



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

Oscar Alejandro Ortega Guerra

Asesorado por el ingeniero Hugo Leonel Alvarado

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR ALEJANDRO ORTEGA GUERRA

ASESORADO POR EL INGENIERO HUGO LEONEL ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Perez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Karla Lizbeth Martinez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godinez
EXAMINADOR	Ing. Helen Rocío Ramírez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

Guatemala, mayo de 2010

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala


Señor Director:

Le informo que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**, elaborado por el estudiante Oscar Alejandro Ortega Guerra, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y reconociendo la importancia del tema, doy mi respectiva aprobación,

Sin otro particular, me despido deseando éxitos muy cordialmente.

Atentamente,


Inga. Hugo Leonel Alvarado De León
Colegiado activo No. 5334
Asesor
*Hugo Leonel Alvarado de León
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5334*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Alejandro Ortega Guerra**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Luis Gerardo González Castañeda
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Alejandro Ortega Guerra**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE LLENADO Y EMPAQUE EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Alejandro Ortega Guerra**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and a vertical stroke extending downwards.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2010.



/cc

ACTO QUE DEDICO

A: Dios, Todopoderoso

Mis padres:

Oscar Oswaldo Ortega Pozuelos

Amanda Guerra Sazo de Ortega

Mis hermanos:

Jose Miguel

Ana Cristina y David

Mis sobrinos:

Ana Sofía, Valentina y Sebastián

Mi abuela:

Amanda Sazo de Guerra

Mis tíos, primos y familia en general

Mis amigos

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos
de Guatemala

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA	1
1.1. Datos generales	1
1.2. Historia	1
1.3. Estructura organizacional	3
1.4. Plan estratégico	4
1.4.1. Misión	5
1.4.2. Visión	5
1.4.3. Valores	5
1.4.4. Política de calidad	6
1.5. Productos elaborados en la empresa	6
1.6. Layout de la planta	6
1.7. Personal	8
1.7.1. Sistema de reclutamiento	8
1.7.2. Sistema de entrenamiento	9
1.7.3. Seguimiento del personal	9
2. SITUACIÓN ACTUAL Y CARACTERÍSTICAS	
GENERALES DE LOS PROCESOS	11
2.1. Descripción de la línea de producción	11
2.2. Descripción de cambio de presentación	13
2.3. Programación y control de los cambios	13
2.3.1. Matriz guía para elaboración de cambios	13

2.3.2. Diagramas de operaciones de los procesos de cambio de presentación	14
2.3.3. Manuales de procedimientos	16
2.3.3.1. Contenido de los manuales	17
2.3.3.2. Importancia y uso de los manuales	17
2.4. Descripción de las estaciones de trabajo	18
2.5. Costos actuales	22
2.5.1. Costo por cambio en línea de plástico (Pet)	22
3. ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE TRABAJO	27
3.1. Análisis general	27
3.1.1. Reconocimiento del método actual e identificación de los pasos para la elaboración de los cambios de presentación de envase	27
3.1.1.1. Verificación del procedimiento de los manuales	30
3.1.1.2. Identificación de los puntos a mejorar	31
3.1.1.3. Toma de tiempos para la línea plástico	33
3.2. Análisis de los resultados obtenidos de la toma de tiempos	37
3.2.1. Elaboración de propuesta para línea de plástico	46
3.2.1.1. Ahorros y mejoras en tiempos	46
3.3. Evaluación del área de trabajo para la implementación de mejoras	47
3.3.1. Nueva distribución de herramientas y equipo	47
3.3.1.1. Manejo de materiales y equipo	47
3.3.1.2. Croquis de la nueva área de trabajo	49
3.4. Evaluación de los ahorros en los costos actuales	49
3.4.1. Elaboración de análisis de costos	49
4. IMPLEMENTACIÓN	53
4.1. Aplicación de los resultados en el giro de la empresa	53
4.1.1. Método de implantación	53

4.1.1.1. Descripción del método	54
4.2. Interpretación de la información	54
4.2.1. Monitoreo de la información	54
4.3. Control de costos por medio de reducción de tiempos	54
4.3.1. Hoja de control	55
4.4. Acciones de implantación	57
4.4.1. Talleres y conferencias	57
4.4.2. Práctica y pruebas	57
4.4.3. Normalización del método	59
4.4.3.1. Instructivo de cambio	59
5. MEDIO AMBIENTE	61
5.1. Problemas frecuentes	61
5.1.1. CO ₂	63
5.1.2. CO	64
5.1.3. Nitrógeno	64
5.1.4. Bunker	65
5.1.5. Gas Propano	65
5.2. Métodos de mitigación	65
5.2.1. Control de fugas	66
5.2.2. Auditoria de calderas	66
5.2.3. Revisión de compresores de aire	69
5.2.4. Aplicación de aditivo para bunker	69
5.2.5. Inspección de tanques de gas	69
6. MEJORAS Y SEGUIMIENTO	71
6.1. Retroalimentación	71
6.1.1. Análisis	74
6.1.2. Propuestas de mejoras para procedimientos y tiempos	74
6.2. Seguimiento del proyecto	75
6.2.1. Supervisión periódica de las áreas de trabajo	75

6.2.2. Supervisión periódica de los tiempos de cambio de presentación de envase	75
6.3. Capacitación	75
6.3.1. Talleres de capacitación	75
6.3.2. Cursos técnicos	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	83

GLOSARIO

Diagrama	Un diagrama es un gráfico que presenta en forma esquematizada información relativa e inherente a algún tipo de ámbito de una institución, empresa, industria, etc., y que aparecerá representada numéricamente y en formato tabulado.
Estructura	Sistema de elementos relacionados e interdependientes entre sí. Distribución y orden de las partes que componen un todo.
Línea de producción	Conjunto armonizado de diversos subsistemas, tiene como fin la fabricación repetitiva como puesto de trabajo. Un extenso grupo de productos, que están destinados a usos esencialmente semejantes y que poseen características físicas muy parecidas
Máquina	Es un conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo.
Método	Modo estructurado y ordenado de obtener un resultado, descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos. Medio utilizado para llegar a un fin.
Operador	Un operador es un trabajador que puede desempeñarse en diversas industrias y ámbitos. El operador suele ser el encargado de mediar

funcionalmente entre una tecnología o dispositivo tecnológico y otra.

Procedimiento	Serie común de pasos definidos que permiten realizar un trabajo de forma correcta. Conjunto de instrucciones, controles, etc. que hacen posible la resolución de una cuestión específica
Proceso	Conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas, con el fin de obtener cierto producto. Transformación de entradas (insumos) en salidas (bienes, servicios, etc.), por medio del uso de recursos.
Producto	Es el punto central de la oferta que realiza toda empresa u organización (ya sea lucrativa o no) a su mercado meta para satisfacer sus necesidades y deseos, con la finalidad de lograr los objetivos que persigue.
Programación	Es la acción y efecto de ordenar las tareas que se realizan en el marco de un proyecto. Preparación de máquinas que cumplan con cierta tarea en un momento determinado.
Sistema	Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

RESUMEN

La finalidad de este trabajo de graduación es optimizar el proceso de llenado y empaque en una línea de producción de bebidas gaseosas, a través de conceptos y técnicas como: el estudio de tiempos, estandarización, manejo de materiales, entre otros. Todo esto con el fin de mejorar el rendimiento de general de la línea. Una de las ventajas clave que traerá este sistema es la estandarización del método, lo cual hará que cualquiera de los operadores que este en turno pueda trabajar al mismo ritmo y de la misma manera para no interrumpir la productividad de la línea por cambio de turno.

El primer capítulo presenta una breve historia de los antecedentes de la empresa en donde se realiza el análisis. Así como, detalles de la estructura organizacional, planificación estratégica, productos que allí se fabrican, entre otros.

Las bases teóricas y generales que sirven para la elaboración de esta tesis, se encuentran detalladas en el capítulo dos. Aquí se describen las tareas evaluadas, de las estaciones de trabajo evaluadas, los manuales de procedimiento. Así también se presenta un análisis de los costos previos a la elaboración del proyecto.

La parte de desarrollo del proyecto se presenta en el tercer capítulo: todo lo relacionado al reconocimiento del método, las tareas necesarias para elaborar los cambios de presentación. Una vez identificados cuales son los pasos para la realización del proceso evaluado, se prosigue con la detección de tareas con oportunidad de mejora (cuáles son y sus causas). Luego se continúa con elaboración de la propuesta para mejora en la línea. Esto a través de la toma de tiempos; el análisis de los resultados obtenidos se hace con base en la comparación de datos históricos proporcionados por la empresa, con el fin de determinar cuáles son las mejoras y los ahorros que trae como resultado la aplicación de la propuesta.

Todo lo referente a la implementación se encuentra en el cuarto capítulo de este trabajo de graduación. El proyecto se hará efectivo en la empresa a través de capacitaciones informativas. Esto debido a que las acciones que se están tomando para las mejoras no necesitan nada más que explicar de manera fácil y sencilla cuáles son las nuevas técnicas que se deben utilizar para realizar el trabajo de manera óptima.

El capítulo cinco es referente al medio ambiente, como es bien sabido, la contaminación es un tema de mucha relevancia hoy en día. Por lo que, se dedica un capítulo entero donde se exponen cuales son los problemas más frecuentes que enfrenta la empresa con diversas sustancias contaminantes y cuales son sus mecanismos de con los que mitigan de los mismos.

Como todo sistema, para que sea funcional, debe tener un sistema de retroalimentación y seguimiento que le permita mejorar constantemente. Para esto se debe tomar en cuenta las opiniones de todo el personal que trabaja directamente en el área evaluada, así como mecanismos propios que permitan devolver información fundamental para manejar el proceso. Todo esto está detallado en el capítulo sexto.

ABSTRACT

The purpose of this diploma work is to optimize the filling and packing in a production line of soft drinks, through concepts and techniques such as time study, standardization, material handling, among others, in order to improve the general performance of the line. One of the key advantages that will bring this system is the standardization of the method, which will make that all of the operators can work at the same pace and in the same way, without disrupting the productivity of the procedure.

The first chapter provides a brief narration of the history of the company where the analysis is performed. As well as details such as organizational structure, strategic planning, products manufactured there, among others.

The general and theoretical bases that serve for the preparation of this thesis are detailed in chapter two. It is also described the tasks and the evaluated workstations, and procedure manuals. As well as it is provided an analysis of costs prior to the development of the project.

The part of project development is presented in the third chapter: everything related to the recognition of the method, the tasks necessary to produce the changes in presentation. Once identified the steps for carrying out the process, it continues with the detection tasks with opportunity for improvement (which ones are and their causes). It follows the preparing the proposal for improvement in the area, through making studies of time, the analysis of the results is based on the comparison of historical data provided by the company, in order to determine which improvements and savings that results in the implementation of proposal.

In addition all about implementation of the method found in the fourth chapter of this graduate work. The entire project will be effective in the

company through training information. This due to that the actions that need to be taken to the improve do not need anything more than a quick explanation of what are the new techniques to be used to perform the job optimally.

Chapter five is a reference to the environment. As is well known, contamination is an issue of great relevance today. That's why an entire chapter is devotes to this issue, in which sets out what are the most frequent problems faced by the company with various dangerous substances and what are the mechanisms that mitigate the same.

Like any system, to be functional, must have a feedback and monitoring system that allows continuous improvement. For this should be taken into account the views of all staff working directly in the assessment area, as well as specific mechanisms that gives back essential information to manage the process. All this is detailed in chapter six.

OBJETIVOS

GENERAL

Optimizar los tiempos estándares necesarios para la realizar cambios de presentación de envase de 2.5 litros a 3 litros y viceversa en la línea de producción de plástico (pet) mediante un estudio de tiempos.

ESPECÍFICOS

1. Identificar los tiempos de ocio con el fin de reducirlos en lo posible para hacer más eficiente el proceso.
2. Establecer a través de un análisis de costos donde se estará percibiendo el ahorro obtenido en los costos por la optimización de los tiempos.
3. Explicar cual es la importancia de la elaboración de un estudio de tiempos y cuales serian las ventajas que traería la realización del mismo para la empresa.
4. Crear una normalización de los métodos de trabajo con el fin de que los cambios estén estandarizados y que el giro normal de la producción no se vea afectado por el cambio de turno, esto mediante un instructivo de cambio.
5. Determinar cual debería de ser el óptimo manejo de los materiales utilizados dentro del área de trabajo.
6. Conocer cual es la mejor distribución de los equipos y herramientas para hacer mas fácil y rápido los cambios de presentación en las diferentes líneas de producción.
7. Establecer mediante un estudio del área de trabajo como se puede mejorar las condiciones laborales para los operadores, con el fin de aumentar la efectividad individual de los trabajadores hasta llegar a alcanzar una colectiva.

INTRODUCCIÓN

Llevar un control de todas las actividades que se realizan dentro del giro normal de una empresa es parte fundamental para su funcionalidad. La elaboración de un estudio que permita la optimización de los tiempos estándares que se utilizan para realizar los cambios de presentación en las líneas de producción de una empresa embotelladora de bebidas carbonatadas es de suma importancia, ya que sirve como una herramienta para la empresa, pudiendo así alcanzar mejoras en la productividad y por consiguiente una disminución en los costos. Lo anterior representa uno de los objetivos primarios de una compañía: el ahorro y maximización de recursos.

Dentro de la planta de manufactura existen varias líneas de producción, en este estudio se tomó en cuenta únicamente una de ellas; donde se elaboran bebidas envasadas en botellas plásticas (Pet: Politereftalato de Etileno); la embotelladora trabaja diversos tamaños de sus productos, por ejemplo: 600ml, 1.5 Lts., 2.5 Lts., etc., por lo que se deben realizar cambios de diversas piezas para adaptar las líneas a los distintos tamaños de envases que afectan el tiempo de producción. El objetivo de este estudio fue la optimización en el tiempo de trabajo para el llenado y empaque en el cambio de presentación de 2.5 litros a 3 litros y viceversa para la bebida carbonatada de cola (Pepsi®).

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA

1.1. Datos generales

Embotelladora La Mariposa S. A. (CABCORP®)

43 calle 1-10 Zona 12 Colonia Monte María 1

Apartado Postal 3-C

Guatemala, C. A. 01012

PBX: (502) 2422-5252

1.2. Historia

Según el Manual de Políticas Organizacionales de la empresa, la misma tiene sus orígenes en Guatemala, cuando Enrique Castillo Córdova, un empresario guatemalteco fundo en 1885 la fabrica de Bebidas Gaseosas “La centroamericana”, la cual produjo la primera marca de bebidas embotelladas en el país.

En 1934, la compañía de Don Enrique castillo adquirió la Fabrica de Bebidas Gaseosas La Mariposa, la cual empezó a ser administrada por sus hijos, Enrique, Roberto, Oscar y Jorge Castillo Valenzuela desde 1936, y posteriormente por sus descendientes. Desde sus comienzos, la campaña se caracterizó por la calidad de sus productos, el carácter innovador de los sabores y presentaciones de sus marcas y por el espíritu de servicio de sus propietarios y colaboradores. Hacia 1942, PepsiCo® decidió darle a La Mariposa la franquicia para producir, distribuir y vender sus marcas.

Esta importante alianza trajo consigo un crecimiento significativo de la fábrica, especialmente desde 1949 cuando la nueva imagen y presentación de Pepsi® impulso la marca en el mercado guatemalteco. La demanda progresiva de los productos y distribución. La actual embotelladora del

Atlántico, fue una nueva planta establecida en el atlántico para surtir el mercado guatemalteco.

En 1976 y con el apoyo de un gran equipo de trabajadores, se logra alcanzar uno de los objetivos más importantes de la empresa, el liderazgo de Pepsi® y de los sabores mariposa en el mercado guatemalteco, ya que desde ese año ambos han mantenido una posición líder en el mercado del país.

El año 1992 marca en comienzo de la expansión Centroamericana. CABCORP® adquirió dos compañías, Embotelladora La Nacional en Nicaragua y Embotelladora la Reyna en Tegucigalpa, Honduras. La presencia en tres países centroamericanos, así como la excelencia de nuestra operación, llevaron a PepsiCo® a declarar a CABCORP® como su embotelladora Ancla en la región centroamericana, en 1998.

Actualmente operan en Guatemala más de treinta empresas en las que participan empresarios visionarios que producen y distribuyen PEPSI. Mirinda, Seven Up y los productos Mariposa, garantizando el liderazgo de estas importantes marcas a través de un sostenido esfuerzo y del trabajo en equipo. Se asume el proceso de transformación hacia la competitividad, a través de una política de economías de escala, alianzas estratégicas con los proveedores, programas de capacitación y desarrollo de personal y una innovadora y sobresaliente estrategia de mercadeo.

Los resultados de esta transición fueron reconocidos por The Pepsi Cola Company® al otorgar a la Corporación el galardón Embotellador Latinoamericano del Año en dos ocasiones consecutivas, algo pocas veces logrado en el mundo. Este premio se otorga a los embotelladores que alcanzan altos niveles de excelencia operativa, lo que a su vez se ha visto reflejado en 18 diferentes premios a la calidad obtenidos en igual número de años.

La proyección de la corporación hacia la comunidad se ve fortalecida por la creación de puestos de trabajo, la realización de importantes inversiones en infraestructura productiva, el apoyo a las actividades deportivas (especialmente el fútbol) y la realización de proyectos educativos y de interés social a través de la Fundación María Luisa Monge de Castillo.

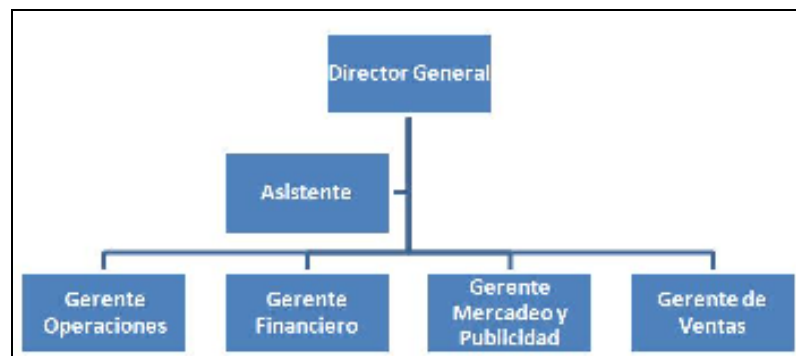
1.3. Estructura organizacional

La distribución de los puestos dentro de la organización se muestra en los organigramas que se presentan a continuación. En la figura 1, se presenta el organigrama donde se dan a conocer los niveles más altos, que van desde el Director General hasta los gerentes con más alto rango.

En la figura 1.2 se muestra a detalle el área de Operaciones, donde el nivel más alto comienza con el Gerente de operaciones, seguido por los gerentes de distintas áreas como logística, producción, entre otros, hasta el nivel más bajo, los operadores. Es válido hacer la aclaración que solamente se ahonda en la rama de operaciones de la empresa ya que es en donde se desarrolló el presente trabajo.

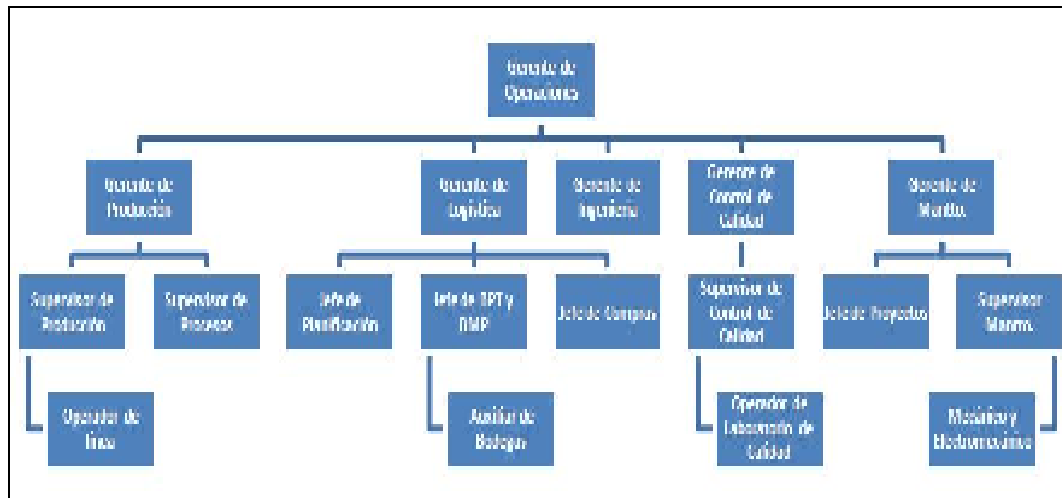
Figura 1.

Organigrama general de la empresa, de los niveles mayores



Fuente: Manual de Políticas Organizacionales (2007), CABCORP®

Figura 2.
Organigrama del departamento de operaciones



Fuente: Manual de Políticas Organizacionales (2007), CABCORP®

1.4. Plan estratégico

Toda empresa diseña planes estratégicos para el logro de sus objetivos y metas planteadas, esto planes pueden ser a corto, mediano y largo plazo, según la amplitud y magnitud de la empresa. La planificación estratégica de la organización se describe a través de su visión, misión, valores, principios, etc., los cuales encuentran en el apartado de planificación estratégica de los Manuales de Políticas y son presentados a continuación.

1.4.1. Misión

Es la razón de ser de la empresa, el motivo por el cual existe. Así mismo es la determinación de las funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión:

“Crear valor a largo plazo: satisfaciendo continuamente a nuestros consumidores con bebidas de marcas líderes, siendo la mejor propuesta de

negocio para nuestros clientes, convirtiéndonos en modelo para la sociedad de la región, compensando la inversión de los accionistas.”

1.4.2. Visión

Se refiere a lo que la empresa quiere crear, la imagen futura de la organización. La visión se realiza formulando una dimensión ideal del proyecto y poniéndola por escrito. La visión de la empresa, según el manual de políticas de calidad es:

“Que cada habitante de la región consuma, cada día, por lo menos una de nuestras bebidas.”

1.4.3. Valores

Los valores son aquellos juicios éticos sobre situaciones imaginarias o reales a los cuales nos sentimos más inclinados por su grado de utilidad personal y social.

Los valores que practican y a los que están comprometidos todos los integrantes de esta organización son presentados a continuación:

- Enfoque de ventas: todas las actividades que realizamos están enfocadas a incrementar nuestras ventas y la participación de mercadeo de nuestras marcas.
- Eficiencia: actuamos con simplicidad y eficiencia y nos enfocamos en la generación de valor en cada actividad que realizamos.
- Liderazgo: hacemos nuestro trabajo con pasión para ganar, mejorando continuamente nuestros procesos y resultados
- Compromiso: cumplimos siempre nuestros objetivos con excelencia en la ejecución.
- Integridad: actuamos siempre con honestidad y transparencia.

1.4.4. Política de calidad

La Política de Calidad de una empresa es un documento auditable ya sea por los auditores internos de la empresa o por externos en busca de una certificación, inclusive por el cliente, por este motivo este documento debe ser entendido no aprendido a todos los niveles, desde el personal operario / operador hasta los altos mandos (directores, gerentes, etc.). La política de la empresa evaluada es:

Somos una Empresa dedicada a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Estamos comprometidos a través de un equipo de trabajo orientado a la mejora continua a garantizar:

- La calidad de los productos que fabricamos
- La satisfacción de los clientes
- Crear valor a largo plazo

1.5. Productos elaborados en la empresa

Dentro de los productos más destacados que se elaboran dentro de la empresa están los que se enlistan a continuación:

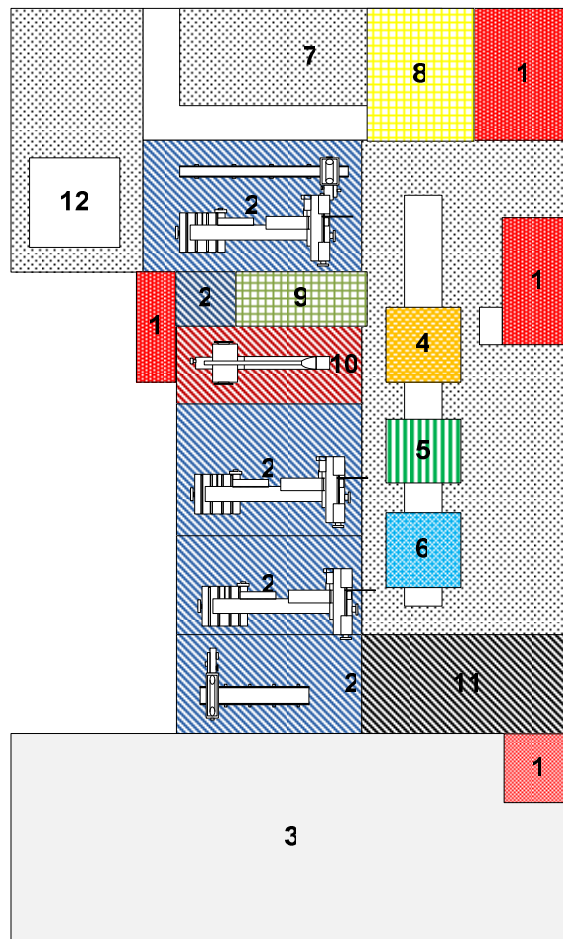
- Bebidas carbonatadas
- Bebidas energéticas
- Bebidas hidratantes
- Refrescos no carbonatados
- Agua pura
- Café

Los productos anteriormente mencionados se pueden encontrar en distintas presentaciones como el envase de vidrio (12oz), plástico retornable (2 y 2.5l), plástico no retornable (600ml, 1, 2, 2.5, y 3l) y en lata (12 y 8oz)

1.6. Layout de la empresa

En la figura 3 se presenta la vista planta actual de la empresa. En esta vista se presentan las principales aéreas de trabajo.

Figura 3.
Layout planta de producción guatemala



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP®)

- 1) Oficinas
- 2) Área de líneas de producción
- 3) Área de carga y descarga de furgones (Centro de Despacho)
- 4) Silos envases plásticos
- 5) Bodega de Materiales
- 6) Mantenimiento
- 7) Área de preparación jarabes
- 8) Bodega de Materia Prima (BMP)
- 9) Área para la empresa elaboradora de envases
- 10) Línea de plástico a evaluar en este trabajo
- 11) Bodega de Producto Terminado (BPT)
- 12) Área de calderas y compresores

1.7. Personal

1.7.1. Sistema de reclutamiento

Los Manuales de Políticas Organizacionales de la Empresa, en el momento que se encuentre una plaza vacante o bien que alguno de los coordinadores haga la requisición del mismo se estará llevando a cabo el siguiente proceso:

- Cuando se solicita la plaza ya sea nueva o vacante se estará publicando en diferentes medios la propuesta, para captar personas que se adecuen al perfil solicitado.
- Ya publicado el anuncio se iniciará el proceso de recopilación de hojas de vida para el análisis de perfil.
- Teniendo las hojas de vida, se estará procediendo a un primer filtro, en el cual se tomará en cuenta las condiciones básicas de la plaza y la comprobación de las referencias tanto profesionales como personales.

- Se selecciona a las personas que llenen el perfil básico y se les localiza para que puedan entrar a un segundo filtro que consiste en la realización de pruebas psicométricas y una entrevista con uno de los representantes del RRHH.
- Dependiendo de los resultados que se hayan obtenido en lo anterior se pasará a tener una segunda entrevista con la persona encargada del área donde se esté aplicando.
- Si la persona antes mencionada da el visto bueno de la persona entrevistada, se pasará a un último filtro con Gerencia para certificar que la persona tenga todos los requerimientos, valores y habilidades de la plaza vacante.

1.7.2. Sistema de entrenamiento

Cuando la persona se le autoriza la plaza entra a un proceso de inducción el cual se trabaja en dos partes:

- Inducción a la empresa
- Inducción al puesto

En la parte de inducción a la empresa se trabaja un proceso en el cual de una manera innovadora y creativa se le da a conocer al colaborador todo lo que conforma la organización en el cual está trabajando; en esta parte se tocan puntos como la visión, misión, valores, objetivos y estructura de la organización.

En inducción al puesto, se trabajan puntos más específicos del área donde se da a conocer a profundidad el rol que estará desempeñando el colaborador dentro de la Empresa, sus objetivos específicos, condiciones y atribuciones. En esta parte también incluimos dar un tour dentro de la Organización, darles las herramientas necesarias y conocimientos básicos para que se puedan desempeñar desde un inicio, de la mejor manera. En

específico para los operadores de las líneas de producción, se les da el reconocimiento de toda su área en

1.7.3. Seguimiento del personal

Dentro de la Empresa se cuentan con supervisores que constantemente están monitoreando al personal operativo, el cual trabaja y rige sus objetivos bajo metas proyectadas desde Gerencia con el fin de tener una producción que genera utilidad.

Se cuenta con un sistema de medición individual, el cual lo controlan estas mismas personas (los supervisores de producción) para tener la herramienta necesaria a la hora de hablar con cada persona y darles coaching sobre sus fortalezas y áreas de mejora.

Desde el área de Gerencia se cuenta con evaluaciones de desempeño el cual se realiza con los operarios para certificar sus conocimientos y experiencia que van adquiriendo de acuerdo con el tiempo que lleven en la Empresa; esta evaluación va amarrada con el área de Desarrollo Humano que tiene un sistema de desarrollo personal y profesional, donde se le da la oportunidad a la gente de estudiar y ascender dentro de la Empresa para crear fidelidad y apego a la Organización.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROCESOS

2.1. Descripción de la línea de producción

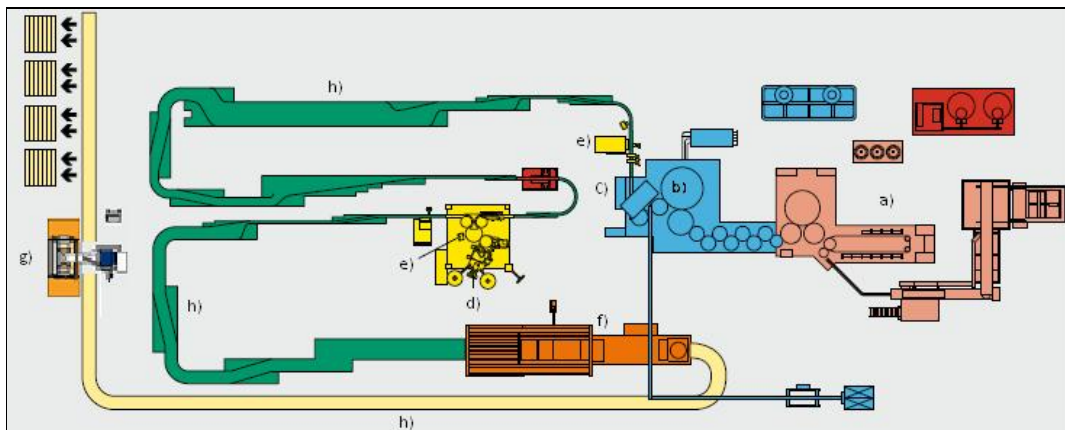
Los productos que se fabrican en la línea de producción son envases de 3 y 2.5 litros. La capacidad de línea de producción: 1500 botellas/hora. La línea de producción está equipada con los instrumentos importados, que tiene sistema delicado de control con las cualidades de condición estable y operación fácil. Cada máquina en la línea adopta los motores, que ajustan la velocidad para satisfacer las demandas diferentes. Las probetas toman su forma de envase al pasar la máquina llamada sopladora-estiradora a través de presión de aire. Las botellas se lavan antes de empezar el proceso de llenado en la máquina enjuagadora y pasando después a la máquina Llenadora. La bomba de la máquina llenadora tiene las cualidades de exactitud alta y regulación fácil. La máquina taponadora coloca la tapa en boca de la botella y realiza el cierre de esta (Tapas plásticas y tapas de seguridad). Una vez las botellas están debidamente selladas pasan a la máquina posicionadora-empacadora que permite armar los paquetes con las unidades de producto previamente programadas (6 unidades por paquete).

Cabe mencionar que tanto la máquina roscadora, enjuagadora y la sopladora pertenecen a una empresa externa, por lo que no son en realidad parte de la empresa como tal, sino que están dentro de las instalaciones para brindarle un mejor servicio, por lo tanto es este proveedor quien se encarga de darle el servicio y de hacer los cambios necesarios si así los necesitaran las máquinas. Estos cambios, si son necesarios, se realizan al mismo tiempo que los de las demás máquinas de la línea.

Todas las partes en contacto con las botellas y líquido hechas de acero inoxidable y otro material permitido por FDA (Food and Drug Administration), satisfacen el estándar de buenas practicas de manufactura

(BMP's). Todos los componentes y motores en la línea de producción han satisfecho estándares internacionales y se han examinado estrictamente antes de la entrada de almacén. La línea de producción tiene aspecto simple y estructura concisa, y fácil para instalación y desmontaje.

Figura 4. Vista planta de la línea de producción



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP®)

- a) Sopladora-estiradora de envases
- b) Llenadora
- c) Roscadora de plástico
- d) Etiquetadora
- e) Moduladores integrados de control de llenado
- f) Posicionadora-Empacadora
- g) Paletizadora
- h) Transporte (banda transportadora)

Los ajustes para la banda transportadora y los moduladores integrados de control de llenado, los realiza un auxiliar que no está precisamente involucrado en los demás cambios y el tiempo es poco significativo, ya que es menor a 30 minutos y se hacen simultáneos a los otros cambios.

Para el cambio de presentación, las máquinas involucradas que requieren cambios son: llenadora, etiquetadora, posicionadora-empacadora y paletizadora. Los cambios de presentación, que comprenden las cuatro máquinas previamente mencionadas son realizados por un operador y dos auxiliares.

2.2. Descripción del cambio de presentación de envase

El cambio de presentación de envase es el procedimiento que se realiza cuando se termina la programación o el pedido planeado de un producto con un tamaño específico, y comienza el proceso para la elaboración del siguiente. Como por ejemplo el cambio y/o ajuste de partes de piezas clave para el proceso de producción, como las guías posicionadoras de envase.

2.3. Programación y control de los cambios

Los cambios de presentación se programan con base en planificación de producción. Para la planificación de producción es necesaria la utilización de un Forecast de Ventas, en el que se toma en cuenta la capacidad instalada de la línea de producción para poder cumplir con un pedido específico.

Aunque por producciones históricas y para poder cubrir la demanda tan grande de productos, la empresa ha programado línea de producción evaluada para que solamente fabrique envases de 3 y 2.5 litros

2.3.1. Matriz guía para la elaboración de cambios

A continuación se presenta la tabla guía que ayuda para los cambios de presentación, en la primera columna se muestra el producto actual y en la primera fila se muestra la presentación a la cual se va a cambiar.

Tabla I. Matriz de cambios

Presentación	600mL	750mL	1L	1.5L	2.5L	3L
600mL		Ajuste	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio
750mL	Ajuste		Cambio	Cambio	Cambio	Cambio
1L	Cambio	Cambio		Ajuste	Cambio	Cambio
1.5L	Cambio	Cambio	Ajuste		Cambio	Cambio
2.5L	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio		Ajuste
3L	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio	Ajuste	

Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

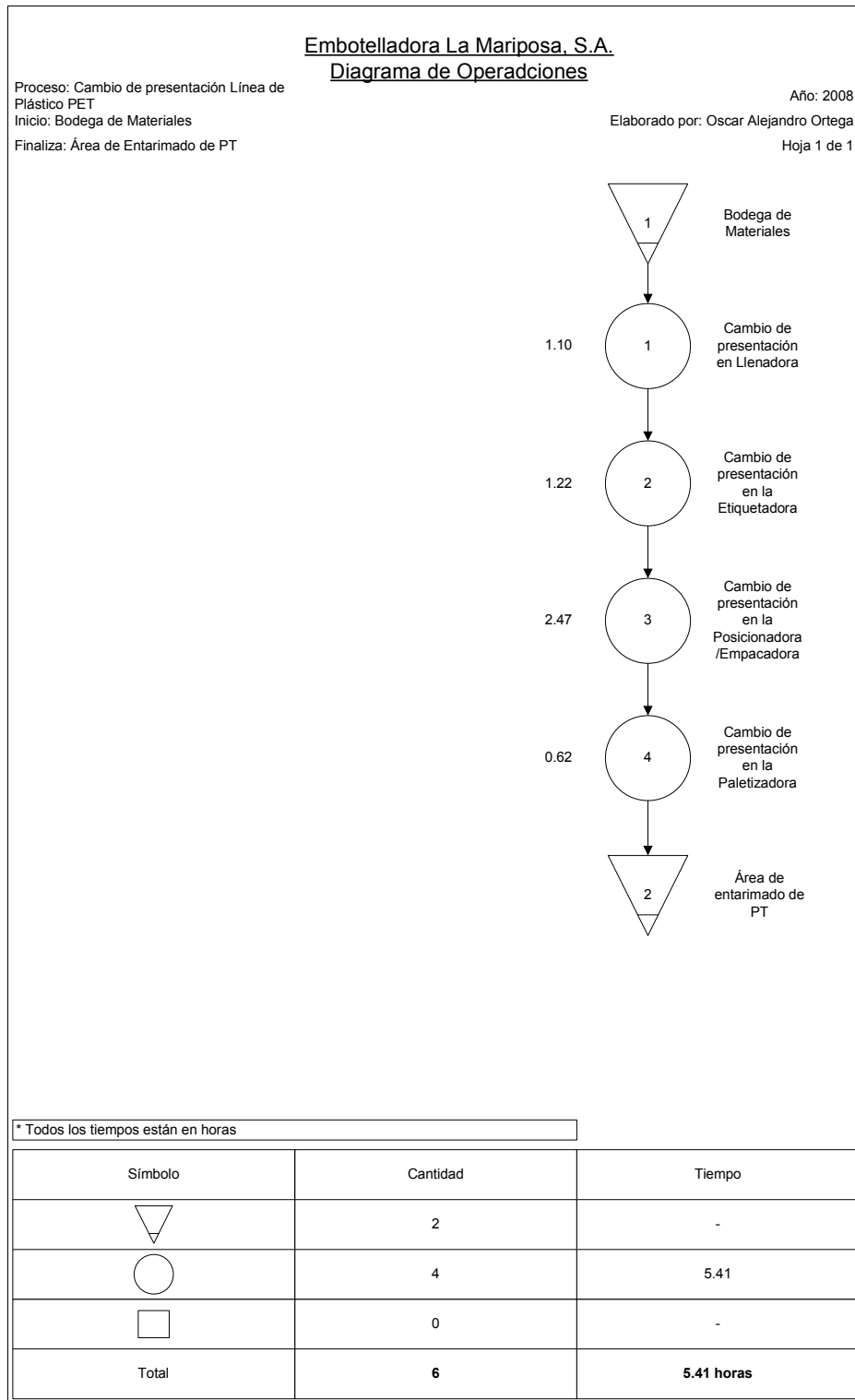
Para efectos de la línea de producción evaluada solamente aplican los cambios para 2 y 3 litros para la elaboración de la bebida carbonatada de cola, ya que son las únicas presentaciones que se elaboran en la misma. Es por lo anterior que estas presentaciones se encuentran sombreadas de otro color.

2.3.2. Diagrama de operaciones de los procesos de cambio de presentación

Para realizar cualquier estudio, primero que todo, es necesario conocer cuales son los pasos a seguir para realizar el proceso. Para esto se utiliza como herramienta: el diagrama de operaciones.

El orden cronológico de los cambios por cada máquina y los tiempos estándares generales del método actual son presentados en el siguiente diagrama.

Figura 5. Diagrama de cambio de presentación




2.3.3. Manuales de procedimientos

El manual de procedimientos es un componente del sistema de control interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una organización.

La elaboración de un manual de procedimientos se logra mediante la recolección de datos relevantes en los diferentes departamentos, y siendo asesorados por recursos humanos quien nos proporciona de las técnicas necesarias para el logro. Esta investigación también nos ayuda a determinar las diferentes fallas existentes en dichos procesos para así poderlas remediar de una manera pronta y oportuna, antes de que se susciten problemas que puedan afectar la productividad de la empresa.

Figura 6. Ejemplo de manual de procedimiento de la empresa

 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA		Versión No.		Código
		Página		
Elabora:		Revisa:		Autoriza:
Fecha:		Fecha:		Fecha: Febrero 2008
ORDEN	DESCRIPCION	TIEMPO	FOTOGRAFIA	

Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

2.3.3.1. Contenido de los manuales

Para fines de la empresa el contenido de los manuales es diverso. Va desde información de los procesos de cambio de presentación de envase, pasando por los cambios de sabor, el proceso Bag in Box (que son las bolsas con jarabe utilizado en los restaurantes para las máquinas de autoservicio), extracción de esencia de café y por supuesto la información sobre los saneamientos de las líneas de producción, entre otras cosas.

2.3.3.2. Importancia y uso de los manuales

Actualmente, un requisito esencial es que las empresas de gran tamaño posean varios manuales de procesos; generalmente no ocurre lo mismo en una entidad de porte pequeño o mediano, donde el gerente puede preguntarse: ¿compensará para nuestra empresa elaborar manuales de procedimientos?, ¿cuáles manuales serán necesarios? Responder en forma acertada estas preguntas no resulta fácil, ya que no existe un límite exacto para el tamaño de la empresa que justifique la creación de manuales.

En un plano general, los manuales son útiles para todas las empresas, sin importar el tamaño, número de empleados, actividad, etc, debido a que estandarizan la elaboración y/o desarrollo de determinado proceso.

Para la implementación de un sistema de control interno, se deben preparar procedimientos integrales, que establezcan responsabilidades a los encargados de las todas las áreas, medidas de seguridad, control y autocontrol y objetivos que participen en el cumplimiento con la función empresarial.

El sistema de control interno además de ser una política gerencial, se constituye como una herramienta de apoyo para las directivas de cualquier empresa para modernizarse, cambiar y producir los mejores resultados, con calidad y eficiencia.

Para uso de este trabajo, los manuales de proceso son una herramienta fundamental para la obtención de información de datos históricos que son el punto de partida para la elaboración de los análisis.

2.4. Descripción de las estaciones de trabajo

- **Llenadora**

Según los instructivos de usuario de la línea de plástico (2006), la llenadora, como su nombre lo dice, es la máquina utilizada para introducir el producto dentro de la botella.

Esta máquina es operada por una persona, consta de un panel de control fácil de utilizar, tiene un diseño higiénico y fácil de entender.

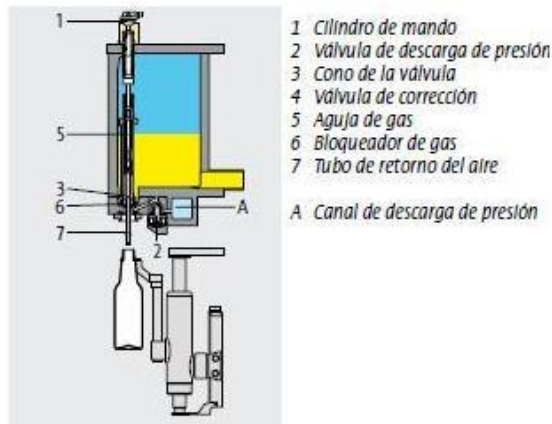
Figura 7. Panel de control de la máquina llenadora



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

Esta máquina combina las ventajas de un sistema mecánico robusto con la flexibilidad de un mando electroneumático. Este sistema de llenado por nivel constante de tubo corto, permite programar todos los pasos del proceso de llenado de forma sencilla e individual ajustándolos, de forma específica a la combinación de producto y envase respectiva.

Figura 8. Partes de la máquina

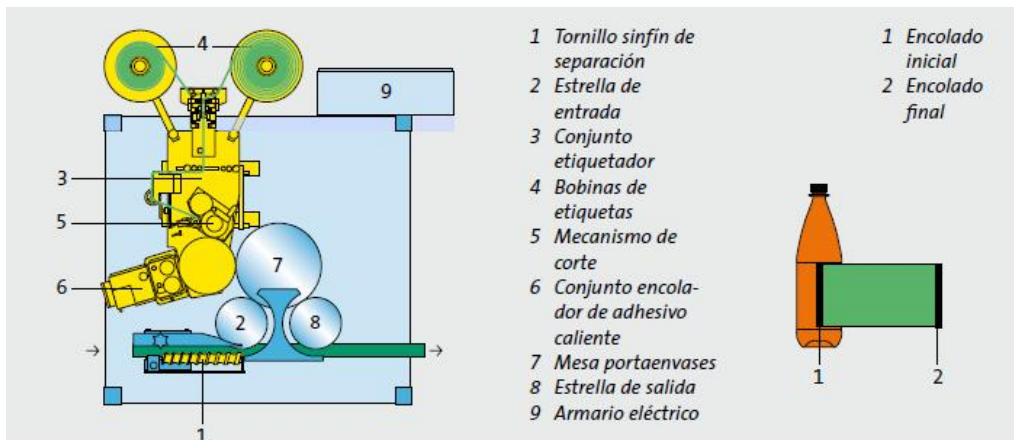


Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

- **Etiquetadora**

Esta máquina ha sido concebida como modelo rotativo y dispone de un conjunto de etiquetado que trabaja con precisión, corta las etiquetas de film de plástico y las aplica en los envases con adhesivo caliente.

Figura 9. Datos de información técnica de la máquina

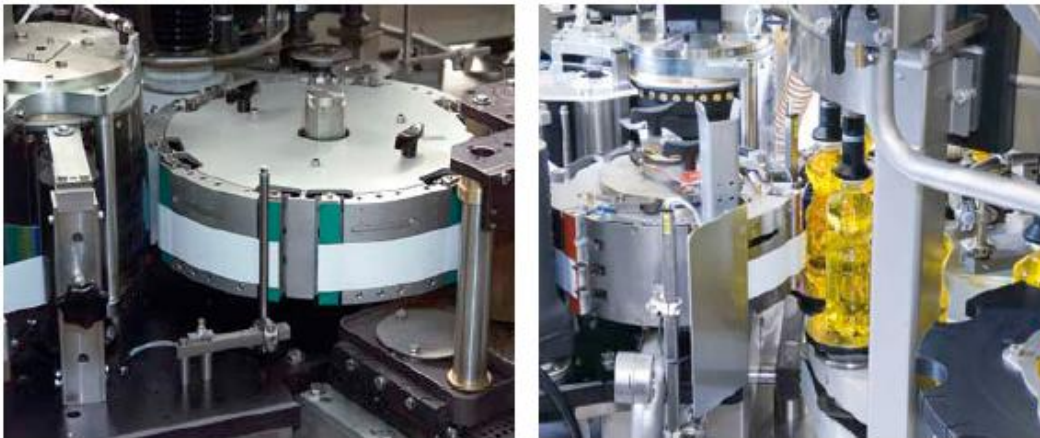


Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

Mediante el mecanismo de corte las etiquetas son cortadas con precisión, el ordenador y el servomotor garantizan que se mantenga

exactamente la posición de corte. Dos franjas delgadas de adhesivo termofusible aplicadas mediante rodillo encolador en el principio y en el final de la etiqueta permiten pegarlos. Con la franja de adhesivo aplicada a su principio, la etiqueta es trasladada al envase que gira sobre sí mismo. Esta franja de adhesivo permite simultáneamente el posicionado exacto de la etiqueta haciendo imposible un desplazamiento. Gracias a la rotación del envase, la etiqueta se aplica de forma tensa.

Figura 10. Encolado de etiquetas con adhesivo caliente (Izquierda), modo de aplicación de etiquetas (derecha)



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

- **Posicionadora-empacadora**

La embaladora totalmente automática se ajusta con gran facilidad a todas las tendencias de embalaje convencionales y nuevas. Esta es la máquina que arma las botellas terminadas en paquetes de a seis, ocho, o lo que se programe, para hacerlas pasar luego a la empacadora.

Esta máquina permite que los paquetes vayan bien colocados y seguros, y esto es conveniente para su traslado hacia el centro de despacho o hacia el consumidor final.

Figura 11. Armadora de paquetes de producto terminado (empacadora)



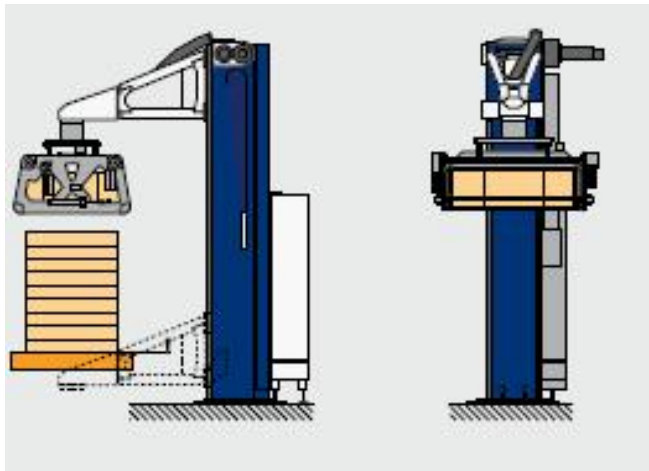
Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

- **Paletizadora**

El robot Paletizador consiste en un sistema modular, cuyos elementos se pueden combinar según las exigencias individuales. Sirve para armar las tarimas de producto terminado, arrastrando los paquetes que vienen de la empacadora y los ajusta mediante fleje de polystrech.

Esta máquina de una sola columna ocupa poco espacio y conceden el máximo de la libertad aún reduciendo al mínimo sus exigencias. En el soporte está fijado un cabezal de agarre. El cabezal agarra la capa de embalajes de la estación de agrupación o del palet. Gracias al servo-accionamiento, es posible desplazarse de forma altamente dinámica hacia las posiciones de recogida y colocación. El porta-cabezales transporta la capa a la posición donde se deposita sobre el palet o a la salida de embalajes.

Figura 12. Paletizadora



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

2.5. Costos actuales

2.5.1. Costos por cambio en línea de plástico (PET)

La elaboración de análisis de costos es un Beneficio/Costo, que se presentan en función de la capacidad de la línea, con el fin de hallar el costo de tener la línea detenida, tomando en cuenta todos los paros programados.

A continuación se presentan los datos de producción actuales de la línea de producción de plástico (Fuente: Manual de Costos para la Línea de Plástico PET):

- Velocidad promedio: $1500 \text{ botellas/hora}$
- Horas de paro por mantenimiento: 60 horas/mes
- Cambios de presentación: 1 cada 15 días. Cada cambio tiene un tiempo estándar de 5.4 horas . Entonces son 10.8 horas/mes
- Paros por saneamiento de la línea (cada cambio de presentación): 1.5 horas
- Costo de una botella de 3L: $Q9.75$

- Costo de una botella de 2.5L: $Q8.25$
- Lavado por cada cambio de presentación: 3 horas/mes
- La línea trabaja 24 horas al día
- La presentación de 3L tiene una eficiencia de 87.5%
- Cuando se trabaja la presentación de 2.5L trabaja con una eficiencia de 82%

Donde los costos de cada presentación de empaque, son un estimado, debido a que se deben mantener criterios de privacidad de la empresa en el área de estudio.

Con base en anterior, la capacidad real para cada presentación se calcula de la siguiente manera:

$$Cap_{3L} = 1500 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 87.5\% = 1312.5 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

$$Cap_{2.5L} = 1500 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 82\% = 1230 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

Suponiendo que en promedio el mes tiene 30 días, se obtiene la siguiente operación:

$$\frac{30\text{días}}{\text{mes}} * \frac{24\text{horas}}{1\text{día}} = \frac{720\text{horas}}{\text{mes}}$$

El tiempo total de la línea parada se define como la suma del tiempo en mantenimiento preventivo, cambio de presentación y lavado.

Tiempo de línea parada total = T_p = Mantenimiento preventivo + Tiempo de cambio de presentación + Lavado

$$T_p = 60 \frac{h}{\text{mes}} + 10.8 \frac{h}{\text{mes}} + 3 \frac{h}{\text{mes}}$$

$$T_p = 73.8 \frac{h}{\text{mes}}$$

Al distribuir las horas de paro por cada hora de producción se obtiene:

$$73.8 \frac{h_{\text{paro}}}{\text{mes}} * \frac{1\text{mes}}{720h_{\text{produccion}}} = 0.103 \frac{h_{\text{paro}}}{h_{\text{produccion}}}$$

Aplicando este factor por la capacidad de la línea, para poder determinar el número de botellas que se podrían producir en el tiempo de paro son de:

$$Botellas_{3L} = 1312.5 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 0.103 = 134.9 \cong 135 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

$$Botellas_{2.5L} = 1230 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 0.103 = 126.42 \cong 127 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

Proyección anual

Para la proyección de costos anuales hay dos análisis que se aplicaron en la línea de producción. Uno aplicado a la elaboración de envases de 3 litros y el otro para 2.5 litros. Según datos históricos de la empresa en el año 2008, el 50% del tiempo de producción es usado para 3 litros y el resto para 2.5 litros.

Botellas al año que se deja de producir

Análisis 1 (3 Lts.):

$$\frac{135\text{bot}}{1\text{hora}} * \frac{24\text{horas}}{1\text{dia}} * \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} * \frac{6\text{meses}}{1\text{año}_{\text{prod}}} = 583,200 \frac{\text{botellas}}{\text{año}}$$

Análisis 2 (2.5 Lts.):

$$\frac{127\text{bot}}{1\text{hora}} * \frac{24\text{horas}}{1\text{dia}} * \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} * \frac{6\text{meses}}{1\text{año}_{\text{prod}}} = 548,640 \frac{\text{botellas}}{\text{año}}$$

Donde el costo de la línea parada, C_o para cada una de las presentaciones es la siguiente:

Para 3 litros

$$C_{oA} = \frac{583,200 \text{ bot}}{\text{año}} * \frac{Q9.75}{\text{bot}} = Q5,686,200.00 / \text{año}$$

Para 2.5 litros

$$C_{oB} = \frac{548,640 \text{ bot}}{\text{año}} * \frac{Q8.25}{\text{bot}} = Q4,526,280.00 / \text{año}$$

Costo Total por línea parada:

$$C_o = C_{oA} + C_{oB}$$

$$C_o = Q4,411,400.00 + Q4,516,280.00$$

$$C_o = \underline{Q10,212,480.00 / \text{año}}$$

3. ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y ANÁLISIS DEL ÁREA DE TRABAJO

3.1. Análisis General

3.1.1. Reconocimiento del método actual e identificación de los pasos para la elaboración de los cambios de presentación de envase

Después de analizar la tarea, cómo realizar los cambios de presentación de envase en la línea de plástico, se determinó los pasos necesarios para realizarla.

Máquina llenadora:

El operador, una vez detenida la máquina, empieza a lavar el equipo. Seguidamente empieza con el cambio de piezas que sirven de guía para el paso de los envases. Inspecciona si todo esta bien. Y hace un ajuste a los a los sensores de llenado de botellas (checkmat). En la Tabla II se pueden observar los tiempos estándar para el cambio de presentación:

Tabla II. Datos para el cambio de presentación (Llenadora)

No.	Tarea	Testandar
1	Enjuagar y drenar equipo	22.00
2	Cambiar estrella de salida y guías de deslizamiento	25.00
3	Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de paso	3.00
4	Cambiar tornillo sin fin	12.00
5	Inspeccionar y ajustar codificador de envases	3.00
6	Ajustar checkmat	1.00
Total (en minutos)		66.00
Total (en horas)		1.10

Fuente: Manuales de Procedimiento para Cambio de Presentación (2008)

Máquina etiquetadora:

El operador inicia el cambio, corroborando que la maquinaria está desconectada. Seguidamente realiza la limpieza en el área, especialmente donde recipientes que contienen el pegamento para las etiquetas. Al igual que en la etiquetadora, necesita hacer cambio de piezas que guían los envases tanto en la entrada como en la salida de la máquina. Después remueve los cilindros que sostienen las bobinas de material de empaque, para limpiarlos y ajustarlos. Por último, programa la máquina en el panel de control y hace pruebas para ajustar los tiempos para la colocación de las etiquetas.

Tabla III. Datos para el cambio de presentación (Etiquetadora)

No.	Tarea	Testandar
1	Limpiar los 2 encoladores de la máquina	5
2	Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar	8
3	Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida	25
4	Quitar cepillos de deslizamiento de etiqueta	3
5	Limpiar, ajustar y colocar cepillos de deslizamiento de etiqueta	5
6	Quitar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta 1 y 2. Luego volverlos a colocar	7
7	Ajustar manualmente altura de los 4 porta bobinas y de la mesa de trabajo	7
8	Ajustar altura de transporte de entrada y salida	3
9	Cambiar de programa (seleccionar etiqueta y envase)	1
10	Colocar etiqueta en los transportadores 1 y 2	6
11	Ajustar tiempo entre etiqueta y carrusel	3
Total (en minutos)		73.00
Total (en horas)		1.22

Fuente: Manuales de Procedimiento para Cambio de Presentación (2008)

Máquina posicionadora/empacadora:

Primeo comprueba que todo este detenido. Comienza el cambio con las piezas posicionadoras de envase. Ensambla unas varillas metálicas para detección de envases deformes o apachados. Inspecciona si hay alguna

falla, para después dar paso al cambio de guías de envase de entrada y de salida a la máquina. El siguiente paso es en el panel de control, donde programa el equipo, ajusta los sensores de envases. Y pasa al área de preformado de paquetes para hacer los cambios en las cotas de entrada, dependiendo del tamaño del envase. Una vez listo el preformado, coloca la bobina de papel termoencogible y luego ajusta el paso a los vibradores que terminan en el horno de empaque, donde eleva la temperatura que servirá para hacer el sellado de los paquetes de producto terminado.

Tabla IV. Datos para el cambio de presentación (Etiquetadora)

No.	Tarea	T_{estandar}
1	Cambiar evacuadores y posicionadores de envase	65
2	Colocar uñas (3) para salida de envase apachado	12
3	Inspeccionar si no hay ninguna falla	3
4	Cambiar el programa	1
5	Cambiar estrella y guías	28
6	Ajustar altura de salida de máquina y guías de deslizamiento	4
7	Ajustar ancho guías de deslizamiento de acuerdo a salida de estrella	5
8	Ajustar sensores de envase	4
9	Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina	10
10	Ajustar cotas de preformados de paquetes	6
11	Ajustar paso en la entrada de vibradores con manivelas	1
12	Ajustar altura y ancho en vibradores y luego colocación de termoencogible en el portabobinas	6
13	Ajustar el túnel (horno) y elevarlos a la temperatura requerida. Cambiar parámetros de termoencogible (dependiendo de la presentación)	3

Total (en minutos) 148.00

Total (en horas) 2.47

Fuente: Manuales de Procedimiento para Cambio de Presentación (2008)

Máquina paletizadora:

Después de haber detenido la máquina, se procede a subirla para poder realizar los cambios en la columna central (o pieza central) la cual es la base para poder armar la tarima de producto terminado (PT). Al terminar la tarea anterior procede a limpiar todas las fotoceldas que ayudan al cerebro de la máquina a determinar el número de cajas de PT por camas, así como, el número de camas por tarima. Hace los cambios necesarios en el panel de control y va a traer a la Bodega de Producto Terminado (BPT) una caja del tamaño de la presentación que se va a empacar para poder hacer el ajuste necesario en la banda transportadora desde la salida del horno hasta la entrada de la Paletizadora.

Tabla V. Datos para el cambio de presentación (Etiquetadora)

No.	Tarea	Testandar
1	Detener la máquina y subir la paletizadora	1
2	Realizar cambio de "pieza central". Ajustar tamaño (dependiendo de la presentación, en 2.5L se usa fleje polystrech de 170mm, en 3L de 155mm)	12
3	Limpiar e inspeccionar fotoceldas de guías	5
4	Cambiar el programa	1
5	Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de PT	18
Total (en minutos)		37.00
Total (en horas)		0.62

Fuente: Manuales de Procedimiento para Cambio de Presentación (2008)

3.1.1.1. Verificación del procedimiento de los manuales

La verificación de los pasos previamente observados se validó con la utilización de los manuales de procedimiento. Todos los pasos descritos por el manual de operaciones correspondieron a los observados en una inspección inicial.

3.1.1.2. Identificación de los puntos a mejorar

Luego de realizar una comparación entre los procesos observados con los descritos por los manuales, se determinó las razones y en qué puntos se podrían mejorar en la línea de producción.

- Uno de los motivos por los que se registran demoras es a la falta de información para con los operadores. Por ejemplo para enjuague y drenado de equipo, el personal debe utilizar un químico que debe estar en contacto con el equipo por 30 minutos. Ellos creen que dejándolo mas tiempo va a hacer un mejor efecto, cuando en realidad el tiempo estipulado por el producto es el necesario. Para mitigar esta deficiencia es importante comunicar de manera sencilla y concreta a los operadores, como funcionan las herramientas utilizadas para los cambios de la línea.
- Otro motivo es las diferencias en el ritmo de trabajo. No todos los trabajadores trabajan igual. Por lo que se debe determinar cual de todos los operadores utiliza el mejor método para la elaboración del cambio y procurar que todos hagan un trabajo mas estandarizado. Según García Criollo (2005) si la productividad de los empleados se puede mejorar aunque sea en un pequeño porcentaje, el impacto global en el negocio es cuantioso. Por ejemplo cuando un operador esta limpiando la mesa de paso de la Llenadora o la parte de arriba de la Posicionadora/Empacadora la mayoría de ellos podría hacerlo en un tiempo con mayor eficacia. Es necesario introducir métodos correctivos individuales para hacerles ver a los operadores que pueden realizar el trabajo de una manera más eficaz y efectiva.
- Una razón muy común y que más se repite es la pérdida de tiempo. Muchos de los empleados están acomodados a un ritmo de trabajo que no es el óptimo. Con ayuda de los encargados de la línea es necesario hacer ver cual es el trabajo y obligaciones de cada

operador. Ya que según Krick, Edward (2004), los empleados que saben que deben hacer no pierden tiempo de manera arbitraria.

- Un último punto de mejora es la distribución del equipo. Para los cambios de guías de deslizamiento y estrellas los operadores deben recorrer una larga distancia hacia la bodega de materiales para traer las piezas necesarias para el cambio. Según Niebel-Freivalds (2004) lo mas importantes, es que las componentes usadas más a menudo deben colocarse en los sitios mas convenientes. Por lo que se utilizó espacio disponible cerca del área de trabajo para estacionar el estante de herramientas. Para este motivo esta dedica un apartado especial en este capítulo (Ver inciso 3.3)

Llenadora

Enjuagar y drenar equipo
Cambiar estrella de salida y guías de deslizamiento
Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de paso
Cambiar tornillo sin fin

Etiquetadora

Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar
Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida
Quitar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta 1 y 2. Luego volverlos a colocar
Ajustar manualmente altura de los 4 porta bobinas y de la mesa de trabajo

Posicionadora/Empacadora

Cambiar evacuadores y posicionadores de envase
Colocar varillas guías para salida de envase apachado
Cambiar estrella y guías
Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina
Ajustar el túnel (horno) y elevarlos a la temperatura requerida. Cambiar parámetros de termoencogible (dependiendo de la presentación)

Paletizadora

Realizar cambio de "pieza central". Ajustar tamaño (dependiendo de la presentación, en 2.5L se usa fleje polystrech de 170mm, en 3L de 155mm)
Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de PT

3.1.1.3. Toma de tiempos para la línea plástico

Luego de identificar los pasos de mejora y aplicar los cambios propuestos para mejorar la productividad de las actividades de los operadores se procedió a realizar un estudio de tiempos. Es importante mencionar que no se tomó en cuenta los elementos extraños, es decir interrupciones por otro empleado y/o supervisor, descompostura en la herramienta, entre otros, ya que los tiempos tuvieron una duración muy corta. Según Niebel y Freivalds (2004), en ocasiones, un elemento extraño tiene una duración tan corta que es imposible registrarlo, por lo que, cuando el elemento extraño es de 0.06 minutos o menos, el método más satisfactorio para manejar la interrupción es permitir que se acumule.

Se estableció un número exacto de observaciones con métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones tienen distribución normal alrededor de la media desconocida de la población con varianza desconocida. Sin embargo, los estudios de tiempos involucran sólo muestras pequeñas ($n < 30$) de una población; por lo tanto, debe utilizarse una distribución t.

Por lo que el número de observaciones se define como:

$$n = \left(\frac{ts}{kx} \right)^2$$

Donde:

t: valor de la distribución de t,

s: desviación estándar

k: probabilidad de error y

x: media

Datos históricos de 25 lecturas para la línea de producción en estudio, mostraron una media de 5.5 horas y una desviación estándar de 0.66. Una probabilidad de error de 5% para 24 grados de libertad (25 menos 1 grado de libertad para estimar un parámetro) conduce a t=2.064. Utilizando la ecuación anterior se obtuvo: (Para asegurar la confianza requerida, se redondeó hacia arriba)

$$n = \left(\frac{2.064 * 0.66}{0.05 * 5.5} \right)^2 = 24.8 \approx 25 \text{ observaciones}$$

A continuación se muestran los tiempos registrados para cada una de las 4 máquinas que componen la línea con sus respectivas tareas.

Tabla VI. Tiempos registrados para los puntos de mejora de la llenadora

	Observación												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Enjuagar y drenar equipo</i>	13.0	14.3	13.1	12.8	12.8	12.3	14.3	14.1	12.8	16.1	15.1	14.3	14.3
<i>Cambiar estrella de salida y guías de deslizamiento</i>	12.3	13.1	12.8	12.2	12.5	13.9	12.7	12.1	12.1	13.2	13.3	11.6	11.5
<i>Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de paso</i>	0.9	1.0	1.1	1.2	1.1	1.3	1.7	1.8	1.4	0.8	0.8	1.1	1.3
<i>Cambiar tornillo sin fin</i>	5.5	6.0	6.9	6.9	6.0	6.3	6.0	6.0	5.5	5.9	5.8	5.9	6.2

Continuación Tabla VI.

	Observación												Tprom
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Enjuagar y drenar equipo	12.1	12.2	14.3	12.3	13.7	13.5	13.2	13.2	13.1	13.4	12.3	12.8	13.4
Cambiar estrella de salida y guías de deslizamiento	11.5	12.9	11.8	13.3	13.2	11.7	11.7	12.3	12.2	13.0	11.6	11.8	12.4
Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de paso	1.1	1.2	1.0	1.6	0.9	1.0	1.5	1.5	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2
Cambiar tornillo sin fin	6.1	6.0	5.9	6.6	6.7	6.7	6.0	6.8	6.9	6.3	6.4	6.6	6.2
Total (en min)												33.2	
Total (en horas)												0.55	

Tabla VII. Tiempos registrados para los puntos de mejora de la etiquetadora

	Observación												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar	5.1	4.7	4.5	4.7	4.3	5.1	4.3	4.2	4.5	4.3	4.3	4.4	4.3
Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida	12.8	13.1	13.0	13.3	13.8	12.1	12.8	12.3	12.1	14.8	13.1	13.1	12.1
Cambiar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta.	4.0	3.4	3.2	3.2	3.3	4.2	3.8	4.3	4.3	4.3	4.1	4.7	4.7
Ajustar altura de las 4 porta bobinas y mesa de trabajo	3.1	3.2	3.2	3.8	3.2	3.6	3.6	3.7	3.6	3.2	3.3	3.4	3.4

	Observación												Tprom
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar	4.3	4.6	4.6	4.3	4.3	4.7	4.7	4.3	4.9	4.5	4.2	4.2	4.5
Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida	13.0	12.8	12.1	13.1	12.3	12.3	13.0	12.3	12.3	12.4	12.4	12.1	12.7
Cambiar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta.	3.1	3.5	3.5	3.4	3.8	4.3	4.4	4.0	4.1	4.2	3.7	4.6	3.9
Ajustar altura de las 4 porta bobinas y mesa de trabajo	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.0	3.2	3.3	3.4	3.4	3.7	3.1	3.3
Total (en min)												24.4	
Total (en horas)												0.41	

Tabla VIII. Tiempos registrados para la posicionadora

Tarea	Observación												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cambiar Evacuadores y Posicionadores de Envase	51.5	49.3	52.9	50.1	52.2	49.8	52.1	52.0	51.0	51.7	51.6	51.8	49.7
Colocar varillas guías para salida de Envase Apachado	8.0	7.9	8.5	8.8	9.2	9.1	9.2	9.3	9.1	8.3	7.8	8.9	8.9
Cambiar Estrella y Guías	15.1	14.8	16.7	15.7	16.1	15.9	15.1	16.5	14.8	16.0	16.8	15.7	16.6
Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina	5.3	5.4	5.2	5.3	5.7	5.4	6.0	5.5	5.1	5.0	5.2	5.4	5.2

	Observación													T _{prom}
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Cambiar Evacuadores y Posicionadores de Envase	50.7	51.4	49.8	49.4	52.9	50.1	49.2	52.8	50.4	51.5	50.8	52.9	51.1	
Colocar varillas guías para salida de Envase Apachado	8.8	8.6	8.9	8.9	8.1	9.0	7.9	7.5	8.8	8.9	8.9	8.0	8.6	
Cambiar Estrella y Guías	15.7	15.5	15.1	16.5	15.9	15.8	15.0	16.8	16.7	16.3	16.5	16.6	15.9	
Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina	5.3	5.0	5.0	5.2	5.4	5.4	6.0	5.5	5.0	5.2	5.4	5.2	5.3	

Total (en min) 80.9

Total (en horas) 1.35

Tabla IX. Tiempos registrados para la paletizadora

	Observación												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Realizar cambio de "pieza central"	8.9	8.9	8.5	8.8	8.6	8.9	9.2	9.3	8.5	8.8	9.2	9.1	9.0
Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de PT	12.9	11.3	10.5	11.3	11.8	11.1	11.2	12.5	10.5	11.9	11.3	9.8	10.3

	Observación													T _{prom}
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Realizar cambio de "pieza central"	8.9	8.9	9.0	9.1	8.8	9.2	9.1	9.0	8.9	8.9	9.0	8.8	8.9	
Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de PT	9.3	9.2	11.3	11.8	10.3	11.1	11.9	10.8	11.3	9.2	11.3	10.5	10.9	

Total (en min) 19.8

Total (en horas) 0.33

3.2. Análisis de los resultados obtenidos de la toma de tiempos

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, se dio una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio.

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en términos del desempeño de un operario calificado que ejecuta el mismo elemento. El valor de la calificación se expresa como un decimal o un porcentaje y se asigna al elemento observado. Un operario calificado se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso no demasiado rápido y no demasiado lento, sino representativo de uno que se puede mantener a lo largo del día. Uno de los sistemas de calificación más antiguos y con mayor aplicación de conoce como sistema Westinghouse. Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Habilidad se define como el nivel de competencia para seguir un método dado y relaciona con la experiencia demostrada por la coordinación adecuada de la mente y manos. La habilidad de un operario es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación y ritmo. La práctica desarrolla un contribuye a la habilidad, pero no compensa todas las deficiencias en la aptitud natural. La habilidad de una persona en una operación dada aumenta con el tiempo, debido a que al familiarizarse con el trabajo, tendrá más rapidez, movimientos más suaves y mayor libertad en cuanto a titubeos y movimientos falsos. El sistema enumera seis grados o clases de habilidades que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior. La tabla X resume estos valores.

Tabla X. Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse

Código	Calificación	Condición
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Fuente: Nievel-Freivalds (2004), pág. 415.

Esfuerzo se define como una demostración de la voluntad para trabajar con efectividad. El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, y el operario puede controlarla en un grado alto. Las seis clases de calificación son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo (Ver tabla XI).

Tabla XI. Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse

Código	Calificación	Condición
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Fuente: Nievel-Freivalds (2004), pág. 416.

Las condiciones a las que se refiere este procedimiento de calificación del desempeño afectan al operario y no a la operación. Esta se califica como normal o promedio en la mayoría de los casos. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo incluyen temperatura, ventilación, luz y ruido. Las seis clases generales de condiciones de trabajo son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XII. Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse

Codigo	Calificación	Condición
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Buena
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Mala

Fuente: Nievel-Freivalds (2004), pág. 416.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de desempeño es la consistencia del operario. La cual fue evaluada mientras el operario estaba trabajando. Los valores de tiempos elementales que se repiten constantemente tienen consistencia perfecta. Esta situación ocurre rara vez, pues siempre tiene a haber una dispersión debida a muchas variables, como la habilidad y esfuerzo del operario, las equivocaciones en las lecturas del cronómetro y los elementos extraños.

Las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena promedio, aceptable y mala (Ver tabla XIII). Westinghouse les coloca letras a cada clase para identificarlas (A, B, C, etc.) y les da ponderaciones que van desde 0.04 a la opción “perfecta”, la más alta, hasta -0.04 a la opción de “mala”, considerada como la más baja.

Tabla XIII. Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse

Código	Calificación	Condición
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Nievel-Freivalds (2004), pág. 416.

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (T_o) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (T_N) que requeriría el operario calificado para realizar el mismo trabajo.

$$T_N = T_o * C$$

Donde C es la calificación ó concesiones del desempeño del operario.

Para realizar un trabajo justo al calificar, se ignoró la personalidad y otros factores de variación, por lo que sólo se consideró la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, comparado con la cantidad de trabajo que produciría el trabajador calificado.

Tabla XIV. Calificación de concesiones

Concesiones	Llenadora		Etiquetadora		Posicionadora		Paletizadora	
	Código	Calificación	Código	Calificación	Código	Calificación	Código	Calificación
Habilidad	B1	0.11	A2	0.13	B2	0.08	A2	0.13
Esfuerzo	B2	0.08	A2	0.12	E1	-0.04	C1	0.05
Condiciones	C	0.02	C	0.02	E	-0.03	E	-0.03
Consistencia	E	-0.02	C	0.01	D	0	D	0
		0.19		0.28		0.01		0.15

El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se denomina tiempo estándar (T_E) de dicha operación.

$$T_E = T_N * (1 + \text{Suplemento})$$

Las necesidades personales incluyen suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado, por ejemplo beber agua e ir a sanitario. Las condiciones generales de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario para las demoras personales. No existe base científica para asignar un porcentaje numérico; sin embargo, la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento del 5% para tiempo personal, o cerca de 24 minutos en 8 horas, es adecuado en condiciones de trabajo.

El suplemento por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones, sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales. Los suplementos de postura se basan en consideraciones del metabolismo y se pueden basar en modelos metabólicos que han desarrollado diferentes actividades. Se pueden utilizar tres ecuaciones básicas para el trabajo sentado, de pie y agachado para predecir y comparar la energía consumida en diversas posturas. También se incluyen suplementos de fuerza muscular, los cuales consideran la fatiga muscular y la recuperación del músculo después de la fatiga.

Según la empresa, los niveles de ruido a los que están expuestos los operadores son en promedio 85dB, y son de carácter continuo. Además este trabajo se puede considerar como un proceso bastante complejo, con una monotonía media y algo tedioso. La información para el cálculo de los

suplementos utilizados para el cálculo del Tiempo estándar, se describe en la tabla XV.

Tabla XV. Suplementos recomendados por ILO (International Labor Office, 1957)

A. Suplementos constantes		
1. Personal	_____	5
2. Por fatiga básica	_____	4
B. Suplementos variables		
1. Por estar de pie	_____	2
2. Por posición anormal:		
a) un poco incómoda	_____	0
b) incómoda (agachado)	_____	2
c) muy incómoda (tendido, estirado)	_____	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):		
5	_____	0
10	_____	1
15	_____	2
20	_____	3
25	_____	4
30	_____	5
35	_____	7
40	_____	9
45	_____	11
50	_____	13
60	_____	17
70	_____	22
4. Mala iluminación		
a) un poco debajo de la recomendada	_____	0
b) bastante menor que la recomendada	_____	2
c) muy inadecuada	_____	5
5. Condiciones atmosféricas - variable	_____	0 - 100
6. Atención requerida		
a) trabajo bastante fino	_____	0
b) trabajo fino o preciso	_____	2
c) muy inadecuada	_____	5
7. Nivel de ruido:		
a) continuo	_____	0
b) intermitente - fuerte	_____	2
c) intermitente - muy fuerte	_____	5
d) de tono alto - fuerte	_____	5
8. Estrés mental:		
a) proceso bastante complejo	_____	1
b) atención compleja o amplia	_____	4
c) muy compleja	_____	8
9. Monotonía		
a) nivel bajo	_____	0
b) nivel medio	_____	1
c) nivel alto	_____	4
10. Tedio		
a) algo tedioso	_____	0
b) tedioso	_____	2
c) muy tedioso	_____	5

Fuente: Niebel-Freivalds (2004), pág. 437

Los aspectos evaluados en los suplementos del ILO, son aplicables en las cuatro máquinas evaluadas, ya que todas cumplen con las características necesarias para poder aplicarles este sistema. El análisis de los suplementos que aplican para la línea de producción se describe en la tabla XVI.

Tabla XVI. Suplementos utilizados para el análisis

A. Suplementos constantes		
1. Personal	_____	5
2. Por fatiga básica	_____	4
B. Suplementos variables		
1. Por estar de pie	_____	2
2. Por posición anormal:		
a) un poco incómoda	_____	0
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):		
10	_____	1
4. Mala iluminación		
a) un poco debajo de la recomendada	_____	0
6. Atención requerida		
b) trabajo fino o preciso	_____	2
7. Nivel de ruido:		
a) continuo	_____	0
8. Estrés mental:		
a) proceso bastante complejo	_____	1
9. Monotonía		
a) nivel bajo	_____	0
10. Tedio		
a) algo tedioso	_____	0
Total		15

A continuación se muestran los tiempos registrados para cada una de las cuatro máquinas que componen la línea con sus respectivas tareas.

Tabla XVII. Tiempos registrados para la llenadora

<i>Tarea</i>	<i>Tprom</i>	<i>C</i>	<i>Tnormal</i>	<i>Sup</i>	<i>Testandar</i>
<i>Enjuagar y drenar equipo</i>	13.4	19%	15.93	15%	18.32
<i>Cambiar estrella de salida y guías de deslizamiento</i>	12.4	19%	14.74	15%	16.95
<i>Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de paso</i>	1.2	19%	1.42	15%	1.63
<i>Cambiar tornillo sin fin</i>	6.2	19%	7.39	15%	8.49
Sumas	33.2		39.47		45.39
<i>Resto de tareas estandarizadas</i>					4.00*
Total (en min)					49.39
Total (en horas)					0.82

Tabla XVIII. Tiempos registrados para la etiquetadora

<i>Tarea</i>	<i>Tprom</i>	<i>C</i>	<i>Tnormal</i>	<i>Sup</i>	<i>Testandar</i>
<i>Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar</i>	4.5	28%	5.71	15%	6.57
<i>Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida</i>	12.7	28%	16.27	15%	18.71
<i>Cambiar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta 1 y 2.</i>	3.9	28%	4.99	15%	5.73
<i>Ajustar altura de las 4 porta bobinas y mesa de trabajo</i>	3.3	28%	4.23	15%	4.86
Sumas	24.4		31.20		35.88
<i>Resto de tareas estandarizadas</i>					26.00*
Total (en min)					61.88
Total (en horas)					1.03

Tabla XIX. Tiempos registrados para la posicionadora/empacadora

<i>Tarea</i>	<i>Tprom</i>	<i>C</i>	<i>Tnormal</i>	<i>Sup</i>	<i>Testandar</i>
<i>Cambiar Evacuadores y Posicionadores de Envase</i>	51.1	1%	51.59	15%	59.33
<i>Colocar varillas guías para salida de Envase Apachado</i>	8.6	1%	8.67	15%	9.97
<i>Cambiar Estrella y Guías</i>	15.9	1%	16.07	15%	18.48
<i>Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina</i>	5.3	1%	5.35	15%	6.16
	80.9		81.68		93.93

<i>Resto de tareas estandarizadas</i>					33.00*
				Total (en min)	126.93
				Total (en horas)	2.12

Tabla XX. Tiempos registrados para la paletizadora

<i>Tarea</i>	<i>Tprom</i>	<i>C</i>	<i>Tnormal</i>	<i>Sup</i>	<i>Testandar</i>
<i>Realizar cambio de "pieza central"</i>	8.9	15%	10.24	15%	11.77
<i>Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de PT</i>	10.9	15%	12.59	15%	14.48
	19.8		25.83		26.25

<i>Resto de tareas estandarizadas</i>					7.00*
				Total (en min)	33.25
				Total (en horas)	0.55

* Estos datos fueron obtenidos de los Manuales de Procedimientos para el cambio de presentación de envase (2007), proporcionado por la empresa.

3.2.1. Elaboración de propuesta para línea de plástico

Luego de realizar los análisis en la toma de tiempos se tiene como propuesta que los tiempos para los cambios de presentación sean los siguientes:

Tabla XXI. Tiempos estándar propuestos

No.	Máquina	T
1	Llenadora	0.82
2	Etiquetadora	1.03
3	Posicionadora/Empacadora	2.12
4	Paletizadora	0.55
Tiempo total de cambio en horas		4.52

3.2.1.1. Ahorros y mejoras en tiempos

Comparando los tiempos estándar propuestos, con los tiempos actuales, se puede determinar los siguientes ahorros por máquina:

Tabla XXII. Ahorros en los tiempos de cambio

No.	Máquina	Tactual*	Tpropuesto*	Diferencia
1	Llenadora	1.1	0.82	0.28
2	Etiquetadora	1.22	1.03	0.19
3	Posicionadora/Empacadora	2.47	2.12	0.35
4	Paletizadora	0.62	0.55	0.07
Tiempo total de cambio en horas		5.41	4.52	0.89

* Todos los tiempos son Estándar

Lo anterior refleja que con el método propuesto se puede tener un ahorro general de aproximadamente 16.5% del tiempo original.

3.3. Evaluación del área de trabajo para la implementación de mejoras

El arreglo óptimo va a depender de muchas características, tanto humanas (fuerza, alcance, sentidos) como de la tarea (cargas, repetición, orientación). Es obvio que no todos los factores se pueden optimizar.

En cuanto a las tareas, según Niebe-Freivalds (2004) para que la localización general de herramientas y equipo sea productiva, debe estar basada mediante los principios de importancia y frecuencia de uso. Es por esto que se rediseñó el área de colocación del equipo utilizado para el cambio de presentación. En el tema del aspecto humano es importante destacar que el estudio de la ergonomía en el trabajo es vital para alcanzar la efectividad en el método.

3.3.1. Nueva distribución de herramientas y equipo

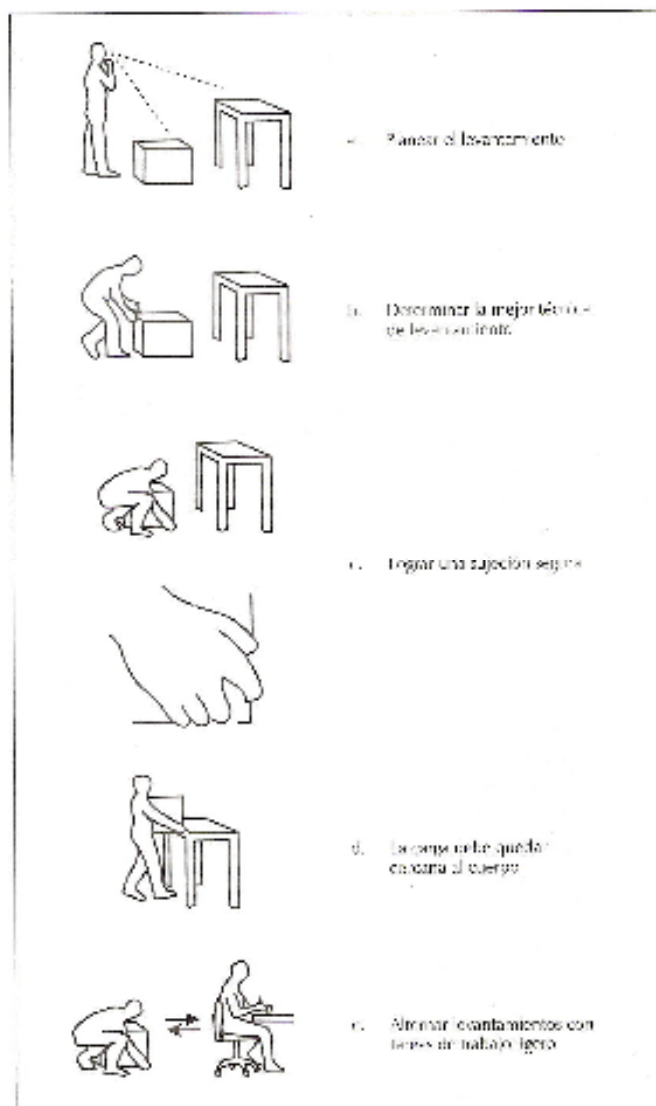
En la identificación de puntos de mejora del área de trabajo se pudo determinar que hay varias tareas que los operadores realizan que se pueden optimizar mediante una mejor distribución de las herramientas utilizadas. Los operadores debían de caminar una distancia de 20 metros para traer el estante de herramientas. Y mediante el análisis del diseño del lugar, se detectó que cerca de cada máquina había un área que no se estaba utilizando que podía ser especialmente utilizada para la colocación de estos estantes de herramientas (Ver figura 14).

3.3.1.1. Manejo de materiales y equipo

Como es bien sabido debido a la naturaleza de algunas operaciones y a las consideraciones económicas, el cambio en los métodos, el equipo o las herramientas quizá no elimine ciertos peligros. Cuando esto ocurre, los operarios deben contar con equipo de protección personal. Los operarios de la planta de producción deben contar con equipo de protección personal que apropiado: tapones de oídos, cofias (redcillas), guates de hule (para

manejo de químicos), botas de seguridad y cinturón. Los operadores realizan muchas actividades que requieren levantar objetos pesados. Por lo que es recomendable explicarles cual es la manera segura de levantar objetos para evitar daños o enfermedades ocupacionales en la espalda. Según la guía de levantamiento de la National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) el levantamiento pesado de objetos se debe hacer de la siguiente manera:

Figura 13. Método levantamiento seguro

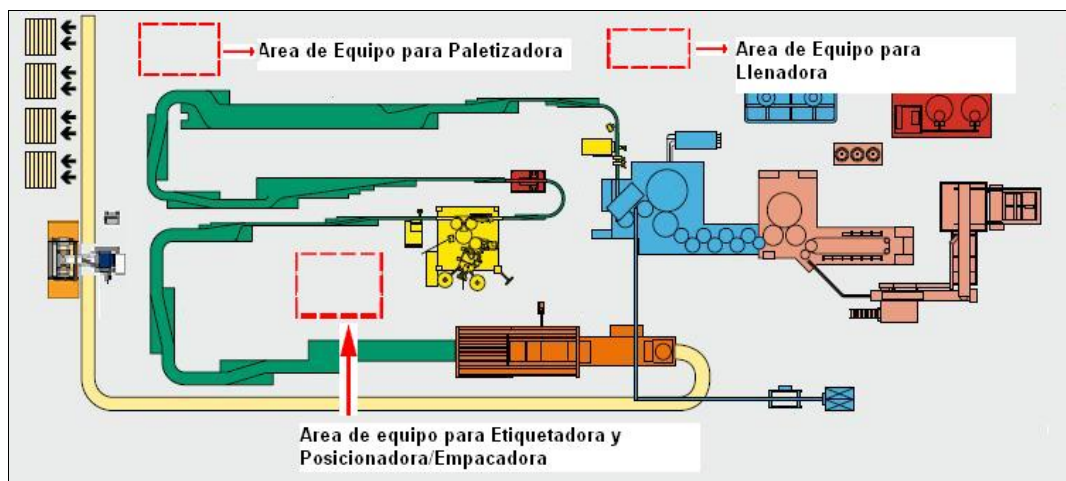


Fuente: Niebel-Freivalds (2004), pág. 174

3.3.1.2. Croquis de la nueva área de trabajo

Para el rediseño del área de trabajo, únicamente se utilizaron áreas cercanas a la línea de trabajo que no se estaban usando. Tomando en cuenta siempre que se debe dejar un espacio prudente para el paso del operador en caso de alguna emergencia.

Figura 14. Croquis de la nueva área de trabajo



Fuente: El autor

3.4. Evaluación de los ahorros en los costos actuales

3.4.1. Elaboración de análisis de costos

El nuevo análisis de Beneficio/Costo se realizará de la misma manera que el del capítulo 2, con la diferencia que ahora los tiempos de cambio son los tiempos estándar del método propuesto. Este análisis se hace en función del costo, debido a que es lo que la empresa realmente deja de gastar. No se hace en función del precio de venta ya que no se puede dar por hecho que la cantidad de botellas de más que se obtienen se vayan a vender en el año.

- Velocidad promedio: 1500 *botellas/hora*
- Horas de paro por mantenimiento: 60 *horas/mes*
- Cambios de presentación: 1 cada 15 días. Cada cambio tiene un tiempo estándar de 4.52 *horas* . Entonces son 9.04 *horas/mes*
- Paros por saneamiento de la línea (cada cambio de presentación): 1.5 *horas*
- Costo de una botella de 3L: Q9.75
- Costo de una botella de 2.5L: Q8.25
- Lavado por cada cambio de presentación: 3 *horas/mes*
- La línea trabaja 24 horas al día
- La presentación de 3L tiene una eficiencia de 87.5%
- Cuando se trabaja la presentación de 2.5L trabaja con una eficiencia de 82%

Por lo tanto, la capacidad real para cada presentación es de:

$$Cap_{3L} = 1500 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 87.5\% = 1312.5 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

$$Cap_{2.5L} = 1500 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 82\% = 1230 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

Suponiendo que el mes tiene 30 días:

$$\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}} * \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} = \frac{720 \text{ horas}}{\text{mes}}$$

Tiempo de línea parada total = T_p = Mantenimiento preventivo +
Tiempo de cambio de presentación + Lavado

$$T_p = 60 \frac{h}{\text{mes}} + 9.04 \frac{h}{\text{mes}} + 3 \frac{h}{\text{mes}}$$

$$T_p = 72.04 \frac{h}{\text{mes}}$$

Distribuyendo las horas de paro por cada hora de producción:

$$72.04 \frac{h_{\text{paro}}}{\text{mes}} * \frac{1\text{mes}}{720h_{\text{produccion}}} = 0.10006 \frac{h_{\text{paro}}}{h_{\text{produccion}}}$$

Aplicando este factor por la capacidad de la línea, para poder determinar el número de botellas que se podrían producir en el tiempo de paro:

$$Botellas_{3L} = 1312.5 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 0.10006 = 131.33 \cong 132 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

$$Botellas_{2.5L} = 1230 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} * 0.10006 = 123.06 \cong 123 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}}$$

Esto quiere decir que, con las mejoras que se realizan, se estará ahorrando:

- 3 unidades de 3 litros, por cada hora trabajada
- 4 unidades de 2.5 litros, por cada hora trabajada

Proyección anual

Es en este punto donde se puede apreciar cuanto es lo que la empresa se estará ahorrando en un año por las mejoras planteadas en este trabajo. Según datos históricos de la empresa en el año, aproximadamente, 50% del tiempo de producción es usado para 3 litros y el resto para 2.5 litros.

Botellas al año que se deja de producir

Análisis 1 (3L):

$$\frac{132\text{bot}}{\text{hora}} * \frac{24\text{horas}}{\text{dia}} * \frac{15\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{12\text{meses}}{\text{año}_{\text{prod}}} = 570,240 \frac{\text{botellas}}{\text{año}}$$

Análisis 2 (2.5L):

$$\frac{123\text{bot}}{\text{hora}} * \frac{24\text{horas}}{\text{dia}} * \frac{15\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{12\text{meses}}{\text{año}_{\text{prod}}} = 531,360 \frac{\text{botellas}}{\text{año}}$$

Costo por tener la línea detenida, C_o

Para 3 litros

$$C_{oA} = \frac{570,240 \text{ bot}}{\text{año}} * \frac{Q9.75}{\text{bot}} = Q5,559,840.00 / \text{año}$$

Para 2.5 litros

$$C_{oB} = \frac{531,360 \text{ bot}}{\text{año}} * \frac{Q8.25}{\text{bot}} = Q4,383,720.00 / \text{año}$$

Costo total por línea parada:

$$\begin{aligned} C_{O\text{nuevo}} &= C_{oA} + C_{oB} \\ C_{O\text{nuevo}} &= Q5,559,840 + Q4,383,720.00 \\ C_{O\text{nuevo}} &= Q9,943,560.00 / \text{año} \end{aligned}$$

Ahorro anual

$$\begin{aligned} \text{ahorro} &= C_{O\text{anterior}} - C_{O\text{nueva}} \\ \text{ahorro} &= 10,212,480.00 - 9,943,560.00 \\ \text{ahorro} &= \frac{Q268,920.00}{\text{año}} \end{aligned}$$

En porcentaje:

$$\begin{aligned} \% \text{de Ahorro} &= \frac{268,920.00}{10,212,480.00} \\ \% \text{de Ahorro} &= 2.63\% \end{aligned}$$

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Aplicación de los resultados en el giro de la empresa

Entre las diversas razones que hacen necesario un cambio en la empresa y sus procesos se tiene:

- Cambios constantes y profundos en el mercado y en la competencia.
- La empresa experimenta un fuerte y rápido crecimiento, con lo cual deben adoptarse medidas para apuntalar dicho crecimiento y lograr una posición ventajosa en el mercado.
- Importantes cambios económicos a nivel nacional e internacional, lo cual lleva a replantear los procesos y actividades de la empresa.

Todo cambio provoca un cierto temor natural, una “resistencia”, por desconocer los efectos que producirá. Sin embargo, este es un mundo de cambios, las demandas de años anteriores no son las mismas que las de hoy en día. Lograr cambio es uno de los procesos más difíciles, tanto con la gerencia como con los propios trabajadores. Las fuerzas que pueden llevar al cambio son internas o endógenas, debidas a las propias demandas de los trabajadores o cambios en el proceso de producción, y externas o exógenas.

4.1.1. Método de implementación

Después que el método ha sido aprobado se debe implementar en la industria. Es en este paso donde se encuentra la mayor resistencia al cambio. Sin embargo, una vez aceptado, se debe vigilar y supervisar de cerca el correcto funcionamiento del nuevo método y "venderlo" en esta oportunidad a los propios operarios. El método a utilizar será a través de: *capacitaciones informativas*. Ya que en esta situación lo importante es

transmitir la información de todos los cambios que se han realizado en el proceso.

4.1.1.1. Descripción del método

En primer lugar se debe evaluar el lugar de trabajo como tal, independientemente de quien vaya a laborar allí, para estar seguros que si había que realizar un cambio, ya se haya cumplido. Una vez revisado se procede en cada puesto de trabajo a enseñar al operario las modificaciones realizadas con calma y paciencia hasta que sean asimiladas por completo, lo cual puede tomar horas e incluso días. Se prosigue a continuación con el siguiente operario, hasta culminar todo el proceso.

4.2. Interpretación de la información

4.2.1. Monitoreo de la información

A pesar que los operadores hayan sido capacitados, es recomendado verificar varias veces las operaciones que están siendo realizadas y/ ejecutadas, pues por tendencia natural, tienden a utilizar el método que les conocido, aunque no necesariamente sea el más adecuado.

Muchas veces los operarios realizan pequeños cambios, para ellos sin importancia, pero que en realidad pueden significar el fracaso del método, por lo que es muy importante que estén conscientes de elaborar los procesos tal y como están descritos, ya que estos fueron verificados y se conoce el buen funcionamiento del mismo.

4.3. Control de costos por medio de reducción de tiempos

Las botellas que se producen de más por haber optimizado los tiempos se pueden obtener con el análisis siguiente:

- Escenario previo a la optimización:

Análisis 1 (3 Lts.):

$$\frac{135bot}{1hora} * \frac{24horas}{1dia} * \frac{30dias}{1mes} * \frac{6meses}{1año_{prod}} = 583,200 \frac{botellas}{año}$$

Análisis 2 (2.5 Lts.):

$$\frac{127bot}{1hora} * \frac{24horas}{1dia} * \frac{30dias}{1mes} * \frac{6meses}{1año_{prod}} = 548,640 \frac{botellas}{año}$$

- Escenario del nuevo método::

Análisis 1 (3L):

$$\frac{132bot}{1hora} * \frac{24horas}{1dia} * \frac{15dias}{1mes} * \frac{12meses}{1año_{prod}} = 570,240 \frac{botellas}{año}$$

Análisis 2 (2.5L):

$$\frac{123bot}{1hora} * \frac{24horas}{1dia} * \frac{15dias}{1mes} * \frac{12meses}{1año_{prod}} = 531,360 \frac{botellas}{año}$$

Ahorros:

Para presentación de 3L:

$$583,200 \frac{botellas}{año} - 570,240 \frac{botellas}{año} = 12,960 / año$$

Para presentación de 2L:

$$548,640 \frac{botellas}{año} - 531,360 \frac{botellas}{año} = 17,280 / año$$

4.3.1. Hoja de control

Debido a que es importante que la información tenga un registro, ya que permite verificar constantemente el estado del equipo y/o maquinaria que se utiliza. Además que permite trazabilidad en el proceso. Es por ello que se elaboró una hoja de control como un instrumento que se podrá utilizar para la anotación de algún cambio dentro de la línea de producción, como adquisición de nueva maquinaria.

Figura 15. Hoja de Control

Hoja de Control para Cambios en la Línea de Producción PET	
Elaborado por: _____	Inicia: _____
Cargo: _____	Finaliza: _____
Fecha: _____	Turno: _____
<div style="border: 1px solid black; height: 450px; width: 100%;"></div>	

4.4. Acciones de implementación

Las acciones que se toman para la implementación de un método, dependen de la habilidad demostrada al momento de transmitir la información, ya que de ésta depende la medida y la rapidez con las que las personas a las cuales les está siendo dirigido el programa, reconozcan y aprendan en nuevo proceso. Esa habilidad, consistirá en un 85% de acercamiento y un 15% de aplicación de la técnica.

4.4.1. Talleres y conferencias

Las capacitaciones informativas se realizaron a través de talleres y conferencias, para las cuales se tuvo preparado un informe escrito y una presentación oral. Éstas contenían una descripción breve del problema, detalles sobre la recolección de datos, diagramas comparativos entre el método propuesto y el actual y dibujos de la nueva distribución de y detalles específicos sobre el nuevo método y como será su funcionamiento, para que el personal comprenda la importancia de los cambios realizados. Además de llevar a cabo reuniones de sensibilización, por medio de las cuales se puede incrementar la confianza y colaboración del personal, ya que a través de ellas se les comunican los objetivos propuestos y las bondades que de ello puede resultar.

4.4.2. Práctica y pruebas

Es recomendable que una vez se haya impartido la información acerca del nuevo método, el supervisor o alguno de los directivos involucrados, realicen alguna prueba junto con el operador para ver si hay alguna duda o si en verdad está claro todo lo transmitido.

A continuación se presenta la figura 16, la cual muestra el diagrama de cómo será el procedimiento para la realización de las pruebas de comprobación del método en los operadores.

4.4.3. Normalización del método

En la normalización se establecen e implementan reglas en un campo específico de un sector económico, con el objeto de lograr la optimización en ese sector productivo y cumpliendo con los requisitos de calidad en sus procesos, de seguridad para el productor y el consumidor. Según la ISO (International Organization for Standardization) la Normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico. La normalización persigue fundamentalmente tres objetivos: 1) Simplificación: reduce los modelos quedándose únicamente con los más necesarios; 2) Unificación: permite la intercambiabilidad a nivel internacional y 3) Especificación: persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso (Gomez-Napier et al, 2000).

Debido a que la organización en estudio ya cuenta con procesos descritos, la normalización en este caso se refiere a la simplificación, ya que se redujo el tiempo y se optimizó el proceso, donde sólo se realizó una actualización con el tiempo estándar calculado y se modificaron las condiciones previamente descritas por la organización.

4.4.3.1. Instructivo de cambio

La implementación del manual representa el momento crucial para traducir en forma tangible las propuestas y recomendaciones en acciones específicas para elevar la productividad, mejorar la coordinación, agilizar el trabajo y homogeneizar el conocimiento de la dinámica y componentes organizacionales. En este caso se seleccionó el método instantáneo, éste método, generalmente es el más utilizado, ya que la decisión de preparar manuales administrativos, en la mayoría de los casos, proviene de los más altos niveles de la estructura de una organización, lo cual les confiere una naturaleza o validez casi obligatoria. También se adopta cuando la

organización es nueva, si no se involucra a un número amplio de unidades administrativas, si es relativamente sencillo, si no implica un gran volumen de funciones, sistemas u operaciones, o si en la organización existe una sólida infraestructura administrativa (Gómez,1994).

5. MEDIO AMBIENTE

5.1. Problemas frecuentes

Es importante iniciar por saber que es el “impacto ambiental”, este se puede definir como la diferencia encontrada entre un sistema ambiental no alterado, y este mismo sistema una vez ya alterado por la actividad humana. El sector de la industria impacta de dos modos sobre el medio ambiente:

- Esquilmando recursos (renovables y no renovables).
- Vertiendo residuos.

Los problemas frecuentes en la industria de bebidas carbonatadas surgen en la etapa de producción. Muchos efectos son de perturbación son visibles o directos. Un ejemplo de esto es el desecho de sólidos como los son los envases de plástico que tardan mucho tiempo en degradarse. Otros se producen indirectamente por los desechos liberados al ambiente, los que alteran la calidad del aire, agua e inclusive al suelo. Estos problemas descritos anteriormente pueden llegar a provocar grandes cambios cuantitativos en el ecosistema: lo que se traducen en alteraciones a la vegetación y fauna del lugar, ya sea a escala local, regional o inclusive global.

La conciencia por la preservación del medio ambiente fue una actitud necesaria llevada a cabo en los últimos años por los países más industrializados, cuestión que se transmite gradualmente al resto. Para el mismo, los países más desarrollados establecieron ciertos controles ya que sostienen que los cuidados no atañen solamente a la contaminación ocasionada por las industrias sino que también hay que evaluar la posible contaminación causada por el producto final.

El propósito de estos controles es evitar el perjuicio que provoca los pasos de la cadena de producción, no sólo durante la fabricación sino también durante el uso y de los remanentes del producto. Por esto, cada industria deberá respetar la emisión máxima autorizada de elementos contaminantes, pagando impuestos de limpieza y además incentivándolas a invertir en investigación ambiental. Un paso a seguir para este propósito sería disminuir la energía de consumo, minimizar y prolongar el ciclo de vida de un producto mediante el “reciclaje”.

El calentamiento global es una de las consecuencias relacionadas con las emisiones de compuestos orgánicos volátiles provenientes del uso de solventes en industrias de pinturas o por ejemplo en las industrias automotrices. Para ello, se trata de que las empresas sustituyan estos materiales contaminantes en el proceso industrial como el DDT., cloro, flúor, CFC., plomo, mercurio, entre otros; o bien modifiquen los procesos de producción de manera que algunos de ellos como los solvente se puedan volver a utilizar.

Este reciclaje de materiales tiene como objetivo, además de reducir el costo de la materia prima, consumir menor cantidad de energía y obviamente, contaminar menos el ambiente.

En lo que respecta a los países en desarrollo, los mismos también están tomando conciencia de la problemática que significa contaminar al medio. Sin embargo, en ellas se instalan las industrias altamente contaminantes porque son países débiles que sienten la necesidad económica de recibirlas.

Actualmente los diferentes países cooperan para proteger la capa de ozono y para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Tal es el caso que en 1990, los países nórdicos cooperaron mediante proyectos ambientales de Europa central y Oriental, con el propósito de reducir la lluvia

ácida que proviene de estos países y causa daños al medio: acidez de los lagos, suelos, etc., perjudicando la salud de la población, de los seres vivos y las construcciones arquitectónicas de gran valor.

Es así como se obtuvieron resultados positivos en cuanto a la emisión de gases en este continente, mejorando el tratamiento de las aguas residuales y logrando una mejor calidad hídrica de muchos ríos. Es por esto que el papel del ingeniero industrial es clave para el manejo de desperdicios.

Un ingeniero industrial debe tener un apto conocimiento de los problemas que puede ocasionar en el medio ambiente en base a los productos que fabrica y debe tomar medidas en el ámbito ambiental para solucionar los problemas de contaminación u otros daños que causan los productos que se fabrican en las distintas empresas de transformación. Los principales tipos de problemas que se presentan en el medio ambiente son la contaminación de las aguas en donde el ingeniero tiene una gran responsabilidad de la contaminación de las mismas ya que no es capaz de buscar el lugar más adecuado para desechar los desperdicios que causan un deterioro de los ecosistemas.

5.1.1. CO₂

En Industria Alimenticia, el dióxido de carbono (CO₂) se utiliza en bebidas carbonatadas para darles efervescencia, carbonatando el producto. Además es utilizado en los equipos de mezclas para contrapresionar los tanques. De manera industrial el agua carbonatada se prepara añadiendo ácido carbónico y dióxido de carbono en una reacción exotérmica en tanques de almacenamiento a presión para que no exista despresurización y disociación de los minerales. De este proceso, sale como residuo carbonato de calcio.

En los últimos años la cantidad de óxido de carbono (IV) en la atmósfera se ha incrementado. Se ha pasado de unas 280 ppm en la era

preindustrial a unas 390 ppm en 2009. Este aumento podría contribuir, según la ONU, al calentamiento global del clima planetario; en oposición, otros científicos dudan de que la influencia de los gases llamados "de efecto invernadero" haya sido crucial en el calentamiento que se lleva registrando en promedio en la superficie terrestre (0,6 grados centígrados) en los aproximadamente últimos 100 años.

5.1.2. CO

El óxido de carbono (II) también denominado monóxido de carbono, gas carbonoso y anhídrido carbonoso cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión incompleta de sustancias como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefones y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornallas de la cocina o los calentadores a keroseno, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos detenidos con el motor encendido también lo despiden. También se puede encontrar en las atmósferas de las estrellas de carbono.

5.1.3. Nitrógeno

El ciclo de este elemento es bastante más complejo que el del carbono, dado que está presente en la atmósfera no sólo como N₂ (78%) sino también en una gran diversidad de compuestos. Se puede encontrar principalmente como N₂O, NO y NO₂, los llamados NO_x. También forma otras combinaciones con oxígeno tales como N₂O₃ y N₂O₅ (anhídridos), "precursores" de los ácidos nitroso y nítrico. Con hidrógeno forma amoníaco (NH₃), compuesto gaseoso en condiciones normales.

El nitrógeno refuerza los envases de bebidas, para darles estabilidad a los productos no carbonatados (como por ejemplo el agua pura

embotellada), esta estabilidad se busca debido a que el producto si no tiene rigidez podría llegar a apacharse al momento del traslado en tarimas.

5.1.4. Bunker

Recibe su nombre (en inglés) de los contenedores en barcos y en los puertos en donde se almacenaba; cuando se usaban barcos a vapor se tenían bunkers de carbón, pero ahora lo mismos depósitos se usan para combustible bunker.

Combustible Bunker (conocido también como Fuel oil 6) es técnicamente cualquier tipo de combustible derivado del petróleo usado en las calderas para producir vapor saturado, usado para la limpieza de las líneas de producción. Se utiliza este tipo de combustible debido a que tiene un poder calorífico de 146,000BTU/galón y sobretodo el precio de este es mucho mas barato, comparado con otros combustibles como el diesel o la gasolina.

5.1.5. Gas propano

El principal uso del propano es el aprovechamiento energético como combustible. En esta industria, su principal función es para hacer combustión en las calderas, específicamente para iniciar la llama.

El servicio de gas propano es brindado por una empresa externa (Zeta Gas), la cual tiene, dentro de las instalaciones de la planta, sus propios tanques de almacenamiento de gas.

5.2. Métodos de mitigación

Los métodos que se utilizan para contrarrestar los efectos causados por los elementos descritos anteriores, se presentan en la siguiente parte de este trabajo:

5.2.1. Control de fugas

Existen diferentes tipos de fugas que pudieran darse en esta industria como las fugas de agua, aire comprimido, vapor, refrigeración, aunque la de refrigeración es demasiado escandalosa debido a que el refrigerante utilizado es toxico para el humano, entonces se notaria de inmediato.

Las fugas de vapor, agua y las de aire pueden revisarse por medio de auditorias programadas, con el fin de ahorrar combustible (vapor), ahorrar aguade combustible y las de aire para ahorro de energía eléctrica.

5.2.2. Auditoria de calderas

Existe un análisis que se llaman ORSAT en el cual se calibra la relación de aire-combustible con el fin de poder calibrar una mejor combustión y poder así producir las libras de vapor a las que esta fabricada la caldera con la menor cantidad posible de combustible usado. A continuación se muestra un ejemplo de reporte sobre este análisis.

Tabla XXIII. Datos de control para insumos de energía

Datos de origen para las gráficas

Fuera del parámetro permitido
En el límite del parámetro permitido
Dentro del parámetro permitido

TEMPERATURA

FECHA	TIPO DE FUEGO			PATRON
	ALTO	MEDIO	BAJO	
03-oct	460.9	450.3	348.4	450
12-oct	494.2	456.1	347.6	450
17-oct	492.2	452.1	346	450
23-oct	492.2	452.1	346	450
30-oct	511.6	450.3	353	450
06-nov	427.8	396.6	315.7	450
15-nov	443.4	393.4	275.6	450
21-nov	481.4	442.9	344.7	450
28-nov	489	448.2	338.3	450
20-ene	497.9	462.1	368	450

Continuación tabla XXIII.

CONTENIDO DE O2

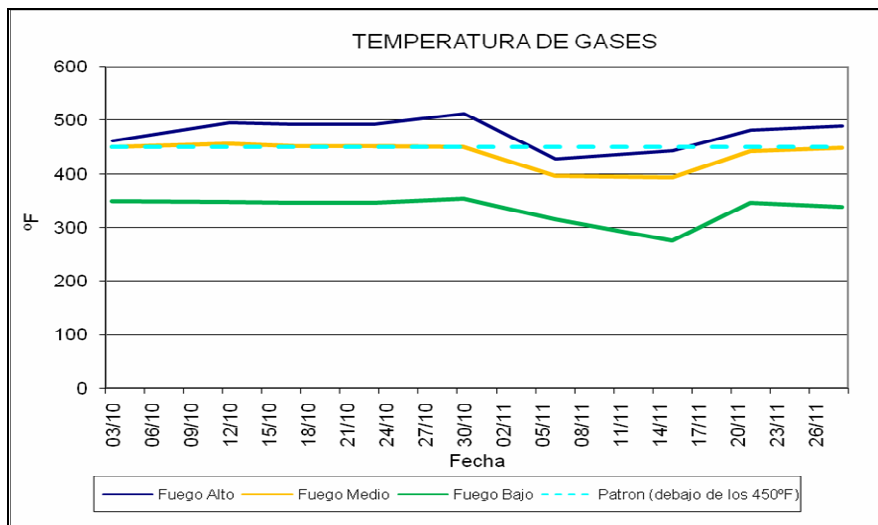
FECHA	TIPO DE FUEGO			PATRON
	ALTO	MEDIO	BAJO	
03-oct	0.066	0.046	0.094	3.50%
12-oct	0.059	0.065	0.048	3.50%
17-oct	0.051	0.0655	0.047	3.50%
23-oct	0.06	0.0655	0.047	3.50%
30-oct	0.07	0.06	3.90%	3.50%
06-nov	2.70%	4.20%	0.053	3.50%
15-nov	3.60%	0.049	0.054	3.50%
21-nov	2.80%	0.043	0.036	3.50%
28-nov	3.88%	0.051	0.05	3.50%
20-ene	3.10%	0.043	0.062	3.50%

CONTENIDO DE CO2

FECHA	TIPO DE FUEGO			PATRON
	ALTO	MEDIO	BAJO	
03-oct	0.115	0.106	0.092	13.90%
12-oct	0.12	0.116	0.129	13.90%
17-oct	0.121	0.111	0.12	13.90%
23-oct	0.1	0.113	0.128	13.90%
30-oct	0.111	0.12	13.60%	13.90%
06-nov	14.50%	13.30%	0.125	13.90%
15-nov	13.80%	0.128	14.40%	13.90%
21-nov	14.50%	13.20%	13.80%	13.90%
28-nov	13.50%	0.123	0.12	13.90%

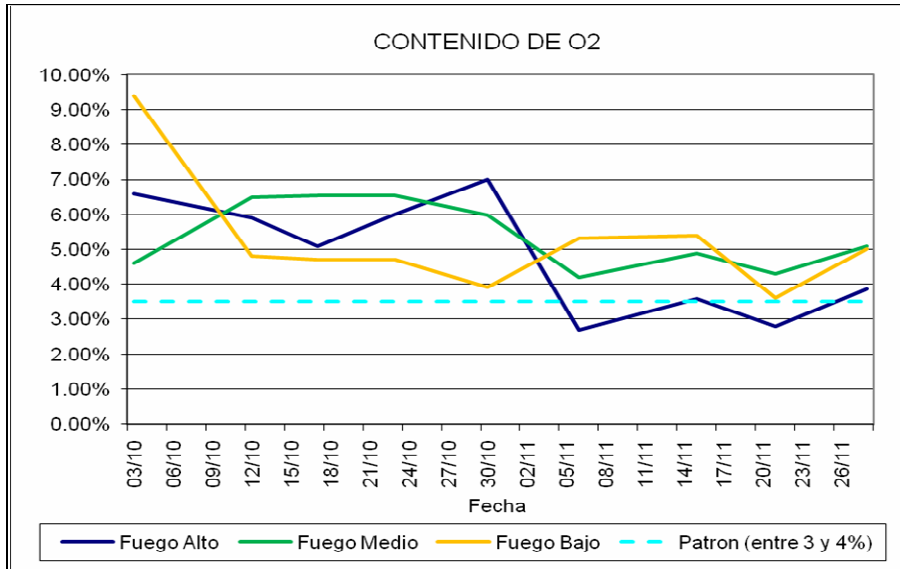
Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP®)

Figura 17. Gráfico de temperatura de gases



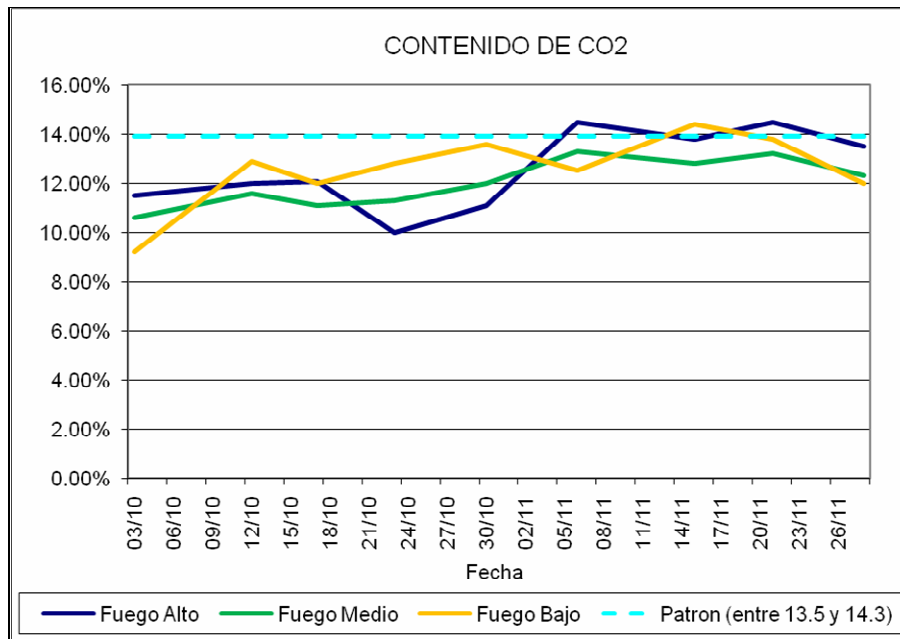
Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

Figura 18. Gráfico de contenido de O₂



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

Figura 19. Contenido de CO₂



Fuente: Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP)

5.2.3. Revisión de compresores de aire

Esta tarea es de suma importancia para el desempeño de las líneas de producción ya que un compresor bien calibrado y automatizado permite que el gasto de energía sea realmente el adecuado y no se malgaste los recursos de la empresa.

5.2.4. Aplicación de aditivo para bunker

Para poder darle un mayor rendimiento al combustible bunker, se puede utilizar aditivos especiales que le permita aumentar el poder calorífico del mismo, en otras palabras lo que se buscaría es pasar de 146,000BTU/galón a 150,000BTU/galón. Todo esto con el objetivo de que la combustión sea mucho más rápida y sencilla.

5.2.5. Inspección de tanques de gas

Debido a que los tanques de gas no pertenecen directamente a la empresa, el proveedor externo encargado de estos debe de brindar el servicio de mantenimiento preventivo a los tanques, la tarea de la embotelladora sería corroborar que el proveedor cumpla con esta condición.

6. MEJORAS Y SEGUIMIENTO

6.1. Retroalimentación

Este término se refiere al proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias, con la intención de recabar información, a nivel individual o colectivo, para intentar mejorar el funcionamiento de una organización o de cualquier grupo formado por seres humanos. Para que la mejora continua sea posible, la realimentación tiene que ser pluridireccional, es decir, tanto entre iguales como en el escalafón jerárquico, en el que debería funcionar en ambos sentidos, de arriba para abajo y de abajo para arriba.

La realimentación es un mecanismo, un proceso cuya señal se mueve dentro de un sistema, y vuelve al principio de éste sistema ella misma como en un bucle. Este bucle se llama "bucle de realimentación". En un sistema de control, éste tiene entradas y salidas del sistema; cuando parte de la señal de salida del sistema, vuelve de nuevo al sistema como parte de su entrada, a esto se le llama "realimentación" o retroalimentación.

La realimentación y la autorregulación están íntimamente relacionadas. La realimentación negativa, que es la más común, ayuda a mantener estabilidad en un sistema a pesar de los cambios externos. Se relaciona con la homeostasis. La realimentación positiva amplifica las posibilidades creativas (evolución, cambio de metas); es la condición necesaria para incrementar los cambios, la evolución, o el crecimiento. Da al sistema la capacidad de tener acceso a nuevos puntos del equilibrio.

Por ejemplo, en un organismo vivo, la más potente realimentación positiva, es la proporcionada por la auto-excitación rápida de elementos del sistemas endocrino y nervioso (particularmente, como respuesta a condiciones de estrés) y desempeña un papel dominante en la regulación de

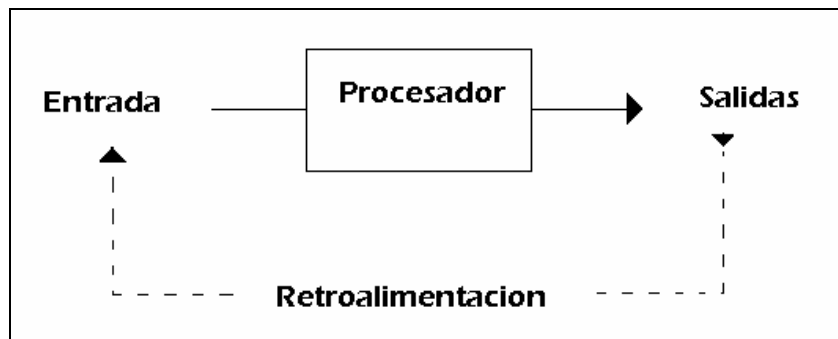
la morfogénesis, del crecimiento, y del desarrollo de los órganos. Todos estos procesos son con el fin de salir rápidamente del estado inicial. La homeostasis es especialmente visible en los sistemas nerviosos y endocrinos cuando se considera esto a un nivel orgánico.

Los elementos esenciales que aparecen en un sistema de control por realimentación son:

- Primero, un elemento que mide las variables de estado ("output").
- Segundo, un medio de comparar esa salida con el valor deseado para la misma.
- Tercero, un método de realimentar esta información a la entrada (variables de control) de tal forma que se minimiza la desviación de la salida respecto al nivel deseado.

Los sistemas o procesos de control suelen ser representados de modo conveniente mediante diagramas funcionales en los que se visualiza el papel de cada uno de los órganos del sistema. Un ejemplo podría ser el de la figura siguiente:

Figura 20. Sistema con retroalimentación



Fuente: Gomez-Napier, L. (2000). Pp. 242

Se representa en la figura un proceso físico, mecánico, biológico, etc., con una entrada previsible dentro de ciertos límites, pero no exactamente, y una salida deseable Q_D . El valor real de la salida Q_0 es detectado por una unidad de medida que envía una señal a un elemento diferenciador. Este mide la diferencia o error $Q_D - Q_0$ y transmite una señal a la unidad controladora, la cual actúa sobre el proceso de forma adecuada a fin de anular dicho error.

Obviamente, la estabilidad es una cualidad deseable de cualquier sistema de control. Es necesario que la perturbación que se efectúa en los controles a fin de corregir el error de desviación en la salida no cause una alteración excesiva en sentido contrario al de dicha desviación. De ser así, el error del proceso pasaría alternativamente de un sentido al otro, desvirtuándose el sistema de control en su propia finalidad. Un sistema de control inestable puede ejemplificarse en la marcha de un aprendiz de ciclista. Un pequeño error inicial de dirección y equilibrio es corregido con intensidad creciente, acabando inexorablemente el recorrido con una caída.

Utilidad

El control por realimentación puede definirse como el uso de las propias variables de estado como medio de controlar el comportamiento del sistema. Un ejemplo de la vida diaria de un sistema de control por retroalimentación es el control de la velocidad de un automóvil, que usa la diferencia entre la velocidad real y la deseada para variar el flujo de combustible. Ya que la salida del sistema se usa para regular su entrada, tal dispositivo se dice que es un sistema de control de bucle cerrado.

Para los efectos de la realimentación sobre un sistema de control, es esencial examinar el fenómeno en el más amplio sentido. Cuando la realimentación es introducida en forma de liberada para propósitos de control, su existencia se identifica fácilmente. Sin embargo, existen numerosas situaciones en donde un sistema físico, que normalmente se

reconocería como un sistema inherentemente no realimentado, se vuelve uno realimentado cuando se observa de cierta manera. En general, se establece que cuando una secuencia cerrada de relaciones causa-efecto existe entre las variables de un sistema, se dice que existe realimentación.

Los sistemas de control realimentados se pueden clasificar en diversas formas, dependiendo del propósito de la clasificación. Por ejemplo, de acuerdo con el método de análisis y diseño, los sistemas de control se clasifican en lineales y no lineales, variantes con el tiempo o invariables con el tiempo. De acuerdo con los tipos de señales usados en el sistema, se hace referencia a sistemas en tiempo continuo y en tiempo discreto, o sistemas modulados y no modulados.

A menudo, los sistemas de control se clasifican de acuerdo con su propósito principal. Por ejemplo, un sistema de control de posición y un sistema de velocidad controlan las variables de salida de acuerdo con la forma como su nombre lo indica.

6.1.1. Análisis

La retroalimentación es un proceso, en el marco de seguimiento y evaluación, mediante el cual se divulgan información y conocimientos que se utilizan para evaluar el progreso general hacia el logro de resultados o para confirmar el logro de resultados. La retroalimentación puede consistir en hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones extraídas de la experiencia. Puede utilizarse para mejorar el desempeño y como base para la toma de decisiones y para fomentar el aprendizaje en una organización.

Para la obtención de la retroalimentación se sugirió a la empresa que una vez por trimestre, el supervisor de la línea corrobore los datos del estudio de tiempos, para asegurarse de que no hay cambios significativos en el proceso que puedan llegar a afectar la veracidad de los datos obtenidos.

6.1.2. Propuestas de mejoras para procedimientos y tiempos

Para obtener retroalimentación para los procedimientos realizados se considera conveniente, consultar la opinión de los operarios de tarea, ya que al ser ellos quienes manejan los procedimientos, pueden indicar qué los atrasa o qué les genera dificultad. También que el supervisor participe activamente en el proceso y verifique el buen funcionamiento para determinar si es el operario en sí o realmente existe una falla en el procedimiento.

6.2. Seguimiento del proyecto

6.2.1. Supervisión periódica de las áreas de trabajo

El seguimiento se realizará a través de un formato de que permita a los mismos operadores identificar si hay algún área de oportunidad. El formato se presenta a continuación:

6.2.2. Supervisión periódica de los tiempos de cambio de presentación de envase

Con el fin de mantener un proceso optimizado, es aconsejable que se haga una toma de tiempos periódicamente, para corroborar que los tiempos se mantienen o incluso re optimizarlos si fuese necesario.

6.3. Capacitación

6.3.1. Talleres de capacitación

A continuación se proponen las modalidades que se pueden implementar en los talleres de capacitación:

- Reunión semanal o quincenal con el grupo participante por 30 minutos para conversar sobre la manera como están aplicando los aprendizajes obtenidos en el trabajo diario. Compartir dificultades y hacer referencia al contenido visto en el evento de capacitación.

- Refuerzo conceptual al grupo. Realizar capacitaciones con conferencistas que dominen el área de trabajo, para permitir refrescar los conceptos y obtener nuevos conocimientos.
- Entrevistas ocasionales con los participantes. Se sugiere que la gerencia de capacitación y-o los jefes inmediatos tengan semanal o quincenalmente una conversación informal y desestructurada sobre la forma como está impactando lo aprendido en el evento de capacitación en el trabajo.

6.3.2. Cursos técnicos

Los cursos técnicos sirven para reforzar conocimientos específicos, en este caso se podrían implementar capacitaciones realizadas por proveedores por ejemplo Zeta Gas para el manejo adecuado del gas propano que se utiliza en el proceso. También se podrían implementar cursos en Centros de capacitación por ejemplo INTECAP y Kinal. A la vez esto les ayuda a adquirir competencias y habilidades que les ayude a desarrollarse en el ámbito profesional y como superación personal.

CONCLUSIONES

1. El tiempo estándar para realizar cambios de presentación de envase de 2.5 litros a 3 litros y viceversa en la línea de producción de plástico (pet) para bebidas carbonatas de cola, se optimizó de 5.41 horas a 4.52 horas. Ahorrando 0.89 horas por cada cambio.
2. Con base en un análisis de beneficio/costo se determinó que el ahorro obtenido por la optimización de tiempos fue de: 30,240 botellas al año por cada presentación, lo cual representa una disminución en los gastos de casi de Q269,000.00 al año, sin necesidad de hacer ninguna inversión, más que el tiempo de elaboración de este estudio.
3. Los tiempos de ocio encontrados para la línea de producción fueron principalmente cuatro: la limpieza de la mesa de trabajo para la llenadora, el ajuste de los portabobinas en la etiquetadora, la limpieza de cualquier residuo en la empacadora y ajuste de la banda transportadora de la paletizadora. Estos tiempos se redujeron aproximadamente 0.18 horas por cambio.
4. Debido a que la empresa ya cuenta con una normalización de los procedimientos de operaciones, se revalidaron las tareas y se actualizaron los tiempos de cambio de presentación de la línea de producción.
5. El manejo óptimo de los materiales se alcanza través de la utilización adecuada del equipo de protección personal, ya que este esta diseñado, para disminuir el riesgo de accidentes. Además de esto es

necesario un conocimiento amplio del levantamiento de objetos con el fin de disminuir, en lo posible, cualquier lesión o enfermedad ocupacional.

6. La mejor distribución de los equipos y herramientas que agilizan los cambios de presentación en la línea de producción, fue la modificación del lugar de almacenamiento de las piezas utilizadas, ya que se encontraba a 20 metros del área de trabajo y ahora se encuentran a 5 metros, ahorrando tiempo significativo de 0.40 horas por cambio.

7. Para mejorar las condiciones laborales de los operadores se implementó un nuevo diseño en el área de trabajo, basándose en la funcionalidad del equipo, lo que hizo más ágil el trabajo y disminuyó el esfuerzo de arrastrar un estante de herramientas de peso elevado por varios metros dentro de la planta.

RECOMENDACIONES

- Establecer estándares para los empleados y usarlos como metas por lograr, para mejorar la productividad de manera significativa. Es posible, implantar planes salariales de incentivos para el trabajo, permitiendo a los empleados aumentar sus ingresos.
- Mejoras en los estándares de trabajo son ideales para el aprovechamiento del tiempo de trabajo. Ya que esto implicaría una menor supervisión.
- Un estudio de ergonomía más a detalle es recomendable, ya que una tecnología ergonómica acertada en una estación de trabajo puede alcanzar un impacto de aumento de productividad y bienestar en el operario.
- La planeación y programación cuidadosas del trabajo hacen que los empleados requieran menor supervisión. Ya que los trabajadores que tienen claro cuales son sus funciones, no deberían ocupar tiempo en situaciones que no sean productivas.
- Los ladrones de tiempo son esa suma de imprevistos que resta minutos e incluso horas de trabajo efectivo. Detectarlos ayudará a combatirlos. Éstos son los más destacados: visitas inesperadas, reuniones, papeleo y lectura, desorden, comunicación ineficaz y escasa disciplina personal.
- La agenda es una herramienta básica a la hora de organizar la jornada laboral, la semana e incluso la previsión de tareas a mediano y largo plazo. Se debe utilizar para anotar la lista de tareas diarias,

ordenándolas de forma lógica; primero las más urgentes y luego las menos relevantes.

- Es recomendable reservar momentos para pensar y reflexionar, ya que es indispensable para evaluar el trabajo realizado, planificar el que ha de venir, crear, innovar y, en definitiva, ser más eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

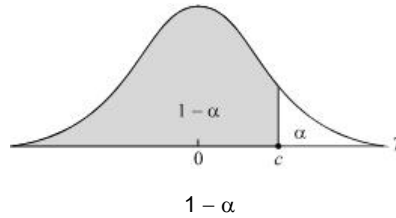
- García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo**. México: McGraw Hill. 2005.
- Gómez, Guillermo. **Planeación y Organización de Empresas**. México: Mc Graw Hill. 1994.
- Gomez-Napier, L., Gallo D., Suarez M., Croissiert. **2000 Fundamentos de Normalización, Metrología y Control de Calidad**. Cuba: Centro Nacional de Enseñanza en Normalización. 2004.
- **Instructivo de Usuario para la Línea de Plástico**, Embotelladora la Mariposa, S.A., Guatemala, 2006.
- Konz, Stephan. **Diseño de instalaciones industriales**. Estados Unidos: Limusa. 2004.
- Krick, Edwar V. **Ingeniería de métodos**. México: Limusa. 2004.
- **Manual de Políticas Organizacionales**. Embotelladora La Mariposa, S.A., Guatemala. 2007.
- O.I.T. **Introducción al estudio del trabajo**. España: Limusa-Noriega. 2002.
- Ramírez Cavassa, César. **Ergonomía y productividad**. España, Limusa-Noriega. 2002.
- Sacristán Rey, Francisco. **En busca de la eficiencia del sistema de producción**. España: Fundación Confemetal. 2003.

- Sacristán Rey, Francisco. **Técnicas de resolución de problemas.** España: Fundación Confemetal. 2003.
- Tous Zamora, Dolores; Aguirre de Mena, Juan M. **Organización y métodos de trabajo.** Ediciones Pirámide. 2002.

ANEXOS

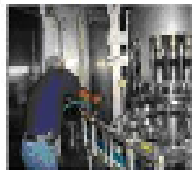

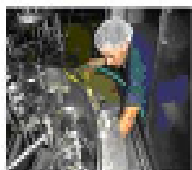

Tabla De La Distribucion T-Student:



La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c = t_{1-\alpha, r}$ donde $P[T \leq c] = 1 - \alpha$ y donde T tiene distribución t -Student con r grados de libertad.



r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

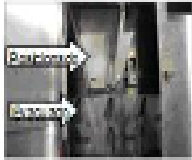

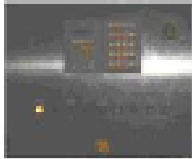

Manuales de procedimiento para el Cambio de Presentación de Envase en la línea de plástico (PET), para las cuatro máquinas:

Manual de Procedimiento Cambio de Presentación - Línea PET Llenadora		Código BD24-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 1 de 2	
Elaborado por: Trinidad Proyectos Operativos				* Firma *
Revisado y autorizado por: Gerente de Producción				* Firma *
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía	
1	Enjuagar y desarmar equipo	20		
2	Cambiar empujón de calidad y guías de deslizar lento	20		
3	Limpiar e inspeccionar roscadora y mesa de peso	5		
4	Cambiar tornillo sin fin	12		

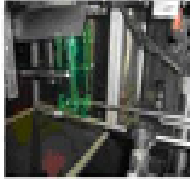

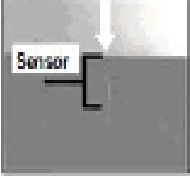

Manual de Procedimiento Cambio de Presentacion - Línea PET Llenadora		Código BD24-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 2 de 2	
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía	
5	Inspeccionar y ajustar codificador de envases	3		
6	Ajustar checkmat	1		

Tiempo total (en minutos) 66

Tiempo Total (en horas) 1.10

Manual de Procedimiento Cambio de Presentación - Línea PET Posicionadora/Empacadora		Código BD25-(GTS-2008)	versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 1 de 4	
Elaborado por:		Tráines Proyectos Operaciones		* Firma *
Revisado y autorizado por:		Gerente de Producción		* Firma *
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Foto gráfica	
1	Cambiar Escavadores y Posicionadores de Envase	05		
2	colocar Uñas (3) para salida de Envase Apachado	12		
3	inspeccionar si no hay ninguna falla	3		
4	Cambiar el Programa	1		
5	canólar estrota y uñas	28		

Manual de Procedimiento Cambio de Presentación - Línea PET Posicionadora/Empacadora	Código BD25-(GT5-2008)	versión 1	Logo de la Empresa
	año 2008	Página 2 de 4	

Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía
6	Ajustar altura de Salida de máquina y guías de deslizamiento	4	
7	Ajustar ancho guías de deslizamiento de acuerdo a salida de Estrella	5	
8	Ajustar Sensores de Envase	4	
9	Limpiar cualquier residuo en la parte superior de la máquina	10	




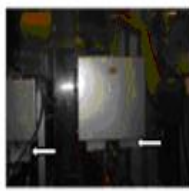
Manual de Procedimiento Cambio de Presentacion - Línea PET Posicionadora/Empacadora	Código BD25-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
	Año 2008	Página 3 de 4	




Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía
10	Ajustar cotas de preformados de paquetes	6	
11	Ajustar paso en la entrada de vibradores con manivelas	1	
12	Ajustar altura y ancho en vibradores	6	
13	Ajustar el tunel (horno) y elevarlos a la temperatura requerida. Cambiar parámetros de termo encogible (dependiendo de la presentación)	3	

Tiempo total (en minutos) 148

Tiempo Total (en horas) 2.47

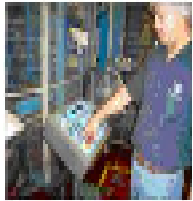
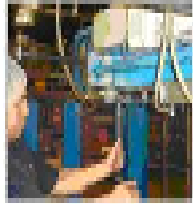
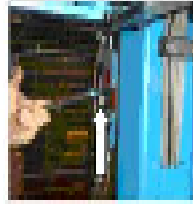
Manual de Procedimiento Cambio de Presentacion - Línea PET Etiquetadora		Código BD26-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 1 de 3	
Elaborado por:			Trainee Proyectos Operaciones	* Firma *
Revisado y autorizado por:			Gerente de Produccion	* Firma *
Tarea	Descripcion	Tiempo (min)	Fotografia	
1	Limpiar los 2 encoladores de la máquina	5		
2	Quitar, limpiar y engrasar tornillo sin fin y volverlo a colocar	8		
3	Cambiar guías de deslizamiento y estrellas de entrada y salida	25		
4	Quitar cepillos de deslizamiento de etiqueta	3		

Manual de Procedimiento Cambio de Presentacion - Línea PET Etiquetadora		Código BD26-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 2 de 3	
Tarea	Descripcion	Tiempo (min)	Fotografía	
5	Limpiar, ajustar y colocar cepillos de deslizamiento de etiqueta	5		
6	Quitar y limpiar cilindro de transferencia de etiqueta 1 y 2. Luego volverlos a colocar	7		
7	Ajustar manualmente altura de los 4 porta bobinas y de la mesa de trabajo	7		
8	Ajustar altura de transporte de entrada y salida	3		

Manual de Procedimiento Cambio de Presentacion - Línea PET Etiquetadora		Código BD26-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 3 de 3	
Tarea	Descripcion	Tiempo (min)	Fotografía	
9	Cambiar de programa (seleccionar etiqueta y envase)	1		
10	Colocar etiqueta en los transportadores 1 y 2	6		
11	Ajustar tiempo entre etiqueta y carrusel	3		

Tiempo total (en minutos) 73

Tiempo Total (en horas) 1.22

Manual de Procedimiento Cambio de Presentación - Línea PET Paletizadora		Código 0027-(GT5-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 1 de 2	
Elaborado por: Trinax Proyectos Operativos				"Firma"
Revisado y autorizado por: Gerente de Producción				"Firma"
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía	
1	Operar la máquina y abrir la paletizadora	1		
3	Realizar cambio de "placa central". Ajustar tamaño (dependiendo de la presentación, en 2.5L se usa fijo polietileno de 170mm, en 3L de 155mm)	15		
4	Limpiar e inspeccionar fuerzas elásticas de guías	5		

Manual de Procedimiento Cambio de Presentación - Línea PET Paletizadora		Código BD27-(GTS-2008)	Versión 1	Logo de la Empresa
		Año 2008	Página 2 de 2	
Tarea	Descripción	Tiempo (min)	Fotografía	
4	Cambiar el programa	3		
5	Ajustar e inspeccionar guías de entrada con caja de FT	15		

Tiempo total (en minutos) 39

Tiempo Total (en hora) 0.62