presentación	Costo Unitario	Precio de Venta	Utilidad
1 paq. (12 bot.*280 ml)	S/ 5,80	S/ 7,00	S/ 1,20

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

La utilidad por un paquete de bebida gasificada jarabeada Kola Negra en presentación de 280 ml, implantada la propuesta, es de S/ 1,20. En la Tabla N°41, se muestra la utilidad anual desarrollando el método propuesto de producción y utilización de 3 000 litros, de la cual se obtendría 582 paquetes con doce (12) botellas en presentación de 280 ml, en promedio.

Tabla N° 41: Ganancia Mensual (soles) - Propuesta

Lote de producción por Unidad (3 000 Litros)	Demanda abastecida mensual (paquetes)	Ingreso Mensual (soles)	Gastos Mensual (soles)	Ganancia Mensual (soles)	Ganancia Anual (soles)
582 paquetes*12 botellas en presentación de 280 ml	6 984	48 888	40 507,20	8 380,80	100 569,60

Fuente: Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L.

En la Tabla N°42, se muestra un cuadro comparativo con el mismo tiempo que demorada producir y procesar 2 500 litros de jarabe terminado de bebida gasificada jarabeada Kola Negra, observando que ahora con la implementación del etiquetado al estar de manera continua al soplado, se podrá obtener un aumento de utilidad, produciendo y procesando 3 000 litros de jarabe terminado de bebida gasificada jarabeada Kola Negra.

Tabla N° 42: Cuadro comparativo de Utilidad

Proceso	Producción (días/mes)	Producción de Jarabe terminado (litros/día)	Producción obtenida (paquetes/mes)	Ganancia (soles/año)
Actual	12	2500	5 820	S/ 74 030,40
Propuesta	12	3000	6 984	S/ 100 569,60

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.5.4. Relación Costo-Beneficio implementando la mejora.

Como se detalló en el punto 3.5.2, la inversión en la mejora no requiere de un financiamiento exterior o financiamiento a largo plazo. Así mismo, teniendo en cuenta la ecuación que se describe a continuación, verificaremos la eficiencia económica de la propuesta, teniendo en cuenta:

Tabla N° 43: Cuadro comparativo de producción

Proceso	Unidad de Jarabe Preparado (Litros)	Costo (soles/unidad)	Producción (paq./turno)
Actual	2 500,00	2 880,15	485
Propuesto	3 000,00	3 373,28	582
<b>Diferencia</b>	<b>500,00</b>	<b>493,13</b>	<b>97</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$Beneficio = 97 \frac{paq.}{día} \times 7 \frac{soles}{paq.} \times 12 \frac{días}{mes} \times 12 \frac{mes}{año}$$

$$Beneficio = 97\,776 \frac{soles}{año}$$

$$\text{Costo} = 493,13 \frac{\text{soles}}{\text{día}} \times 12 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{mes}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo} = 71\,010,72 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

Por lo tanto:

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{(\text{Beneficio de producción extra} - \text{Costo de producción extra})}{\text{Costo de implementación para producción extra}}$$

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{(97\,776 - 71\,010,72)}{3\,175}$$

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = 8,43$$

Por consiguiente, la relación costo-beneficio indica que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de S/ 8,43 soles.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

El estudio de método de trabajo y medición de tiempos, son vital para el diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de bebida gasificada jarabeada. Así se determinó 85 minutos de tiempo improductivo promedio de mano de obra en la etapa de producción de jarabe para bebida gasificada, extendiéndose hasta el primer enfriamiento que se requiere para empezar con el envasado.

La propuesta de mejora permite el uso eficiente de recursos como tiempo, material, persona y dinero, disminuyendo el cuello de botella de 0,74 min a 0,62 min y usar el 100% de la capacidad del tanque de homogenizado (3000 litros de jarabe terminado para bebida gasificada jarabeada), de ser requerido. Por lo tanto, la producción actual se puede realizar en menos tiempo o, en su defecto, es posible aumentar la producción en 20%, es decir la obtención de 97 paquetes más por día, lo mismo que generaría una utilidad adicional de S/ 185,87 soles. Con una variación positiva del 17,65% de la productividad.

El análisis costo-beneficio muestra la rentabilidad de la propuesta, teniendo una ganancia de S/ 8,43 soles por cada sol invertido.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Desarrollar e implementar la propuesta de mejora desarrollada en esta investigación genera beneficios monetarios considerables para la empresa y una metodología dinámica.

La capacitación para la implementación de la propuesta, es vital, ello debido a que se buscará la estandarización en los procesos y que los operarios estén familiarizados con las diferentes etapas del proceso.

Desarrollar un plan de mantenimiento ayudaría a tener las máquinas en correcto funcionamiento, reduciendo averías y paradas imprevistas por lo tanto, pérdida de bebida gasificada jarabeada.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agu, Philemon; Ugwu, Joy; Igwegbe, Dan. 2017. Effect of Management Information System on Organizational Performance: A Study of 7UP Bottling Company Enugu. *Social Development*. Disponible en: [https://www.arabianjbm.com/pdfs/NGJSD\\_VOL\\_6\\_1/1.pdf](https://www.arabianjbm.com/pdfs/NGJSD_VOL_6_1/1.pdf)
- Aguilera, Carlos. 2000. Un Enfoque Gerencial de la Teoría de las Restricciones. Estudios Gerenciales. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=So123-59232000000400004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So123-59232000000400004)
- Arroyo, Maximiliano Y Torres, Juan. 2012. Organización de Plantas Industriales. Apuntes de estudio. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.
- Barry, Jay. 2004. “Principios de Administración de Operaciones”. Mexico. 5<sup>o</sup> Edición. Editorial: Pearson Educacion.
- Borges, Rui; Freitas, Filipa; Sousa, Inès. 2015. Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management & Innovation*. Disponible en: <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/1863>
- Fogarty, D; Blackstone, J; Hoffmann, T. Administración de la producción e inventarios. México: CECSA. 1999
- Forero Páez, Yesid; Ovalle Castiblanco, Alex Mauricio. 2013. Análisis de los Sistemas de Programación de la Producción en la Gran Empresa de la Región Centro Sur de Caldas-Colombia. *Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias III*: 91-98. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215028421010>
- García, Roberto. 1977. “Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo”. Ginebra. 2<sup>o</sup> Edición. Editorial: Mc Graw Hill.
- Hernandez, Nathaly. 2015. Propuesta de mejora de la Producción para la empresa de tubos y postes Chiclayo S.R.L. aplicando la Teoría de Restricciones. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo.

- Herrera, Milton. 2011. Programación de la Producción: Una perspectiva de productividad y competitividad. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/62463010/Programacion-de-La-Produccion#download>
- Kanaway, George. 2010. “Introducción al estudio del trabajo”. Ginebra. 4º Edición. Oficina Internacional del Trabajo (OIT)
- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; Malhotra, Manoj. 2008. “Administración de operaciones” México. 8º Edición. Editorial: Pearson Educación.
- Pearce, Antony Y Pons, Dirk. 2013. Implementing Lean Practices: Managing the Transformation Risks. Journal of Industrial Engineering. Disponible en: <https://www.hindawi.com/archive/2013/790291/>
- Ortiz, Viviana. Y Caicedo, Álvaro. 2012. Plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas. *Revista Ingeniería Industrial 11*. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/36/36>
- Rodríguez, Carlos. 1993. “El nuevo escenario: La cultura de calidad y productividad en las empresa”. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- Salazar, Bryan. 2016. “Cálculo del Número de Observaciones”. Consultada 13 Noviembre. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/cálculo-del-número-de-observaciones/>
- Sipper, Daniel Y Bulfin, Robert. 1998. “Planeación y control de la producción”. México: McGraw W-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Vásquez, Oscar. 2012. Ingeniería de Métodos. Apuntes de estudio. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.

## VI. ANEXOS

Anexo N°01: Tabla tradicional para cálculo del número de observaciones

<b>R/X</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>R/X</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
0	0	0	0,48	68	39
0,01	1	1	0,50	74	42
0,02	1	1	0,52	80	46
0,03	1	1	0,54	86	49
0,04	1	1	0,56	93	53
0,05	1	1	0,58	100	57
0,06	1	1	0,60	107	61
0,07	1	1	0,62	117	65
0,08	1	1	0,64	121	69
0,09	1	1	0,66	129	74
0,10	3	2	0,68	137	78
0,12	4	2	0,70	145	83
0,14	6	3	0,72	153	88
0,16	8	4	0,74	162	93
0,18	10	6	0,76	171	98
0,20	12	7	0,78	180	103
0,22	14	8	0,80	190	108
0,24	13	10	0,82	199	113
0,26	20	11	0,84	209	119
0,28	23	13	0,86	218	126
0,30	27	15	0,88	229	131
0,32	30	17	0,90	239	138
0,34	34	20	0,92	250	143
0,36	38	22	0,94	261	149
0,38	43	24	0,96	273	156
0,40	47	27	0,98	284	162
0,42	52	30	1,00	296	169
0,44	57	33	1,02	303	173
0,46	63	36	1,04	313	179

Fuente: Salazar, 2016.

Anexo N°02: Método para la calificación de la actuación del operario - Sistema Westinghouse

**SISTEMA WESTINGHOUSE (MÉTODO DE CALIFICACIÓN PARA LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO)**

**TABLA DE DESTREZA O HABILIDAD**

+0.15	A1	EXTREMA
+0.13	A2	EXTREMA
+0.11	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE
+0.06	C1	BUENA
+0.03	C2	BUENA
0.00	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

**TABLA DE ESFUERZO O EMPEÑO**

+0.13	A1	EXCESIVO
+0.12	A2	EXCESIVO
+0.10	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE
+0.05	C1	BUENO
+0.02	C2	BUENO
0.00	D	REGULAR
-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

**TABLA DE CONDICIONES**

+0.06	A	IDEALES
+0.04	B	EXCELENTES
+0.02	C	BUENAS
0.00	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

**TABLA DE CONSISTENCIA**

+0.04	A	PERFECTA
+0.03	B	EXCELENTE
+0.01	C	BUENA
0.00	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten,  
*Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*,  
 3a. Ed. (Nueva York: McGraw-Hill, 1940), p. 233.

Anexo N°03: Toma de Tiempo de Proceso de Producción Actual de Bebida Gaseosa Kola Negra – Presentación 280 ml

Toma de tiempo	Actividad (minutos)									Tiempo total (min.)	Producción obtenida (paquetes)
	Filtrado	Dilución	Homoge.	Enfriam.	Carbona.	Envas.	Etiquet.	Codific.	Empaq.		
1	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,50	0,70	0,20	0,50	2,38	485
2	0,02	0,06	0,03	0,30	0,06	0,60	0,80	0,20	0,50	2,57	500
3	0,02	0,06	0,03	0,29	0,06	0,65	0,75	0,20	0,45	2,50	520
4	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,60	0,70	0,20	0,40	2,39	480
5	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,60	0,70	0,20	0,50	2,48	490
6	0,02	0,06	0,03	0,32	0,06	0,65	0,80	0,20	0,50	2,64	475
7	0,02	0,06	0,03	0,32	0,06	0,60	0,75	0,20	0,45	2,50	470
8	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,65	0,75	0,20	0,50	2,59	480
9	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,60	0,80	0,20	0,45	2,54	480
10	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,50	0,60	0,20	0,50	2,28	485
11	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,70	0,70	0,20	0,50	2,58	485
12	0,02	0,06	0,03	0,29	0,06	0,55	0,60	0,20	0,60	2,41	515
13	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,65	0,65	0,20	0,60	2,58	485
14	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,65	0,80	0,20	0,50	2,64	480
15	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,70	0,70	0,20	0,60	2,68	490
16	0,02	0,06	0,03	0,32	0,06	0,60	0,80	0,20	0,55	2,64	475
17	0,02	0,06	0,03	0,32	0,06	0,65	0,85	0,20	0,50	2,70	470
18	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,65	0,70	0,20	0,40	2,43	485
19	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,60	0,80	0,20	0,50	2,59	480
20	0,02	0,06	0,03	0,32	0,06	0,65	0,80	0,20	0,45	2,60	470
Promedio	0,02	0,06	0,03	0,31	0,06	0,62	0,74	0,20	0,50	2,54	485

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04: Registro de Producción de botellas de bebida gasificada jarabeada Kola Negra, por períodos de 10 minutos

Día de muestreo	Producción (botellas)								
	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		PROMEDIO		TOTAL
	Buenas	Con defecto	Buenas	Con defecto	Buenas	Con defecto	Buenas	Con defecto	
1	195	60	190	50	200	60	195,00	56,67	251,67
2	198	50	197	55	195	55	196,67	53,33	250,00
3	190	55	194	55	192	49	192,00	53,00	245,00
4	194	58	185	60	190	52	189,67	56,67	246,33
5	193	50	195	58	195	64	194,33	57,33	251,67
6	185	62	196	52	195	54	192,00	56,00	248,00
7	196	60	200	48	197	60	197,67	56,00	253,67
8	200	54	195	62	193	58	196,00	58,00	254,00
9	200	58	180	57	198	52	192,67	55,67	248,33
10	197	45	200	55	200	56	199,00	52,00	251,00
11	192	54	192	60	196	50	193,33	54,67	248,00
12	190	65	198	58	195	55	194,33	59,33	253,67
13	195	52	190	60	195	56	193,33	56,00	249,33
14	190	50	194	63	185	55	189,67	56,00	245,67
15	194	58	197	55	192	60	194,33	57,67	252,00
16	198	60	190	50	190	58	192,67	56,00	248,67
17	200	60	198	52	194	64	197,33	58,67	256,00
18	194	45	200	50	198	57	197,33	50,67	248,00
19	190	55	197	67	195	60	194,00	60,67	254,67
20	195	65	200	55	190	50	195,00	56,67	251,67
PROMEDIO							194,32	56,05	250,37

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N°05: Mediciones de etiquetado

Operarios	Muestras	Tiempo (seg.)				
		Act. 1	Act. 2	Act. 3	Act. 4	TOTAL
Operario 1	Toma 1	1.0	1.0	3.0	1.0	6.0
	Toma 2	1.0	1.0	4.0	1.0	7.0
	Toma 3	1.0	1.0	3.0	1.0	6.0
Operario 2	Toma 1	2.0	1.0	3.0	1.0	7.0
	Toma 2	1.0	1.0	3.0	1.0	6.0
	Toma 3	1.0	1.0	3.0	1.0	6.0
Auxiliar	Toma 1	1.0	1.0	5.0	1.0	8.0
	Toma 2	1.0	1.0	6.0	1.0	9.0
	Toma 3	1.0	2.0	5.0	1.0	9.0
PROMEDIO		1.1	1.1	3.9	1.0	7.1

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N°06: Sistema de Suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos básicos

	H	M
<b>1.- SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>		
SUPLEMENTOS POR NECESIDADES PERSONALES	5	7
SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA	4	4
<b>SUMA</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>2.- CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA</b>		
A. SUPLEMENTO POR TRABAJAR DE PIE		
B. SUPLEMENTO POR POSTURA ANORMAL	2	4
I. LIGERAMENTE INCOMODA		
II. INCOMODA (INCLINADO)	0	1
III. MUY INCOMODA (ECHADO, Estirado)	2	3
	7	7
C. LEVANTAMIENTO DE PESO Y USO DE FUERZA (TIRAR, EMPUJAR)		
2.5 .....		
5.0 .....		
7.5 .....	0	1
10 .....	1	2
12.5 .....	2	3
15 .....	3	4
17.5 .....	4	6
20 .....	6	9
22.5 .....	8	12
25 .....	10	15
30 .....	12	18
40 .....	14	*
50 .....	19	*
	33	*
	58	*
D. DENSIDAD DE LA LUZ		
I. LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LO RECOMENDADO		
II. BASTANTE POR DEBAJO	0	0
III. ABSOLUTAMENTE INSUFICIENTE	2	2
E. CALIDAD DEL AIRE	5	5
I. BUENA VENTILACION O AIRE LIBRE		
II. MALA VENTILACION SIN EMANACIONES TOXICAS Y NOCIVAS	0	0
III. PROXIMIDAD DE HORNOS, ESCALERAS, ETC.	5	5
F. TENSION VISUAL	5-15	5-15
I. TRABAJOS DE CIERTA PRECISION		
II. TRABAJOS DE PRECISION FATIGOSOS	0	0
III. TRABAJOS DE GRAN PRECISION O MUY FATIGOSOS	2	2
	5	5
G. TENSION AUDITIVA		
I. SONIDO CONTINUO	0	0
II. INTERMITENTE Y FUERTE	2	2
III. INTERMITENTE Y MUY FUERTE	5	5
IV. ESTRIDENTE Y FUERTE	5	5
H. TENSION MENTAL		
I. PROCESO BASTANTE COMPLEJO	1	1
II. PROCESO COMPLEJO O ATENCION MUY DIVIDIDA	4	4
III. MUY COMPLEJO	8	8
I. MONOTONIA MENTAL		
TRABAJO ALGO MONOTONO	0	0
TRABAJO BASTANTE MONOTONO	1	1
TRABAJO MUY MONOTONO	4	4
J. MONOTONIA FISICA		
I. TRABAJO ALGO ABURRIDO	0	0
II. TRABAJO ABURRIDO	2	2
III. TRABAJO MUY ABURRIDO	5	2

Fuente: Introducción al Estudio del Trabajo