

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



**MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS
GASIFICADAS DE UNA EMBOTELLADORA PARA DISMINUIR LAS
PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR DESPERDICIOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA
GRACIELA MADELEI HORNA INGA**

**ASESOR
MAXIMILIANO ARROYO ULLOA
<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>**

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

A mis padres Carlos Horna y Graciela Inga por ser constante ejemplo de esfuerzo y superación.

A Dina, Juan Carlos y Yuli, nobles hermanos, cuyos éxitos profesionales motivaron la culminación de mis estudios en la USAT.

A Daniela, Leandro, Ainhara, Sofía y Aroa, ocurrentes sobrinos, que me dan cotidiana alegría.

A Lizardo Inga, mi afinado abuelo, por felicitar me oportunamente cuando decidí estudiar la carrera profesional de Ingeniería Industrial.

A José Luis, por alentarme y estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos.

A los amigos, que con sabios consejos trazaron correctamente el largo itinerario de esta importante investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen María, por darme fuerza y voluntad necesarias para concluir esta investigación.

Al representante de la embotelladora, por permitirme obtener la información requerida con el propósito de elaborar el presente informe.

A los trabajadores Luis, Ramiro, Juan Carlos e Iván, por otorgarme precisos conocimientos de su quehacer en la empresa a fin de comprender mejor el proceso de producción.

Al Dr. Maximiliano Arroyo, por ofrecerme asesoría incondicional, tiempo y apropiados saberes para finalizar esta interesante indagación.

RESUMEN

La empresa está dedicada a la producción y comercialización de bebidas no alcohólicas como gaseosas y energizantes. La problemática se encuentra en las pérdidas por desperdicios como el sobrestock de bebidas gaseosas, la capacidad ociosa y los tiempos improductivos en la línea de producción de bebidas gasificadas, generando una pérdida económica de S/ 296 223,20. La experimentadora para desarrollar esta propuesta de mejora realizó un diagnóstico de su situación actual, evaluó y seleccionó adecuadas herramientas de ingeniería industrial, elaboró el plan respectivo en la línea de producción y finalmente analizó el costo - beneficio.

El resultado de la investigación derivó de la previa elección de las herramientas Heijunka, JIT y Shojinka, pues abarcan la mayoría de soluciones para los conflictos encontrados en dicha empresa. Estas permitieron establecer una secuencia de producción, redistribuir el área de preparación de jarabes para disminuir los tiempos improductivos y las distancias, realizar un cronograma de capacitación a los operarios que les posibilite la polivalencia y plantear la implementación de tarjetas Kanban que facultan un mejor flujo de información y material.

Por lo expuesto y de acuerdo al análisis costo-beneficio, este proyecto demuestra ser viable porque obtiene una utilidad acumulada de S/ 55 451,92 para el décimo segundo mes, mientras recupera la inversión en el primer mes. Asimismo exhibe un VAN de S/ 22 688,45 y un TIR de 108% determinándose así que la propuesta es rentable y causa beneficios para la empresa.

PALABRAS CLAVE: *Bebidas gasificadas, Heijunka, JIT, Shojinka, producción.*

ABSTRACT

The company is dedicated to the production and commercialization of non-alcoholic beverages such as soft drinks and energizers. The problem is in the waste losses as the overstock of soft drinks, idle capacity and unproductive times in the gassed beverage production line, generating an economic loss of S/ 296 223,20. The experimenter to develop this improvement proposal made a diagnosis of her current situation, evaluated and selected appropriate industrial engineering tools, developed the respective plan in the production line and finally analyzed the cost - benefit.

The result of the investigation derived from the previous election of the Heijunka, JIT and Shojinka tools, since they cover the majority of solutions for the conflicts found in said company. These allowed us to establish a production sequence, redistribute the syrup preparation area to reduce unproductive times and distances, carry out a training schedule for operators that allows versatility and propose the implementation of Kanban cards that allow a better flow of information and material.

Based on the above and according to the cost-benefit analysis, this project proves to be viable because it obtains an accumulated profit of S/ 55 451.92 for the twelfth month, while recovering the investment in the first month. It also exhibits a NPV of S/ 22 688.45 and an IRR of 108%, thus determining that the proposal is profitable and causes benefits for the company.

KEYWORDS: *Gasified drinks, Heijunka, JIT, Shojinka, production.*

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	MARCO TEÓRICO	13
	2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	13
	2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
	2.2.1. Producción.....	16
	2.2.2. Capacidad de la planta.....	21
	2.2.3. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta	21
	2.2.4. Herramientas de Manufactura Esbelta	23
	2.2.5. Pérdidas económicas	27
III.	RESULTADOS	28
	3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	28
	3.1.1. La empresa	28
	3.1.2. Descripción del sistema productivo	29
	3.1.3. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	75
	3.2. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN ADECUADA DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	83
	3.3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN....	86
	3.3.1. Desarrollo de mejoras.....	86
	3.3.2 Nuevos Indicadores del Proceso	120
	3.3.3. Cuadro Comparativo de Indicadores	127
	3.4. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	128
	3.4.1. Ahorros generados.....	128
	3.4.2. Beneficios.....	129
	3.4.3. Inversión.....	129
	3.4.4. Financiamiento	132
	3.4.5. Flujo de Caja	133
IV.	CONCLUSIONES	136
V.	RECOMENDACIONES	138
VI.	LISTA DE REFERENCIAS	139
VII.	ANEXOS.....	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades en un proceso	18
Tabla 2 Tabla de Westinghouse	19
Tabla 3 Calificación de la actuación	20
Tabla 4 Ventas trimestrales por presentación de setiembre 2017-agosto 2018	29
Tabla 5 Ingresos por ventas en el periodo setiembre 2017-agosto 2018	30
Tabla 6 Registro histórico del inventario final de la gaseosa de 500 ml en el periodo setiembre 2017-agosto 2018	31
Tabla 7 Pérdidas económicas en la empresa por sobrestock.....	32
Tabla 8 Registro histórico de ventas de bebidas energizantes	32
Tabla 9 Desechos del proceso de producción	33
Tabla 10 Insumos	34
Tabla 11 Otros materiales directos.....	35
Tabla 12 Empaque.....	35
Tabla 13 Maquinaria	36
Tabla 14 Equipos.....	37
Tabla 15 Trabajadores administrativos	38
Tabla 16 Trabajadores del área de producción.....	39
Tabla 17 Escala utilizada.....	40
Tabla 18 Matriz de polivalencia.....	42
Tabla 19 Tiempo de ciclo promedio por paquete durante el año en estudio.....	47
Tabla 20 Observaciones por cada sabor	48
Tabla 21 Promedio de tiempos en las bebidas gaseosas	49
Tabla 22 Promedio de tiempos de las bebidas energizantes	51
Tabla 23 Resumen de actividades DOP actual - Gaseosas	52
Tabla 24 Resumen de actividades DOP actual - Energizantes.....	54
Tabla 25 Resumen de actividades DAP actual - Gaseosas	63
Tabla 26 Resumen de actividades DAP actual - Energizantes.....	65
Tabla 27 Actividades productivas e improductivas por producto.....	66
Tabla 28 Eficiencia económica por producto.....	69
Tabla 29 Eficiencia física por producto	69
Tabla 30 Producción de botellas por producto	70
Tabla 31 Utilización de la línea de producción.....	70
Tabla 32 Eficiencia de la línea de producción	71
Tabla 33 Tiempos de producción promedio por cada producto.....	72
Tabla 34 Resumen de indicadores actuales del proceso	74
Tabla 35 Tiempo de ciclo en un mes (s/paquete).....	76
Tabla 36 Pérdidas por paquetes no realizados por tiempos improductivos	76
Tabla 37 Pérdidas económicas al año por paquetes no realizados debido a capacidad ociosa	78
Tabla 38 Total de pérdidas económicas al año	78
Tabla 39 Matriz de enfrentamiento	83
Tabla 40 Herramientas propuestas para la solución.....	84
Tabla 41 Ranking de factores.....	85
Tabla 42 Mejora de tiempos improductivos y distancias.....	89
Tabla 43 Rotación de puestos del personal de producción en un año.....	90
Tabla 44 Capacitaciones técnicas propuestas.....	93
Tabla 45 Capacitaciones técnicas propuestas (continuación)	94
Tabla 46 Capacitaciones de Kanban	94
Tabla 47 Capacitaciones de mantenimiento preventivo.....	95

Tabla 48 Cronograma anual de capacitaciones	96
Tabla 49 Demanda mensual por producto.....	98
Tabla 50 Demanda semanal de cada producto	98
Tabla 51 Tiempo total utilizado para etiquetado de gaseosas	99
Tabla 52 Disminución del tiempo de etiquetado en gaseosas	99
Tabla 53 Tiempo utilizado para etiquetado de energizantes	100
Tabla 54 Disminución del tiempo de etiquetado en energizantes	100
Tabla 55 Tiempos normales de las bebidas gaseosas.....	101
Tabla 56 Tiempos normales de las bebidas energizantes.....	101
Tabla 57 Tiempos de producción para cada producto.....	102
Tabla 58 Suplementos considerados	102
Tabla 59 Takt time para cada producto	103
Tabla 60 Pitch por paquete.....	103
Tabla 61 Nivelación de la producción durante la semana.....	104
Tabla 62 Equipo de trabajo en la metodología Kanban	108
Tabla 63 Beneficios de la aplicación Kanban en los procesos.....	108
Tabla 64 Tipos de contenedores.....	109
Tabla 65 Modelos de contenedores	110
Tabla 66 Etapas para el Kanban de Transporte.....	110
Tabla 67 Kanbans de transporte por edulcorante	112
Tabla 68 Kanbans de transporte por colorante	112
Tabla 69 Kanbans de transporte por benzoato de sodio.....	112
Tabla 70 Kanbans de transporte por ácido cítrico.....	113
Tabla 71 Resumen de tarjetas kanban de transporte en la etapa de preparación de jarabe simple	113
Tabla 72 Kanbans de transporte en la etapa de enjuague.....	114
Tabla 73 Kanbans de transporte en la etapa de tapado	114
Tabla 74 Total de tarjetas kanban de transporte.....	114
Tabla 75 Demanda diaria por sabor	115
Tabla 76 Kanban de producción en etapa de preparación de jarabes.....	115
Tabla 77 Kanban de producción en etapa de paletizado	115
Tabla 78 Resumen de actividades DOP mejorado- Gaseosas.....	120
Tabla 79 Resumen de actividades DOP mejorado -Energizantes	121
Tabla 80 Resumen de actividades DAP mejorado - Gaseosas.....	123
Tabla 81 Resumen de actividades DAP mejorado- Energizantes	125
Tabla 82 Tiempos de producción antes y después del plan de mejora	125
Tabla 83 Utilización de la línea de producción con el plan de mejora	126
Tabla 84 Comparación de indicadores	127
Tabla 85 Comparación de pérdidas económicas	127
Tabla 86 Costos de mano de obra	128
Tabla 87 Costos indirectos	128
Tabla 88 Resumen de los ahorros generados	129
Tabla 89 Mejora en unidades producidas.....	129
Tabla 90 Beneficio del aumento de producción.....	129
Tabla 91 Inversión en la propuesta de Kanban	130
Tabla 92 Inversión en el rediseño de la sala de jarabes	130
Tabla 93 Inversión en la propuesta de capacitaciones	131
Tabla 94 Resumen de la inversión	131
Tabla 95 Porcentaje de financiamiento	132
Tabla 96 Evaluación de Tasa Anual en entidades bancarias.....	132

Tabla 97 Cálculo de la cuota fija.....	132
Tabla 98 Cronograma de pagos.....	133
Tabla 99 Cálculo del TMAR.....	133
Tabla 100 Flujo de caja del plan de mejora	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de producto-proceso convencional.....	17
Figura 2 Organigrama de la empresa	28
Figura 3 Registro histórico del inventario final de gaseosas de 500 ml.....	31
Figura 4 Diagrama de bloques del proceso de obtención de agua tratada	46
Figura 5 Diagrama de bloques del proceso de bebidas gasificadas	46
Figura 6 Diagrama de Operaciones de Proceso de las bebidas gaseosas - Actual	52
Figura 7 Diagrama de Operaciones de Proceso de las bebidas energizantes - Actual	53
Figura 8 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa cola negra 500 ml.....	55
Figura 9 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa cola amarilla 500 ml	56
Figura 10 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa naranja 500 ml	57
Figura 11 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa limón 500 ml.....	58
Figura 12 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa fresa 500 ml	59
Figura 13 Cursograma Analítico de Proceso del energizante frambuesa 300 ml	60
Figura 14 Cursograma Analítico de Proceso del energizante maca 300 ml.....	61
Figura 15 Diagrama de Análisis del Proceso de gaseosas - Actual	62
Figura 16 Diagrama de Análisis del Proceso de energizantes - Actual	64
Figura 17 Diagrama de recorrido del proceso de bebidas gaseosas - Actual.....	67
Figura 18 Diagrama de recorrido del proceso de bebidas energizantes - Actual.....	68
Figura 19 Formato de control de órdenes de producción.....	86
Figura 20 Formato de registro de producto terminado.....	87
Figura 21 Formato de control de inventario de los materiales	87
Figura 22 Diagrama de recorrido de gaseosas del estado ideal.....	91
Figura 23 Diagrama de recorrido de energizantes del estado ideal.....	92
Figura 24 Comparación de ventas en bebidas gaseosas	97
Figura 25 Comparación de ventas en bebidas energizantes	97
Figura 26 Caja Heijunka para los lunes, martes y miércoles	104
Figura 27 Caja Heijunka para los jueves.....	105
Figura 28 Caja Heijunka para los viernes	105
Figura 29 Caja Heijunka para los sábados	106
Figura 30 Modelo de caja Heijunka	106
Figura 31 Diseño de tarjeta de información de un contenedor	109
Figura 32 Modelo de supermercado 1	111
Figura 33 Modelo de supermercado 2.....	111
Figura 34 Modelo de portadocumentos acrílico.....	111
Figura 35 Tarjeta Kanban de Producción.....	116
Figura 36 Tarjeta Kanban de Transporte.....	116
Figura 37 Flujo de información y material.....	117
Figura 38 Diagrama de Operaciones del Proceso de gaseosas con el plan de mejora	120
Figura 39 Diagrama de Operaciones del Proceso de energizantes con el plan de mejora	121
Figura 40 Diagrama de Análisis del Proceso de gaseosas con el plan de mejora	122
Figura 41 Diagrama de Análisis del Proceso de energizantes con el plan de mejora	124

I. INTRODUCCIÓN

En cualquier industria de bebidas importa contar con una diversificación de productos en el mercado, debido a la constante competencia existente y a distintas necesidades de sus consumidores, esto con el fin de continuar siendo competitivos y obtener así mayores ingresos.

En Perú, el mercado de bebidas no alcohólicas, durante el 2017, contrajo su volumen en -2,2% y en valor se incrementó alrededor de +0,6%. Las categorías más perjudicadas fueron gaseosas, néctares e isotónicos [1]. Hay que reparar que, en los últimos años, el mercado de gaseosas o bebidas carbonatadas se ha venido afectando tanto por los gustos y preferencias del consumidor influenciado por el cuidado de la salud y las legislaciones actuales, así como por factores externos a las operaciones. Por ello, se considera que las proyecciones de venta van a desacelerar significativamente en el crecimiento de esta industria.

Mientras tanto, el mercado de bebidas gaseosas energéticas más conocidas como bebidas energizantes se acrecentó por nuevos lanzamientos que generaron se quintuplique su volumen de venta, impulsado por la marca Volt con una estrategia de menor precio, lo que obligó a otras marcas a seguirla [2].

La problemática referida deja conocer el estado actual del sector, donde las empresas con productos que anteriormente han tenido gran número de ventas, cada vez poseen mayores competidores que sacan al mercado productos diversos a menor precio, con el fin de satisfacer los cambios de gusto del consumidor. Para esto compete que las industrias se encuentren orientadas hacia sistemas de producción flexibles que permitan adaptarse con rapidez a las variaciones que se desarrollen en el mercado, dicha flexibilidad es brindada por herramientas de manufactura esbelta que facultan entregar el máximo valor utilizando los recursos necesarios.

En tal sentido, la entidad elegida está dedicada a la producción y comercialización de bebidas no alcohólicas como gaseosas y energizantes. La presentación de bebidas gaseosas de 500 ml es su producto estrella, sin embargo durante el periodo setiembre 2017 - agosto 2018, las utilidades se redujeron debido al descenso de su venta.

Las causas raíces de las pérdidas por desperdicios fueron el sobrestock de bebidas gaseosas, así como la capacidad ociosa y los tiempos improductivos en la línea de producción de bebidas gasificadas. Ellas traen como consecuencia una pérdida económica de S/ 296 223,20. Asimismo, considerando que la organización desea nivelar la producción, pues así conocerá la cantidad necesaria y el orden a producir durante la jornada laboral, quedó formulada la siguiente interrogante ¿La propuesta de mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora disminuirá las pérdidas económicas por desperdicios mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial?

En consecuencia, la pregunta anterior no solo configuró el objetivo principal del presente proyecto sino autorizó a la experimentadora realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, evaluar y seleccionar adecuadas herramientas de ingeniería industrial, elaborar el plan de mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas y finalmente analizar el costo - beneficio de la propuesta.

En síntesis la investigación permitirá a la empresa orientarse a una mejora continua, con mejor ambiente laboral y mayor satisfacción al cliente, además posibilita a la exploradora ampliar sus conocimientos en temas de Lean Manufacturing, aplicar la ingeniería de métodos y mejorar los indicadores de producción para utilizar, de manera adecuada, la capacidad de la línea de producción que faculta a la empresa aumentar sus ingresos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Meléndez, et al. (2017) [3] en su trabajo de investigación denominado “Diagnóstico operativo de la Empresa Cervecera del Perú” efectuado en una compañía ubicada en la ciudad de Lima, se centran en la fabricación de bebidas no alcohólicas como gaseosas y de malta. Tuvo como objetivo analizar las operaciones productivas para proponer mejoras que permitan ser más competitiva y productiva. En la metodología abordan distintos métodos como factores ponderados, Richard Muther, aplicación de 5S y SMED, entre otros. El resultado obtenido fue el aumento del uso de la capacidad de las líneas de producción en un 20% con la fabricación temporal de otras marcas, la ratificación de la planta de Ate constituyó la alternativa con mayor puntaje e innovación en nuevos productos a fin de tener mejor posición en el mercado, reducción de los tiempos de set up para el cambio de moldes, distribución óptima que faculta reducir tiempos, capacitación adecuada a los operarios para rápidas soluciones, mejora de la eficiencia operativa mediante un balance de línea, óptimo control de inventarios en el almacén de insumos y programas de mantenimiento para aminorar los problemas correctivos. Concluyeron que al tener capacidad suficiente para atender la demanda se puede omitir a cinco personas y con ello incrementó la utilidad bruta a S/ 12,14 millones.

Tapia, et al. (2017) [4] en su artículo de investigación titulado “Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industria” plantean como objetivo mostrar el uso de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar los procesos actuales de las industrias. En su metodología presentan una recolección de datos de estos temas así como casos de estudio de cada uno y analizan su aplicación tanto individual como grupal. Los resultados obtenidos fueron que el sector con mayor aplicación es el manufacturero con un 32,43%, el VSM es el más aplicado en las industrias, Kaizen y Kanban poseen el mismo porcentaje de utilización y Heijunka es una de las menos adaptadas; mientras que la herramienta JIT es aplicada principalmente en el sector de alimentos y automotriz. Además, se da un 66,22% de casos que se combinan diferentes metodologías a fin de aplicarlas en las organizaciones tales como 5S, Kanban y JIT. Se concluye que la manufactura esbelta tiene un 43,24% de integración con las herramientas de esta misma en procesos industriales para la mejora continua, por el cual se puede obtener mayores beneficios, garantizando la satisfacción en los productos o servicios brindados al cliente.

Agramonte y Ronceros (2016) [5] en su artículo de investigación designado “Estudio para la instalación de una planta productora de bebida energética gasificada a base de maca, hoja de coca y arándano” exponen los resultados de un estudio que busca evaluar la viabilidad de instalar una planta en el departamento de Lima. Como metodología ejecutaron un estudio de mercado, cuya segmentación permitió utilizar la información obtenida de encuestas aplicadas a jóvenes y adultos de los niveles socioeconómicos A, B y C; teniendo como resultado una demanda para el estudio de 189 790,70 litros proyectados al 2020. Otra metodología empleada fue la ingeniería del proyecto, con el propósito de determinar operaciones involucradas en el proceso de dicha bebida a través de un diagrama de procesos; también usaron la tabla relacional de actividades para diseñar las instalaciones y la técnica de Guerchet en el cálculo del área mínima requerida de la planta. Por último evaluaron los aspectos económicos financieros respectivos. Concluyeron que el proyecto es viable pues existe un mercado que aceptará el producto; además sus indicadores económico-financieros, como VAN, TIR y R (B/C), superan los requisitos mínimos, lo cual muestra que resulta rentable y lo hace atractivo para los inversionistas.

Rubén (2014) [6] en su investigación llamada “Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cía. Ltda”, considera dicho uso para aumentar la productividad. En la metodología primero identificó las principales mudas o desperdicios mediante la utilización del mapa de flujo de valor en las que se encuentra la sobreproducción, tiempos ociosos e inventarios innecesarios; estos son causados por una deficiente planificación de la producción y grandes lotes de transferencia. Luego, se seleccionó las herramientas Heijunka y Kanban para nivelar la cantidad a producir y definir la emisión de órdenes de producción. Con la adaptación de estos se tuvo un mejor uso de la capacidad, se logró reducir el promedio de tiempos de despacho y los tiempos ociosos debido a la correcta asignación de productos en las cajas Heijunka lo cual permitió satisfacer los pedidos eficientemente. Se concluye que la aplicación de dichas herramientas permite incrementar un 18% de la productividad del proceso y un crecimiento de 60% en su producción.

Ravelo, et al. (2013) [7] efectuaron una investigación denominada “Consumo de bebidas energizantes en universitarios”, la misma que fue aplicada en alumnos de una universidad pública de España para estimar la ingesta de cafeína derivada de su consumo. Dicho estudio transversal se realizó por medio de una encuesta anónima destinada a más de 300 estudiantes universitarios entre 18 y 30 años de edad pertenecientes a distintas facultades de dicha

institución, a fin de analizar sus conocimientos acerca de la composición de las bebidas energizantes, los hábitos de consumo, y la combinación con alcohol y drogas. Los resultados obtenidos determinaron que la mayoría de encuestados degustaron estas bebidas, sin embargo más de la mitad de ellos no conocen su composición. El consumo se da de manera regular pero aumenta en los periodos de exámenes, otros manifiestan consumirlas en momentos de ocio, mientras que solo el 30,29% y el 2,28% afirmó mezclarlas con alcohol y otras drogas, respectivamente. Concluyeron que el consumo de bebidas energizantes está instaurado en la población universitaria, mayormente durante los días de exámenes debido a los efectos estimulantes que brinda dicho producto a las personas, sin embargo la mayoría desconoce su composición por lo que es importante educarlas respecto a los riesgos en la salud que puede ocasionar el alto consumo de cafeína.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Producción

Cuatrecasas [8] lo define como “Actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es obtener uno o más productos o servicios (según tipo de empresa y producción), para satisfacer necesidades de los consumidores”.

Al llevarse a cabo en un sistema productivo, cuenta con los siguientes elementos:

- *Los factores de la producción*, comprenden materiales y productos adquiridos así como trabajadores, equipamientos, otros recursos y la organización.
- *El proceso de producción*, principal elemento de dicho sistema en el que se realiza varias actividades coordinadas.
- *El producto final*, será el bien o servicio desarrollado en la producción, que debe satisfacer las necesidades del consumidor.

2.2.1.1. Tipos de producción

Existen cuatro tipos de acuerdo con el producto o proceso [8]:

a) Orientado al proceso

- *Producción funcional a medida (Job Shop)*

Se elabora pequeños lotes de una extensa variedad de productos de poca o nula estandarización. Se caracteriza por tener operaciones personalizadas, utilizar equipos de escasa especialización, personal altamente calificado, alargamiento en el plazo de entrega lo cual genera una gran cantidad de stock de materiales y trabajos en curso. Es adecuado para productos que se basan en la innovación y la flexibilidad.

- *Producción funcional en lotes*

El proceso requiere de operaciones más especializadas. Se distingue por poseer maquinaria muy sofisticada y enfocada a ciertos tipos de operaciones, productos variados, tiempos largos de proceso y abundancia de stocks. Este tipo permite una rápida adaptación a cambios constantes de las necesidades de los clientes.

b) Orientado al producto

- *Producción en flujo o cadena (Flow Shop)*

Se trabaja lotes grandes de pocos productos diferentes, pero que demandan una secuencia similar de operaciones. La variedad puede ser baja, sin embargo tiene una calidad más controlada y equipos más especializados.

- *Producción en flujo continuo*

Las máquinas y equipos están diseñados para realizar siempre la misma operación. Se caracteriza por poseer un amplio volumen de salidas, de gran calidad y a un costo muy bajo. Los productos serán de variedad pequeña y no pueden medirse en unidades, asimismo los operarios solo deben encargarse del control e incidencias de las máquinas, pues estas mayormente se encuentran automatizadas.

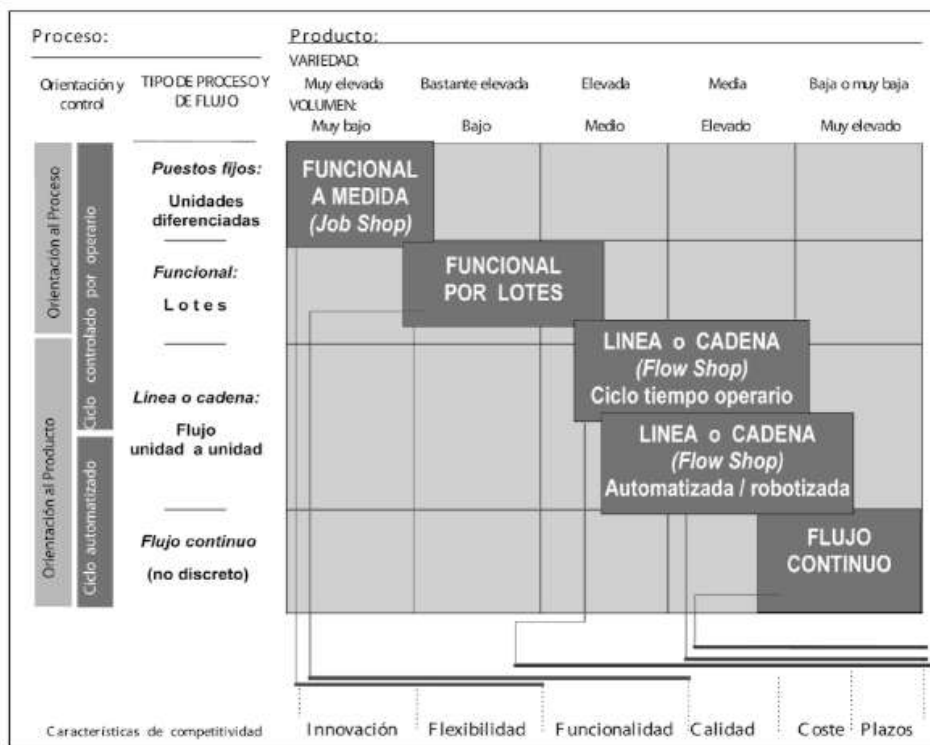


Figura 1 Matriz de producto-proceso convencional

Fuente: Cuatrecasas [8]

2.2.1.2. Mejora en la producción

a) Métodos de trabajo

Como sostiene Vásquez [9] existen distintas herramientas que se utilizan para describir y entender procesos, cuyo objetivo es mejorar la secuencia de estas operaciones para la realización de una tarea.

-Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos de tolerancias y materiales usados en un proceso, desde la llegada de materia prima hasta el lugar de embarque del producto terminado.

-Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): presenta la trayectoria de un producto o de un procedimiento, señalando todos los hechos mediante los símbolos correspondientes.

Las actividades utilizadas en un proceso pueden ser:

- *Actividades productivas:*

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de operacion e inspección})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

- *Actividades improductivas:*

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de transporte, demora y almacenaje})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

Tabla 1 Actividades en un proceso

Actividad	Resultado
Actividades Productivas	
Operación	Produce o realiza
Inspección	Verifica o comprueba
Operación Inspección	
Actividades Improductivas	
Transporte	Mueve o traslada
Demora	Retrasa
Almacenaje	Guarda

Fuente: Vásquez [9]

b) Estudio de tiempos

Este implica la técnica de instaurar el tiempo estándar adecuado para el desarrollo de una tarea determinada, considerando fatigas, demoras y retrasos inevitables en la producción.

- **Número de observaciones**

Según García [10] este se puede establecer a través de la tabla de Westinghouse (Tabla 2) teniendo en cuenta el tiempo de ciclo y el número de piezas elaboradas por año. Dicha tabla solo se aplica para operaciones repetitivas efectuadas por operarios muy especializados.

Tabla 2 Tabla de Westinghouse

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es (horas)	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10 000 por año	1 000 a 10 000	Menos de 1 000
1,000	5	3	2
0,800	6	3	2
0,500	8	4	3
0,300	10	5	4
0,200	12	6	5
0,120	15	8	6
0,080	20	10	8
0,050	25	12	10
0,035	30	15	12
0,020	40	20	15
0,012	50	25	20
0,008	60	30	25
0,005	80	40	30
0,003	100	50	40
0,002	120	60	50
Menos de 0,002	140	80	60

Fuente: García [10]

- **Medición de tiempos**

- *Promedio del tiempo observado*: es la sumatoria de los tiempos registrados en la elaboración de cada tarea entre el número de observaciones realizadas.
- *Tiempo normal*: es el lapso en el que un operario competente y experimentado ejecuta una labor en un ritmo normal. Para calcular el tiempo normal se efectúa la siguiente ecuación:

$$TN = TPO * FV$$

Donde:

TN: Tiempo Normal

TPO: Tiempo Promedio Observado

FV: Factor de Valoración

Para determinar el factor de valoración, puede emplearse las tablas del Sistema Westinghouse (Tabla 3), el cual permite calificar la actuación del operario. Una vez obtenido el valor total de dichas calificaciones se le adiciona una unidad.

Tabla 3 Calificación de la actuación

Destreza o Habilidad			Esfuerzo o Desempeño		
+0,15	A1	Extrema	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2	Extrema	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Regular	0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelentes	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buenas	+0,01	C	Buena
0,00	D	Regulares	0,00	D	Regular
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Deficientes	-0,04	F	Deficiente

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten [11]

- *Tiempo estándar*: es la modificación del tiempo normal considerando los suplementos por descanso establecido por la Organización Internacional del Trabajo (Anexo 11). Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

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

2.2.2. Capacidad de la planta

Arroyo y Torres [12] explican que “la capacidad es el número de unidades que pueden producirse, almacenarse o recibirse en una instalación en determinado periodo de tiempo. La capacidad establece el cumplimiento o no de una demanda dada, la inactividad de las plantas de producción, así como una gran parte de los costos fijos”.

- **Capacidad diseñada o proyectada:** Es la cantidad máxima que se puede producir en determinado periodo de tiempo y en excelentes condiciones.
- **Capacidad efectiva o real:** Es la producción que pretende elaborarse pero considerando diferentes factores que se dan en una empresa, como los mantenimientos y estándares de calidad [13].

Para determinar el rendimiento de una planta es importante conocer los niveles de utilización y eficiencia de la planta:

- *Utilización de planta*

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

- *Eficiencia de planta*

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

2.2.3. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta

Según Rajadell y Sánchez [14] es “la mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro a todas las acciones que no aportan valor al producto, causan gastos innecesarios a la empresa y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”. Al instaurarlo en una planta industrial busca alcanzar mejor rentabilidad, mayor competitividad y una permanente satisfacción del cliente, basándose en los pilares de mejora continua, control total de la calidad y el justo a tiempo.

La aplicación de esta filosofía en una empresa importa debido a la competitividad existente en el mercado, donde han de participar todos los niveles jerárquicos practicando las mejores estrategias para el logro estable y, de esta forma, se obtenga ganancias así como un cambio de mentalidad en el trabajo de todas las personas involucradas en la organización.

2.2.3.1. Tipos de despilfarro

- **Despilfarro por sobreproducción**

Es cuando se produce una mayor cantidad a lo solicitado por los clientes, se considera que a partir de este aparecen otros desperdicios. Para ello lo correcto será producir la cantidad, clase y calidad exacta que pide el mercado.

- **Despilfarro por tiempo de espera**

Es el tiempo perdido en la elaboración de un producto que se da por un proceso ineficiente, por eso es indispensable una sincronización total entre las operaciones.

- **Despilfarro por transporte**

Es el movimiento o manipulación de material innecesario, que puede darse por una mal distribución en planta del proceso que causa largas distancias recorridas, con mayor número de maniobras.

- **Despilfarro por movimientos innecesarios**

Son desplazamientos que los operarios realizan para el desarrollo de sus funciones sin dar un valor agregado al producto o servicio.

- **Despilfarro por sobreproceso**

Es aplicar mayor tiempo y esfuerzo de lo requerido al producto que no es apreciado por el cliente. Esto obligará eliminar operaciones innecesarias con un mejor diseño del producto para ahorrar en recursos y tiempos.

- **Despilfarro por exceso de inventario**

Es tener una cantidad de existencias mayor a las requeridas para satisfacer necesidades más inmediatas, por lo que es importante monitorear las actividades del proceso para identificar a tiempo y resolver los problemas que puedan presentarse.

- **Despilfarro por defectos**

Es el trabajo adicional que se realiza cuando existe un error en el proceso productivo, en el cual se da una repetición de trabajos que anteriormente agregaban valor al producto. Es adecuado que exista una vigilancia en el proceso para la identificación a tiempo de las no conformidades y evitar así las devoluciones del cliente.

2.2.4. Herramientas de Manufactura Esbelta

Existen diferentes herramientas que permiten eliminar los desperdicios anteriormente descritos, debido a que estos no añaden valor al producto o servicio. A continuación se detallan las herramientas a utilizar en la investigación:

a) Polivalencia del personal (Shojinka)

Según González, Muñoz y Torrubiano [15] este se puede definir como “la adaptación a la demanda mediante la flexibilidad”. Esta herramienta permite adaptar la cantidad de trabajadores de acuerdo a una demanda en la cual el número de sus tareas asignadas pueden variar logrando su versatilidad. Para conseguir esto es necesario que la distribución de la planta resulte adecuada a fin de permitirles un buen desplazamiento en el área de trabajo y que se encuentren capacitados para el fácil manejo de las máquinas de producción. Además, interesa que dicho personal sea polivalente en una empresa para poder apoyarse, reemplazarse o intercambiar tareas.

b) Nivelación de la producción (Heijunka)

Para Rajadell y Sánchez [14] “es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes. La idea es producir en lotes pequeños de muchos modelos, libres de cualquier defecto, en periodos cortos de tiempo con cambios rápidos, en lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro”. Por tanto, la metodología aludida sirve para planificar y nivelar el requerimiento de los clientes en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo.

Los objetivos son:

- Tener listo el producto en el momento en que lo demanda.
- Estabilizar el orden de producción en la empresa.
- Fabricar en pequeños lotes
- Reducir el stock de materia prima y materia prima auxiliar
- Reducir el stock de producto acabado
- Incrementar la flexibilidad de la planta.

Según Tapia, et al. [4] “la nivelación del plan de producción tanto en volumen como en combinación de productos es un requisito necesario para el funcionamiento del sistema Justo a Tiempo y para la eliminación de desperdicios. La idea es nivelar el programa de producción

secuenciando los pedidos, según un patrón repetitivo que haga que la producción diaria media sea similar entre los distintos días de la semana, de tal manera que puedan realizarse modificaciones en la producción que corresponda con los pedidos a largo plazo, amortiguando los cambios suavemente”.

Según Villaseñor y Galindo [16] “es una herramienta utilizada para nivelar el tipo y la cantidad de producción en determinado periodo, a fin de cumplir con la demanda del cliente, teniendo un inventario mínimo, costos bajos y menores tiempos de entrega”.

Además Villaseñor y Galindo [17] dicen que debe considerarse los siguientes puntos clave:

- Si la empresa elabora varios productos, esta herramienta permite establecer un sistema de jalar.
- Para producir se tiene en cuenta el pitch, estimando el volumen y la variedad de los productos que posee la empresa.
- El número de kanbans es determinado dividiendo los requerimientos diarios entre la cantidad de los paquetes.
- La distribución de nivelación de la producción se da mediante los kanbans que se encuentran ubicados en la caja Heijunka.
- Heijunka requiere de una estabilización y estandarización de sus procesos.

Según Blanco [18] la aplicación de dicha herramienta presupone los siguientes pasos:

- *Calcular el takt time:* Es el tiempo en que una pieza ha de ser producida para satisfacer las necesidades del cliente

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida}$$

Donde:

-*El tiempo de producción disponible*, es el momento cuando se agrega valor al producto, pero eliminando los tiempos de paros.

-*La cantidad total requerida*, comprende todos los pedidos que deben cubrirse para satisfacer a la demanda.

- *Calcular el pitch de cada producto:* También conocido como tiempo de paso, es el lapso de producir y entregar una cantidad de artículos según la especificación del cliente, o sea el número de piezas o unidades por la cantidad a entregar conjuntamente (definida por la empresa).

$$\text{Pitch} = \text{Takt time} * \text{cantidad por paquete}$$

- *Establecer la secuencia de producción:* Debe elegirse el menor valor obtenido en el pitch y distribuirlo en el tiempo total disponible para la producción, ordenando la secuencia de los artículos a fabricar durante la jornada laboral.
- *Crear la caja Heijunka:* Es un elemento físico usado para administrar la nivelación del volumen y la variedad de la producción sobre determinado periodo. La carga es nivelada cuando existe un uso eficiente de equipos y personas. Las tarjetas kanbans son colocadas en la caja según el orden en que los productos deben elaborarse.

c) **Kanban**

Para Rajadell y Sánchez [14] “significa un pequeño signo enfrente del operario, es decir, tarjeta, caja vacía, fax, etc., que marca la necesidad a producir. Se denomina así al sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que requiera de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y estos con la línea de montaje final”.

Los objetivos de la implantación de un sistema pull mediante el uso de esta herramienta son:

- Simplificar la comunicación entre producción y materiales requeridos a los proveedores.
- Producir únicamente las unidades que se han retirado del proceso anterior.
- Estimular la mejora de métodos y la reducción de stocks que permitan localizar problemas y contribuir en las soluciones.
- Implantar un sistema de control visual que ayude a detectar problemas de la producción.
- Facilitar el flujo continuo de la producción y conseguir la nivelación de los procesos mediante un sistema pull.

$$\text{Kanbans} = \frac{\text{Requerimientos diarios}}{\text{Cantidad estándar de un contenedor}}$$

Se distinguen dos tipos de kanbans:

- *El kanban de producción*, indica qué y cuánto hay que producir para el proceso posterior.
- *El kanban de transporte*, señala qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

Según Parra [19] los componentes del diseño de un sistema Kanban son:

- *Mecanismo de gestión de la demanda final*, el cual importa al minimizar el impacto de los patrones de demanda no lineales que puedan afectar la eficiencia del sistema.
- *Tipo de contenedor a utilizar*, que será determinado según el tamaño y peso de los componentes, el volumen de la demanda y la distancia entre estaciones.
- *Mecanismos de activación*, cuyas reglas de decisión dan pie al proceso de producción y reabastecimiento de inventario entre estaciones.
- *Mecanismos de intervención*, son los encargados de ajustar el número de tarjetas Kanban que circulan en el sistema.
- *Manejo de materiales*, para reducir costos indirectos asociados con la inspección y movimiento de materiales entre estaciones.
- *Interacción con proveedores*, ha de considerar el lead time de los proveedores, y el tipo de ítems requeridos como suministro para iniciar el proceso de producción.

d) Just In Time o Justo a Tiempo

Es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que facultan a la empresa fabricar y entregar productos en el momento que se solicita y en la cantidad requerida para satisfacer a los clientes [17].

El JIT provee de tres elementos básicos para cambiar el sistema de producción de una organización:

- *El flujo continuo*, pues permite a los materiales fluir en las operaciones y mejorar la comunicación entre operarios.
- *Takt time*, el cual marca el ritmo de producción.

- *Kanban*, autoriza a los materiales o productos fluir sin ningún inventario, reduciendo el tiempo de entrega.

Además el JIT sigue una serie de reglas:

- Producir solo cuando el cliente lo haya ordenado.
- Nivelar la demanda de tal modo que el trabajo fluya suavemente a través de la planta.
- Alinear los procesos a la demanda mediante herramientas visuales.
- Flexibilizar a operarios y maquinarias de la empresa.

Por otro lado, los componentes de un sistema JIT son:

- *Kanban*, el cual es un sistema de herramientas visuales que provee instrucciones para los abastecedores y clientes.
- *Nivelación de la producción o heijunka*, cuyo propósito es producir al mismo ritmo todos los días con el fin de minimizar las variaciones dentro de la carga de trabajo.

2.2.5. Pérdidas económicas

Se da en las empresas cuando estas disminuyen sus ganancias económicas, debido a una mala planificación de la producción que no se ajusta a lo pedido por la demanda o cuando existen desperdicios que necesitan ser identificados y resueltos a tiempo para que permitan aumentar los ingresos de las organizaciones.

Según Parkin y Loría [20] se puede tener tres situaciones en una empresa:

- Cuando los costos empleados para la elaboración de un producto es menor a los ingresos, la compañía obtiene ganancias económicas.
- Cuando los costos del producto son iguales a los ingresos, la compañía no tiene pérdidas ni ganancias.
- Cuando los costos del producto son mayores a las ganancias económicas de la empresa, esta incurre en una pérdida económica.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. La empresa

Es una entidad dedicada a producir y comercializar bebidas no alcohólicas como gaseosas y energizantes. Su planta industrial se encuentra ubicada en el distrito La Victoria-Chiclayo, en el cual empezó sus actividades el año 2005. En la elaboración de bebidas gaseosas utiliza 5 sabores: cola negra, cola amarilla, naranja, fresa y limón, los mismos que embotella en presentaciones de 250 ml, 500 ml y 3 000 ml. Por otro lado, fabrica energizantes cuyos envases de 300 ml muestra 2 sabores: frambuesa y maca.

Su mercado está enfocado al sector B y C del Departamento de Lambayeque, parte de la sierra y selva del Perú como Cajamarca, Chota, Jaén, Chachapoyas, Bagua, San Ignacio, Cutervo, Rodríguez de Mendoza, entre otros. Sus principales clientes en la región son las tiendas mayoristas situadas en el mercado Moshoqueque.

La empresa trabaja un turno diario de 8 horas, de lunes a sábado, cuenta con 8 operarios de producción encargados de preparar las bebidas hasta llevarlas al almacén de producto terminado y 2 operarios encargados de las sopladoras PET; además de 2 técnicos para el mantenimiento de equipos.

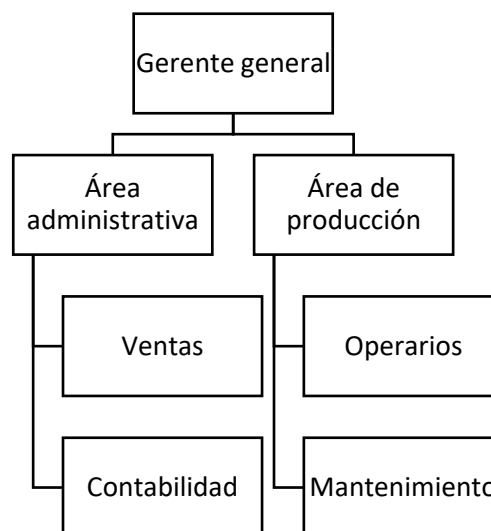


Figura 2 Organigrama de la empresa

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

- **Misión**

Producir y comercializar bebidas no alcohólicas a precios competitivos, logrando la satisfacción de nuestros consumidores y clientes; promoviendo el desarrollo de nuestros trabajadores y velando por obtener la máxima rentabilidad en dividendos de sus accionistas.

- **Visión**

Ser reconocida en nuestra región como empresa líder en la producción y comercialización de bebidas no alcohólicas, contribuyendo a su desarrollo económico y social.

- **Valores**

- Orientación al cliente
- Responsabilidad, calidad y excelencia
- Proximidad con sus colaboradores
- Atención a nuevas oportunidades
- Trabajo en equipo

3.1.2. Descripción del sistema productivo

3.1.2.1. Productos

a. Descripción de los productos

La empresa cuenta con dos productos en diferentes presentaciones, los cuales en la Tabla 4 no solo contiene el registro histórico de las ventas trimestrales de la industria en el último año, sino permite observar que la gaseosa de 500 ml resulta la más vendida con un total de 290 559 paquetes de 12 botellas, seguida de las bebidas energizantes de 300 ml con 45 308 paquetes de 12 botellas.

Tabla 4 Ventas trimestrales por presentación de setiembre 2017-agosto 2018

Producto	Presentación	Trimestre (paquetes)				Total (paquetes/año)
		1	2	3	4	
Gaseosa	500 ml	77 887	59 553	72 817	80 302	290 559
	250 ml	937	940	939	941	3 757
	3000 ml	1 184	714	1 218	677	3 793
Energizantes	300 ml	11 325	11 330	11 332	11 321	45 308

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

Los ingresos durante el periodo setiembre 2017 - agosto 2018, se aprecian en la Tabla 5, donde alcanzaron un total de S/ 2 704 614,20.

Tabla 5 Ingresos por ventas en el periodo setiembre 2017-agosto 2018

Producto	Presentación	Ventas (paquetes/año)	Precio unitario (soles/paquete)	Ingresos (soles/año)
Gaseosa	500 ml	290 559	S/ 6,80	S/ 1 975 801,20
	250 ml	3 757	S/ 9,00	S/ 33 813,00
	3000 ml	3 793	S/ 16,00	S/ 60 688,00
Energizantes	300 ml	45 308	S/ 14,00	S/ 634 312,00
TOTAL		343 417	-	S/ 2 704 614,20

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

Como puede observarse en la Tabla 4 y Tabla 5, las botellas de 500 ml en gaseosas y la de 300 ml en energizantes son las más vendidas y generan mayores ingresos a la empresa. Además cabe resaltar que las presentaciones de 3 000 ml y 250 ml se producen a pedido, una vez al mes y como política de inventario para 1 y 2 meses respectivamente. Por ello que el presente informe solo investigará los productos más vendidos.

En el caso de las bebidas gaseosas de 500 ml, la empresa produce más de abril a noviembre, mientras que de diciembre a marzo elabora menor cantidad debido a que su demanda disminuye en esos meses. En la Tabla 6 se examina a la producción y ventas realizadas durante el año en estudio, el cual se observa que existe un inventario final de producto terminado todos los meses.

En la Figura 3 se observa, de mejor manera, la variación del producto terminado que queda en stock. En ella se deduce que siempre producen más de lo que requiere la demanda, generando así un sobrestock del producto que al multiplicarse por su margen de contribución (S/ 1,36) tiene pérdidas económicas de S/ 18 237,60 en dichos meses como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6 Registro histórico del inventario final de la gaseosa de 500 ml en el periodo setiembre 2017-agosto 2018

Periodo	Inv. Inicial	Producción	Inv. Total	Ventas	Inv. Final
sep-17	0	25 096	25 096	24 094	1 002
oct-17	1 002	27 673	28 675	27 596	1 079
nov-17	1 079	26 282	27 361	26 197	1 164
dic-17	1 164	19 547	20 711	19 693	1 018
ene-18	1 018	19 562	20 580	19 485	1 095
feb-18	1 095	20 511	21 606	20 375	1 231
mar-18	1 231	18 674	19 905	18 760	1 145
abr-18	1 145	27 646	28 791	27 682	1 109
may-18	1 109	26 392	27 501	26 375	1 126
jun-18	1 126	26 359	27 485	26 325	1 160
jul-18	1 160	26 373	27 533	26 351	1 182
ago-18	1 182	27 543	28 725	27 626	1 099

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

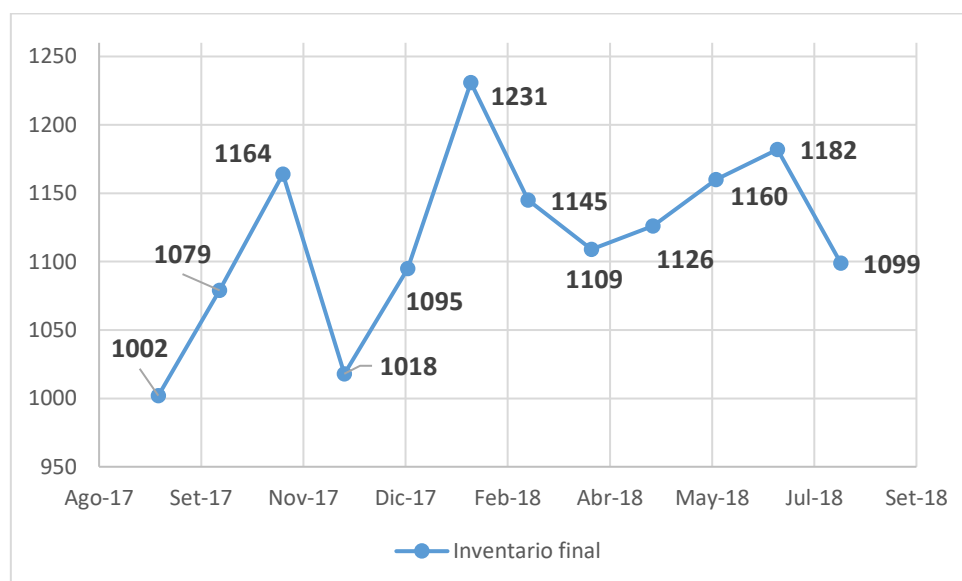


Figura 3 Registro histórico del inventario final de gaseosas de 500 ml

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Tabla 7 Pérdidas económicas en la empresa por sobrestock

Periodo	Sobrestock	Margen de contribución	Pérdidas
sep-17	1 002		S/ 1 362,72
oct-17	1 079		S/ 1 467,44
nov-17	1 164		S/ 1 583,04
dic-17	1 018		S/ 1 384,48
ene-18	1 095		S/ 1 489,20
feb-18	1 231	S/ 1,36	S/ 1 674,16
mar-18	1 145		S/ 1 557,20
abr-18	1 109		S/ 1 508,24
may-18	1 126		S/ 1 531,36
jun-18	1 160		S/ 1 577,60
jul-18	1 182		S/ 1 607,52
ago-18	1 099		S/ 1 494,64
Total	13 410	-	S/ 18 237,60

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

Por otro lado, las bebidas energizantes se fabrican según la demanda del mercado, el cual tiene como referente a su competencia directa marca Volt. En la Tabla 8 se muestra la producción y ventas realizadas durante el periodo setiembre 2017 - agosto 2018 del mencionado artículo, donde también se observa que se llega a vender todo lo elaborado.

Tabla 8 Registro histórico de ventas de bebidas energizantes

Mes	Producción	Ventas
sep-17	3 776	3 776
oct-17	3 774	3 774
nov-17	3 775	3 775
dic-17	3 777	3 777
ene-18	3 778	3 778
feb-18	3 775	3 775
mar-18	3 780	3 780
abr-18	3 776	3 776
may-18	3 776	3 776
jun-18	3 774	3 774
jul-18	3 773	3 773
ago-18	3 774	3 774

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

La demanda de bebidas energizantes no resulta muy variante debido a que no es un producto estacional a comparación de las gaseosas que se consumen más en el verano de la serranía peruana.

b. Desechos

Los desechos provenientes del proceso son:

Tabla 9 Desechos del proceso de producción

Etapa de producción	Desecho	Origen
Etiquetado	Etiquetas/Etiquetas termocontraíbles	Mala colocación en las botellas Etiquetas en mal estado Mucha temperatura en las pistolas de calor
Envasado	Líquido derramado	Mermas en el carbonatador, llenadora y la capsuladora.
Tapado	Tapas	Mal sellado de las botellas Rotura del precinto de seguridad
Empaquetado	PVC termoencogible	Horno a mucha temperatura Mala manipulación del empaque

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Las cantidades diarias de desechos correspondientes a etiquetas, etiquetas termocontraíbles, tapas y plástico termoencogible son mínimas, por ello serán recolectados en sacos para venderlos por kilos, mientras que el líquido derramado que varía entre 5-7% mensual no necesita ningún tipo de tratamiento.

c. Desperdicios

○ **Despilfarro por sobreproducción**

La empresa produce bebidas gaseosas de 500 ml más de lo que la demanda requiere, lo cual trae como consecuencia el exceso de inventario en el almacén.

○ **Despilfarro por tiempo de espera**

La empresa realiza botellas propias con el diseño característico de su producto y si algún día este no se encuentra listo, causa un tiempo de espera para las operaciones de etiquetado y envasado. También, ocurre cuando se acaba el dióxido de carbono y el operario encargado del llenado debe realizar el cambio del balón haciendo esperar a las operaciones de tapado y empaquetado. Finalmente, sucede cuando el tiempo de espera del etiquetado manual ha de completar todo el lote de botellas para empezar con la producción.

- **Despilfarro por transporte y movimientos innecesarios**

Cuando se acaba algún insumo indispensable para la preparación de jarabes, el encargado debe trasladarse hasta el almacén o al primer piso cuando carezca el azúcar y esto creará un exceso de distancias recorridas.

- **Despilfarro por exceso de inventario**

Ocurre cuando existe un exceso de producto terminado de las bebidas gaseosas en el almacén, el cual no llega a venderse todo incluso al siguiente mes y esto causa pérdidas económicas debido a la inversión hecha en los materiales para dichos productos.

3.1.2.2. Recursos del Proceso

a. Materia prima

El agua como componente mayoritario, es tratado química y bacteriológicamente en la empresa para cumplir con los estándares de calidad exigidos, debido a que depende de esta para la calidad del producto final. En cada tanque producido se usa 1 200 l de agua.

b. Materiales directos

Los insumos empleados para elaborar bebidas se encuentran en la Tabla 10, donde puede verse que las cantidades a utilizar varían según el sabor y el tamaño de la presentación. Los proveedores generalmente proceden de Lambayeque, Trujillo y Lima.

Otros materiales directos aplicados para los productos son las preformas PET que compran en diferentes colores, las etiquetas que vienen con la marca y el color característico según el sabor, las tapas de diversos colores y el empaque que son rollos de plástico termoencogible.

Tabla 10 Insumos

Descripción	Costo (soles/kg)
Edulcorante	S/ 58,00
Esencia	S/ 48,00
Colorante	S/ 18,20
Benzoato de sodio	S/ 10,40
Ácido cítrico	S/ 5,50
Azúcar	S/ 2,40
CO ₂	S/ 6,20

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Tabla 11 Otros materiales directos

Descripción	Costo (soles/millar)
Preformas PET	S/ 182,50
Etiquetas	S/ 12,80
Etiquetas termocontraíbles	S/ 16,40
Tapas	S/ 33,60

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Tabla 12 Empaque

Descripción	Costo (soles/kilo)
PVC termoencogible	S/ 11,00

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

c. Maquinaria y equipos

La Tabla 13 muestra características de maquinarias utilizadas en la línea de producción para elaborar ambos productos.

La empresa cuenta con sopladoras de preforma PET encargadas de fabricar botellas PET, según el tamaño de presentación requerido. En la obtención del jarabe se necesita una balanza electrónica con el propósito de agregar la cantidad adecuada de insumos que exija cada sabor, tanques de 150 litros a fin de efectuar la respectiva mezcla y de 1 200 litros para extraer el jarabe terminado. En el envasado se utiliza pistolas de calor durante el etiquetado de las bebidas energizantes, mesas de acero inoxidable, un chiller y un carbonatador. Las características de estos equipos se consignan en la Tabla 14.

Tabla 13 Maquinaria

Maquinaria	Cantidad	Descripción general	
Transportador aéreo de botellas	1	<i>Material:</i> Acero inoxidable 304 <i>Capacidad:</i> 4 000 botellas/hora <i>Dimensiones:</i> 0,80 m de largo 0,20 m de ancho 1,30 m de alto	<i>Velocidad:</i> 1 700 rpm <i>Potencia:</i> 0,75 kW <i>Herramientas y accesorios:</i> Tablero electrónico, cinta transportadora, motor con regulador de frecuencia.
Enjuagadora de botellas	1	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304 <i>Capacidad:</i> 16 botellas/vuelta <i>Dimensiones:</i> 1,50 m de largo 0,50 m de ancho 1,60 m de alto	<i>Velocidad:</i> 15-20 rpm <i>Potencia:</i> 1,5 HP <i>Herramientas y accesorios:</i> Tablero electrónico, cinta transportadora, motor con regulador de frecuencia.
Llenadora	1	<i>Material:</i> Acero inoxidable 304 <i>Capacidad:</i> 16 botellas/vuelta <i>Dimensiones:</i> 1,70 m de largo 0,90 m de ancho 1,90 m de alto	<i>Velocidad:</i> 20-25 rpm <i>Potencia:</i> 3 HP <i>Herramientas y accesorios:</i> Tablero electrónico, cinta transportadora, motor con regulador de frecuencia.
Capsuladora	1	<i>Material:</i> Acero inoxidable 304 <i>Capacidad:</i> 6 botellas/vuelta <i>Dimensiones:</i> 1,90 m de largo 0,40 m de ancho 2,10 m de alto	<i>Velocidad:</i> 20 rpm <i>Potencia:</i> 1 HP <i>Herramientas y accesorios:</i> Tablero electrónico, cinta transportadora, motor con regulador de frecuencia, tolva contenedora de tapas.
Codificadora	1	<i>Marca:</i> DOMINO <i>Capacidad:</i> 6 000 - 10 000 botellas/hora <i>Dimensiones:</i> 1,00 m de largo 0,40 m de ancho 1,20 m de alto	<i>Modelo:</i> CD3 <i>Tinta:</i> 2 000 horas de impresión <i>Potencia:</i> 10 W <i>Herramientas y accesorios:</i> Sensor de posicionamiento
Horno termocontraible	1	<i>Material:</i> Acero inoxidable 304 <i>Temperatura:</i> máximo 300 °C <i>Dimensiones:</i> 3,00 m de largo 0,60 m de ancho 1,80 m de alto	<i>Velocidad:</i> 10-20 rpm <i>Potencia:</i> 1 HP <i>Herramientas y accesorios:</i> Tablero electrónico, cinta transportadora, motor con regulador de frecuencia, cinta de rodillos para paquetes terminados.

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Tabla 14 Equipos

Equipos	Cantidad	Descripción general	
Sopladoras de preforma PET	2	<i>Marca:</i> CHINAPAK	<i>Modelo:</i> SP-KS880
		<i>Capacidad:</i> 800 botellas/hora	<i>Capacidad de moldes:</i> máximo 2
		<i>Proceso:</i> Semiautomático	<i>Presión de aire de trabajo:</i> 0,8 MPa
		<i>Dimensiones:</i> 2,00 m de largo 0,70 m de ancho 1,70 m de alto	<i>Presión de aire de soplado:</i> 0,1 -3,0 MPa <i>Potencia:</i> 7,5 kW
Balanza electrónica	1	<i>Marca:</i> SUPER SS	<i>Modelo:</i> 3S –New Su
		<i>Material:</i> Acero Inoxidable	<i>Capacidad:</i> máx. 30 kg
		<i>Dimensiones de bandeja:</i> 23 cm de largo y 19 cm de ancho	<i>Alimentación:</i> 220V
Tanques de acero inoxidable de 150 l	4	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304	<i>Capacidad:</i> 150 L
		<i>Dimensiones:</i> 0,50 m de largo 0,50 m de ancho 1,20 m de alto	
Tanques de acero inoxidable de 1200 l	2	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304	<i>Potencia:</i> 1 HP
		<i>Capacidad:</i> 1 200 L	<i>Herramientas y accesorios:</i> filtro de 5 micras
		<i>Dimensiones:</i> 1,00 m de largo 1,00 m de ancho 2,20 m de alto	
Pistolas de calor	2	<i>Marca:</i> GAMMA	<i>Modelo:</i> HGO15
		<i>Potencia de entrada:</i> 2 000 W	<i>Alimentación:</i> 220 V
		<i>Temperatura:</i> máx. 600 °C	<i>Caudal máx. del aire:</i> 500-600 L/min
Mesas de acero inoxidable	2	<i>Dimensiones:</i> 2,00 m de largo 1,00 m de ancho 0,90 m de alto	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304
Chiller	1	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304	<i>Potencia:</i> 3 HP
		<i>Capacidad:</i> 2 000 L/hora	<i>Temperatura:</i> 10 °C
		<i>Dimensiones:</i> 1,00 m de largo 0,70 m de ancho 1,20 m de alto	<i>Herramientas y accesorios:</i> gas refrigerante R22
Carbonatador	1	<i>Material:</i> Acero Inoxidable 304	<i>Potencia:</i> 5 HP
		<i>Capacidad:</i> 60 L/min	<i>Presión:</i> 60 PSI
		<i>Dimensiones:</i> 0,60 m de largo 0,60 m de ancho 1,80 m de alto	<i>Herramientas y accesorios:</i> Válvula de seguridad

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

d. Recurso humano

La empresa cuenta con gerente general, un encargado del área de ventas, un responsable del área contable, ocho operarios del área de producción, dos del área de soplado de preformas PET y dos del área de mantenimiento.

En la Tabla 15 y Tabla 16 se especifica las funciones ejecutadas en la empresa por los trabajadores administrativos y los del área de producción.

Tabla 15 Trabajadores administrativos

Cargo	Cantidad	Formación	Funciones
Gerente general	1	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la documentación legal de la empresa • Supervisar el área de envasado • Contratar al personal conveniente
Ventas	1	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> • Recepcionar los pedidos de los clientes • Revisar el stock en almacén de producto terminado • Ingresar las ventas al sistema • Revisar el stock de insumos y materiales en almacén • Efectuar la compra de insumos, otros materiales directos y empaques necesarios para el proceso de producción. • Buscar nuevos proveedores y más clientes • Verificar la entrega de los productos en las fechas establecidas
Contabilidad	1	Contador	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la parte contable de manera externa • Revisar y analizar los estados financieros de la empresa • Contribuir con información útil para una mejor toma de decisiones

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

Actualmente los operarios cumplen las funciones mencionadas en la Tabla 16, sin embargo en la empresa puede observarse lo siguiente:

- **Operario de la actividad de preparación de jarabe simple y terminado:** es experto y capaz de enseñar a otros, es capaz de etiquetar botellas, empaquetar o ayudar en el paletizado en sus tiempos libres. Sin embargo, los demás operarios de la empresa no conocen la preparación de jarabes, por lo cual si este se enferma o está de vacaciones se paralizaría la producción o tendría que contratarse a otra persona.
- **Operarios de la actividad de etiquetado:** Estas personas se encuentran cualificadas y expertas debido al tiempo que llevan en la empresa. Ayudan en el codificado y enjuague

cuando otro operario tiene alguna necesidad personal o fatiga. Sin embargo, ellos no conocen el funcionamiento de las máquinas de producción o la preparación de jarabes.

Tabla 16 Trabajadores del área de producción

Actividad	Cantidad	Formación	Funciones
Preparación de jarabe simple y terminado	1	Secundaria completa	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la temperatura del agua tratada • Pesar los insumos • Realizar la mezcla de los insumos en los tanques • Registrar las unidades producidas según los sabores y presentaciones. • Enviar el jarabe terminado al área de envasado
Etiquetado	2	Secundaria completa	<ul style="list-style-type: none"> • Recepcionar y desinfectar las botellas • Colocar etiquetas en las botellas de gaseosas. • Poner etiquetas termocontraíbles en las botellas para energizantes • Utilizar las pistolas de calor para el etiquetado en las botellas de energizantes
Codificado y Enjuague	1	Secundaria completa	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar tapas en la máquina codificadora • Situar botellas en el transportador aéreo • Controlar la velocidad de la enjuagadora
Llenado y tapado	1	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la temperatura del chiller • Revisar las presiones del carbonatador • Vigilar la velocidad de la máquina llenadora • Supervisar las botellas llenadas • Controlar la velocidad de la máquina capsuladora • Efectuar la colocación de tapas en la máquina capsuladora • Supervisar las botellas tapadas
Empaquetado	2	Secundaria completa	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenar las botellas en el empaque • Llevar al horno empaquetador
Paletizado	1	Secundaria completa	<ul style="list-style-type: none"> • Recoger los paquetes del horno y trasladarlos al pallet • Arreglar los paquetes en el pallet • Trasladar el pallet al almacén de producto terminado

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

- **Operario de las actividades de codificado y enjuague:** Esta persona responsable es cualificada y ayuda en el etiquetado o paletizado cuando acaba sus funciones. Sin embargo, desconoce el funcionamiento de las máquinas de llenado y tapado.
- **Operario de la actividad de llenado y tapado:** Este operario cualificado y experto máquinas de llenado y tapado, auxilia en el etiquetado antes del envío del contenido del tanque, tiene una formación básica del horno empaquetador pero ignora la preparación de jarabes.
- **Operarios de la actividad de empaquetado:** Estos operarios son especializados para dicha actividad, apoyan en el etiquetado de botellas y el paletizado, no entienden el funcionamiento de las máquinas de llenado y tapado así como de la preparación de jarabes.
- **Operario de la actividad de paletizado:** Es un trabajador cualificado para dicha actividad, colabora en el etiquetado antes que empiece la producción, tiene una formación básica del horno empaquetador y de las máquinas de llenado y tapado, pero no conoce la preparación de jarabes.

Con estos datos se realizó una matriz de polivalencia (Tabla 18) para obtener tres indicadores como son la tasa de polivalencia, % los trabajadores polivalentes y % de procesos dominados. Para ello se utilizó la escala mostrada en la Tabla 17.

Tabla 17 Escala utilizada

Valor	Descripción
0	Falta total de formación y cualificación
1	En formación básica
2	En formación avanzada
3	Cualificado
4	Cualificado y experto
5	Experto y capaz de enseñar a otros

- Tasa de polivalencia = $\frac{\text{suma de número de procesos que cada trabajador ha dominado}}{\text{número total de procesos de la sección} \cdot \text{número total de trabajadores}}$

$$\text{Tasa de polivalencia} = \frac{(4+1+1+1+1+1)}{(6 \cdot 8)} = 18,75\%$$

- Trabajadores polivalentes= $\frac{\text{número de trabajadores cualificados para más de un proceso}}{\text{total de trabajadores de la sección}}$

$$\text{Trabajadores polivalentes} = \frac{1}{8} = 12,5\%$$

- Procesos dominados= $\frac{\text{número de procesos para los que hay más de un trabajador cualificado}}{\text{total de procesos de la sección}}$

$$\text{Procesos dominados} = \frac{3}{6} = 50\%$$

Los indicadores revelan que la empresa tiene baja tasa de polivalencia, así como pocos trabajadores polivalentes, por ello urge capacitar a los operarios y de esta manera aumentar el porcentaje de procesos dominados.

Tabla 18 Matriz de polivalencia

	Preparación de Jarabe simple y terminado	Etiquetado	Codificado y enjuague	Llenado y tapado	Empaquetado	Paletizado	Puntuación total	Puntuación media (sobre el total de procesos, 6)	N° de procesos para los que está cualificado	% procesos para los que está cualificado
Operario 1	5	3	0	0	3	3	14	2,33333333	4	67%
Operario 2 y 3	0	4	2	0	0	0	6	1	1	17%
Operario 4	0	2	3	0	0	2	7	1,16666667	1	17%
Operario 5	0	2	0	4	1	0	7	1,16666667	1	17%
Operario 6 y 7	0	2	0	0	3	2	7	1,16666667	1	17%
Operario 8	0	2	0	1	1	3	7	1,16666667	1	17%
Puntuación total	5	15	5	5	8	10	48	5,66666667		
Puntuación media (sobre el total de operarios, 8)	0,625	1,875	0,625	0,625	1	1,25	4,75			
N° de operarios cualificados para el proceso	1	2	1	1	2	2				
% operarios cualificados para el proceso	13%	25%	13%	13%	25%	25%				

Fuente: Empresa Embotelladora de bebidas.

3.1.2.3. Descripción del Proceso

El proceso productivo de la elaboración de bebidas gasificadas va desde la obtención del agua tratada hasta la realización del jarabe terminado, para luego pasar al enfriado, carbonatado, etiquetado, envasado, empaquetado y paletizado. Es importante aclarar que el proceso de soplado para las botellas PET se efectúa en otra área de manera continua a fin de abastecer al proceso de producción, donde los operarios recolectan botellas en bolsas de plástico grande con el propósito de trasladarlas al proceso de etiquetado manual. A continuación se detalla cada una de las etapas:

- **Obtención del agua tratada**

- Almacenamiento de agua potable**

- El agua usada por dicha embotelladora y previamente potabilizada, viene de la empresa EPSEL S.A., para ser recogida en seis tanques de 2500 l donde es clorada, con dureza alta, pH alto y conductividad alta (ppm) a fin de que pase por un proceso de purificación.

- Primera Filtración**

- El filtro de grava y arena cumple la función de retener todos los gérmenes vivos y contaminantes orgánicos e inorgánicos que quedan en el agua.

- Segunda Filtración**

- El filtro de carbón activado ejecuta la función de eliminar el cloro libre contenido en el agua, aparta herbicidas y pesticidas lo cual ayuda a conseguir un agua incolora y sin sabor.

- Tercera Filtración**

- El filtro pulidor retiene partículas de cualquier tipo que no hayan sido eliminadas.

- Enfriamiento**

- El agua pasa por dos tanques de enfriamiento hasta alcanzar una temperatura de 5 - 7 °C.

- **Elaboración del jarabe terminado**

- Jarabe simple**

- Es el insumo base para elaborar bebidas gasificadas, se obtiene de la mezcla de agua tratada con insumos como azúcar blanca, benzoato de sodio (preservante), edulcorantes, ácido cítrico (acidulante), esencia para el sabor y colorante. Dispone de 4 tanques de 150 litros cada uno donde ocurrirá la preparación del jarabe simple. Importa que este repose cierto periodo de tiempo, con la finalidad de asegurar que los componentes queden perfectamente mezclados con el azúcar.

- Filtración**

- Se efectúa con la intención de separar partículas extrañas u otras impurezas que pueda traer el azúcar.

- Jarabe terminado**

- Es el resultado de la mezcla de agua tratada y el jarabe simple. La empresa cuenta con 2 tanques de 1200 litros, los cuales son de gran tamaño debido a la cantidad de producción requerida. Al jarabe se deja reposar para luego trasladarlo mediante tuberías a la línea de carbonatación y envasado.

- **Enfriado y carbonatado**

- La mezcla transita por un tercer enfriador que la deja en 8-10 °C antes de pasar al carbonatador. A la bebida se agrega el dióxido de carbono (CO₂) con el propósito de que adquiera una concentración definida, pues se sabe que la capacidad para absorber gas depende en los líquidos de la temperatura encontrada. En el producto terminado el CO₂ es el encargado de producir las burbujas necesarias para retener la sensación refrescante de cada gaseosa. Existe una filtración después de la carbonatación efectuada con la finalidad de separar partículas extrañas u otras impurezas que puedan entrar a la máquina llenadora.

- **Envasado**

- Etiquetado**

- Para botellas de gaseosas se ponen etiquetas de forma manual, mientras que en los envases de energizantes primero los operarios colocan etiquetas termocontraíbles y después con las pistolas de calor las adaptan al contorno de las botellas.

-Enjuagado y llenado

Posteriormente las botellas etiquetadas han de colocarse en un transportador aéreo que las llevará a una enjuagadora donde serán lavadas con agua tratada y enseguida a través de una faja transportadora pasarán a la máquina llenadora para ser repletadas según el tamaño de su presentación.

-Tapado

El operario responsable colocará en una máquina las tapas que previamente han sido codificadas con número de lote y fecha de vencimiento. Las botellas llegarán a una faja transportadora en la cual cada una atrapa una tapa que de inmediato será enroscada en una capsuladora para garantizar el mantenimiento de sus características de calidad.

▪ Empaquetado

Finalmente la faja transportadora lleva las botellas a una mesa de acero inoxidable, donde los operarios agrupan 12 botellas en paquetes con plástico termoencogible para conducirlos hasta el horno termocontraible y someterlos a una fuente de calor que conseguirá la adhesión del referido plástico en cada paquete.

▪ Paletizado

Los paquetes son colocados en estibas para llevarlos de inmediato al almacén de producto terminado.

3.1.2.4. Sistema de producción

La empresa posee un sistema de producción en flujo continuo porque elabora un gran volumen de productos y a bajo costo. Además se considera que tiene una baja variedad de artículos ya que solo producen gaseosas y energizantes, pero en un volumen elevado. En el caso de las gaseosas se fabrica en diferentes tamaños, según lo requerido por el cliente. Si bien en este sistema se dice que tiene un ciclo automatizado, en la empresa de estudio se tiene un proceso semi-automatizado donde las máquinas y equipos realizan siempre las mismas operaciones. Algunos trabajadores se encargan de operar las máquinas mientras que los demás ejecutan sus actividades manualmente.

3.1.2.5. Análisis del Proceso de Producción

a. Diagrama de bloques

En la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques del proceso de obtención de agua tratada, el cual sirve de materia prima para el producto final.

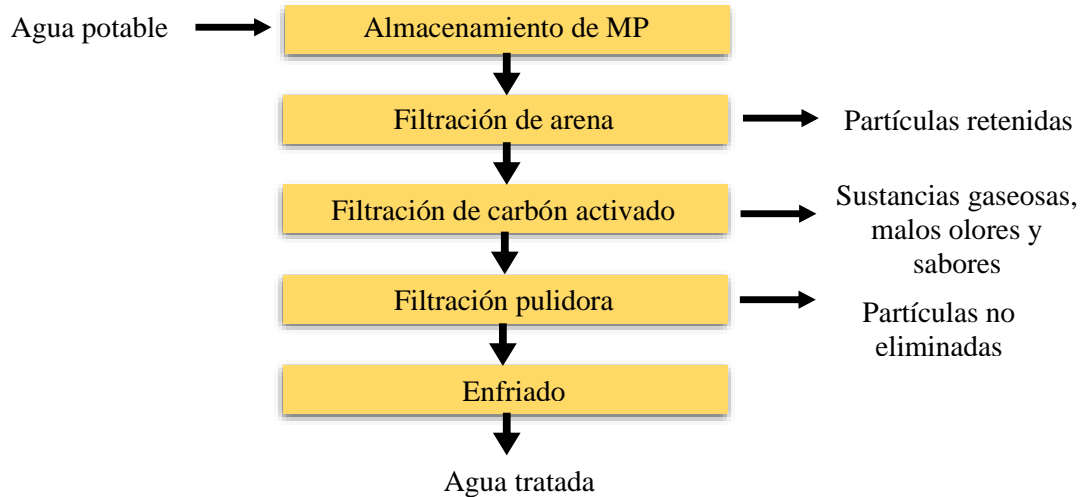


Figura 4 Diagrama de bloques del proceso de obtención de agua tratada

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

En la Figura 5 se presenta el diagrama de bloques del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas o gasificadas, el cual empieza desde la preparación del jarabe simple, donde los aditivos cambian según el producto hasta el empaquetado en el cual salen 12 unidades tanto en las gaseosas como en las bebidas energizantes.

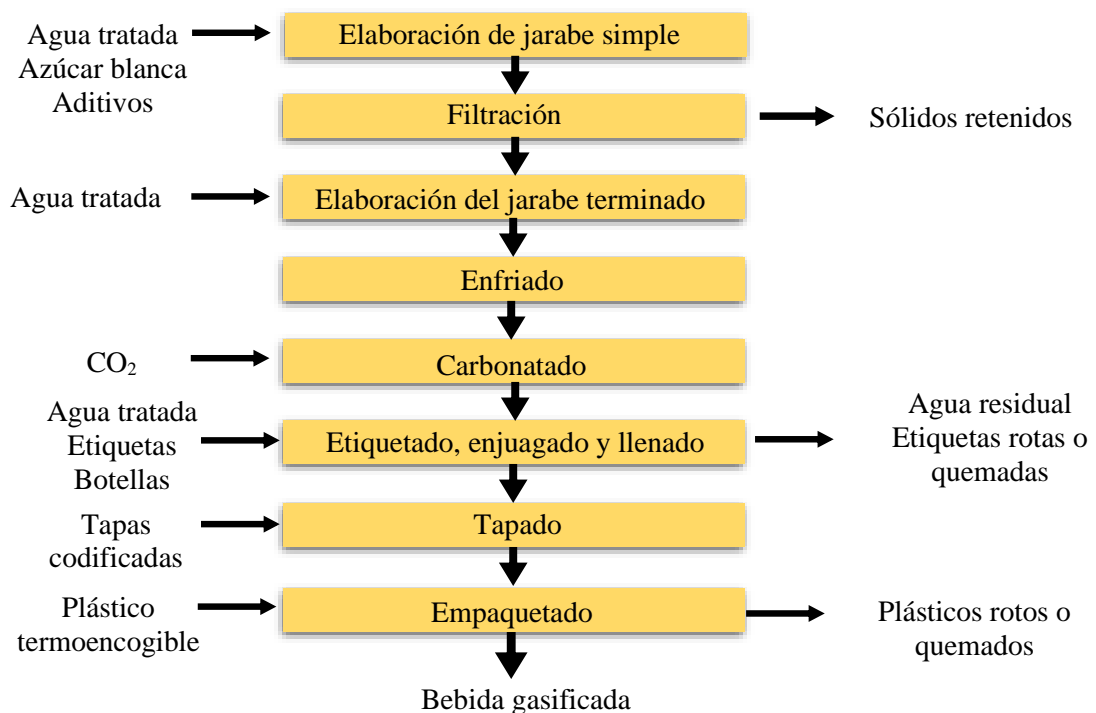


Figura 5 Diagrama de bloques del proceso de bebidas gasificadas

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

b. Estudio de tiempos

Con la cantidad de paquetes de los diferentes sabores durante el año en estudio (Anexo 1 y Anexo 2) y el tiempo de producción disponible, se pudo determinar el tiempo de ciclo promedio para cada unidad (Tabla 19).

Tabla 19 Tiempo de ciclo promedio por paquete durante el año en estudio

Producto	Sabores	Producción (paquetes/año)	Tiempo de ciclo promedio (s/paquete)	Tiempo de ciclo promedio (h/paquete)
Gaseosa	Cola Negra	87 311	25,5978	0,007
	Cola Amarilla	74 796	25,5969	0,007
	Naranja	57 262	25,5976	0,007
	Limón	43 494	25,5974	0,007
	Fresa	28 795	25,5969	0,007
Energizante	Frambuesa	22 656	15,2542	0,004
	Maca	22 652	15,2569	0,004

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• Tamaño de muestra

El número de observaciones necesarias para la toma de tiempos se establece por medio de la tabla Westinghouse (Tabla 2), la cual se efectúa en función a la duración del tiempo de ciclo y del número de piezas trabajadas anualmente. La Tabla 19 se muestra indica que el tiempo de ciclo de las bebidas gaseosas es de 0,007 horas por lo que se hallaría entre la fila de 0,005 horas a 0,008 horas de la columna “Tiempo por pieza o ciclo” y al tener una producción entre 28 000 y 87 000 se ubicaría en la columna de “más de 10 000 por año”, por lo tanto debe realizarse entre 60 a 80 observaciones para la toma de tiempos en este producto; mientras que el tiempo de ciclo de las bebidas energizantes es de 0,004 horas por lo que se encontraría entre la fila 0,003 horas a 0,005 horas de la columna “Tiempo por pieza o ciclo” y al tener una producción mayor de 20 000 se ubicaría en la columna de “más de 10 000 por año”, por lo tanto se debe realizar entre 80 a 100 observaciones para la toma de tiempos en este producto.

• Verificación de la muestra

La Tabla 20 muestra observaciones diarias realizadas a cada sabor, esto debido a que la empresa consume 7 tanques por día de 1 200 litros y sale un promedio de 185 paquetes de gaseosa por cada uno, por ello las observaciones se efectuaron en 2 días con 30 observaciones por cada uno, cumpliendo así con el número de observaciones dadas por

la tabla Westinghouse. En el caso de las bebidas energizantes gastan 6 tanques por día con un promedio de 315 paquetes por cada uno, por ello las observaciones se hicieron en 2 días, es decir uno para cada sabor con 80 observaciones diarias, cumpliendo así con el número de observaciones entregadas por la tabla Westinghouse.

Tabla 20 Observaciones por cada sabor

Producto	Sabores	Días	N° de observaciones/día
Gaseosa	Cola Negra	2	30
	Cola Amarilla	2	30
	Naranja	2	30
	Limón	2	30
	Fresa	2	30
Energizante	Frambuesa	1	80
	Maca	1	80

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Cabe resaltar que no se consideró el tiempo del soplado de las botellas PET porque se encuentran en otra área de la empresa, pero sí a la espera de que se tenga para la llegada de las bolsas de plástico grandes en la etapa de etiquetado.

Tampoco se estimó a la etapa de codificado de las tapas debido a que el operario encargado lo realiza un día antes a la producción, pero sí a la espera de que se tenga para el abastecimiento de tapas codificadas para la etapa de tapado. Por último, no se considera el tiempo de almacenamiento de PT porque este es variable.

Tabla 21 Promedio de tiempos en las bebidas gaseosas

Actividades	Cola negra			Cola amarilla			Naranja			Limón			Fresa			Promedio Gaseosas
	Día 1	Día 2	Promedio	Día 1	Día 2	Promedio	Día 1	Día 2	Promedio	Día 1	Día 2	Promedio	Día 1	Día 2	Promedio	
1 Llenar los tanques con agua tratada	368	374	371	366	369	368	364	366	365	366	368	367	364	368	366	367
2 Pesar insumos	252	246	249	250	254	252	225	229	227	229	233	231	244	248	246	241
3 Transportar al tanque de jarabe simple	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
4 Mezclar el jarabe simple	255	263	259	262	258	260	237	240	239	241	245	243	248	253	251	250
5 Filtrar	122	129	126	124	127	126	126	127	127	122	125	124	126	128	127	126
6 Transportar al tanque de jarabe terminado	119	121	120	120	121	121	119	121	120	119	121	120	119	121	120	120
7 Mezclar el jarabe terminado	186	188	187	182	185	184	169	173	171	170	174	172	172	176	174	178
8 Transportar al chiller	156	148	152	153	149	151	152	150	151	151	149	150	152	148	150	151
9 Enfriar	267	270	269	268	266	267	269	266	268	266	268	267	266	267	267	267
10 Carbonatar	149	145	147	144	148	146	145	147	146	142	145	144	142	146	144	145
11 Esperar llegada de botellas	85	89	87	84	86	85	86	88	87	85	88	87	84	88	86	86
12 Etiquetar	589	594	592	586	589	588	587	588	588	588	586	587	586	587	587	588
13 Transportar a enjuague de botellas	22	25	24	23	25	24	24	25	25	23	25	24	24	25	25	24
14 Enjuagar botellas	39	42	41	35	38	37	36	38	37	36	38	37	36	38	37	38
15 Transportar a llenado	45	48	47	45	46	46	45	47	46	46	48	47	45	47	46	46
16 Llenar	16	18	17	13	16	15	13	14	14	12	13	13	13	15	14	14
17 Transportar a tapado	11	12	12	10	12	11	10	12	11	10	11	11	10	12	11	11
18 Esperar tapas codificadas	86	90	88	85	89	87	84	89	87	84	87	86	84	88	86	87
19 Colocar tapas en la encapsuladora	5	7	6	6	5	6	6	5	6	6	7	7	6	5	6	6
20 Tapar	4	6	5	5	6	6	4	6	5	4	6	5	4	6	5	5
21 Transporte a empaquetado manual	76	80	78	74	77	76	74	76	75	74	79	77	74	76	75	76

22	Empaquetado manual	17	20	19	14	16	15	14	16	15	13	16	15	14	16	15	16
23	Transportar hacia el horno termocontraible	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5
24	Empaquetar	14	16	15	11	12	12	11	12	12	11	12	12	11	12	12	12
25	Inspeccionar el Empaquetado	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3
26	Transportar al paletizado	18	16	17	15	16	16	13	15	14	14	16	15	15	17	16	16
27	Paletizar	552	549	551	544	547	546	544	546	545	540	544	542	544	548	546	546
28	Transportar a almacén de PT	114	116	115	115	114	115	113	115	114	113	116	115	113	110	112	114
29	Almacenamiento de PT																

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 22 Promedio de tiempos de las bebidas energizantes

Actividades	Frambuesa		Maca		Promedio Energizantes		
	Día 1	Promedio	Día 1	Promedio			
1 Llenar los tanques con agua tratada	364	366	365	366	368	367	366
2 Pesar insumos	229	228	229	227	229	228	228
3 Transportar al tanque de jarabe simple	5	4	5	4	5	5	5
4 Mezclar el jarabe simple	242	240	241	243	245	244	243
5 Filtrar	126	127	127	124	128	126	126
6 Transportar al tanque de jarabe terminado	119	121	120	120	121	121	120
7 Mezclar el jarabe terminado	173	172	173	170	174	172	172
8 Transportar al chiller	152	150	151	151	149	150	151
9 Enfriar	269	266	268	268	266	267	267
10 Carbonatar	145	147	146	145	147	146	146
11 Esperar llegada de botellas	86	88	87	86	88	87	87
12 Colocar etiquetas	314	316	315	315	318	317	316
13 Etiquetar	910	915	913	913	917	915	914
14 Transportar a enjuague de botellas	24	25	25	22	25	24	24
15 Enjuagar botellas	40	42	41	43	45	44	43
16 Transportar a llenado	45	48	47	45	47	46	46
17 Llenar	18	19	19	20	17	19	19
18 Transportar a tapado	10	12	11	11	12	12	11
19 Esperar tapas codificadas	84	89	87	84	87	86	86
20 Colocar tapas en la encapsuladora	6	5	6	6	5	6	6
21 Tapar	4	6	5	6	5	6	5
22 Transporte a empaquetado manual	74	76	75	75	79	77	76
23 Empaquetado manual	15	16	16	15	18	17	16
24 Transportar hacia el horno termocontraible	4	5	5	4	5	5	5
25 Empaquetar	11	12	12	11	12	12	12
26 Inspeccionar el Empaquetado	3	2	3	3	2	3	3
27 Transportar al paletizado	13	15	14	15	16	16	15
28 Paletizar	620	624	622	628	626	627	625
29 Transportar a almacén de PT	113	115	114	114	116	115	115
30 Almacenamiento de PT							

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

c. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

La Figura 6 contiene el diagrama de operaciones para la elaboración de bebidas gaseosas, que describe las operaciones realizadas para obtener el producto final. Por eso en la Tabla 23 existen 11 operaciones, 4 actividades combinadas y 1 inspección, abarcando un tiempo total de 2 802 segundos.

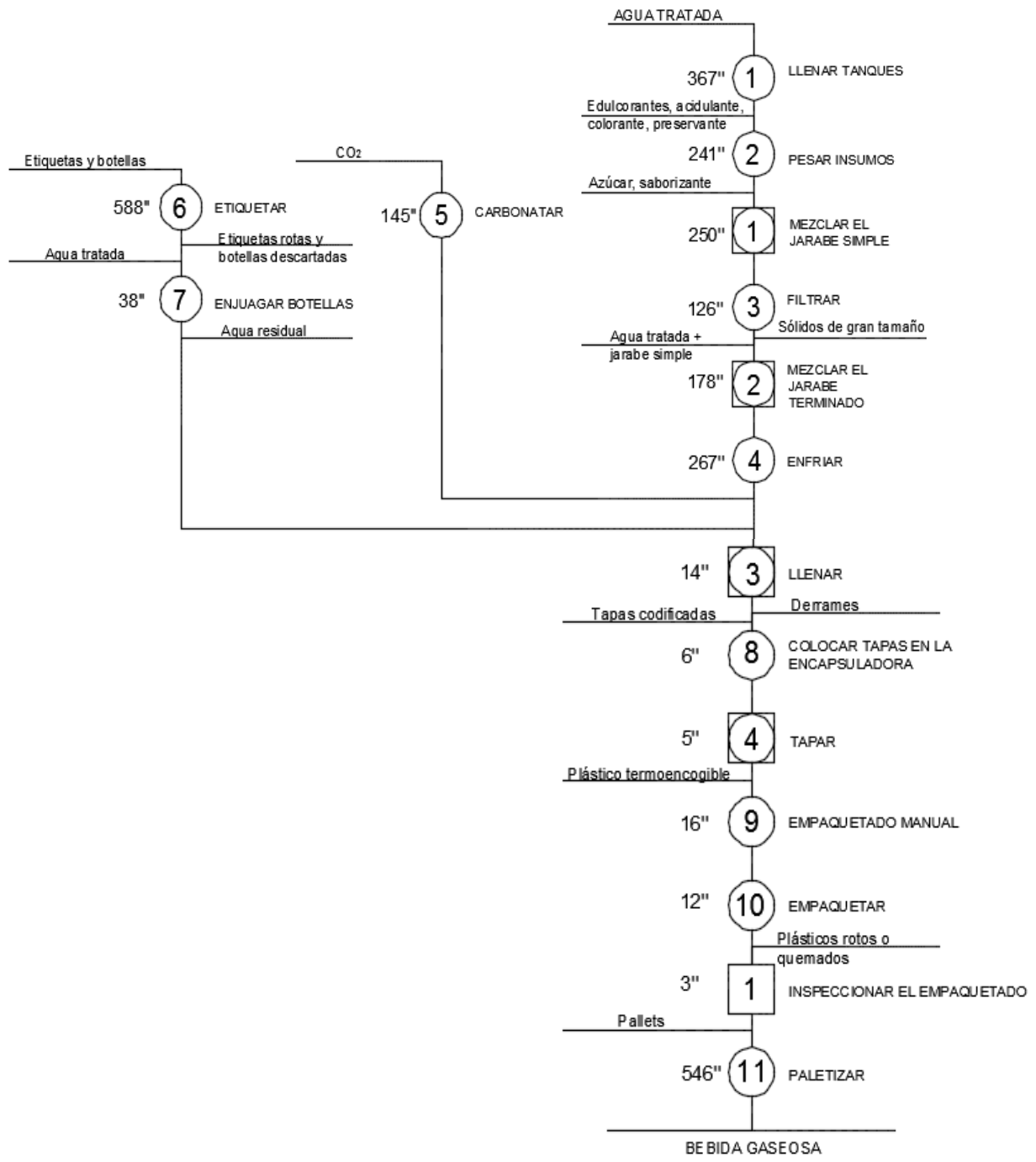


Figura 6 Diagrama de Operaciones de Proceso de las bebidas gaseosas - Actual
Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.

Tabla 23 Resumen de actividades DOP actual - Gaseosas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)
Operación	11	2 352
Inspección	1	3
Combinada	4	447
TOTAL	16	2 802

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La Figura 7 grafica el diagrama de operaciones para elaborar bebidas energizantes, que describe las operaciones ejecutadas para obtener el producto final. Por eso en la Tabla 24 existen 11 operaciones, 5 actividades combinadas y 1 inspección, teniendo un tiempo total de 3 507 segundos.

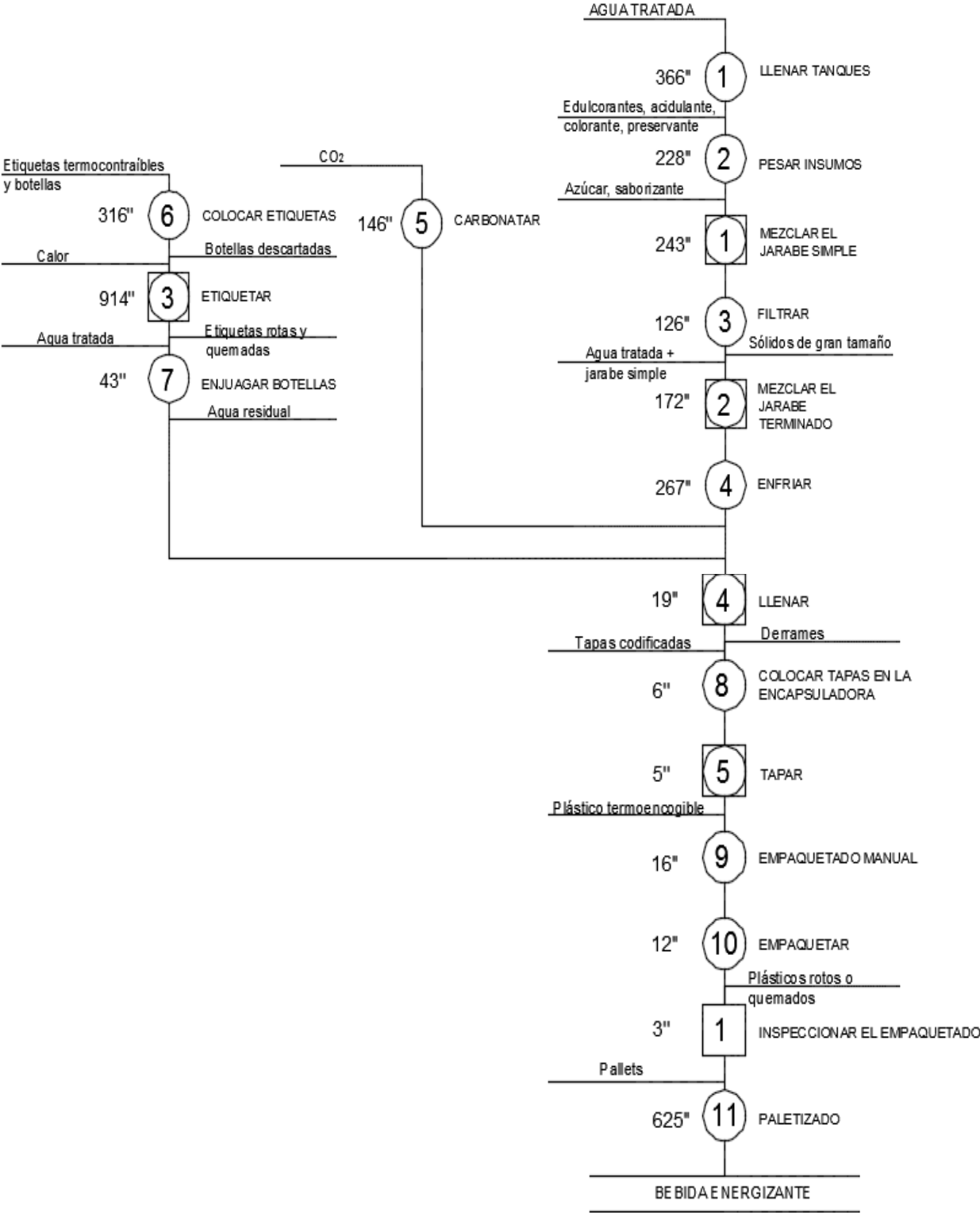


Figura 7 Diagrama de Operaciones de Proceso de las bebidas energizantes - Actual

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

**Tabla 24 Resumen de actividades DOP actual -
Energizantes**

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)
Operación	11	2 151
Inspección	1	3
Combinada	5	1 353
TOTAL	17	3 507

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

d. Cursogramas analíticos de proceso

De la Figura 8 a la Figura 14 se observan los cursogramas analíticos de proceso de cada sabor que describe todas las actividades necesarias para la obtención de las bebidas gasificadas, para ello se utilizaron los tiempos promedios de cada sabor (Tabla 21 y Tabla 22).













Producto: Gaseosa		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Cola negra		Operación		11	2 386				
Presentación: 500 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	575	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	175	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		4	468				
		Total		29	3 607	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						371	
2	Pesar insumos	X						249	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	259	
5	Filtrar	X						126	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				120	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	187	
8	Transportar al chiller			X				152	10
9	Enfriar	X						269	
10	Carbonatar	X						147	
11	Esperar llegada de botellas				X			87	6
12	Etiquetar	X						592	
13	Transportar a enjuague de botellas			X				24	4,5
14	Enjuagar botellas	X						41	
15	Transportar a llenado			X				47	1,2
16	Llenar						X	17	
17	Transportar a tapado			X				12	0,8
18	Esperar tapas codificadas				X			88	4
19	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
20	Tapar						X	5	
21	Transporte a empaquetado manual			X				78	1,5
22	Empaquetado manual	X						19	
23	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
24	Empaquetar	X						15	
25	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
26	Transportar al paletizado			X				17	0,7
27	Paletizar	X						551	
28	Transportar a almacén de PT			X				115	2
29	Almacenamiento de PT					X			

Figura 8 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa cola negra 500 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas.













Producto: Gaseosa		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Cola amarilla		Operación		11	2 363				
Presentación: 500 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	570	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	172	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		4	465				
Total				29	3 573	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						368	
2	Pesar insumos	X						252	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	260	
5	Filtrar	X						126	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				121	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	184	
8	Transportar al chiller			X				151	10
9	Enfriar	X						267	
10	Carbonatar	X						146	
11	Esperar llegada de botellas				X			85	6
12	Etiquetar	X						588	
13	Transportar a enjuague de botellas			X				24	4,5
14	Enjuagar botellas	X						37	
15	Transportar a llenado			X				46	1,2
16	Llenar						X	15	
17	Transportar a tapado			X				11	0,8
18	Esperar tapas codificadas				X			87	4
19	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
20	Tapar						X	6	
21	Transporte a empaquetado manual			X				76	1,5
22	Empaquetado manual	X						15	
23	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
24	Empaquetar	X						12	
25	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
26	Transportar al paletizado			X				16	0,7
27	Paletizar	X						546	
28	Transportar a almacén de PT			X				115	2
29	Almacenamiento de PT						X		

Figura 9 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa cola amarilla 500 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas













Producto: Gaseosa		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Naranja		Operación		11	2 336				
Presentación: 500 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	566	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	174	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		4	429				
		Total		29	3 508	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						365	
2	Pesar insumos	X						227	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	239	
5	Filtrar	X						127	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				120	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	171	
8	Transportar al chiller			X				151	10
9	Enfriar	X						268	
10	Carbonatar	X						146	
11	Esperar llegada de botellas				X			87	6
12	Etiquetar	X						588	
13	Transportar a enjuague de botellas			X				25	4,5
14	Enjuagar botellas	X						37	
15	Transportar a llenado			X				46	1,2
16	Llenar						X	14	
17	Transportar a tapado			X				11	0,8
18	Esperar tapas codificadas				X			87	4
19	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
20	Tapar						X	5	
21	Transporte a empaquetado manual			X				75	1,5
22	Empaquetado manual	X						15	
23	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
24	Empaquetar	X						12	
25	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
26	Transportar al paletizado			X				14	0,7
27	Paletizar	X						545	
28	Transportar a almacén de PT			X				114	2
29	Almacenamiento de PT						X		

Figura 10 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa naranja 500 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas













Producto: Gaseosa		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Limón		Operación		11	2 333				
Presentación: 500 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	569	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	173	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		4	433				
Total				29	3 511	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						367	
2	Pesar insumos	X						231	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	243	
5	Filtrar	X						124	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				120	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	172	
8	Transportar al chiller			X				150	10
9	Enfriar	X						267	
10	Carbonatar	X						144	
11	Esperar llegada de botellas				X			87	6
12	Etiquetar	X						587	
13	Transportar a enjuague de botellas			X				24	4,5
14	Enjuagar botellas	X						37	
15	Transportar a llenado			X				47	1,2
16	Llenar						X	13	
17	Transportar a tapado			X				11	0,8
18	Esperar tapas codificadas				X			86	4
19	Colocar tapas en la encapsuladora	X						7	
20	Tapar						X	5	
21	Transporte a empaquetado manual			X				77	1,5
22	Empaquetado manual	X						15	
23	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
24	Empaquetar	X						12	
25	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
26	Transportar al paletizado			X				15	0,7
27	Paletizar	X						542	
28	Transportar a almacén de PT			X				115	2
29	Almacenamiento de PT					X			

Figura 11 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa limón 500 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Producto: Gaseosa		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Fresa		Operación	●	11	2 353				
Presentación: 500 ml		Inspección	■	1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte	➔	10	565	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera	⏸	2	172	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento	▼	1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado	●	4	444				
Total				29	3 537	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
		●	■	➔	⏸	▼	●		
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						366	
2	Pesar insumos	X						246	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	251	
5	Filtrar	X						127	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				120	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	174	
8	Transportar al chiller			X				150	10
9	Enfriar	X						267	
10	Carbonatar	X						144	
11	Esperar llegada de botellas				X			86	6
12	Etiquetar	X						587	
13	Transportar a enjuague de botellas			X				25	4,5
14	Enjuagar botellas	X						37	
15	Transportar a llenado			X				46	1,2
16	Llenar						X	14	
17	Transportar a tapado			X				11	0,8
18	Esperar tapas codificadas				X			86	4
19	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
20	Tapar						X	5	
21	Transporte a empaquetado manual			X				75	1,5
22	Empaquetado manual	X						15	
23	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
24	Empaquetar	X						12	
25	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
26	Transportar al paletizado			X				16	0,7
27	Paletizar	X						546	
28	Transportar a almacén de PT			X				112	2
29	Almacenamiento de PT						X		

Figura 12 Cursograma Analítico de Proceso de la gaseosa fresa 500 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas













Producto: Energizante		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Frambuesa		Operación		11	2 147				
Presentación: 300 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	567	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	174	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		5	1 351				
Total				30	4 242	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						365	
2	Pesar insumos	X						229	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	241	
5	Filtrar	X						127	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				120	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	173	
8	Transportar al chiller			X				151	10
9	Enfriar	X						268	
10	Carbonatar	X						146	
11	Esperar llegada de botellas				X			87	6
12	Colocar etiquetas	X						315	
13	Etiquetar						X	913	
14	Transportar a enjuague de botellas			X				25	4,5
15	Enjuagar botellas	X						41	
16	Transportar a llenado			X				47	1,2
17	Llenar						X	19	
18	Transportar a tapado			X				11	0,8
19	Esperar tapas codificadas				X			87	4
20	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
21	Tapar						X	5	
22	Transporte a empaquetado manual			X				75	1,5
23	Empaquetado manual	X						16	
24	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
25	Empaquetar	X						12	
26	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
27	Transportar al paletizado			X				14	0,7
28	Paletizar	X						622	
29	Transportar a almacén de PT			X				114	2
30	Almacenamiento de PT						X		

Figura 13 Cursograma Analítico de Proceso del energizante frambuesa 300 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas













Producto: Energizante		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)			
Sabor: Maca		Operación		11	2 157				
Presentación: 300 ml		Inspección		1	3				
Actividad: Elaboración de bebida carbonatada		Transporte		10	571	24,2			
Método: Actual- semiautomático		Espera		2	173	10			
Lugar: Embotelladora de bebidas		Almacenamiento		1	-				
Fecha: setiembre de 2018		Combinado		5	1 356				
		Total		30	4 260	34,2			
N°	Descripción	Símbolos						Tiempo (seg)	Distancia (m)
									
1	Llenar los tanques con agua tratada	X						367	
2	Pesar insumos	X						228	
3	Transportar al tanque de jarabe simple			X				5	2,5
4	Mezclar el jarabe simple						X	244	
5	Filtrar	X						126	
6	Transportar al tanque de jarabe terminado			X				121	0,5
7	Mezclar el jarabe terminado						X	172	
8	Transportar al chiller			X				150	10
9	Enfriar	X						267	
10	Carbonatar	X						146	
11	Esperar llegada de botellas				X			87	6
12	Colocar etiquetas	X						317	
13	Etiquetar						X	915	
14	Transportar a enjuague de botellas			X				24	4,5
15	Enjuagar botellas	X						44	
16	Transportar a llenado			X				46	1,2
17	Llenar						X	19	
18	Transportar a tapado			X				12	0,8
19	Esperar tapas codificadas				X			86	4
20	Colocar tapas en la encapsuladora	X						6	
21	Tapar						X	6	
22	Transporte a empaquetado manual			X				77	1,5
23	Empaquetado manual	X						17	
24	Transportar hacia el horno termocontraible			X				5	0,5
25	Empaquetar	X						12	
26	Inspeccionar el Empaquetado		X					3	
27	Transportar al paletizado			X				16	0,7
28	Paletizar	X						627	
29	Transportar a almacén de PT			X				115	2
30	Almacenamiento de PT						X		

Figura 14 Cursograma Analítico de Proceso del energizante maca 300 ml

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

e. Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

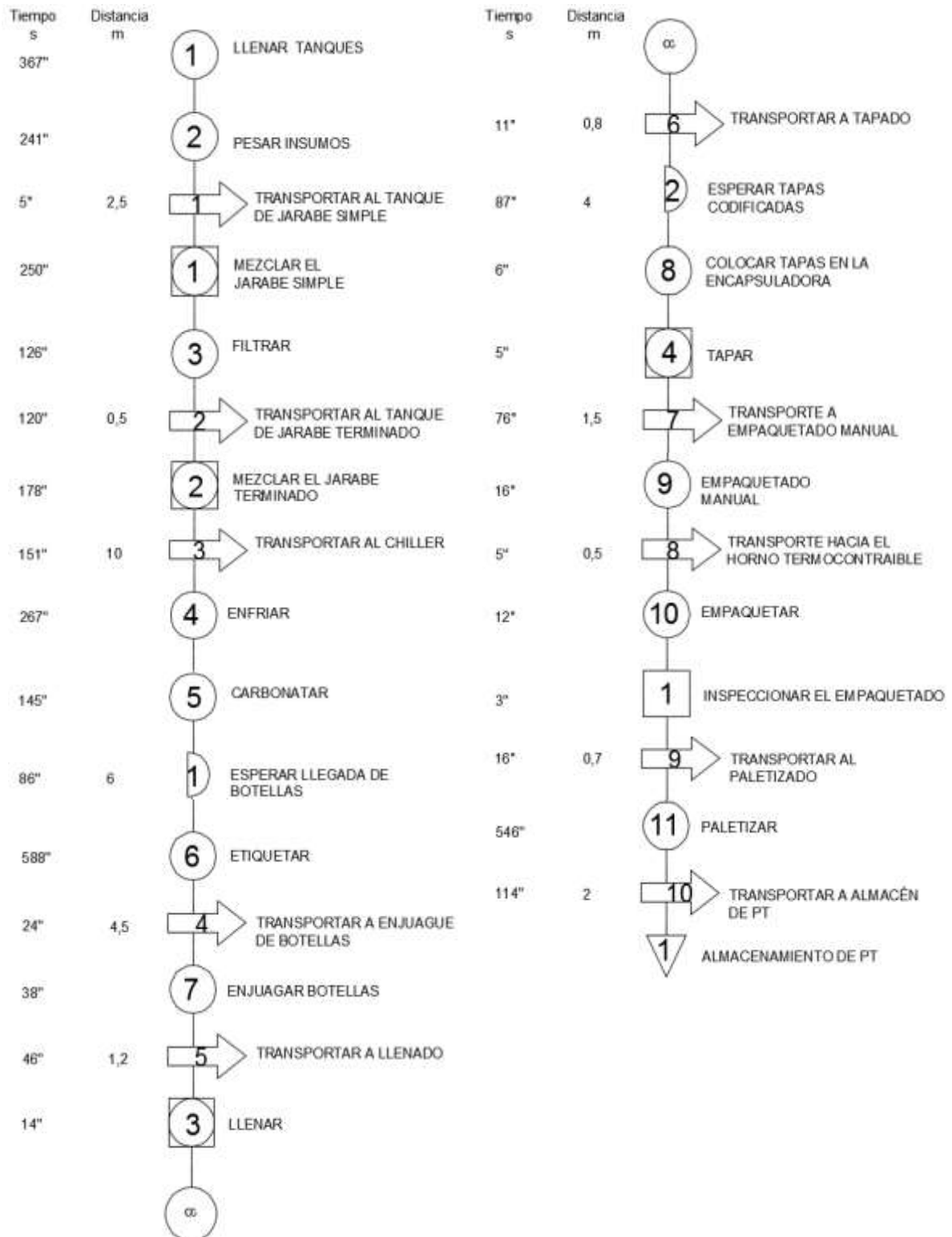


Figura 15 Diagrama de Análisis del Proceso de gaseosas - Actual

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La Figura 15 comprende el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) de las bebidas gaseosas donde se encuentra el tiempo promedio de los 5 sabores (Tabla 21) mostrados anteriormente en los cursogramas analíticos de proceso.

La Tabla 25 revela la cantidad de actividades realizadas, en la cual se obtuvo un total de 29 actividades y un tiempo total de 3 543 segundos.

Tabla 25 Resumen de actividades DAP actual - Gaseosas

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	11	2 352
Combinada	4	447
Inspección	1	3
Transporte	10	568
Espera	2	173
Almacenamiento	1	-
TOTAL	29	3 543

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- Actividades productivas:

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de operacion, inspección, combinada})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(2\ 352 + 3 + 447)}{3\ 543}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = 0,791 \times 100 = 79,1\%$$

- Actividades improductivas:

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de transporte, demora y almacenaje})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(568 + 173)}{3\ 543}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = 0,209 \times 100 = 20,9\%$$

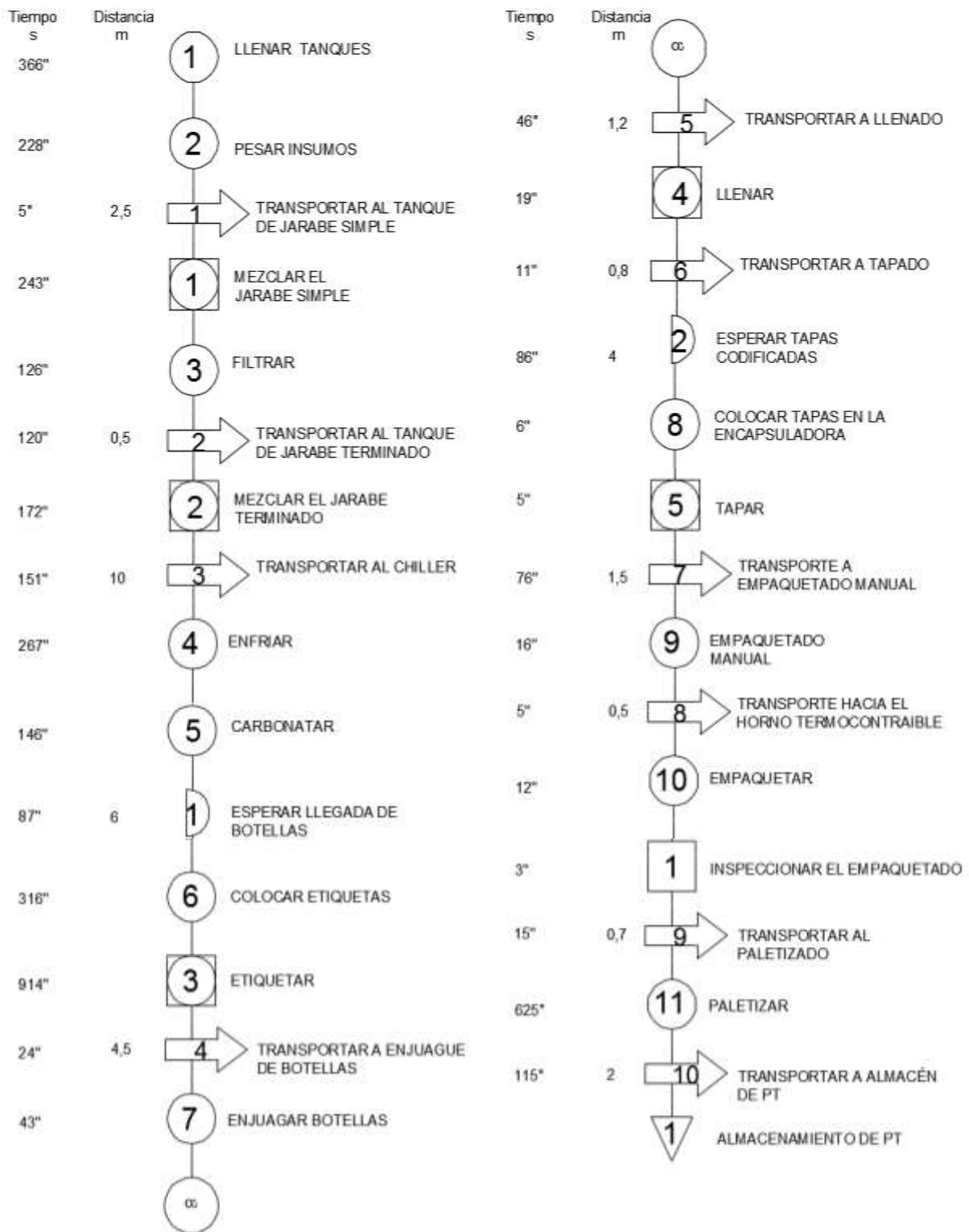


Figura 16 Diagrama de Análisis del Proceso de energizantes - Actual

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

En la Figura 16 se tiene el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) de las bebidas energizantes donde se halla el tiempo promedio de los 2 sabores (Tabla 22) mostrados anteriormente en los cursogramas analíticos de proceso.

La Tabla 26 presenta la cantidad de actividades ejecutadas, en la cual se obtuvo un total de 30 actividades y un tiempo total de 4 248 segundos.

Tabla 26 Resumen de actividades DAP actual - Energizantes

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	11	2 151
Combinada	5	1 353
Inspección	1	3
Transporte	10	568
Espera	2	173
Almacenamiento	1	-
TOTAL	30	4 248

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- Actividades productivas:

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de operacion, inspección, combinada})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(2\ 151 + 3 + 1\ 353)}{4\ 248}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = 0,826 \times 100 = 82,6 \%$$

- Actividades improductivas:

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de transporte, demora y almacenaje})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(568 + 173)}{4\ 248}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = 0,174 \times 100 = 17,4\%$$

En la Tabla 27 se determinó el porcentaje de actividades productivas e improductivas según el número de actividades en gaseosas y en energizantes.

- Actividades productivas:

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(N^{\circ} \text{ de actividades productivas})}{\sum(\text{Total de actividades})}$$

- Actividades improductivas:

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(N^{\circ} \text{ de actividades improductivas})}{\sum(\text{Total de actividades})}$$

Tabla 27 Actividades productivas e improductivas por producto

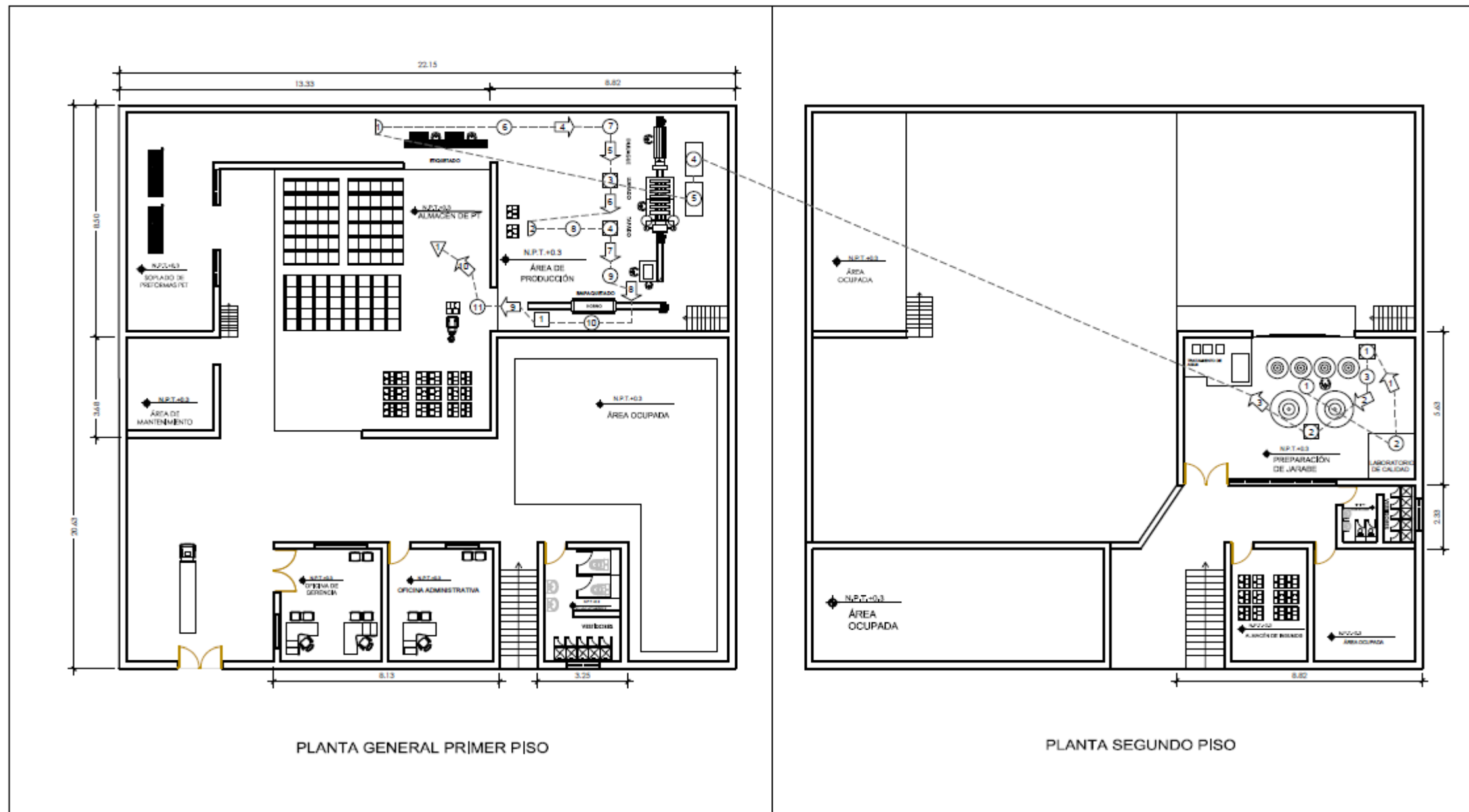
Actividades	Producto	
	Gaseosas	Energizantes
Operación	11	11
Combinada	4	5
Inspección	1	1
Transporte	10	10
Espera	2	2
Almacenamiento	1	1
TOTAL	29	30
% Actividades productivas	55,17	56,67
% Actividades improductivas	44,83	43,33

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tanto en gaseosas como en energizantes se tuvo un 44,83% y 43,33% respectivamente de actividades improductivas, es decir aquellas que no generan valor y por las que el cliente no está dispuesto a pagar.

f. Diagrama de Recorrido

La Figura 17 y Figura 18 exhiben los actuales recorridos de los procesos de las bebidas gaseosas y energizantes en la empresa, asimismo se evidencia el despilfarro por transporte que debe hacer el operario cuando se encuentra en el segundo nivel.




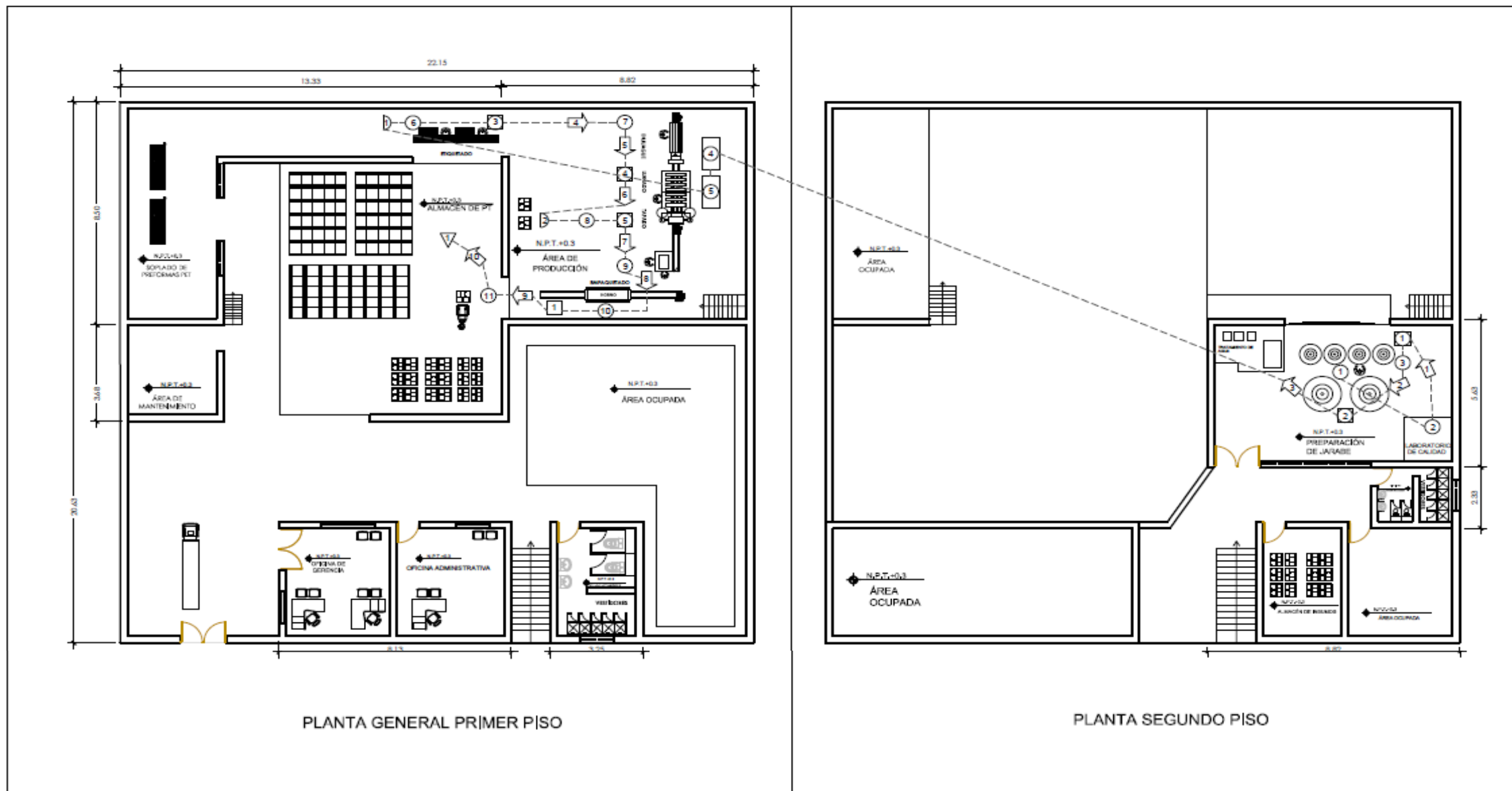
Facultad de Ingeniería	Escuela de Ingeniería Industrial
Mejora en la línea de producción de bebidas gaseificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios	
Diagrama de recorrido actual - gaseosas.	
	Dibujado por: Graciela Madelei Horna Inga Aprobado por: Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa
	Fecha: Junio de 2019 Escala: 1/150

Figura 17 Diagrama de recorrido del proceso de bebidas gaseosas - Actual

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas



Facultad de Ingeniería	Escuela de Ingeniería Industrial
Mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios	
Diagrama de recorrido actual - energizantes	
Dibujado por: Graciela Madelei Homa Inga	Fecha: Junio de 2019
Aprobado por: Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa	Escala: 1/150

Figura 18 Diagrama de recorrido del proceso de bebidas energizantes - Actual

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.1.2.5. Indicadores Actuales del Proceso

- **Eficiencia**

- a. **Eficiencia económica**

La presentación de 500 ml en gaseosas y la de 300 ml en energizantes son las presentaciones que mayor ingreso trae a la empresa. En la Tabla 28 se muestra que por cada sol invertido en la elaboración de un paquete de bebidas gaseosas, la empresa gana 0,25 soles mientras que en las bebidas energizantes por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,33 soles.

$$Eficiencia\ económica = \frac{Ingreso\ por\ ventas}{Costos}$$

Tabla 28 Eficiencia económica por producto

Producto	Precio de venta (soles /paquete)	Costo unitario (soles/paquete)	Eficiencia Económica
Gaseosa 500 ml	S/ 6,80	S/ 5,44	1,25
Energizante 300 ml	S/ 14,00	S/ 10,50	1,33

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- b. **Eficiencia física**

Se determinó el promedio de litros de materia prima que ingresó a los procesos de los dos productos durante el año en estudio, así como la cantidad promedio en litros que fueron obtenidos en el producto final. Se considera materia prima al jarabe terminado, es decir, al líquido que ya contiene los insumos. Como se muestra en la Tabla 29, se obtuvo un 6,64% y 5,6% de merma promedio durante el año para ambos productos, es decir que esto representa al líquido que se pierde en el proceso debido al carbonatador, la máquina llenadora y la capsuladora.

$$Eficiencia\ física = \frac{salida\ de\ MP\ (l)}{entrada\ de\ MP\ (l)}$$

Tabla 29 Eficiencia física por producto

Producto	MP (l)		Eficiencia física	%Merma
	Ingreso	Salida		
Gaseosas	156 200	145 830	93,361%	6,639%
Energizantes	14 400	13 594	94,400%	5,600%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- **Indicadores de producción**

- a. **Capacidad**

Si la capacidad diseñada de la máquina llenadora es de 3 500 botellas/hora, la capacidad efectiva presentará el máximo valor registrado durante el año en estudio y la capacidad real constituirá el promedio de la producción mensual de dicho periodo. La Tabla 30 muestra los datos de producción por botellas.

La capacidad efectiva sería el valor de octubre de 2017 para la producción de gaseosas y para energizantes en marzo de 2018. La producción real de la planta se calculó con el promedio de producción de todos los meses y se obtuvo 291 657 en gaseosas y 45 308 para energizantes.

Tabla 30 Producción de botellas por producto

Periodo	Gaseosas 500 ml	Energizantes 300 ml
sep-17	301 146	45 312
oct-17	332 076	45 283
nov-17	315 389	45 298
dic-17	234 562	45 322
ene-18	234 738	45 341
feb-18	246 127	45 302
mar-18	224 088	45 355
abr-18	331 757	45 317
may-18	316 709	45 307
jun-18	316 302	45 288
jul-18	316 472	45 274
ago-18	330 514	45 293

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- b. **Utilización**

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ diseñada}$$

Tabla 31 Utilización de la línea de producción

Producto	Producción real (botellas/mes)	Capacidad diseñada (botellas/ mes)	Utilización
Gaseosa 500 ml	291 657	616 000	47,35%
Energizante 300 ml	45 308	56 000	80,91%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Se determinó que la empresa al utilizar un 47,35% de su capacidad diseñada en los 22 días al mes de producción de bebidas gaseosas tendrá un colchón de capacidad de 52,65%, mientras que en los dos días al mes de producción de bebidas energizantes emplea un 80,91% y obtendrá un colchón de capacidad de 19,09%.

c. Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva}$$

Tabla 32 Eficiencia de la línea de producción

Producto	Producción real (botellas/mes)	Capacidad efectiva (botellas/ mes)	Eficiencia
Gaseosa 500 ml	291 657	332 076	87,83%
Energizante 300 ml	45 308	45 355	99,90%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La eficiencia de la producción de bebidas gaseosas con respecto a la mayor producción registrada es de 87,83% teniendo una capacidad ociosa de 12,17% mientras que en las bebidas energizantes es de 99,90% habiendo una capacidad ociosa de 0,10%.

d. Cuello de botella

El cuello de botella se determinó a través de la toma de tiempos de cada actividad realizada para la elaboración de las bebidas gaseosas y energizantes. El número de observaciones necesarias se estableció por medio de la tabla Westinghouse (Tabla 2). Se determinó efectuar 60 observaciones para la toma de tiempos en las bebidas gaseosas el cual se desarrolló en dos días para cada sabor (Tabla 21) y 80 observaciones en las bebidas energizantes que se ejecutó en un día para cada sabor (Tabla 22). De acuerdo a los tiempos promedios de cada sabor desarrollado en la empresa, se determinó el promedio de las muestras por producto mostrado en la Tabla 33, en la cual se observa que el cuello de botella para ambos se encuentra en la actividad de etiquetado debido a que es una operación manual y solo es realizada por dos operarios.

Tabla 33 Tiempos de producción promedio por cada producto

Etapa	Actividades	Promedio de las muestras (s)	
		Gaseosas 500 ml	Energizantes 300 ml
Preparación de jarabes	Llenar tanques	367	366
	Pesar insumos	241	228
	Mezclar el jarabe simple	250	243
	Filtrar	126	126
	Mezclar el jarabe terminado	178	172
	Enfriar	267	267
	Carbonatar	145	146
	Etiquetar	588	1 230
Envasado	Enjuagar	38	43
	Llenar	14	19
	Tapar	11	11
Empaquetado	Manual	16	16
	Horno	15	15
	Paletizado	546	625
	Total	2 802	3 507

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

e. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo de cada producto es determinado por el cuello de botella pues este decide el ritmo de producción, el cual para las bebidas gaseosas es de 588 segundos/tanque y en las bebidas energizantes es 1 230 segundos/tanque.

• Indicadores de productividad

a. Productividad de materia prima

La producción obtenida como promedio de un tanque de 1 200 litros para las bebidas gaseosas es de 185 paquetes lo que representa a 2 220 botellas considerando que en cada paquete hay 12 botellas, mientras que en las bebidas energizantes es de 315 paquetes que simboliza a 3 780 botellas. Como resultado se tiene que por cada litro de jarabe terminado se producen 1,85 botellas de bebidas gaseosas y 3,15 de bebidas energizantes.

$$Productividad\ MP = \frac{Producción\ obtenida}{Insumos\ utilizados}$$

- *Bebidas gaseosas*

$$Productividad\ MP = \frac{2\ 220\ botellas}{1\ 200\ l} = 1,85\ botellas/l$$

- *Bebidas energizantes*

$$\text{Productividad MP} = \frac{3\,780 \text{ botellas}}{1\,200 \text{ l}} = 3,15 \text{ botellas/l}$$

b. Productividad del capital empleado

El costo total unitario por paquete de gaseosas es de S/ 5,44 en tanto el paquete de energizantes es de S/ 10,50.

$$\text{Productividad CE} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Capital empleado}}$$

- *Bebidas gaseosas*

$$\text{Productividad CE} = \frac{2\,220 \text{ botellas}}{5,44 \frac{\text{soles}}{\text{paquete}} * 185 \text{ paquetes}} = 2,21 \text{ botellas/soles}$$

- *Bebidas energizantes*

$$\text{Productividad CE} = \frac{3\,780 \text{ botellas}}{10,50 \frac{\text{soles}}{\text{paquete}} * 315 \text{ paquetes}} = 1,14 \text{ botellas/soles}$$

c. Productividad de mano de obra

Para la producción tanto de bebidas gaseosas como de energizantes se utilizan 8 operarios.

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción real al día}}{\text{Número de operarios al día}}$$

- *Bebidas gaseosas*

$$\text{Productividad MO} = \frac{291\,657 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{22 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 1\,657 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

- *Bebidas energizantes*

$$\text{Productividad MO} = \frac{45\,308 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{2 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 2\,832 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

En la Tabla 34 se muestra el resumen de los indicadores actuales del proceso de las bebidas gaseosas y energizantes.

Tabla 34 Resumen de indicadores actuales del proceso

Indicadores	Productos	
	Gaseosas	Energizantes
Eficiencia económica	1,25	1,33
Eficiencia física (%)	93,36	94,40
Producción real (botellas/mes)	291 657	45 308
Capacidad diseñada (botellas/mes)	616 000	56 000
Utilización (%)	47,35	80,91
Capacidad Efectiva (botellas/mes)	332 076	45 355
Eficiencia de la línea (%)	87,83	99,90
Cuello de botella (segundos)	588	1 230
Productividad de materia prima (botellas/litros)	1,85	3,15
Productividad del capital empleado (botellas/soles)	2,21	1,14
Productividad de mano de obra (botellas/op.día)	1 657	2 832

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.1.3. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

3.1.3.1. Análisis y evaluación de la información del proceso

La empresa embotelladora de bebidas fabrica actualmente dos productos, las bebidas gaseosas y las bebidas energizantes, ambas en la misma línea de producción. La primera siempre es producida más de lo que requiere la demanda causando un inventario de producto terminado todos los meses, y esto genera a la vez una pérdida económica anual de S/ 18 237,60 (Tabla 7). Mientras que el segundo se produce según los pedidos de sus clientes y se vende más debido a que no es un artículo estacional (Tabla 8), además va enfocado a un mercado de consumo personal y a un precio accesible. Por otro lado, las bebidas gaseosas son mayormente vendidas en época de verano de la serranía del Perú y tiene mayor competencia en el mercado.

Si bien los operarios de producción tienen claramente las funciones que cada uno desarrolla en la empresa, de los ocho trabajadores actuales el 12,5% es polivalente, es decir que están cualificados para más de un proceso y solo en el 50% del total de los procesos existe más de un trabajador cualificado (Tabla 18), por lo que sería necesario capacitarlos con respecto a las etapas del proceso productivo para evitar la dependencia de un operario y mejorar la productividad.

Con el DAP elaborado se pudo determinar el número de actividades improductivas en el proceso de bebidas gaseosas y energizantes (Tabla 27), cuyos valores de 44,83% y 43,33% respectivamente son muy altos pues existen muchos transportes en el proceso debido a que es semi-automatizado. Sin embargo, dichas actividades según el tiempo de producción (página 64 y 66) con valores entre 17 y 21% van en relación con las distancias que se tiene para los transportes, pues se lleva a cabo en algunos casos por los operarios o por fajas transportadoras. No obstante la distancia más larga que es de 10 metros, se transporta mediante tuberías el jarabe terminado desde el segundo nivel hasta el chiller.

Los tiempos improductivos de cada sabor, que involucra tiempos de transporte y demora en el proceso, resultaron de la toma de tiempos según los días que fueron observados, para ello se tuvo que pasar a segundos/paquete según la producción por día de cada sabor y los días trabajados al mes para cada producto. Estos datos entre el tiempo de ciclo por paquete en un mes, que se halló según el tiempo de producción disponible y la producción (Tabla 35),

determinó la cantidad de paquetes no realizados que al multiplicar por su precio de venta trae como consecuencia una pérdida de S/ 204,80 al mes como se muestra en la Tabla 36. Los 26 paquetes mensuales de bebidas gaseosas que no se realizaron por los tiempos improductivos representan S/ 176,80 de pérdidas al mes, y esto al año simboliza una cantidad de S/ 2 121,60. Mientras que los 2 paquetes mensuales de bebidas energizantes representan S/ 28,00 de pérdidas, lo que al año simboliza una cantidad de S/ 336,00. Por tanto, el total de pérdidas económicas al año por tiempos improductivos es de S/ 2 457,60.

Tabla 35 Tiempo de ciclo en un mes (s/paquete)

Producto	Tiempo de producción disponible (segundos/mes)	Producción (paquetes/mes)	Tiempo de ciclo (s/paquetes)
Gaseosas	22 días/mes * 8 horas/día * 3 600 segundos/hora = 633 600 segundos/mes	185 paquetes/tanque * 7 tanques/día * 22 días/mes = 28 490 paquetes/mes	22,24
Energizantes	2 días/mes * 8 horas/día * 3 600 segundos/hora = 57 600 segundos	315 paquetes/tanque * 6 tanques/día * 2 días/mes = 1 890 paquetes/mes	15,24

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 36 Pérdidas por paquetes no realizados por tiempos improductivos

Producto	Sabores	Tiempos improductivos (s/paquete)	Tiempo de ciclo (s/paquete)	Producción no realizada (paquetes)	Precio por paquete	Pérdidas (soles/mes)
Gaseosa	Cola Negra	165,00	22,24	7	S/ 6,80	S/ 47,60
	Cola Amarilla	163,24		7		S/ 47,60
	Naranja	81,40		4		S/ 27,20
	Limón	81,62		4		S/ 27,20
	Fresa	81,18		4		S/ 27,20
Total al mes		572,44		26		S/ 176,80
Total al año						S/ 2 121,60
Energizante	Frambuesa	13,32	15,24	1	S/ 14,00	S/ 14,00
	Maca	13,38		1		S/ 14,00
Total al mes		26,70		2		S/ 28,00
Total al año						S/ 336,00

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

En el diagrama de recorrido (Figura 17 y Figura 18) se evidencia que la producción empieza en el segundo nivel para la preparación de jarabe simple y terminado, el cual es realizado por un operario y cuando los insumos terminan debe trasladarse hasta el almacén de insumos que se encuentra a unos tres metros de su lugar de trabajo, lo mismo pasaría cuando se acabe el saco de azúcar pero para ello ha de conducirse hasta el primer nivel, en los días que esto ocurriera los tiempos de traslado aumentarían.

La eficiencia física actualmente para las bebidas gaseosas es de 93,36% y en energizantes es de 94,40% (Tabla 29), lo cual significa que existe una merma de materia prima de 6,64% y 5,6% respectivamente en las actividades de carbonatación, llenado y tapado, lo cual causa pérdidas a la empresa pues ese líquido derramado no recibe ningún tratamiento, ni es usado para otra finalidad.

La empresa emplea un 47,35% en la producción de bebidas gaseosas y en las bebidas energizantes, un 80,91% con respecto a la capacidad diseñada de la máquina llenadora (Tabla 31), esto denota que en los dos días de producción de líquidos energizantes utilizan más la capacidad de la línea de producción, sin embargo, eso no pasa con el otro producto debido a que no pueden producir más sino se quedarían en el almacén de producto terminado y generaría mayores pérdidas. Al quedar un porcentaje considerable como colchón de capacidad, la empresa puede funcionar como tercerizadora o buscar nuevos clientes para expandir las bebidas energizantes porque su demanda va en aumento y según Euromonitor Internacional se proyecta que el 2020 se tendrá una venta de 1 598,9 millones de soles en dicha categoría, logrando así un mejor beneficio en la línea de producción de bebidas gasificadas.

La eficiencia en la producción de bebidas gaseosas es 87,83% y en bebidas energizantes, de 99,90% (Tabla 32) ello quiere decir que la diferencia de estas es la capacidad ociosa en la planta. Como se muestra en la Tabla 37 existe una capacidad ociosa de 12,17% para las gaseosas pues no puede producirse 40 420 paquetes los cuales representan pérdidas de S/ 274 856,00 mientras que en los energizantes existe una capacidad ociosa de 0,10% y no puede producirse 48 paquetes lo cual simboliza una cantidad de S/ 672,00. Por lo tanto, el total de pérdidas económicas al año por capacidad ociosa de la planta es de S/ 275 528,00.

Tabla 37 Pérdidas económicas al año por paquetes no realizados debido a capacidad ociosa

Producto	Capacidad ociosa	Cantidad no producida (paquetes/año)	Precio por paquete	Pérdidas
Gaseosas	12,17%	40 420	S/ 6,80	S/ 274 856,00
Energizantes	0,10%	48	S/ 14,00	S/ 672,00
Total				S/ 275 528,00

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

A través de la toma de tiempos de cada actividad realizada para la elaboración de las bebidas gaseosas y energizantes se determinó que el cuello de botella (Tabla 33) se encuentra para ambos en la actividad de etiquetado con un tiempo de 588 segundos y 1 230 segundos respectivamente debido a que es una operación manual efectuada por dos operarios, para quienes lo adecuado sería evaluar la asignación correcta de trabajadores en esta etapa.

En conclusión del diagnóstico realizado, se confirma que la empresa tiene pérdidas económicas debido a desperdicios como el sobrestock de producto terminado de bebidas gaseosas (Tabla 7), la capacidad ociosa (Tabla 37) y los tiempos improductivos en la línea de producción de bebidas gasificadas (Tabla 36). Como se muestra en la Tabla 38, hay una pérdida económica total de S/ 296 223,20.

Tabla 38 Total de pérdidas económicas al año

Causas	Pérdidas económicas
Bebidas gaseosas	
Sobrestock	S/ 18 237,60
Capacidad ociosa	S/ 274 856,00
Tiempos improductivos	S/ 2 121,60
Bebidas energizantes	
Capacidad ociosa	S/ 672,00
Tiempos improductivos	S/ 336,00
Total	S/ 296 223,20

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.1.3.2. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

- **Problema 1: Sobrestock del producto terminado de bebidas gaseosas**

Se obtuvo un exceso de inventario de bebidas gaseosas de 13 410 paquetes durante el año en estudio (Tabla 7).

✓ **Causas:**

Sobreproducción de bebidas gaseosas

La empresa tiene todos los meses una sobreproducción de bebidas gaseosas de 500 ml lo cual causa pérdidas de S/ 18 237,60 (Tabla 7).

Falta de formatos para el control de producción

La empresa no cuenta con formatos de control de producción que permitan saber con exactitud la cantidad a producir, los artículos que entran a almacén o el inventario de producto terminado, que es necesario se registre en físico para evitar confusiones en la planificación de producción de los siguientes días. El operario de preparación de jarabes apunta en un cuaderno cuántos tanques se han realizado en el día y qué sabores se produjeron, mientras que el operario de paletizado anota cuántos paquetes existen por cada pallet, ellos tienen la obligación de subir dichos apuntes todos los días al sistema de control interno de la empresa, sin embargo a veces olvidan que al ingresar tarde estos datos existe, posteriormente, un mal cálculo del stock de los productos terminados pues cada día hay ventas que también se agregan a dicho sistema.

✓ **Propuesta de solución: Reducir o eliminar inventario y elaborar formatos para el control de producción**

Gestión de Inventarios

Realizar una eficiente gestión del inventario de ambos productos para evitar el stock de producto terminado que genere pérdidas a la empresa. Con esto no solo se podrá reducir o eliminar esos gastos, sino cubrir su demanda.

Justo a Tiempo (JIT)

Producir y entregar la cantidad correcta de gaseosas y energizantes en el momento adecuado para así eludir la existencia de inventario de producto terminado.

Heijunka

En la caja heijunka mostrar la producción mezclada y las cantidades exactas a elaborar por los operarios a fin de aminorar los inventarios.

Elaboración de formatos para el control de producción

Se propone elaborar los siguientes formatos:

- Control de órdenes de producción
- Registro de producto terminado
- Control de inventario de los materiales

- **Problema 2: Capacidad ociosa y tiempos improductivos en la línea de producción**

Cuando se tiene una capacidad ociosa de 12,17% y 0,10% para bebidas gaseosas y energizantes (Tabla 37), la comparación con los porcentajes de utilización (Tabla 31) resulta muy variable y eso significa que la capacidad efectiva a pesar de ser el mayor valor registrado durante el periodo de estudio continúa siendo muy bajo al cotejarla con la capacidad diseñada. Tanto la producción de gaseosas como la de energizantes presentan tiempos improductivos debido a transportes y demoras existentes, estos son mostrados en los cursogramas analíticos de procesos de cada sabor (Figura 8 a Figura 14).

- ✓ **Causas:**

- Baja utilización de la línea de producción**

- La utilización en la producción de bebidas gaseosas es de 47,35% mientras que en las bebidas energizantes es de 80,91%, teniendo un colchón de capacidad de 52,65% y 19,09% respectivamente (Tabla 31).

- Traslados innecesarios y demoras en el proceso**

- El encargado de preparar jarabes realiza muchos traslados como se ve en el diagrama de recorrido de ambos productos (Figura 17 y Figura 18), mientras que las demoras suceden por la espera de materiales, como son botellas y tapas codificadas necesarias para las etapas de etiquetado y tapado respectivamente.

- ✓ **Propuesta de solución: Mejorar tiempos, la distribución de la planta y tener una producción según la demanda**

Heijunka o nivelación de la producción

Conviene basarse en la demanda que posee cada producto para ajustar el volumen de producción y la secuencia de los productos a elaborar en la empresa y así conseguir una producción que evite los desperdicios.

Justo a Tiempo (JIT)

Permitirá eliminar todas las actividades que no añaden valor al proceso para reducir costos y plazos de producción, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia de la planta.

Metodología de SLP

A través de la metodología de SLP (Systematic Layout Planning) se buscará la forma de distribuir la planta de tal modo que disminuyan los traslados del personal y así mejorar los tiempos de producción.

- **Problema 3. Ausencia de un cronograma de capacitación en la empresa**

La formación básica del personal que actualmente labora en la empresa (Tabla 16) urge modificarla porque solo existe un operario en la preparación de jarabes que por trabajar mucho tiempo conoce bien las funciones que debe realizar, así mismo ocurre con el encargado del llenado y tapado quien sabe el funcionamiento de la línea de producción. La matriz de polivalencia (Tabla 18) permitió calcular indicadores de tasa de polivalencia, trabajadores polivalentes y procesos dominados que resultan bajos debido a que la empresa no capacita a sus operarios en otros temas relacionados al proceso de producción.

- ✓ **Causas:**

Falta de capacitación del personal

No todos los operarios conocen el manejo de las maquinarias y equipos del proceso ni las funciones que se deben realizar en las otras etapas del proceso productivo.

✓ **Propuesta de solución: Capacitar al personal**

Shojinka o Polivalencia del personal

La empresa tiene que determinar si es necesario aumentar o disminuir el número de trabajadores en el proceso cuando la demanda haya cambiado. Además debe capacitar al personal en distintos temas para posibilitar una rotación de tareas en el proceso.

Justo a Tiempo (JIT)

Aumentar la polivalencia de los operarios, aprovechar sus capacidades y utilizar los tiempos disponibles con el propósito de efectuar diversas funciones con fines productivos en la empresa como recibir instrucciones, realizar limpieza en el área de producción, habilidades en el mantenimiento de máquinas o hacer un control de inventario de materiales.

Capacitaciones a los operarios

Desarrollar diversas capacitaciones a los operarios de producción en distintos temas para lograr la polivalencia.

3.2. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN ADECUADA DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Se utilizará la matriz de enfrentamiento de factores con respecto a las causas de los problemas encontrados en la empresa, a fin de evaluar la trascendencia de cada factor con respecto al otro, asignar el valor de 1 al factor más importante o cuando ambos tienen una significación equivalente, y dar el valor de 0 para aquel factor menos influyente del que se compara.

Como se especificó anteriormente, las causas a evaluar son:

- A) Sobreproducción de gaseosas
- B) Baja utilización de la línea de producción
- C) Traslados innecesarios y demoras en el proceso
- D) Falta de capacitación al personal

Según la matriz de enfrentamiento realizada en la Tabla 39, el factor con mayor importancia es la sobreproducción de gaseosas con un 37,5% mientras que el de menor calidad es el factor de traslados innecesarios y demoras en el proceso con un 12,5%.

Tabla 39 Matriz de enfrentamiento

Factores	A	B	C	D	Conteo	Ponderación
A		1	1	1	3	37,5%
B	1		1	0	2	25%
C	0	1		0	1	12,5%
D	0	1	1		2	25%
TOTAL					8	100%

Fuente: Haizer y Render [13]

Posteriormente, en la Tabla 40 se evaluó cada herramienta propuesta con respecto a las soluciones brindadas que tengan vínculo con las causas identificadas. Además, se determinó calificaciones del 0 al 4, donde el valor de 4 es excelente para que el factor se ejecute con la herramienta de solución propuesta, 3 es muy bueno para realizarse con esa herramienta propuesta pero con faltas mínimas, 2 es bueno pero existen otras herramientas de solución con las mismas propuestas para dicho factor, 1 es regular si hay herramientas de solución con mejores propuestas y 0 es deficiente o nula si empeora la relación del factor con respecto a la herramienta de solución propuesta.

Finalmente, se utilizó la tabla de ranking de factores (Tabla 41), donde la puntuación total se obtuvo de la suma de las puntuaciones determinadas por la multiplicación del calificativo correspondiente a una herramienta con la ponderación de cada factor, decidiéndose así que las mejores herramientas a emplear eran Heijunka, Justo a Tiempo (JIT) y Shojinka debido a que tienen los mayores puntajes. También se eligen estas opciones porque abarcan la mayoría de soluciones para los problemas encontrados en la empresa, que permiten eliminar actividades que no agregan valor al producto.

Tabla 40 Herramientas propuestas para la solución

Herramientas		Cumplimiento con la investigación	
		SÍ	NO
Gestión de inventarios	Control de inventarios	X	
	Mantener el número mínimo de stock	X	
	Reponer el producto en el momento exacto	X	
	Reducir los costos de existencias		X
	Determinar la cantidad óptima de producción	X	
Justo a Tiempo (JIT)	Eliminar todas las actividades que no agreguen valor al producto	X	
	Producir lo que se orienta a la demanda	X	
	Reducir costes	X	
	Mejorar calidad		X
	Reducir stocks al máximo	X	
	Aumentar nivel de servicio al cliente		X
	Aumentar eficiencia de la planta	X	
Aumentar la polivalencia de operarios	X		
Heijunka	Distribución de cargas de trabajo	X	
	Reducción del inventario final	X	
	Producción que evite despilfarros	X	
	Producción según la demanda	X	
	Reducción del costo de producción		X
	Nivela la producción	X	
	Utiliza la capacidad total de la planta	X	
Shojinka	Incremento de la eficiencia de los procesos	X	
	Número de trabajadores según demanda	X	
	Personal capacitado	X	
	Incremento de la productividad		X
	Reducción de tiempos ociosos y personal sin actividad	X	
	Rotación de tareas	X	
SLP	Visualizar la distribución de planta		X
	Acomodar los espacios de manera ordenada		X
	Minimizar el flujo de material y personal	X	
	Evitar cruces en el proceso	X	
	Reducir los tiempos de transporte	X	

Fuente: Parra [21], Villaseñor y Galindo [17], Rajadell y Sánchez [14], González, Muñoz y Torrubiano [15], Muther [22]

Tabla 41 Ranking de factores

Factores	Ponderación	Herramientas									
		Gestión de inventarios		Justo a Tiempo (JIT)		Heijunka		Shojinka		SLP	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Sobreproducción de gaseosas	37,5%	2	0,75	2	0,75	4	1,5	0	0	0	0
Baja utilización de la línea de producción	25%	1	0,25	1	0,25	4	1,00	0	0	0	0
Traslados innecesarios y demoras en el proceso	12,5%	0	0	2	0,25	1	0,125	1	0,125	3	0,375
Falta de capacitación al personal	25%	0	0	2	0,50	0	0	4	1,00	0	0
TOTAL	100%		1,00		1,75		2,625		1,125		0,375

Fuente: Haizer y Render [13]

3.3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.3.1. Desarrollo de mejoras

3.3.1.1. Mejora N° 1: Realizar formatos para controlar la producción

La empresa no cuenta con formatos en los que se pueda obtener con exactitud la información requerida para un mayor control de la producción, por ello es necesario realizar formatos con el fin de controlar la producción diaria ejecutada y posteriormente conocer si las herramientas a implementar funcionan de manera correcta en la empresa.

- **Control de órdenes de producción:** permite verificar la cantidad producida comparada con lo solicitado por el cliente, en ella se halla todas las especificaciones del producto y todos los factores que intervienen en los procesos implicados. En el caso que la cantidad producida sea mayor o menor al pedido se debe determinar las causas para una rápida solución.

Empresa		Embotelladora de bebidas				Fecha		22/10/2019	
Orden de producción n°						Cantidad			
Producto		Sabores				Especificaciones			
<i>Gaseosas</i>	X	<i>Cola negra</i>	X	<i>Frambuesa</i>					
<i>Energizantes</i>		<i>Cola amarilla</i>		<i>Maca</i>					
Presentación		<i>Naranja</i>			Firmado por				
Marca		<i>Limón</i>			Encargado de producción				
		<i>Fresa</i>							
Materiales					Mano de obra directa				
N°	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Valor total	N° de obreros	Nombre	Horas de trabajo	Cuota por hora	Valor total
Total					Total				
Gastos Indirectos de Producción					Resumen				
Horas de trabajo	Cuota por hora	Cantidad	Observaciones		<i>Material directo</i>				
					<i>Costo directo</i>				
					<i>Mano de obra directa</i>				
					<i>Gastos indirectos de producción</i>				
					<i>Costo unitario</i>			<i>Utilidad</i>	
Total					Precio de venta				

Figura 19 Formato de control de órdenes de producción

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.3.1.2. Mejora N° 2: Polivalencia del personal (Shojinka)

El sistema pull de producción, por un lado y los requerimientos del mercado, por otro, obligan a la polivalencia, es decir, exigen que los operarios dominen más de un proceso de tal forma que tengan la capacidad de trabajar en varios puestos, máquinas o técnicas distintas. Para conseguir flexibilidad conviene que el número de operarios se adapte a las necesidades reales de la demanda en cada momento.

La implementación del Shojinka consta de 2 partes:

***Primero:** se debe realizar un diseño de planta que permita adecuar el ritmo de producción según el número de trabajadores asignados, diseñando las secciones en forma de U [15].*

El número de operarios necesarios para la empresa se calculó mediante la relación del tiempo utilizado total de los tanques de diferentes sabores producidos en una semana (Tabla 57) y el Takt time de los tanques de cada producto, esto da un total de 8 a 9 operarios que tendrá la empresa para conseguir la producción que requiere la demanda. En el caso que la empresa desee contratar una persona más destinada al área de producción, sería adecuado que esté ubicada en la etapa de codificado a fin de que cuando no se haya completado el lote adecuado de tapas codificadas un día anterior, pueda realizarse el codificado en un día normal de producción y se evite así demoras, logre abastecerse al supermercado 2 para prevenir los desplazamientos del operario de tapado.

En un apropiado ritmo de producción sería ventajoso que el etiquetado se encuentre más cerca de la línea de producción, además en el área de preparación de jarabes resulta oportuna una redistribución en cuanto a la ubicación de su laboratorio de calidad y de los tanques de jarabes para poder reducir los tiempos de transporte. En la Figura 22 y Figura 23 puede observarse los diagramas de recorrido de los productos en un estado ideal.

Con estas mejoras se reducirá 5,6 metros la distancia de transportes, así como se eliminarán las demoras debido a la disponibilidad de botellas etiquetadas según el horario de la secuencia de producción (Anexo 7 al Anexo 10) y al implementar el supermercado 2 en el área de tapado, el operario tendrá disponibles las tapas codificadas. Por lo tanto se disminuirá los tiempos improductivos (-29%) y las distancias (-46%).

Tabla 42 Mejora de tiempos improductivos y distancias

Descripción	Proceso actual		Proceso mejorado	
	Gaseosas	Energizantes	Gaseosas	Energizantes
Tiempos de transportes (s)	568	568	525	525
Tiempos de demoras (s)	173	173	-	-
Total tiempos improductivos (s)	741	741	525	525
Distancia de transportes (m)	24,2	24,2	18,6	18,6
Distancia de demoras (m)	10	10	-	-
Total de distancias (m)	34,2	34,2	18,6	18,6

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Segundo: versatilidad del operario, es decir que el operario de un área determinada sea capaz de realizar cualquiera de las operaciones que se desarrollen en la empresa, el cual se consigue con un sistema de rotación de los trabajadores en cada uno de los puestos de trabajo además de una continua formación en ellos [15].

Para lograr la versatilidad de los operarios en producción, estos deben recibir una capacitación en:

- Preparación del jarabe simple y terminado
- Manejo de la codificadora
- Manejo de las máquinas de llenado y tapado
- Manejo del horno empaquetador

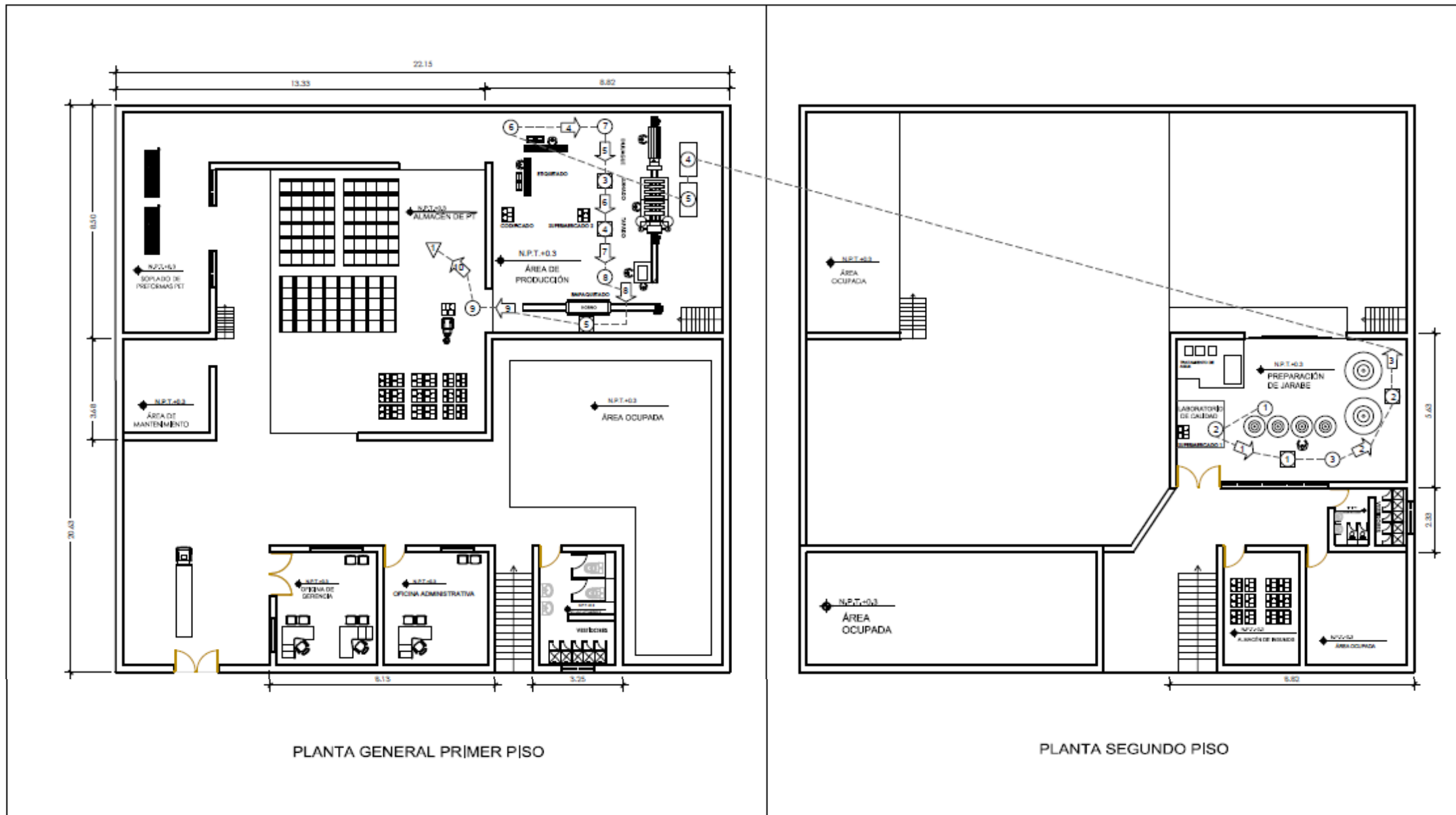
Una vez realizadas las capacitaciones podrá elaborarse un panel de rotación de puestos entre el personal de producción durante todo un año como se muestra en la Tabla 43 y esto facultará que los operarios conozcan lo que implica cada tarea con la finalidad de mejorar el conocimiento y las habilidades del trabajador, las relaciones interpersonales de la organización, el desarrollo y aumento de la productividad, el ambiente de trabajo y eliminar los tiempos ociosos.

Al hallarse trabajadores cualificados en la empresa, los indicadores de trabajadores polivalentes y procesos dominados podrían aumentar y, posteriormente, el indicador de tasa de polivalencia.

Tabla 43 Rotación de puestos del personal de producción en un año

	Enero-marzo	Abril-junio	Julio-setiembre	Octubre-diciembre
Operario 1	Preparación de jarabe	Codificado y enjuague	Llenado y tapado	Empaquetado
Operario 2	Empaquetado	Preparación de jarabe	Codificado y enjuague	Llenado y tapado
Operario 3	Llenado y tapado	Empaquetado	Preparación de jarabe	Codificado y enjuague
Operario 4	Codificado y enjuague	Llenado y tapado	Empaquetado	Preparación de jarabe
Operario 5	Llenado y tapado	Codificado y enjuague	Preparación de jarabe	Empaquetado
Operario 6	Empaquetado	Preparación de jarabe	Llenado y tapado	Codificado y enjuague
Operario 7	Empaquetado	Llenado y tapado	Codificado y enjuague	Preparación de jarabe
Operario 8	Preparación de jarabe	Llenado y tapado	Empaquetado	Codificado y enjuague

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas



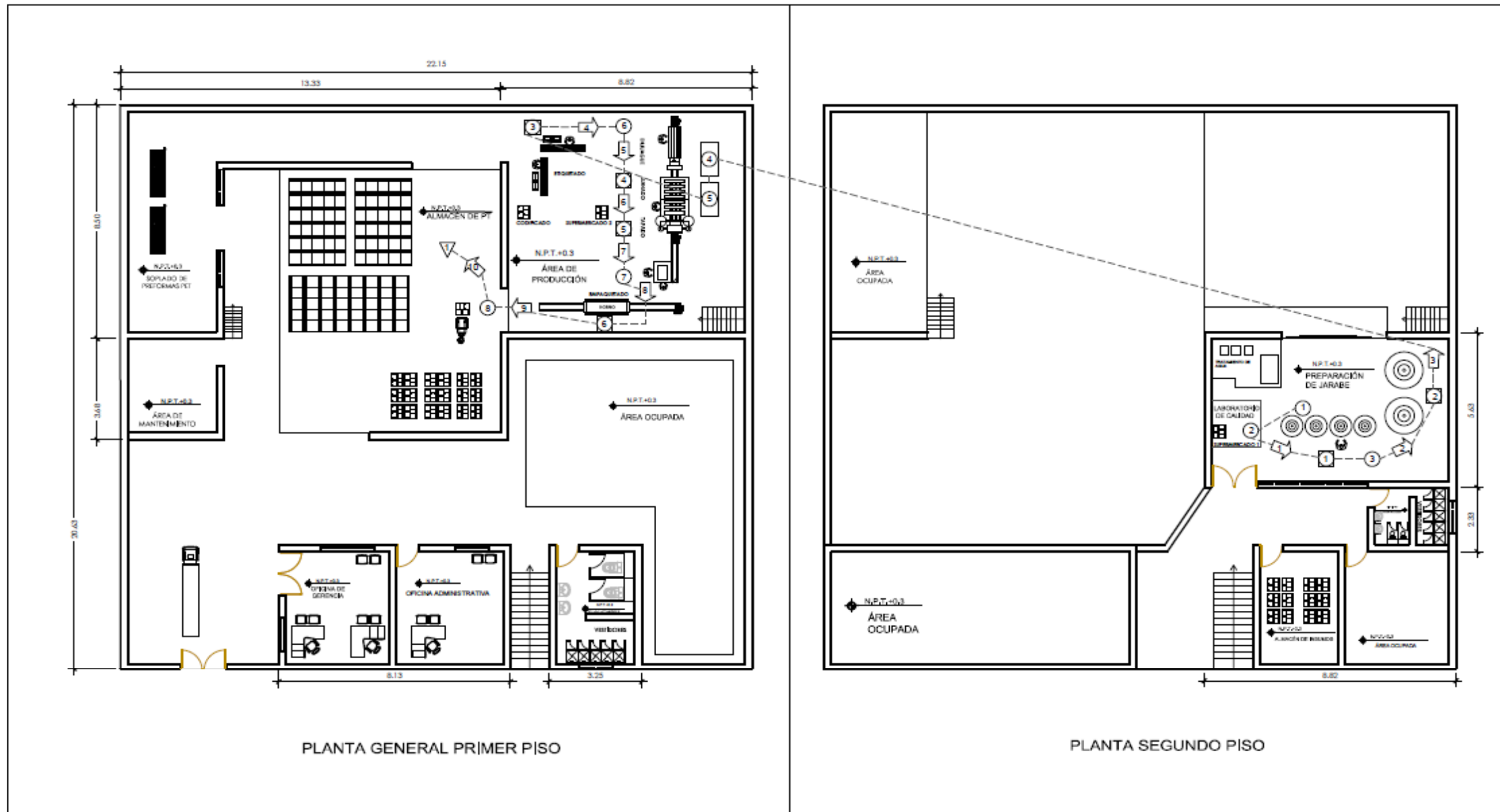
PLANTA GENERAL PRIMER PISO

PLANTA SEGUNDO PISO

Facultad de Ingeniería	Escuela de Ingeniería Industrial
Mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios	
Diagrama de recorrido propuesto - gaseosas.	
Dibujado por: Graciela Madelei Homa Inga	Fecha: Junio de 2019
Aprobado por: Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa	Escala: 1/150

Figura 22 Diagrama de recorrido de gaseosas del estado ideal

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas



Facultad de Ingeniería	Escuela de Ingeniería Industrial
Mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios	
Diagrama de recorrido propuesto - energizantes.	
Dibujado por: Graciela Madelei Horna Inga	Fecha: Junio de 2019
Aprobado por: Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa	Escala: 1/150

Figura 23 Diagrama de recorrido de energizantes del estado ideal

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.3.1.3. Mejora N° 3: Capacitación al personal de la embotelladora

Primero es necesario efectuar capacitaciones sobre la técnica de motivación en el trabajo, el cual importa para que todos los trabajadores se sientan apreciados y valorados por el esfuerzo dado en sus puestos de trabajo, además de tener un agradable ambiente laboral donde estén comprometidos e identificados con la empresa con el propósito de aumentar su productividad y obtener un mejor rendimiento. El contenido que tendrá dicha técnica será:

- Motivación en la empresa
- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Participación de los trabajadores
- Formación continua
- Establecimiento de objetivos
- Importancia del compromiso de los trabajadores

Esto se desarrollará en dos secciones de los días sábado, durará una hora cada una, y se buscará a una consultora especializada que pueda explicar dichos temas. La frecuencia de esta capacitación será cuatro veces al año.

Luego, se capacitará a todos los operarios de producción con respecto a las funciones desenvueltas en la empresa para lograr la versatilidad de cada uno de ellos y la respectiva rotación de puestos (Tabla 43). Se hará cuatro veces al año por si existe un cambio de operario. En la Tabla 44 y Tabla 45 se detalla los temas de cada capacitación:

Tabla 44 Capacitaciones técnicas propuestas

N°	Temas	Duración	Comienzo	Fin	Responsable
1	Preparación de jarabes				
	Insumos en las bebidas carbonatadas: Edulcorantes, aromatizantes, acidulantes, colorantes, conservadores químicos, antioxidantes.				
	Formulación de las bebidas carbonatadas y peso adecuado de los insumos	1 día (Sábado)	10:54	11:54	Juan Carlos Díaz (Responsable del proceso de preparación de jarabes)
	Manipulación de los equipos en el área de jarabe				
	Temperatura adecuada del agua				

Tabla 45 Capacitaciones técnicas propuestas (continuación)

N°	Temas	Duración	Comienzo	Fin	Responsable
2	<i>Manejo de la codificadora</i>				
	Calibración de la máquina				Ramiro Carrero
	Niveles de tinta	1 día	10:54	11:54	Paisig
	Censado de la tapa	(Sábado)			(Jefe de mantenimiento)
3	<i>Manejo de las máquinas de llenado y tapado</i>				
	Manipulación de la máquina				Ramiro Carrero
	Presión de aire (CO ₂)	1 día	10:54	11:54	Paisig
	Temperatura adecuada de las bebidas carbonatadas	(Sábado)			(Jefe de mantenimiento)
4	<i>Manejo del horno empaquetador</i>				
	Manipulación de la máquina				Ramiro Carrero
	Ubicación de los paquetes	1 día	10:54	11:54	Paisig
	Temperatura adecuada de la máquina	(Sábado)			(Jefe de mantenimiento)

Después de participar de las capacitaciones técnicas y motivacionales, es obligatorio realizar una formación sobre la herramienta Kanban para el conocimiento de todos los trabajadores de producción y cumplir así con la programación establecida en la caja Heijunka. Se desarrollará cuatro veces al año para fomentar la mejora continua.

Tabla 46 Capacitaciones de Kanban

Temas	Duración	Comienzo	Fin	Responsable
Lean Manufacturing	1 día	10:54	11:54	
Principios y pensamiento Lean	(Sábado)			
Definición, beneficios y características del Heijunka	1 día	10:54	11:54	
	(Sábado)			
Definición, beneficios y características del kanban				Especialista
Tipos de tarjeta kanban	1 día	10:54	11:54	
Usos de las tarjetas kanban	(Sábado)			
Seguimiento del trabajo				

Por último, los operarios de producción obtendrán conocimiento del mantenimiento de las máquinas para la mejora continua de la empresa. Se realizará tres veces al año. En la Tabla 48 se muestra el cronograma anual de capacitación al personal de la empresa.

Tabla 47 Capacitaciones de mantenimiento preventivo

Temas	Duración	Comienzo	Fin	Responsable
Limpieza de los equipos Limpieza de las máquinas Limpieza de los transportadores Cambios de lubricantes	1 día (Sábado)	10:54	11:54	
Inspección del ordenador de botellas, rinser, llenadora y taponadora, empacadora. Inspección de las conexiones eléctricas	1 día (Sábado)	10:54	11:54	Ramiro Carrero Paisig (Jefe de mantenimiento)
Mantenimiento de unidad de las bandas transportadoras Mantenimiento de unidad en motores eléctricos	1 día (Sábado)	10:54	11:54	

3.3.1.4. Mejora N° 4: Nivelación de la producción (Heijunka)

Como se conoce la venta anual de cada producto estudiado, se determinó la demanda promedio mensual a través de la data histórica de las ventas (Anexo 3 y Anexo 4).

En la Figura 24 y Figura 25 se presenta las comparaciones de ventas por sabores para ambos productos que elabora la empresa.

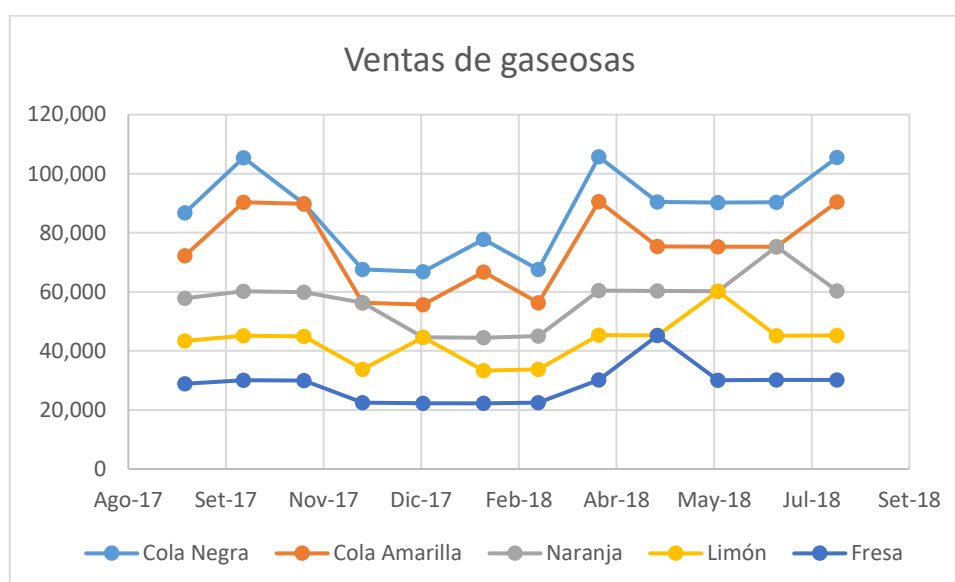


Figura 24 Comparación de ventas en bebidas gaseosas

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

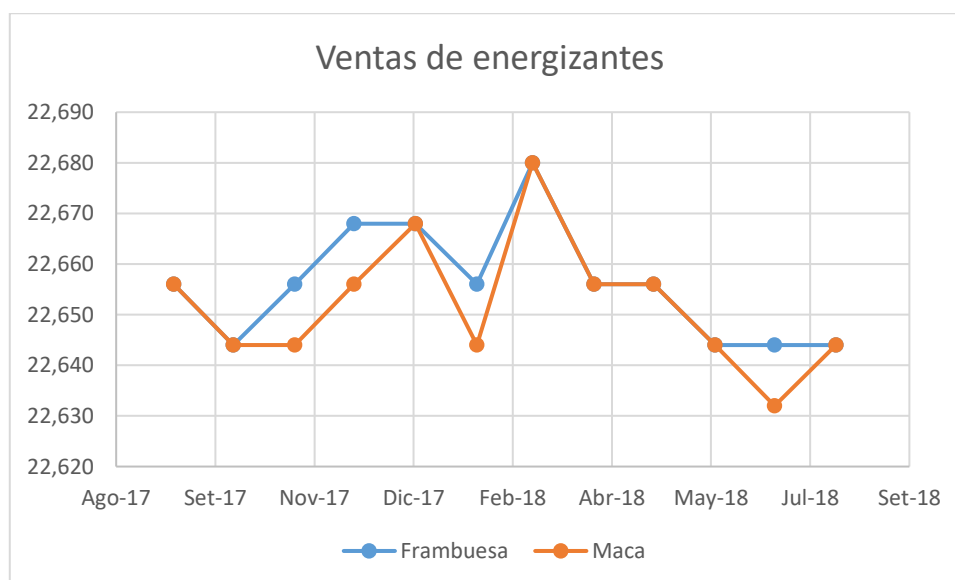


Figura 25 Comparación de ventas en bebidas energizantes

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La demanda promedio mensual se estableció a través de las ventas debido a que actualmente la empresa fabrica mayor a su demanda en el producto de gaseosas e igual en su demanda en el artículo de energizantes.

En la Tabla 49 se ubica una demanda promedio mensual de botellas por producto equivalente a una cantidad de tanques de 1 200 l que deben ser producidos para lograr esa cantidad.

Tabla 49 Demanda mensual por producto

Producto	Sabores	Demanda promedio mensual (botellas/mes)	Demanda promedio mensual (tanques/mes)
Gaseosa	Cola Negra	86 982	36
	Cola Amarilla	74 515	31
	Naranja	57 051	24
	Limón	43 325	18
	Fresa	28 685	12
Energizante	Frambuesa	22 656	6
	Maca	22 652	6
Total		335 866	133

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Para determinar la demanda semanal que tendría cada producto, como puede observarse en la Tabla 50, se utilizó la necesidad mensual de tanques entre el número de semanas al mes para satisfacer la demanda.

Tabla 50 Demanda semanal de cada producto

Sabores	Necesidad mensual (tanques/mes)	Producción semanal	Redondeo	Unidades a producir por semana	Producción mensual	Corrección
Cola Negra	36	9,00	9	9	36	0
Cola Amarilla	31	7,75	7	8	32	1
Naranja	24	6,00	6	6	24	0
Limón	18	4,50	4	5	20	2
Fresa	12	3,00	3	3	12	0
Frambuesa	6	1,50	1	2	8	2
Maca	6	1,50	1	2	8	2
Total	133			35	140	

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Para nivelar la producción es necesario disminuir el cuello de botella que se encuentra en la etapa de etiquetado, por ello ha de considerarse que mientras se prepara jarabes los demás operarios de producción tienen tiempos ociosos, igualmente pasa cuando empieza la etapa de envasado, lo cual se plantea que estos trabajadores deben ayudar durante el etiquetado manual. Por otro lado, no ha de recurrirse en la primera etapa a los trabajadores cuya función consiste en aplicar la metodología Kanban, como son los operarios de paletizado y

codificado. En la elaboración de bebidas gaseosas podrán apoyar un total de 8 operarios en las diferentes etapas del proceso utilizando un tiempo total de 2 352 segundos. En la Tabla 52 se muestra el nuevo tiempo de la etapa de etiquetado en el cual se tiene un promedio de 494 segundos.

Tabla 51 Tiempo total utilizado para etiquetado de gaseosas

Etapa	Tiempo gaseosas (s)	Operarios disponibles	Total de operarios	Tiempo total utilizado para etiquetado
Preparación de jarabes, enfriado y carbonatado	1 574	2 etiquetado 1 llenado y tapado	5	1 470
Envasado, empaquetado y paletizado	1 228	2 empaquetado 2 etiquetado 1 preparación de jarabe	3	882
TOTAL	2 802		8	2 352

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 52 Disminución del tiempo de etiquetado en gaseosas

	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Promedio gaseosas
Tiempo total de gaseosas	2 853,50	2 825,50	2 764,50	2 765	2 796,50	2 802
Operarios disponibles	8	8	8	8	8	8
Tiempo total utilizado para etiquetado	2 368	2 350	2 350	2 349	2 346	2 352
Tiempo de etiquetado anterior	591,5	587,5	587,5	587	586,5	588
Tiempo de etiquetado nuevo	490,86	488,63	499,41	498,68	492,02	494
Diferencia (segundos)	100,64	98,87	88,09	88,32	94,48	94

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Por otro lado, en la elaboración de bebidas energizantes pueden auxiliar en total 5 operarios en diversas etapas del proceso empleando un tiempo total de 3 075 segundos. La Tabla 54 muestra el nuevo tiempo de la etapa de etiquetado en el cual se tiene un promedio de 1 078 segundos.

Tabla 53 Tiempo utilizado para etiquetado de energizantes

Etapa	Tiempo energizantes (s)	Operarios disponibles	Total de operarios	Tiempo utilizado para etiquetado
Preparación de jarabes, enfriado y carbonatado	1 548	2 etiquetado	2	1 230
Envasado, empaquetado y paletizado	1 959	2 etiquetado 1 preparación de jarabe	3	1 845
TOTAL	3 507		5	3 075

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 54 Disminución del tiempo de etiquetado en energizantes

	Frambuesa	Maca	Promedio energizantes
Tiempo total de energizantes	3 497	3 514,50	3 507
Operarios disponibles	5	5	5
Tiempo total utilizado para etiquetado	3 068,75	3 078,75	3 075
Tiempo de etiquetado anterior	1 227,50	1 231,50	1 230
Tiempo de etiquetado nuevo	1 077,18	1 078,81	1 078
Diferencia (segundos)	150,32	152,69	152

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• Tiempos normales

Para determinar el tiempo que un operario normal requerirá para realizar cada operación, se evaluaron 4 factores de actuación del trabajador de acuerdo al sistema Westinghouse (Tabla 3), estos son habilidad, desempeño, condiciones y consistencia, sumándole el valor de 1 al resultado obtenido para determinar el factor de valoración (Anexo 5 y Anexo 6). En la Tabla 55 y Tabla 56 se visualiza los tiempos normales para ambos productos.

Tabla 55 Tiempos normales de las bebidas gaseosas

Etapa	Actividades	Tiempo normal (s/tanque)				
		Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa
Preparación de jarabes	Llenar tanques	415,52	411,6	408,8	411,04	409,92
	Pesar insumos	283,86	287,28	258,78	263,34	280,44
	Mezclar el jarabe simple	290,08	291,2	267,12	272,16	280,56
	Filtrar	125,5	125,5	126,5	123,5	127
	Mezclar el jarabe terminado	209,44	205,52	191,52	192,64	194,88
	Enfriar	268,5	267	267,5	267	266,5
	Carbonatar	147	146	146	143,5	144
	Etiquetar	574,31	571,70	584,31	583,21	575,66
Envasado	Enjuagar	45,36	40,88	41,44	41,44	41,44
	Llenar	18,87	16,10	14,99	13,88	15,54
	Tapar	11,99	11,99	11,99	11,99	10,9
Empaquetado	Manual	20,17	16,35	16,35	15,81	16,35
	Horno	17,5	14	14	14	14
	Paletizado	600,05	594,60	594,05	590,78	595,14
	Total	3 028,14	2 999,71	2 943,34	2 944,27	2 972,33

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 56 Tiempos normales de las bebidas energizantes

Etapa	Actividades	Tiempo normal (s/tanque)	
		Frambuesa	Maca
Preparación de jarabes	Llenar tanques	408,8	411,04
	Pesar insumos	260,49	259,92
	Mezclar el jarabe simple	269,92	273,28
	Filtrar	126,5	126
	Mezclar el jarabe terminado	193,2	192,64
	Enfriar	267,5	267
	Carbonatar	146	146
	Etiquetar	1 260,301	1 262,208
Envasado	Enjuagar	45,92	49,28
	Llenar	20,535	20,535
	Tapar	11,445	13,08
Empaquetado	Manual	16,895	17,985
	Horno	15	15
	Paletizado	677,98	683,43
	TOTAL	3 720,486	3 737,398

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Después de calcularse los tiempos de cada sabor se podrá conocer el tiempo que debe utilizarse durante la semana para producir la cantidad de botellas requerida semanalmente.

El tiempo total utilizado se calculó con la demanda semanal por tanques y el tiempo por tanque en segundos.

Tabla 57 Tiempos de producción para cada producto

	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
Demanda semanal (botellas)	21 600	19 200	14 400	12 000	7 200	7 992	7 992
Demanda semanal (tanques)	9	8	6	5	3	2	2
Tiempo por tanque (segundos)	3 028	3 000	2 943	2 944	2 972	3 720	3 737
Tiempo por tanque (minutos)	51	50	49	49	50	62	62
Tiempo total utilizado (segundos/semana)	27 252	24 000	17 658	14 720	8 916	7 440	7 474

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• Suplementos laborales

Los suplementos por descanso son indispensables añadirlos al tiempo básico a fin de permitir al operario reponerse de la fatiga, es decir de cualquier cansancio físico y/o mental, además de atender cualquier necesidad personal. También se ha de considerar la limpieza a las máquinas y al área de producción. Como actividades adicionales se estima al enjuague del carbonatador y de las tuberías para cambiar a otro sabor. En la Tabla 58 se encuentran suplementos examinados en cada jornada de trabajo, en la que el tiempo de cada suplemento fue distribuido según el porcentaje dado, siendo provechoso que la limpieza se halle al iniciar y finalizar el día laboral mientras que los demás coincidan al finalizar la producción de un sabor, debido a que el proceso es continuo y los operarios estarán en sus puestos de trabajo durante la elaboración de los productos.

Tabla 58 Suplementos considerados

Suplemento	%
Necesidades personales	7
Fatiga básica	4
Limpieza	3
Otras actividades	2
Total	16%

Fuente: Kanawaty [23]

• **Takt time**

Para obtener el cálculo del Takt time de cada artículo se debe dividir el tiempo disponible entre la producción requerida. Al computar el tiempo disponible se ha de eliminar los tiempos no productivos del total de horas laborables. Las horas de trabajo son 48 por semana, pero al estimar un suplemento laboral de 16% se tiene un tiempo disponible de 40,32 horas/semanales o de 145 152 segundos/semanales.

Tabla 59 Takt time para cada producto

Producto	Sabores	Takt Time (s/botella)
Gaseosa	Cola Negra	6,720
	Cola Amarilla	7,560
	Naranja	10,080
	Limón	12,096
	Fresa	20,160
Energizante	Frambuesa	18,162
	Maca	18,162

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• **Pitch**

Con el Takt time de cada sabor se puede conocer el tiempo de producir y entregar un paquete que contiene 12 botellas para cada producto.

Tabla 60 Pitch por paquete

Producto	Sabores	Pitch (s/paquete)
Gaseosa	Cola Negra	80,64
	Cola Amarilla	90,72
	Naranja	120,96
	Limón	145,15
	Fresa	241,92
Energizante	Frambuesa	217,95
	Maca	217,95

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• **Secuencia de producción**

En la Tabla 61 se muestra la secuencia de producción durante una semana para obtener la nivelación de producción. Se ha considerado de lunes a viernes, el almuerzo que es de una hora, los suplementos laborales, el etiquetado manual puesto que esta etapa es el cuello de botella así como el codificado de las tapas que debe desarrollarse para que al siguiente día no exista demoras en la fabricación.

En los sábados solo debería considerarse 5 horas de trabajo para producir un tanque, considerar suplementos laborales, efectuar el mantenimiento de máquinas, capacitar al personal, realizar el control de inventario de materiales, ejecutar el etiquetado de botellas y la codificación en las tapas. Del Anexo 7 al Anexo 10 se encuentra de manera detallada el horario por días.

Tabla 61 Nivelación de la producción durante la semana

Sabores	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Total
Cola Negra	3	3	3				9
Cola Amarilla	2	2	2	2			8
Naranja	2	2	2				6
Limón				3	2		5
Fresa				2		1	3
Frambuesa					2		2
Maca					2		2
TOTAL	7	7	7	7	6	1	35

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• **Caja Heijunka**

Las columnas dividen horas y en cada fila se encuentra el sabor a producir como puede ser: cola negra, cola amarilla, naranja, limón, fresa, frambuesa y maca. En las ranuras se debe colocar tarjetas Kanban de Producción, cuyo número está en proporción del número de elementos que se van a procesar de un tipo de producto determinado durante un periodo de tiempo.

Horario	08:07	08:58	09:49	11:11	12:01	14:23	15:12
Sabores							
Cola negra	■	■	■				
Cola amarilla				■	■		
Naranja						■	■
Limón							
Fresa							
Frambuesa							
Maca							

Figura 26 Caja Heijunka para los lunes, martes y miércoles

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas








Horario Sabores	08:07	08:57	10:18	11:07	11:56	14:17	15:07
Cola negra							
Cola amarilla							
Naranja							
Limón							
Fresa							
Frambuesa							
Maca							

Figura 27 Caja Heijunka para los jueves

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas







Horario Sabores	08:07	08:56	10:16	11:18	13:52	14:54	
Cola negra							
Cola amarilla							
Naranja							
Limón							
Fresa							
Frambuesa							
Maca							

Figura 28 Caja Heijunka para los viernes

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Horario	08:04						
Sabores							
Cola negra							
Cola amarilla							
Naranja							
Limón							
Fresa							
Frambuesa							
Maca							

Figura 29 Caja Heijunka para los sábados

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Se niveló la producción consiguiendo que sea continua y eficiente. El proceso está diseñado para que los productos logren ser cambiados fácilmente, produciendo lo que se necesita en el momento indicado. En la Figura 30 se muestra un modelo de la caja Heijunka que puede estar en la pared de la empresa.

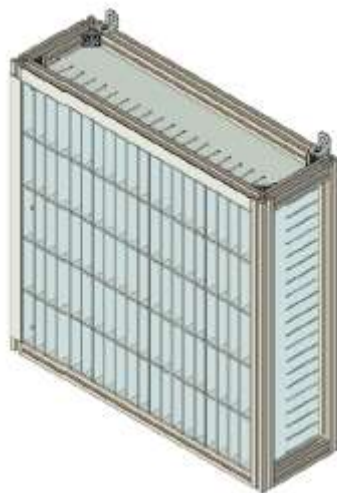


Figura 30 Modelo de caja Heijunka

Fuente: 4Lean

Cabe resaltar que se alcanzó nivelar según el promedio de la demanda del año en estudio, sin embargo es importante que la empresa realice un seguimiento de su demanda para

actualizar las cajas Heijunka y continuar así fabricando lo necesario sin tener inventarios de productos terminados que perjudiquen sus utilidades.

En el caso que la empresa reciba más pedidos de algún sabor en especial, se producirá los sábados debido a que en ese día pudo reducirse el trabajo de 8 a 5 horas y se tendría tiempo para satisfacer la nueva demanda.

• **Kanban**

El sistema Kanban faculta establecer un proceso pull, es decir que la producción se encuentre alineada con los requerimientos del cliente, además las tarjetas Kanban brindarán información de la cantidad solicitada así como la autorización para retirar materiales al proceso.

La implementación según Castellano [24] consta de 4 pasos:

***Primero:** Se debe formar al equipo de trabajo en la metodología Kanban y tomar conciencia de los beneficios y ventajas que presenta este sistema.*

Para esto ha de informarse al personal sobre la implementación del sistema en la empresa a través de capacitaciones, con temas sobre Lean Manufacturing, la aplicación del Heijunka y la metodología Kanban, a fin de que conozca los beneficios y características de usar estas herramientas. Además, como su aplicación requiere que los trabajadores sean polivalentes, será necesario efectuar charlas acerca del proceso productivo de la empresa y el trabajo en equipo para que se sientan identificados con ella y puedan colaborar en su mejora.

Asimismo, importa organizar un equipo de trabajo comisionado de la metodología Kanban, es decir un jefe encargado de motivar la mejora continua y atender cualquier duda que tengan los operarios. También debe responsabilizarse a una persona que asuma la colocación de tarjetas en las cajas Heijunka y un operario destinado para abastecer contenedores que se encuentran en los supermercados 1 y 2.

Tabla 62 Equipo de trabajo en la metodología Kanban

Equipo	Función
Operario de llenado y tapado	Jefe de equipo Kanban
Operario de paletizado	Colocar tarjetas en cajas Heijunka
Operario de preparación de jarabes	Abastecer el supermercado 1
Operario de codificado	Abastecer el supermercado 2

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Segundo: No es necesario implementar Kanban de primeras en todos los procesos de la cadena, sería conveniente analizar los centros con más problemas para detectar posibles problemas que se desconocían.

Sería adecuado que primero quede establecido el alcance de la herramienta, es decir saber a qué etapas del proceso se debería incluir el sistema Kanban, cuyas fases comprenden preparación de jarabes, enjuague, tapado y paletizado. En la Tabla 63 se muestra los beneficios que se tendrían con la aplicación del Kanban en cada proceso.

Tabla 63 Beneficios de la aplicación Kanban en los procesos

Etapas	Beneficios
<i>Preparación de jarabes</i>	Tener los insumos identificados, evitando confusiones para la preparación de jarabe simple. Conocer la cantidad exacta de tanques a preparar por día.
<i>Enjuague</i>	Enjuagar únicamente la cantidad de botellas que ya se encuentran etiquetadas y que serán envasadas.
<i>Tapado</i>	Obtener a tiempo y sin mucho desplazamiento la cantidad necesaria de tapas codificadas para el envasado.
<i>Paletizado</i>	Comparar la cantidad de paquetes obtenidos con la requerida por el cliente.

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Es necesario elegir tipos de contenedores a utilizar, para ello se debe conocer el material que va a encerrar, el tamaño de las unidades, el peso que puede soportar, el espacio disponible así como la capacidad de carga por parte del operario. En la Tabla 64 se grafica los tipos que se utilizarán en diversas etapas del proceso, la cantidad estándar de cada uno y el total de contenedores con los que debe contar la empresa.

Tabla 64 Tipos de contenedores

Tipo	Concepto	Etapas	Cantidad estándar de un contenedor	Total de contenedores
A	Caja de plástico chica	Preparación de jarabes	2 kg	5
B	Bolsa de plástico grande	Etiquetado	1 200 botellas	8
C	Caja de cartón	Codificado	2 400 tapas	2
D	Pallet	Paletizado	200 paquetes	7

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Cada contenedor llevará una tarjeta con la información necesaria, en la Figura 31 se tiene un ejemplo en el cual se indica nombre del material que contiene, código, cantidad, capacidad estándar del contenedor, tipo y ubicación.





Descripción del material	Colorante Rojo
Código	CR-01
Cantidad del Contenedor	0,1 kg
Capacidad estándar del contenedor	2 kg
Tipo de contenedor	A
Ubicación	Supermercado 1

Figura 31 Diseño de tarjeta de información de un contenedor

La Tabla 65 presenta modelos de contenedores con sus respectivas tarjetas de información. A continuación, se debe escoger el tipo de Kanban a emplear en diversas etapas del proceso elegidas previamente y la elaboración de tarjetas Kanban, codificadas para dar una mejor información de la producción.

Existirán dos tipos de tarjetas Kanban, una de producción y otra de transporte. Estas son seleccionadas según el tipo de instrucción que el proceso subsecuente envíe al proceso anterior. Por ejemplo, si el proceso posterior envía una señal para obtener material se utiliza el Kanban de Transporte; si el proceso anterior manda una señal para producir se usa el Kanban de Producción.

Tabla 65 Modelos de contenedores

Tipo	Modelo de contenedor
A	
B	
C	
D	

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 66 Etapas para el Kanban de Transporte

Proceso previo	Tipo de contenedor	Proceso posterior
Supermercado 1	Caja de plástico chica	Preparación de jarabe simple
Etiquetado	Bolsa de plástico grande	Enjuague
Supermercado 2	Caja de cartón	Tapado

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Es necesario que existan supermercados en etapas previas a la preparación de jarabe simple y tapado donde pueda colocarse contenedores para un mejor orden del área y disminuir así los desplazamientos de operarios encargados de estas fases.

El supermercado intenta mantener una cantidad de stock para prevenir desacoples entre demanda por parte del cliente, que puede ser el cliente final o el proceso siguiente de fabricación, y los proveedores, que al igual que pasa con la demanda podría ser el proveedor de material directo o el proceso de fabricación anterior.

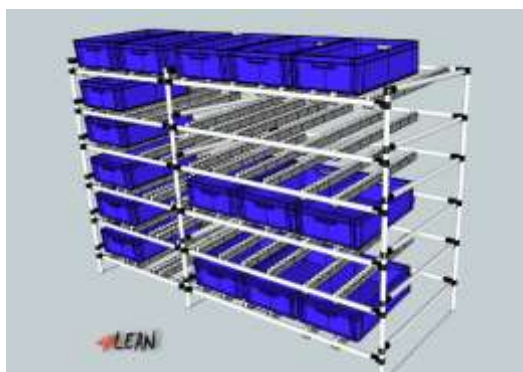


Figura 32 Modelo de supermercado 1

Fuente: 4Lean

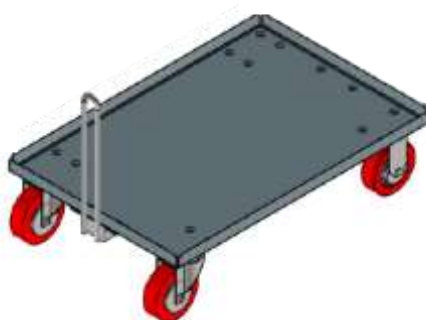


Figura 33 Modelo de supermercado 2

Fuente: 4Lean

Las tarjetas Kanban de transporte se colocarán en un portadocumentos acrílico que permita un mejor manejo de las tarjetas y evite que se extravíen en el puesto de trabajo.



Figura 34 Modelo de portadocumentos acrílico

Fuente: Dimerc

Para decidir el total de tarjetas Kanban de transporte se analizaron tres etapas que fueron anteriormente elegidas (Tabla 66). Primero se determinó la cantidad de tarjetas requeridas en la etapa de preparación de jarabes en el cual el operario necesitará insumos como edulcorante, colorante, benzoato de sodio y ácido cítrico que pueden colocarse en las cajas

de plástico chicas. Para calcular el número de Kanbans se dividió el requerimiento diario entre la cantidad del contenedor, sin embargo el número real de tarjetas es menor pues según la primera regla de Kanban el proceso subsecuente debe solicitar más partes del precedente solo después de que se haya consumido todas las que el Kanban describía, por lo tanto será necesaria una tarjeta por sabor debido a que siempre se solicitará la misma cantidad de insumos para todos los tanques.

Tabla 67 Kanbans de transporte por edulcorante

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (kg)</i>	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0
<i>Cantidad del contenedor (kg)</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	2	2
<i>Número de kanbans (real)</i>	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 68 Kanbans de transporte por colorante

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (kg)</i>	0	0,1	0	0	0,1	0	0
<i>Cantidad del contenedor (kg)</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Número de kanbans</i>	0	2	0	0	2	0	0
<i>Número de kanbans (real)</i>	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 69 Kanbans de transporte por benzoato de sodio

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (kg)</i>	0,78	0,52	0,52	0,78	0,52	0,52	0,52
<i>Cantidad del contenedor (kg)</i>	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	2	2
<i>Número de kanbans (real)</i>	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 70 Kanbans de transporte por ácido cítrico

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (kg)</i>	3,9	2,6	2,8	3,9	2,6	2,6	2,6
<i>Cantidad del contenedor (kg)</i>	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	2	2
<i>Número de kanbans (real)</i>	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Como se observa en la Tabla 71 hay un total de 23 tarjetas Kanban de transporte para la etapa de preparación de jarabes.

Tabla 71 Resumen de tarjetas kanban de transporte en la etapa de preparación de jarabe simple

Insumos	Tarjetas kanban de transporte
Edulcorante	7
Colorante	2
Benzoato de sodio	7
Ácido cítrico	7
Total	23

En seguida, se resolvió la cantidad de tarjetas necesarias en la etapa de enjuague (Tabla 72) donde el operario ha de requerir botellas que estarán colocadas en bolsas de plástico grandes. Para calcular el número de Kanbans se dividió el requerimiento diario entre la cantidad del contenedor, sin embargo el número real de tarjetas resultó menor debido a lo que manifiesta la primera regla de Kanban.

Por último, se decidió la cantidad de tarjetas requeridas en la etapa de tapado (Tabla 73) donde el operario necesitará tapas codificadas que estarán puestas en cajas de cartón. Para calcular el número de Kanbans se dividió el requerimiento diario entre la cantidad del contenedor, sin embargo el número real de tarjetas resultó menor debido a lo expresado en la primera regla de Kanban.

Tabla 72 Kanbans de transporte en la etapa de enjuague

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (botellas)</i>	7 200	4 800	4 800	6 000	3 600	7 992	7 992
<i>Cantidad del contenedor (botellas)</i>	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
<i>Número de kanbans</i>	6	4	4	5	3	7	7
<i>Número de kanbans (real)</i>	2	2	2	3	3	4	4

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 73 Kanbans de transporte en la etapa de tapado

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (tapas)</i>	7 200	4 800	4 800	6 000	3 600	7 992	7 992
<i>Cantidad del contenedor (tapas)</i>	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	3	3
<i>Número de kanbans (real)</i>	1	1	1	2	2	2	2

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Como se muestra en la Tabla 74 un total de 54 tarjetas Kanban de transporte serán utilizadas en las etapas de preparación de jarabes, enjuague y tapado.

Tabla 74 Total de tarjetas kanban de transporte

Etapas	Tarjetas kanban de transporte
Preparación de jarabe simple	23
Enjuague	20
Tapado	11
Total	54

En cuanto a las tarjetas Kanban de producción, estas se encontrarán ubicadas en la caja Heijunka (Figura 26 a Figura 29) y emplearán un total de 16 tarjetas para la etapa de preparación de jarabes que serán distribuidas según la secuencia de producción mostrada en la Tabla 61. Dichas tarjetas se calcularon según la división del requerimiento diario en litros entre la capacidad del tanque.

Tabla 75 Demanda diaria por sabor

	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Demanda semanal (botellas)</i>	21 600	19 200	14 400	12 000	7 200	7 992	7 992
<i>Demanda diaria (botellas)</i>	7 200	4 800	4 800	6 000	3 600	7 992	7 992
<i>Demanda diaria (litros)</i>	3 600	2 400	2 400	3 000	1 800	2 398	2 398
<i>Demanda diaria (paquetes)</i>	600	400	400	500	300	666	666

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 76 Kanban de producción en etapa de preparación de jarabes

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (l)</i>	3 600	2 400	2 400	3 000	1 800	2 398	2 398
<i>Capacidad del tanque (l)</i>	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	2	2

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Debido a que el área de producción cuenta con dos niveles es necesario que exista otra caja Heijunka en el primero sita cerca del área de paletizado para que así el operario compare paquetes producidos con lo requerido en las tarjetas. En ella se utilizarán un total de 18 que serán distribuidas según la secuencia de producción mostrada en la Tabla 61, y calculada mediante la división del requerimiento diario empleado en paquetes entre la cantidad estándar del pallet.

Tabla 77 Kanban de producción en etapa de paletizado

Descripción	Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa	Frambuesa	Maca
<i>Requerimiento diario (paquetes)</i>	600	400	400	500	300	666	666
<i>Capacidad del contenedor (paquetes)</i>	200	200	200	200	200	200	200
<i>Número de kanbans</i>	3	2	2	3	2	3	3

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La Figura 35 y Figura 36 ejemplifican cómo debería llenarse las tarjetas Kanban de producción y de transporte, que conviene renovarlas cada 3 meses o cuando exista alguna modificación en la cantidad a producir.

Kanban de producción		
Código	213685	Proceso
Tipo de producto	Gaseosa	Preparación de jarabes
Sabor del producto	Cola negra	
Cantidad a producir	1 200 L	
N° de emisión	1/3	

Figura 35 Tarjeta Kanban de Producción

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Kanban de transporte		
Código	645785	Proceso anterior
Tipo de producto	Gaseosa	Supermercado 1
Sabor del producto	Fresa	Proceso posterior
Nombre del material	Colorante	Preparación de jarabes
Cantidad	50 g	Tipo de contenedor
N° de tarjeta	1 de 1	A

Figura 36 Tarjeta Kanban de Transporte

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La Figura 37 ilustra el funcionamiento de la metodología Kanban, en ella se halla flechas que indican flujos de información y de material en la línea de producción. Para representar las tarjetas Kanban de producción y de transporte se identifican como P Kanban y T Kanban respectivamente.

Los pasos a seguir en el primer nivel serían los siguientes:

- El operario de paletizado coloca las P Kanban en la caja Heijunka del primer nivel.
- El operario de codificado abastece al supermercado 2 con la caja que contenga las tapas del producto a elaborar.
- Los demás operarios de producción empiezan a etiquetar según el sabor a elaborar y la cantidad dada en las P Kanban.
- El operario de enjuague toma las T Kanban y se dirige al etiquetado para traer la cantidad de contenedores necesarios según lo indicado en las tarjetas y regresa a su puesto de trabajo.
- Este operario coloca cada botella en el transportador aéreo que posteriormente pasan a la máquina de enjuague, llenado, tapado hasta llegar al empaquetado manual por medio de fajas transportadoras.
- Antes de la etapa del tapado, el operario encargado debe tomar la T Kanban y dirigirse al supermercado 2 para retirar la caja de cartón y vaciar el contenido en la capsuladora.
- Después del empaquetado manual, los operarios de dicha etapa llevarán los paquetes al horno empaquetador y posteriormente el operario de paletizado debe ubicarlos y ordenarlos en el pallet.
- Terminado el paletizado, el operario ha de comparar con lo indicado en la P Kanban.

El personal que participa en el proceso de producción aprenderá a usar correctamente las tarjetas en su puesto de trabajo, esto permitirá que se siga la secuencia y logre un importante aporte en mantener un flujo operativo. También sería apropiado que se realicen pruebas piloto antes de su implementación, en el que cada operario observe los resultados o inconvenientes presentados para así dar propuestas de solución.

***Tercero:** Implementar el Kanban en el resto de los centros de trabajo. El operario correspondiente con el centro de trabajo será la fuente de información más importante, el cual aportará opiniones e ideas para mejorar el sistema.*

Después de ser instaurada en las etapas anteriormente establecidas, se podría pasar a implementar en los almacenamientos de insumos y de producto terminado. Para ello se requiere que el personal ya tenga claro el proceso productivo y el funcionamiento de la metodología Kanban. Además, los operarios pueden seguir aportando opiniones o ideas que contribuyan en la mejora de la implementación.

Cuarto: Mantenimiento y revisión continua del sistema Kanban.

Es importante controlar y revisar periódicamente los resultados de la metodología Kanban, ya sea a través de formatos para el control de producción o estableciendo indicadores que ayuden a la empresa a conocer el avance de la herramienta y permitir que los operarios sigan generando propuestas para la respectiva mejora.

3.3.2 Nuevos Indicadores del Proceso

- **Diagrama de operaciones del Proceso (DOP)**

En las siguientes figuras se muestra tiempos de ciclos de las actividades después de la mejora en la producción de gaseosas y energizantes.

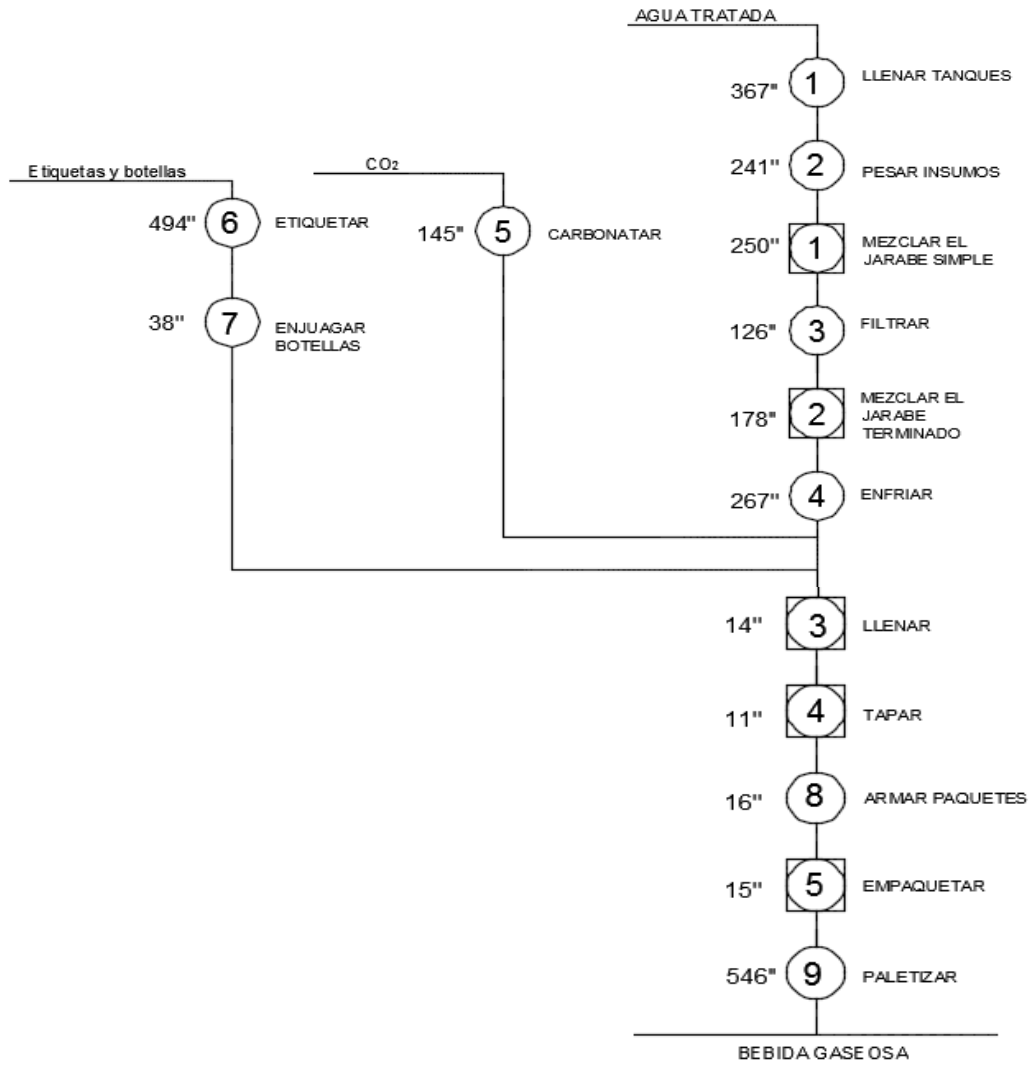


Figura 38 Diagrama de Operaciones del Proceso de gaseosas con el plan de mejora

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La siguiente tabla presenta una suma de actividades realizadas, en la cual se alcanza un total de 14 operaciones.

Tabla 78 Resumen de actividades DOP mejorado- Gaseosas

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	9	2 240
Combinada	5	468
TOTAL	14	2 708

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

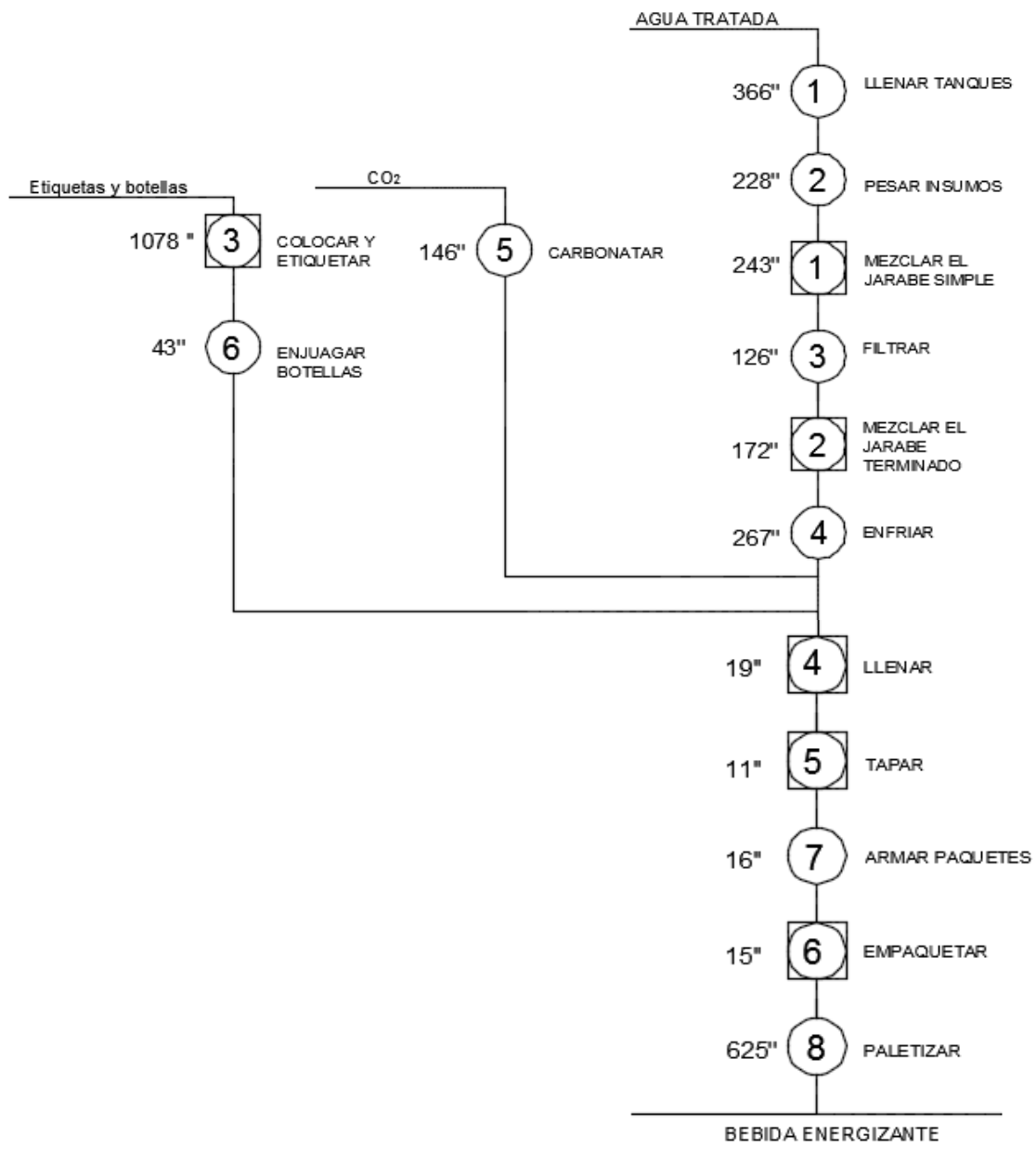


Figura 39 Diagrama de Operaciones del Proceso de energizantes con el plan de mejora

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La correlativa tabla exhibe el número de actividades efectuadas, en el que se obtiene un total de 14 operaciones.

Tabla 79 Resumen de actividades DOP mejorado -Energizantes

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	8	1 817
Combinada	6	1 538
TOTAL	14	3 355

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

• **Diagrama de análisis del Proceso (DAP)**

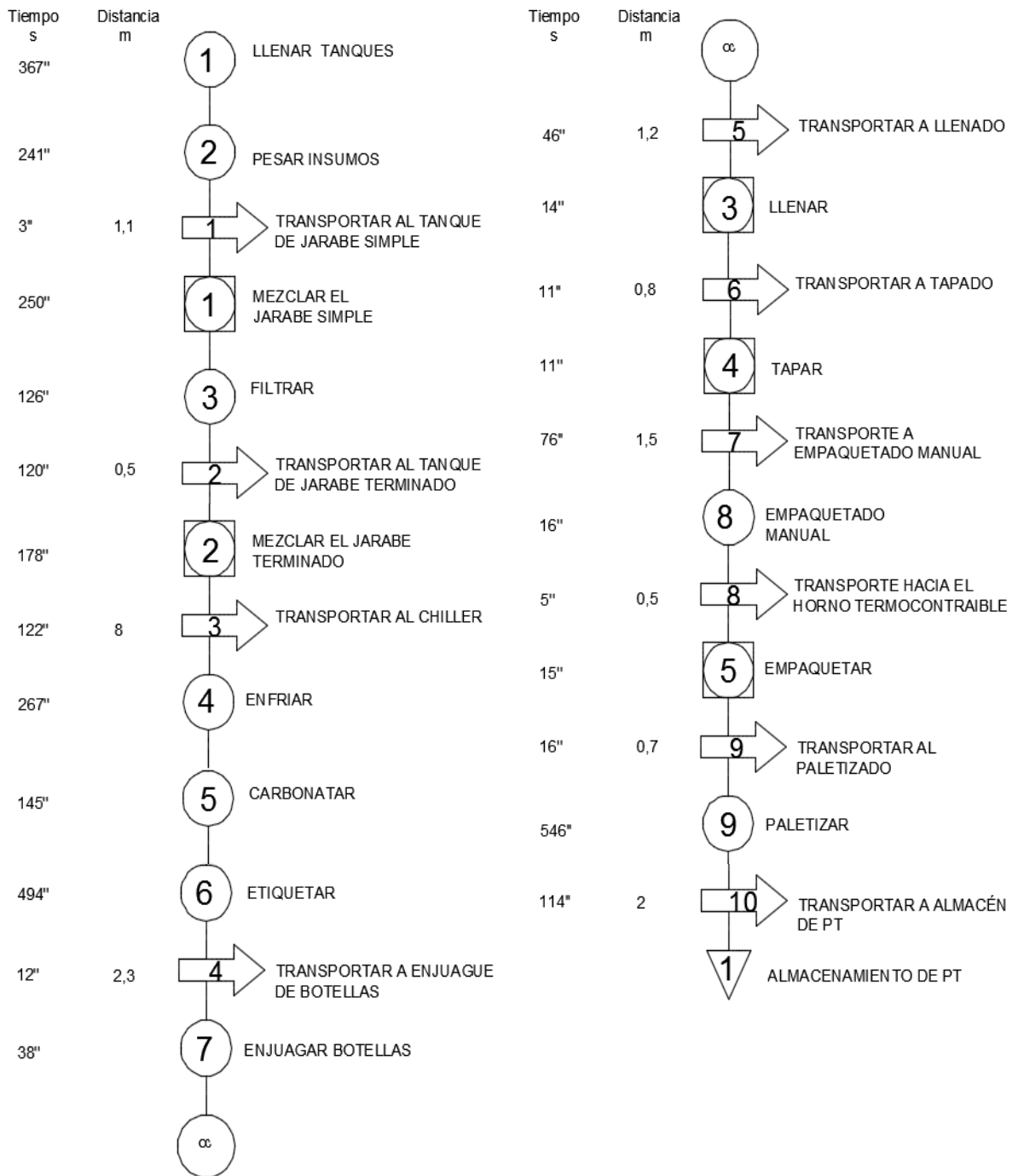


Figura 40 Diagrama de Análisis del Proceso de gaseosas con el plan de mejora

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La siguiente tabla revela la cantidad de actividades ejecutadas, en el cual se logra un total de 25 actividades.

Tabla 80 Resumen de actividades DAP mejorado - Gaseosas

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	9	2 240
Combinada	5	468
Inspección	-	-
Transporte	10	525
Espera	-	-
Almacenamiento	1	-
TOTAL	25	3 233

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- Actividades productivas:

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de operacion, inspección, combinada})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(2\,240 + 468)}{3\,233}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = 0,8376 \times 100 = 83,76 \%$$

- Actividades improductivas:

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de transporte, demora y almacenaje})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{525}{3\,233}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = 0,1624 \times 100 = 16,24\%$$

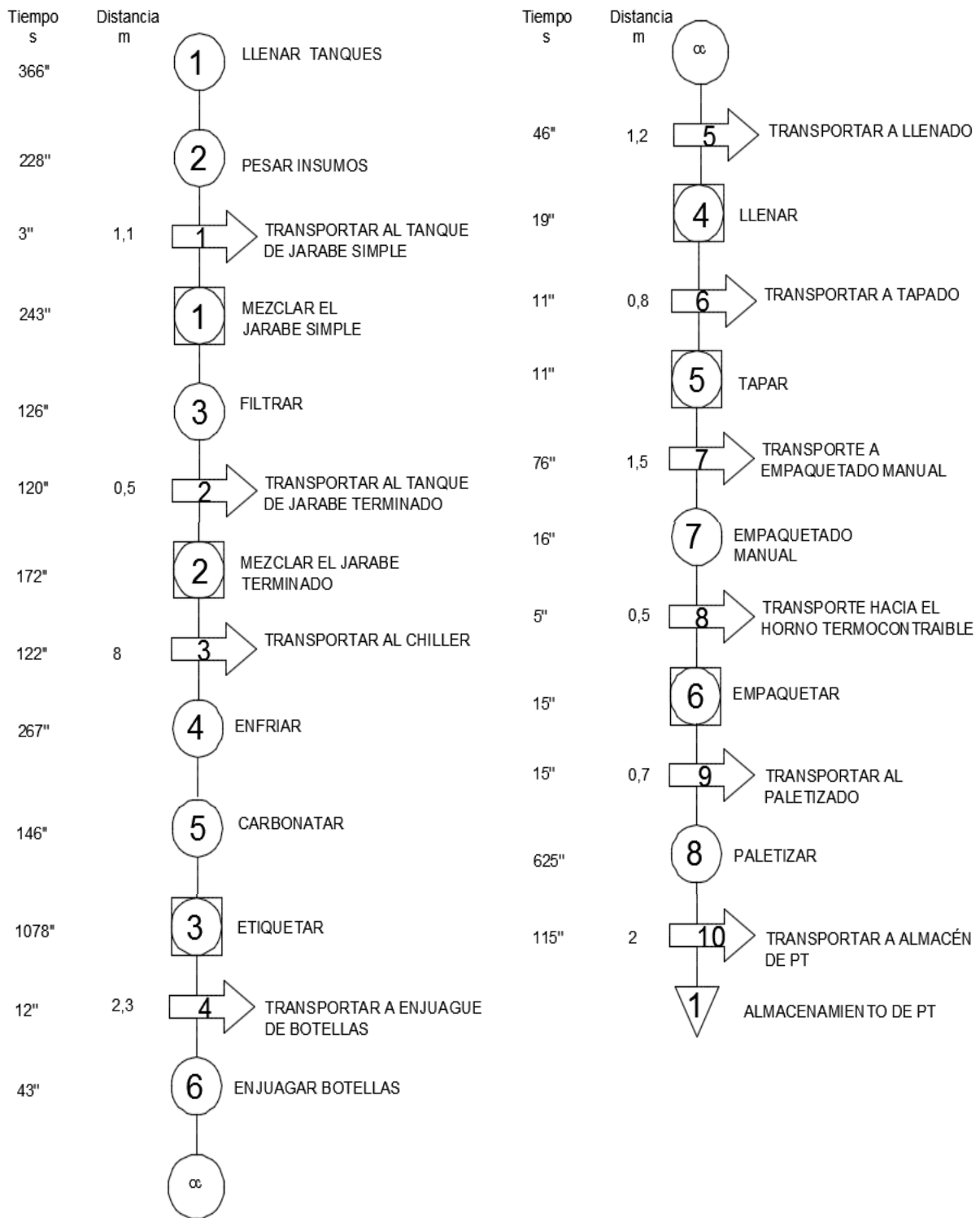


Figura 41 Diagrama de Análisis del Proceso de energizantes con el plan de mejora

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La consecutiva tabla explica la cantidad de actividades desarrolladas, en la que se consigue un total de 25 actividades.

Tabla 81 Resumen de actividades DAP mejorado- Energizantes

Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	8	1 817
Combinada	6	1 538
Inspección	-	-
Transporte	10	525
Espera	-	-
Almacenamiento	1	-
TOTAL	25	3 880

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- Actividades productivas:

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de operacion, inspección, combinada})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = \frac{\sum(1\ 817 + 1\ 538)}{3\ 880}$$

$$\% \text{ actividades productivas} = 0,8647 \times 100 = 86,47 \%$$

- Actividades improductivas:

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{\sum(\text{tiempos de transporte, demora y almacenaje})}{\sum(\text{tiempos de todas las actividades})}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{525}{3\ 880}$$

$$\% \text{ act. improductivas} = 0,1353 \times 100 = 13,53 \%$$

En la siguiente tabla se compara los tiempos de producción antes y después del plan de mejora.

Tabla 82 Tiempos de producción antes y después del plan de mejora

Descripción	Actual		Propuesta	
	<i>Gaseosas</i>	<i>Energizantes</i>	<i>Gaseosas</i>	<i>Energizantes</i>
DOP (segundos)	2 802	3 507	2 708	3 355
DAP (segundos)	3 543	4 248	3 233	3 880

- **Indicadores de producción**

- a. **Utilización**

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ diseñada}$$

Tabla 83 Utilización de la línea de producción con el plan de mejora

Producto	Producción real (botellas/mes)	Capacidad diseñada (botellas/mes)	Utilización
Gaseosa 500 ml	297 600	434 000	68,57%
Energizante 300 ml	63 936	70 000	91,34%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La empresa emplea un 68,57% de su capacidad diseñada en los días de producción de bebidas gaseosas teniendo un colchón de capacidad de 31,43%, mientras que en los días de producción de bebidas energizantes utiliza un 91,34% y teniendo un colchón de capacidad de 8,66%.

- b. **Cuello de botella**

De acuerdo a la Figura 38 el nuevo cuello de botella en la elaboración de gaseosas sería la etapa de paletizado con 546 segundos/tanque en tanto que en la elaboración de energizantes de acuerdo a la Figura 39 seguiría siendo la etapa de etiquetado pero con 1 078 segundos/tanque.

- c. **Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo de cada producto es determinado por el cuello de botella pues este define el ritmo de producción, el cual para las bebidas gaseosas es de 546 segundos/tanque y en las bebidas energizantes es 1 078 segundos/tanque.

- **Indicadores de productividad**

- a. **Productividad de mano de obra**

Para la producción tanto de bebidas gaseosas como de energizantes se utilizan 8 operarios.

$$Productividad\ MO = \frac{Producción\ real\ al\ día}{Número\ de\ operarios\ al\ día}$$

- *Bebidas gaseosas*

$$\text{Productividad MO} = \frac{297\,600 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 1\,550 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

- *Bebidas energizantes*

$$\text{Productividad MO} = \frac{63\,936 \frac{\text{botellas}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ días}}}{8 \text{ operarios}} = 1\,998 \frac{\text{botellas}}{\text{op. día}}$$

3.3.3. Cuadro Comparativo de Indicadores

Tabla 84 Comparación de indicadores

Indicadores	Actual		Propuesta		Variación porcentual %	
	Gaseosas	Energizantes	Gaseosas	Energizantes	Gaseosas	Energizantes
Producción (botellas/mes)	291 657	45 308	297 600	63 936	+2%	+41%
Tiempo de producción (segundos/tanque)	2 802	3 507	2 708	3 355	-3%	-4%
Tiempo de ciclo (segundos)	588 (Etiquetado)	1 230 (Etiquetado)	546 (Paletizado)	1 078 (Etiquetado)	-7%	-14%
Capacidad diseñada (botellas/mes)	616 000	56 000	434 000	70 000	-30%	+25%
Utilización (%)	47,35	80,91	68,57	91,34	+45%	+13%
Productividad de mano de obra (botellas/op.día)	1 657	2 832	1 550	1 998	-6%	-29%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

La pérdida económica disminuyó en un 8% representando S/ 23 356,80 menos, lo cual resulta considerable debido al tamaño de la empresa.

Tabla 85 Comparación de pérdidas económicas

Causas	Pérdidas económicas-Actual	Pérdidas económicas-Propuesta	Variación porcentual %
Bebidas gaseosas			
Sobrestock	S/ 18 237,60	S/ 9 792,00	-46%
Capacidad ociosa	S/ 274 856,00	S/ 261 596,00	-5%
Tiempos improductivos	S/ 2 121,60	S/ 1 142,40	-46%
Bebidas energizantes			
Capacidad ociosa	S/ 672,00	S/ 0,00	-100%
Tiempos improductivos	S/ 336,00	S/ 336,00	0%
TOTAL	S/ 296 223,20	S/ 272 866,40	-8%

3.4. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

3.4.1. Ahorros generados

Los ingresos generados por el ahorro de la propuesta son los siguientes:

- **Costos de mano de obra**

Debido a que el horario de trabajo de los sábados se redujo de 8 a 5 horas, la empresa reducirá los costos de mano de obra. En la Tabla 86 se muestra el ahorro que se da en el pago a los operarios.

Tabla 86 Costos de mano de obra

Operarios	Cantidad	Pago mensual total-Actual	Pago mensual total-Propuesta	Ahorro mensual
Producción	8	S/ 19 200	S/ 18 000	S/ 1 200

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

- **Costos indirectos**

Se tendrá un ahorro mensual tanto en el consumo energético como del agua debido a que se propone disminuir las horas de producción de los sábados. En el caso de la electricidad se tomó en cuenta las potencias eléctricas de máquinas y equipos que se encuentran en el área de producción y el tiempo que son utilizados, da como resultado el consumo de energía, que al ser multiplicado por la tarifa eléctrica industrial brindada por OSINERGMIN, se obtiene el costo mensual de energía en dicha área. El costo mensual del agua, se calculó a través de la cantidad de agua empleada del área de producción en m³ al mes, multiplicado por la tarifa de agua extendida por SUNASS.

Tabla 87 Costos indirectos

Descripción	Costo mensual total- Actual	Costo mensual total-Propuesta	Ahorro mensual
Electricidad	S/ 2 939,14	S/ 2 779,67	S/ 159,47
Agua	S/ 1 395,46	S/ 767,50	S/ 627,96
Total	S/ 4 334,60	S/ 3 547,17	S/ 787,43

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas, OSINERGMIN [25] y SUNASS [26]

Se presenta una tabla resumen del ahorro mensual total generado por la propuesta de mejora, siendo de S/ 1 987,43 por mes y esto al año representa S/ 23 849,16.

Tabla 88 Resumen de los ahorros generados

Descripción	Costo mensual total- Actual	Costo mensual total-Propuesta	Ahorro mensual
Costos de mano de obra	S/ 19 200	S/ 18 000	S/ 1 200
Costos indirectos	S/ 4 334,60	S/ 3 547,17	S/ 787,43
Total	S/ 23 534,6	S/ 21 547,17	S/ 1 987,43

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.4.2. Beneficios

Los beneficios obtenidos de la implementación representan el aumento de la producción tanto en gaseosas como en energizantes. La ganancia anual para las gaseosas será S/ 8 094,72 mientras que para los energizantes será S/ 65 226, resultando un total de S/ 73 320,72.

Tabla 89 Mejora en unidades producidas

Producto	Producción actual (paquetes/mes)	Producción mejorada (paquetes/mes)	Mejora (paquetes/mes)
Gaseosa	24 304	24 800	496
Energizantes	3 775	5 328	1 553

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 90 Beneficio del aumento de producción

Producto	Mejora (paquetes/mes)	Ingreso mensual (S/)	Gasto mensual (S/)	Ganancia mensual (S/)
Gaseosa	496	3 372,80	2 698,24	674,56
Energizantes	1 553	21 742,00	16 306,50	5 435,50
Total	2 049	25 114,80	19 004,74	6 110,06

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

3.4.3. Inversión

Los costos a realizar, se darán en la inversión para implementar las herramientas propuestas. Se han dividido en inversión de la herramienta Kanban, en el cual considera materiales requeridos para el correcto funcionamiento, también habrá inversión en el rediseño de la sala de preparación de jarabes para un mejor desplazamiento del operario, así como se tendrá inversión de las importantes capacitaciones para la mejora continua.

En la Tabla 91 se visualiza la inversión en la propuesta de Kanban en la cual se muestra una cantidad que se usará en todo un año, como se mencionó de modo anticipado, las tarjetas P Kanban y T Kanban se cambiará cada 3 meses al igual que los etiqueteros adhesivos con marco de plástico y las bolsas de plástico grande. Las cajas de plástico chica se cambiarán anualmente y el resto de elementos se comprará una vez al año.

Tabla 91 Inversión en la propuesta de Kanban

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo total (S/)
Tablero Heijunka ¹	2	496,90	993,80
Tarjetas P Kanban	136	1,90	258,40
Tarjetas T Kanban	216	1,90	410,40
Etiquetero adhesivo con marco de plástico (contenedores)	88	1,20	105,60
Caja de plástico chica	10	16,90	169,00
Bolsa de plástico grande	32	33,00	1 056,00
Cinta adhesiva (señalización del piso)	1	29,90	29,90
Supermercado 1	1	449,90	449,90
Supermercado 2	1	181,50	181,50
Portadocumentos acrílico	3	18,50	55,50
Total			3 710,00

Fuente: Calle y Paredes [27]¹, 4Lean, Plastipol, Promart, Dimerc, Sodimac, Tymbia

Tabla 92 Inversión en el rediseño de la sala de jarabes

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo total (S/)
Reubicación de laboratorio de control de calidad	1	5 000,00	5 000,00
Reubicación de tanques	6	166,80	1 000,80
Conexión de tuberías	2	150,00	300,00
Total			6 300,80

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 93 Inversión en la propuesta de capacitaciones

Descripción	Horas	Costo Unitario (soles/hora)	Costo total (S/)
Técnica motivacional	8	175,00	1 400,00
Preparación de jarabes	4	150,00	600,00
Manejo de la codificadora	4	50,00	200,00
Manejo de las máquinas de llenado y tapado	4	100,00	400,00
Manejo del horno empaquetador	4	50,00	200,00
Capacitación de Lean Manufacturing	4	195,00	780,00
Capacitación de Heijunka	4	160,00	640,00
Capacitación de Kanban	4	160,00	640,00
Capacitación de limpieza de equipos y máquinas	3	50,00	150,00
Inspección de máquinas y conexiones eléctricas	3	50,00	150,00
Mantenimiento de unidad de bandas transportadoras y motores eléctricos	3	80,00	240,00
Total			5 400,00

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

En la Tabla 94 se muestra el resumen de la inversión total, el cual nos da un total de S/ 15 410,80.

Tabla 94 Resumen de la inversión

Descripción	Inversión total (S/)
Propuesta de Kanban	3 710,00
Rediseño de la sala de jarabes	6 300,80
Capacitaciones	5 400,00
Total	15 410,80

3.4.4. Financiamiento

Después de calcular la inversión total que necesita la empresa para desarrollar dicha propuesta, la empresa asumirá el 30% de esta, mientras que el 70% se financiará con un préstamo a una entidad bancaria. Según los datos de la SBS el Banco BIF es el que menor porcentaje de tasa anual tiene para pequeñas empresas.

Tabla 95 Porcentaje de financiamiento

Descripción	Inversión Total	Inversión propia	Financiamiento
Propuesta de Kanban	S/ 3 710,00	S/ 1 113,00	S/ 2 597,00
Rediseño de la sala de jarabes	S/ 6 300,80	S/ 1 890,24	S/ 4 410,56
Capacitaciones	S/ 5 400,00	S/ 1 620,00	S/ 3 780,00
Total	S/ 15 410,80	S/ 4 623,24	S/ 10 787,56
%	100%	30%	70%

Fuente: Empresa embotelladora de bebidas

Tabla 96 Evaluación de Tasa Anual en entidades bancarias

Tasa anual %	BBVA	Crédito	Pichincha	BIF	Scotiabank	Interbank	Mibanco
Pequeñas empresas	12,38	17,53	19,93	10,70	17,22	15,05	22,10
Descuentos	15,03	11,79	11,17	10,95	12,06	9,90	-
Préstamos hasta 30 días	13,35	17,59	33,88	10,25	11,35	7,26	60,84
Préstamos de 31 a 90 días	13,27	11,28	19,84	12,28	14,48	15,17	30,13
Préstamos de 91 a 180 días	13,11	22,13	20,08	11,12	15,18	17,40	31,59
Préstamos de 181 a 360 días	13,92	19,78	19,83	9,88	15,36	25,47	25,52
Préstamos a más de 360 días	11,75	15,06	20,17	9,65	17,52	14,16	20,62

Fuente: SBS-Superintendencia de Banca, Seguros y AFP

Con estos datos pudo determinarse el cronograma de pagos que tendría la empresa por un plazo de 12 meses, teniendo una Tasa Efectiva Mensual de 0,7882% y una cuota fija mensual de S/ 945,69.

Tabla 97 Cálculo de la cuota fija

Monto del crédito	S/10 787,56
Plazo en meses	12
Tasa Efectiva Anual a 360 días	9,88%
Tasa Efectiva Mensual	0,7882%
Cuota	S/ 945,69

Tabla 98 Cronograma de pagos

Mes	Saldo	Amortización	Interés	Cuota fija
0	S/ 10 787,56			
1	S/ 9 926,91	S/ 860,65	S/ 85,03	S/ 945,69
2	S/ 9 059,47	S/ 867,44	S/ 78,25	S/ 945,69
3	S/ 8 185,20	S/ 874,27	S/ 71,41	S/ 945,69
4	S/ 7 304,03	S/ 881,17	S/ 64,52	S/ 945,69
5	S/ 6 415,92	S/ 888,11	S/ 57,57	S/ 945,69
6	S/ 5 520,81	S/ 895,11	S/ 50,57	S/ 945,69
7	S/ 4 618,64	S/ 902,17	S/ 43,52	S/ 945,69
8	S/ 3 709,36	S/ 909,28	S/ 36,41	S/ 945,69
9	S/ 2 792,91	S/ 916,45	S/ 29,24	S/ 945,69
10	S/ 1 869,24	S/ 923,67	S/ 22,02	S/ 945,69
11	S/ 938,29	S/ 930,95	S/ 14,73	S/ 945,69
12	S/ 0,00	S/ 938,29	S/ 7,40	S/ 945,69

Para calcular el TMAR o Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento se tiene en cuenta la tasa de inflación del país y la ganancia estimada tanto para la empresa como para el banco, luego este debe ser multiplicado por el porcentaje de aporte de cada uno. Finalmente, se obtiene un TMAR de 14,85%, que significa el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa para pagar los intereses de las cantidades aportadas por el inversionista y el banco.

Tabla 99 Cálculo del TMAR

	Tasa de Inflación	Estimado Ganancia	TMAR
INV. PROPIA	2,5%	12%	14,5%
INV. FINANCIADA	-	15%	15%
	% de Aporte	TMAR	Ponderado
INV. PROPIA	30%	14,5%	4,35%
INV. FINANCIADA	70%	15%	10,50%
TMAR Global			14,85%

3.4.5. Flujo de Caja

En la Tabla 100 se muestra el flujo de caja del plan de mejora en el cual se tiene los ingresos por ahorro (Tabla 88) y de producción (Tabla 90) a partir del mes 1, mientras que en los egresos figura la inversión propia (Tabla 95), los costos de producción (Tabla 90) y el pago de financiamiento (Tabla 98). Para el mes 12 se tiene una utilidad acumulada de S/ 55 451,92; y la inversión será recuperada en el primer mes.

Tabla 100 Flujo de caja del plan de mejora

Items	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<i>Ingresos</i>													
Ingresos por ahorro	-	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43	S/. 1 987,43
Ingresos por producción	-	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80	S/. 25 114,80
Total ingresos	S/. 0,00	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23	S/. 27 102,23
<i>Egresos</i>													
<i>Inversión propia</i>	S/. 4 623,24												
Costo de producción		S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74	S/. 19 004,74
Pago de financiamiento		S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69	S/. 945,69
Total egresos	S/. 4 623,24	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43	S/. 19 950,43
Saldo bruto (antes de impuestos)	-S/. 4 623,24	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80	S/. 7 151,80
Impuesto a la renta	S/. 0,00	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54	S/. 2 145,54
Saldo (deficit/superhabit)	-S/. 4 623,24	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26	S/. 5 006,26
Utilidad acumulada	-S/. 4 623,24	S/. 383,02	S/. 5 389,29	S/. 10 395,55	S/. 15 401,81	S/. 20 408,08	S/. 25 414,34	S/. 30 420,60	S/. 35 426,87	S/. 40 433,13	S/. 45 439,39	S/. 50 445,65	S/. 55 451,92

VAN	S/ 22 688,45
TIR	108%
TMAR	14,85%

Un VAN de S/ 22 688,45 es rentable para el inversionista porque al ser mayor a 0 indica un magno flujo de efectivo requerido para cubrir la deuda, además de un TIR de 108% que siendo mayor al TMAR señala que la rentabilidad de la propuesta es superior al mínimo aceptable, por lo tanto se concluye que debe ser aceptada para que se generen beneficios en la empresa.

IV. CONCLUSIONES

1. Se logró disminuir las pérdidas económicas por desperdicios en un 8% con el uso de las herramientas de ingeniería industrial el cual representa S/ 23 356,80 menos para la empresa, consiguiendo mejorar la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora.
2. En base al diagnóstico realizado a la situación actual de la Empresa Embotelladora de bebidas, se determinó que todos los meses se tiene un inventario de producto terminado de bebidas gaseosas (13 410 paquetes/año) porque se produce más de lo que requiere la demanda, también que existen tiempos improductivos (599,14 segundos/paquete) en el proceso debido a los tiempos de transporte y demora, además de capacidad ociosa en la línea de producción en la cual para las bebidas gaseosas es de 12,17% mientras que en las bebidas energizantes es de 0,10%, estos problemas mencionados traen como consecuencia una pérdida económica de S/ 296 223,20. Asimismo, mantiene una inapropiada distribución del área de preparación de jarabes en el que un operario debe efectuar varios desplazamientos, posee bajo porcentaje de utilización de la línea de producción y de personal polivalente en la empresa.
3. A través de la tabla de ranking de factores, se determinó que las herramientas más adecuadas a emplear son Heijunka (2,625), Justo a Tiempo (JIT) (1,75) y Shojinka (1,125) porque obtuvieron superiores puntajes y abarcan la mayoría de soluciones para los problemas encontrados en la empresa.
4. Se realizó formatos para controlar la producción, por otra parte se propuso un cronograma anual de capacitaciones en diferentes temas para la mejora continua de la empresa. Se ejecutó un nuevo diagrama de recorrido para ambos productos considerando la redistribución del área de preparación de jarabes a fin de disminuir los tiempos improductivos (-29%) y las distancias (-46%). Se niveló la producción a través de la aplicación de Heijunka cuya secuencia establecida, permitió superar la utilización de la línea de producción, aumentando de 47,35% a 68,57% en gaseosas y de 80,91% a 91,34% en energizantes, incrementar la producción en ambos productos y disminuir el tiempo de producción de 2 802 a 2 708 en gaseosas y de 3 507 a 3 355 en energizantes. Además, se planteó la implementación de las tarjetas Kanban en las etapas de preparación de jarabes,

enjuague, tapado y paletizado que dejan un mejor flujo de información y material de acuerdo a lo que se producirá cada día, usando en total 34 tarjetas Kanban de producción y 54 tarjetas Kanban de transporte

5. El proyecto resultó viable pues obtuvo una utilidad acumulada de S/ 55 451,92 para el mes 12 y recuperó la inversión en el primer mes. Además tiene un VAN de S/ 22 688,45 el cual es recomendable para cualquier inversionista, un TIR de 108% que al ser mayor del TMAR hace que la propuesta sea rentable y genere beneficios para la empresa.

V. RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar otras herramientas de manufactura esbelta que complementen con la mejora continua como es la técnica de las 5S pues permitirá que los operarios conozcan sobre principios de orden y limpieza que han de tener en sus puestos de trabajo.
2. Otra técnica que puede implementarse como complemento es la de aplicar el control visual que facultará plasmar de manera sencilla la situación del proceso productivo donde se evidencie los despilfarros y las posibilidades de progreso.
3. Para el seguimiento de la mejora continua se recomienda elaborar otros registros con el fin de controlar la producción e indicadores que admitan conocer procederes y proponer mejoras en beneficio de la organización.
4. Para posteriores indagaciones se recomienda realizar una identificación y evaluación de los factores de riesgo químicos, físicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos de las actividades de la empresa con el propósito de establecer medidas de control eficientes a favor de todos los colaboradores.

VI. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] A. C. Lindley, «Memoria Anual 2017,» 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/JKdHtO>. [Último acceso: 01 setiembre 2018].
- [2] D. Gestión, «Aguas y energizantes seguirán revitalizando el mercado de bebidas,» 2016. [En línea]. Available: <https://goo.gl/EuQMXf>. [Último acceso: 13 abril 2018].
- [3] R. Meléndez Simoni, C. Melo Rojas, W. Ruiz Horna y J. Echenique Llamocca, «Diagnóstico operativo de la empresa cervecera del Perú, trabajo de fin de máster,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2017.
- [4] J. Tapia, T. Escobedo, E. Barrón, G. Martínez y V. Estebané, «Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industrial,» *Ciencia y Trabajo*, n° 60, pp. 171-178, 2017.
- [5] D. Agramonte y L. Ronceros, «Estudio para la instalación de una planta productora de bebida energética gasificada a base de maca negra, hoja de coca y arándano,» *Ingeniería Industrial*, n° 34, pp. 177-194, 2016.
- [6] C. Reyes, «Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cía Ltda., trabajo de fin de máster,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2014.
- [7] A. Ravelo, C. Rubio, A. Soler, C. Casas, E. Casas, A. Gutiérrez, C. Revert y A. Hardisson, «Consumo de bebidas energizantes en universitarios,» *Esp Nutr Comunitaria*, vol. 19, n° 4, pp. 201-206, 2013.
- [8] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, España: Profit Editorial, 2013.
- [9] O. Vásquez, «Ingeniería de métodos: Apuntes de estudio,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/eJ58PV>. [Último acceso: 24 mayo 2018].
- [10] R. García, Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo, México: McGraw-Hill, 2005.
- [11] S. Lowry, H. Maynard y G. Stegemerten, Time and motion study and formulas for wage incentives, New York: McGraw-Hill, 1940.
- [12] M. Arroyo y J. Torres, «Organización de las plantas industriales,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/1Vj3v8>. [Último acceso: 23 mayo 2018].
- [13] J. Haizer y B. Render, Administración de operaciones, México: Pearson Education, 2009.
- [14] M. Rajadell y J. Sánchez, Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, España: Ediciones Díaz de Santos, 2010.
- [15] I. Gonzales Rodríguez, I. Muñoz Machín y J. Torrubiano, «Herramientas Lean en la sanidad: Shojinka o polivalencia del personal,» *Dialnet*, n° 22, pp. 44-50, 2010.
- [16] A. Villaseñor y E. Galindo, Conceptos y reglas de Lean Manufacturing, México: Limusa, 2007.
- [17] A. Villaseñor y E. Galindo, Manual de Lean Manufacturing: Guía básica, México: Limusa, 2007.
- [18] L. Blanco, La nueva guía Lean de bolsillo (producción lean), New York: MCS Media, Inc., 2007.
- [19] O. Parra Ortega, «Sistemas de producción tipo Kanban: Descripción, componentes, diseño del sistema, y bibliografía relacionada,» *Panorama*, vol. II, n° 6, pp. 11-22, 2008.
- [20] M. Parkin y E. Loría, Microeconomía. Versión para Latinoamérica, México: Pearson Educación, 2010.

- [21] F. Parra Guerrero, *Gestión de stocks*, Madrid: ESIC Editorial, 2005.
- [22] R. Muther, *Distribución en planta*, Madrid: Hispano Europea, 1970.
- [23] G. Kanawaty, *Introducción al estudio de trabajo*, Ginebra: Limusa, 1996.
- [24] L. Castellano Lendínez, «Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los progresos,» *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 8, nº 1, pp. 30-41, 2019.
- [25] OSINERGMIN, «Observatorio Energético Minero,» octubre-diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://cutt.ly/QekxZTI>. [Último acceso: 22 octubre 2019].
- [26] G. d. R. Tarifaria-GRT, «Estudio Tarifario: Entidad Prestadora de Servicios de Lambayeque S.A. 2018-2023,» SUNASS, Lambayeque, 2018.
- [27] E. Calle y Y. Paredes, «Propuesta de mejora haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta en el proceso de preentrega de vehículos en una empresa importadora, comercializadora y distribuidora de autos en Chile,» Universidad Católica de San Pablo, Arequipa, 2017.

VII. ANEXOS

Anexo 1 Producción de gaseosas por sabores

Mes	Paquetes producidos	Sabores				
		Cola Negra	Cola Amarilla	Naranja	Limón	Fresa
sep-17	25 096	7 529	6 274	5 019	3 764	2 510
oct-17	27 673	8 805	7 547	5 031	3 774	2 516
nov-17	26 282	7 509	7 509	5 006	3 755	2 503
dic-17	19 547	5 585	4 654	4 654	2 792	1 862
ene-18	19 562	5 589	4 658	3 726	3 726	1 863
feb-18	20 511	6 526	5 594	3 729	2 797	1 865
mar-18	18 674	5 602	4 669	3 735	2 801	1 867
abr-18	27 646	8 796	7 540	5 027	3 770	2 513
may-18	26 392	7 541	6 284	5 027	3 770	3 770
jun-18	26 359	7 531	6 276	5 021	5 021	2 510
jul-18	26 373	7 535	6 279	6 279	3 768	2 512
ago-18	27 543	8 763	7 512	5 008	3 756	2 504
TOTAL	291 658	87 311	74 796	57 262	43 494	28 795

Anexo 2 Producción de energizantes por sabores

Mes	Paquetes producidos	Sabores	
		Frambuesa	Maca
sep-17	3 776	1 888	1 888
oct-17	3 774	1 887	1 887
nov-17	3 775	1 888	1 887
dic-17	3 777	1 889	1 888
ene-18	3 778	1 889	1 889
feb-18	3 775	1 888	1 887
mar-18	3 780	1 890	1 890
abr-18	3 776	1 888	1 888
may-18	3 776	1 888	1 888
jun-18	3 774	1 887	1 887
jul-18	3 773	1 887	1 886
ago-18	3 774	1 887	1 887
Total	45 308	22 656	22 652

Anexo 3 Ventas de gaseosas por sabores

Mes	Paquetes vendidos	Botellas vendidas	Sabores (botellas)				
			Cola Negra	Cola Amarilla	Naranja	Limón	Fresa
sep-17	24 094	289 128	86 738	72 282	57 826	43 369	28 913
oct-17	27 596	331 152	105 367	90 314	60 209	45 157	30 105
nov-17	26 197	314 364	89 818	89 818	59 879	44 909	29 939
dic-17	19 693	236 316	67 519	56 266	56 266	33 759	22 506
ene-18	19 485	233 820	66 806	55 671	44 537	44 537	22 269
feb-18	20 375	244 500	77 795	66 681	44 455	33 341	22 227
mar-18	18 760	225 120	67 536	56 280	45 024	33 768	22 512
abr-18	27 682	332 184	105 695	90 596	60 397	45 298	30 199
may-18	26 375	316 500	90 429	75 357	60 286	45 214	45 214
jun-18	26 325	315 900	90 257	75 214	60 171	60 171	30 086
jul-18	26 351	316 212	90 346	75 289	75 289	45 173	30 116
ago-18	27 626	331 512	105 481	90 412	60 275	45 206	30 139
Demanda promedio mensual			86 982	74 515	57 051	43 325	28 685

Anexo 4 Ventas de energizantes por sabores

Mes	Paquetes vendidos	Botellas vendidas	Sabores (botellas)	
			Frambuesa	Maca
sep-17	3 776	45 312	22 656	22 656
oct-17	3 774	45 288	22 644	22 644
nov-17	3 775	45 300	22 656	22 644
dic-17	3 777	45 324	22 668	22 656
ene-18	3 778	45 336	22 668	22 668
feb-18	3 775	45 300	22 656	22 644
mar-18	3 780	45 360	22 680	22 680
abr-18	3 776	45 312	22 656	22 656
may-18	3 776	45 312	22 656	22 656
jun-18	3 774	45 288	22 644	22 644
jul-18	3 773	45 276	22 644	22 632
ago-18	3 774	45 288	22 644	22 644
Demanda promedio mensual			22 656	22 652

Anexo 5 Cálculo del tiempo normal para bebidas gaseosas

Etapa	Actividades	Tiempo Promedio (s/tanque)					H	D	Cd	Cs	FV	Tiempo normal (s/tanque)				
		Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa						Cola negra	Cola amarilla	Naranja	Limón	Fresa
Preparación de jarabes	Llenar tanques	371	367,5	365	367	366	0,06	0,05	0	0,01	1,12	415,52	411,6	408,8	411,04	409,92
	Pesar insumos	249	252	227	231	246	0,08	0,05	0	0,01	1,14	283,86	287,28	258,78	263,34	280,44
	Mezclar el jarabe simple	259	260	238,5	243	250,5	0,06	0,05	0	0,01	1,12	290,08	291,2	267,12	272,16	280,56
	Filtrar	125,5	125,5	126,5	123,5	127	0	0	0	0	1	125,5	125,5	126,5	123,5	127
	Mezclar el jarabe terminado	187	183,5	171	172	174	0,06	0,05	0	0,01	1,12	209,44	205,52	191,52	192,64	194,88
Enfriar		268,5	267	267,5	267	266,5	0	0	0	0	1	268,5	267	267,5	267	266,5
Carbonatar		147	146	146	143,5	144	0	0	0	0	1	147	146	146	143,5	144
Etiquetar		490,86	488,63	499,41	498,47	492,02	0,11	0,05	0	0,01	1,17	574,31	571,70	584,31	583,21	575,66
Envasado	Enjuagar	40,5	36,5	37	37	37	0,06	0,05	0	0,01	1,12	45,36	40,88	41,44	41,44	41,44
	Llenar	17	14,5	13,5	12,5	14	0,08	0,05	0	-0,02	1,11	18,87	16,10	14,99	13,88	15,54
	Tapar	11	11	11	11	10	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	11,99	11,99	11,99	11,99	10,9
Empaquetado	Manual	18,5	15	15	14,5	15	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	20,17	16,35	16,35	15,81	16,35
	Horno	17,5	14	14	14	14	0	0	0	0	1	17,5	14	14	14	14
Paletizado		550,5	545,5	545	542	546	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	600,05	594,60	594,05	590,78	595,14
Total		2 752,86	2 726,63	2 676,41	2 676,47	2 702,02						3 028,14	2 999,71	2 943,34	2 944,27	2 972,33

H: Habilidad D: Desempeño
 Cd: Condiciones Cs: Consistencia
 FV: Factor de Valoración

Anexo 6 Cálculo del tiempo normal para bebidas energizantes

Etapa	Actividades	Tiempo Promedio (s/tanque)		H	D	Cd	Cs	FV	Tiempo normal (s/tanque)	
		Frambuesa	Maca						Frambuesa	Maca
Preparación de jarabes	Llenar tanques	365	367	0,06	0,05	0	0,01	1,12	408,8	411,04
	Pesar insumos	228,5	228	0,08	0,05	0	0,01	1,14	260,49	259,92
	Mezclar el jarabe simple	241	244	0,06	0,05	0	0,01	1,12	269,92	273,28
	Filtrar	126,5	126	0	0	0	0	1	126,5	126
	Mezclar el jarabe terminado	172,5	172	0,06	0,05	0	0,01	1,12	193,2	192,64
Enfriar		267,5	267	0	0	0	0	1	267,5	267
Carbonatar		146	146	0	0	0	0	1	146	146
Etiquetar		1 077,18	1 078,81	0,11	0,05	0	0,01	1,17	1 260,301	1 262,208
Envasado	Enjuagar	41	44	0,06	0,05	0	0,01	1,12	45,92	49,28
	Llenar	18,5	18,5	0,08	0,05	0	-0,02	1,11	20,535	20,535
	Tapar	10,5	12	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	11,445	13,08
Empaquetado	Manual	15,5	16,5	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	16,895	17,985
	Horno	15	15	0	0	0	0	1	15	15
Paletizado		622	627	0,06	0,05	0	-0,02	1,09	677,98	683,43
Total		3 346,68	3 361,81						3 720,486	3 737,398

H: Habilidad D: Desempeño
Cd: Condiciones Cs: Consistencia
FV: Factor de Valoración

Anexo 7 Horario de lunes, martes y miércoles

Horario	Actividad
08:00-08:07	Limpieza
08:07-08:58	Tanque 1
08:58-09:49	Tanque 2
09:49-10:40	Tanque 3
10:40-11:11	Suplementos
11:11-12:01	Tanque 4
12:01-12:51	Tanque 5
12:51-13:23	Suplementos
13:23-14:23	Almuerzo
14:23-15:12	Tanque 6
15:12-16:01	Tanque 7
16:01-16:08	Limpieza
16:08-17:00	Etiquetado y codificado

Anexo 8 Horario de jueves

Horario	Actividad
08:00-08:07	Limpieza
08:07-08:57	Tanque 1
08:57-09:47	Tanque 2
09:47-10:18	Suplementos
10:18-11:07	Tanque 3
11:07-11:56	Tanque 4
11:56-12:45	Tanque 5
12:45-13:17	Suplementos
13:17-14:17	Almuerzo
14:17-15:07	Tanque 6
15:07-15:57	Tanque 7
15:57-16:04	Limpieza
16:04-17:00	Etiquetado y codificado

Anexo 9 Horario de viernes

Horario	Actividad
08:00-08:07	Limpieza
08:07-08:56	Tanque 1
08:56-09:45	Tanque 2
09:45-10:16	Suplementos
10:16-11:18	Tanque 3
11:18-12:20	Tanque 4
12:20-12:52	Suplementos
12:52-01:52	Almuerzo
01:52-02:54	Tanque 5
02:54-03:56	Tanque 6
03:56-04:03	Limpieza
04:03-05:00	Etiquetado y codificado

Anexo 10 Horario de sábado

Horario	Actividad
08:00-08:04	Limpieza
08:04-08:54	Tanque 1
08:54-09:07	Suplementos
09:07-09:10	Limpieza
09:10-10:40	Mantenimiento
10:40-10:54	Suplementos
10:54-11:54	Capacitación
11:54-12:05	Control de inventario de materiales
12:05-13:00	Etiquetado y codificado

Anexo 11 Suplementos por descanso

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta precisión			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5
G. Ruido				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte			5	5
Estridente y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

Fuente: Kanawaty [23]

Anexo 12 Cinta de señalización amarilla



Fuente: Promart Homecenter

Anexo 13 Caja de plástico con tapa broche



Fuente: Promart Homecenter

Anexo 14 Estante cromado para supermercado 1

The screenshot shows a product page for a chrome shelving unit. On the left is a photograph of the shelving unit, which has four shelves and is on wheels. The shelves are filled with various items like boxes and water jugs. On the right, the price is listed as \$ 449.90 C.U. with a note that the price corresponds to the Sodimac San Miguel store. Below the price, there is a 'Cantidad' field set to 1 and a red 'Agregar al carrito' button. At the bottom, there is a section titled 'REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ' with options for home delivery and in-store pickup.







Fuente: Sodimac

Anexo 15 Plataforma para supermercado 2




The screenshot shows a product page for a blue platform on the Tymbia website. The product is a blue metal platform with a handle and four wheels. The price is listed as 48,20 € Sin IVA. The product reference is M110000210 and it is described as a new product. The page includes a 'Comprar' button and a 'PayPal' logo. The website header features the Tymbia logo, a search bar, and contact information (607043413 • info@tymbia.com).

Fuente: Tymbia

Anexo 16 Características de elementos para propuesta de Kanban

Elementos	Imagen	Marca	Características
Portadocumentos acrílico		Acrimet	Tipo de material: acrílico Color: Transparente Cantidad de compartimientos: 1 Dimensiones: 29 cm de largo 24 cm de ancho 4,5 cm de profundidad
Plataforma rodante (Supermercado 2)		Tymbia	Medidas: 900x600 mm Peso del carro: 21 kg Carga máxima: 300 kg Diámetro de ruedas: 130 mm Altura: 880 mm Bandaje: goma Color: azul
Caja Heijunka B-HK		4Lean	5 líneas x 10 columnas
Tarjetas Kanban		4Lean	Tamaño: 1/3 A4 (210x99 mm)
Etiquetero adhesivo con marco de plástico ETM-1014		Plastipol	Colores: azul, rojo y verde Medidas: 105x148 DIN A-6
Cinta de señalización		Shurtape	Cinta de PVC de alta duración. Soporta alto tráfico Resistente a la humedad, ácidos, corrosión, soluciones alcalinas, aceites y otros. Medidas: 48mm x 32,9 m

Anexo 17 Características de elementos para propuesta Kanban (continuación)

Producto	Imagen	Marca	Características
Caja de plástico con tapa broche		Reyplast	Tipo de material: plástico 100% virgen Color: Transparente Dimensiones: 43,9 cm de largo 29,8 cm de ancho 18,6 cm de profundidad
Bolsa de plástico grande (Big bag)		Bigbag Perú	Modelo: Cielo abierto, fondo plano Tela: tejida tubular o plana de polipropileno 100% virgen Medidas: 100 cm x 100 cm de base 50 cm a 180 cm de alto Color: blanco Asas: reforzadas para izamiento Capacidad de carga: 250 hasta 2 500 kg
Estante cromado (Supermercado 1)		Seville	Material: Metal Acabado: cromado Dimensiones: 191 cm de alto 121 cm de ancho 45,7 cm de profundidad Número de repisas de estante: 6 Resistencia por repisa: 272,1 kg Color de estante: plateado Incluye: 4 ruedas