



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

**EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE
COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS**

María Isabel de Jesús Sandoval Recinos

Asesorada por el Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL
AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE
MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARÍA ISABEL DE JESÚS SANDOVAL RECINOS

ASESORADO POR LA INGA. PRISCILA YOHANA SANDOVAL BARRIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gomez Godinez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval
EXAMINADORA	Inga. Vera Ninnete de León Méndez
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 6 de febrero de 2017.

María Isabel De Jesús Sandoval Recinos

Guatemala, Agosto 2017

Ing. Jose Francisco Gómez Rivera
Director
Escuela de Mecánica Industrial

Ingeniero Francisco Gómez:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que yo Priscila Yohana Sandoval Barrios, Ingeniera Industrial, asesoré y revisé el trabajo de graduación **“EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS”**, trabajo que pertenece a María Isabel de Jesús Sandoval Recinos estudiante universitaria, quien se identifica con carnet No. 201213030. Por lo cual lo doy por aprobada.

Atentamente

Priscila Yohana Sandoval Barrios
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 10592



Priscila Yohana Sandoval Barrios
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 10592



REF.REV.EMI.002.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS**, presentado por la estudiante universitaria **María Isabel de Jesús Sandoval Recinos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. César E. Urquizú R.
Colegiado No. 4272

Guatemala, enero de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.049.018

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 **EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE DE BEBIDAS**, presentado por la estudiante universitaria **María Isabel de Jesús Sandoval Recinos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.

/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: **EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN, EN UNA LÍNEA DE MULTITPAQUE DE BEBIDAS**, presentado por la estudiante universitaria: **María Isabel de Jesús Sandoval Recinos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, abril de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

A Dios y la Virgen María

Por ser guía y luz durante mi vida y principalmente durante mi carrera.

Mis padres

Francisca Isabel Recinos Lemus y Pablo Javier Sandoval Ventura, por brindarme su amor, comprensión y apoyo. Un gracias y un te amo no compensan la herencia más grande que me han dejado; mi carrera universitaria.

Mis hermanos

Juan Pablo Sandoval Recinos, por apoyarme y darme ánimos durante todos mis desvelos. Leslie Raquel Sandoval, por darme ese entusiasmo para seguir la mejor carrera.

Mis primos

Gabriela, Eduardo, Estefany, Regy, Jackeline, Marianela, Armando Alberto, Robert, Andrea, Julio. Porque quiero ser un ejemplo de lucha y perseverancia en sus metas.

Mis tíos

Elida de León, Manuel León, Etelvina, Simón Alberto (q.e.p.d), Flor de María, Armado, Ángel Antonio. Cada uno de ustedes me ha enseñado, a su manera, lo importante que es alcanzar un sueño.

Mis abuelos

Alberto Recinos Martínez; por ser mi segundo padre, darme seguridad y apoyo; Delia Lemus y Leandra Ventura (q.e.p.d) por incluirme en sus oraciones.

Mi segunda madre

Fidelina del Rosario Cortez, gracias por estar a mi lado y enseñarme a luchar en el diario vivir.

AGRADECIMIENTOS A:

- La Facultad de Ingeniería** Mi segunda casa y el lugar que me ha dado los recursos necesarios para iniciar un camino de éxito.
- Mis amigos** Yenifer del Valle, Xavier Orantes, Alejandra Cotí, Sonia Alvarado, Christopher Virula, Jefry Hernández, Elvis. Por ser esas personas que me han dado felicidad y porque hemos compartido y luchado juntos a lo largo de nuestra maravillosa carrera.
- Mi novio** Javier Yordano Flores Aguilar, por haber llegado en el momento oportuno, por su paciencia y llenar mi vida de amor y felicidad. Gracias por luchar a mi lado.
- Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios** Usted ha sido el ejemplo que debo seguir, una mujer humilde y sencilla para transmitir sus valiosos conocimientos. Gracias por su tiempo.

**Ing. Alex Suntecun
Castellanos**

Por darme su tiempo, paciencia, transmitirme sus conocimientos y enseñarme a perseverar y luchar por uno de mis muchos sueños. Gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. GENERALIDADES SOBRE EL PRODUCTO Y CONCEPTOS CLAVES PARA SU PRODUCCIÓN	1
1.1. Ingredientes de las bebidas carbonatadas	1
1.1.1. Agua	1
1.1.2. Azúcar	1
1.1.3. Dióxido de carbono.....	2
1.1.4. Caramelo	2
1.1.5. Ácido fosfórico	2
1.1.6. Sabores naturales.....	3
1.1.7. Cafeína.....	3
1.2. Segmento de mercado	3
1.3. Bebidas gaseosas en Guatemala.....	4
1.3.1. Bebidas gaseosas en la economía de los guatemaltecos	5
1.3.1.1. Ubicación y precio de gaseosa en canasta básica	5
1.4. Industria de alimentos y bebidas en Guatemala.....	6

1.4.1.	Bebidas carbonatadas en el sector industrial manufacturera	7
1.5.	Eficiencia.....	8
1.5.1.	Tipos de eficacia	8
1.5.2	Cálculos para la eficiencia.....	8
1.5.3.	Balance de líneas por eficiencia.....	9
1.5.4.	Indicadores de eficiencia	10
1.6.	Eficacia.....	10
1.6.1.	Cálculos para la eficacia	11
1.7.	Diferencia entre eficiencia y eficacia	11
1.7.1.	Cuadro comparativo entre eficiencia y eficacia	11
1.8.	Productividad	12
1.8.1.	Factores que restringen la productividad	12
1.8.2.	Cálculos para la productividad	13
1.9.	Capital humano y su importancia en la producción	13
1.10.	Estudio de tiempos.....	14
1.10.1.	Equipo para el estudio de tiempos	14
1.10.2.	Tiempo cronometrado	15
1.10.3.	Calificación de desempeño en operarios	15
1.10.3.1.	Tablas de Westing House	15
1.10.4.	Tiempo Normal (TN).....	17
1.10.5.	Suplementos y holguras.....	17
1.10.6.	Tiempo estándar	19
2.	EVALUACIÓN DEL PROCESO Y LOS FACTORES MÁS INFLUYENTES EN LOS COSTOS DE LA LÍNEA DE MULTIEMPAQUES.....	21
2.1.	Análisis de métodos y procesos de la línea de multiempaque	21

2.1.1.	Tipos de multiempaque	21
2.1.2.	Volumen de producción	22
2.1.3.	Uso de diagramas.....	23
2.1.4.	Ergonomía	23
2.2.	Descripción y análisis de materiales.....	24
2.2.1.	Thermo <i>stretch</i>	24
2.2.2.	Thermoencogible	25
2.2.3.	<i>Sticker</i>	26
2.2.4.	Clips.....	26
2.2.5.	Identificación de materiales más desperdiciados	27
	2.2.5.1. Matriz de priorización por desperdicio de materiales	35
	2.2.5.2. Diagrama de Pareto sobre materiales con mayor desperdicio	37
2.3.	Identificación de actividades que generan desperdicios.....	38
2.4.	Equipo y maquinaria	39
2.4.1.	Tipo de maquinaria	39
2.4.2.	Función principal.....	39
2.4.3.	Mantenimiento	40
2.4.4.	Tipo de mantenimiento	41
2.4.5.	Identificación de tiempos muertos	41
2.4.6.	Estudio de temperatura	42
2.5.	Evaluación del capital humano	42
2.5.1.	Descripción de competencias.....	43
2.5.2.	Perfil del puesto	46
2.5.3.	Jornada laboral del personal operativo.....	46
2.5.4.	<i>Outsourcing</i> en la línea de multiempaque	47
2.6.	Análisis del sistema de eficiencia actual.....	47
2.6.1.	Métodos y cálculos	47

2.6.2.	Registros de eficiencias	48
2.6.3.	Descripción y análisis de formatos y registros a cargo de los operarios.....	48
2.6.4.	Descripción y análisis del programa de producción utilizado en la línea de multiempaques	50
2.6.5.	Identificación de causas y efectos de eficiencia actual	54
	2.6.5.1. Diagrama Ishikawa sobre variabilidad de eficiencia	54
2.7.	Análisis de actividades paralelas bajo la responsabilidad del personal de multiempaques	57
	2.7.1. Derrame de unidades no conformes	57
	2.7.2. Inventario de producto en piso	57
	2.7.3. Clasificado de tarimas	58
	2.7.4. Clasificado de envase de vidrio.....	58
2.8.	Proceso de multiempaque.....	59
	2.8.1. Descripción y análisis del proceso de multiempaque principal.....	59
	2.8.2. Evaluación de los registros generados en el proceso ...	62
	2.8.3. Estudio de movimientos	63
	2.8.3.1. Therblings utilizados en el proceso	63
3.	DETERMINACIÓN DE FACTORES INFLUYENTES EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	67
3.1.	Establecimiento de un nuevo ritmo de producción	67
	3.1.1. Cálculos para determinar el nuevo ritmo de producción	67
	3.1.2. Estudio de tiempos.....	68
	3.1.2.1. Toma de tiempos y tiempo estándar	69

3.1.2.2.	Identificación del tiempo estándar	81
3.1.3.	Métodos y cálculos por utilizar para medir eficiencia... 82	
3.1.3.1.	Procedimiento para el cálculo de eficiencia ... 82	
3.1.3.2.	Balance de líneas por eficiencia	83
3.1.3.3.	Procedimiento para asignación de personal .. 83	
3.2.	Establecimiento de procedimientos estandarizados para el proceso de producción	85
3.2.1.	Diagrama de procesos.....	85
3.2.2.	Diagrama Flujo de procesos.....	87
3.2.3.	Diagrama hombre máquina	91
3.2.4.	Distribución de personal	94
3.2.5.	Fichas de procesos.....	97
3.2.6.	Formularios de control de materiales.....	100
4.	ACCIONES Y RESULTADOS GENERADOS SOBRE LOS FACTORES MÁS INFLUYENTES DE LA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE.....	103
4.1.	Aumento del ritmo de producción	103
4.1.1.	Comparación con ritmo anterior.....	103
4.1.2.	Porcentaje de aprendizaje del personal operativo	104
4.1.3.	Proyecciones de eficiencias actuales con el nuevo ritmo de producción	105
4.2.	Proyección en los costos de desperdicio de materiales	109
4.2.1.	Identificación de los costos de materiales más utilizados.....	109
4.2.2.	Proyección de cantidad desperdiciada	110
4.3.	Identificación de horas extras por rotación de personal	111
4.3.1.	Identificación de costos implicados por rotación de personal.....	111

4.3.2.	Proyección de costos por rotación de personal.....	113
4.4.	Ventajas en la estandarización de procesos	114
4.4.1.	Ventaja en la implementación de diagramas.....	115
4.4.2.	Ventaja del registro de procedimientos	115
5.	DISEÑO DEL MÉTODO SISTEMÁTICO PARA EL CONTROL Y PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES.....	117
5.1.	Descripción del método sistemático para el control de eficiencias	117
5.1.1.	Estructura del método sistemático	119
5.1.2.	Datos a considerar al utilizar el método sistemático...	120
5.1.2.1.	Interpretación de registros para las entradas del sistema	121
5.1.3.	Aplicación de las hojas de proceso en el método sistemático	122
5.2.	Diseño de gráficas en el método sistemático para el control de eficiencias.	122
5.2.1.	Tipo de gráfico a diseñar	123
5.2.2.	Datos necesarios para crear el gráfico.....	123
5.2.3.	Estructura del gráfico	124
5.2.4.	Objetivos del gráfico.....	125
5.3.	Ventajas del método sistemático para el control de recursos	125
5.3.1.	Flexibilidad del método sistemático.....	125
5.3.2.	Planeación en la asignación de recursos	126
5.3.3.	Control en el empleo de materiales.....	127
5.4.	Creación de un manual para el uso y manejo del método sistemático	129
5.5.	Capacitación al responsable del sistema	130

5.5.1.	Tipo de capacitación.....	131
5.5.2.	Plan de capacitación.....	132
5.6.	Prueba piloto del método sistemático.....	134
5.7	Recursos utilizados para la creación del método sistemático	139
5.7.1.	Proyección de costos y presupuesto	139
5.8.	Impacto ambiental en la línea de multiempaque	140
5.8.1.	Implementación de las 3 R en la línea de multiempaque	141
CONCLUSIONES		142
RECOMENDACIONES		145
BIBLIOGRAFÍA.....		147
ANEXOS		149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Sistema de Suplementos	18
2.	Cuadro de decisiones; actividad colocar multiempaques.....	28
3.	Cuadro de decisiones; actividad de colocar <i>sticker</i>	29
4.	Cuadro de decisiones; actividad corte de thermoencogible	30
5.	Cuadro de decisiones; actividad embalaje de multiempaque.....	31
6.	Cuadro de decisiones; actividad colocar código de barras	32
7.	Cuadro de decisiones; sujetar multiempaque	33
8.	Cuadro de decisiones; actividad embalaje de tarima	34
9.	Diagrama de Pareto sobre producto más desperdiciado y de mayor costo.....	38
10.	Horno termoencogible	40
11.	Organigrama línea de multiempaque	43
12.	Formato utilizado para el control de la producción.....	49
13.	Registros de eficiencia	51
14.	Diagrama Ishikawa sobre variabilidad en la eficiencia.	55
15.	Clasificación y aplicación de tarimas.....	59
16.	Ingreso de producto a la línea.....	60
17.	Esquema básico del proceso de multiempaque	62
18.	Entradas y salidas; procedimiento asignación de personal.....	84
19.	Diagrama de procesos multiempaque A	86
20.	Diagrama flujo de procesos.....	88
21.	Diagrama hombre máquina ; dobléz y sellado de multiempaque	92
22.	Diagrama hombre máquina; sellado y traslado de multiempaque A	93
23.	Ficha de proceso línea de multiempaque.....	99
24.	Formato para requisición de materiales	100

25.	Formato de materiales necesarios por tipo de producción	101
26.	Comparación de eficiencia real con proyectada	107
27.	Entradas del sistema para el diseño del método	118
28.	Gráfico de eficiencias del método sistemático	124
29.	Control de materiales por medio del método sistemático.	128
30.	Plan de capacitación línea de multiempaques.....	133
31.	Asignación de operarios para la producción utilizando método sistemático.....	137
32.	Cantidad de horas requeridas para el cumplimiento de producción, utilizando método sistemático	138
33.	3 R´s en línea de multiempaques	141

TABLAS

I.	Índice de Precios al Consumidor de aguas gaseosas, año 2016	6
II.	Factores e indicadores para análisis de eficiencia.....	10
III.	Cuadro comparativo entre eficiencia y eficacia	12
IV.	Tabla de valoración de Westing House.....	16
V.	Volumen de producción actual por hora en Línea de Multiempaque.....	22
VI.	Tipo de termoencogible utilizado según multiempaque	25
VII.	Matriz de priorización por desperdicios y costo de material	36
VIII.	Frecuencia acumulada y relativa de materiales más desperdiciados en el proceso.....	37
IX.	Variación de temperaturas en horno de sellado	42
X.	Análisis de competencias socio personales	44
XI.	Análisis de competencias técnicas profesionales.....	45
XII.	Cuadro de análisis sobre registros de eficiencia	52
XIII.	Análisis de muestras obtenidas en control de eficiencias.....	53
XIV.	Datos importantes a considerar en el proceso.....	61

XV. Therblings utilizados en el proceso de multiempaque A.....	64
XVI. Estructura utilizada para estudio de tiempos	68
XVII. Tiempo cronometrado; ingreso de tarimas	70
XVIII. Tiempo estándar; ingreso de tarimas	70
XIX. Tiempo cronometrado; retirar termo stretch de tarimas.....	70
XX. Tiempo estándar; ingreso de tarimas	71
XXI. Tiempo cronometrado; colocar paquete en mesa	72
XXII. Tiempo estándar; colocar paquete en mesa	72
XXIII. Toma de tiempos; retirar termoencogible de paquetes	73
XXIV. Tiempo estándar; retirar termoencogible de paquetes.....	73
XXV. Tiempo cronometrado; colocar clip	74
XXVI. Tiempo estándar; colocar clip	74
XXVII. Tiempo cronometrado; colocar sticker	75
XXVIII. Tiempo estándar; colocar sticker	75
XXIX. Tiempo cronometrado; trasladar duopack a banda.....	76
XXX. Tiempo estándar, actividad, trasladar duopack a banda.....	76
XXXI. Tiempo cronometrado; cortar termoencogible	77
XXXII. Tiempo estándar, actividad; cortar termoencogible	77
XXXIII. Tiempo cronometrado; envolver multiempaque	78
XXXIV. Tiempo estándar; envolver multiempaque	78
XXXV. Tiempo cronometrado; control de calidad y traslado de tarima	79
XXXVI. Tiempo estándar; control de calidad y traslado de tarima	79
XXXVII. Tiempo cronometrado; sellar tarima con termo stretch.....	80
XXXVIII. Tiempo estándar; sellar tarima con termo stretch.....	80
XXXIX. Resumen de tiempo estándar	81
XL. Proyección de eficiencia con nuevo ritmo de producción	106
XLI. Operarios óptimos según requerimientos de muestra	108
XLII. Desperdicio de termoencogible	110
XLIII. Costos de mano de obra en producción de multiempaque A	112

XLIV. Proyección a un año en costos mano de obra	113
XLV. Pérdidas actuales por pago de horas extraordinarias	114
XLVI. Cronograma de capacitación	134
XLVII. Condiciones de requerimientos entregados sin emplear método sistemático	135
XLVIII. Resumen de costos y presupuesto	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
μ	Micro
mL	Mililitro
Q	Quetzal
%	Porcentaje
*	Multiplicación
#	Número
+	Suma
-	Resta

GLOSARIO

Ácido fosfórico	Pertenece a la rama de compuestos orgánicos, por sus compuestos y sus factores de resistencia, oxidación, reducción y evaporación es utilizado industrialmente en bebidas, agricultura, alimentos.
Demanda	Segmento de personas que desean adquirir un producto según necesidades, gustos y/o preferencias.
Embalaje	Tipo de envoltura realizada a un producto, con el fin de protegerlo y transportarlo.
Ergonomía	Disciplina encargada de estudiar condiciones de trabajo y la adaptación del trabajador sobre dichas condiciones.
Frecuencia	Número de veces que sucede y/o se repite una situación a lo largo de un período de tiempo establecido.
Fructuosa	.Azúcar natural, la cual se puede encontrar en frutas, verduras y miel.
Holgura	En términos de ergonomía, hace referencia al intervalo de tiempo donde el trabajador realiza otras actividades fuera de las asignadas.

IPC	Siglas utilizadas para dar a conocer el índice de Precios al consumidor; este mide la evolución del costo promedio de cada uno de los productos de la canasta básica alimentaria.
Multiempaque	Conjunto de dos o más bebidas de diferentes sabores.
Outsourcing	Proceso económico que consiste en contratar entidades externas para el cumplimiento de procesos específicos de una empresa.
Paquete	Conjunto de bebidas de un mismo sabor.
Politereftalato de etileno	Conocido Industrialmente como material PET. Tipo de plástico empleado para envases de bebidas y otros productos.
Producto Interno Bruto	Término utilizado para expresar el valor monetario sobre la producción de bienes y servicios generados en un país.
Producto No Conforme	Producto que no cumple con los requisitos establecidos por la empresa.
Reproceso	Acción generada al identificar un producto no conforme, consiste en realizar nuevamente el producto.

Tiempo de ocio	Intervalo de tiempo donde el operario no realiza ningún tipo de actividad durante el proceso.
Tiempo muerto	Intervalo de tiempo donde un equipo o maquinaria permanece encendida sin ser utilizada.
Trazabilidad	Capacidad de seguir documentalmente el historial de un producto, desde su inicio de producción hasta su ubicación final.

RESUMEN

La empresa donde se realizó el presente trabajo de graduación está dedicada a la producción de bebidas carbonatadas. Su producción es de tipo continuo y de un mismo sabor; sin embargo, debido a las exigencias del mercado, la empresa se ha visto en la necesidad de lanzar promociones de bebidas combinadas (multiempaques con dos sabores diferentes), y tomando en cuenta que las líneas automatizadas no tienen la capacidad de armar estos multiempaques, el Departamento de Producción debió incorporar una línea manual que realice multiempaques con dichas especificaciones. En la elaboración de estos multiempaques, el operario interviene en la mayor parte del proceso. En la actualidad, este proceso se realiza empíricamente y sin control.

Por lo anterior el presente trabajo de graduación titulado *Evaluación de los principales factores que influyen en el aumento de costos de producción, en una línea de multiempaques de bebidas* abarca varios estudios empleando diferentes técnicas de ingeniería industrial para la toma de decisiones, análisis de métodos y procesos. Estos estudios analizaron el recurso humano, materiales y maquinaria. De ese análisis se concluyó que el recurso humano es el factor más influyente en la variación de costos porque, sistemáticamente, incumple con sus actividades. Como consecuencia se incurre en diversos gastos, como el pago de horas extraordinarias y desperdicios de materiales entre otros. Para disminuir la problemática se estableció un nuevo ritmo de producción y se creó la propuesta de un método sistemático que inicia un proceso de planificación de la producción, aplicando herramientas, como balance de líneas, diagramas, estudios de tiempo, análisis de cada tiempo y datos, y gráficas que permiten la distribución correcta de personal según requerimiento y tiempo.

OBJETIVOS

General

Evaluar los principales factores que llegan a influir en el aumento de los costos de producción en la línea de multiempaques de bebidas.

Específicos

1. Analizar, por medio de herramientas de ingeniería, el proceso y metodología utilizada para la fabricación del multiempaque principal, identificando actividades y factores que afectan los costos de producción.
2. Interpretar y cuantificar los resultados generados en el análisis de los factores más influyentes en el proceso y plantear acciones correctivas para disminuir costos de producción.
3. Establecer procedimientos y técnicas sistemáticas y estandarizadas, para el seguimiento y control de actividades y costos de producción diarios dentro de la línea.
4. Diseñar e implementar un método actualizado que permita planificar y controlar diariamente el rendimiento de los recursos utilizados en la línea de multiempaque.
5. Proyectar y comparar para un año el costo de producción más influyente en la línea actualmente, versus los costos después del estudio realizado para analizar los beneficios de su implementación.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa debe enfrentarse constantemente a la mejora continua. Este reto obliga a tener bien definidos los objetivos de cada una de sus áreas. Ocasionalmente, por la magnitud de una empresa, es muy difícil medir sus costos de manera homogénea. Por ello, cada departamento debe llevar su propio control para determinar el grado de rendimiento de los recursos empleados. Dicho control dependerá de las actividades y la planificación para el cumplimiento de objetivos.

En este trabajo, se realiza una evaluación utilizando diferentes métodos y técnicas de los tres recursos principales en la producción de multiempaques; capital humano, materiales y maquinaria. De esta forma se analiza cuantitativa y cualitativamente, cómo estos, actualmente, afectan los costos de producción de la línea. El estudio de estos recursos se centra en el producto de mayor demanda de la línea. Para el desarrollo de este trabajo y por respeto a la confidencialidad de la empresa, el producto se menciona como Multiempaque A. A continuación, se presentan las generalidades de cada uno de los capítulos que conforman el presente trabajo.

El alcance del primer capítulo es dar a conocer las generalidades del producto y cómo influye en el mercado guatemalteco al ser un producto de la canasta básica; se dan a conocer conceptos claves sobre producción e ingeniería de métodos.

El segundo capítulo describe las funciones de la línea de multiempaque, su proceso de producción, los recursos empleados para el cumplimiento de requerimientos y evalúa cómo, estos factores, aumentan los costos de producción de la línea. Por medio de una matriz de priorización por parámetros

se identifican los materiales más desperdiciados. El equipo y maquinaria se analiza mediante la identificación de tiempos muertos; el capital humano se evalúa por medio del perfil del puesto y la descripción de competencias. Finalmente, para analizar el proceso de producción se parte de la documentación actual, registros generados durante la producción y las herramientas utilizadas actualmente.

En el tercer capítulo se determinan los factores más influyentes en el aumento de costos de producción. Se establece un nuevo ritmo de trabajo por medio de un estudio de tiempos y movimientos, se estandariza el proceso del multiempaque principal por medio de la creación de ficha de procesos, diagramas de flujo de procesos y hombre máquina.

El cuarto capítulo cuantifica, en términos de costo, las evaluaciones realizadas en los capítulos dos y tres, proyectando los costos de materiales desperdiciados, costos de horas extraordinarias, se proyectan eficiencias de producción reales con base en el nuevo ritmo de producción y presenta las ventajas de la estandarización del proceso.

El quinto capítulo muestra el diseño de un método sistemático que permitirá iniciar la creación del proceso de planificación de la producción por medio de la correcta distribución del personal, según requerimientos. El diseño abarca la descripción del método, manejo e interpretación de la información por medio de gráficos y la actualización de los conocimientos del personal involucrado por medio de un cronograma de capacitación.

1. GENERALIDADES SOBRE EL PRODUCTO Y CONCEPTOS CLAVES PARA SU PRODUCCIÓN

A continuación, se presentan las características de las bebidas carbonatadas, ingredientes, historia y cómo, este producto, influye en la economía y mercado guatemaltecos. Se dan a conocer temas importantes sobre producción e ingeniería de métodos.

1.1. Ingredientes de las bebidas carbonatadas

Los componentes básicos de una bebida carbonatada son el agua, azúcar, dióxido de carbono, caramelo, ácido fosfórico, sabores naturales y cafeína. Se utilizan según fórmulas de cada empresa.

1.1.1. Agua

Esta debe ser tratada por medio de purificación este sistema dependerá de cada empresa, algunas utilizan sistema de arenas de pedernal y carbón activado, volviéndola más ligera libre de sales minerales las que varían en cantidad y tipo según la fuente o procedencia de este líquido.

El agua que se debe utilizar para la fabricación de bebidas debe ser con especificaciones de agua para consumo humano es decir purificada.

1.1.2. Azúcar

Generalmente una bebida carbonatada de 250 ml contiene la misma cantidad de azúcar y calorías que una Porción similar de jugo de naranja; 27 gramos de azúcar, lo que equivale a cuatro cucharaditas de azúcar y al 29% del

valor diario recomendado para un adulto según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria EFSA.

1.1.3. Dióxido de carbono

Según el libro *La historia del sabor* (Fiora Steintbach Palazzini 1994) el dióxido de carbono es el encargado de proporcionar la típica efervescencia de este tipo de gaseosas, las burbujas que son provocadas por este ingrediente son las responsables de llevar el sabor característico a las papilas gustativas, liberar el aroma y añaden volumen de sabor en la gaseosa.

Este gas es conocido como carbonatación, ya que uno de sus ingredientes es el agua carbonatada; compuesto a base de agua y dióxido de carbono.

1.1.4. Caramelo

Este es el ingrediente encargado de dar el color característico de la bebida carbonatada, el caramelo se produce comercialmente para dar colores característicos en los alimentos, las antiguas civilizaciones utilizaban este ingrediente para dar energía. “El caramelo es utilizado para mejorar la apariencia de otros productos tales como, vinos, vinagres, cervezas, salsas, licores y repostería”¹

1.1.5. Ácido fosfórico

Este ácido se utiliza en la preparación de algunos alimentos y bebidas, especialmente, en las bebidas que hacen el papel de preservante, además, aporta sabor a la bebida carbonatada. El ácido fosfórico contiene fósforo; mineral

¹ STEINBACH PLAZZINI, Fiora. La historia del sabor, Pág. 75.

común en la naturaleza y uno de los componentes principales de los dientes y huesos.

1.1.6. Sabores naturales

En el libro *La historia del sabor*, Steinbach expresa que los sabores naturales de las bebidas son extractos de vegetales. Este ingrediente es parte de la esencia de la gaseosa y los tipos de extractos vegetales integran las fórmulas secretas de cada empresa. Los sabores naturales se obtienen de frutas, especias y vegetales.

1.1.7. Cafeína

Por lo general una bebida carbonatada al compararla con una taza de café en cuanto al aporte de este ingrediente, se sabe que una taza de café contiene de 95 a 200 mg de cafeína, y una bebida carbonatada contiene por lata de 34 miligramos, 9,6 miligramos de cafeína.

El consumo moderado de cafeína aporta algunos beneficios, como el estímulo del sistema nervioso central, prevención de Alzheimer, reducción de fatiga, aumenta el estado de alerta, mejora la capacidad de reacción, entre otros. La cafeína se puede extraer de hojas, semillas y frutos.

1.2. Segmento de mercado

En la actualidad, existe una gran diversidad de bebidas, entre ellas, vinos, cerveza, agua embotellada, refrescos, bebidas carbonatadas, café, jugos, bebidas lácteas, entre otras. Como todo producto, participan en el mercado,

según su influencia y representación mercadológica. La participación dependerá de la cultura, sociedad, actividades, e incluso el nivel económico del consumidor.

John Matthews inventó el aparato para mezclar agua con dióxido de carbono. A partir de ese momento cobran auge las empresas de bebidas carbonatadas. La invención de esta bebida ha generado un gran mercado de competencia. Un mercado tan rico y amplio era imposible monopolizarlo por mucho tiempo, la competencia entre las empresas productoras se inició en los albores del siglo XX y continúa en la actualidad por medio de la singular publicidad lanzada por estos competidores.

1.3. Bebidas gaseosas en Guatemala

Las bebidas gaseosas en Guatemala, actualmente, son parte importante en la vida y rutina de la población. Según el boletín informativo de la Super Intendencia de Administración Tributaria (SAT) en el año 2015 se distribuyeron 1 478,8 millones de litros de gaseosas, jarabes y concentrados, para el año 2016 el volumen de distribución de este tipo de bebidas en el país aumentó en un 4,71% lo que equivale a 1 548,5 millones de litros.

Es fácil verificar que el producto se adquiere, principalmente, para refrescar, sin embargo, los guatemaltecos la incluyen en actividades familiares, deportivas, escolares entre otras. Es posible que esta práctica sea inconsciente dada la publicidad insistente de las empresas productoras.

1.3.1. Bebidas gaseosas en la economía de los guatemaltecos

El sistema de Guatemala mide los índices de precios al consumidor tomando como base la prioridad asignada a ciertos productos que consideran satisfacer sus necesidades básicas, este conjunto de alimentos expresados en cantidades específicas es representado en la Canasta Básica Alimentaria (CBA), la cual es calculada y actualizada cada doce meses.

El Congreso de la República de Guatemala para fortalecer los métodos de control de impuestos, aprobó en el año dos mil dos, la Ley del impuesto específico sobre la distribución de bebidas gaseosas, bebidas isotónicas o deportivas, jugos y néctares, yogures, preparaciones concentradas o en polvo para la elaboración de bebidas y agua natural envasada (Decreto 09-2002).

El Decreto 09-2002 del congreso de la república de Guatemala detalla el proceso que las empresas de bebidas deben seguir para pagar impuestos, tarifas y liquidaciones. Según el artículo 10 del Decreto 09-2002, la tarifa del impuesto para bebidas gaseosas carbonatadas es de Q 0.18 por cada litro distribuido en el país.

1.3.1.1. Ubicación y precio de gaseosa en canasta básica

En los últimos años, los precios de la canasta básica han incrementado y las bebidas gaseosas han contribuido a ello. Este producto se puede incluir en la canasta básica en la clasificación de aguas gaseosas. En la siguiente tabla se muestra el aumento en el precio de bebidas gaseosas durante el primer semestre del año dos mil dieciséis, por medio del índice de precios al consumidor (IPC). Los precios de bebidas gaseosas pueden variar por muchos factores, entre ellos,

presentaciones y marcas o por el tipo de distribuidor, como las tiendas de conveniencia, supermercados, ventas ambulantes entre otras.

Tabla I. **Índice de Precios al Consumidor de aguas gaseosas, año 2016**

Mes	IPC
Enero	121,44
Febrero	121,31
Marzo	121,41
Abril	121,38
Mayo	122,73
Junio	122,80

Fuente: elaboración propia, basado en el Instituto Nacional de Estadística INE, informe Sobre índice de precios al consumidor y costo de la canasta básica alimentaria y vital, presentado en agosto 2015.

1.4. Industria de alimentos y bebidas en Guatemala

Según un taller que presentó el Instituto Sinaloense del Deporte y la Cultura Física (ISDE) en octubre de 2011, el país contaba con 39 empresas pertenecientes al sector de bebidas y empleaba a 18 000 guatemaltecos. La producción de bebidas se encuentra principalmente en el departamento de Guatemala, seguido de Zacapa, Quetzaltenango y Escuintla.

Las importaciones y exportaciones también forman parte activa en este tipo de industrias, El Salvador, Honduras y México son los principales importadores de bebidas.

1.4.1. Bebidas carbonatadas en el sector industrial manufactureras

La economía de los guatemaltecos se refleja, principalmente, por las fuentes de empleabilidad que el país les ofrece, sin duda alguna la industria de alimentos y bebidas es uno de los sectores económicos fundamentales de Guatemala. Esta industria genera un volumen bastante alto de empleos y es en muchos lugares del país el sector industrial más grande y un aportador del Producto Interno Bruto (PIB) del país.

En Guatemala, el Sistema de Cuentas Nacionales clasifica esta actividad productiva como elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco, Ocupando la posición número tres; “siendo esta la principal actividad económica del sector de industrias manufactureras y una de las más importantes del país”.²

Para el año 2011 se estimó que la economía había aumentado en 3,8%, de este porcentaje el sector de alimentos y bebidas contribuyó en un 2,4%. “De acuerdo a cifras del Banco de Guatemala, en el año 2010, el valor bruto de la producción de alimentos, bebidas y tabaco ascendió a Q 76, 373.6 millones”³.

La producción de azúcar en el país es un factor que aporta rentabilidad a la industria de bebidas, ya que es uno de sus ingredientes principales. El informe del Superintendente de Bancos ante la Junta Monetaria informa sobre la situación

² Departamento de Análisis Económico y estándares de supervisión, área de análisis económico y financiero. Superintendencia de Bancos de Guatemala SIB. Análisis de sectores económicos, sector de alimentos y bebidas. Publicado en página web del SIB en marzo 2012. pág. 4.

³ Departamento de Análisis Económico y estándares de supervisión, área de análisis económico y financiero. Superintendencia de Bancos de Guatemala SIB. Análisis de sectores económicos, sector de alimentos y bebidas. Publicado en página web del SIB en marzo 2012. pág. 8.

financiera de las empresas. Las industrias de bebidas están registradas en este informe como industrias manufactureras y presenta el comportamiento de algunos rubros financieros de interés, como inversiones y cartera de créditos hasta el mes de Junio de 2015. En la cartera de créditos por destino económico la fabricación de bebidas fue una de las empresas que presentó mayor variación, junto a la fabricación de productos alimenticios y tabaco.

1.5. Eficiencia

Es la forma adecuada de invertir los recursos que se utilizan en una empresa o en sus áreas para alcanzar un objetivo. Se debe identificar el momento en el cual se logra eficiencia; “la eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos, es decir se genera cantidad y calidad”⁴.

1.5.1. Tipos de eficacia

Estos dependerán de los recursos que utiliza la empresa, los factores básicos para analizar la eficiencia son la maquinaria, el capital humano y la materia prima. Estos factores deben analizarse con base en el costo que generan según su utilización, procurando que sea racional y óptima.

1.5.2. Cálculos para la eficiencia

Según el libro de García, la eficiencia es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según turnos

⁴ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Segunda edición). Capítulo 2, Organización de la producción. Pág. 19

de trabajo en tiempos definidos. La eficiencia medida en términos de porcentaje, se obtiene de la siguiente manera:

*Ecuación 1: porcentaje de eficiencia*⁵

$$\%E = \frac{\textit{Capacidad usada}}{\textit{Capacidad dispobible}} * 100$$

Esta fórmula aporta las bases para el análisis de cada tipo de eficiencia, el empresario identifica si es importante analizarlas con el fin de obtener indicadores de eficiencia.

1.5.3. Balance de líneas por eficiencia

Este método analiza la producción desde el punto de vista del tiempo estándar, demanda versus la eficiencia esperada, jornada de trabajo y el número de operarios. Según Criollo en su libro *Estudio del trabajo*, para calcular la eficiencia necesaria para una producción se debe utilizar la siguiente ecuación.

*Ecuación 2: Cálculo de eficiencia por medio del Balance de Línea*⁶

$$E = \frac{TE * demanda}{\#op * JL}$$

⁵ (Autor: Roberto García Criollo, estudio del trabajo. 2da edición)

⁶ (Autor: Roberto García Criollo, estudio del trabajo. 2da edición)

Donde:

E = eficiencia

$\#op$ = número de operarios

JL = horas de trabajo (según jornada laboral)

TE = tiempo estándar

1.5.4. Indicadores de eficiencia

Partiendo del concepto de eficiencia, como la forma en que se usan los recursos de la empresa, los indicadores consisten en analizar, individualmente, cómo se utiliza cada uno de ellos.

Tabla II. **Factores e indicadores para análisis de eficiencia**

Factores para analizar la eficiencia	Indicadores de eficiencia
<ul style="list-style-type: none">• Maquinaria• Materia prima• Mano de obra	<ul style="list-style-type: none">• Tiempos muertos• Desperdicios• Porcentajes de utilización.

Fuente: elaboración propia.

1.6. Eficacia

Se refiere al análisis de la producción con base en el grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, es decir cuánto se logró en función de lo esperado.

1.6.1. Cálculos para la eficacia

Para identificar el grado de cumplimiento de un proceso, es necesario cuantificarlo de acuerdo con los recursos alcanzados en comparación con los esperados. Para esto es necesario emplear la siguiente ecuación.

Ecuación 3: Ecuación para el cálculo de eficacia.

(Autor: Roberto García Criollo, *Estudio del trabajo*. 2da edición)

$$Eficacia = \frac{\text{recursos obtenidos}}{\text{recursos programados}}$$

La eficacia por medio de indicadores es proyectar el grado de cumplimiento de los programas de producción y las demoras en los tiempos de entrega, un indicador de eficacia muy común es el de producción real versus producción proyectada.

1.7. Diferencia entre eficiencia y eficacia

La eficacia es simplemente la comparación entre lo que se logró y lo que se esperaba lograr (fines), no analiza a profundidad los recursos o la forma como fueron logrados los objetivos como lo hace la eficiencia. Por otro lado, la eficiencia analiza y planifica con más detalle la manera de cumplir con los objetivos trazados, prioriza recursos económicos, materiales, humanos y capacidades en el cumplimiento de actividades, es decir se enfoca en los medios.

1.7.1. Cuadro comparativo entre eficiencia y eficacia

Si se realiza un análisis comparativo entre eficiencia y eficacia, se deduce que la eficiencia busca de manera más directa la optimización del recurso y al

mismo tiempo la maximización de la productividad. En la siguiente tabla se resumen las principales diferencias entre estos dos términos.

Tabla III. **Cuadro comparativo entre eficiencia y eficacia**

Eficiencia	Eficacia
Prioriza los medios y los procesos para el alcance de objetivos.	Prioriza el alcance de objetivos.
Utiliza la planificación.	Es proactivo.
Logro de objetivos con el mínimo de recursos.	Logro de objetivos sin analizar recursos invertidos, solo capacidades.
Pretende la reducción de costos.	No se prioriza la reducción de costos.

Fuente: elaboración propia.

1.8. Productividad

Es la relación entre producción e insumos, entonces podemos decir que productividad es: “el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”.⁷

1.8.1. Factores que restringen la productividad

Es muy importante reconocer que la productividad es analizada y mejorada según decisiones de la línea de mando, son ellos los que deben fijar las metas en base a la demanda y objetivos de la empresa. Por esta razón, hay algunos factores que pueden restringirla tales como:

- **Tamaño de las organizaciones:** cuanto mayor tamaño adquieren las empresas mayores serán los obstáculos de comunicación en el

⁷ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Segunda edición). Capítulo 2, Organización de la producción. Pág. 9

cumplimiento de resultados, es decir el cumplimiento de trazabilidad de cada área.

- Capacidad de análisis: en muchas organizaciones los altos mandos desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo.
- Metodología de trabajo: los métodos y herramientas utilizados en los procesos son parte fundamental para el éxito de los mismos, si se utilizan de la manera correcta se puede ahorrar tiempo y dinero.

1.8.2. Cálculos para la productividad

Ecuación 4: Ecuación para cálculo de productividad⁸

$$productividad = \frac{producción}{Insumos}$$

De acuerdo con la ecuación anterior, la productividad combina el alcance de los objetivos de la manera correcta, invirtiendo al mínimo los recursos.

1.9. Capital humano y su importancia en la producción

El profesor de la Universidad de Harvard, Elton Mayo, fue pionero en el estudio del movimiento de las relaciones humanas en las empresas. Analizó el comportamiento de los trabajadores y los problemas de productividad en la empresa que estaba bajo su cargo. Con el estudio de Mayo, la administración de las empresas está obligada a tomar en cuenta los aspectos socio emotivos de

⁸ (Autor: Roberto García Criollo, estudio del trabajo. 2da edición)

sus trabajadores, demostrando que son el medio que permite enriquecer los procesos.

El capital humano es uno de los recursos más importantes para una empresa, aún más cuando la línea de producción no es automatizada. Este recurso es clave para el cumplimiento de objetivos de la línea, por tanto se debe dar seguimiento al desempeño del trabajo, tomando en cuenta que sus resultados dependerán de factores como; motivación, ergonomía, ambiente laboral, condiciones laborales entre otros.

1.10. Estudio de tiempos

Para desarrollar un sistema eficiente de los procesos, es necesario establecer tiempos empleados en las actividades principales, según el libro de Niebel “Los estándares de tiempos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo”⁹.

1.10.1. Equipo para el estudio de tiempos

Para realizar un buen estudio de toma de tiempos es necesario tener un equipo de calidad para reducir al mínimo el intervalo de error. El equipo y materiales que se deben tener como mínimo debe ser: cronometro, tablero, calculadora y de ser necesario un sistema de software. Es necesario contar con un formato definido y estructurado para la recolección de datos durante el estudio de tiempos, este formato puede variar según los requerimientos del área en estudio.

⁹ NIEBLE, Benjamín Andris Freivalds. Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños del trabajo. (Duodécima edición). Capítulo 10, Estudio de tiempos. Pág. 327

1.10.2. Tiempo cronometrado

También llamado tiempo observado, se refiere a tomar el tiempo de un proceso en específico dividiéndolo en sus elementos. Para esto, es necesario realizar un cuadro o formato de toma de tiempos el cual debe incluir tiempo, actividad a evaluar, elementos de la actividad, ciclos por cronometrar y tiempo cronometrado, estos formatos pueden variar según especificaciones de la empresa.

Si la actividad cronometrada la realizan varios operarios, lo ideal es realizar una toma de tiempo a cada uno de los operarios y se elige el tiempo cronometrado del trabajador más lento, ya que esta es la persona que marca el ritmo de producción de la línea.

1.10.3. Calificación de desempeño en operarios

Los métodos y formas para calcular las medidas de desempeño son muy variadas, dependen del tipo de industria, procesos, reglamentos o normas implementadas. Las medidas de desempeño son datos que indican si una empresa está en un proceso de mejora continua. La base del desempeño de operaciones es la utilización, es decir “la proporción de tiempo que un recurso es usado de hecho en relación con el tiempo que está disponible para su uso”¹⁰

1.10.3.1. Tablas de Westing House

Esta tabla permite calificar o valorar el trabajo cronometrado basándose en habilidades, esfuerzos, condiciones y consistencia del trabajador. La valoración

¹⁰ CHASE Richard. Administración de operaciones producción y cadena de suministros. 13 ed. Capítulo No 2, procesos, pág. 168.

será la sumatoria de la habilidad, esfuerzo, condición y consistencia de la actividad cronometrada.

Tabla IV. **Tabla de valoración de Westing House**

HABILIDAD			ESFUERZO		
Valoración	Código	Descripción	Valoración	Código	Descripción
+0.15	A1	Muy Hábil	+0.13	A1	Muy excesivo
+0.13	A2	Hábil	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Muy excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Muy bueno	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Medio	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.10	E2	Medio regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Muy malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
Valoración	Código	Descripción	Valoración	Código	Descripción
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Mala

Fuente: NIEBLE, Benjamín Andris Freivalds. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños del trabajo*. p. 434

Esta tabla se utilizará para el tiempo cronometrado de cada una de las actividades del proceso, se debe analizar la habilidad empleada del trabajador para el cumplimiento de la actividad, el esfuerzo que la actividad requiere, de igual manera se debe analizar el ambiente o las condiciones en las que se está

realizando la actividad y cuál es la consistencia que el operario mantiene durante todo el proceso.

1.10.4. Tiempo Normal (TN)

Es el ajuste que se le hace al tiempo observado en base al sistema de valoración asignado a la actividad según tabla de Westing House, se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 5: Ecuación del tiempo normal

(Autor: Roberto García Criollo, Estudio del trabajo. 2da edición)

$$TN = TO * \left(\frac{c}{100}\right)$$

Donde:

TN = tiempo normal c = valoración (según Tabla V)

TO = tiempo observado o cronometrado

1.10.5. Suplementos y holguras

La postura del trabajador, el ambiente de trabajo, la ergonomía entre otras, son condiciones que afectan el ritmo de trabajo, por ende, también afectan el estudio de tiempos. El observador debe tomar en cuenta estas condiciones y todas las condiciones que afectan el trabajo realizado, existe una tabla de holguras como guía para que el observador asigne porcentajes de holguras al tiempo estándar, la tabla muestra ciertas condiciones y el observador debe comparar si la actividad realizada cumple con las condiciones que la tabla específica, si es así le debe asignar un valor a la actividad.

Esta tabla permite asignar un valor agregado al tiempo de un trabajador, según las condiciones y características del trabajo realizado, de esta manera se tomarán en cuenta el esfuerzo desempeñado. Queda a criterio y experiencia del observador la asignación de suplementos y holguras, tomando en cuenta el tipo de producción y condiciones del área de trabajo.

Figura 1. Sistema de suplementos

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLE	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	f) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata		
SISTEMAS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	(kilocalorías/cm ² /segundo)		
a) trabajo de pie			16		0
Trabajo de pie	2	4	14		0
b) postura normal			12		0
Ligeramente incomoda	0	1	10		3
Incomoda (inclinado)	2	3	8		10
Muy incomoda (acostado, estirado)	7	7	6		21
c) Uso de fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			5		31
peso levantado por kilogramo			4		45
2.5	0	1	3		64
5	1	2	2		100
7.5	2	3			
10	3	4	g) Ruido		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y muy fuerte	7	7
22.5	11	16	h) Tensión mental		
			Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida	4	4
30	17	----	Proceso muy complejo	8	8
33.5	22	----	i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
e) Tensión visual			Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajos de cierta precisión	0	0	Trabajo aburrido	2	1
Trabajos de precisión o fatigoso	2	2	Trabajo muy aburrido	5	2
Trabajos de gran precisión	5	5			

Fuente: Herramientas para el ingeniero industrial, estudio de tiempos, tabla de suplementos. Página Web: www.ingenierosindustrialesonline.com

1.10.6. Tiempo estándar

Es el tiempo que se le asigna realmente al proceso para determinar su ritmo de producción, el tiempo estándar incluye el tiempo normal y el porcentaje de suplementos asignados según figura 1.

El tiempo estándar debe calcularse para cada una de las actividades requeridas, posteriormente la sumatoria de todos estos tiempos formaran el tiempo estándar de la actividad cronometrada.

Ecuación 6: Cálculo de tiempo estándar

(Autor: Roberto García Criollo, Estudio del trabajo. 2da edición)

$$TE = TN(1 + H)$$

Donde:

TE = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal (ecuación 5)

H = Holguras (Figura No.1)

Lo recomendable antes de iniciar el estudio de tiempos es observar con detenimiento el proceso, sus actividades, movimientos y micro movimientos de ser necesario.

2. EVALUACIÓN DEL PROCESO Y LOS FACTORES MÁS INFLUYENTES EN LOS COSTOS DE LA LÍNEA DE MULTIEMPAQUES

2.1. Análisis de métodos y procesos de la línea de multiempaque

En la empresa en estudio, las líneas automatizadas solamente producen lotes de un solo tipo de producto. Sin embargo, debido a las exigencias del mercado, esta se ha visto en la necesidad de lanzar promociones de productos o bebidas combinadas. Dado que las líneas automatizadas no tienen la capacidad de armar este tipo de empaque, la empresa se vio obligada en agregar una línea que realice multiempaques. En este proceso el operario interviene en la mayor parte. Los multiempaques que realizan son enviados a sus principales clientes, en su mayoría, supermercados de mayor prestigio en el país.

La línea de multiempaque tiene bajo su responsabilidad actividades para cumplir con los requerimientos que la demanda solicita. Maquilan y re-empacan paquetes promocionales de seis sabores de bebidas que ofrece la empresa en diferentes presentaciones.

2.1.1. Tipos de multiempaque

La empresa ofrece sus productos en tres tipos de envase: politereftalato de etileno (PET), vidrio y lata. Se ofrecen al mercado en diferentes presentaciones: 600 ml, 355 ml, 2, 2,5 y 3 l. Estos dos últimos son los de mayor demanda. Los multiempaques que más se realizan en la línea son de presentaciones en envase PET. Actualmente, la línea tiene a su cargo maquilar y re-empacar diez tipos de

multiempaque. Por respeto a la confidencialidad no se mencionaran los nombres de los multiempaques, estos serán nombrados según su demanda.

2.1.2. Volumen de producción

El volumen y ritmo de producción de la línea de multiempaque se basa en el trabajo de once operarios. El jefe de línea tiene como referencia un estudio realizado hace más de un año. El volumen de producción, según el tipo de multiempaque se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V. **Volumen de producción actual por hora en Línea de Multiempaque**

Tipo de multiempaque	Volumen de producción (Multiempaques/11 Operarios)
Multiempaque A	394
Multiempaque B	470
Multiempaque C	705
Multiempaque D	287
Multiempaque E	612
Multiempaque F	492
Multiempaque G	350
Multiempaque H	451
Multiempaque I	492
Multiempaque J	527

Fuente: datos proporcionados por la empresa, estudio realizado en junio 2014.

2.1.3. Uso de diagramas

Los diagramas de proceso, bimanuales, hombre máquina, entre otros, son métodos utilizados para poder documentar, identificar y llevar a cabo un proceso de producción estandarizado, los mismos con el tiempo son evidencia para realizar puntos de mejora en los procesos.

En la línea de multiempaque el personal operativo realiza los procesos según la experiencia adquirida y con base en las instrucciones transmitidas por el jefe de la línea. En el área de trabajo no se utilizan figuras o diagramas para indicar el procedimiento correcto. Cabe mencionar que el jefe de línea desconoce la metodología para poder implementar diagramas de procesos.

2.1.4. Ergonomía

Durante todo el proceso de multiempaque el operario realiza movimientos utilizando partes del cuerpo que, por la repetitividad, tienden a fatigarse y lastimarse, por ejemplo, los dedos, brazo, antebrazo, espalda y cintura. Tomando en cuenta que en promedio el peso de un multiempaque A es de diez libras (10 lb.) y un operario en promedio manipula 594 multiempaques por hora, se puede determinar la cantidad de esfuerzo y fatiga que generan los operarios durante la producción.

Para mitigar desgastes y fatiga en columna y cintura, es necesario que la totalidad de los operarios utilicen cinturón de seguridad, el área cuenta con este y otros equipos de protección personal, sin embargo, no se tiene la cultura de utilizarlos.

2.2. Descripción y análisis de materiales

Los materiales para elaborar un multiempaque son termo *stretch*, *sticker* y clip. La tarima se sella con material termoencogible. Para ello, se utilizan algunas herramientas de apoyo, como las tijeras, cuchillos y cinta adhesiva. Los materiales carecen de lugar específico para su almacenaje, se ubican a un costado del horno de sellado, lo que dificulta controlar la cantidad utilizada, el orden y disponibilidad.

Los materiales se solicitan a intervalos no planificados al área de Bodega por medio de una requisición manual, el responsable de la solicitud, recepción y almacenaje posterior a la entrega por bodega es el Jefe de la Línea de multiempaque.

2.2.1. Thermo *stretch*

Industrialmente se conoce como *stretch film*. Se utiliza para embalar automática o manualmente por medio de pallet. En la línea de multiempaque se utiliza para embalar la tarima y transportar el producto de forma segura. El termo *stretch* utilizado tiene las siguientes características:

Presentación: bobina de 1 519 metros

Calibre: 64 μmm

Alto: 2,5 milímetros

2.2.2. Thermoencogible

Se presenta en bobinas con láminas de plástico, tiene la característica de cambiar sus dimensiones por medio de la aplicación del calor. Se utiliza para el embalaje secundario del producto.

La línea de multiempaque utiliza cuatro diferentes bobinas que varían de acuerdo con el tipo de multiempaque que se desea sellar. Las presentaciones de bobinas son de 15 mm, 18 mm, 19 mm y 21 mm de ancho y todas tienen un espesor de 2.5 mm.

Tabla VI. **Tipo de termoencogible utilizado según multiempaque**

Multiempaque	Tipo de termoencogible a utilizar (espesor*calibre)
Multiempaque A	19 * 2,5 mm
Multiempaque B	15*2,5 mm
Multiempaque C	25*2,5 mm
Multiempaque D	25*2,5 mm
Multiempaque E	18*0,5 mm
Multiempaque F	15*2,5 mm
Multiempaque G	15*2,5 mm
Multiempaque H	18*0,5 mm
Multiempaque I	21*2,5 mm
Multiempaque J	18*0,5 mm

Fuente: información proporcionada en planta.

2.2.3. Sticker

Se utilizan dos tipos de *sticker*, uno para identificar el tipo de bebida del multiempaque (rojo y verde), el segundo tipo de *sticker* contiene el código de barras y la descripción del producto, este último es colocado manualmente a cada multiempaque al salir del horno. Se pudo observar que el *sticker* es desperdiciado gradualmente por el operario. Se coloca cierta cantidad en los dedos de las manos y según el movimiento realizado por el operario estos se pegan unos con otros, lo que provoca el desperdicio de los mismos y el retraso en la actividad de pegado.

2.2.4. Clips

El clip es un tipo de sujetador de *twinpack*. Une simétricamente dos envases a la vez y están diseñados para soportar el peso del producto. Los clips permiten facilitar al consumidor el traslado de su paquete, siendo un producto ergonómico para el cliente.

Los clips se utilizan para armar los paquetes y promociones especiales de bebidas, se coloca en las boquillas de cada envase antes de ser trasladado hacia el termoencogible. El clip está diseñado para colocarse entre la boquilla de dos envases y formar parejas de bebidas. El multiempaque A contiene 3 parejas, por ende utiliza tres clips y es el producto que demanda más materiales.

2.2.5. Identificación de materiales más desperdiciados

Durante los estudios de campo realizados en la producción del multiempaque A, se pudieron determinar actividades, movimiento y factores que provocan el desperdicio del material termoencogible, *sticker* y termo *stretch*.

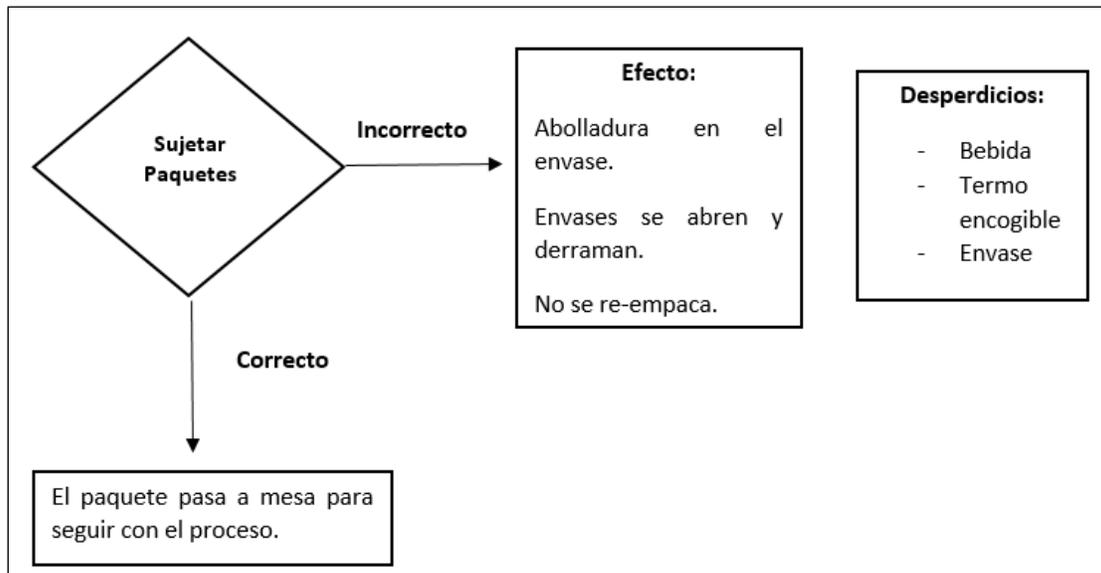
A continuación, se presenta el análisis de las actividades: dónde se deben emplear los materiales, cuál es la manera como se utilizan y cómo se clasifican los desperdicios generados por su mala manipulación según la decisión del operador. Las actividades son analizadas por medio de cuadros de decisión y flujogramas, estos permiten visualizar los efectos de realizar la actividad de manera incorrecta y los desperdicios generados.

- **Sujetar paquetes**

El operador sujeta los paquetes para trasladarlos a la tarima, esta actividad la realizan a gran velocidad, en ocasiones no se percatan de la manera correcta de sujetar el paquete, por lo que el producto se desliza, abollan los envases y, en ocasiones, el producto se abre y derrama.

Figura 2.

Cuadro de decisiones; actividad colocar multiempaques



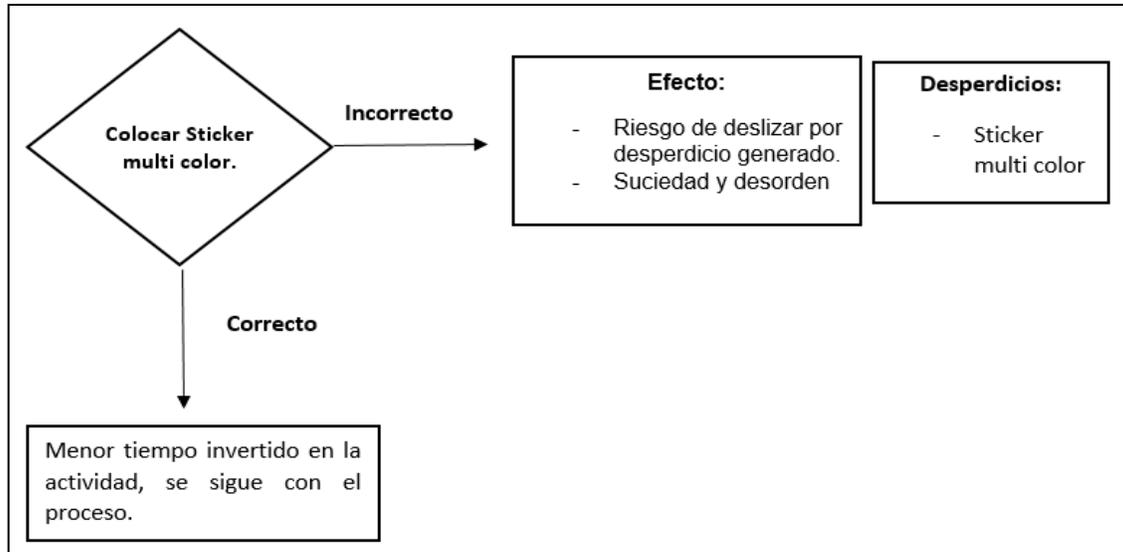
Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaques A.

- **Colocar *sticker* multicolor**

Este material viene en largas tiras enrolladas en pequeñas bobinas. Se colocan en las muñecas o incluso se observó que los operarios cortan cierta cantidad de cintas con *sticker* y son enrolladas alrededor de su cuello. Los operarios retiran uno a uno los *sticker* con gran velocidad y agilidad para colocarlo sobre cada envase, de esta manera es imposible no desperdiciar *sticker* y evitar que estos se queden pegados alrededor de los dedos, manos y/o muñecas.

El tiempo de ocio del proceso se refleja en esta actividad, debido a que los operarios se cansan por los movimientos realizados con los dedos, es una actividad repetitiva y a gran velocidad.

Figura 3. Cuadro de decisiones; actividad de colocar *sticker*

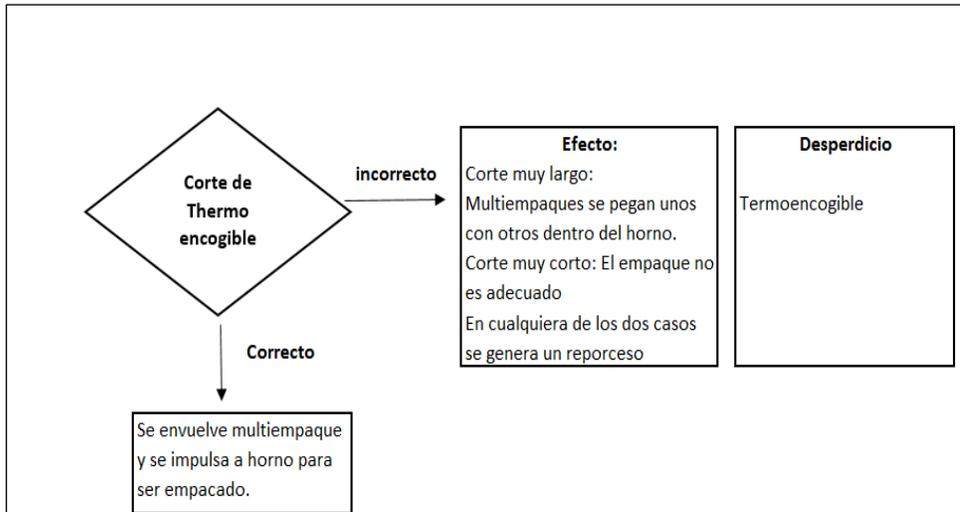


Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

- **Cortar termoencogible**

La medida de termoencogible para empacar un multiempaque es de 1,6 metros de largo por 0,48 de ancho. El operador realiza este corte de manera aleatoria por lo que si el termoencogible lleva un corte demasiado pequeño el multiempaque no queda empacado correctamente, en caso contrario, si el corte es más largo, provoca que los multiempaques se peguen unos con otros dentro del horno. Sin embargo, la correcta realización de esta actividad se detecta en el embalaje del multiempaque.

Figura 4. **Cuadro de decisiones; actividad corte de thermoencogible**



Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

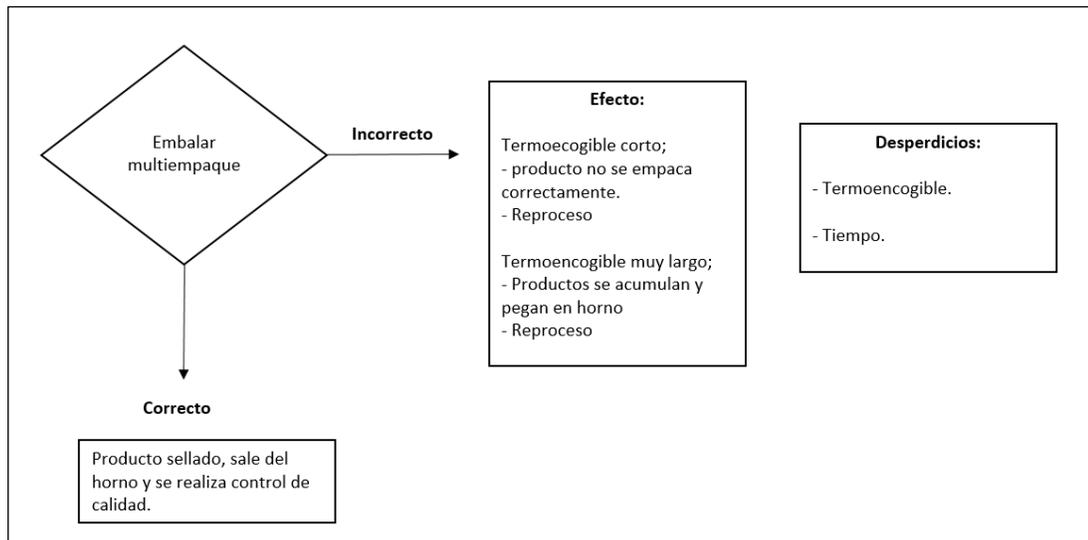
- **Embalaje de multiempaque**

Esta actividad está a cargo de un operario. Cuando las unidades están completas para formar el multiempaque, el operario gira el termoencogible para empaquetarlo. En ese momento el multiempaque está en movimiento porque se manipula mientras está en la banda transportadora y el operario tiene alrededor de 3 a 5 segundos para levantar las seis unidades y cubrirlas en su totalidad con el termoencogible. Después entran al horno para sellarlos. Si el operario realiza mal esta actividad, el multiempaque al salir del horno no estará sellado correctamente y se desechará para repetir el proceso.

Esta actividad tiene como punto crítico el corte del termoencogible. Si el corte es demasiado corto el operario no podrá envolver en su totalidad el multiempaque, si es demasiado largo, no tendrá el tiempo suficiente para embalarlo, entonces, se acumularán multiempaques que entrarán muy juntos al horno y en el proceso

de sellado se pegarán entre sí. En cualquiera de los casos se desperdicia termoencogible. Se pudo determinar que este es el primer cuello de botella del proceso.

Figura 5. **Cuadro de decisiones; actividad embalaje de multiempaque**

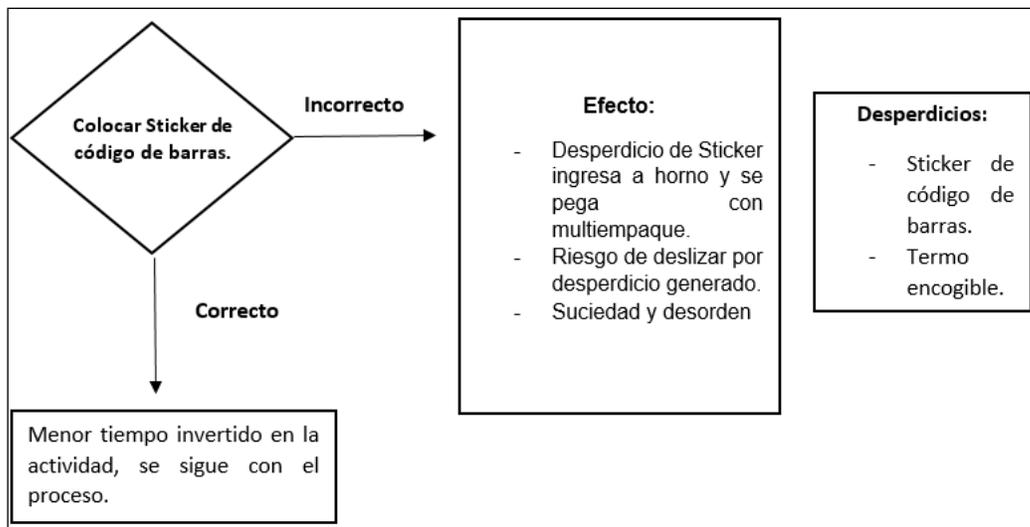


Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

- **Colocar código de barras**

El código de barras viene en largas tiras de *sticker* enrollado en bobinas. Esta bobina se cuelga en una varilla a la salida del horno para facilitar la colocación del *sticker* en el multiempaque según este salga del horno. El operario debe tener mucha agilidad para colocar cada *sticker*, retirar el sobrante que este deja (una larga tira de papel), mover el multiempaque para dejar salir del horno al siguiente, posterior a esto realiza control de calidad y traslada a tarima. Es muy importante que el operario coloque únicamente un *sticker* a cada multiempaque, pues por motivos de control y registro en tiendas un multiempaque no debe de tener más de un código de barras

Figura 6. **Cuadro de decisiones; actividad colocar código de barras**



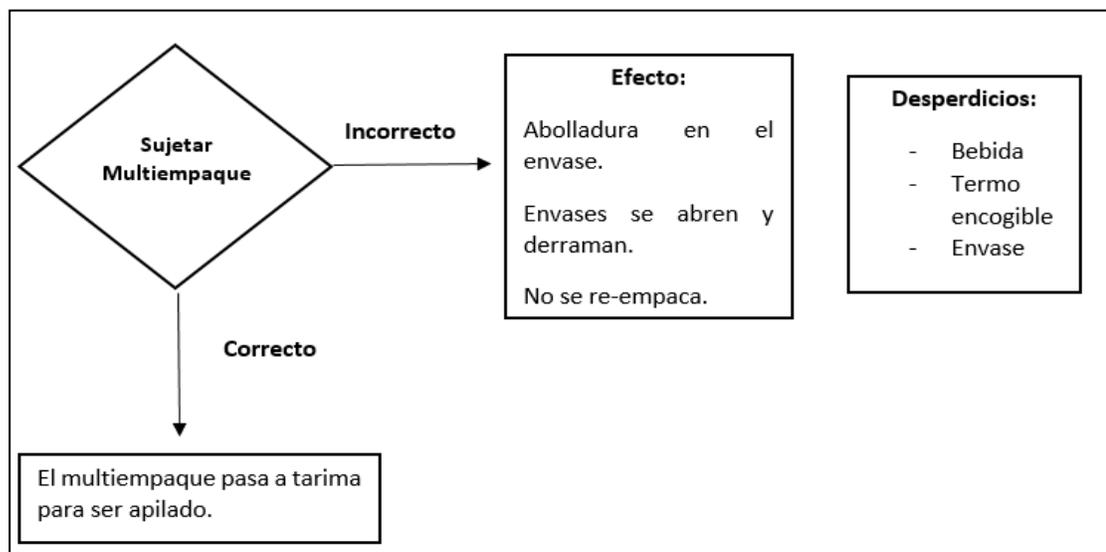
Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

- **Sujetar multiempaque**

Al salir el multiempaque del horno, un operario traslada el multiempaque a tarima para apilarlo. Este procedimiento se realiza a gran velocidad y si no se sujetan correctamente, el termoencogible es destruido, se cae, lastima y produce abolladuras y/o derrame de bebida.

Esta actividad está a cargo de un operario por lo que se pudo observar en varias ocasiones la acumulación de producto debido a la velocidad con la que salen del horno. Esto provoca un cuello de botella en la salida del horno.

Figura 7. **Cuadro de decisiones; sujetar multiempaque**

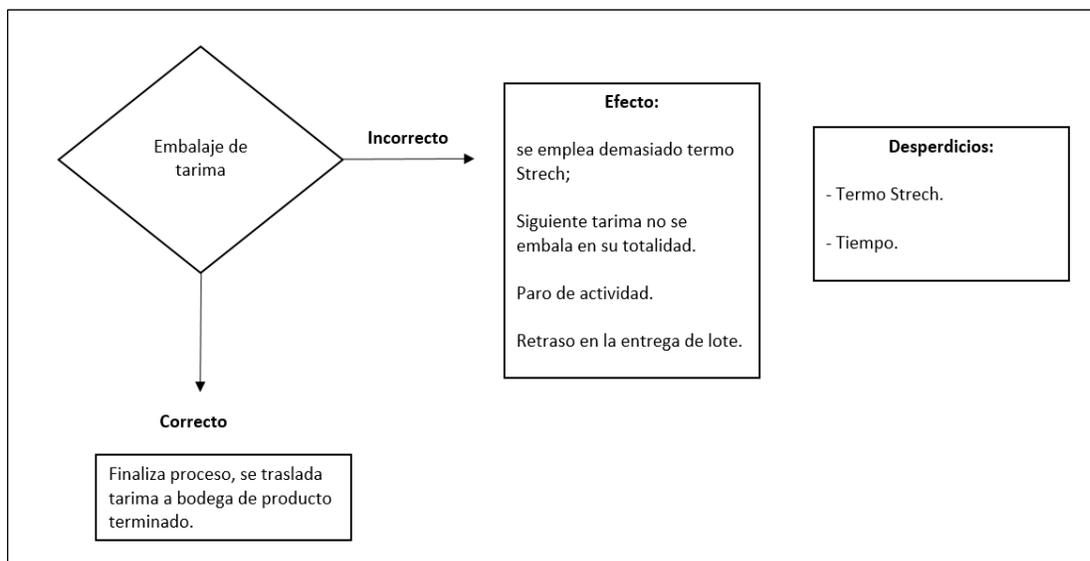


Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

- **Embalaje de tarima**

Al completar una tarima de multiempaques, un operario la protege envolviéndola con material termo *stretch*. Esta actividad consiste en girar alrededor de la tarima con una bobina de termo *stretch* haciendo movimientos ascendentes y descendentes hasta envolver en su totalidad la tarima. No se tiene estandarizada la cantidad de material empleado. Por esta razón, reiteradamente, el material se desperdicia y se corre el riesgo de quedarse sin embalaje para la siguiente tarima.

Figura 8. **Cuadro de decisiones; actividad embalaje de tarima**



Fuente: elaboración propia, basado en observaciones del proceso de multiempaque A.

2.2.5.1. Matriz de priorización por desperdicio de materiales

Con los cuadros de decisión se puede determinar que los materiales más desperdiciados durante el proceso son termo *stretch*, termoencogible, *sticker* multicolor y *sticker* código de barras. Sin embargo, se debe determinar y analizar cuáles son realmente aquellos materiales que generan mayores costos y que, a lo largo del tiempo, pueden generar mayores pérdidas si no se cuenta con un método de medición y control. Es necesario comparar, en primer lugar, cualitativamente cada uno de los materiales, se tomaron como referencias de comparación el costo del material y el que genera mayor desperdicio.

Una matriz de priorización por puntos permite evaluar cualitativamente frente a frente cada uno de los materiales para elegir o dar prioridad a uno de ellos, según el criterio de decisión empelado. Para determinar cuál de los materiales generaba mayor desperdicio en el área de multiempaque se utilizó esta herramienta de la siguiente manera.

Se realizó una matriz donde la primera columna y la primera fila describen en el mismo orden los materiales necesarios durante el proceso. Los criterios de decisión fueron analizados junto al jefe de línea. La tabla se completó con la comparación de cada material y la elección del que genera más desperdicio y tiene mayor costo de compra. Por ejemplo, entre el termoencogible y el clip, el primero es el más desperdiciado y el precio de compra es mucho mayor que el clip, por ende, se debe priorizar su medición y control. Al finalizar la comparación de todos los materiales, se determinó la frecuencia según su repetitividad y posteriormente su prioridad.

Tabla VII. **Matriz de priorización por desperdicios y costo de material**

Material (Q precio comercial aprox.)	Termoencogible	Clips	Termo stretch	Sticker multicolor	Sticker código de barras	Frecuencia de comparación	Prioridad
Termoencogible (Q2,480.00 /900mts)		Termoencogible	Termoencogible	Termoencogible	Termoencogible	8	1
Clips (Q0.10 /Ud.)	Termoencogible		Termo stretch	Sticker multicolor	Sticker de código de barras	0	5
Thermo stretch (Q250.00 / bobina 100 lts)	Termoencogible	Termo stretch		Termo stretch	Sticker de código de barras	5	2
Sticker multicolor (Q0.05/ Ud.)	Termoencogible	Sticker multicolor	Termo stretch		Sticker de código de barras	2	4
Sticker código de barras (Q0.05/ Ud.)	Termoencogible	Sticker de código de barras	Termo stretch	Sticker de código de barras		5	3

Fuente: elaboración propia, según criterios de decisión del jefe de línea.

La matriz anterior es fuente de entrada para determinar cuál de los materiales necesitan un método de control y medición para disminuir los costos por desperdicio. Para ello, es necesario representar porcentualmente la frecuencia de cada material. En el caso del material *thermo stretch* y el *sticker* código de barras ambos han tenido la misma frecuencia de comparación. El precio comercial del termoencogible genera mayor impacto en los costos de desperdicio que el *sticker* código de barras. Por esta razón, ha sido asignado como segunda prioridad.

2.2.5.2. Diagrama de Pareto sobre materiales con mayor desperdicio

Un diagrama de Pareto permite identificar los muchos vitales y los pocos triviales de un proceso por medio del 80% y 20% de la totalidad de factores evaluados. Los muchos vitales hacen referencia a la materia prima que genera mayor desperdicio y costos en el proceso de multiempaque principal, los pocos triviales son los materiales que no generan mayor variación en el costo de producción.

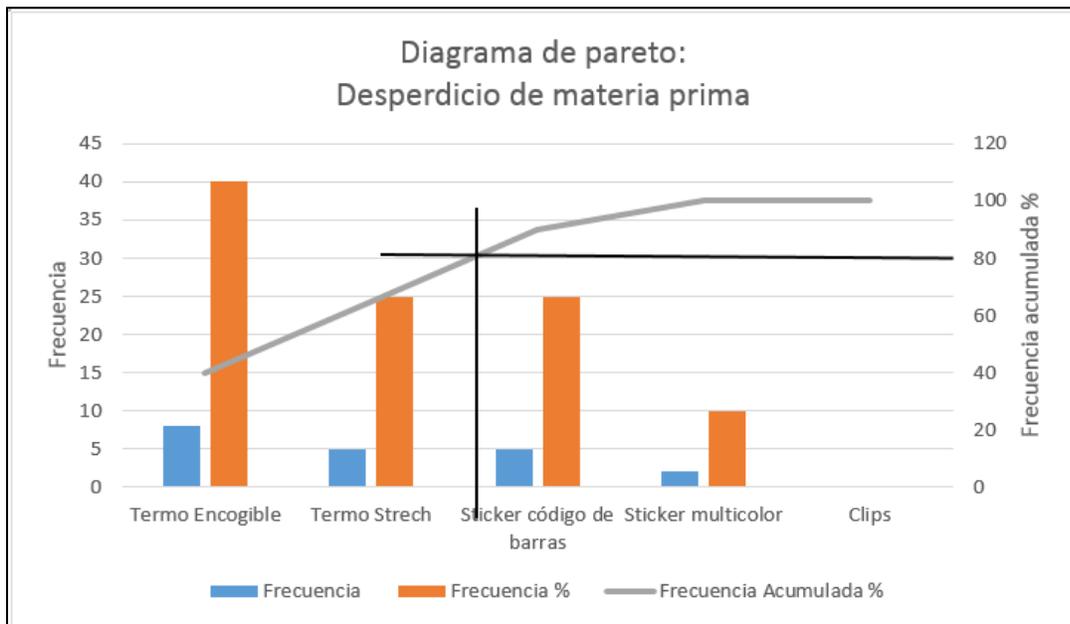
Los datos cuantitativos basados en el análisis de priorización anterior permiten generar datos que representen los materiales sobre los cuales se debe ejercer un mejor control para disminuir desperdicios, tiempo y costos. Para ello, se determina la frecuencia relativa y acumulada de los materiales según la tabla anterior, posteriormente, se realizó un diagrama de Pareto.

Tabla VIII. Frecuencia acumulada y relativa de materiales más desperdiciados en el proceso

Material	Frecuencia	F %	Fac. %	Observaciones
Thermoencogible	8	40	40	
Termo <i>stretch</i>	5	25	65	Mayor prioridad que <i>sticker</i> código de barras, por costo de compra.
<i>Sticker</i> código de barras	5	25	90	
<i>Sticker</i> Multicolor	2	10	100	
Clips	0	0	100	

Fuente: elaboración propia, tomando como referencia tabla VII.

Figura 9. **Diagrama de Pareto sobre producto más desperdiciado y de mayor costo**



Fuente: elaboración propia, según tabla X.

Según el diagrama de Pareto, los materiales que generan más desperdicio y mayor costo son el termoencogible y el termo *stretch*, tomando en cuenta que estos materiales representan el 40% y 25% respectivamente de los desperdicios, según frecuencia de comparación entre materiales y tomando en cuenta que son los materiales con mayor costo de compra. Por lo anterior, se considera que estos materiales deben someterse a un control más estricto de uso.

2.3. Identificación de actividades que generan desperdicios

Los cuadros de decisión identifican las actividades y movimientos que generan mayor desperdicio en los materiales termoencogible y termo *stretch*. Estos movimientos tienen en común la repetición, esfuerzo por fatiga y desperdicio de los mismos materiales. No se tiene un método ergonómico

adecuado para realizarlos, se estudiarán, más adelante, los movimientos y se clasificarán por *therblings*.

2.4. Equipo y maquinaria

La maquinaria utilizada en el proceso de multiempaque es básicamente un horno termoencogible tipo túnel con ventilador; también conocido como túnel de termo contracción, un montacarga marca Yamaha para el traslado de productos a la línea de multiempaque y a la bodega de producto terminado.

2.4.1. Tipo de maquinaria

El horno termoencogible trabaja bajo un voltaje de 220 a una temperatura promedio de ciento cuarenta y un grado celcius (141 ° C), el horno está conectado a dos bandas transportadoras. La primera banda transportadora es de tipo vertical de cinta tensada, conectada al inicio del horno hasta su interior. En la salida del horno la banda tipo cinta se conecta con la segunda banda. Esta es una banda con rodillos horizontales y es manejada por medio del impulso aplicado a los multiempaques que salen del horno.

2.4.2. Función principal

La banda transportadora tipo cinta transporta los multiempaques hacia el interior del horno para sellarlos y embalarlos, esta banda, en la salida del horno, entrega al operador cada multiempaque debidamente empaquetado. El operario lo impulsa a la siguiente banda. La banda de rodillos trabaja por el impulso generado a cada multiempaque, esta agrupa los multiempaques para que un operador se encargue del control de calidad, el cual consiste en revisar si el

multiempaque fue sellado correctamente por el horno y si este se encuentra en perfecto estado.

La función principal del horno consiste en aplicar calor a los grupos de envases embalados con termoencogible. El termoencogible adopta la forma de los envases formando así el multiempaque.

Figura 10. **Horno termoencogible**



Fuente: <http://www.gripco.com.ar/post/895171.html> Consulta: 3 de marzo, 2016

2.4.3. Mantenimiento

No se tiene una planificación estandarizada para dar mantenimiento al horno y bandas, el jefe de línea se comunica con el Departamento de Mantenimiento cuando existe una avería de fuerza mayor, por lo general, los mismo operarios ajustan las partes que lo requieren, por ejemplo tensar la banda

tipo cinta, limpiar rodillos, graduación de temperatura en el horno, cambio de resistencias y otras actividades de mantenimiento menor.

2.4.4. Tipo de mantenimiento

Durante los estudios no se pudo determinar ningún tipo de mantenimiento específico. Generalmente, las fallas se atienden inmediatamente, es decir, los operarios, durante el proceso, descubren que la cinta no está tensada correctamente o existe una falla mecánica menor, dado que tienen la experiencia y habilidades para hacer trabajos y ajustes correctivos, los aplican de inmediato.

El Departamento de Mantenimiento de la empresa está a cargo de este tipo de actividades. Planifica el día de mantenimiento únicamente para el horno, no atiende mantenimientos de fuerza menor. El mantenimiento correctivo lo llevan a cabo los empleados, quienes están capacitados para realizar un mantenimiento correctivo sencillo, como el cambio de resistencias y engrasado de banda.

2.4.5. Identificación de tiempos muertos

Los tiempos muertos del horno suceden, regularmente, al realizar el cambio producción, para preparar o calentar el horno y cuando finaliza la producción. El horno está en funcionamiento todo el día, incluso cuando se está preparando el área para iniciar el proceso de multiempaque y, en algunas ocasiones, se observó que durante los periodos de receso o almuerzo el horno permanece encendido.

2.4.6. Estudio de temperatura

Durante el trabajo de campo se realizó en un día el monitoreo de la temperatura del horno durante intervalos de tiempo de una hora aproximadamente. Los datos, con ligeras variaciones de uno o dos grados, se muestran en la siguiente tabla. En promedio, el horno siempre se encuentra a una temperatura de 141 grados Celsius.

Tabla IX. **Variación de temperaturas en horno de sellado**

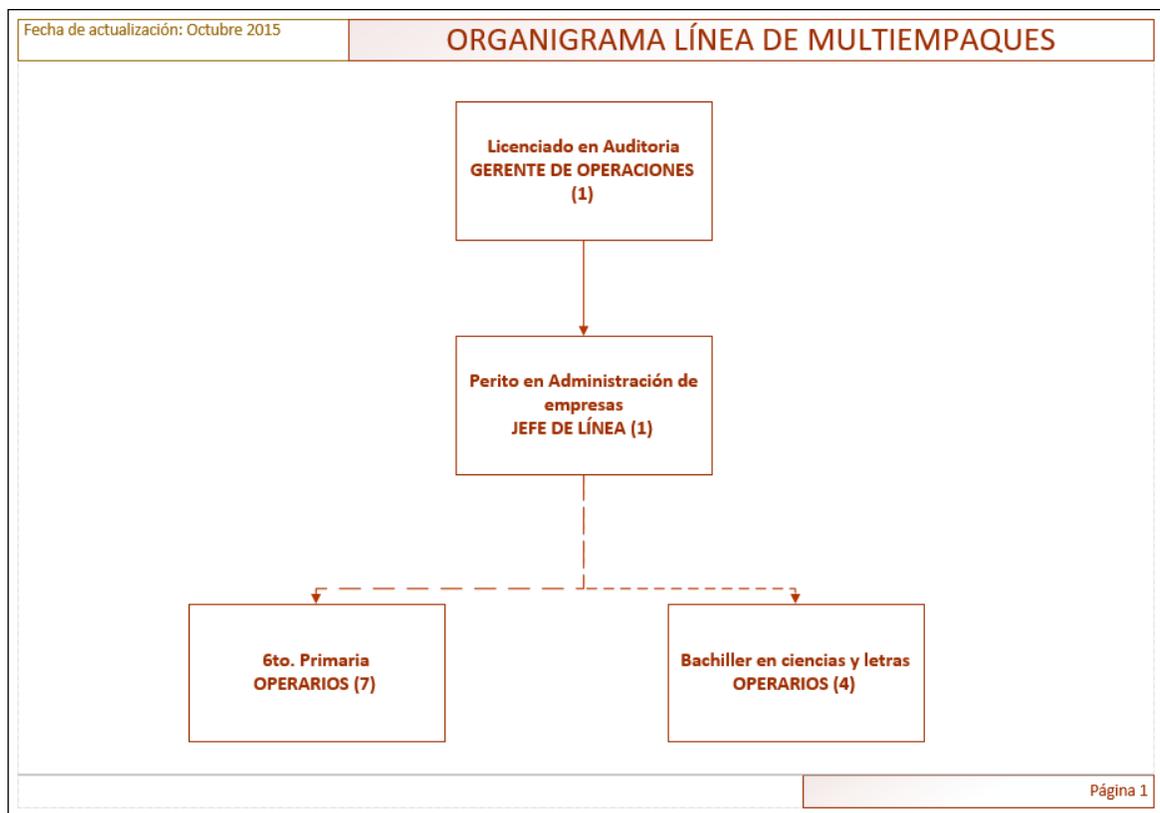
Fecha de observación	Hora	Temperatura (° C)	Observaciones
23/sept./2015	8:20	141	
	9:20	142	
	10:30	139	horno se apagó por 25 minutos para preparar siguiente proceso de multiempaque.
	12:00	141	
	13:30	141	

Fuente: elaboración propia, según observaciones de campo.

2.5. Evaluación del capital humano

La línea cuenta con once trabajadores operativos, un gerente de operaciones y un jefe de línea. El jefe de línea y los operarios son subcontratados, es decir, estos empleados no son directamente parte de la empresa de bebidas carbonatadas por lo cual no gozan de los mismos beneficios y prestaciones de la empresa.

Figura 11. Organigrama línea de multiempaque



Fuente: elaboración propia, utilizando programa Microsoft Visio 2013.

2.5.1. Descripción de competencias

Para cumplir con los objetivos trazados es necesario tener una lista de competencias requeridas, según el puesto. Identificando el ambiente y carga de trabajo observado a lo largo del estudio, se pueden definir algunas competencias mínimas necesarias en el personal de la línea, estas son analizadas en la siguiente tabla.

Tabla X. **Análisis de competencias socio personales**

Puesto	Competencias socio personales	Análisis de competencia humana
Operativo	Adaptabilidad y flexibilidad	El personal debe tener la capacidad de adaptarse a las actividades simultáneas de la línea.
	Autmotivación	Motivación interna. Es necesario reconocer los éxitos alcanzados gracias a su contribución.
	Trabajo en equipo	Los operarios se turnan las operaciones en el proceso de multiempaque apoyándose mutuamente para agilizar el proceso.
	Compromiso	El personal operativo es el responsable de las unidades y materiales desperdiciados durante el proceso.
Jefe de línea	Aceptación de riesgos	El jefe de línea en muchas ocasiones debe tomar decisiones de manera improvisada y necesaria para agilizar el proceso o las actividades asignadas.
	Control	Debe tener la capacidad de dominar y emerger control sobre el personal operativo, decisiones sobre métodos y situaciones que surjan para la mejora continua de la línea.
	Liderazgo e Iniciativa	Debe tener la capacidad de guiar al personal operativo, debe visualizar y transmitir cualquier oportunidad de mejora para la línea.
Gerente de Operaciones	Planificación y organización	Debe tener la capacidad de generar planes y programas apropiados para la línea, según demanda y capacidad del personal bajo su cargo.
	Liderazgo y energía	Transmite don de mando al momento de transmitir instrucciones y control de mando.
	Análisis numérico y análisis de problemas	Debe tener la capacidad para analizar, resolver y organizar la Línea de multiempaque, basándose en informes, registros y problemas presentes en la línea.

Fuente: elaboración propia, según observaciones de campo.

Tabla XI. **Análisis de competencias técnicas profesionales**

Puesto	Competencia Técnica requerida	Análisis de competencia humana
Operativo	Manejo de maquinaria industrial (horno termoencogible)	El personal muestra conocimientos altos en estas competencias, sin embargo, el personal operativo no ingresó con estas competencias, sino han sido desarrolladas a lo largo del trabajo. Estas competencias deben incorporarse en el perfil de puesto y tomarlas en cuenta para futuras contrataciones.
	Conocimiento de mantenimiento básico de maquinaria Industrial (horno termoencogible)	
	Conocimiento básico de mantenimiento eléctrico.	
	Manejo de transporte industrial (montacargas)	El personal tiene dominio en montacarga.
	Conocimiento básico de materiales de empaque	El personal utiliza inadecuadamente estos materiales. Se debe ampliar el conocimiento en las características y funciones principales de cada material.
Jefe de línea	Alto conocimiento de mantenimiento básico de maquinaria Industrial	Debido a la falta de mantenimiento a la maquinaria por parte del Departamento correspondiente, es necesario realizar que el personal fortalezca estas competencias.
	Alto conocimiento de mantenimiento eléctrico.	
	Dominio de sistemas Windows básicos (Excel, Power point, Acces, Outlook etc.)	Es necesario reforzar al personal en estas competencias.
	Dominio de sistema informático empresarial (SAP)	El Personal tiene dominio en esta competencia.
Gerente de operaciones	Dominio de sistemas de programas de Windows básicos (Excel, Power point, Acces, Outlook etc.)	Es necesario reforzar al personal en estas competencias.
	Dominio de sistema informático empresarial (SAP)	El Personal tiene dominio en esta competencia
	Conocimiento y Dominio de herramientas de control y organización.	Por el perfil académico de la persona y por el nivel en la estructura organizacional, es sumamente importante reforzar esta competencia.

Fuente: elaboración propia, según observaciones de campo.

2.5.2. Perfil del puesto

Los perfiles de puesto del gerente de operaciones y del jefe de línea fueron actualizados en marzo de 2015, sin embargo, desconocían la existencia del perfil. La empresa no cuenta con documentación sobre los requisitos que deben reunir los operarios y la calificación que deben alcanzar para cumplir con sus objetivos.

2.5.3. Jornada laboral del personal operativo

Los operarios y jefe de línea trabajan de lunes a sábado. Inician su jornada de trabajo a las seis de la mañana y culmina a las dos de la tarde, cumplen diariamente con ocho horas laborales. Actualmente, la demanda ha ido en aumento y, en el periodo observado, el personal operativo trabajaba hasta las seis de la tarde, es decir trabajaron cuatro horas extras diariamente.

Según el artículo 116 del Código de Trabajo de Guatemala, la empresa cumple con una jornada laboral diurna, “La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana. Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día”.¹¹

El gerente de operaciones tiene asignada una jornada laboral diferente. Esta persona trabaja de lunes a jueves de ocho de la mañana a cinco de la tarde y los viernes de ocho de la mañana a cuatro de la tarde, por tanto su trabajo pertenece a una jornada diurna especial.

¹¹ Código de trabajo de Guatemala, decreto No 1441, Edición rubricada y concordada con las normas internacionales del trabajo, Ministerio de trabajo y previsión social de la República de Guatemala, capítulo tercero, artículo 116, p 83.

2.5.4. Outsourcing en la línea de multiempaque

La línea de multiempaque trabaja en su totalidad por *outsourcing* de tipo subcontratación. Los trabajadores operativos y el jefe de línea son parte de una empresa encargada de brindar mercadeo de recursos humanos a empresas que desean incrementar su disponibilidad de fuerza de trabajo. El gerente de operaciones es la única persona en la planilla de la empresa de bebidas.

2.6. Análisis del sistema de eficiencia actual

En la línea, actualmente, el sistema de eficiencia se lleva cabo en hojas de cálculo, sin embargo estas no han sido analizadas e interpretadas de la manera más adecuada, tomando en cuenta que su última revisión fue hace más de dos años.

2.6.1. Métodos y cálculos

El jefe de línea lleva el control del proceso y registra los avances, según demanda, tiempo empleado y el tipo de multiempaque que se fabricará. Actualmente, el registro de eficiencia se realiza en una hoja de cálculo que no tiene estándares definidos para la obtención de datos y el cálculo de estos. El jefe de línea realiza, manualmente, cada vez la eficiencia, tomando como referencia la producción real dividido la producción proyectada.

Al analizar los datos necesarios para el empleo de la fórmula de eficiencia, se identificó que la producción proyectada se calcula todo el tiempo, según el total de operarios de la línea, independientemente, si están trabajando o no. En el proceso de multiempaque la proyección es siempre en función de los once

operarios, lo que genera una tendencia a mostrar eficiencias objetivas y no muestran el rendimiento real de la línea, cuando no se encuentra todo el personal.

2.6.2. Registros de eficiencias

Los registros de eficiencia son obtenidos por medio de formularios manejados por el personal operativo. El formato está diseñado para completarse cada hora y debe anotarse el número de operarios en el proceso, tipo de multiempaque realizado y por realizar, cantidad de empaques en una hora, y observaciones. Este formulario lo firma el operario encargado, pero en ocasiones todos los operarios se turnan para llenar dicho formulario.

2.6.3. Descripción y análisis de formatos y registros a cargo de los operarios

El formato utilizado es una hoja técnica de producción. Se pudo observar que el personal no completa el formulario en el momento ideal. Muchas veces se completa al finalizar dos o tres lotes de producción y algunos datos como total de personas y duración del proceso de producción no son completados con datos reales sino aproximados, lo que provoca al momento de tabular dicha información, obtener datos sesgados.

La documentación del proceso es un aporte sumamente importante para tener un historial del trabajo realizado, de esta manera se pueden analizar datos, realizar mejoras en el proceso, identificar posibles riesgos o causas de problemas durante la producción. Los formatos que se deben elaborar deben tener las características necesarias para completar únicamente datos de interés.

Figura 12. Formato utilizado para el control de la producción

HOJA TECNICA DE PRODUCCION				
LINEA 5			Correlativo :	
			FECHA: _____	
Turno NO. 1				
HORA	RE EMPAQUE	No. Personas	PRODUCCION	OBSERVACIONES
6:00 - 7:00		/ Justificacion 		_____
7:00 - 8:00		/ Justificacion 		_____
8:00 - 9:00		/ Justificacion 		_____
9:00 - 10:00		/ Justificacion 		_____
10:00 - 11:00		/ Justificacion 		_____
11:00 - 12:00		/ Justificacion 		_____
12:00 - 12:30		/ Justificacion 		_____
13:00 - 14:00		/ Justificacion 		_____
14:00 - 15:00		/ Justificacion 		_____
15:00 - 16:00		/ Justificacion 		_____
16:00 - 17:00		/ Justificacion 		_____
17:00 - 18:00		/ Justificacion 		_____
		TOTAL		
REQUERIMIENTO				
				_____ Firma Jefe de línea

Fuente: documentación proporcionada por la empresa.

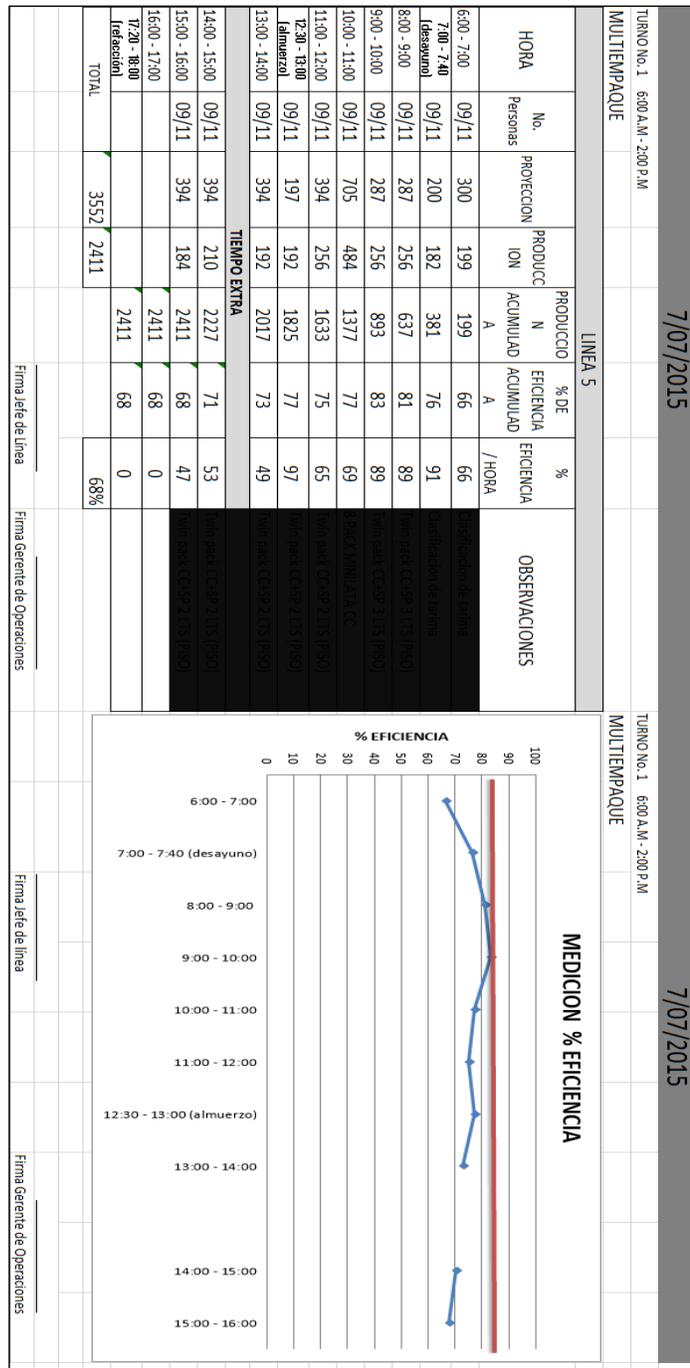
2.6.4. Descripción y análisis del programa de producción utilizado en la línea de multiempaques

El jefe de línea lleva un control de la eficiencia diaria de la empresa utilizando una hoja de cálculo, la cual es actualizada al finalizar la jornada laboral. Esta hoja de cálculo se completa con los datos registrados en formularios a cargo del personal operativo. Cabe mencionar que el jefe de línea no tiene un control constante sobre estos registros, el personal operativo lo completa según su experiencia, siempre que cuenten con el tiempo necesario. El control del proceso no es una actividad constante y no se tiene un proceso definido para su cumplimiento.

El control de eficiencias es impreso y firmado por el jefe de línea, al finalizar la jornada se llevan los registros de la producción al gerente de operaciones, los revisa, firma y de ser necesario realiza observaciones para la siguiente producción.

Analizando cada una de las columnas, los cálculos empleados y la manera en la que se emplean las fórmulas de eficiencia en el siguiente registro, se pudo determinar que la proyección se realiza siempre en base a los once operarios, independientemente si se encuentran trabajando directamente en la línea. Además, se toma como referencia el ritmo de producción realizado hace más de un año (tabla VI). El porcentaje de eficiencia es el cociente de la producción versus la proyección sin embargo se verifico que en la línea se encuentran siempre en promedio nueve operarios.

Figura 13. Registros de eficiencia



Fuente: imagen capturada desde archivos de la empresa.

Las proyecciones de 394 multiempaques en el cuadro anterior, hacen referencia al multiempaque en estudio (multiempaque A), sin embargo, esta proyección se basa en 11 operarios. Por lo tanto, se pueden obtener los siguientes datos:

Tabla XII. Cuadro de análisis sobre registros de eficiencia

Hora	Producción	Datos calculados correctamente			Datos figura 13			Análisis de eficiencia reportado
		Núm. personas en línea	Proyección	Eficiencia	Núm. personas teóricas	Proyección	Eficiencia	
11:00 a 12:00	256	9	322	79%	11	394	75%	4% menos
14:00 a 15:00	210	9	322	65%	11	394	71%	6% más
15:00 a 16:00	184	9	322	57%	11	394	68%	11% más

Fuente: elaboración propia, con apoyo de figura 13.

Con el cuadro anterior se puede determinar que las eficiencias registradas por el jefe de línea el día 07/07/2015, no son las eficiencias reales de la producción, pues las mismas, fueron calculadas con la cantidad total de operarios de la línea, sin tomar en cuenta que no todos estaban presentes en las producciones registradas.

Tabla XIII. Análisis de muestras obtenidas en control de eficiencias

Fecha de registro	Tipo de Multiempaque	Núm. de Operarios	Proyección mostrada en registros	Proyección Real	Diferencia
04/03/2015	Multiempaque C	9	705	577	128
07/05/2015	Multiempaque A	9	394	322	72
06/03/2015	Multiempaque C	10	705	641	64
09/03/2015	Multiempaque C	10	705	641	64
10/03/2015	Multiempaque E	10	612	556	56
11/03/2015	Multiempaque E	10	612	557	55
20/03/2015	Multiempaque B	10	470	428	42
25/03/2015	Multiempaque A	7	394	245	149
26/03/2015	Multiempaque A	7	394	245	149

Fuente: elaboración propia con el apoyo de Tabal VI y registros proporcionados por la empresa.

Al comparar la proyección mostrada en los registros con el volumen de producción, se evidencia que el jefe de línea no realiza las proyecciones de producción con base en la cantidad de operarios trabajando en el proceso.

Como consecuencia de la proyección de la producción anterior, se incrementa el trabajo extra para los operarios, es decir para el multiempaque C. Según el ritmo de producción actual, 9 operarios pueden realizar únicamente 577 multiempaques, sin embargo, la proyección registrada los obliga a realizar 128 unidades más, afectando la eficiencia del operario.

Lo anterior, muestra la importancia en la actualización de ritmos de producción para determinar si un año después los operarios siguen manteniendo este ritmo de producción o han tenido un porcentaje de aprendizaje.

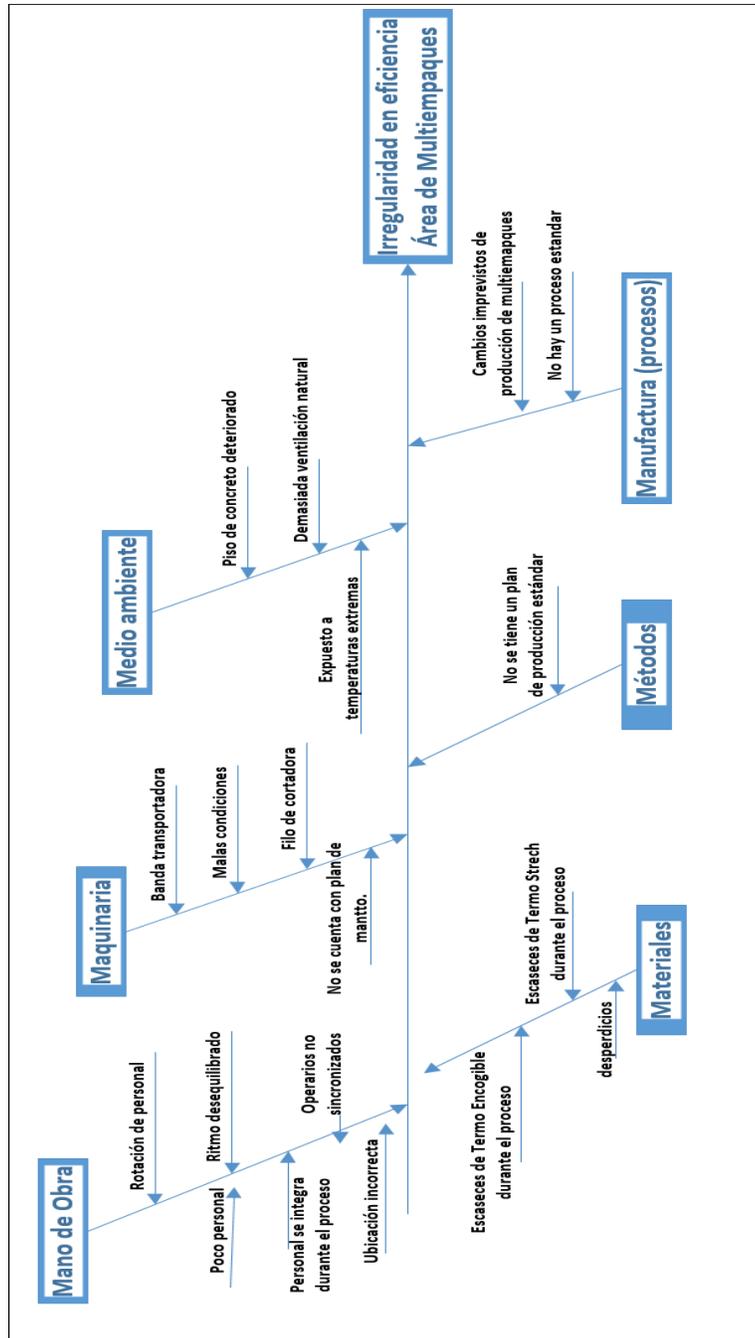
2.6.5. Identificación de causas y efectos de eficiencia actual

La línea de multiempaque cuenta con materiales y recurso humanos completos, sin embargo, presenta muchas irregularidades. A continuación, se presenta un análisis por medio de diagrama Ishikawa, para definir las causas en la variabilidad de eficiencia.

2.6.5.1. Diagrama Ishikawa sobre variabilidad de eficiencia

Por medio de un análisis de causa y efecto se pueden determinar cualitativamente los factores considerados como influyentes en el problema de eficiencia. Un diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de pescado o Ishikawa, permite clasificar las causas en seis áreas definidas como las mágicas: mano de obra, maquinaria, medio ambiente, métodos, materiales, gerencia y manufactura. Para la línea de producción, los factores más influyentes en la irregularidad de eficiencia son la mano de obra, materiales, métodos y procesos.

Figura 14. Diagrama Ishikawa sobre variabilidad en la eficiencia



Fuente: elaboración propia, programa Microsoft Visio 2013.

- **Análisis diagrama Ishikawa**

La irregularidad de la eficiencia de la mano de obra se debe a la rotación de personal frecuente y la integración del personal durante el proceso de producción lo cual afecta el ritmo de producción actual y la sincronización del proceso, pues el personal no tiene asignadas actividades específicas del proceso. Por otra parte, se tienen los mismos efectos al anterior, cuando los operarios se retiran a realizar actividades paralelas al momento que un proceso ya inició, provocando en muchas ocasiones que el personal no cumpla en el tiempo establecido para el lote de producción requerido.

Los materiales afectan la eficiencia del proceso de multiempaque cuando no se calculan para cubrir el lote de producción requerido. Como consecuencia, se debe parar la producción para abastecer de material la línea. El termo *stretch* generalmente se agota por no tener establecida una medida estándar para cada multiempaque, lo que genera el desperdicio de este.

Al carecer de un plan de producción y un procedimiento estándar con ritmos de producción establecidos y actualizados surgen irregularidad en la línea. Además, la Gerencia solicita presentar resultados con el total de operarios, sin tomar en cuenta que en muchos lotes de producción es innecesario, o no se cuenta con la disposición de todos los operarios. Causas provocadas por maquinaria y medio ambiente pueden sumar a la irregularidad de eficiencia, sin embargo, la frecuencia de ocurrencia de estas dos causas no genera el mismo impacto que el resto. Todas estas causas influyen en el aumento de costos de producción de la línea de multiempaques de bebidas.

2.7. Análisis de actividades paralelas bajo la responsabilidad del personal de multiempaques

Esta línea es la única que tiene a su cargo actividades fuera de las del proceso de multiempaque, el jefe de línea tiene la responsabilidad de organizar al personal para cubrir todas las actividades a cargo, sin descuidar la entrega de los lotes de producción requeridos diariamente. Las actividades diversas son derrame de unidades no conformes, inventario de productos en piso y clasificado de tarimas, las cuales se detallan y analizan a continuación.

2.7.1. Derrame de unidades no conformes

Consiste en clasificar todo el producto en mal estado, contarlo, crear acta para ser enviada a inventarios (dar de baja el producto del inventario), y derramar el producto en el área designada para su desecho. La actividad se prioriza con base en la cantidad de unidades que se derramarán. El jefe de línea decide y envía la cantidad de personas necesarias para el derrame. Algunas veces, es necesario estar un turno completo en dicha actividad, lo que implica reprogramar el proceso de multiempaque, por lo que esta es la actividad que genera mayor tiempo perdido en el proceso. Las unidades no conformes provienen de casetas, derrames programados por producción, merma de producto en piso y de agencias.

2.7.2. Inventario de producto en piso

Se realizan dos tipos de inventarios: inventario para la línea de multiempaque e inventario de materiales. El primero consiste en el conteo de productos para multiempaque y/o reempaque, el segundo es apoyo a inventario de otras áreas. Para realizar esta actividad se asigna a una persona,

generalmente, el inventario de la línea se realiza al iniciar la jornada de trabajo y en el transcurso del día se asigna una hora para realizar los demás inventarios, al terminar la labor el operario se incorpora a la producción.

2.7.3. Clasificado de tarimas

Las tarimas son de madera, se encuentran apiladas al aire libre. Se revisan y clasifican según su estado. Las tarimas en mal estado son destruidas y vendidas para utilizarlas como leña y las de buen estado son enviadas a bodega, producción y demás líneas. La actividad se prioriza con base en la cantidad y disponibilidad de personal.

2.7.4. Clasificado de envase de vidrio

Los envases son recuperados de tiendas y/o abarroterías. La actividad consiste en clasificar según la presentación del envase y completar cajas. El trabajo es realizado en el área de distribución de camiones. Estos se encuentran bajo el sol, lo que provoca que el personal, al culminar esta actividad, regrese más cansado y fatigado a la producción. El jefe de línea no toma en cuenta este factor cuando programa dicha actividad y, muchas veces, se realiza al medio día.

Figura 15. **Clasificación y aplicación de tarimas**



Fuente: <https://www.logismarket.es/gestpal-pallet-solutions/servicio-de-clasificacion-y-reparacion-de-palets/2062846039-48812892-p.html> Consulta: 3 de marzo 2016

2.8. Proceso de multiempaque

Debido a la demanda, la empresa se vio en la necesidad de crear nuevas presentaciones para ofrecer sus productos, como los combos o paquetes que incluyen diferentes productos. Las líneas automatizadas están programadas para hacer producciones de un solo tipo de producto. Por tal razón, fue necesario crear una línea capaz de cumplir con el requerimiento de estos paquetes o combos. Por ello, se crea la línea de multiempaque. El alcance del proceso consiste en deshacer 2 tarimas de productos diferentes y formar multiempaques al realizar parejas de dos bebidas diferentes hasta completar una tarima.

2.8.1. Descripción y análisis del proceso de multiempaque principal

Ingresa al área de producción una tarima de cada producto necesario para crear el paquete, al cual se denominará bebida A1 y bebida A2. Las tarimas son desempacadas con ayuda de un cuchillo, se retira el termo *stretch* de la tarima,

luego se coloca el producto formado en paquetes de cuatro unidades en una tarima tipo cama, hasta cubrirla en su totalidad. En una cama caben, aproximadamente, 112 paquetes. Es necesario colocar un paquete de cada tipo de bebida para formar un *duopack*. Para formarlo se coloca un clip que combine un envase de bebida A1 y uno de bebida A2. A continuación, se coloca un *sticker* de color a cada producto el cual identifica que el multiempaque es parte de una promoción.

Figura 16. **Ingreso de producto a la línea**



Fuente: fotografía propia, línea de multiempaque, (septiembre, 2015)

La segunda etapa consiste en trasladar cada *duopack* hacia la banda transportadora, para ello, operario traslada desde la cama hacia la banda y coloca las bebidas sobre el termoencogible previamente cortado por otro operario sobre la banda transportadora. Un multiempaque A está formado por tres *duopack*, el operario encargado de cortar el termoencogible lo hace a una medida aleatoria; un tercer operario se encarga de envolver el multiempaque con el termoencogible y empujarlo levemente por la banda y repetir el proceso con el multiempaque siguiente. El multiempaque está listo para ingresar al horno y ser sellado por medio de calor.

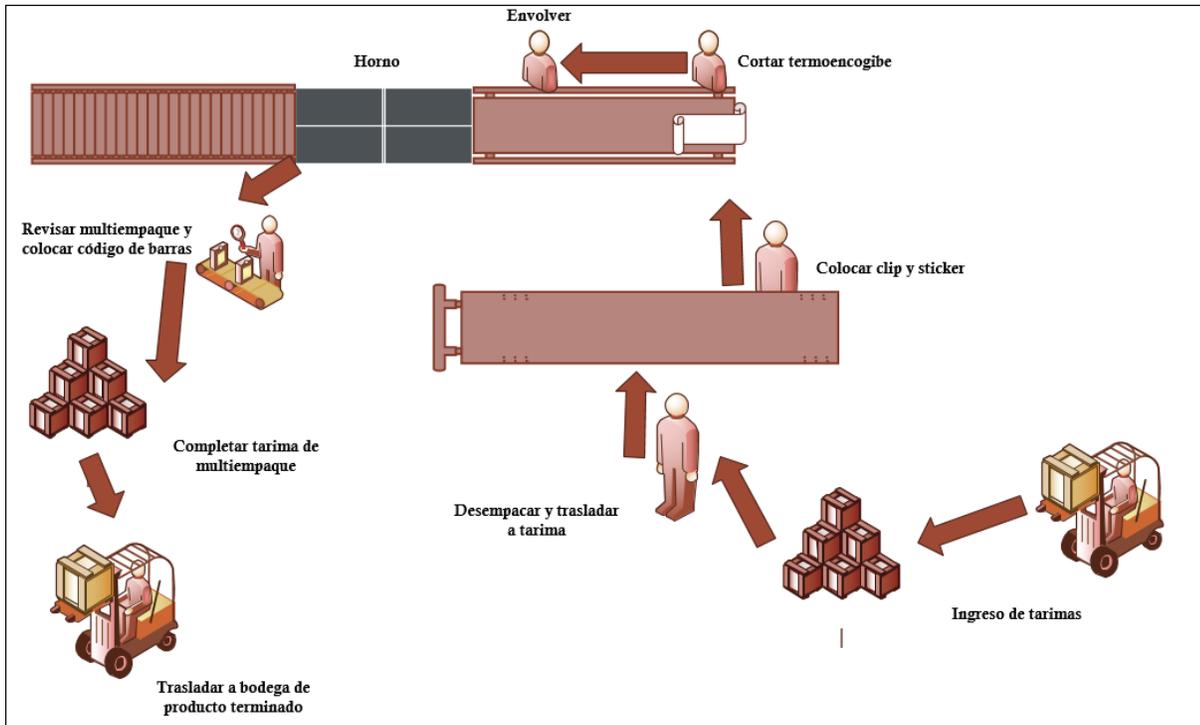
Al salir del horno, cada multiempaque pasa por control de calidad, un operario verifica si el producto fue sellado correctamente aparta todos los multiempaques que no cumplen con un embalaje adecuado. A los que cumplen con las especificaciones el operario le coloca un *sticker* con el código de barras y lo traslada a tarima para apilarlo correctamente. Para finalizar, cuando se completa una tarima, un operario sella la tarima con material termo *stretch*, por último, otro operario traslada la tarima a un lugar temporal, luego, se traslada a la bodega del producto terminado. Cuando hay una cantidad considerable de tarimas en la entrada de la línea, se llevan de una en una a la bodega de producto terminado.

Tabla XIV. **Datos importantes a considerar en el proceso**

Cantidad	Producto	Contenido
1	Multiempaque	3 <i>Duopack</i>
1	Multiempaque	6 unidades
156	<i>Duopack</i>	32 Multiempaques
1	<i>Duopack</i>	2 unidades

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Esquema básico del proceso de multiempaque



Fuente: elaboración propia, utilizando programa Microsoft Visio 2013.

2.8.2. Evaluación de los registros generados en el proceso

Tomando en cuenta que la empresa de bebidas carbonatadas trabaja bajo un sistema de Gestión de Calidad ISO 9,001 certificado y el alcance de dicha certificación involucra principalmente al área de producción, revisando el formato para el control de la producción (figura 12) y los registros sobre el control de calidad (figura 13), se puede evidenciar que dicha documentación no cuenta con un control de documentos. El área cuenta con una no conformidad en cuanto el descontrol de documentos.

2.8.3. Estudio de movimientos

Los movimientos realizados por los operarios fueron observados y analizados según los 18 movimientos físicos elementales conocidos como Therblings. Estos movimientos son útiles para el estudio de la productividad del operador en su estación de trabajo, permiten evaluar una actividad seccionándola según los movimientos con los cuales se realiza. Identifican si dicha actividad es realizada con movimientos que son efectivos o innecesarios.

2.8.3.1. Therblings utilizados en el proceso

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los movimientos utilizados en el proceso de multiempaque A, detallando si el movimiento según la evaluación, debe ser mejorado, reducido, eliminado o sin cambio.

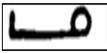
Tabla XV. Therblings utilizados en el proceso de multiempaque A

Therblings utilizado	Símbolo	Actividad en la que se emplea el movimiento	Observaciones	Evaluación
Buscar		Herramientas para Producción, tal como tijeras, cuchillo.	No se tiene un lugar específico para almacenarlos, lo que indica posiblemente una búsqueda innecesaria.	Debe ser eliminado.
Encontrar		Herramientas para Producción, tal como tijeras, cuchillo.	Efecto derivado del therblings anterior	Debe ser eliminado.
Seleccionar		Clips y <i>Sticker</i> según el multiempaque a realizar.	Los clips deben seleccionarse algunos pueden estar quebrados.	Reducirlo.
Inspeccionar		El multiempaque al salir del horno. Verificar si fue sellado correctamente.	Actividad importante en control de calidad.	Sin cambios.
Pre posicionar		Tarimas para luego llevarlas a bodega de producto terminado.	No se tiene un lugar específico para pre posicionar las tablas.	Mejorarlo.
Soltar		Producto en banda transportadora.	Se realiza ágilmente.	Sin cambios.
Demora inevitable		Salida de multiempaque del horno.	El tiempo es muy corto y no se puede realizar actividad alterna.	Sin Cambios.

Continuación tabla XV

Therblings utilizado	Símbolo	Actividad en la que se emplea el movimiento	Observaciones	Evaluación
Descansar		Al terminar el proceso de una tarima de multiempaque, los operarios toman un receso de aproximadamente 10 minutos. Para continuar con la siguiente tarima.		Sin cambios
Agarrar		Todos los materiales y empaques.		Sin cambios
Mover		Multiempaques de tarima a banda transportadora y de banda transportadora a tarima de producto terminado.	Es uno de los movimientos más repetitivos y que genera más fatiga en los operarios.	Mejorarlo
Alcanzar		Clips seleccionados y demás materiales.		Mejorarlo
Posicionar		Los twinpack deben ser posicionados correctamente en la tarima		Sin cambios
Montar		Equipo para producción, banda transportadora y cama para colocar empaques.	El equipo debe incluir estación de desperdicios.	Mejorarlo
Usar		Herramientas y equipo.		
Desmontar		Equipo para producción, banda transportadora y cama para colocar empaques.		

Continuación tabla XV

Therblings utilizado	Símbolo	Actividad en la que se emplea el movimiento	Observaciones	Evaluación
Mantener		No se observó el uso de este tipo de movimiento		
Demora evitable		Esperar para cortar termoencogible	Se debe pensar en una manera de proveer Material con medidas establecidas, evitando desperdicios. Y combinar actividades en una sola persona.	Debe ser eliminado
Planear		No se observó el uso de este tipo de movimiento		

Fuente: elaboración propia, según observaciones realizadas.

3. DETERMINACIÓN DE FACTORES INFLUYENTES EN EL AUMENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tomando en cuenta la evaluación realizada en el capítulo II, es necesario desarrollar e implementar procedimientos que permitan estandarizar y mitigar el aumento en los costos de producción. Los factores más influyentes y sobre los cuales se determinarán y proyectarán los aumentos de costos de producción son el capital humano y las actividades realizadas durante el proceso de producción. Los costos de producción pueden ser medidos en términos de tiempo y desperdicio de materiales. Por lo anterior en este capítulo se establecerá un nuevo ritmo de producción y se propondrá y simulará la estandarización del proceso de multiempaque principal, con estas dos mejoras al resultado de la evaluación realizada en el capítulo dos, se dan a conocer costos del método actual y una proyección de los costos en el método propuesto.

3.1. Establecimiento de un nuevo ritmo de producción

El nuevo ritmo de producción se determina a partir de la realización del estudio de tiempos sobre la elaboración del producto principal, es decir, el multiempaque A. El ritmo de producción toma en cuenta los factores y suplementos necesarios para la valorización del trabajo, sin afectar las condiciones del trabajador.

3.1.1. Cálculos para determinar el nuevo ritmo de producción

Para determinar el ritmo de producción se realiza un estudio de tiempos, el cual da una calificación y asigna un suplemento a cada una de las actividades necesarias para elaborar el multiempaque A. La estructura por seguir para el estudio de tiempos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XVI. Estructura utilizada para estudio de tiempos

Tiempo cronometrado (tc)	Calificación (C)	Total (C%)	Tiempo normal (TN)	Suplementos (S)	Total (segundos)	Tiempo estándar (TE)
Por operario más lento o promedio de muestras, dependerá de actividad.	Criterio propio, según tabla Westing House	$\sum C$ * 100	$tc * c\%$ + tc	Criterio propio, según tabla de suplementos	$\sum S$ * 100	$TN(1 + S)$

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Estudio de tiempos

El establecer un tiempo estándar para cada actividad es una fuente de información para definir el porcentaje de aprendizaje de los operarios. Para desarrollar un estudio de tiempos, Taylor introdujo en el año 1881 un proceso analítico básico para poder ejecutarlo, dicho proceso es implementado a lo largo de este capítulo y del capítulo anterior.

- **Análisis de todas las operaciones del proceso**

En el capítulo II se describieron las operaciones y actividades realizadas durante la producción de multiempaque principal.

- **Definir el mejor método de ejecución**

El estudio de tiempos se realizó obteniendo una muestra de 5 tiempos sobre cada actividad.

- **Estandarización de los métodos de trabajo**

Para cumplir con esta parte, se realizan diagramas de proceso y se crea la estructura del mapa de procesos.

- **Exacta determinación del tiempo que un operador calificado necesita para ejecutar su trabajo**

El estudio de tiempos se realiza tomando en cuenta suplementos y holguras del operario, de esta manera el operario puede realizar la actividad según el esfuerzo.

3.1.2.1. Toma de tiempos y tiempo estándar

La medición del tiempo se realizó según la descripción y análisis del proceso de multiempaque principal descrito en el capítulo anterior. Se presenta el tiempo estándar obtenido por cada actividad del proceso; el cual se calcula a partir de cronometrar cada actividad, después, se realizan los cálculos según estructura mostrada en tabla XV.

- **Actividad.** Ingreso de tarimas

La medición se realizó desde que el montacargas sale a bodega y regresa con una tarima de producto A1.

Tabla XVII. **Tiempo cronometrado; ingreso de tarimas**

Una tarima	
No.	TC (min)
1	2,65
2	2,60
3	2,75
Prom.	2,67

Fuente: elaboración propia

Tabla XVIII. **Tiempo estándar; ingreso de tarimas**

TC (min.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplemento (S)	Total (S)	TE (min)
2.67	Habilidad=0.15 Esfuerzo= -0.04 Condiciones=0.06 Consistencia=0.04	21%	3.23	Fatiga=0.04	4%	3.36

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XVII

- **Actividad:** retirar *termo stretch* de tarimas

Tabla XIX. **Tiempo cronometrado; retirar termo *stretch* de tarimas**

1 tarima	
No.	TC (seg)
1	23,02
2	23,00
3	23,03
Prom.	23,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Tiempo estándar; ingreso de tarimas**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (seg.)
23.02	Habilidad=0.011 Esfuerzo= 0.02 Condiciones=0.06 Consistencia=0.01	10%	25.34	Monotonía mental=1 Necesidades personales=5 Fatiga=4	10%	27.88

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XIX

- **Actividad:** colocar paquete de bebidas en mesa.

Tabla XXI. **Tiempo cronometrado; colocar paquete en mesa**

10 paquetes/seg.	
TC (operario 1)	TC (operario 1)
45,89	38,04
44,09	44,33
45,80	38,00
45,60	44,00
Promedio	
45,35	41,20
Operario + lento	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Tiempo estándar; colocar paquete en mesa**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (10 paq./seg)
45.35	Habilidad=0.11 Esfuerzo= -0.04 Condiciones=0.06 Consistencia=0	13%	51.25	Monotonía mental=1 Necesidades personales=5 Fatiga=4	10%	56.37

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXI

- **Actividad:** retirar termoencogible de paquetes.

Tabla XXIII. **Toma de tiempos; retirar termoencogible de paquetes**

4 paquetes	
No.	TC (seg.)
1	26,90
2	22,81
3	26,80
Prom.	25,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Tiempo estándar; retirar termoencogible de paquetes**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE 4 paquetes (seg)
26	Habilidad=0.11 Esfuerzo= -0.08 Condiciones=0.06 Consistencia=0.01	10%	28.60	Monotonía mental=1 Necesidades personales=5 Fatiga=4	10%	31.46

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXIII

- **Actividad:** colocar clip.

Tabla XXV. **Tiempo cronometrado; colocar clip**

12 clip/seg.	
TC (operario 1)	TC (operario 2)
29,12	14,05
37,10	40,19
31,12	41,32
Promedio	
32,45	31,85
Operario + lento	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Tiempo estándar; colocar clip**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE 12 clip./seg)
32.45	Habilidad=0.03 Esfuerzo= -0.04 Condiciones=0.06 Consistencia=0.01	6%	34.39	Monotonía mental=1 Necesidades personales=5 Fatiga=4	10%	37.84

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXV

- **Actividad:** colocar *sticker*.

Tabla XXVII. **Tiempo cronometrado; colocar *sticker***

24 <i>sticker</i> /seg.	
TC (operario 1)	TC (operario 2)
41,25	13,02
35,11	35,19
Promedio	
38,18	24,11
Operario + lento	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Tiempo estándar; colocar *sticker***

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (24 <i>sticker</i> /seg)
38.18	Habilidad=-0.05 Esfuerzo= -0.08 Condiciones=0.06 Consistencia=0.04	-11%	33.98	Monotonía mental=1 Necesidades personales= 5 Fatiga=4	10%	37.38

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXVII

- **Actividad:** trasladar duopack a banda.

Tabla XXIX. **Tiempo cronometrado; trasladar duopack a banda**

4 Duopack/seg.	
TC (operario 1)	TC (operario 2)
16,19	10,23
29,69	18,83
7,75	16,35
9,03	29,25
11,19	29,24
Promedio	
14,77	20,78
	Operario + lento

Fuente: estudio de tiempo propio.

Tabla XXX. **Tiempo estándar, actividad, trasladar duopack a banda**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (4Dupack./seg)
20.78	Habilidad=0.06 Esfuerzo= 0 Condiciones=-0.03 Consistencia=0	3%	21.40	Uso de la fuerza=3 Postura=2 Fatiga=4 Necesidades personales=5	14%	24.40

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXIX

- **Actividad:** cortar termoencogible.

Tabla XXXI. **Tiempo cronometrado; cortar termoencogible**

2 cortes/seg	
No.	TC (seg.)
1	10,05
2	11,45
3	14,33
4	14,12
5	11,18
Prom.	12,23

Fuente: estudio de tiempo propio.

Tabla XXXII. **Tiempo estándar, actividad; cortar termoencogible**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplemento (S)	Total (S)	TE (2 corte/seg)
12.23	Habilidad=0.08 Esfuerzo= -0.08 Condiciones=0.06 Consistencia=-0.04	2%	12.47	Postura=0 Fatiga=4 Necesidades personales=5 Tensión Visual=5 Monotonía=5	19%	14.84

. Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXXI

- **Actividad:** envolver multiempaque

Tabla XXXIII. **Tiempo cronometrado; envolver multiempaque**

2 multq./seg	
No.	TC (seg.)
1	13,01
2	12,67
3	10,47
4	11,93
5	12,2
Prom.	12,10

Fuente: estudio de tiempo propio.

Tabla XXXIV. **Tiempo estándar; envolver multiempaque**

TC (Seg.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (multq/seg)
12.10	Habilidad=0.03 Esfuerzo= -0.04 Condiciones=0.06 Consistencia=-0.02	3%	12.46	Fatiga=4 Necesidades personales=5 Tensión Visual=5 Monotonía=5	19%	14.83

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXXIII

- **Actividad:** control de calidad

Tabla XXXV. **Tiempo cronometrado; control de calidad y traslado de tarima**

13 Multq./min	
No.	TC (min)
1	1,93
2	1,87
3	1,98
4	1,55
5	2,03
Prom.	1,87

Fuente: estudio de tiempo propio.

Tabla XXXVI. **Tiempo estándar; control de calidad y traslado de tarima**

TC (min.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (13 multq/min)
87	Habilidad=0.13 Esfuerzo= 0.08 Condiciones=0.06 Consistencia=0.01	0.28 %	2.39	Fatiga=4 Necesidades personales=5 Tensión Visual=5 Monotonía=5 Fuerza=3 Postura=2	24%	2.96

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXXV

- **Actividad:** sellar tarima con termo *strech*

Tabla XXXVII. **Tiempo cronometrado; sellar tarima con termo *strech***

1 tarima/min	
No.	TC (min)
1	1,95
2	2,33
Prom.	2,14

Fuente: estudio de tiempo propio.

Tabla XXXVIII. **Tiempo estándar; sellar tarima con termo *strech***

TC (min.)	Calificación C	Total (C%)	TN	Suplementos (S)	Total (S)	TE (13 multq/min)
2.00	Habilidad=0.15 Esfuerzo= 0.05 Condiciones=0.06 Consistencia=0.01	27%	2.54	Fatiga=4 Necesidades personales=5 Tensión Visual=2 Monotonía=5 Postura=2	18%	2.99

Fuente: elaboración propia, según tabla IV y XXXVII

3.1.2.2. Identificación del tiempo estándar

El estudio de tiempos realizado en el punto anterior en cada actividad determina el patrón de medición del proceso, es decir, su tiempo estándar. Para ello, es necesario realizar la sumatoria algebraica del tiempo estándar de cada una de las actividades.

Para establecer el nuevo ritmo de producción, es necesario determinar el tiempo estándar desde el momento en que los operarios inician su trabajo dentro de la línea. El ritmo de producción se determina para el proceso de 52 multiempaques.

Tabla XXXIX. **Resumen de tiempo estándar**

Actividad	TE Para ritmo de producción (seg/multq)
Colocar paquete en mesa. (2 paquetes por multiempaque)	11,28
Retirar termoencogible	7,87
Colocar Clip (3 clip/multq)	9,46
Colocar <i>Sticker</i> (6 <i>sticker</i> /multq)	9,36
Trasladar duopack a banda(3 duopack/multq)	18,30
Cortar termoencogible	7,42
Envolver multiempaque	7,42
Control de calidad	13,66
TOTAL	84,77

Fuente; elaboración propia.

Sumado a este tiempo se deben considerar los tiempos de preparación y traslado:

Ingreso de tarima por sabor:	2 minutos
Retirar termo <i>stretch</i> de tarimas:	1 minuto
Llevar tarima multiempaques a bodega	2 minutos

3.1.3. Métodos y cálculos por utilizar para medir eficiencia

La eficiencia de la línea debe tomar en cuenta el factor humano, tiempo estándar de producción y producción requerida al implementar el nuevo método de eficiencia. Es necesario enfatizar en cuál es el tipo de información que se debe obtener y la documentación necesaria para la entrada de eficiencia.

La metodología por utilizar para el cálculo de eficiencia será partiendo de un balance de líneas por eficiencia, el cual es parte del método sistemático y del procedimiento para el cálculo de eficiencia descrito a continuación.

3.1.3.1. Procedimiento para el cálculo de eficiencia

La eficiencia de línea viene dada por el tiempo estándar de producción, producción real, cantidad de operarios y jornada laboral (véase ecuación 2), por ende, los procedimientos clave para determinar la eficiencia de la línea son: distribución del personal para la producción de multiempaques y el procedimiento de producción de multiempaques.

El objetivo del procedimiento de distribución de personal debe ser determinar la cantidad de operarios necesarios para cubrir el requerimiento de producción según tiempo estándar. El procedimiento de producción identifica la producción real y la jornada laboral en la que se realizó el requerimiento.

3.1.3.2. Balance de líneas por eficiencia

El recurso principal para crear el procedimiento de distribución de personal es el balance de línea. Este método analiza la producción desde su tiempo estándar, demanda versus la eficiencia esperada, jornada de trabajo y el número de operarios.

Tener un balance de línea en el área de multiempaques permite al jefe de línea organizar el inicio de la producción, teniendo como beneficios más importantes:

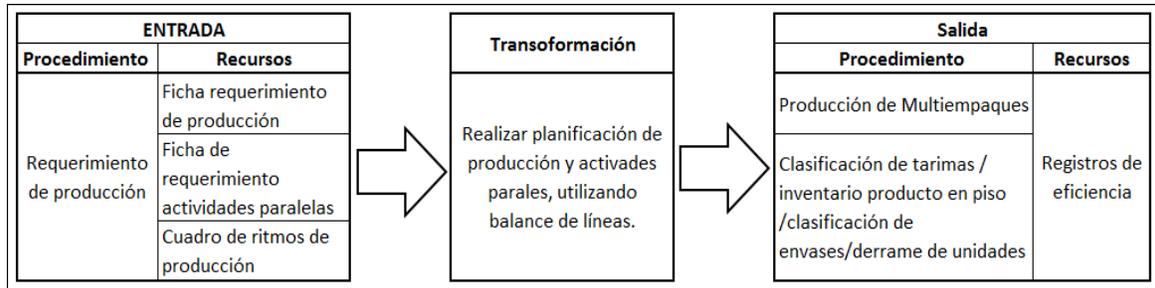
- Identifica número de operarios necesarios para el proceso, según cantidad de operarios disponibles para actividades fuera de línea.
- Permite priorizar actividades.
- Disminuye rotación de personal y horas extra.

Para utilizar el balance de líneas del método sistemático se necesitan datos, cómo demanda requerida, tiempo estándar (ritmo de producción), horas requeridas para el proceso y una eficiencia objetivo.

3.1.3.3. Procedimiento para asignación de personal

Todo procedimiento se basa en entradas y salidas de otros procedimientos, se debe definir cuáles son las actividades, recursos y/o elementos necesarios para llevar a cabo el proceso, es decir, sus interacciones. Además de las interacciones del procedimiento, se deben definir a los responsables de la actualización y mejora y a los colaboradores involucrados. El desarrollo del procedimiento debe ser cronológico y detallado.

Figura 18. Entradas y salidas; procedimiento asignación de personal



Fuente: elaboración propia.

El desarrollo del procedimiento asignación de personal debe cubrir lo siguiente:

- Metodología por utilizar para la asignación de personal, según requerimiento de producción; es aquí donde se debe detallar como utilizar el sistema de balance de líneas.
- Planificación para cubrir actividades paralelas a la línea sin ocasionar paros de producción. El balance de líneas facilita la identificación de las horas hombre necesarias para cumplir con el requerimiento de producción, lo que permite identificar, previamente, las horas hombre disponibles para cubrir otras actividades.
- Acciones si no se puede cubrir la demanda de producción y /o actividades paralelas. Si la asignación de personal se realiza según la priorización de actividades, ritmos de producción actualizados y habilidades del personal, la búsqueda para la disponibilidad o amplitud del tiempo no es tan requerida. Sin embargo, algunas opciones para el incremento de la disponibilidad del tiempo pueden ser; doblar turno, doblar jornada, horas extra, maquilados, o subcontratación. Estas opciones se deben priorizar con base en su costo de implementación.

3.2. Establecimiento de procedimientos estandarizados para el proceso de producción

Un procedimiento es el detalle secuencial de cómo realizar una actividad. Existen muchos métodos para documentar un procedimiento, para el área operativa, una manera sencilla y muy visual de comprenderlos es por medio de diagramas.

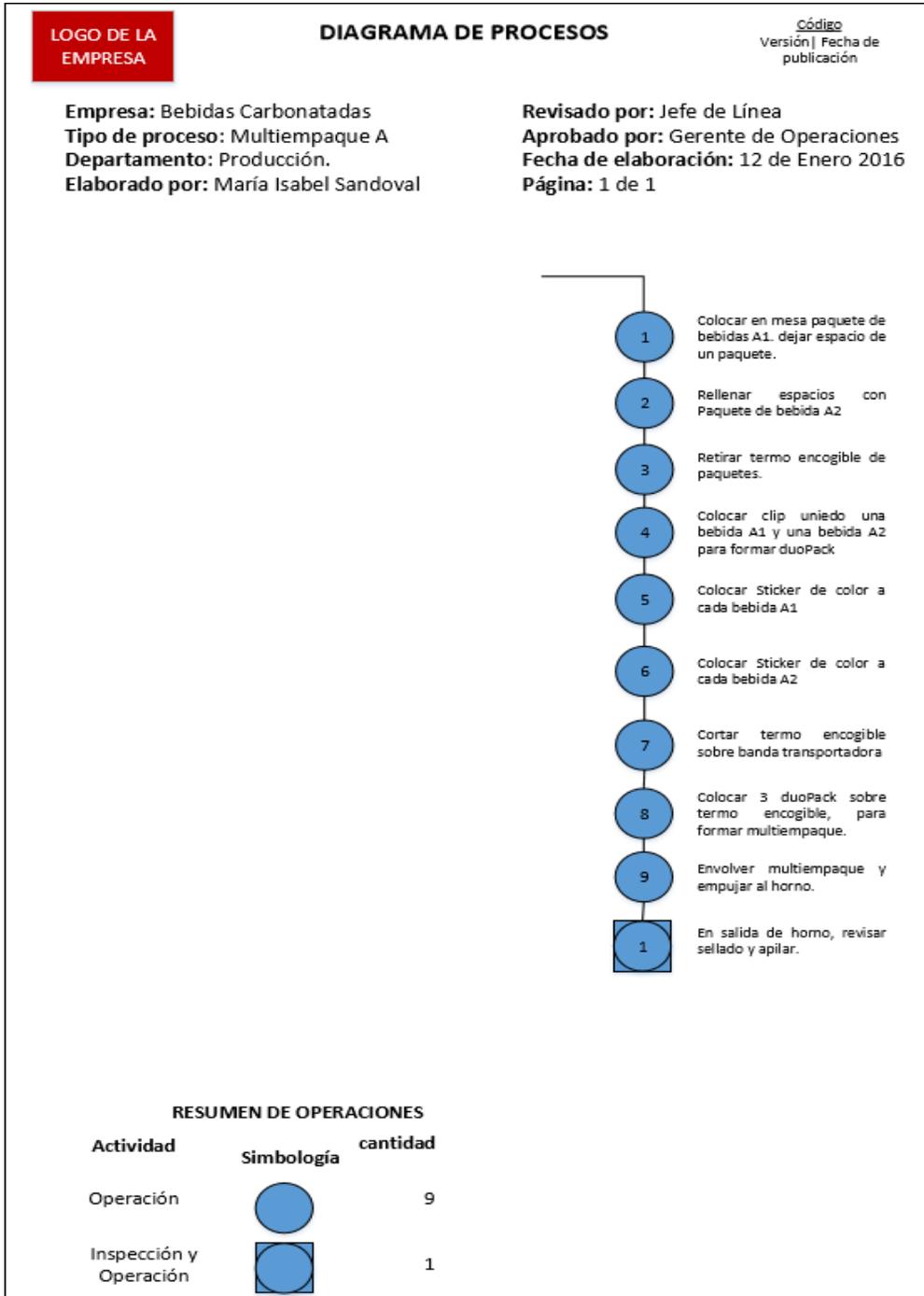
Anteriormente, se analizó el proceso de producción y se han actualizado los tiempos de las actividades que lo conforman. A continuación, se presentan los diagramas de proceso y diagrama hombre máquina propuestos para estandarizar el proceso de producción con tiempos estándar mejorados.

3.2.1. Diagrama de procesos

Este tipo de diagrama permite detallar el procedimiento clasificándolo en 3 actividades diferentes, las cuales son identificadas por medio de símbolos; un círculo identifica la actividad como una operación, un cuadrado muestra una inspección o evaluación del producto, la combinación de un cuadrado y un círculo muestra una actividad combinada.

El diagrama del procedimiento de multiempaque A es presentado por medio de este tipo de diagrama, al personal operativo. De esta manera, identificará la secuencia de actividades y, principalmente, el tiempo requerido en cada una de ellas.

Figura 19. Diagrama de procesos multiempaque A



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2016.

3.2.2. Diagrama Flujo de procesos

Este tipo de diagrama analiza el proceso tomando en cuenta más actividades que las de un diagrama de procesos. La simbología clasifica las actividades de la siguiente manera:

Triángulo: recepción de producto desde bodega de materia prima

Triángulo invertido: envío de producción a bodega de producto terminado

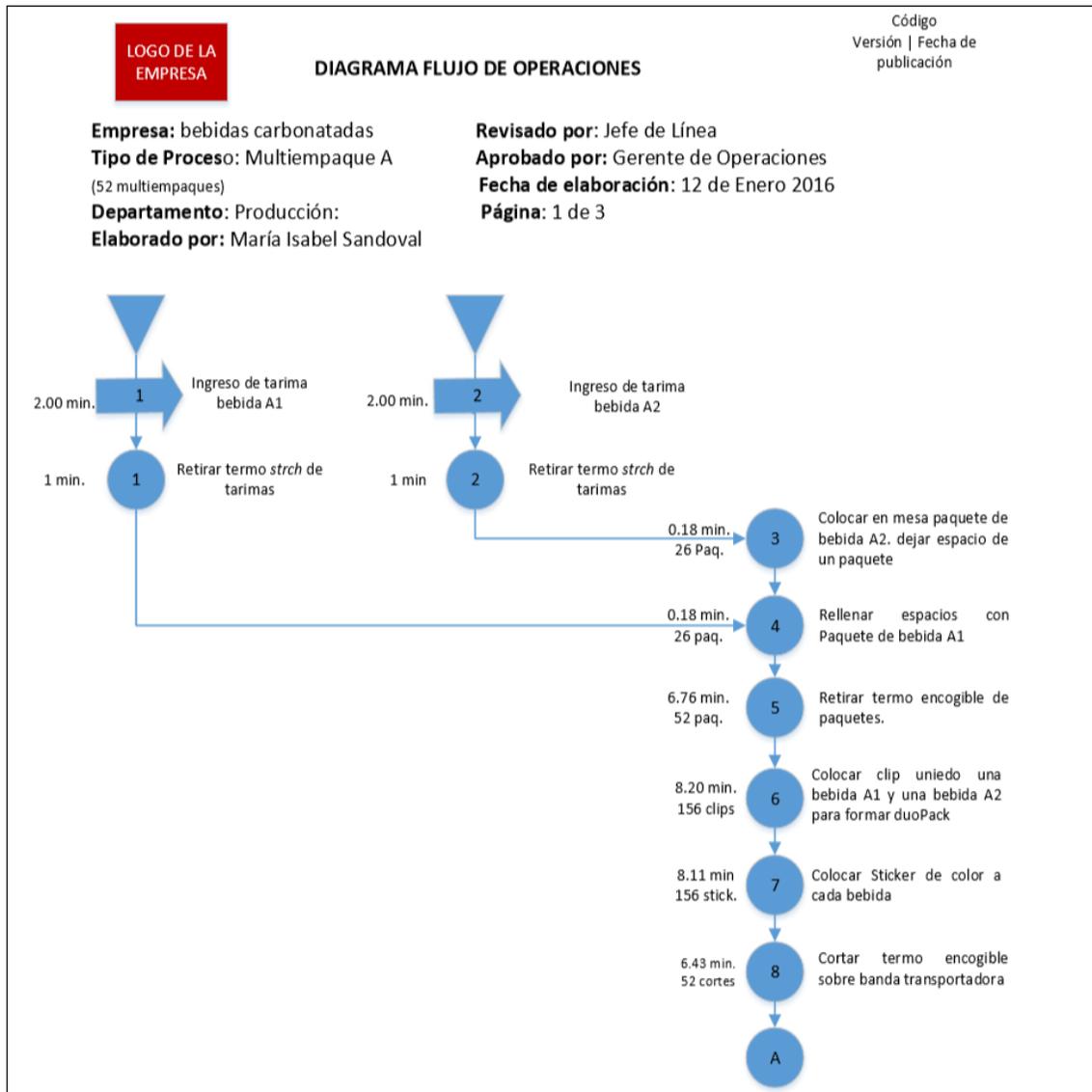
Rombo: indica una decisión en el proceso

Flecha: Transporte

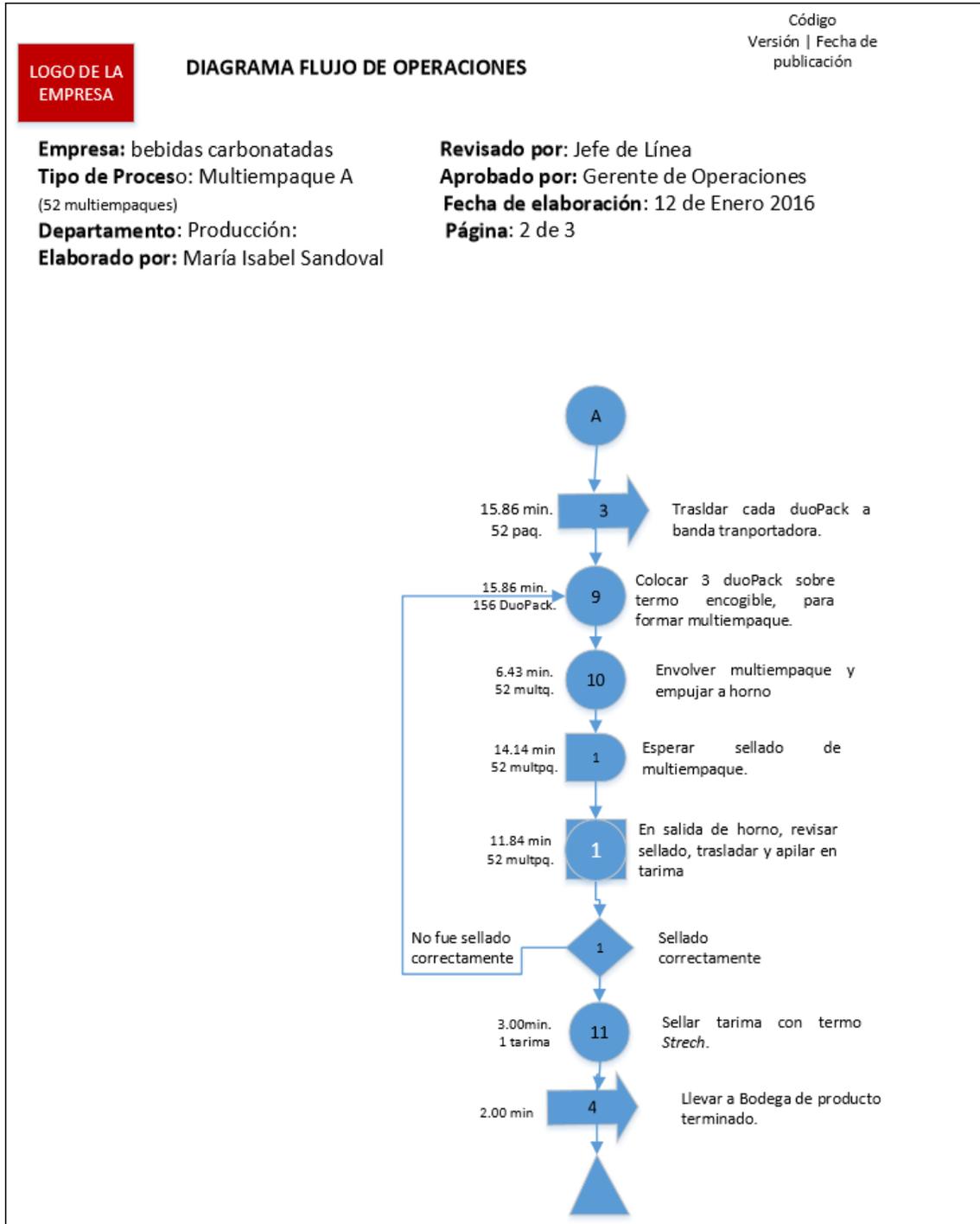
D: demora

El objetivo de tener un diagrama de procesos es para visualizar más detalladamente el proceso. Tanto el personal operativo como el jefe de línea deben conocer dicho diagrama. Ese diagrama servirá para que el personal del área operativa conozca el nuevo ritmo de producción y la secuencia de actividades para cumplir con el proceso de producción.

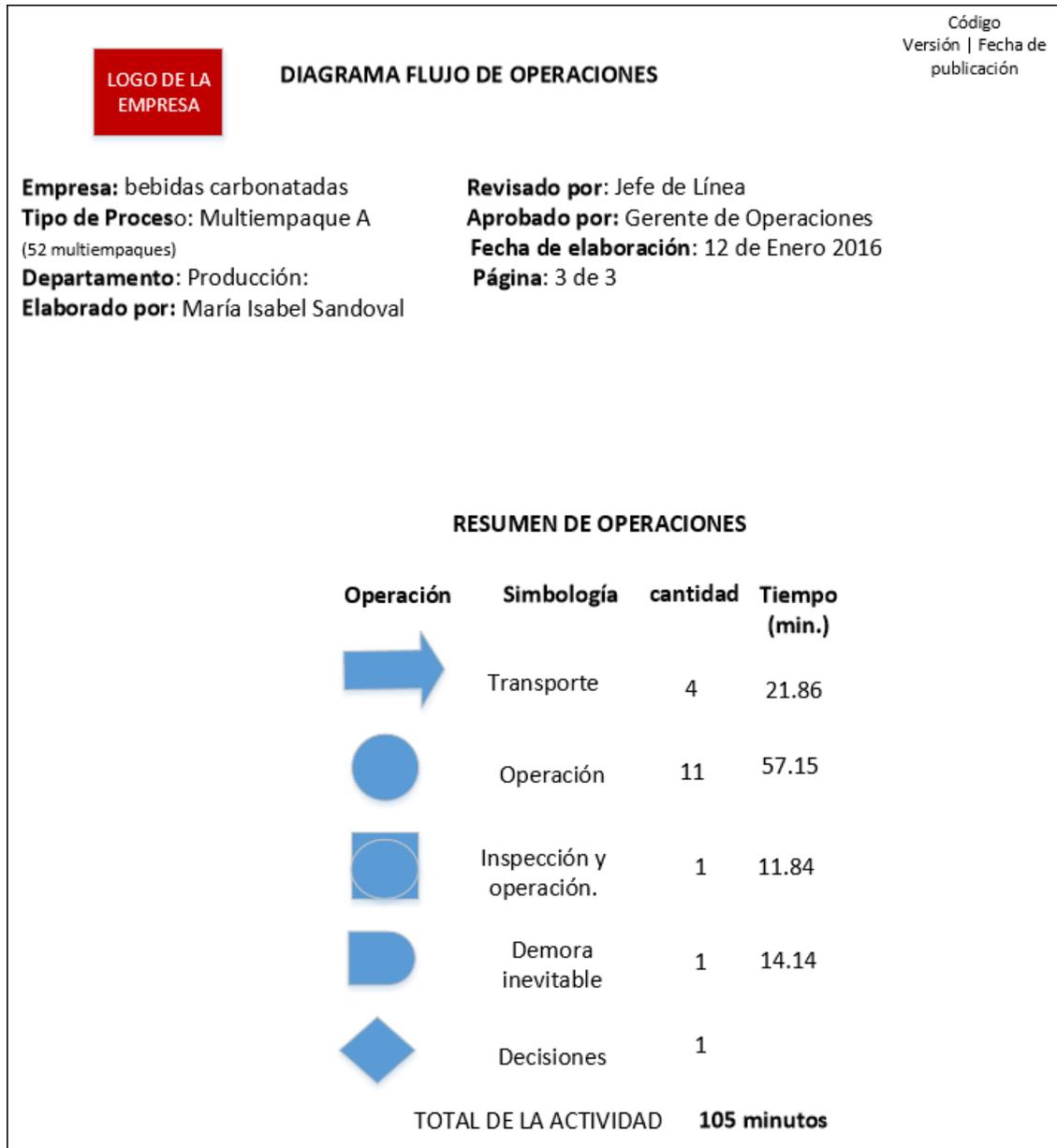
Figura 20. Diagrama flujo de procesos



Continuación figura 20



Continuación de figura 20



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2016.

Los beneficios más relevantes al implementar el diagrama de flujo de operaciones en la línea de multiempaque son:

- Establecer diagramas en la línea de producción, permite que el personal operativo conozca la actualización del ritmo de producción, identificando el tiempo estándar de cada actividad.
- El personal se ve obligado a seguir la cronología de actividades según diagrama.
- La implementación de diagramas en la línea de multiempaque puede llegar a ser parte de la capacitación del nuevo personal, al ser una herramienta de entrada para conocer el proceso.

3.2.3. Diagrama hombre máquina

La implementación de este diagrama es para analizar y mejorar la interacción entre el operario y la maquina durante el proceso de producción, permite identificar el tiempo de ocio y el tiempo muerto de las partes involucradas.

Los diagramas hombre máquina son útiles para establecer tiempos de ocio y tiempos muertos sobre las dos actividades donde se usa el horno de sellado. Estas actividades son: dobléz y sellado de multiempaque, sellado y traslado de multiempaque. Estos diagramas debe utilizarlos el jefe de línea y gerencia de operaciones.

Figura 21. Diagrama hombre máquina; doblez y sellado de multiempaque

Diagrama Hombre maquina				
Operación: Doble y sellado de multiempaque		Revisado por: Jefe de Línea		
Tipo de Maquina: Horno para termoencogible		Aprobado por: Gerente de Operaciones		
Departamento: Producción		pág.: 1 de		
Elaborado por: María Isabel Sandoval		Fecha: 3 de Febrero 2016		
Actividad del operario		Tiempo (segundos)		Actividad Horno
Recibir multiempaque		0.13		Espera de multiempaque
Envolver multiempaque y empujar al horno		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6.16		
Recibir multiempaque		6.29		Sellado de multiempaque
Envolver multiempaque y empujar al horno		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12.32		
Recibir multiempaque		12.45		
Envolver multiempaque y empujar al horno		13		
		14		
		15		
		16		
		17		
		18.48		
Recibir multiempaque		18.61		
		19.48		
		20.48		
		21.48		
		22.48		
RESUMEN	Ocio (Seg.)	Actividad no completada (seg)	Utilización	Observaciones
Hombre	0	3.87	100%	Análisis únicamente para el inicio del proceso. Ciclo basado en el sellado de 1 multiempaque
Maquina	6.16	0	72.60%	
Total del ciclo		22.48		

Fuente; elaboración propia.

Figura 22. **Diagrama hombre máquina; sellado y traslado de multiempaque A**

Diagrama Hombre maquina				
Operación: Sellado y traslado de multiempaque		Revisado por: Jefe de Línea		
Tipo de Maquina: Horno para termoencogible		Aprobado por: Gerente de Operaciones		
Departamento: Producción		pág.: 1 de 1		
Elaborado por: María Isabel Sandoval		Fecha: 3 de Febrero 2016		
Actividad del horno		Tiempo (segundos)		Actividad del operario
Sellado de multiempaque		1		Espera de multiempaque
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
		15		
		16		
		16.32		
Sellado de multiempaque 2		17		Recibir, revisar y apilar multiempaque
		18		
		19		
		20		
		21		
		22		
		23		
		24		
		25		
		26		
		27		
		28		
		29		
		30.20		
		31		
		32		
		33.32		Espera de multiempaque 2
RESUMEN	Ocio (Seg.)	Actividad no completada (seg)	Utilización	Observaciones
Hombre	19.52	0	43.70%	Análisis para el inicio de la actividad. Ciclo basado en un multiempaque
Maquina	0	3.12	100%	
Total del ciclo		30.2		

Fuente: elaboración propia.

- **Análisis diagramas hombre máquina**

En el diagrama hombre máquina; doblado y sellado de multiempaque (figura 21) se puede observar que durante el sellado de 1 multiempaque, el operario puede ingresar al horno 2 multiempaques más, sin embargo, el tiempo de envolver y empujar al horno no es constante, esto derivado de la actividad anterior; si el corte del termoencogible es muy largo, el operario se tarda más en envolver el producto. Otro factor importante es que el operario no contempla la distancia que deben llevar los multiempaques al ingresar al horno, derivado de esto se tiene la salida de multiempaques pegados unos con otros, lo que se convierte en producto no conforme y reproceso. Por lo anterior, se puede afirmar que la eficiencia de esta actividad se ve afectada por la actividad anterior la cual es un punto crítico para obtener producto no conforme.

El diagrama hombre máquina, sellado y traslado de multiempaque A (figura 22), muestra que un 43,70% del tiempo del ciclo es invertido por el operario. Este tiempo varía si al realizar la parte de control de calidad se presenta un producto no conforme, pues él traslada el producto no conforme al inicio de la línea para su reproceso y conforme se va aumentando la cantidad de producto por apilar esta actividad debe ser más minuciosa, por lo tanto, la espera del operario es justificada positivamente para invertirlo en contratiempos y realizar correcciones según sea el caso.

3.2.4. Distribución de personal

Se presenta una propuesta sobre el procedimiento que se debe llevar a cabo para la correcta distribución del personal, tomando en cuenta el inciso 3.1.3.3. El procedimiento debe tener una estructura interna de documentos. A

continuación, se presenta una propuesta del contenido a cubrir en el procedimiento distribución de personal.

- **Nombre del Procedimiento:** distribución y asignación de personal
- **Área a la que pertenece:** producción de multiempaques
- **Responsable del Procedimiento:** jefe de línea

- **Objetivos del proceso**

Realizar al inicio de cada jornada una distribución óptima de los operarios, tomando en cuenta los requerimientos de producción y actividades fuera de la línea.

- **Generalidades del proceso**

El proceso debe realizarse antes de iniciar la producción.

La distribución de personal está bajo la responsabilidad del jefe de línea, en su ausencia puede realizarlo el gerente de operaciones.

- **Desarrollo del procedimiento**

Paso Núm.	Responsable	Actividad
1	Jefe de línea	Recibe requerimiento de producción y requerimiento de actividades fuera de línea, por parte del gerente de operaciones.
2	Jefe de línea	Identifica la cantidad de operarios disponibles con el reporte de entradas del día

3	Jefe de línea	Realiza balance de líneas utilizando método sistemático. Nota: debe realizar el balance de líneas por cantidad de operarios necesarios según requerimiento o por horas requeridas y analizar según cantidad de actividades cuál es la asignación más conveniente.
4	Jefe de línea	Identifica la cantidad de operarios disponibles después del balance de líneas y distribuye a este personal en el requerimiento de actividades fuera de línea.
5	Jefe de línea	Completo formato de distribución de personal.
6	Jefe de línea	Revisa materiales de producción necesarios, según tipo de producción y se dirige al lugar de almacenamiento de materiales.
7	Bodega	Recibe requerimiento de materiales y realiza despacho según procedimiento interno.
8	Operario	Se dirige a bodega para entrega de materiales.
9	Bodega	Entrega materiales, solicita firma de recibido en requisición y entrega copia de requisición.

Paso Núm.	Responsable	Actividad
10	Operario	Traslada materiales a línea de multiempaque y entrega copia de requisición de materiales a jefe de línea
11	Jefe de línea	Recibe requisición y traslada asignación de tareas a cada operario.
12	Operario	Realiza producción o actividades fuera de línea según instrucciones del jefe de línea. Nota: en el caso de producción de multiempaque A, apoyarse en flujo gramas del proceso.

- Documentación necesaria para el procedimiento.
 - Requerimiento de producción
 - Requerimiento de actividades paralelas
 - Balance de líneas (método sistemático)
 - Lista de materiales según producción
 - Requisición de bodega (si aplica)
 - Formato de producción

3.2.5. Fichas de procesos

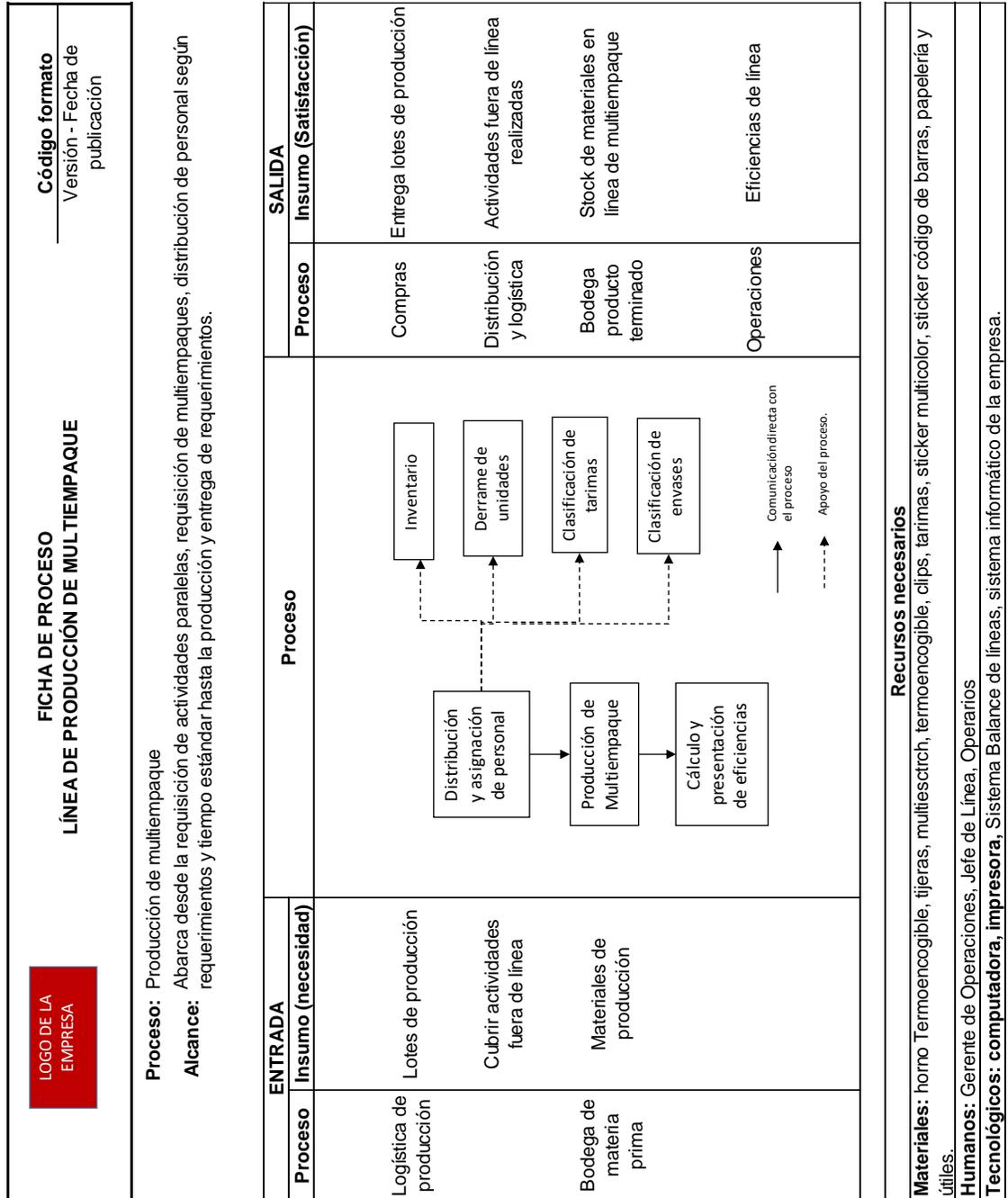
Muestran las entradas, salidas y recursos necesarios para llevar a cabo un proceso. De igual manera, muestra las interacciones entre los procedimientos. Los beneficios de este documento son: identificar la interacción de los procedimientos, establecer recursos necesarios para el proceso (formatos,

materiales, personal, equipo y herramientas entre otros), definir el alcance y responsables del proceso.

La ficha de proceso del área de multiempaque debe mostrar la interacción entre los siguientes procedimientos.

- Procedimiento para la distribución de personal
- Procedimiento de producción de multiempaque
- Procedimiento de Actividades fuera de línea
- Procedimiento para el control y presentación de eficiencias

Figura 23. Ficha de proceso Línea de multiempaques



Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Formularios de control de materiales

Para evitar paros de producción por falta de materiales y para mantener el control de los mismos, es necesario realizar a intervalos de tiempo planificados, un inventario de los materiales en existencia y realizar pedidos por medio de requisición. Para tener una proyección de pedidos, se deben archivar las requisiciones y llevar un control de cada cuánto se realizan las requisiciones de un mismo producto.

Figura 24. Formato para requisición de materiales

		REQUISICIÓN DE MATERIALES		Código Formato Versión fecha de publicación	
RESPONSABLE DEL PEDIDO		FECHA (DD/MM/AA):		N°.	
CODIGO		DESCRIPCION DEL MATERIAL		CANT. DESP.	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
OBSERVACIONES					
AUTORIZADO POR:			RECIBIDO POR:		

Fuente: elaboración propia, según Norma ISO 9001:2008.

Se debe establecer un estándar para el uso de termoencogible y termo *stretch*, según las dimensiones de cada multiempaque pues los cortes son realizados al azar generando desperdicios y retraso en actividades posteriores. Se presenta la propuesta de formatos que pueden apoyar la trazabilidad y control de materiales en la Línea.

Figura 25. **Formato de materiales necesarios por tipo de producción**

<div style="background-color: #c00000; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">LOGO DE LA EMPRESA</div>	<h2 style="margin: 0;">MATERIALES SEGÚN PRODUCCIÓN</h2>	Código _____ Versión Fecha de publicado _____			
Responsable del área: _____					
Materiales					
Tipo de Multiempaque	Clips (Uds)	Termo Encogible (dimension)	Termo Stretch (dimensiones / empaque)	Sticker Multicolor (uds)	Sticker Código de barra (uds)
Multiempaque A	156			312	52
Multiempaque B					
Multiempaque C					
Multiempaque D					
Multiempaque E					
Multiempaque F					
Multiempaque G					
Multiempaque H					
Multiempaque I					
Multiempaque J					
Revisado Por: _____			Autorizado Por: _____		

Fuente: elaboración propia, según Norma ISO 9001:2008.

4. ACCIONES Y RESULTADOS GENERADOS SOBRE LOS FACTORES MÁS INFLUYENTES DE LA LÍNEA DE MULTIEMPAQUE

Luego de los estudios de campo, las evaluaciones de este y estudios al personal operativo, materiales utilizados durante la producción, actividades realizadas durante el proceso de producción y la documentación utilizada, ha sido posible priorizar los factores, según los costos que implica carecer de control sobre ellos. El primer factor más influyente es el capital humano, seguido de los materiales. Al tomar acciones sobre estos dos factores, por ende, se debe mejorar y estandarizar el proceso de producción.

4.1. Aumento del ritmo de producción

Para determinar cuántas unidades por hora puede realizar un operario trabajando en conjunto es necesario realizar algunas conversiones en el tiempo estándar actualizado y compararlo con el tiempo estándar con el cual se estaba trabajando actualmente.

4.1.1. Comparación con ritmo anterior

En la tabla XLI resumen de tiempo estándar, se determinó que un multiempaque se realiza en 84,77 segundos, el ritmo de producción debe estar dado en multiempaques por hora, al realizar las conversiones necesarias se obtiene la siguiente información.

$$\frac{multq}{84.77 \text{ seg}} * \frac{3600seg}{hr} = \frac{42 \text{ mltq}}{hr}$$

4.1.2. Porcentaje de aprendizaje del personal operativo

Las empresas bajo un sistema de certificación de calidad deben considerar a las personas como uno de sus valores más significativos, tomando en cuenta que su participación influye en la capacidad de crear valor dentro de la organización. Por ello, se debería fomentar y comunicar el crecimiento personal y el trabajo en equipo.

El estudio revela que el ritmo de producción de la línea es de 42 multiempaques por hora. Esta es la capacidad de producción que un operario tiene para realizar en conjunto con sus compañeros bajo condiciones ideales. Realizando una comparación con la tabla VI se demuestra que un año después los operarios tienen la habilidad de producir 7 multiempaques más. Por lo que la curva de aprendizaje es del 17%.

Se ha evidenciado que el personal, a lo largo de un año ha tenido un porcentaje de aprendizaje significativo, al comunicar dicho avance a las partes interesadas se crea un ambiente de confianza, motivación, trabajo en equipo y por ende el clima laboral aumenta positivamente.

Algunas de las recomendaciones de la norma de calidad para la mejora del desempeño pueden ser utilizadas para fomentar la participación y motivación de las personas, tomando como referencia este porcentaje de aprendizaje. Las recomendaciones de la norma son:

- Desarrollar un proceso para compartir el conocimiento y utilizar la competencia de las personas, por ejemplo, un esquema para recopilar ideas para la mejora. Esto depende del tipo de liderazgo de la alta gerencia y la metodología que utilice para realizar comunicación interna.

- Introducir un sistema de reconocimiento y recompensa adecuado, basado en evaluaciones individuales de los logros personales.
- Establecer un sistema de calificación de actividades y planes de carrera para promover el desarrollo personal: todo mérito académico alcanzado por los técnicos o mandos medios debe quedar documentado y actualizado en su expediente, para poder optar en un futuro a una plaza interna y realizar carrera dentro de la empresa.

4.1.3. Proyecciones de eficiencias actuales con el nuevo ritmo de producción

La figura 12 es una muestra obtenida de un día de producción, las proyecciones de 394 hacen referencia al multiempaque A, dicha eficiencia es calculada con un ritmo de producción de 35.81 multq/ hr con 11 operarios.

A continuación, se presenta la producción obtenida en dicha muestra utilizando el nuevo ritmo de producción y comparándolo con el ritmo de producción utilizado actualmente, con el fin de evidenciar las variaciones de eficiencia presentadas al utilizar información desactualizada.

Tabla XL. **Proyección de eficiencia con nuevo ritmo de producción**

Datos de la muestra			Nuevo ritmo de producción			OBSERVACIONES
Proyección real (9 Operarios)	Producción (9 Operarios)	Eficiencia	Proyección (9 Operarios)	Producción	Eficiencia	
315	192	61%	383	192	52%	Se está reportando 9% más de eficiencia real.
315	210	84%	383	210	55%	Se está reportando 29% más de la eficiencia real.
315	184	73%	383	184	48%	Se está reportando 25% más de la eficiencia real.

Fuente: elaboración propia.

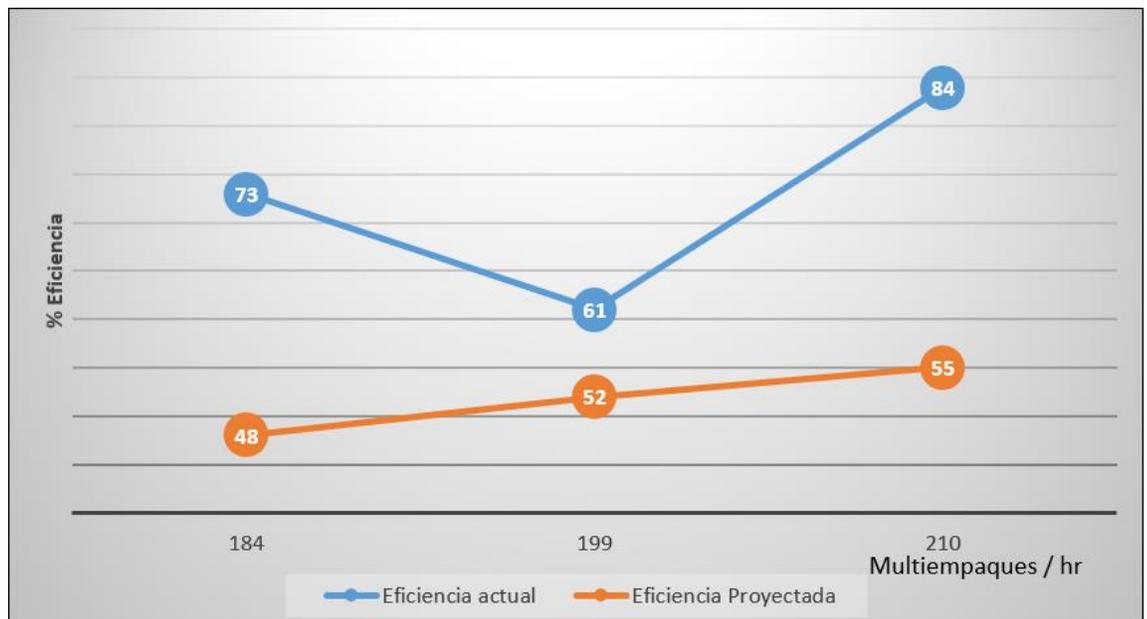
Con la misma cantidad de operarios y la misma producción se puede evidenciar una baja en la eficiencia y por ende en la productividad. Existen tres principios clave para el aumento de la productividad, García los define de la siguiente manera:

- Se aumenta el producto y se mantienen los insumos.
- Se reducen los insumos y se mantiene el producto
- Se aumenta el producto y se aumenta proporcionalmente los insumos.

Aplicando estos principios a la línea de multiempaques, se debe demostrar que la productividad puede ser aumentada por dos vías: reduciendo los insumos y manteniendo el producto, lo que hace referencia a disminuir el personal asignado para el lote de producción actual; se aumenta el producto y se mantienen los insumos, esto indica que se puede seguir utilizando la misma cantidad de operarios pero debido al porcentaje de aprendizaje que ellos han adquirido, es posible aumentar el lote de producción.

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de la eficiencia cuando la producción aumenta, se compara la eficiencia actual con la eficiencia proyectada.

Figura 26. **Comparación de eficiencia real con proyectada**



Fuente: elaboración propia.

El área entre las curvas define el descenso de eficiencia. Esto demuestra que los operarios se han acoplado al ritmo de producción anterior y no se les ha impulsado a trabajar bajo su propio porcentaje de aprendizaje. Este aprendizaje se puede observar en la tendencia ascendente de la gráfica de eficiencia proyectada (gráfica naranja). La eficiencia aumenta proporcionalmente al requerimiento de producción debido a que los operarios, ahora, tienen la capacidad de producir más en el mismo tiempo

Para demostrar que la línea de multiempaque cumple con el principio dos del aumento de productividad, se muestra un balance de líneas para la producción requerida según la tabla XL, para ello, se despeja de la *Ecuación 2*: cálculo de eficiencia por medio del balance de línea, el #Operarios y se sustituyen los valores según corresponda. La ecuación queda de la siguiente manera.

Ecuación 7: #óptima de operarios según demanda

$$\#op = \frac{TE * demanda}{E * JL}$$

Asignando valores según tabla XLII, la cantidad óptima de operarios es de:

$$\#op = \frac{1,41 \frac{min}{mltp} * 192 mltq}{1 * 60 \frac{min}{op}} = 5 \text{ operarios}$$

Tabla XLI. Operarios óptimos según requerimientos de muestra

Requerimiento (multiempaque)	Horas requeridas para el proceso	Total de Operarios	Operarios óptimos (Balance de línea por eficiencia)	Diferencia (Excedente de Operarios)
192	1	9	5	4
210	1	9	5	4
184	1	9	5	4
Balance de líneas con requerimiento total				
Requerimiento	Horas	Total de Operarios	OBSERVACIONES	
586	1.5	9	Todos los operarios tienen la capacidad de realizar el trabajo en 1.5 horas.	

Fuente: elaboración propia, tomando como referencia tabla XLI.

4.2. Proyección en los costos de desperdicio de materiales

Un desperdicio se debe entender como cualquier elemento dentro del proceso que no genera valor al producto final. Los costos de producción se pueden definir por la frecuencia en la que se presentan este tipo de actividades y el costo de los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad.

La materia prima es considerada como un costo directo de la producción, para definir los costos implicados en los materiales. En el capítulo 2 se evaluaron los materiales implicados en el proceso y se definió, por medio de un análisis Pareto, que el termoencogible y el termo *stretch* son los dos materiales más desperdiciados. A continuación, se presentan los costos de producción generados por el desperdicio de estos.

4.2.1. Identificación de los costos de materiales más utilizados

Las actividades que generan desperdicio fueron identificadas por medio de cuadros de decisión en el capítulo 2.

Se sabe que el tamaño ideal de termoencogible para empacar un multiempaque es de 1,6 metros de largo por 0,50 de largo, la frecuencia de generar desperdicio durante un período de observación de tres días se presenta a continuación.

Tabla XLII. **Desperdicio de termoencogible**

Actividad incorrecta	Cant. De Multiempaques	Termoencogible desperdiciado (mts)
Sujetar paquete	15	24
Sujetar multiempaque	5	8
Corte de termoencogible	35	56
TOTAL	55	88

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Proyección de cantidad desperdiciada

De tener un promedio diario de 29,33 metros de termoencogible desperdiciado por no realizar correctamente las actividades donde se manipula este material, se tiene un desperdicio anual de 8,800 metros.

Una bobina de 40 kg de termoencogible de 19 * 2,5 mm tiene un rendimiento de 900 metros, su costo es de Q 2 480,00. Si anualmente se desperdicia 8 800 metros de este material, esto equivale a 9,78 bobinas y su costo de desperdicio es de Q 24 254,4, con este gasto se puede implementar un proyecto de mejora en el área.

4.3. Identificación de horas extras por rotación de personal

Se ha entregado un requerimiento de 594 multiempaques en 3 horas con el apoyo de 9 hombres. De acuerdo con el balance de líneas se ha demostrado que la producción se podría haber entregado en 1,5 horas con 9 operarios o en intervalos de 3 producciones cada hora por 5 operarios. A continuación, se presentan los costos implicados en la producción y se compararan con los costos de las dos opciones donde se reducen 5 operarios o el 50% del tiempo al utilizar balance de líneas por eficiencia.

Para definir los costos de mano de obra es necesario determinar el salario de cada operario. Para el año 2016, según el acuerdo Gubernativos No. 303-2015 del Ministerio de Trabajo, el salario mínimo por hora para actividades no agrícolas, es de Q 10,23 para una jornada diurna normal, el valor de una hora extraordinaria es de 1,5 veces el valor del salario mínimo por hora.

4.3.1. Identificación de costos implicados por rotación de personal

Para cumplir con actividades paralelas, el jefe de línea realiza un paro de producción para trasladar a los 9 operarios a cubrir dichas actividades. De haber realizado una programación de producción con el apoyo de un balance de líneas, se hubiese distribuido el personal de la siguiente manera y ambos requerimientos se cubrirían en 3 horas paralelamente,

- Alternativa 1

5 operarios trabajando en producción de multiempaques

4 operarios cubriendo actividades paralelas

- Alternativa 2

La totalidad de operarios (9) trabajando toda la producción en 1,5 horas y las siguientes 1,5 horas trabajando en actividades paralelas a la línea

Los costos implicados actualmente y los costos de las dos alternativas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XLIII. **Costos de mano de obra en producción de multiempaque A**

Costos para requerimiento de 594 multiempaques en 3 horas			
Cantidad de Operarios	Horas hombres proceso	Costo por hora (Salario mínimo 2,016)	Costo total
9	3	Q 10,23	Q 276,21
Costos para requerimiento de 594 multiempaques en 3 horas utilizando Balance de líneas.			
Alternativa 1			
Cantidad de Operarios	Horas hombres proceso	Costo por hora (Salario mínimo 2,016)	Costo total
5	3	Q 10,23	Q 153,45
Alternativa 2			
Cantidad de Operarios	Horas hombres proceso	Costo por hora (Salario mínimo 2,016)	Costo total
9	1,5	Q 10,23	Q 138,105

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Proyección de costos por rotación de personal

La reducción de costos en un proyecto se basa en la comparación de lo proyectado y la situación actual a largo plazo. Si durante todo el año se realiza una producción de 594 multiempaque A. Un análisis horizontal permite comparar los costos de mano de obra implicados durante un año en esta producción. La proyección se realizó para un año laboral de 300 días y tomando en cuenta el salario mínimo 2016 por hora (Q10, 23).

Tabla XLIV. **Proyección a un año en costos mano de obra**

Concepto	Costo actual	Costo Alternativa 1	% de reducción	Costo Alternativa 2	% de reducción
Mano de Obra Por requerimiento de 586 multiempaque A diarios, durante un año labora	Q 82 863,00	Q 40 035,00	48.31%	Q 41 431,50	50%

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que la mejor alternativa es seguir trabajando con los 9 operarios para reducir en un 50% el tiempo de producción, es necesario saber cuánto la empresa está perdiendo por no realizar una planificación en la distribución de persona, es decir, un análisis costo beneficio. Para ello se deben hacer los cálculos necesarios tomando en cuenta los siguientes datos:

- La empresa paga el 150% del costo hora hombre a cada uno de los operarios, este es equivalente a Q 15,345.

- Se trabaja 1,5 horas extra más por no tener implementada la alternativa 2 planteada en la tabla anterior, esto implica que la empresa paga diariamente 13,5 horas extraordinarias.

Tabla XLV. **Pérdidas actuales por pago de horas extraordinarias**

Operarios	Cant. Horas extra diarias	Total Hora Extraordinaria	Costo Hora extra	Total pago Hora extra (diaria)	Pérdida anual (300 días laborales)
9	1,5	13,5	Q 15,345	Q 207,157	Q 62 147,25

Fuente: elaboración propia, según tabla XLVI

4.4. Ventajas en la estandarización de procesos

Para mejorar una actividad o proceso se debe tener claro en qué consiste la actividad, cuáles son los recursos necesarios para ejecutarlo, quiénes son los responsables de las condiciones ideales para llevarlo a cabo, entre otros aspectos. La manera más práctica para identificar los aspectos de un proceso es por medio de los registros.

El establecimiento de procesos documentados permite eliminar las principales deficiencias y mejorar la distribución de maquinaria, equipo, personal, y áreas de trabajo. La estandarización de procesos parte de uno de los principios de calidad; enfoque basado en procesos “Un resultado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”¹²

¹² INTE-ISO 9000:2005, Sistema de Gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario, inciso 0.2 principios de gestión de la calidad, p 6.

4.4.1. Ventaja en la implementación de diagramas

Cualquier tipo de diagrama instruye y orienta claramente a los operarios de cómo se debe realizar el trabajo, el tiempo necesario para cada actividad y los recursos necesarios.

Algunos de los beneficios en la implementación de diagramas de flujo son los siguientes:

- Brindar una idea de la secuencia del proceso
- Mejorar el manejo de materiales
- Disminuir esperas y actividades innecesarias o repetitivas
- Estudiar detalladamente actividades interrelacionadas
- Eliminar tiempos improductivos

4.4.2. Ventaja del registro de procedimientos

Los registros son un tipo de documento que permite presentar resultados y evidencias a lo largo de cualquier actividad o procedimiento. Alguno de los beneficios de la documentación de procesos según la norma ISO 9000 son los siguientes:

- Lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad
- Proveer la formación apropiada
- Repetitividad y la trazabilidad
- Proporcionar evidencia objetiva

Evaluar la eficacia y la adecuación continua del sistema de gestión de la calidad.

5. DISEÑO DEL MÉTODO SISTEMÁTICO PARA EL CONTROL Y PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Toda empresa debe tener un control y administración de los recursos. En el capítulo anterior se demostró que el recurso que genera mayor aumento en los costos de producción es la distribución inadecuada de las actividades de la mano de obra con lo cual se genera aumento en horas extraordinarias innecesarias. El recurrir a horas extra para el cumplimiento de producción debe ser la última opción que se debe evaluar para cualquier empresa, pues los costos son demasiado elevados. Se debe tener claro que el tiempo es el recurso que puede llegar a controlar y limitar el uso de los demás recursos, por lo que debe ser considerado como uno de los más valiosos.

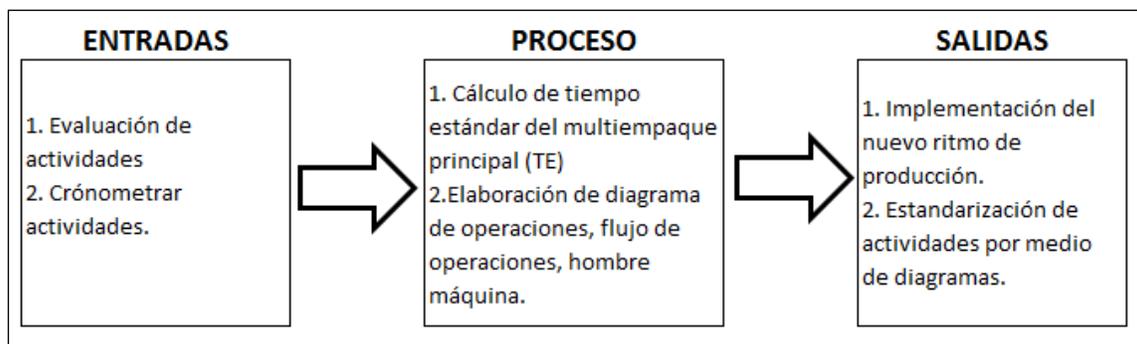
A continuación, se presenta la propuesta de un método sistemático que permitirá a la línea de multiempaque crear un procedimiento para planificación y control de actividades, el cual debe tomar en cuenta la disponibilidad de tiempo, el tiempo estándar de cada tipo de multiempaque y el requerimiento de producción.

5.1. Descripción del método sistemático para el control de eficiencias

El sistema es el conjunto de partes o herramientas relacionadas cronológicamente entre sí para alcanzar un objetivo o meta. Para diseñar el sistema se deben determinar sus componentes, entradas; todo lo necesario para permitir que el sistema funcione, es decir, las herramientas o el equipo necesario para alimentar el sistema, procesamiento; lo que el sistema transforma o realiza en base a las entradas, salidas; el objetivo por el cual está hecho el sistema, los resultados del procedimiento.

El objetivo principal del sistema de producción es controlar y mejorar la eficiencia por medio de los ritmos de producción. Esto da la pauta de las entradas necesarias para cumplir con el objetivo. El siguiente cuadro muestra el sistema de entrada para el método sistemático.

Figura 27. **Entradas del sistema para el diseño del método**



Fuente: elaboración propia.

En un sistema es muy común observar que las salidas de un sistema constituyen las entradas de otro sistema o subsistema. El diseño de la figura 19 muestra el proceso preliminar para el diseño de control de eficiencia, los resultados de este subproceso son las entradas para el diseño del método sistemático.

El método sistemático será capaz de apoyar al jefe de línea en las siguientes actividades:

- Identificar el Tiempo Estándar de cada multiempaque
- Determinar la cantidad de operarios necesarios para llevar a cabo un requerimiento.

- Determinar la cantidad de operarios disponibles para otras actividades
- Identificar el % de eficiencia en un lote de producción y en actividades paralelas
 - Graficar la eficiencia de la línea en una jornada laboral.
 - Controlar el tiempo dedicado en la línea de producción y actividades paralelas.
 - Identificación del proceso por medio de diagramas de flujo de procesos.

5.1.1. Estructura del método sistemático

La estructura del método sistemático se basa en un ciclo de Deming por medio de hojas de cálculo.

Planeación: la primera hoja de cálculo realiza un balance de líneas al introducir los siguientes datos:

- Requerimiento de producción (cantidad de multiempaque por producir).
- Si desea determinar el tiempo necesario para cubrir el requerimiento, necesita introducir la cantidad de operarios de la línea.
- Si desea determinar la cantidad de operarios necesarios para cubrir el requerimiento, necesita introducir el total de horas que ha asignado para la producción.

Esto permite planificar cuánto tiempo y cuántos operarios se necesitan para la producción y cuántos operarios tienen disponible para distribuir en otras actividades. Después, se completa un formulario de asignación de trabajo, el cual debe ser divulgado a los operarios para poder iniciar la jornada.

Realización: en la segunda hoja de cálculo el jefe de producción elabora el control del tiempo y eficiencias en cada hora de producción, según lo documentado en la hoja técnica de producción tanto en la línea de multiempaque como en las actividades paralelas.

Verificación: el registro y tendencia de los gráficos obtenidos en el control del tiempo y la obtención de eficiencias, permitirá analizar de mejor manera la productividad de la línea.

Actuar (mejora continua): el sistema permite guardar y crear un registro diario. Semanalmente, se deberá entregar un informe a gerencia de operaciones para analizar datos y tomar decisiones según convenga.

5.1.2. Datos a considerar al utilizar el método sistemático

El método sistemático cuenta predeterminadamente con los siguientes datos y funciones para facilitar su empleo:

- Descripción de los multiempaque y sus ritmos de producción de producción actualizados, en el capítulo 2 se determinó el nuevo ritmo de producción para el multiempaque A.
- Gráficas predeterminadas para el control de eficiencias por intervalos de tiempo durante la jornada.
- Fórmulas para determinar la cantidad de operarios o el tiempo (en horas) necesario para cubrir la demanda, estas se obtienen al despejar las variables necesarias de la ecuación balance de líneas por eficiencia.
- Interacción entre las hojas de cálculo según los avances de la producción y tomando como referencia el ciclo de Deming planteado en el punto anterior.

El método sistemático tiene una estructura dinámica y muy visual para facilitar la planificación y control al personal que estará a cargo del sistema.

5.1.2.1. Interpretación de registros para las entradas del sistema

Se deben modificar los formatos para el control de la producción y crear formatos que especifiquen la distribución del personal en otras áreas. La trazabilidad de un proceso es parte del control y permite tener información documentada de las acciones implementadas durante su ejecución.

Los formatos por considerar para proporcionar información de entrada al método sistemático deben ser, requerimiento de producción, requerimiento de actividades paralelas, hoja técnica de producción. Como parte del control de documentos y registros que la línea debe cumplir por parte del sistema de Gestión de calidad, estos deben ser codificados y notificados al área de gestión de calidad.

Los registros generados en el requerimiento de producción y requerimiento de actividades paralelas, permite iniciar el proceso con la asignación y distribución de actividades. Una hoja técnica permitirá definir la eficiencia del proceso al documentar el cumplimiento del requerimiento de producción, y todas las anomalías de los procesos según sea el caso.

5.1.3. Aplicación de las hojas de proceso en el método sistemático

Las fichas de procesos permiten determinar los procesos necesarios para llevar a cabo una actividad. Estos determinan la secuencia en interacción entre estos procesos, permiten identificar los recursos necesarios, responsables y resume la metodología a utilizar para medir la eficiencia del área.

El método sistemático es uno de los recursos clave para llevar a cabo el procedimiento de planificación y control de la producción y estas deben ser comprendidas por los mandos medios y altos de la línea de multiempaque.

5.2. Diseño de gráficas en el método sistemático para el control de eficiencias.

Uno de los métodos para presentar resultados y mostrar cuantitativamente una situación, es por medio de gráficos. La forma de un gráfico debe ser estéticamente agradable y capaz de transmitir información relevante, un gráfico puede transmitir más información al combinarlo con colores, implementar la técnica del semáforo (rojo indica alerta en los datos, amarillo; precaución, verde; estabilidad) en un gráfico visualiza rápidamente la situación presentada.

5.2.1. Tipo de gráfico a diseñar

Los gráficos por utilizar en el método sistemático son de columna o barra y de línea.

- **Gráfico de columnas o barras**

Este tipo de gráfico permite mostrar verticalmente una situación a lo largo de una variable. En el programa se utilizará un gráfico de barras para indicar la cantidad de multiempaque producido en diferentes períodos de tiempo.

- **Gráfico lineal**

Permite identificar la tendencia de una situación a lo largo del tiempo, muestra y define variaciones y límites. Este gráfico se emplea en el método sistemático para documentar las eficiencias obtenidas en cada producción a lo largo de toda la jornada.

5.2.2. Datos necesarios para crear el gráfico

La información necesaria para realizar los gráficos se describe a continuación y se define el documento que los registra.

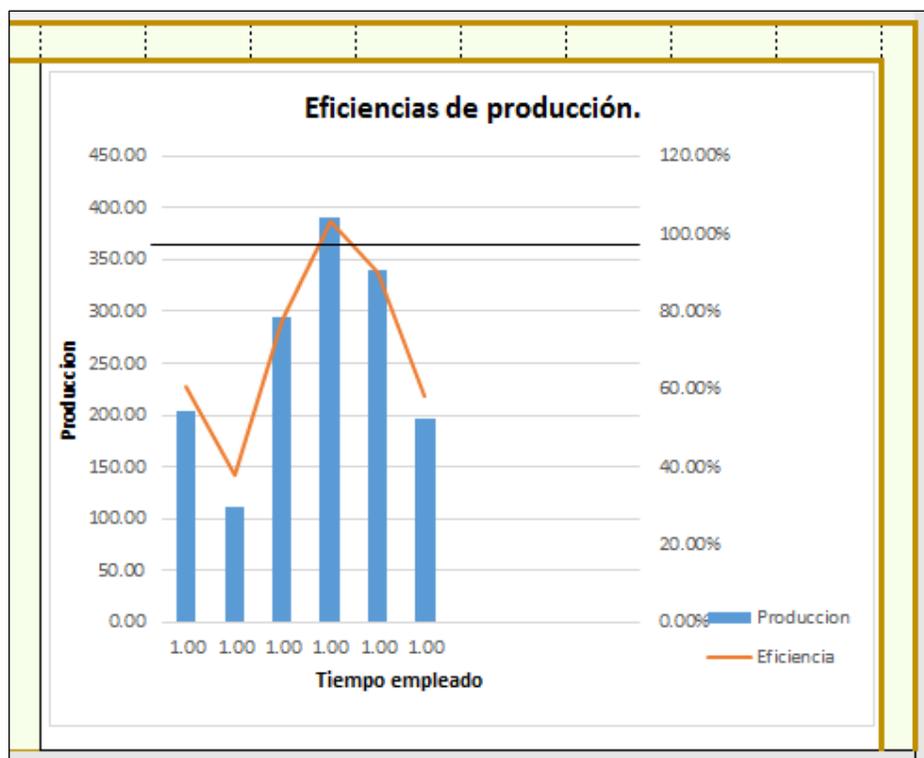
- Cantidad de multiempaques producidos. Este dato se obtiene por medio de la hoja técnica de producción.
- Eficiencia obtenida durante cada producción: es el resultado de la producción obtenida versus la proyectada, la eficiencia es calculada por el

programa al igual que la producción proyectada, el programa la calcula al completar la hoja de cálculo de planificación (véase inciso 5.1.1)

5.2.3. Estructura del gráfico

El gráfico utilizado en el método sistemático identifica la cantidad producida en el eje “y” izquierdo, el eje “y” derecho muestra los porcentajes de eficiencia referente a cada hora de producción. Los intervalos de producción se muestran en el eje “x”. El gráfico se denomina Eficiencias de producción.

Figura 28. **Gráfico de eficiencias del método sistemático**



Fuente: elaboración propia, obtenida del método sistemático.

5.2.4. Objetivos del gráfico

Consolidar la información obtenida durante el proceso de producción, proyectándola gráficamente. Esto permite visualizar con mayor facilidad la relación de todas las variables y visualizar rápidamente el comportamiento del proceso en una jornada laboral.

5.3. Ventajas del método sistemático para el control de recursos

Algunos beneficios al implementar el método sistemático diseñado anteriormente son:

- Realizar una planificación de la producción basada en requerimientos y recursos disponibles, disminuyendo horas extraordinarias que pueden perjudicar los costos del área.
- Monitorear y tener trazabilidad sobre los recursos invertidos dentro de la línea de producción (materia prima y mano de obra).
- Documentar la producción de cada jornada junto a actividades paralelas.

5.3.1. Flexibilidad del método sistemático

El programa tiene la capacidad de adaptarse a cualquier ritmo de producción que cuente con tiempo estándar (TE). Puede realizar un balance de línea por eficiencia para planificar la producción tomando como prioridad definir la cantidad de operarios que trabajarán en cualquier producción o planificar las horas requeridas para realizar una producción con cantidad de operarios establecidos.

5.3.2. Planeación en la asignación de recursos

Planificar la producción debe ser un proceso continuo, donde el objetivo principal es determinar decisiones con anticipación que permitan optimizar los recursos implicados. Realizar la planificación de la producción en el área de multiempaques, por medio del método sistemático propuesto, permitirá al jefe de línea tomar las siguientes decisiones.

- Definir cuántas personas debe asignar al proceso de producción y cuántas pueden ser distribuidas en actividades paralelas, sin realizar paros de producción.
- Definir cuánto tiempo se requiere para cubrir un requerimiento cuando se tiene una cantidad de operarios definidos para el proceso.
- Controlar el inventario de materiales estableciendo la cantidad necesaria de materiales para cada tipo de producción.
- Tomar decisiones sobre la distribución de personal en actividades paralelas, basándose y priorizando la producción de la línea por medio del balance de líneas.

5.3.3. Control en el empleo de materiales

El *stock* de materiales debe ser adecuado para evitar que la falta de estos implique paros de producción, afectando costos o su empleo incorrecto obligue a realizar pedidos innecesarios. El programa permite llevar un inventario actualizándolo cada vez que se cumpla con una producción para alertar al jefe de línea acerca del momento para realizar la siguiente requisición de materiales al área de bodega.

El jefe de línea debe introducir el inventario actual de materiales. El programa realiza las descargas del material según las producciones planificadas. Las alertas se basan en un sistema semáforo, tomando en cuenta los tiempos de entrega de materiales por parte de bodega. Semáforo en verde muestra que el inventario se encuentra arriba de un 66% del inicial, amarillo indica que el inventario se encuentra abajo del 50% y que se debe realizar la requisición a bodega, una alerta roja identifica que no se cuenta con material suficiente para la siguiente producción, es decir, que con la producción actual el material queda por debajo del *stock* de seguridad.

Para un semáforo en amarillo el sistema da la opción de realizar requisición manual, el sistema lanza un hipervínculo para completar requisición. Si el semáforo está en rojo, se tiene como acción realizar una compra urgente por medio de un vale de caja chica, de igual manera el sistema cuenta con un hipervínculo para completar e imprimir vale.

5.4. Creación de un manual para el uso y manejo del método sistemático

El personal encargado del manejo de este sistema debe tener los recursos necesarios para manejarlo y utilizarlo correctamente. El manual permite registrar y transmitir de manera ordenada la información, respecto a las especificaciones del método sistemático. Para los mandos medios de la línea de producción, debe ser una herramienta de trabajo y consulta para el proceso de planificación y control de actividades.

A continuación, se da una propuesta de los elementos y la estructura que puede tener el manual para el método sistemático:

- **Identificación**

Se refiere a la portada del manual, los datos de la portada deben ser:

- **Nombre del manual:** “Manual para la planificación de la producción utilizando método sistematizado”.
- **Codificación ISO:** el área de gestión de calidad de la empresa de documentar, revisar, verificar y publicar el manual. Como evidencia de este proceso se coloca una codificación administrada por el sistema de gestión de calidad.
- **Fecha de publicación y firmas de autorización:** la fecha en la que se publica el manual y las firmas del gerente de operaciones y de gestión de calidad, como autorización de publicación y divulgación del documento.

- **Contenido**

- **Introducción:** en este apartado se explica el propósito y utilidad del manual, síntesis del contenido y su campo de aplicación.
- **Objetivo:** proporciona la información necesaria para el manejo de las hojas de cálculo del método sistemático y la aplicación en el proceso de producción.
- **Alcance:** el manual está dirigido para los altos medio y altos de la línea de producción, es decir jefe de línea y gerente de operaciones.
- **Desarrollo:** dar a conocer la información de entrada para utilizar las hojas de cálculo. Explicación de cada hoja de cálculo, estructura, objetivo de la hoja, cómo se introducen datos, interpretación de los resultados de salida, según el contenido del punto 5.1 y 5.2 de este trabajo.
- **Anexos:** en esta parte se encuentran los diagramas del proceso de multiempaques y cómo se debe realizar un estudio de tiempos y movimientos.

5.5. Capacitación al responsable del sistema

Una de las obligaciones de la empresa es proporcionar formación necesaria para que el personal adquiriera la competencia necesaria para realizar su trabajo. Luego, debe evaluar la eficacia del personal después de la formación proporcionada. Para esto, es necesario revisar el perfil del trabajador y compararlo con el perfil del puesto, si este presenta algunas brechas para

aceptarlo totalmente en el puesto, estas deben ser cubiertas por medio de capacitaciones, talleres, conferencias o el método que la empresa considere. Otros medios para detectar brechas de capacitación pueden ser evaluaciones de desempeño y desarrollo de nuevos proyectos dentro de la empresa.

La capacitación son todos aquellos programas que permiten facilitar el proceso de aprendizaje. Es una actividad a corto plazo para ayudar a realizar un trabajo que requiere habilidades y conocimientos específicos.

5.5.1. Tipo de capacitación

Existen dos tipos de capacitación de personal: la formación técnica y la formación conductual. El primer tipo de capacitación considera toda la formación necesaria para el puesto de trabajo, la cual puede ser desde el dominio de procesos internos, manejo de programas de software, maquinaria especial, entre otros. La formación conductual hace referencia a una formación basada en valores organizacionales, liderazgo, pensamiento estratégico, inteligencia emocional, motivación personal y organizacional, entre otros.

Todo tipo de capacitación puede ser impartida por personas externas o si la organización cuenta con un departamento de capacitación, se le asignará esta tarea. La capacitación puede servirse como seminarios, talleres, diplomados, charlas, cursos académicos o conferencias.

Con lo anterior, se determina que la capacitación del jefe de línea es de tipo personal, con énfasis en el conocimiento para el dominio del método sistemático. Debido a que el medio sistemático es por medio del programa Microsoft Excel y maneja una estructura avanzada, esta sería el área por reforzar, además, la

capacitación debe realizarse externamente, pues la empresa no cuenta con un área de capacitación de este tipo.

5.5.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación debe proporcionar las actividades necesarias para que el Jefe de Línea adquiera los siguientes conocimientos:

- Dominio general de Microsoft Excel.
- Conocimientos básicos sobre un sistema basado en procesos estandarizados.
- Técnicas y herramientas de planificación y control.

El Instituto técnico de Capacitación y productividad (INTECAP), es la institución de referencia para cubrir la primera necesidad de capacitación. Esta institución provee formación profesional a los trabajadores. Se debe realizar un plan para las capacitaciones necesarias que incluya los costos de cada capacitación.

Entre los costos de capacitación, se debe analizar si el jefe de línea debe recibir los cursos en horas de trabajo, en este caso, el costo de la capacitación debe incluir el costo hora hombre más el costo de capacitación. Los salarios estimados del personal de la línea son: gerente de operaciones Q 25 000, jefe de línea Q 5,000.00, operarios Q 2 750,00

Figura 30. **Plan de capacitación línea de multiempaques**

Participante (puesto)	Total de participante	Capacitación	Tipo de capacitación	Ente de capacitación	Instructor	Objetivo de capacitación (cierre)	Duración de Capacitación	COSTOS CAPACITACIÓN		
								Hora Hombre	Capacitación	Total
Jefe de Línea	1	Preparación a la certificación de Excel experto 2013	Diplomado	Externo	Intecap	Conocimientos de Excel avanzado	35	729.05	360	1089.05
Jefe de Línea Gerente de Operaciones	2	Sistema basado en procesos	Charla informativa	Interno	Coordinadora Gestión de Calidad	Generar pensamiento basado en procesos	2	499.96	0	499.96
Jefe de Línea Gerente de Operaciones	2	Técnicas y herramientas de planificación y control	Taller	Interno	Coordinadora Gestión de Calidad	Ampliar conocimientos para planificación y control de actividades	6	1499.88	0	1499.88
Jefe de Línea Gerente de Operaciones Operarios	11	Divulgación y actualización de documentos	Charla informativa	Interno	Coordinadora Gestión de Calidad	cambios en documentación; actualizaciones y creaciones.	1	217.06	0	217.06

Fuente: elaboración propia, curso Intecap según información proporcionada en

www.servicios.intecap.org.gt

Tabla XLVI. **Cronograma de capacitación**

Alcance de capacitación: dirigida a todo el personal de línea de multiempaques.								
Objetivo de Capacitación: proyecto de mejora en línea de multiempaques.								
Cronograma aprobado por: gerente de operaciones.								
Capacitación	Horario	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Preparación a la certificación de Excel experto 2013.	Sábado 8:00 a 13:00 hrs							
Sistema basado en procesos.	Viernes 8:00 a 10:00 hrs							
Técnicas y herramientas de planificación y control.	Viernes 8:00 a 10:00							
Divulgación y actualización de documentos.	Viernes 10:00 a 11:00							

Fuente: Elaboración propia, basado en figura 33, Plan de capacitación del jefe de línea.

5.6. Prueba piloto del método sistemático

Se presenta una lista de requerimientos los cuales se han cumplido bajo las condiciones presentadas en la siguiente tabla. La producción de multiempaque tipo A se realizó en una jornada de 6 a 12:00 del mediodía. En esta jornada se trabajaron 3 horas extra para cumplir con el resto del requerimiento de otros multiempaques.

Tabla XLVII. **Condiciones de requerimientos entregados sin emplear método sistemático**

Requerimiento (Cant de multiempaques)	Cant. de Operarios asignados	Horas requeridas	Eficiencia obtenida	Observaciones
204	8	1	52	3 personas en derrame de producto no conforme
111	7	1	28	4 personas en derrame de producto no conforme
294	9	1	75	
390	9	1	99	
340	9	1	78	
196	8	1	66	3 personas en inventario de producto en piso

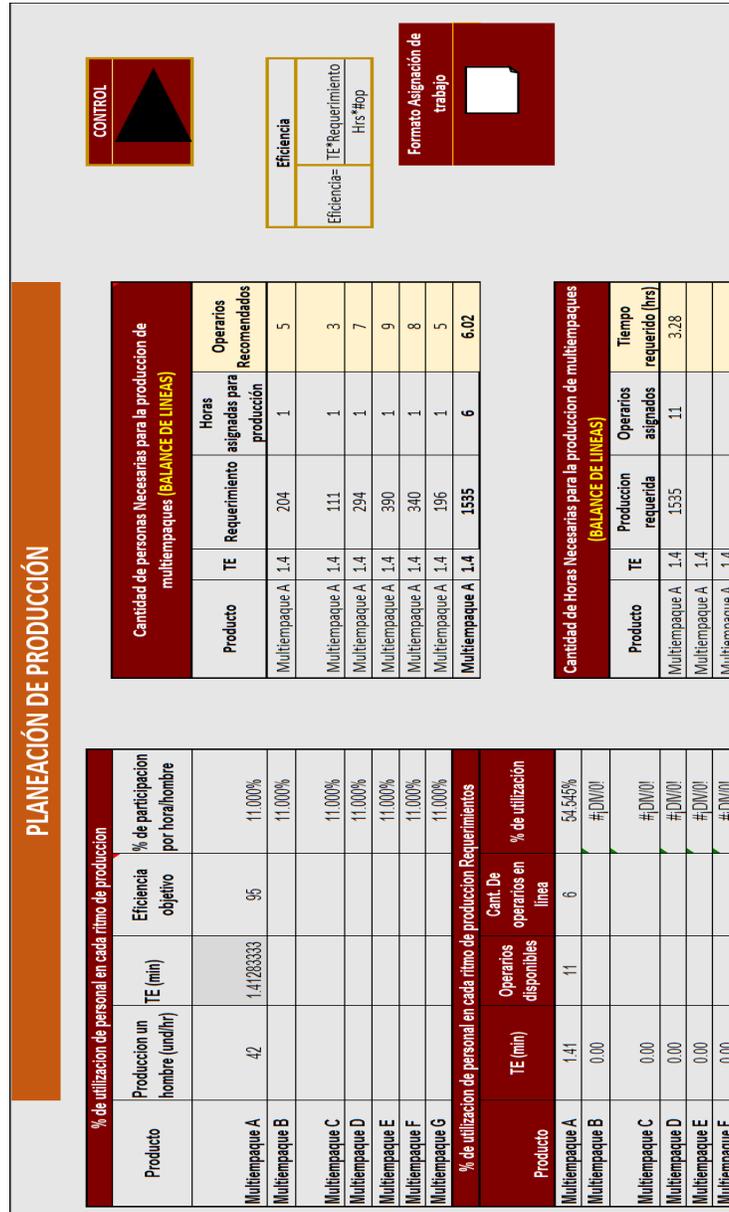
Fuente: Requerimientos de producción proporcionados por jefe de línea.

Para este caso se emplearon las hojas de cálculo del método sistemático, dando a conocer cómo tendría que haber sido la correcta distribución del personal y cómo el tiempo requerido se optimiza al realizar un plan de producción. La información obtenida es la siguiente.

Si la planeación de la producción se hubiera realizado en intervalos de una hora, la cantidad de operarios necesarios para el cumplimiento de producción según método sistemático se obtienen los siguientes datos mostrados en la figura 34. Donde la última columna del balance de líneas muestra que toda la producción de multiempaque A se hubiera realizado con 6 personas, evidenciando que por este método de balance se hubiera optimizado la cantidad de 5 operarios, los cuales hubieran trabajado paralelamente con las actividades de derrame de

producto no Conforme y de Inventario en piso. En este caso el porcentaje de utilización del personal en la línea es del 54%.

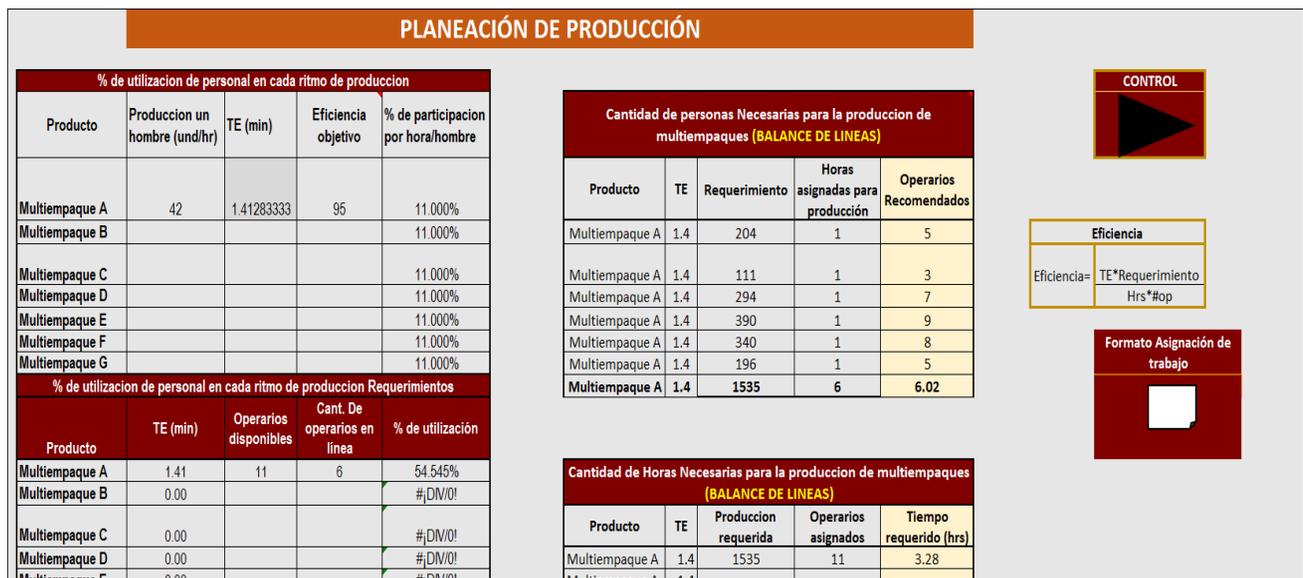
Figura 31. Asignación de operarios para la producción utilizando método sistemático



Fuente: elaboración propia utilizando método sistemático diseñado para línea de multitempaques.

- Si la planeación de la producción se hubiera realizado para determinar la cantidad de horas requeridas (segundo cuadro de balance de líneas) para el cumplimiento del total de la producción, los datos hubiesen sido de mayor utilidad en cuanto a costos de producción, si y solo si se decide permanecer con la misma cantidad de operarios.

Figura 32. Cantidad de horas requeridas para el cumplimiento de producción, utilizando método sistemático



Fuente: elaboración propia utilizando método sistemático diseñado para línea de multiempaques.

En la figura anterior se puede evidenciar que, al asignar a los 11 operarios en el requerimiento de producción, estos tienen la capacidad de entregarlo en 3,28 horas. De haber tomado en cuenta esta opción, los costos de horas extra canceladas no eran necesarios tal como se llevaron a cabo, pues al realizar un balance de líneas por este método se optimiza el 100% de las horas extraordinarias.

5.7 Recursos utilizados para la creación del método sistemático

A lo largo de este capítulo se ha desarrollado una herramienta de planificación y control como propuesta de mejora para el área de multiempaques. Los recursos financieros necesarios para implementar dicha herramienta son mínimos en comparación con los beneficios proyectados en el capítulo 4. El método sistemático relaciona la estandarización de procesos y la planificación de la producción por medio de ritmos de producción, para implementar un procedimiento de planificación y control que permita monitorear los costos del área. Para llevar a cabo la implementación del proyecto, es necesario desarrollar lo siguiente.

5.7.1. Proyección de costos y presupuesto

Se evaluó el impacto en la variabilidad de los costos dentro de la línea de producción. La asignación de horas extras al personal por carecer de una planificación adecuada de las actividades que permita la asignación efectiva de tareas incrementa significativamente los costos. Por otra parte, el planteamiento de objetivos de producción con ritmos de producción desactualizados, también genera el mismo efecto. El material más desperdiciado es el polietileno termoencogible porque no se ha estandarizado el tamaño del corte para el embalaje del multiempaque.

De lo anterior se presenta un resumen del aumento de estos costos proyectados a un año y una propuesta sobre el presupuesto que se puede asignar para las mejoras que permitirán la reducción de dichos costos.

Tabla XLVIII. **Resumen de costos y presupuesto**

COSTOS DE PRODUCCIÓN		
Factor Influyente / Recurso	Descripción del costo	Pérdida anual (Q)
Horas extraordinarias / Capital Humano	Diariamente se pagan 13,5 horas extraordinarias a los 9 Operarios	62 147,25
Técnicas para el manejo de Termoencogible / Materiales	Anualmente se tiene un desperdicio de 9,78 bobinas de Termoencogible	24 147,40
TOTAL		Q 86 294,65

Fuente: elaboración propia según datos de tabla XLVII y punto 4.2.2.

5.8. Impacto ambiental en la línea de multiempaque

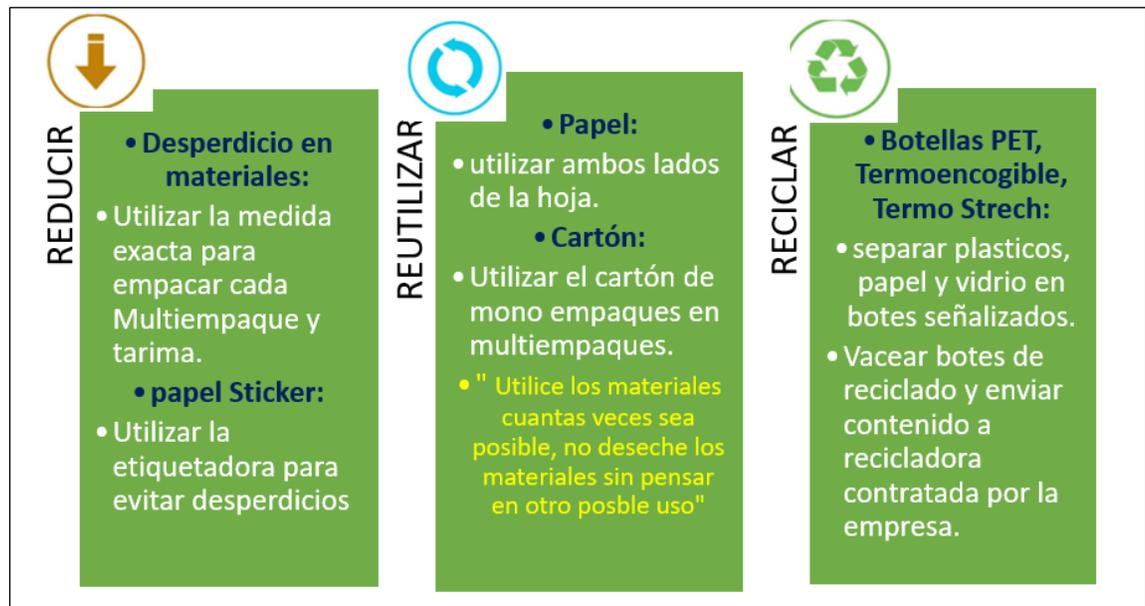
Toda empresa debe poner en práctica la sostenibilidad ambiental, es decir, buscar métodos que puedan contribuir a reducir materiales que pueden perjudicar el medio ambiente y a la sociedad. Implementar pequeñas estrategias prácticas y que involucren a todos los empleados, puede ser el inicio de una cultura ambiental.

5.8.1. Implementación de las 3 R en la línea de multiempaques

En la línea de multiempaques la mayoría de multiempaques no son biodegradables, el plástico tiene un tiempo de degradación de 500 años, las latas (aluminio) de 300 años, el cartón de 5 años. Como propuesta se presenta el método de las 3 R's del reciclaje, con el cual se dan ejemplos de cómo manejar estos materiales.

La técnica de las 3 R's de la ecología es una propuesta para crear hábitos de consumo. Fue creada por una ONG llamada Greenpeace como protesta ante la práctica nuclear estadounidense. Esta técnica indica cómo manejar los residuos y prolongar su uso ya sea reduciéndolos, reutilizándolos o reciclarlos, según convenga.

Figura 33. 3 R's en línea de multiempaques



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En la línea de multiempaque de bebidas carbonatadas se evaluaron los factores necesarios para el proceso de multiempaque A. Entre ellos están la maquinaria, materia prima y capital humano. Se determinó que el primer factor que influye en el aumento de costos de producción es el capital humano a través de la desactualización de ritmos de producción y la mala distribución de actividades. Esto genera el pago de horas extraordinarias. El segundo factor que aumenta costos de producción innecesarios es el termoencogible, debido a que no se tiene un tamaño estándar para envolver cada multiempaque. Esto provoca desperdicios innecesarios.
2. La falta de estandarización en el proceso, de planificación para la producción y la desactualización de los ritmos de producción son causas principales en el aumento de costos de producción sobre los factores mano de obra y materiales. Las acciones correctivas implementadas sobre el capital humano se realizaron al actualizar su ritmo de producción. Un estudio de tiempos permitió determinar que, un año después, el tiempo estándar para la producción de un multiempaque es de 84,77 segundos lo que equivale a 42 multiempaques /por hora trabajados en equipo. Esto demuestra que, actualmente, el personal tiene la capacidad de producir 7 unidades más en comparación con el ritmo que se trabaja actualmente, evidenciado un 17% de aprendizaje.
3. El proceso del multiempaque A se estandarizó por medio de la implementación de los siguientes diagramas: operaciones, flujo de operaciones y hombre máquina. Se planteó la propuesta de un

procedimiento para la asignación de personal, definiendo las entradas y metodología para su desarrollo y la ficha de procesos de la línea de multiempaques. La implementación de formatos para el seguimiento y control de actividades y materiales son parte importante en la obtención de información necesaria para establecer y determinar datos sólidos.

4. La creación del procedimiento de planificación y control de la producción es de suma importancia para la productividad de la línea. La entrada principal para este procedimiento es el método sistemático diseñado. Este sistema basado en una estructura de planificación, realización y verificación permite, en su primera etapa, planificar la producción por medio de un balance de líneas, logrando la distribución óptima del personal entre actividades paralelas y el requerimiento de producción. El siguiente paso del sistema permite determinar la eficiencia de la jornada, a través del cálculo de eficiencia, según requerimientos y su cumplimiento. El análisis de datos por medio de sus gráficos permite analizar y monitorear el comportamiento de la producción. La documentación de los datos obtenidos es parte importante para la trazabilidad y mejora continua de la línea.

5. Al actualizar el ritmo de producción y compararlo con el proceso actual, se realizó la proyección de los costos implicados. Se determinó que, al no utilizar el ritmo de producción actual, se tiene un pago anual de horas extras de Q 62 147,25 en cuanto a desperdicios generados por la falta de estandarización en el corte de termoencogible. Se identificó un gasto anual de Q 24 147,40 sobre este material. Carecer de un control de la producción y sobre dos de sus factores principales provoca que la línea de multiempaques tenga costos de producción anuales equivalentes a Q 86 294,64. Con la implementación del método sistemático, la creación de

manuales y la capacitación de mandos medios en temas básicos sobre procesos, cálculos de producción y sistemas de software se proyecta un presupuesto de Q 1 694,00 aproximadamente. Esta cantidad en comparación con los gastos innecesarios proyectados anualmente se puede visualizar como una inversión para mejorar la productividad en la línea.

RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar un estudio de tiempos para cada producción de multiempaque para actualizar la totalidad de los ritmos de producción y seguir optimizando el pago de horas extraordinarias innecesarias. Los ritmos de producción deben ser revisados y actualizados anualmente o de acuerdo con el nivel de producción.
2. Considerando que el personal de la línea cuenta con un porcentaje de aprendizaje significativo y, como contribución al clima laboral de la línea, se sugiere realizar actividades de motivación y/o reconocimiento de logros, cuyo fin principal sea crear una cultura de aprendizaje y mejora continua donde el personal se sienta motivado cuando este supera los objetivos planteados.
3. Previo al estudio realizado en el material termoencogible y con la identificación de los gastos generados por el desperdicio de dicho material, se debe procurar la implementación de un proyecto para el uso de un tamaño estándar para cada producto. Estas láminas de termoencogible pueden ser cotizadas por medio de proveedores calificados por la empresa.
4. A lo largo de estos estudios se han dado las entradas principales para la creación e implementación del proceso de planificación y control de la producción. Este proceso es de vital importancia para el aumento de la productividad.

5. Capacitar al personal con base en las competencias requeridas y la manipulación de multiempaques, dar a conocer las enfermedades ocupacionales provocadas por el manejo inadecuado en la carga del producto. Se debe emplear correctamente el equipo de seguridad industrial.

6. Se debe reforzar el compromiso de trabajar bajo el cumplimiento de requisitos de un sistema de gestión de calidad certificado y los riesgos de no cumplir con los requisitos del sistema. Se deben realizar con más frecuencia auditorías internas de calidad en la línea de multiempaque de bebidas para verificar el cumplimiento de los procesos y documentación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANDRIS FREIVALDS, benjamín W Niebel. *Ingeniería industrial, métodos estándares y diseños del trabajo*. 12va ed. México: alfaomega, 2004. 546p.
2. ÁVILA MENDIZABAL, Mónica María. *Diseño y elaboración de un procedimiento teórico para la medición de los principales indicadores clave de desempeño (KPI) para la optimización en el proceso de impresión de empaque flexible, aplicándolo en la impresión de empaque de polietileno de azúcar*. Trabajo de graduación ingeniería química, Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería 2015.
3. CHASE, Richard B, *administración de operaciones y calidad de suministros*. 13 ed. México: Mc Graw Hill 2011. 780p.
4. Departamento de Análisis económico y estándares de supervisión, área de Análisis económico financiero. Super Intendencia de bancos de Guatemala. *Informe sobre sectores económicos*. Marzo 2012.
5. FIORA STEINBACH, Palazzini. *La historia del Sabor*. Edición única México: Mc Graw Hill 1994.
6. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del tiempo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2da ed. México: Mc Graw Hill 2005. 459p.

7. MAZARIEGOS ANLÉU, Eric Stuardo. *Análisis y mejora de proceso de comunicación, a través de una herramienta de software, en el Departamento De Controles de una cadena de tiendas de conveniencia*. Trabajo de graduación, ingeniería industrial, Universidad de San Carlos, facultado de ingeniería 2012.
8. Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG ISO 9001: 2008 *sistema de gestión de calidad requisitos*.
9. Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG ISO 9004: 2009 *Gestión para el éxito sostenido de una organización, Enfoque de Gestión de calidad*.
10. URRIBARI VALENZUELA, Román. *Evaluación de la eficiencia y eficacia del proceso productivo de fábrica de bolsas plásticas C.A (plastipan)*. Trabajo de graduación ciencias económicas, Universidad del Zulia, facultad de ciencias económicas. Maracaibo Venezuela 2006.

ANEXOS

Área de materiales



Fuente; imágenes proporcionadas por la empresa.

Línea de producción de multiempaques



Fuente: imágenes proporcionadas por la empresa.