



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

**PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE  
BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**

**Luis Antonio Morales Debroy**

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña  
y por Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE  
BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ANTONIO MORALES DEBROY**

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA  
Y POR EL ING. KENNETH LUBECK CORADO ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Enrique Bernardo Flores Morales
EXAMINADOR	Ing. Fredy Haroldo Gramajo Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

### **PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 de septiembre de 2012.

**Luis Antonio Morales Debroy**

Guatemala, 10 de Septiembre del año 2013

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería USAC  
Presente

Señor Director

Por medio de la presente informo a usted que como Asesor del trabajo de graduación del estudiante **LUIS ANTONIO MORALES DEBROY** procedí a revisar el Informe Final del EPS, cuyo título es: **"PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LINEA DE BEBIDA NO CARBONATADA DE LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES"** el cual encuentro satisfactorio en su contenido técnico y en su forma.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular me es grato suscribirme a usted.

Atentamente,



---

**Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel**  
**Ing. Agroindustrial**  
**Colegiado 1758**





Guatemala, 17 de septiembre de 2013.  
REF.EPS.DOC.1020.09.13

Ingeniero  
José Mario Saravia  
Coordinador de la Carrera Ingeniería en  
Industrias Agropecuarias y Forestales  
Facultad de Agronomía.

Estimado ingeniero Saravia.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Luis Antonio Morales Debroy**, Carné No. **200810611** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE BEBIDAS NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano

**Asesora-Supervisora de EPS**

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra



Guatemala, 17 de septiembre de 2013.  
REF.EPS.D.648.09.13

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE BEBIDAS NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Antonio Morales Debroy** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel asimismo fue asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

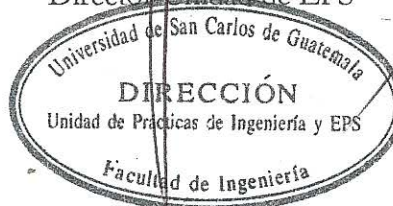
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS

JMC/ra





REF.DIR.EMI.288.013

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 **PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario **Luis Antonio Morales Debroy**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/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: **PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Antonio Morales Debroy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Todopoderoso por ser soporte, bendecir e iluminar mi vida, y por permitirme cumplir el sueño de vivir este momento.
<b>Mis padres</b>	Luis Antonio Morales Samayoa (q.e.p.d.) con respeto y cariño, Sibia de Jesús Debroy Franco viuda de Morales, por su amor incondicional, sus consejos, ejemplo de perseverancia y por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Este triunfo también es suyo.
<b>Mis abuelos</b>	Antonio Debroy García y Orquídea Rusanda Franco Gaitán, por todo el cariño, consejos y apoyo brindado.
<b>Universidad San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme brindado la oportunidad de optar a una profesión.
<b>Facultades de Agronomía, Ingeniería y la Escuela Nacional Central de Agricultura</b>	Que a través de su personal me transmitió los conocimientos necesarios para poder llegar a ser profesional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** “Bendice, alma mía, a Jehová, Y bendiga todo mi ser su santo nombre. Bendice, alma mía, a Jehová, Y no olvides ninguno de sus beneficios. “  
Salmos 103:1 – 2.
- Mi madre** Sibia de Jesús Debroy Franco viuda de Morales, por su esfuerzo y sacrificio que a través de su apoyo y respaldo incondicional que siempre me ha brindado, en cada uno de los momentos de mi vida.
- Mis abuelos** Antonio Debroy Garcia y Orquídea Franco de Debroy por el apoyo, consejos y cariño que siempre me ha manifestado.
- A familiares** Por sus consejos brindados.
- Ing. Kenneth Corado** Por su confianza, amistad, por compartir sus conocimientos y apoyarme en la realización de este trabajo.

**Ing. Norma Sarmiento**

Por su ayuda en la realización de este trabajo, y por compartirme sus conocimientos en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.

**Amigos**

Por su amistad y todos los momentos compartidos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES .....	1
1.1. Visión.....	3
1.2. Misión.....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.4. Organización .....	4
1.4.1. Organigrama.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES .....	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual .....	9
2.1.1 Análisis FODA.....	11
2.2. Tiempos cronometrados en la línea de bebida no carbonatada.....	13
2.2.1 Procedimiento de toma de tiempos .....	13
2.2.2. Tiempos en la línea de bebida no carbonatada .....	15
2.2.3. Selección del operario .....	21

2.2.4.	Calificación del rendimiento del operario.....	22
2.2.5.	Suplementos .....	23
2.3.	Diagrama de flujo actual.....	29
2.3.1.	Descripción de la operación .....	29
2.4.	Diagrama de operaciones actual.....	29
2.5.	Diagrama de recorrido actual .....	39
2.6.	Análisis de movimientos de la línea de bebida no carbonatada .....	42
2.6.1.	Diagrama bimanual armado de cajas.....	43
2.7.	Análisis de datos obtenidos.....	54
2.8.	Cálculo de eficiencias actual .....	55
2.9.	Propuesta de mejora en la línea de bebida no carbonatada.....	58
2.10.	Tiempos cronometrados con método propuesto.....	62
2.11.	Diagrama de operaciones propuesto.....	66
2.12.	Diagrama de flujo propuesto .....	69
2.13.	Diagrama bimanual método propuesto.....	74
2.14.	Cálculo de eficiencias con método propuesto.....	78
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS ENJUAGUES DE LOS CIRCUITOS DE LIMPIEZA EN EL ÁREA DE BEBIDA NO CARBONATADA .....	83
3.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	83
3.1.1.	Análisis del consumo de agua actual .....	83
3.1.2.	Metodología de estudio de los enjuagues en los circuitos de limpieza .....	87
3.1.3.	Datos históricos del consumo de agua en los circuitos de limpieza .....	88

3.2.	Propuesta para el ahorro de agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza .....	93
3.2.1.	Pasos para realizar el análisis del químico en el agua.....	93
3.2.2.	Análisis del agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza.....	94
3.2.3.	Propuesta de ahorro en el consumo de agua, en los enjuagues de los circuitos de tubería interna .....	99
3.2.4.	Consumo de agua método propuesto .....	100
3.2.4.1.	Comparación de métodos.....	101
3.2.5.	Costo del plan de ahorro de agua en los circuitos de limpieza.....	104
4.	FASE DE DOCENCIA. PROPUESTA DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA LÍNEA DE BEBIDA NO CARBONATADA.....	107
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación .....	107
4.2.	Análisis de la situación actual del personal de la línea de bebida no carbonatada .....	110
4.2.1.	Resultados de competencias laborales .....	112
4.3.	Diseño del plan de capacitación .....	114
4.4.	Costo de la propuesta del plan de capacitación .....	116
4.5.	Evaluación de lo aprendido.....	118
	CONCLUSIONES .....	127
	RECOMENDACIONES.....	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	131
	ANEXOS .....	133





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa Bebidas Industriales .....	7
2.	Sistema de suplementos por descanso .....	25
3.	Diagrama de operación actual presentación A .....	31
4.	Diagrama de operación actual presentación B .....	32
5.	Diagrama de operación actual presentación C .....	33
6.	Diagrama de flujo actual presentación A .....	34
7.	Diagrama de flujo actual presentación B .....	36
8.	Diagrama de flujo actual presentación C .....	38
9.	Diagrama de recorrido actual .....	41
10.	Caja de empaque .....	44
11.	Separadores .....	45
12.	Caja con separadores .....	45
13.	Empaque presentación A método actual .....	46
14.	Empaque presentación B método actual .....	47
15.	Empaque presentación C método actual .....	47
16.	Caja para empaque método propuesto .....	59
17.	Ejemplo de envase utilizado para empaque .....	60
18.	Empaque presentación A método propuesto .....	61
19.	Empaque presentación B método propuesto .....	61
20.	Empaque presentación C método propuesto .....	62
21.	Diagrama de operaciones método propuesto presentación A .....	66
22.	Diagrama de operaciones método propuesto presentación B .....	67
23.	Diagrama de operaciones método propuesto presentación C .....	68
24.	Diagrama de flujo método propuesto presentación A .....	69

25.	Diagrama de flujo método propuesto presentación B .....	71
26.	Diagrama de flujo método propuesto presentación C .....	73
27.	Consumo de agua método actual en septiembre .....	89
28.	Consumo de agua método actual en octubre .....	90
29.	Consumo de agua método actual en noviembre .....	91
30.	Consumo de agua método actual en diciembre .....	92
31.	Consumo de agua método actual .....	102
32.	Consumo de agua método propuesto .....	102
33.	Comparación de consumo de agua .....	103

## TABLAS

I.	Análisis FODA .....	12
II.	Ciclos a observar según el criterio de General Electric .....	15
III.	Ciclos observados en la presentación A .....	16
IV.	Ciclos observados en la presentación B .....	17
V.	Ciclos observados en la presentación C .....	17
VI.	Total de muestras a cronometrar presentación A .....	20
VII.	Total de muestras a cronometrar presentación B .....	20
VIII.	Total de muestras a cronometrar presentación C .....	21
IX.	Calificación de la actuación .....	23
X.	Calificación de los operarios .....	26
XI.	Suplementos aplicados al personal .....	26
XII.	Calculo del tiempo estándar presentación A .....	27
XIII.	Calculo del tiempo estándar presentación B .....	28
XIV.	Calculo del tiempo estándar presentación C .....	28
XV.	Significado de símbolos de diagramas .....	30
XVI.	Tabla resumen presentación A .....	35
XVII.	Tabla resumen presentación B .....	37

XVIII.	Tabla resumen presentación C.....	39
XIX.	Significado de símbolos en diagrama bimanual .....	42
XX.	Diagrama bimanual de empaque presentación A.....	48
XXI.	Diagrama bimanual de empaque presentación B.....	50
XXII.	Diagrama bimanual de empaque presentación C.....	52
XXIII.	Tiempos estándar situación actual presentación A.....	55
XXIV.	Tiempos estándar situación actual presentación B.....	56
XXV.	Tiempos estándar situación actual presentación C.....	56
XXVI.	Ciclos observados método propuesto presentación A.....	62
XXVII.	Ciclos observados método propuesto presentación B.....	63
XXVIII.	Ciclos observados método propuesto presentación C.....	64
XXIX.	Tiempos estándar situación actual presentación A .....	64
XXX.	Tiempos estándar situación actual presentación B .....	65
XXXI.	Tiempos estándar situación actual presentación C.....	65
XXXII.	Tabla resumen presentación A.....	70
XXXIII.	Tabla resumen presentación B.....	72
XXXIV.	Tabla resumen presentación C.....	74
XXXV.	Diagrama bimanual de empaque presentación A.....	75
XXXVI.	Diagrama bimanual de empaque presentación B.....	76
XXXVII.	Diagrama bimanual de empaque presentación C .....	77
XXXVIII.	Tiempos estándar método propuesto presentación A.....	79
XXXIX.	Tiempos estándar método propuesto presentación B.....	79
XL.	Tiempos estándar método propuesto presentación C .....	80
XLI.	Tiempo del circuito de limpieza método actual.....	86
XLII.	Formato de control para consumo de agua.....	88
XLIII.	Consumo de agua durante septiembre.....	89
XLIV.	Consumo de agua durante octubre.....	90
XLV.	Consumo de agua durante noviembre.....	91
XLVI.	Consumo de agua durante diciembre.....	92

XLVII.	Formato para control de químico en el agua.....	95
XLVIII.	Primer análisis de enjuague del circuito de limpieza.....	96
XLIX.	Segundo análisis de enjuague del circuito de limpieza.....	97
L.	Tercer análisis de enjuague del circuito de limpieza .....	98
LI.	Tiempo propuesto del circuito con el nuevo método .....	99
LII.	Consumo de agua método propuesto .....	100
LIII.	Comparación de métodos en consumo de agua .....	101
LIV.	Costo del plan .....	105
LV.	Competencias laborales operador nivel mínimo.....	108
LVI.	Competencias laborales ayudante de procesos nivel mínimo.....	109
LVII.	Resultados competencias laborales operador.....	112
LVIII.	Resultados competencias laborales ayudante de procesos.....	113
LIX.	Cronograma propuesto del plan de capacitación .....	115
LX.	Costo de capacitación al operador.....	116
LXI.	Costo de capacitación al ayudante de procesos.....	117
LXII.	Clasificación según la calificación .....	118
LXIII.	Cuestionario para verificar lo aprendido .....	119
LXIV.	Respuesta al cuestionario para evaluar lo aprendido .....	122

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>An</b>	Agua natural embotellada
<b>Bc</b>	Bebidas carbonatada
<b>Be</b>	Bebidas energizante
<b>Bi</b>	Bebida isotónica
<b>Bnc</b>	Bebida no carbonatada
<b>S</b>	Desviación estándar
<b>E</b>	Eficiencia
<b>k</b>	Error a utilizar
<b>Fc</b>	Factor de calificación
<b>gal</b>	Galones
<b>GL(t)</b>	Grados de libertad
<b>Hrs</b>	Horas
<b>min</b>	Minutos
<b>Mp</b>	Minutos estándar permitidos
<b>No</b>	Número
<b>n</b>	Número de observaciones
<b>N</b>	Número total de observaciones
$\bar{x}$	Promedio
<b>Q</b>	Quetzales
<b>Sup</b>	Suplementos
<b>Tc</b>	Tiempo cronometrado
<b>Te</b>	Tiempo estándar
<b>Tn</b>	Tiempo normal

**xi**  
**S<sup>2</sup>**

Tiempo de la actividad  
Varianza

## GLOSARIO

<b>Agua natural embotellada</b>	Agua potable envasada en botellas individuales, que ha pasado por un proceso de purificación por lo que no representa riesgo para la salud.
<b>Bebida carbonatada</b>	Es una bebida saborizada, efervescente y sin alcohol, contiene ácido carbónico que se descompone en agua y dióxido de carbono.
<b>Bebida energizante</b>	Bebida sin alcohol y con algunas virtudes estimulantes, compuestas principalmente por cafeína, agua carbonatada, varias vitaminas del grupo B, taurina, guaraná, azúcar, L-carnitina y otros variando según el fabricante.
<b>Bebida isotónica</b>	Bebida con gran capacidad de rehidratación, incluyen bajas dosis de sodio en forma de cloruro de sodio, bicarbonato sódico, azúcar o glucosa y habitualmente potasio y otros minerales.

<b>Bebida no carbonatada</b>	Es una bebida que no contiene dióxido de carbono disuelto, que se presenta listo para beber y que se obtiene por disolución de azúcar y otro edulcorante nutritivo en agua potable, con la adición de saporíferos naturales o artificiales y acidificantes, con o sin la adición de sustancias conservadoras y otros aditivos alimentarios permitidos y que ha sido sometido a un proceso tecnológico adecuado.
<b>BMP</b>	Buenas Prácticas de Manufactura.
<b>Consistencia del operador</b>	Factor de Westinghouse que influye en la calificación de la actuación del operador, evaluado como: aceptable, normal, buena, excelente.
<b>Destreza</b>	Es la habilidad de un operario determinada por la experiencia y sus aptitudes inherentes, como la coordinación natural y el ritmo de trabajo
<b>Eficiencia de la línea</b>	Es la relación entre los recursos óptimamente empleados y los recursos disponibles en una línea de producción.
<b>Esfuerzo</b>	Se define como una demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia, también se le llama empeño.



<b>Estudio de tiempos</b>	Técnica de medición, del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida.
<b>Fatiga</b>	Disminución de la capacidad de trabajo.
<b>Método</b>	Técnica empleada para realizar una operación.
<b>Observador</b>	Analista que toma el estudio de tiempos de una operación dada.
<b>Proceso</b>	Serie de operaciones que logran el avance del producto hacia el tamaño, forma y especificaciones finales.
<b>Producción</b>	Salida total de un proceso en una unidad de tiempo.
<b>Tiempo estándar</b>	Valor en unidades de tiempo para una tarea, determinado con la aplicación correcta de las técnicas de medición del trabajo por personal calificado.
<b>Tiempo normal</b>	Tiempo requerido para que un operario estándar realice una operación cuando trabaja a paso estándar, sin demoras por razones personales o por circunstancias inevitables.

**Tiempo observado**

Tiempo elemental de un ciclo obtenido ya sea de manera directa o con la resta de observaciones sucesivas.

## RESUMEN

Este trabajo está orientado a crear una propuesta para el mejoramiento de la eficiencia de la línea de producción de bebida no carbonatada, en la empresa Bebidas Industriales, haciendo un análisis de tiempos, de operaciones y movimientos.

Bebidas Industriales es una empresa guatemalteca que elabora bebidas carbonatadas, no carbonatadas, isotónicas, energizantes, etc. La empresa está comprometida con la calidad de los productos y la protección al medio ambiente, por lo que dentro de los procesos de producción siempre se busca incrementar la eficiencia de los procesos esto conlleva al aumento de la productividad, la estandarización de tiempos, evaluación del rendimiento de los operarios mediante el estudio de tiempos con el factor de nivelación en este caso el que se utilizo fue el de Westinghouse, todo esto siempre en comparación del método actual de trabajo, para determinar si se está mejorando la eficiencia del trabajo.

Con el estudio de tiempos y movimientos se hace un análisis de los diagramas de flujo y operaciones aplicando el cálculo de la eficiencia, reduciendo demoras, tiempos de transporte y operaciones.

El uso del agua dentro de la industria de bebidas es cada vez mayor debido a que es uno de los principales elementos para la producción de los productos, así como para la limpieza del área de trabajo por lo que la propuesta de ahorro en el consumo de agua ayudará también al medio ambiente ya que este es un recurso el cual es de suma importancia para todos ya que sin agua

no hay vida y en cuanto se pueda optimizar el uso de este recurso vital será de gran importancia no solo para la industria sino para la sociedad.

La capacitación del personal es algo que hay que hacer con frecuencia ya que es necesario que los trabajadores estén actualizados en cuanto es todo el normativo de los procedimientos en las industrias de bebidas en el presente documento se hace un plan para la capacitación del personal con la finalidad de fortalecer las áreas que puedan estar débiles o en las que el operario no tenga bien claros los conceptos.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar una propuesta para incrementar la eficiencia de la línea de producción de bebida no carbonatada.

## Específicos

1. Realizar un diagnóstico que determine la situación actual de la línea de bebida no carbonatada.
2. Determinar las actividades dentro del proceso de producción que requieran optimización.
3. Establecer los tiempos estándar para cada elemento del proceso de producción, a través de un estudio de tiempos.
4. Desarrollar los diagramas de movimientos en el proceso de empaque en la producción de bebida no carbonatada.
5. Diseñar un método que logre eliminar movimientos improductivos en el proceso de empaque.
6. Elaborar una propuesta para el ahorro en el consumo de agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza de la tubería interna.

7. Diseñar un plan de capacitación para el personal de la línea de bebida no carbonatada.

## INTRODUCCIÓN

Se llevó a cabo la propuesta para incrementar la eficiencia de la línea de bebida no carbonatada de la empresa Bebidas Industriales, con el fin de aumentar la eficiencia en la línea y reducir tiempos de producción.

El proyecto se divide en tres fases: técnica profesional, investigación y docencia.

En el capítulo uno se hace una breve descripción de la empresa en la cual va descrito a que se dedica, enumera algunos de los productos que ahí son elaborados, también la misión, la visión, los objetivos empresariales de la misma así como la forma de organización donde se presenta un esquema grafico de jerarquías dentro de la empresa.

En el capítulo dos la fase de servicio técnico profesional, se lleva a cabo el desarrollo del tema: Propuesta para incrementar la eficiencia de la línea de bebida no carbonatada en la empresa Bebidas Industriales, en el cual se hace un análisis FODA de la empresa, se elabora un estudio de tiempos y movimientos de la línea con el método actual de empaque. También se plantean de forma general las actividades principales y se da una descripción de las operaciones necesarias en la realización del proceso productivo.

Para analizar las operaciones que son realizadas en el proceso productivo, se elaboraron los diagramas de operación, procesos, y recorrido. Junto a los tiempos estándar de cada uno de estos, se describe el proceso de empaque, y se realizan los diagramas bimanuales del mismo, con esto se

establece la situación actual de la línea de producción, utilizando el análisis de movimientos específicamente en el área de empaque, para diseñar una propuesta que incremente la eficiencia de la línea de producción, aplicando la economía de movimientos y el balance de la línea.

En el capítulo tres la fase de investigación se elabora una propuesta para la reducción del consumo de agua, realizando un análisis del consumo de este recurso dentro de la empresa en distintas áreas. Se determinó buscar el ahorro de agua en los circuitos de limpieza de la tubería interna, mostrando datos históricos, describiendo cuando es llevado a cabo este proceso, los pasos y la duración del mismo. Además se muestran los formatos que actualmente son utilizados para medir el consumo, y se hace un estudio para determinar la posibilidad de reducir el consumo de agua en este proceso. Se describe la metodología a seguir, elaborando un formato para medir el consumo de agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza de la tubería interna y así elaborar la propuesta para lograr un ahorro en este recurso.

En el capítulo cuatro la fase de docencia se presenta la propuesta de un plan de capacitación al personal de la línea de bebida no carbonatada, donde se hace un diagnóstico de las necesidades de capacitación, evaluando a los trabajadores en distintos aspectos, observando el área con mayor debilidad y realizando el plan de capacitación con el fin de que el personal tenga conocimientos sobre los temas que actualmente se manejan en la industria de bebidas.



# **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**

Bebidas Industriales es una empresa productora y comercializadora de productos alimenticios, ha realizado esfuerzos en el control de la calidad, en la mejora continua y el compromiso con los clientes con el fin de cumplir con los estándares de calidad que requieren los nuevos mercados cada vez más exigentes, y donde la competencia así como la demanda de estos productos es creciente a nivel nacional e internacional.

Está comprometida con la calidad de los productos por lo que por medio de uso de tecnología ha logrado el mejoramiento de los procesos productivos que se dan dentro de la misma, logrado así también que los procesos sean amigables con el ambiente con un manejo adecuado de los desechos que son producidos.

Busca nichos de mercado en los cuales incursionar diversos productos, para así estar en la vanguardia de la innovación de nuevos productos en el área de bebidas en el país, y así mantenerse en la preferencia del consumidor, además con la implementación del Tratado de Libre Comercio (TLC), la empresa podrá alcanzar nuevos mercados internacionales utilizando como mayor fortaleza las materias primas de calidad.

La empresa Bebidas Industriales elabora una gran variedad de productos en el campo de las bebidas isotónicas, carbonatadas y no carbonatadas como lo son:

- **Bebidas isotónicas**

Bi1: bebida de gran capacidad de rehidratación, contiene sodio, azúcar, potasio y otros minerales que ayudan a la absorción del agua.

Bi2: bebida de gran capacidad de rehidratación, contiene sodio, azúcar, potasio y otros minerales que ayudan a la absorción de agua.

Bi3: bebida a base de arroz de gran capacidad de rehidratación y proporciona glucosa mejorando la absorción del agua.

- **Bebidas no carbonatadas**

Bnc1: bebida natural no carbonatada, con extractos naturales de fruta.

Bnc2: bebida no carbonatada que se presenta en diferentes sabores para que el consumidor pueda disfrutarlos.

Bnc2: bebida no carbonatada baja en azúcares, sin conservantes.

- **Bebidas carbonatadas**

Bc1: bebida con sabor dulce conferido por diferentes sustancias, como, sacarosa, fructosa etc.

Bc2: bebida que busca calmar la sed del consumidor a la vez de dar un sabor agradable.

Bc3: bebida carbonatada con saborizantes y colorantes artificiales.

- Agua natural

An1: agua natural de manantial refrescante y apta para consumo humano.

An2: agua pura tratada y apta para el consumo humano.

- Bebidas energizantes

Be1: bebida estimulante, regenera del agotamiento.

Be2: bebida energizante mezclada con bebida de cola.

Be3: bebida energizante con cafeína extra.

### **1.1. Visión**

“Satisfacer las necesidades de los clientes comercializando productos de la más alta calidad posicionándonos como una empresa innovadora en el mercado.”

### **1.2. Misión**

“Elaborar y comercializar bebidas que cumplan con los estándares de la más alta calidad, logrando así posicionarse en la preferencia del consumidor.”

### **1.3. Objetivos**

“Cumplir con los estándares de calidad para el cliente  
Elaborar productos con higiene y calidad para el consumidor

Ser innovadores en el mercado de bebidas  
Lograr la preferencia del consumidor  
Personal motivado dentro de la empresa”

#### **1.4. Organización**

La empresa Bebidas Industriales está organizada en una forma vertical, con un control jerárquico, en donde la junta directiva, marca los objetivos, logros y actividades, los cuales son transmitidos al gerente general y él los comunica al resto de mandos, estos tienen objetivos internos y los esfuerzos del personal de cada área están enfocados a conseguir los objetivos internos, para el apoyo y la adecuada función de la empresa, siendo estos:

- Departamento de Mantenimiento: esta área está encargada de la supervisión y mantenimiento preventivo del equipo que presente fallas técnicas, como maquinaria y transportes, tiene el propósito de evitar paros prolongados por fallas en la maquinaria.

El encargado de mecánica tiene a cargo todo lo que es la maquinaria que se utiliza en la empresa, y de monitorear, verificar y arreglar cualquier fallo en las mismas.

El encargado de eléctrica tiene a cargo la electricidad dentro de la planta, de todos los sistemas y máquinas que deben tener un control eléctrico para el adecuado funcionamiento evitando así que la maquinaria sufra desperfectos ocasionados por la electricidad.

El Área de Transportes es encargada de todos los vehículos de la empresa desde los usados para transporte de mercadería, vehículos usados en promociones, para venta de producto y de uso interno.

- Departamento Administrativo cuenta con tres áreas: Recursos Humanos, encargado de la selección y contratación del personal que labora en la empresa, el Área de Producción en la cual se desarrollan todos los procesos de la transformación de la materia prima en el producto final y el Área de Calidad es donde se analiza y se verifica que el producto que sale del Área de Producción cumpla los parámetros de calidad requeridos para la venta.

El Área de Recursos Humanos tiene por objetivo la contratación y selección del personal que labora dentro de la empresa.

El Área de Producción es el encargado que el proceso productivo se realice con éxito cumpliendo todas las especificaciones del producto para llevarlo al mercado.

Calidad es el área encargada de verificar que el producto que es elaborado dentro de la empresa cumpla con los parámetros de higiene y calidad del producto como color, pH, grados brix.

- Departamento de Logística: es encargado del análisis estratégico del comportamiento del mercado, colocar los productos en lugares adecuados y en el momento preciso contribuyendo a la rentabilidad de la empresa, este departamento moviliza recursos humanos como financieros.

Mercadeo es el responsable de la promoción del producto en las diferentes cadenas de mercado, dar a conocer un producto nuevo, hacer estudios de cómo se comporta el mercado ante un producto nuevo, como ha aceptado el mercado el producto de la empresa, análisis de mercados

Ventas es el responsable de la distribución y venta del producto en el mercado.

#### **1.4.1. Organigrama**

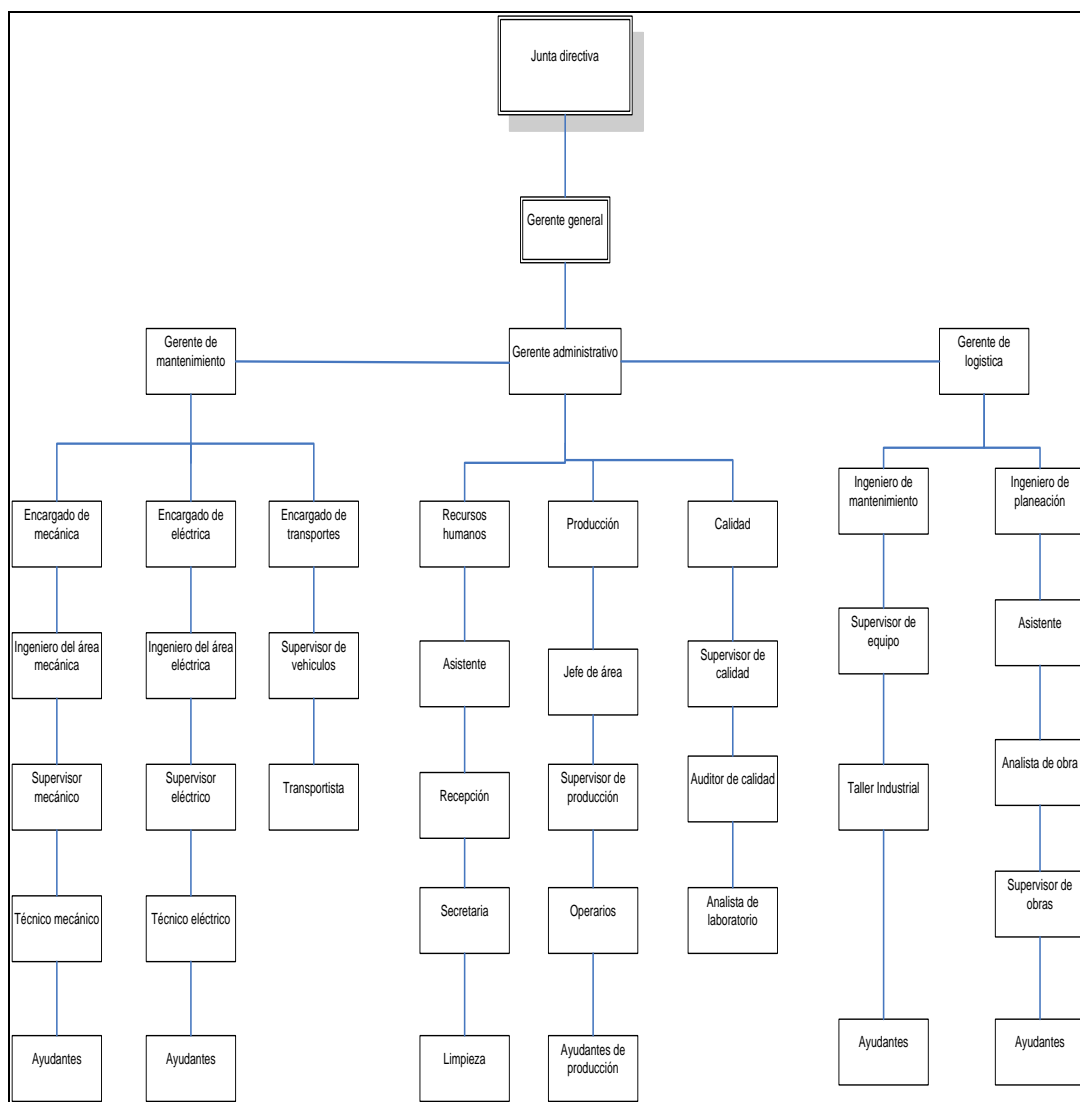
La empresa Bebidas Industriales tiene una estructura de tipo vertical, donde la suma de los logros parciales de cada departamento da como resultado los objetivos globales de la empresa, y las decisiones importantes dentro de la empresa son tomadas por la junta directiva y transmitidas a los demás mandos en el orden vertical de arriba hacia abajo.

Las principales características de la organización vertical son:

- Su organización es por departamentos
- Cada departamento tiene objetivos internos
- Hay un control jerárquico
- Se debe cumplir con las tareas asignadas
- Hay tareas y objetivos individuales
- Trabajo individual y fragmentación de tareas
- Control de arriba hacia abajo
- Los sistemas de comunicación funcionan en sentido descendente
- Departamentos fragmentados que desempeñan funciones separadas y donde la política dominante es la no intervención

- El esfuerzo se centra en conseguir objetivos internos de cada departamento.
- En el organigrama cada casilla representa departamentos y jerarquías dentro de la organización, está representada en siguiente organigrama.

Figura 1. **Organigrama de la empresa Bebidas Industriales**



Fuente: empresa Bebidas Industriales.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDA NO CARBONATADA EN LA EMPRESA BEBIDAS INDUSTRIALES**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual**

En la empresa se busca mejorar los procesos productivos, y entre los problemas que se enfrentan está la baja eficiencia de la línea de bebida no carbonatada, la cual es la encargada de producir y empaquetar los productos que allí se elaboran, por lo que se realizaron, entrevistas no estructuradas a la gerencia para que informaran de la problemática, además se entrevistó al jefe de área para tener información más específica en cuanto al tema, luego con el supervisor del área se visitó el lugar de trabajo, para observar el desarrollo del proceso productivo, para que explicara la forma en que se elabora el producto, y específicamente en que estaciones de trabajo es donde se da mayor dificultad en el desarrollo del proceso productivo.

Con apoyo del supervisor de producción del área se le informo al personal de la línea de bebida no carbonatada, sobre el estudio que se estaba realizando, además se estaría entrevistando, supervisando y elaborando un análisis de las estaciones de trabajo, se les explicó que no era con el propósito de realizar despidos sino con el fin de lograr incrementar la eficiencia en la línea, diseñando una propuesta para que esto se lograra.

Las entrevistas al personal en la línea de producción eran breves y concisas preguntas que eran respondidas ahí mismo por ellos de una forma

verbal, sin necesidad de que tuvieran que detenerse o parar la producción para que dieran respuesta, se les preguntó sobre el proceso de la elaboración del producto, para saber si conocían el procedimiento a seguir para la producción, además, en el área de trabajo les realizaron entrevistas no elaboradas para determinar si tenían conocimiento de porque hacían la labor de esa forma, se preguntó si habían recibido capacitación para desarrollar el trabajo, si seguían el método aprendido o si habían hecho modificaciones, que dificultades tenían al realizar su trabajo, esto con el fin de tener un diagnostico si realmente ellos conocían el proceso y que las fallas no fueran por desconocimiento del método.

Se fue al área de trabajo con el apoyo del supervisor de producción para ver cómo era realizado el proceso de producción y en cada estación de trabajo, el supervisor explicaba la forma en que se debía de hacer correctamente cada operación, y se observó si esta era realizada de forma adecuada o si se omitían pasos, o no se hacía conforme al método que les fue enseñado, para detectar posibles causas que afectan el proceso productivo.

Al supervisor de producción y al ingeniero del área se les pidió que dieran una lluvia de ideas en cuanto al tema de la baja eficiencia en la línea de bebida no carbonatada, las cuales se anotaron y se discutieron junto con la lluvia de ideas que dio también el personal que labora en la línea con esto se juntaron las ideas y se tomaron en cuenta cada una de ellas con el fin de analizarlas y lograr así determinar la causa o las causas que originan este problema para poder realizar el diseño de una propuesta para incrementar la eficiencia de la línea.

### **2.1.1. Análisis FODA**

La realización del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se realizó para identificar la situación actual de la línea y como objetivo se buscó diseñar una propuesta que mejore la eficiencia de la línea de bebida no carbonatada en la empresa, pero en la realización de esta herramienta se realizaron varios pasos los cuales llevaron a la construcción del análisis FODA final.

Para la obtención de los datos se realizó la integración del equipo de trabajo, el cual conto con la participación del jefe del área, el supervisor de producción y un operario, luego se diseñó el plan de trabajo en el cual se estableció un cronograma donde se definieron las actividades, para lograr tener una lluvia de ideas, incluyendo todos los puntos de vista desde puestos altos, mandos medios y operarios, para tener una visión clara de los problemas que afectan la línea obteniendo diversas opiniones.

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal para la recopilación de información donde se les pidió que dijeran las fortalezas, debilidades, las amenazas y las oportunidades que existen actualmente en la empresa, las cuales fueron anotadas sin omitir ninguna de las opiniones, luego con el grupo de trabajo se revisaron y afinaron las cuatro listas desarrolladas para asegurarse de que cada una de las listas contenga elementos reales, claros y bien definidos, para sacar el máximo provecho de esta herramienta

Tabla I. **Análisis FODA**

<p style="text-align: center;"><b>Factores Internos</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Factores Externos</b></p>	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p>A. Personal con experiencia en el proceso productivo.</p> <p>B. Programas de seguridad industrial que previenen riesgos y permiten respuestas rápidas en diferentes incidentes.</p> <p>C. Sistemas de gestión internacionales.</p> <p>D. Calidad en los productos.</p> <p>E. Deseo de ser mejores</p>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p>A. Tiempos muertos.</p> <p>B. Mermas por mal uso de las materias primas.</p> <p>C. Resistencia al cambio</p> <p>D. Falta de documentación.</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>A. Reconocimiento internacional</p> <p>B. Desarrollar valores de la empresa en sus colaboradores.</p> <p>C. Credibilidad internacional</p> <p>D. Participación en mercados internacionales</p>	<p><b>FO (MAXI-MAXI)</b></p> <p>A. Mantener la calidad del producto para lograr seguir manteniéndose en la preferencia del consumidor.</p> <p>B. Implementar un buen sistema de gestión de calidad para tener participación en nuevos mercados internacionales.</p>	<p><b>DO (MINI-MAXI)</b></p> <p>A. Minimizar los tiempos muertos para mantener los estándares de credibilidad mundial.</p> <p>B. Optimizar los procesos para evitar desperdicios.</p> <p>C. Optimizar el suministro de materias primas.</p>
<p><b>AMENAZAS</b></p> <p>A. Los competidores</p> <p>B. Las nuevas exigencias del mercado</p> <p>C. Mercados más competitivos</p> <p>D. TLC</p>	<p><b>FA(MAXI-MINI)</b></p> <p>A. Mantener los estándares de calidad con el fin de lograr cumplir con las exigencias del mercado.</p> <p>B. Mantener sistemas de gestión de calidad internacionales para ser competitivos.</p>	<p><b>DA (MINI-MINI)</b></p> <p>A. Minimizar los tiempos muertos con el fin de lograr ser competitivos ante las demás empresas.</p> <p>B. Reducir la resistencia al cambio con el fin de mantenernos con las nuevas formas de producción.</p>

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Tiempos cronometrados en la línea de bebida no carbonatada**

La técnica del estudio de tiempos con cronometro se utilizó para determinar el tiempo necesario para la realización de una tarea, esto debido a que surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en el resto de las operaciones y atrasa el proceso productivo, también esto debido a que se detectan bajos rendimientos en la línea de producción.

Se realizó el estudio de tiempos de la línea de bebida no carbonatada de la empresa Bebidas Industriales siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

### **2.2.1. Procedimiento de toma de tiempos**

- Selección del método de trabajo que se utilizó para la realización del estudio de tiempos, donde se utilizó un estudio de tiempos con cronometro para realizar mediciones de tiempo en las diferentes tareas asignadas al personal de la línea, debido a que se necesita registrar los tiempos de trabajo correspondientes a una operación que son realizados en ciertas condiciones para analizarlos y poder llegar a un tiempo estándar en las operaciones.
- Selección del método de regreso a cero debido a los tiempos largos de los procesos.
- Selección del tipo de cronometro a utilizar, debido a que hay dos tipos principales de cronómetro, el cronómetro tradicional con decimos de minuto y el cronometro electrónico, el cual es fácil de utilizar y puede realizar lecturas de 0,01 minutos, tiene una mayor exactitud y posee una mejor respuesta a la reacción del analista al momento de activar algún botón, por eso se decidió optar por un cronometro digital.

- Diseño de un cronograma de trabajo donde se planificó y se organizaron las distintas tareas que serían realizadas para cumplir satisfactoriamente con el estudio de tiempos.
- Realización de un formato de estudio de tiempos en el cual se registran todos los detalles, se identifica la operación, área de estudio, tiempo de operación, operarios, calificación tiempo en cronometro, observaciones.
- Buscar apoyo para las hojas del formato del estudio de tiempos, este apoyo fue un tablero el cual se buscó que fuera liviano para que no se canse el brazo pero debe ser fuerte para proporcionar apoyo.
- Selección de una calculadora de bolsillo para cálculos en el área de trabajo.
- Selección de la operación a medir, esto se realizó con la visita al lugar de trabajo y conocer el área donde se han detectado problemas.
- Recopilación de la información
- Dividir el trabajo en elementos
- Efectuar el estudio de tiempos
- Determinar el número de ciclos a cronometrar
- Calificar el desempeño del operador
- Nivelar el desempeño del operador
- Normalizar el desempeño del operador
- Aplicar las tolerancias a los tiempos cronometrados
- Realizar el análisis de los datos obtenidos

### 2.2.2. Tiempos en la línea de bebida no carbonatada

La línea está integrada por seis operarios y seis ayudantes de operaciones. La operación inicia con la colocación de las botellas en la línea de envasado, luego son transportadas por medio de una banda transportadora hacia el llenado, donde se llenan y se les coloca el tapón, después salen y son transportadas por medio de una banda transportadora hacia el empaque la colocación de los envases cajas, para luego embalarse en bodega de producto terminado.

Se usó la tabla de General Electric para determinar el número de ciclos a observar el cual según el tiempo de ciclo dio un n=10 por el tiempo de duración del proceso.

Tabla II. **Ciclos a observar según el criterio de General Electric**

<b>Tiempo de ciclo en min.</b>	<b>número de ciclos que cronometrar</b>
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
más de 40,00	3

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p. 208.

Se realizaron 10 observaciones para la presentación A las cuales se registran en la siguiente tabla.

Las actividades necesarias para la realización del proceso productivo son:

- Colocación de envase
- Transporte a llenado y taponado
- Llenado y taponado
- Transporte a empaque
- Empaque

Tabla III. Ciclos observados en la presentación A

No	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,50	0,60	0,60	0,60	1,90
2	0,50	0,55	0,70	0,70	2,30
3	0,60	0,65	0,70	0,65	1,95
4	0,55	0,60	0,60	0,60	1,85
5	0,50	0,50	0,60	0,70	1,90
6	0,60	0,60	0,70	0,60	1,98
7	0,50	0,50	0,60	0,70	2,30
8	0,50	0,55	0,70	0,65	1,98
9	0,55	0,55	0,60	0,70	1,90
10	0,50	0,60	0,70	0,60	1,95
<b>Promedio (min)</b>	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	<b>2,00</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla IV. Ciclos observados en la presentación B

No.	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,55	0,60	0,60	0,60	2,15
2	0,50	0,55	0,70	0,70	2,00
3	0,60	0,60	0,60	0,65	1,95
4	0,55	0,50	0,60	0,60	2,15
5	0,60	0,60	0,70	0,70	1,95
6	0,50	0,50	0,60	0,60	2,20
7	0,55	0,55	0,70	0,70	2,20
8	0,50	0,55	0,60	0,65	2,15
9	0,50	0,60	0,70	0,70	2,20
10	0,60	0,60	0,60	0,60	1,95
<b>Promedio (min)</b>	<b>0,54</b>	<b>0,56</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>2,09</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Ciclos observados en la presentación C

No.	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,55	0,60	0,70	0,60	2,10
2	0,55	0,55	0,60	0,70	2,00
3	0,60	0,65	0,60	0,65	2,30
4	0,55	0,60	0,60	0,60	2,00
5	0,50	0,50	0,70	0,70	2,20
6	0,60	0,60	0,70	0,60	2,30
7	0,50	0,50	0,60	0,70	2,00
8	0,50	0,55	0,70	0,65	2,10
9	0,60	0,55	0,70	0,70	2,20
10	0,60	0,60	0,70	0,60	2,30
<b>Promedio (min)</b>	<b>0,55</b>	<b>0,57</b>	<b>0,66</b>	<b>0,65</b>	<b>2,15</b>

Fuente: elaboración propia.

Es necesario saber si con estas 10 muestras es suficiente para realizar el análisis correspondiente o si se deben de tomar más mediciones, por lo que se procede a calcular el tamaño de la muestra obteniendo el promedio de cada actividad, la desviación estándar.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$x_i$ : tiempo de la actividad en un ciclo

$N$ : número total de ciclos observados de la actividad

$\bar{x}$ : promedio

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$x_i$ : tiempo de la actividad en un ciclo

$n$ : número total de ciclos observados de la actividad

$S^2$ : varianza

$\bar{x}$ : promedio

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$x_i$ : tiempo de la actividad en un ciclo

$n$ : número total de ciclos observados de la actividad

$S^2$ : varianza

$S$ : desviación estándar

$\bar{x}$ : promedio

$$s = \sqrt{s^2}$$

$S^2$ : varianza

$S$ : desviación estándar

Fórmula para determinar el número de muestras donde:

$$n = \left( \frac{st}{k\bar{x}} \right)^2$$

$n$ : número de muestras o lecturas a realizar

$s$ : desviación estándar

$GL(t)$ : grados de libertad de una cola usando la tabla t de student, con el error a usar

$k$ : error que se usara

Tabla VI. **Total de muestras a cronometrar presentación A**

	Colocación de envase	Transporte a llenado y taponado	Llenado y taponado	Transporte a empaque	Empaque
<b>Promedio</b>	0,530	0,570	0,650	0,650	2,001
<b>Desviación estándar (s)</b>	0,042	0,048	0,052	0,047	0,162
<b>GL (t)</b>	1,812	1,812	1,812	1,812	1,812
<b>Error (K)</b>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>Total de muestras a cronometrar (n)</b>	<b>8,316</b>	<b>9,437</b>	<b>8,639</b>	<b>6,911</b>	<b>8,689</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Total de muestras a cronometrar presentación B**

	Colocación de envase	Transporte a llenado y taponado	Llenado y taponado	Transporte a empaque	Empaque
<b>Promedio</b>	0,545	0,570	0,640	0,560	2,090
<b>Desviación estándar (s)</b>	0,043	0,048	0,051	0,045	0,117
<b>GL (t)</b>	1,812	1,812	1,812	1,812	1,812
<b>Error (K)</b>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>Total de muestras a cronometrar (n)</b>	<b>8,479</b>	<b>9,437</b>	<b>8,555</b>	<b>8,846</b>	<b>3,810</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Total de muestras a cronometrar presentación C**

	<b>Colocación de envase</b>	<b>Transporte a llenado y taponado</b>	<b>Llenado y taponado</b>	<b>Transporte a empaque</b>	<b>Empaque</b>
<b>Promedio</b>	0,555	0,570	0,660	0,650	2,150
<b>Desviación estándar (s)</b>	0,043	0,048	0,051	0,045	0,126
<b>GL (t)</b>	1,812	1,812	1,812	1,812	1,812
<b>Error (K)</b>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>Total de muestras a cronometrar (n)</b>	<b>8,176</b>	<b>9,437</b>	<b>8,044</b>	<b>6,911</b>	<b>4,579</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas, al momento de calcular el número total de muestras a cronometrar en las diferentes presentaciones de producto que sale en la línea, se obtuvo que todas las observaciones realizadas son menores a 10 por lo que al tomar 10 muestras para cada actividad se cumplió con las observaciones realizadas según la tabla de General Electric y no es necesario tomar más muestras.

### **2.2.3. Selección del operario**

Para la elaboración del estudio de tiempos y movimientos los operarios tienen la característica de ser trabajadores promedio, por lo que no son ni los más rápidos ni los más lentos.

#### **2.2.4. Calificación del rendimiento del operario**

Este procedimiento debe realizarse con mucho cuidado, debido a que se está calificando la actuación del operario durante el curso de la operación, y rara vez la actuación será conforme a lo que es la normal o también llamada estándar. Por lo que es esencial hacer un ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo en un ritmo normal.

El sistema de calificación que se utilizó aquí es el sistema Westinghouse, en el cual al evaluar la actuación del operador se consideran cuatro factores los cuales son habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- La habilidad es definida como la capacidad de seguir un método dado
- El esfuerzo se define como la voluntad para trabajar con eficiencia
- Las condiciones son circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación como la temperatura, alumbrado etc.
- La consistencia es la variación de los tiempos transcurridos, al realizar una operación que se repite en forma constante o inconstante.

Tabla IX. **Calificación de la actuación**

<b>HABILIDAD</b>			<b>ESFUERZO</b>		
A	Habilísimo	+0,15	A	Habilísimo	+0,15
B	Excelente	+0,10	B	Excelente	+0,10
C	Bueno	+0,05	C	Bueno	+0,05
D	Medio	0,00	D	Medio	0,00
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05
F	Malo	-0,10	F	Malo	-0,10
G	Torpe	-0,15	G	Torpe	-0,15
<b>CONDICIONES</b>			<b>CONSISTENCIA</b>		
A	Buena	+0,05	A	Buena	+0,05
B	Media	0,00	B	Media	0,00
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo.

Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p. 213.

### **2.2.5. Suplementos**

Hay tres tipos de suplementos, estos suplementos se refieren en general al tiempo que hay que compensar con tiempo adicional debido a que estos provocan retrasos.

- Asignables al trabajador: estos se dan cuando este no tiene la habilidad o esfuerzo que se necesita al momento de realizar una actividad, por lo que esta no se desarrolla en un ritmo normal, también puede darse al mal uso del tiempo disponible en la jornada laboral por interrupciones personales tales como tomar agua o ir al servicio sanitario
- Asignables al trabajo estudiado: tienen que ver con el método y el tipo de trabajo, tales como la fatiga, lo cual limita el desempeño normal del operario
- No asignables ni al método ni al trabajador: retrasos inevitables como interrupciones del supervisor al momento de recibir instrucciones, que se dañen herramientas, falta de material etc

Los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos son:

- Suplementos por retrasos personales
- Suplementos por retrasos por fatiga
- Suplementos por retrasos especiales, como demoras por supervisión, por elementos extraños.



En la siguiente figura se observa una tabla de suplementos.

Figura 2. **Sistema de suplementos por descanso**

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

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p. 228.

En la siguiente tabla se coloca la calificación y los suplementos aplicados que se le dió al trabajador en el puesto.

Tabla X. **Calificación de los operarios**

<b>Actividad</b>	<b>Habilidad (%)</b>	<b>Esfuerzo (%)</b>	<b>Condiciones (%)</b>	<b>Consistencia (%)</b>	<b>Total (%)</b>
Colocación de envase	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15
Llenado y taponado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Empaque de envases	0,10	0,05	0,00	0,00	0,15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Suplementos aplicados al personal**

Suplementos	Operaciones		
	Colocación de envase (%)	Llenado y taponado (%)	Empaque (%)
<b>Constantes</b>			
Personal	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4
<b>Variables</b>			
Estar de pie	2	0	2
Posición incomoda	2	0	2
Peso levantado hasta 5 kg.	1	0	1
Iluminación (poco debajo de la recomendada)	0	0	0
Condiciones atmosféricas.	0	0	0
Atención requerida	2	2	2
Concentración intensa	1	1	1
Nivel de ruido (continuo)	0	0	0
Tensión mental (proceso bastante complejo)	0	0	0
Monotonía (algo monótono)	0	0	0
Tedio ( algo tedioso)	0	0	0
<b>Total (%)</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>17</b>

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento de cálculo del tiempo estándar, tomando de ejemplo el proceso de colocación de envase:

$$T_n = T_c \cdot (1 + \% \text{calif})$$

$T_c$  = tiempo cronometrado

$T_n$  = tiempo normal

Calif. = calificación

$$T_n = 0,53 \cdot (1 + 0,15)$$

$$T_n = 0,6095 \text{ minutos}$$

$$T_s = T_n \cdot (1 + \text{sup})$$

$T_s$  = tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal

Sup. = suplementos

$$T_s = 0,6095 \cdot (1 + 0,17)$$

$$T_s = 0,713115 \text{ minutos}$$

Tabla XII. **Cálculo del tiempo estándar presentación A**

Actividad	Tc. (min)	Calif. (%)	Tn. (min)	Sup. (%)	Ts. (min)
<b>Colocación de envase</b>	0,530	0,150	0,609	0,170	0,713
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,650	0,000	0,650	0,120	0,728
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650
<b>Empaque de envases 6 unidades</b>	2,001	0,150	2,301	0,170	2,692
<b>Suma (min)</b>					<b>5,353</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Cálculo del tiempo estándar presentación B**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,545	0,150	0,626	0,170	0,733
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,640	0,000	0,640	0,120	0,716
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650
<b>Empaque de envases 6 unidades</b>	2,090	0,150	2,403	0,170	2,812
<b>Suma (min)</b>					5,482

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Cálculo del tiempo estándar presentación C**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,555	0,150	0,638	0,170	0,746
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,660	0,000	0,660	0,120	0,739
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650
<b>Empaque de envases</b>	2,150	0,150	2,472	0,170	2,892
<b>Suma (min)</b>					5,598

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Diagrama de flujo actual**

El diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye información que se considera deseable para el análisis como el tiempo necesario para realizar la operación y distancias en transportes.

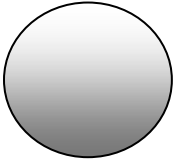
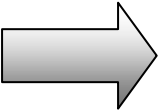

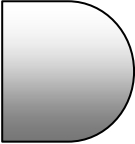
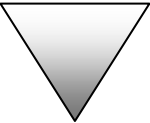
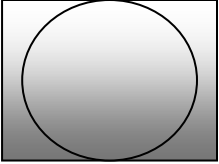
#### **2.3.1. Descripción de la operación**

El proceso productivo inicia con la colocación de las botellas en la línea de envasado de donde son transportadas por medio de una banda transportadora hacia el área de llenado y se les coloca el tapón, al salir son transportadas por medio de una banda transportadora al empaque, en esta área hay cajas que son traídas previamente junto con separadores individuales, ahí se arma el separador, se arma la caja, se coloca el separador dentro de la caja se procede al empaque del producto dentro de la misma, por último es sellada y es transportada hacia la bodega de producto terminado.

### **2.4. Diagrama de operaciones actual**

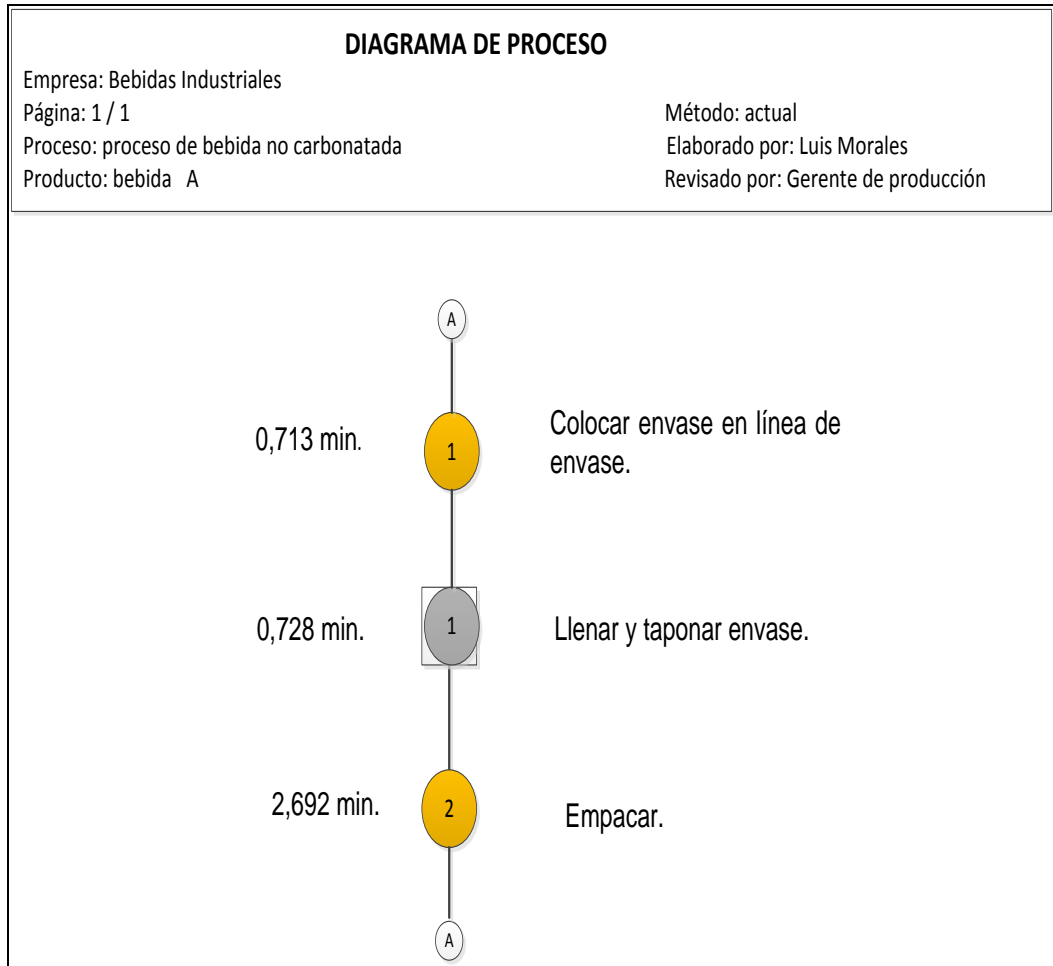
En el diagrama de operaciones e inspecciones se analizan los productos A, B y C que son producidos en la línea para que con la ayuda de esta herramienta obtener un análisis de las relaciones existentes entre las operaciones, lograr un mejor análisis de la situación de la línea con este método gráfico y al realizar el diagrama de flujo, lograr ir especificando más en el proceso productivo:

Tabla XV. **Significado de símbolos de diagramas**

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de las características	
Demora	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad combinada	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en un mismo punto de trabajo.	

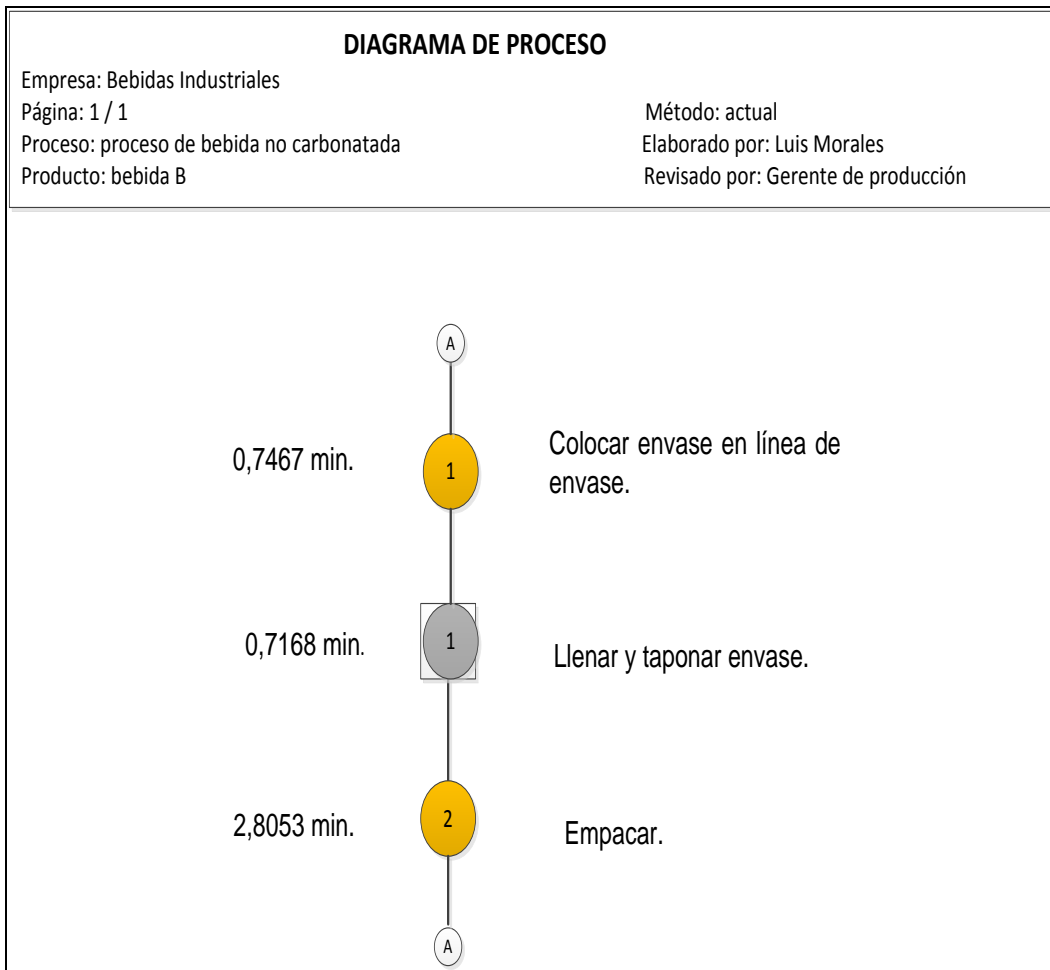
Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p.43.

Figura 3. Diagrama de operación actual presentación A



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

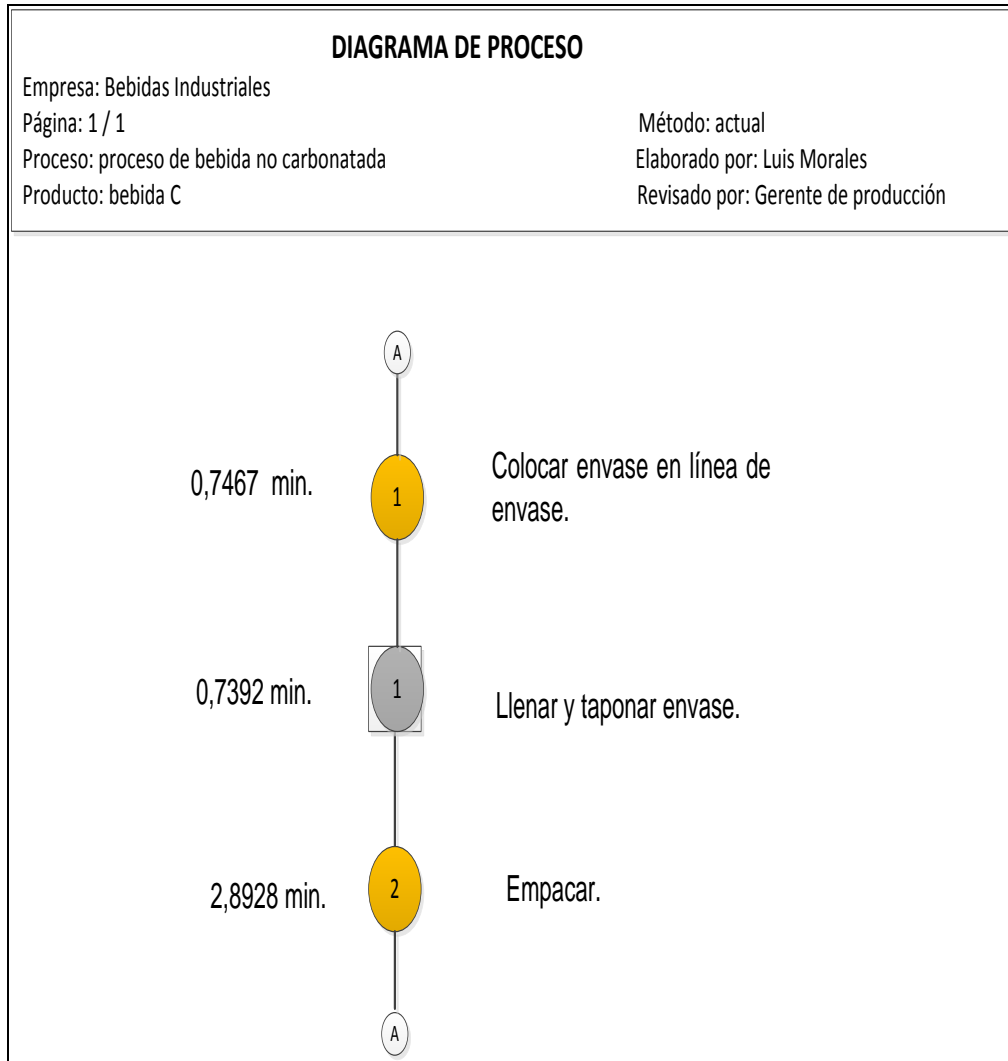
Figura 4. Diagrama de operación actual presentación B



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

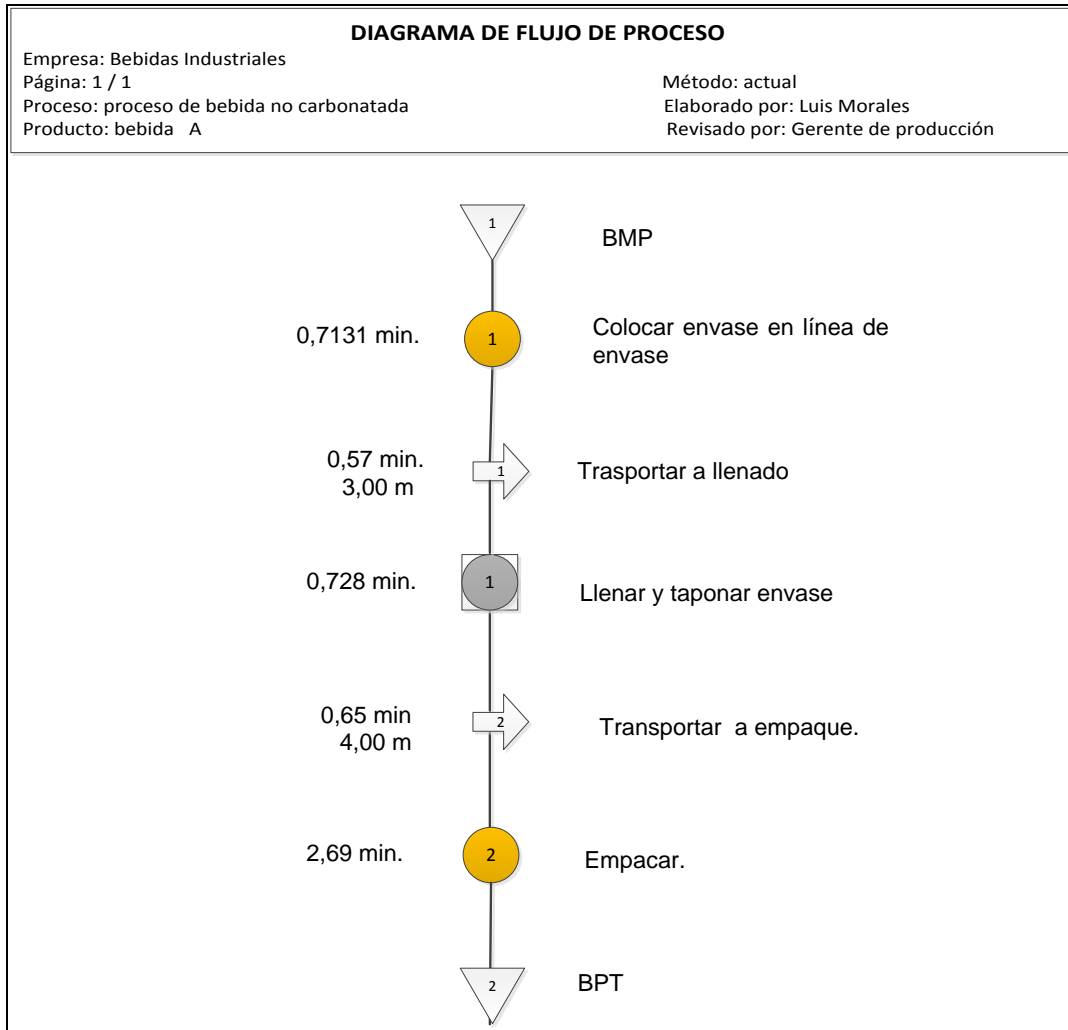


Figura 5. Diagrama de operación actual presentación C









Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 6. Diagrama de flujo actual presentación A



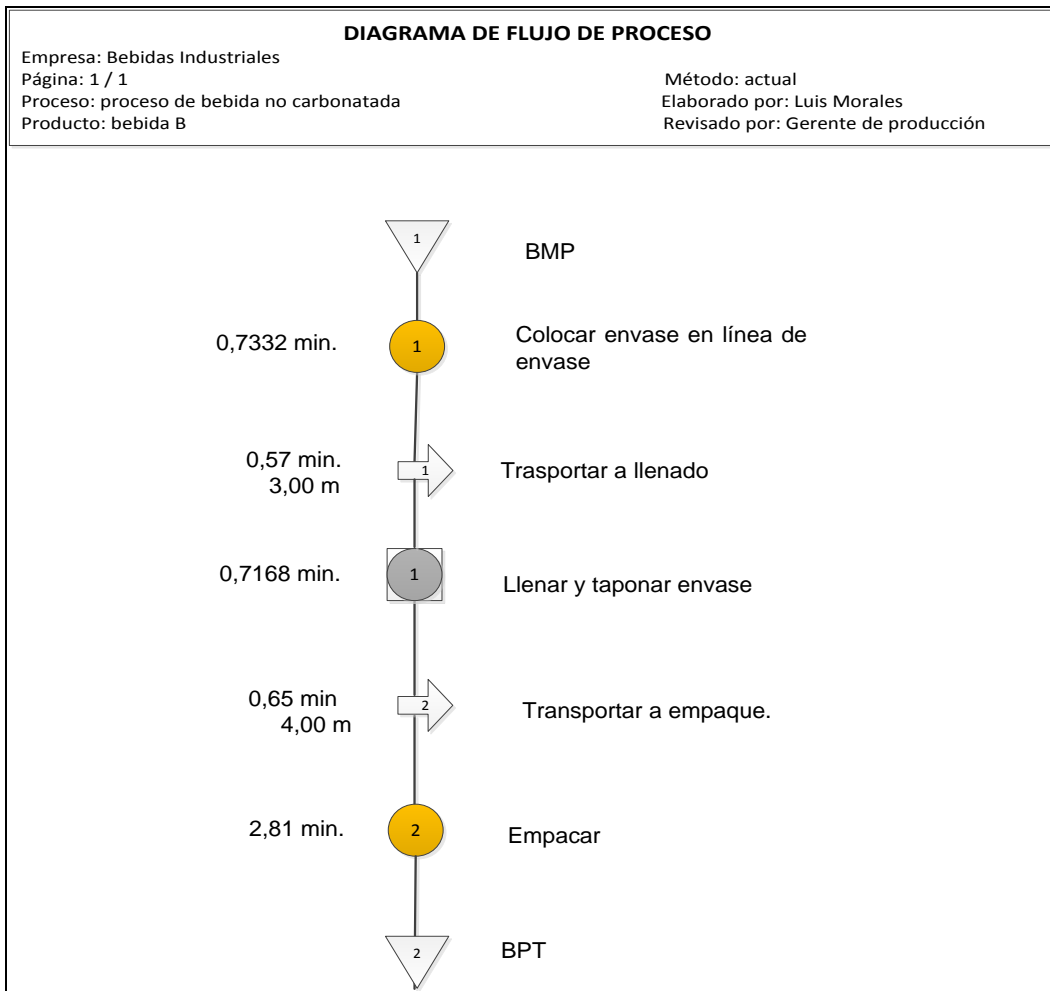
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Tabla XVI. **Tabla resumen presentación A**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	3,405
Transporte		2	1,220
Inspección		0	0,000
Demora		0	0,000
Almacenaje		0	0,000
combinada		1	0,728
Total min.			5.353 min.







Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de flujo actual presentación B



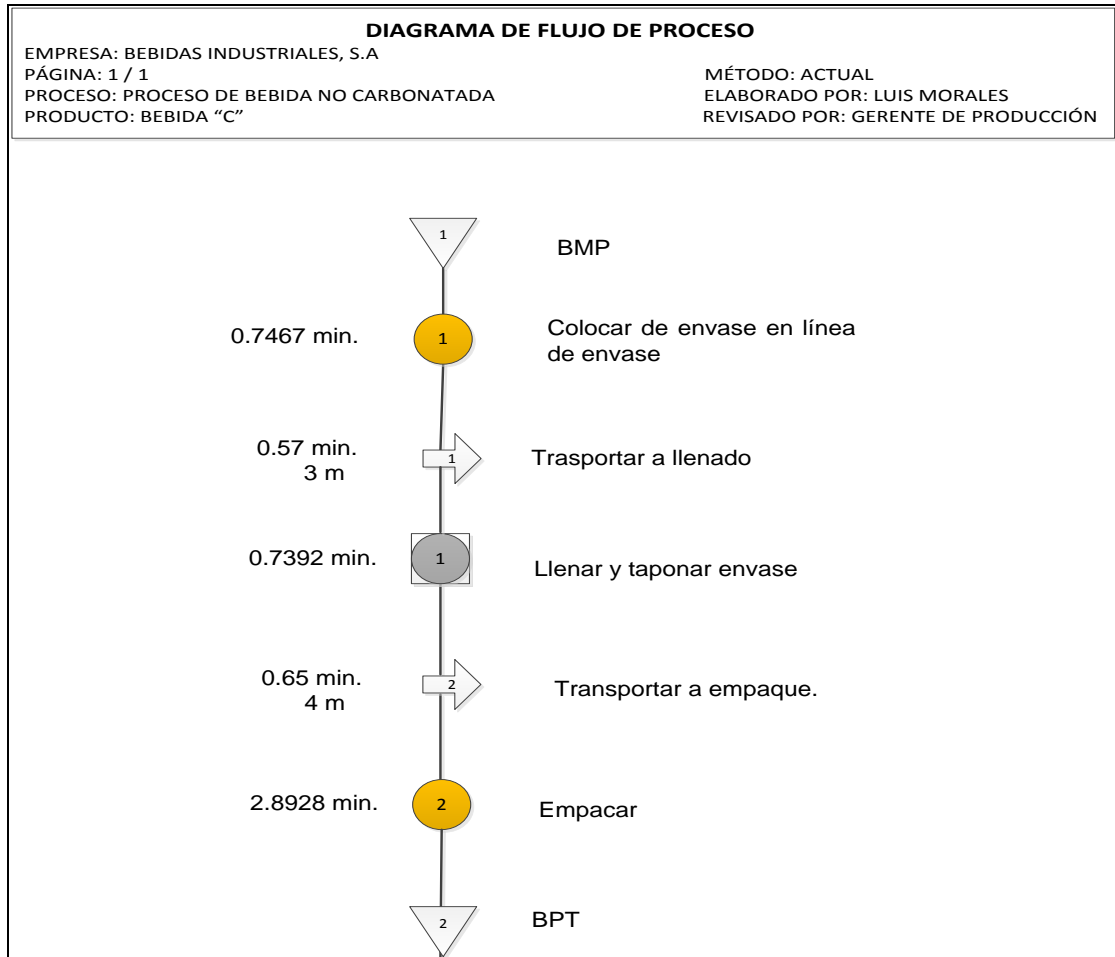
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Tabla XVII. **Tabla resumen presentación B**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	3,545
Transporte		2	1,220
Inspección		0	0,000
Demora		0	0,000
Almacenaje		0	0,000
combinada		1	0,716
Total min.			5,482 min.







Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de flujo actual presentación C



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Tabla XVIII. **Tabla resumen presentación C**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	3,639
Transporte		2	1,220
Inspección		0	0,000
Demora		0	0,000
Almacenaje		0	0,000
combinada		1	0,739
Total min.			5,598 min.

Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Diagrama de recorrido actual

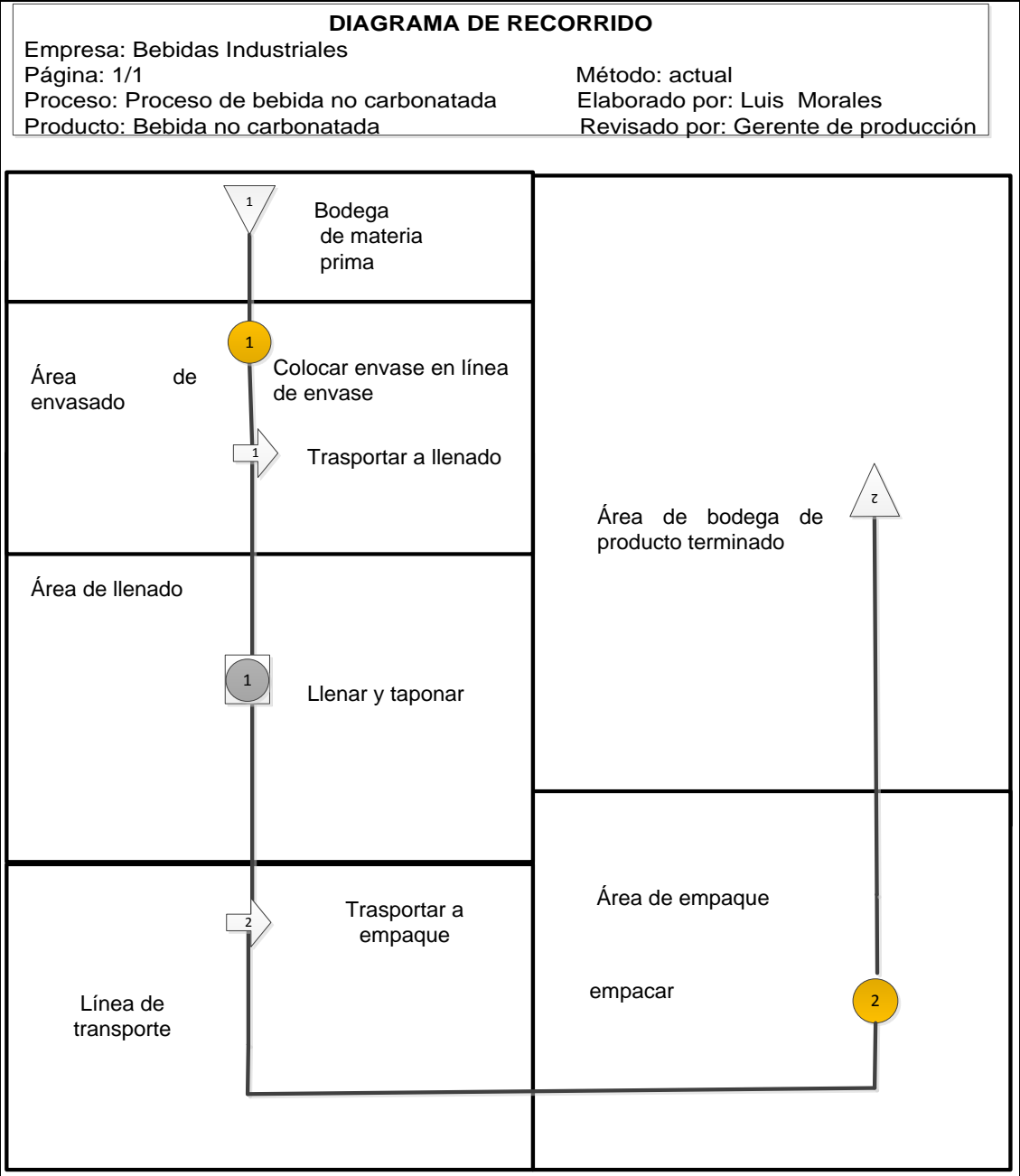
En el diagrama de recorrido de la línea de bebida no carbonatada puede apreciarse que el diagrama debe empezar a interpretarse en sentido de izquierda a derecha, empezando con la bodega de materia prima de donde llevan los insumos como envase tapa cajas para que el proceso de producción sea realizado, después se puede apreciar el área de envasado, donde el operario encargado está a cargo de la máquina que realiza el proceso de ordenar el envase y por medio de un transportador es llevado hacia el área de llenado y taponado donde es vertido el producto en los envases y tapado, después sale por medio de un transportador hacia el área de empaque para ser empacado manualmente y después se va hacia el área de bodega de producto terminado donde será almacenado, para después llevarlo a la venta.

El diagrama de recorrido es una representación de la distribución de zonas en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso, ya que en este diagrama puede trazarse el recorrido y encontrar las aéreas de posible congestionamiento de tránsito y facilita el poder lograr una mejor distribución.

A continuación se presenta una figura de la distribución del área de la línea de bebida no carbonatada.



Figura 9. Diagrama de recorrido actual

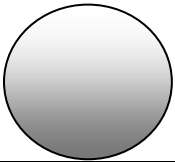
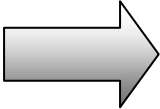
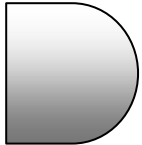
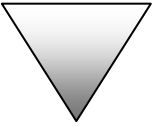


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

## 2.6. Análisis de movimientos de la línea de bebida no carbonatada

El estudio de movimientos se efectúa al realizar una operación con el cuerpo, esto para observar los movimientos y determinar los movimientos eficientes así como los ineficientes con el propósito de eliminar estos, aumentando la eficiencia de la línea.

Tabla XIX. **Significado de símbolos en diagrama bimanual**

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Se emplea en actos de asir, sujetar, utilizar, soltar etc... una herramienta o material.	
Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
Demora	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).	
Sostenimiento o Almacenaje	Se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p.79.

### **2.6.1. Diagrama bimanual armado de cajas**

Armado de cajas para empaque y empaque

En la producción de las bebidas se puede observar que la tecnología empleada no es posible cambiarla esto es en cuanto a la maquinaria que existe actualmente, por lo que la propuesta de mejora se centra en lo que es el único proceso manual que posee la línea de producción que es el empaque, en donde se usan cajas de cartón para el empaque de las diferentes presentaciones que son producidas en la línea, las cuales poseen un separador dentro de la caja como complemento de las cajas.

El armado de caja se realiza durante el proceso del empaque del envase dentro de las mismas, y tiene los siguientes pasos:

- El montacargas lleva las cajas desde la Bodega de Materia Prima (BMP) hacia la entrada del salón de producción y ellos entran la caja y los separadores internos con ayuda de una mula para el transporte una distancia de 10 metros en un tiempo de 15 minutos.
- Asir el separador
- Armar los separadores con ambas manos
- Asir la caja
- Sostener caja con ambas manos y dan forma a la caja
- Posicionar caja en la línea de empaque
- Con una mano sostener la caja y con la otra realizar los dobleces de las solapas del fondo de la caja.
- Dar vuelta a la caja y los dobleces del fondo de la caja son empujados, para dar forma a la caja.
- Colocar el separador dentro de la caja

- Realizar el empaque del producto manualmente utilizando ambas manos para sostener una unidad del producto e introducirlo en cada celda del separador dentro de la caja.
- Sellar caja
- Transportar a BPT

A continuación se presentan imágenes que ejemplifican la caja que se utiliza para el empaque en la línea.

Las diferentes presentaciones de envases que salen en la línea, se empacan en cajas de cartón dentro de las cuales se coloca un separador para que sea división entre un envase y otro, la caja de cartón varía en tamaño según sea la presentación que se esté produciendo.

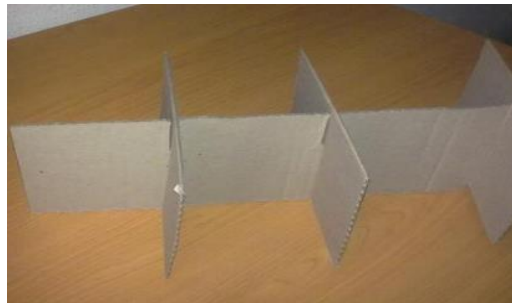
Figura 10. **Caja de empaque**



Fuente: <http://www.embalen.com/>. Consulta: marzo del 2013.

Los separadores que se colocan dentro de la caja depende de que producto se esté sacando en la línea ya que se debe de adecuar a la cantidad de unidades que lleva cada caja, así será el tipo de separador a colocar.

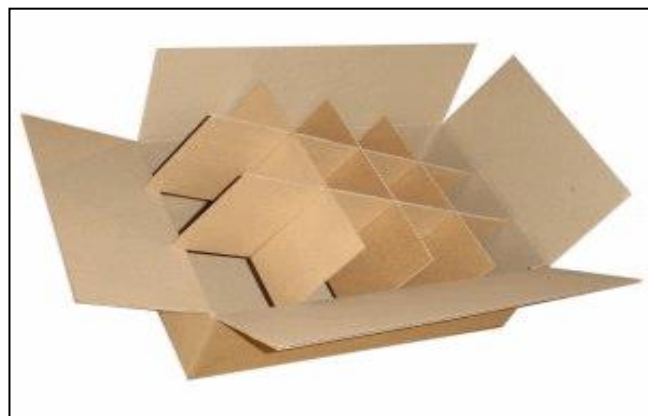
Figura 11. **Separadores**



Fuente: <http://tlalnepantladebaz.olx.com.mx/se-frabrican-interiores-separadores-y-esquineros-para-cajas-de-carton-proversa-iid-66535457>. Consulta: marzo 2013.

Ejemplo de caja con separadores colocados.

Figura 12. **Caja con separadores**

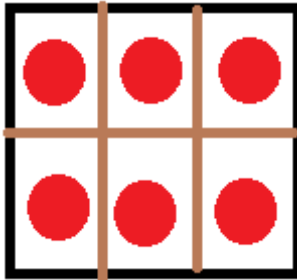


Fuente: <http://www.paginasamarillas.com.pe/b/cartoneria-mexico-s-a-c-343706/separadores>. Consulta: marzo 2013.

Vista aérea para ejemplificar como se observa el producto empacado con el uso de los separadores, los cuales son representados por las líneas color café y la caja por el rectángulo color negro, los círculos rojos son las tapas del envase, ya que el envase ocupa todo el lugar de la celda del separador e incluso llega a quedar ajustado.

En la siguiente figura se observa la presentación A dentro de la caja se empaca 6 unidades, vista aérea con separadores.

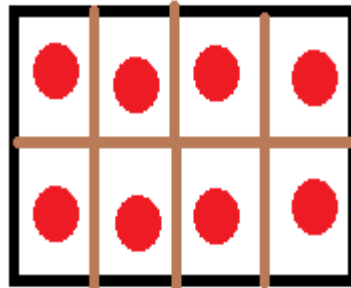
Figura 13. **Empaque presentación A método actual**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

En la siguiente figura se observa la presentación B dentro de la caja se empaca 8 unidades, vista aérea con separadores.

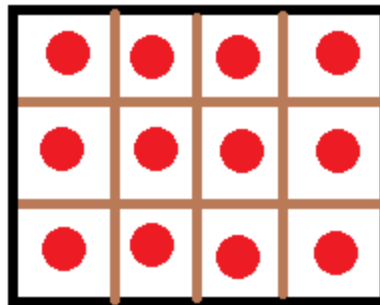
Figura 14. **Empaque presentación B método actual**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

En la siguiente figura se observa la presentación C dentro de la caja se empaca 12 unidades, vista aérea con separadores.


Figura 15. **Empaque presentación C método actual**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

A continuación se presentan los diagramas bimanuales del proceso de empaque del producto en cajas.

Tabla XX. Diagrama bimanual de empaque presentación A

Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 		Método actual		Producto	
Operación		Empaque de producto en caja		Analista	
Fecha				hoja 1/1	
Mano derecha	Símbolo	T min.	T min.	Símbolo	Mano izquierda
Descripción				Descripción	
Agarrar separador	●	0,05	0,05	●	Agarrar separador
Armar separador	●	0,10	0,10	●	Armar separador
Colocar en línea el separador armado	→	0,02	0,02	→	Colocar en línea el separador armado
Agarrar caja	→	0,02	0,02	→	Agarrar caja
Armar caja	●	0,05	0,05	●	Armar caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0,05	0,05	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0,05	0,05	●	Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0,05	0,05	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0,05	0,05	●	Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja	●	0,02	0,02	●	Dar vuelta a caja
Colocar en mesa de empaque	→	0,05	0,05	→	Colocar en mesa de empaque
Empujar solapas de fondo de la caja	●	0,05	0,05	▲	Sostener caja




Continuación de la tabla XX.

Sostener caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Agarrar separador		0,02	0,02		Agarrar separador
Colocar separador en caja		0,10	0,10		Colocar separador en caja
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Doblar solapas de tapa		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Doblar solapas de tapa
Doblar solapas de tapa		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Doblar solapas de tapa
Sellar caja		0,30	0,30		Sellar caja
<b>Resumen</b>		<b>Método actual</b>			
	Mano izquierda	T min.		Mano derecha	T min.
	18	1,64		18	1,64
	6	0,30		6	0,30
	4	0,11		4	0,11
	0	0,00		0	0,00
Tiempo (min.)		2,05			2,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Diagrama bimanual de empaque presentación B


Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 		Método actual		Producto	
Operación		Empaque de producto en caja		Analista	
Fecha				Hoja	
				1/1	
Mano derecha	Símbolo	T min.	T min.	Símbolo	Mano izquierda
Descripción				Descripción	
Agarrar separador	●	0,05	0,05	●	Agarrar separador
Armar separador	●	0,01	0,01	●	Armar separador
Colocar en línea el separador armado	→	0,02	0,02	→	Colocar en línea el separador armado
Agarrar caja	→	0,04	0,04	→	Agarrar caja
Armar caja	●	0,05	0,05	●	Armar caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0,50	0,50	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0,50	0,50	●	Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0,50	0,50	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0,50	0,50	●	Dobla solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja	●	0,02	0,02	●	Dar vuelta a caja
Colocar en mesa de empaque	→	0,05	0,05	→	Colocar en mesa de empaque
Empujar solapas de fondo de la caja	●	0,50	0,50	▲	Sostener caja

Continuación de la tabla XXI.

Sostener caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Agarrar separador		0,02	0,02		Agarrar separador
Colocar separador en caja		0,10	0,10		Colocar separador en caja
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Empacar		0,12	0,12		Empacar
Doblar solapas de tapa		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Doblar solapas de tapa
Doblar solapas de tapa		0,05	0,05		Sostener caja
Sostener caja		0,05	0,05		Doblar solapas de tapa
Sellar caja		0,30	0,30		Sellar caja
<b>Resumen</b>	<b>Método actual</b>				
	Mano izquierda	T min.		Mano derecha	T min.
	20	1,88		20	1,88
	6	0,30		6	0,30
	4	0,13		4	0,13
	0	0,00		0	0,00
Tiempo (min.)		2,31			2,31

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Diagrama bimanual de empaque presentación C

Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 					
Método actual		Producto		Bebida no carbonatada C	
Operación		Empaque de producto en caja		Analista Luis Morales	
Fecha				Hoja 1/1	
Mano derecha	Símbolo	T min.	T min.	Símbolo	Mano izquierda
Descripción			Descripción		
Agarrar separador	●	0.05	0.05	●	Agarrar separador
Armar separador	●	0.1	0.1	●	Armar separador
Colocar en línea el separador armado	→	0.02	0.02	→	Colocar en línea el separador armado
Agarrar caja	→	0.05	0.05	→	Agarrar caja
Armar caja	●	0.05	0.05	●	Armar caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0.05	0.05	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0.05	0.05	●	Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja	●	0.05	0.05	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0.05	0.05	●	Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja	●	0.02	0.02	●	Dar vuelta a caja
Colocar en mesa de empaque	→	0.05	0.05	→	Colocar en mesa de empaque
Empujar solapas de fondo de la caja	●	0.05	0.05	▲	Sostener caja
Sostener caja	▲	0.05	0.05	●	Empujar solapas de fondo de la caja

Continuación de la tabla XXII.

Empujar solapas de fondo de la caja		0.05	0.05		Sostener caja
Sostener caja		0.05	0.05		Empujar solapas de fondo de la caja
Agarrar separador		0.02	0.02		Agarrar separador
Colocar separador en caja		0.1	0.1		Colocar separador en caja
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Empacar		0.1	0.1		Empacar
Doblar solapas de tapa		0.05	0.05		Sostener caja
Sostener caja		0.05	0.05		Doblar solapas de tapa
Doblar solapas de tapa		0.05	0.05		Sostener caja
Sostener caja		0.05	0.05		Doblar solapas de tapa
Sellar caja		0.3	0.3		Sellar caja
<b>Resumen</b>	<b>Método actual</b>				
	Mano izquierda	T min.	mano derecha	T min.	
	24	2,12	24	2,12	
	6	0,30	6	0,30	
	4	0,14	4	0,14	
	0	0,00	0	0,00	
Tiempo (min.)		2,56		2,56	

Fuente: elaboración propia.

## 2.7. Análisis de datos obtenidos

Como se puede ver el uso del cuerpo humano en la línea de bebida no carbonatada no cumple con los postulados de la economía de movimientos.

- Las dos manos deben de empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo. Se puede observar que en muchos casos las dos manos no empiezan ni terminan al mismo tiempo.
- Se puede observar que una mano realiza el sostener mientras que la otra realiza la operación, por lo que debe de aprovecharse y lograr que ambas manos realicen la operación siempre y cuando sea posible.
- Las dos manos no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante períodos de descanso, se ve que una mano realiza un movimiento improductivo y la otra una operación.
- Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas, y esta operación debe ser simultánea para facilitar la acción.
- Los movimientos de las manos continuos suaves y curvado deben preferirse por sobre los movimientos de línea recta que incluyen cambios de dirección repentinos y agudos, y se puede observar que se realizan en su mayoría cambios de dirección bruscos.
- Los movimientos de empaque se busca aprovechar la gravedad, para evitar que se levante el peso del envase.
- Se debe de acomodar un trabajo para permitir un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.
- Las fijaciones del ojo deben ser tan escasas y tan cercanas una de la otra como sea posible.

## 2.8. Cálculo de eficiencias actual

El tiempo normal está determinado por el tiempo cronometrado y la valoración del ritmo de trabajo.

$$T_n = T_c * (1 + F_c)$$

El tiempo a asignar a cada trabajador para efectuar una tarea, será el tiempo estándar, calculado de la siguiente forma.

$$T_e = T_n * (1 + \text{suplementos})$$

Tabla XXIII. **Tiempos estándar situación actual presentación A**

Actividad	Tc. (min)	Calif. (%)	Tn. (min)	Sup. (%)	Ts. (min)	Mp. (min)
Colocación de envase	0,530	0,150	0,609	0,170	0,713	2,692
Transporte a llenado y taponado	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570	2,692
Llenado de botellas y taponado	0,650	0,000	0,650	0,120	0,728	2,692
Transporte a empaque	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650	2,692
Empaque de envases	2,001	0,150	2,301	0,170	2,692	2,692
<b>Suma (min)</b>					5,353	13,461

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Tiempos estándar situación actual presentación B**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>	<b>Mp. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,545	0,150	0,626	0,170	0,733	2,812
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570	2,812
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,640	0,000	0,640	0,120	0,716	2,812
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650	2,812
<b>Empaque de envases</b>	2,090	0,150	2,403	0,170	2,812	2,812
<b>Suma (min)</b>					5,482	14,060

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Tiempos estándar situación actual presentación C**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>	<b>Mp. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,555	0,150	0,638	0,170	0,746	2,892
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570	2,892
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,660	0,000	0,660	0,120	0,739	2,892
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650	2,892
<b>Empaque de envases</b>	2,150	0,150	2,472	0,170	2,892	2,892
<b>Suma (min)</b>					5,598	14,464

Fuente: elaboración propia.



Se realizó el cálculo de eficiencias usando la fórmula de la eficiencia de la línea que es la razón de los minutos estándar totales entre los minutos estándar permitidos totales.

$$E = \frac{\sum_1^n te}{\sum_1^n Mp}$$

Te=tiempo estándar

E= eficiencia.

$\sum$  =símbolo de sumatoria

Mp= minutos estándar permitidos

Eficiencia actual de la presentación A

$$E = \frac{5,3534}{(13,4617)} = 39,76\%$$

Eficiencia actual de la presentación B

$$E = \frac{5,4821}{(14,060)} = 38,99\%$$

Eficiencia actual de la presentación C

$$E = \frac{5,598755}{(14,464125)} = 38,70\%$$

## **2.9. Propuesta de mejora en la línea de bebida no carbonatada**

Dentro del proceso productivo de bebida no carbonatada que sale en la línea de producción en las diferentes presentaciones se puede observar que la estación más lenta y la que más problemas ocasiona a la producción, debido también a que es un proceso manual, y que las demás estaciones de trabajo cuentan con tecnología y maquinaria la cual funciona según sea la velocidad de la estación más lenta en este caso el empaque, por lo que los esfuerzos de mejora van enfocados a mejorar el método de trabajo de esta estación de trabajo.

La propuesta consiste en eliminar los separadores que van dentro de la caja al momento del empaque, los cuales hacen que el empaque sea más lento, y que según se preguntó con los mandos medios y altos no son un requerimiento del mercado, ni van con otro objetivo que separar el producto, pero hacen que el proceso sea lento, ya que la persona que se encuentra empacando debe agarrar el envase con ambas manos y empacarlo, por lo que con la propuesta de eliminar los separadores se tiene que los pasos serán menos, se ahorra tiempo en la nueva forma de trabajo ya que el envase del producto cuenta con azas de las cuales puede ser sostenido el producto para el empaque con ambas manos, a continuación se describe el proceso con el método propuesto:

- Llevar cajas con el montacargas desde la bodega de materia prima (BMP) hacia la entrada del salón de producción y entrar la caja y los separadores internos con ayuda de una mula para el transporte una distancia de 10 metros en un tiempo de 15 minutos.
- En la línea de empaque los operadores deben armar la caja con ambas manos.

- Colocar la caja en la línea de empaque
- Con una mano sostener la caja y con la otra realizar los dobleces de las solapas del fondo de la caja.
- Dar vuelta a la caja y empujar los dobleces del fondo de la caja, para dar forma a la caja.
- Realizar el empaque manualmente utilizando ambas manos para sostener dos unidades del producto e introducirlo en la caja.
- Sellar caja
- Transporte a BPT

La caja en la que se empacará el producto en el método propuesto es la misma que en el método actual, con la diferencia que los separadores que hacen lento el proceso de producción serán eliminados, para que el producto el cual posee azas para ser cargado pueda ser tomado de ellas para empacar y así ya no tener que utilizar ambas manos para empacar el producto, sino que se puede utilizar una mano para agarrar una unidad de producto y la otra para agarrar otra unidad y así empacarlas

Figura 16. **Caja para empaque método propuesto**



Fuente: <http://www.embalen.com/>. Consulta: marzo 2013.

El envase posee un aza la cual es lo suficientemente resistente como para ser cargado de ahí y para empacarla, en la figura 17 el envase es representado por la línea azul y la tapa por el color rojo.

Figura 17. **Ejemplo de envase utilizado para empaque**

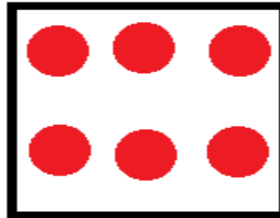


Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

Vista aérea para ejemplificar como se observa el producto empacado sin el uso de los separadores, la caja es representada por el rectángulo color negro, los círculos rojos son las tapas del envase, el empaque debe ser realizado utilizando ambas manos y sin el separador el aza que posee el envase se debe utilizar para empacar cada unidad en la caja.

En la siguiente figura se observa la presentación A dentro de la caja se empaca 6 unidades, vista aérea sin separadores.

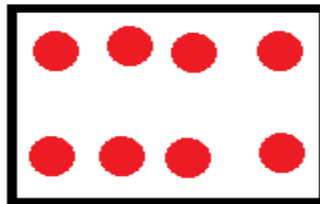
Figura 18. **Empaque presentación A método propuesto**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

En la siguiente figura se observa la presentación B dentro de la caja se empaca 8 unidades, vista aérea sin separadores.

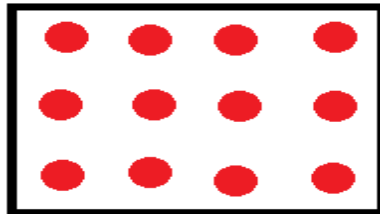
Figura 19. **Empaque presentación B método propuesto**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

En la siguiente figura se observa la presentación C dentro de la caja se empaca 12 unidades, vista aérea sin separadores.

Figura 20. **Empaque presentación C método propuesto**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

## 2.10. **Tiempos cronometrados con método propuesto**

Con la implementación del método propuesto en la línea de producción se realizó un estudio para ver la mejora en la eficiencia.

Tabla XXVI. **Ciclos observados método propuesto presentación A**

No.	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,550	0,600	0,600	0,600	0,900
2	0,500	0,550	0,650	0,700	0,850
3	0,550	0,650	0,550	0,650	0,950
4	0,550	0,600	0,600	0,600	0,900
5	0,500	0,500	0,600	0,700	0,950
6	0,600	0,600	0,650	0,600	0,900
7	0,500	0,500	0,600	0,700	0,850
8	0,500	0,550	0,650	0,650	0,850
9	0,550	0,550	0,600	0,700	0,900
10	0,500	0,600	0,550	0,600	0,950
<b>Promedio (min.)</b>	<b>0,530</b>	<b>0,570</b>	<b>0,605</b>	<b>0,650</b>	<b>0,900</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Ciclos observados método propuesto presentación B

No.	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,5500	0,600	0,600	0,600	1,020
2	0,500	0,550	0,700	0,700	1,050
3	0,600	0,650	0,600	0,650	1,020
4	0,550	0,600	0,600	0,600	0,950
5	0,600	0,500	0,700	0,700	1,020
6	0,500	0,600	0,600	0,600	1,050
7	0,550	0,500	0,700	0,700	1,020
8	0,500	0,550	0,600	0,650	0,950
9	0,500	0,550	0,700	0,700	0,950
10	0,600	0,600	0,600	0,600	1,020
<b>Promedio (min.)</b>	<b>0,545</b>	<b>0,570</b>	<b>0,640</b>	<b>0,650</b>	<b>1,005</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Ciclos observados método propuesto presentación C

No.	Colocación de envase (min)	Transporte a llenado y taponado (min)	Llenado y taponado (min)	Transporte a empaque (min)	Empaque de envases (min)
1	0,555	0,600	0,700	0,600	0,950
2	0,555	0,550	0,600	0,700	0,980
3	0,600	0,650	0,600	0,650	0,950
4	0,550	0,600	0,600	0,600	0,950
5	0,500	0,500	0,700	0,700	0,950
6	0,600	0,600	0,700	0,600	1,100
7	0,500	0,500	0,600	0,700	1,100
8	0,500	0,550	0,700	0,650	1,200
9	0,600	0,550	0,700	0,700	0,900
10	0,600	0,600	0,700	0,600	1,200
<b>Promedio (min.)</b>	<b>0,555</b>	<b>0,570</b>	<b>0,660</b>	<b>0,650</b>	<b>1,028</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Tiempos estándar método propuesto presentación A

Actividad	Tc. (min)	Calif. (%)	Tn. (min)	Sup. (%)	Ts. (min)
<b>Colocación de envase</b>	0,530	0,150	0,609	0,170	0,713
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,605	0,000	0,605	0,120	0,677
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650
<b>Empaque de envases</b>	0,900	0,150	1,035	0,170	1,210
<b>Suma (min)</b>					3,821

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXX. **Tiempos estándar método propuesto presentación B**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,545	0,150	0,626	0,170	0,733
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,640	0,000	0,640	0,120	0,716
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,00,	0,650
<b>Empaque de envases</b>	1,005	0,150	1,155	0,170	1,352
<b>Suma (min)</b>					4,022

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Tiempos estándar método propuesto presentación C**

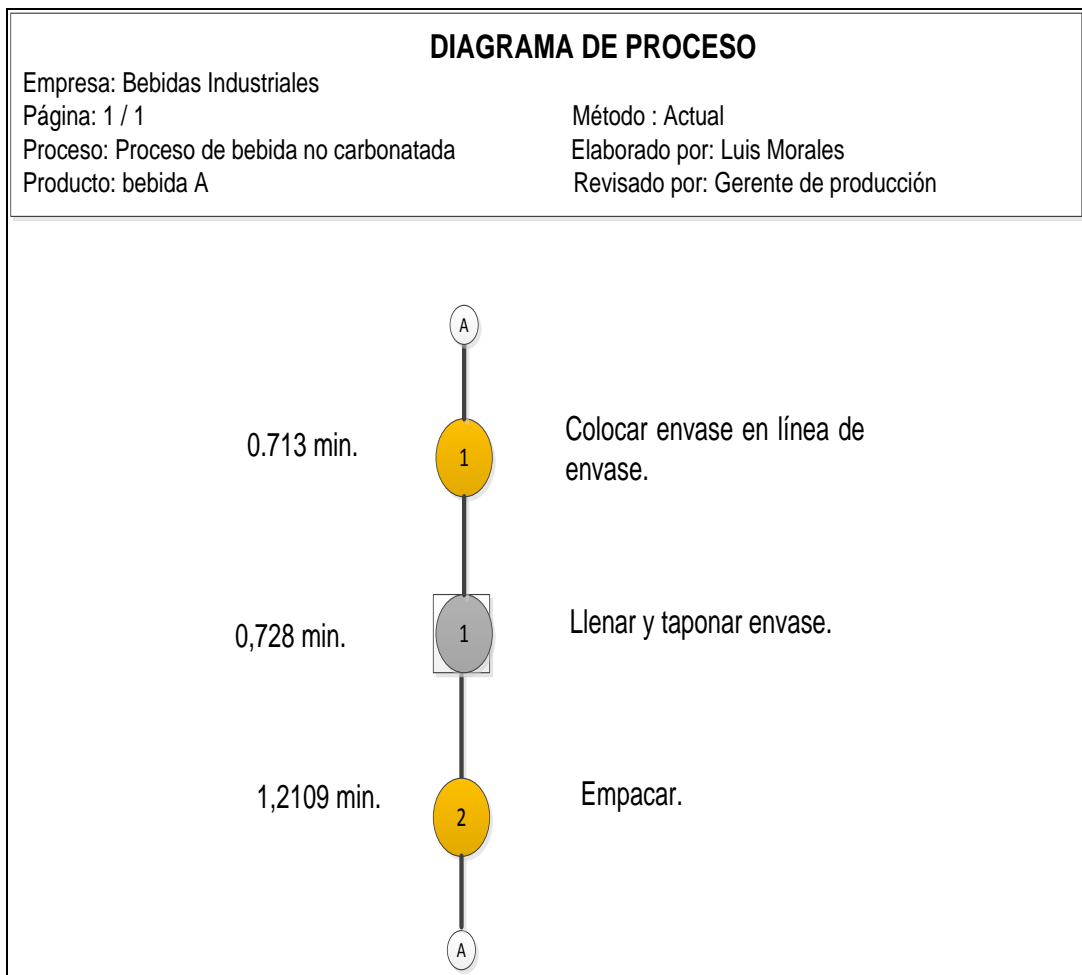
<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,555	0,150	0,638	0,170	0,746
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,570
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,660	0,000	0,660	0,120	0,739
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,650
<b>Empaque de envases</b>	1,028	0,150	1,182	0,170	1,383
<b>Suma (min)</b>					4,089

Fuente: elaboración propia.

## 2.11. Diagrama de operaciones propuesto

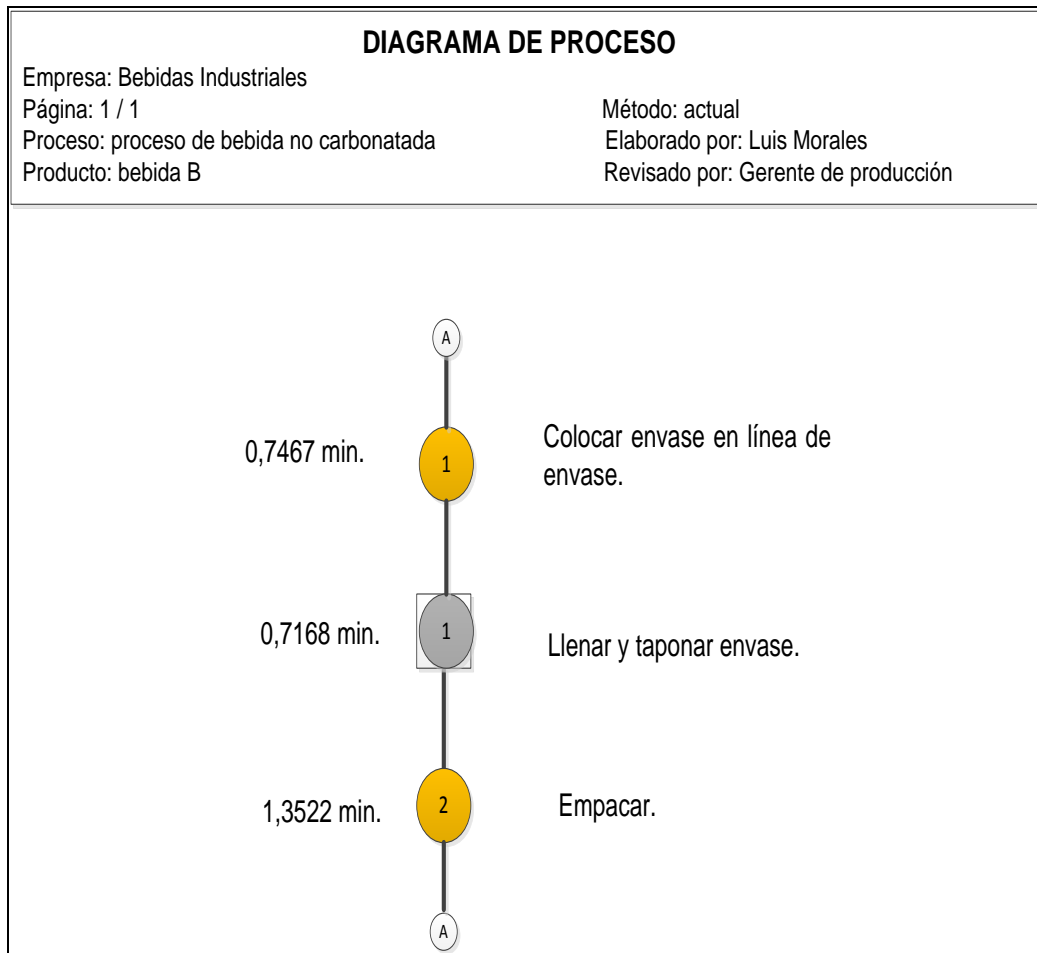
Se observa que en el proceso de producción existe ahorro en el tiempo en el empaque, el cual fue mejorado.

Figura 21. Diagrama de operaciones método propuesto presentación A



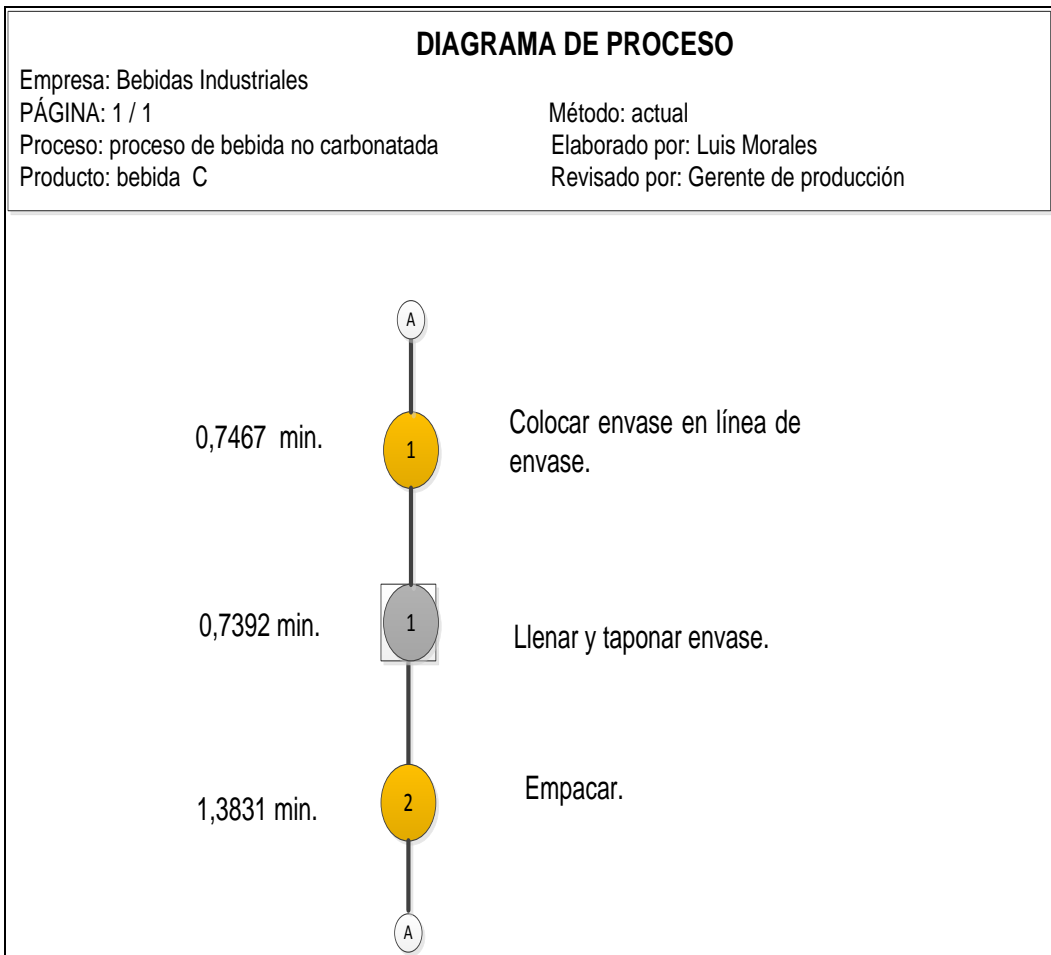
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 22. Diagrama de operaciones método propuesto presentación B



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 23. Diagrama de operaciones método propuesto presentación C

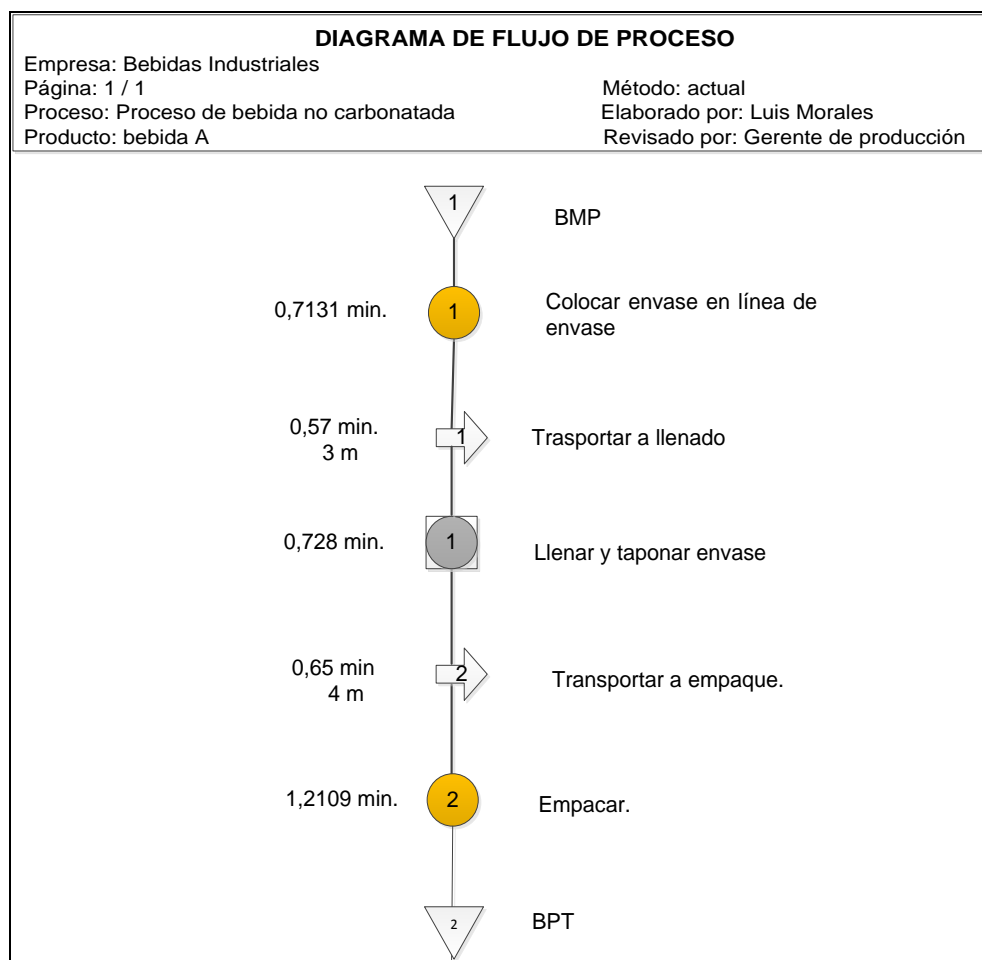


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

## 2.12. Diagrama de flujo propuesto







A continuación se presentan los diagramas de flujo de proceso con el método propuesto donde se puede observar la disminución del tiempo de producción.

Figura 24. Diagrama de flujo método propuesto presentación A



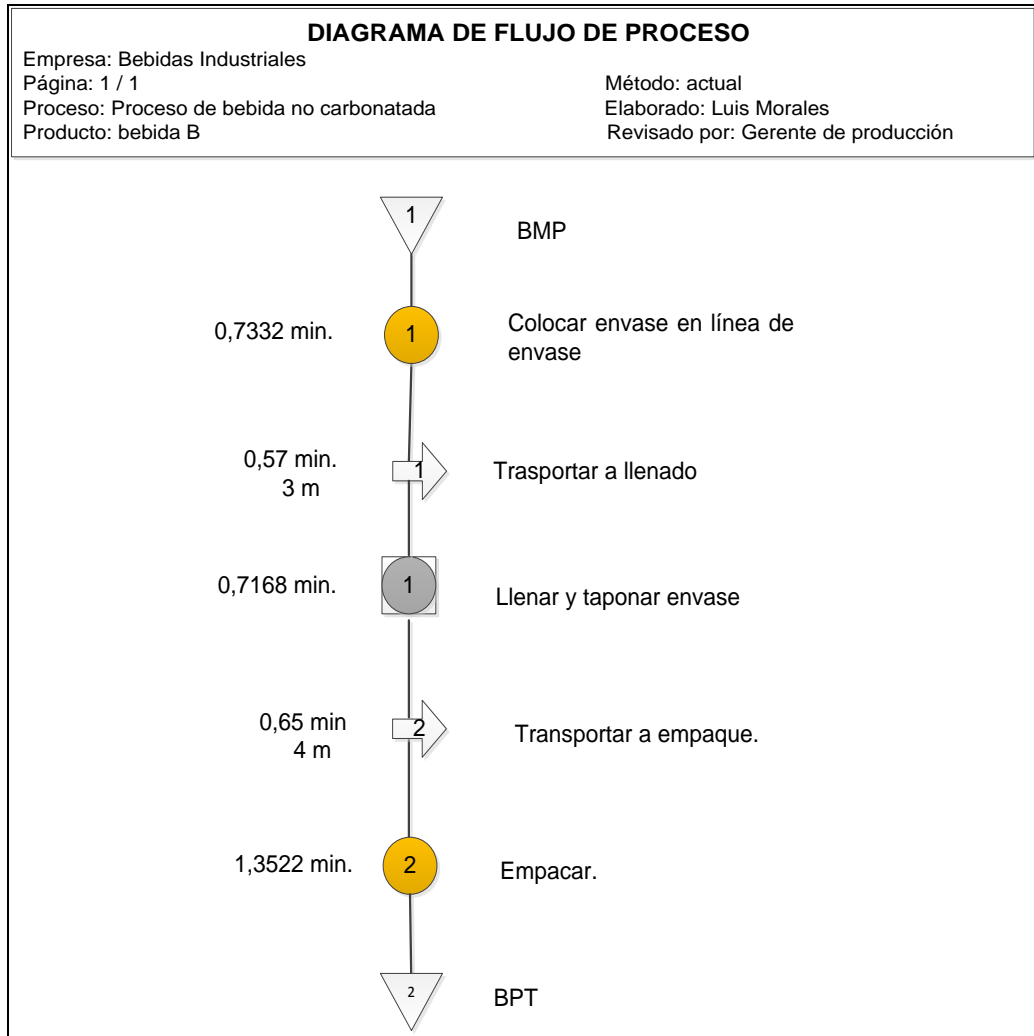
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Tabla XXXII. **Tabla resumen presentación A**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	1,924
Transporte		2	1,220
Inspección		0	0,000
Demora		0	0,000
Almacenaje		0	0,000
combinada		1	0,728
Total min.			3,872 min.







Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de flujo método propuesto presentación B



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

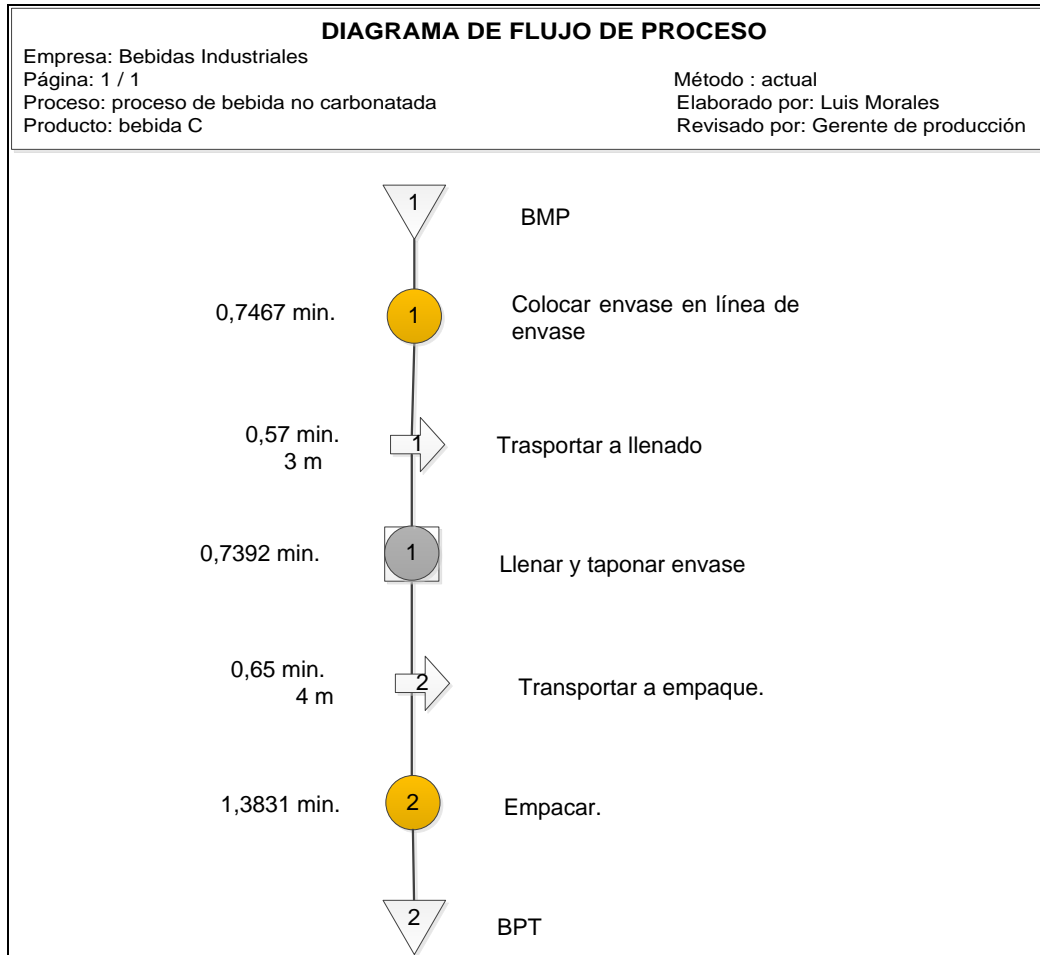
Tabla XXXIII. **Tabla resumen presentación B**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	2,085
Transporte		2	1,220
Inspección		0	0,000
Demora		0	0,000
Almacenaje		0	0,000
combinada		1	0,728
Total min.			4,033 min.

Fuente: elaboración propia.



Figura 26. Diagrama de flujo método propuesto presentación C



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Tabla XXXIV. **Tabla resumen presentación C**

Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo min.
Operación		2	2,1298
Transporte		2	1,2200
Inspección		0	0,0000
Demora		0	0,0000
Almacenaje		0	0,0000
combinada		1	0,7280
Total min.			4,0778 min.


































Fuente: elaboración propia.

### 2.13. Diagrama bimanual método propuesto

En los diagramas bimanuales del empaque de las diferentes presentaciones se cumplió con eliminar los movimientos improductivos y transportes que no fueran necesarios, se logró eliminar el sostener, ya que eso implica que una mano trabaja en lo que la otra sostiene un objeto, lo cual podía ser aprovechado por la otra mano para realizar una operación distinta y más productiva, además al eliminar los separadores también se logró que el proceso de empaque sea más rápido, aprovechando el uso de ambas manos para el empaque de una unidad en cada mano tomando el envase por el aza.

































A continuación se presentan los diagramas bimanuales usando el método propuesto para el proceso de empaque en las diferentes presentaciones de la línea.

Tabla XXXV. Diagrama bimanual de empaque presentación A




Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 	Método: propuesto			Producto	Bebida no carbonatada
Operación	Empacar producto en caja			Analista	Luis Morales
Fecha				Hoja	1/1
Mano derecha	Símbolo	T	T	Símbolo	Mano izquierda
Descripción				Descripción	
Levantar caja		0,05	0,05		Levantar caja
Colocar caja en la mesa		0,02	0,02		Colocar caja en la mesa
Armar la caja		0,04	0,04		Armar la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja		0,04	0,04		Dar vuelta a caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empujar solapas de fondo		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Doblar solapas de tapa paralelas al testero		0,02	0,02		Doblar solapas de tapa paralelas al testero
Doblar solapas de tapa		0,02	0,02		Doblar solapas de tapa
Sellar caja		0,30	0,30		Sellar caja
<b>Resumen</b>	<b>Método propuesto</b>				
Mano	Izquierda	T min.		Derecha	T min.
	12,00	0,92		12,00	0,92
	0,00	0,00		0,00	0,00
	2,00	0,07		2,00	0,07
	0,00	0,00		0,00	0,00
Tiempo (min.)		0,99			0,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Diagrama bimanual de empaque presentación B


























Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 	Método: propuesto			Producto	Bebida no carbonatada
Operación	Empaque en caja			Analista	Luis Morales
Fecha				Hoja	1/1
Mano derecha	Símbolo	T	T	Símbolo	Mano izquierda
Descripción				Descripción	
Levantar caja		0,05	0,05		Levantar caja
Colocar caja en la mesa		0,02	0,02		Colocar caja en la mesa
Armar la caja		0,04	0,04		Armar la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja		0,04	0,04		Dar vuelta a caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Doblar solapas de tapa paralelas al testero		0,02	0,02		Doblar solapas de tapa paralelas al testero
Doblar solapas de tapa		0,02	0,02		Doblar solapas de tapa
Sellar caja		0,03	0,03		Sellar caja
<b>Resumen</b>	<b>Método propuesto</b>				
Mano	Izquierda	T min.		Derecha	T min.
		13,00		13	1,02

Continuación de la tabla XXXVI.

	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	0,07	2,00	0,07
	0,00	0,00	0,00	0,00
Tiempo (min.)		1,09		1,09

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Diagrama bimanual de empaque presentación C**

Análisis de movimientos diagrama bimanual					
Disposición del área de trabajo 	Método: propuesto			Producto	Bebida no carbonatada
Operación	Empaque en caja			Analista	Luis Morales
Fecha				Hoja	1/1
Mano derecha	Símbolo	T	T	Símbolo	Mano izquierda
Descripción				Descripción	
Levantar caja		0,05	0,05		Levantar caja
Colocar caja en la mesa		0,02	0,02		Colocar caja en la mesa
Armar la caja		0,04	0,04		Armar la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja		0,05	0,05		Doblar solapas de fondo hacia adentro de la caja
Dar vuelta a caja		0,04	0,04		Dar vuelta a caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empujar solapas de fondo de la caja		0,05	0,05		Empujar solapas de fondo de la caja
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar
Empacar		0,10	0,10		Empacar

Continuación de la tabla XXXVII.

Empacar	●	0,10	0,10	●	Empacar
Empacar	●	0,10	0,10	●	Empacar
Doblar solapas de tapa paralelas al testero	●	0,02	0,02	●	Doblar solapas de tapa paralelas al testero
Doblar solapas de tapa	●	0,02	0,02	●	Doblar solapas de tapa
Sellar caja	●	0,30	0,30	●	Sellar caja
<b>Resumen</b>	<b>Método propuesto</b>				
Mano	Izquierda	T min.		Derecha	T min.
●	15	1,22		15	1,22
▲	0	0,00		0	0,00
→	2	0,07		2	0,07
D	0	0,00		0	0,00
Tiempo (min.)		1,29			1,29

Fuente: elaboración propia.

## 2.14. Cálculo de eficiencias con método propuesto

Con los tiempos cronometrados del método propuesto, se calificó el desempeño para lograr obtener el tiempo normal, y aplicar los suplementos para luego obtener el tiempo estándar de la operación para luego obtener la eficiencia de este nuevo método.

Tabla XXXVIII. **Tiempos estándar método propuesto presentación A**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>	<b>Mp. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,530	0,150	0,6095	0,170	0,71300	1,21095
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,570	0,000	0,57000	1.21095
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,605	0,000	0,605	0,120	0,67700	1.21095
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,650	0,000	0,65000	1.21095
<b>Empaque de envases</b>	0,900	0,150	1,035	0,170	1,21095	1.21095
<b>Suma (min)</b>					3,82100	6.05475

Fuente elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Tiempos estándar método propuesto presentación B**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>	<b>Mp. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,545	0,150	0,6267	0,17	0,73329	1.352227
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,5700	0,00	0,57000	1.352227
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,640	0,000	0,6400	0,12	0,71680	1.352227
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,6500	0,00	0,65000	1.352227
<b>Empaque de envases</b>	1,005	0,150	1,1557	0,17	1,35222	1.352227
<b>Suma (min)</b>					4,02232	6.761137

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Tiempos estándar método propuesto presentación C**

<b>Actividad</b>	<b>Tc. (min)</b>	<b>Calif. (%)</b>	<b>Tn. (min)</b>	<b>Sup. (%)</b>	<b>Ts. (min)</b>	<b>Mp. (min)</b>
<b>Colocación de envase</b>	0,555	0,150	0,6382	0,17	0,74675	1,38310
<b>Transporte a llenado y taponado</b>	0,570	0,000	0,5700	0,00	0,57000	1,38310
<b>Llenado de botellas y taponado</b>	0,660	0,000	0,6600	0,12	0,73920	1,38310
<b>Transporte a empaque</b>	0,650	0,000	0,6500	0,00	0,65000	1,38310
<b>Empaque de envases</b>	1,028	0,150	1,1822	0,17	1,38310	1,38310
<b>Suma (min)</b>					4,08910	6,91587

Fuente: elaboración propia.

Se realizó el cálculo de eficiencias usando la fórmula de la eficiencia de la línea que es la razón de los minutos estándar totales entre los minutos estándar permitidos totales.

$$E = \frac{\sum_1^n te}{\sum_1^n Mp}$$

Te=tiempo estándar

E= eficiencia

$\sum$  =símbolo de sumatoria

Mp= minutos estándar permitidos por operación



Eficiencia método propuesto de la presentación A

$$E = \frac{3.821665}{(6.05475)} = 63.11\%$$

Eficiencia método propuesto de la presentación B

$$E = \frac{4.0223}{(6.7611)} = 59.49\%$$

Eficiencia método propuesto de la presentación C

$$E = \frac{4.08912}{(6.91587)} = 59.12\%$$



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS ENJUAGUES DE LOS CIRCUITOS DE LIMPIEZA EN EL ÁREA DE BEBIDA NO CARBONATADA**

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual**

Las empresas de bebidas dentro de sus procesos utilizan agua desmedidamente, ya que este recurso es fundamental para la transformación de las materias primas en los productos finales, y en el caso específico de la empresa Bebidas Industriales, no cuenta con un programa de control sobre el uso del agua dentro de los procesos productivos, por lo que la presente fase de investigación se centrara en el uso del agua y elaboración de la propuesta del uso de este recurso en los enjuagues de los circuitos de limpieza y lograr una mejora en el uso del agua.

El análisis incluye un diagnóstico de la situación actual en el consumo de agua, así como también se planteara la propuesta para lograr un ahorro en el consumo de agua dentro de los enjuagues de los circuitos de limpieza de la empresa de bebida no carbonatada.

#### **3.1.1. Análisis del consumo de agua actual**

Aquí se presentan algunos de los usos que se le dan al agua en la empresa Bebidas Industriales:

- Área de formulación: la elaboración de los productos requiere que una cierta cantidad de agua sea mezclada con ingredientes, para cumplir con estándares que son establecidos en la formulación.
- Calderas: estas producen el vapor utilizado en diversidad de actividades dentro de la empresa, especialmente en la producción de energía.
- Lavado de línea: esta limpieza se realiza en las líneas de producción con una frecuencia semanal y debido a que la maquinaria necesita que para la limpieza sea utilizada una cantidad de agua abundante para quitar suciedad o residuos de producto que pudieron quedar por envases rebalsados o con fugas, en las cadenas transportadoras, guías y otros tipos de maquinaria usado en el proceso productivo.
- Limpieza de piso: se realiza con frecuencia según se coordine con el personal para evitar la caída de personas, o que quede el piso pegajoso esto por causa de la fórmula del producto, la frecuencia de esto es muy seguida y en general no tiene un tiempo determinado.
- Lavado de equipo de limpieza: como trapeadores, toallas, escobas plásticas etc. Estos son lavados después del uso en la limpieza de las aéreas de trabajo.
- En los servicios sanitarios: esta es un agua que varía en el uso diario debido al personal que lo use.
- Usos varios: estos usos son en los que se utiliza agua de manera mínima o poca en comparación de las otras, pero que también deben ser consideradas dentro del uso y gasto de agua dentro de la empresa

ejemplos de estos usos varios son los lavamanos, limpieza de los utensilios de la cafetería, lavado del área del comedor y de los utensilios, riego de áreas verdes en la empresa, lavado de áreas externas a la planta etc.

Esta fase se centrara en el consumo de agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza de tubería interna, debido a que no se cuenta con un análisis de ahorro de agua en estos enjuagues, aunque si se cuenta con datos históricos sobre el consumo de agua y la empresa posee contadores en donde se puede verificar el consumo de agua en este proceso.

Los circuitos de limpieza se realizan con el fin de evitar la posibilidad y el riesgo de contaminación en el producto final, y también al momento de querer realizar un cambio de un producto a otro, ya que si no se realiza este proceso de limpieza interna en la tubería estos sabores se mezclan alterando así el producto final.

Pero también son realizados con un tiempo de 72 horas después de que se ha arrancado con un sabor y este no se ha cambiado y sigue el mismo producto en la línea de llenado, aunque se vaya a continuar llenando este sabor es por norma de control de calidad que el llenado debe parar para realizar un circuito de limpieza a las tuberías de la línea para evitar riesgos de contaminación en el producto que se está llenando.

A continuación se presenta una tabla en la que se pueden observar los pasos del circuito de limpieza y el tiempo total del circuito de limpieza el cual tiene una duración aproximada de 12 horas:

Tabla XLI. **Tiempo del circuito de limpieza método actual**

Proceso	Tiempo en minutos
Preenjuague	60
Primer químico	100
Enjuague del primer químico	120
Segundo químico	100
Enjuague del segundo químico	120
Tercer químico	100
Enjuague del tercer químico	120
Tiempo total	720 minutos
Tiempo en horas	12 horas

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Metodología de estudio de los enjuagues en los circuitos de limpieza**

La metodología que se utiliza para realizar el análisis del consumo de agua es descrita a continuación:

- Colocar los contadores de agua en cero
- Al momento de finalizar el preenjuague anotar el dato
- Después de la circulación del primer químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del primer químico.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del primer químico.
- Después de la circulación del segundo químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del segundo químico.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del segundo químico.
- Después de la circulación del tercer químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del tercer químico.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del tercer químico.
- Tabular datos



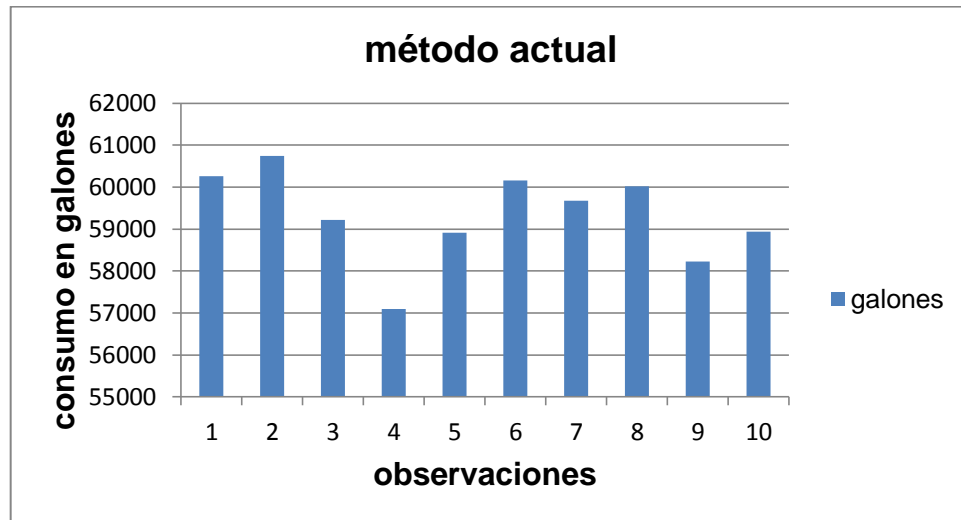


Tabla XLIII. **Consumo de agua durante septiembre**

Hoja de control de agua									
Nombre del responsable:									
Fecha	Pre enjuague		Enjuague primer químico		Enjuague segundo químico		Enjuague tercer químico		Total de agua consumida en galones
	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	
03/09/2012	60	7279	120	17895	120	17293	120	17791	60258
06/09/2012	60	8621	120	17745	120	16494	120	17876	60736
09/09/2012	60	8107	120	16244	120	17687	120	17175	59213
12/09/2012	60	7877	120	16133	120	17009	120	16080	57099
14/09/2012	60	7488	120	17313	120	16942	120	17173	58916
18/09/2012	60	8992	120	17950	120	16166	120	17049	60157
21/09/2012	60	8115	120	17998	120	17164	120	16399	59676
24/09/2012	60	7140	120	17895	120	17770	120	17216	60021
27/09/2012	60	7586	120	17244	120	16329	120	17065	58224
30/09/2012	60	8453	120	17027	120	17437	120	16026	58943
Promedios		7965		17344		17029		16985	59324
Observaciones:									

Fuente: empresa, Área de Calidad.

Figura 27. **Consumo de agua método actual en septiembre**



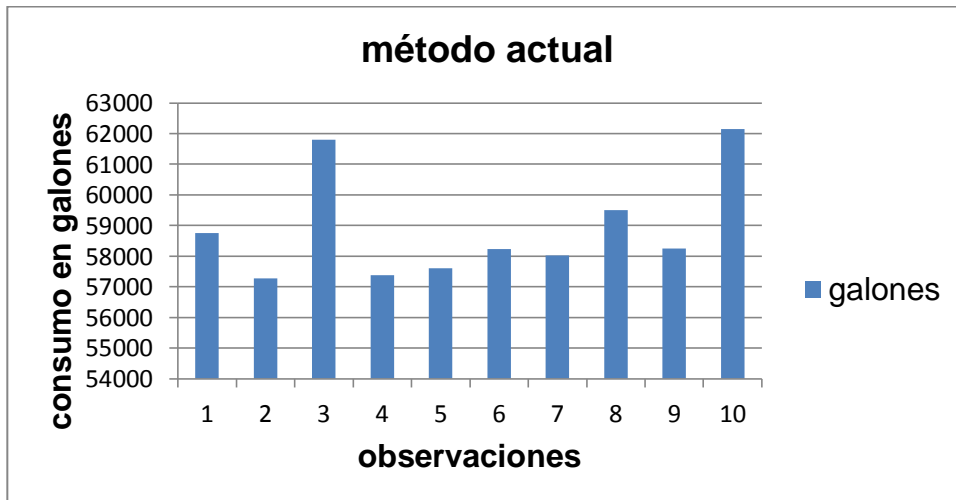
Fuente: empresa, Área de Calidad.

Tabla XLIV. **Consumo de agua durante octubre**

Hoja de control de agua									
Nombre del Responsable:									
Fecha	Pre enjuague		Enjuague primer químico		Enjuague segundo químico		Enjuague tercer químico		Total de agua consumida en galones
	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	
03/10/2012	60	7010	120	16483	120	17826	120	17440	58759
06/10/2012	60	7090	120	17115	120	16396	120	16679	57280
09/10/2012	60	8419	120	17813	120	17991	120	17572	61795
12/10/2012	60	7241	120	17282	120	16412	120	16441	57376
14/10/2012	60	7730	120	16229	120	16931	120	16716	57606
18/10/2012	60	8046	120	17130	120	16895	120	16157	58228
21/10/2012	60	7356	120	16665	120	17794	120	16206	58021
24/10/2012	60	8340	120	16724	120	17559	120	16882	59505
27/10/2012	60	7248	120	16950	120	16668	120	17378	58244
30/10/2012	60	8989	120	17942	120	17361	120	17850	62142
Promedios		7746		17033		17183		16932	58895
Observaciones									

Fuente: empresa, Área de Calidad.

Figura 28. **Consumo de agua método actual en octubre**



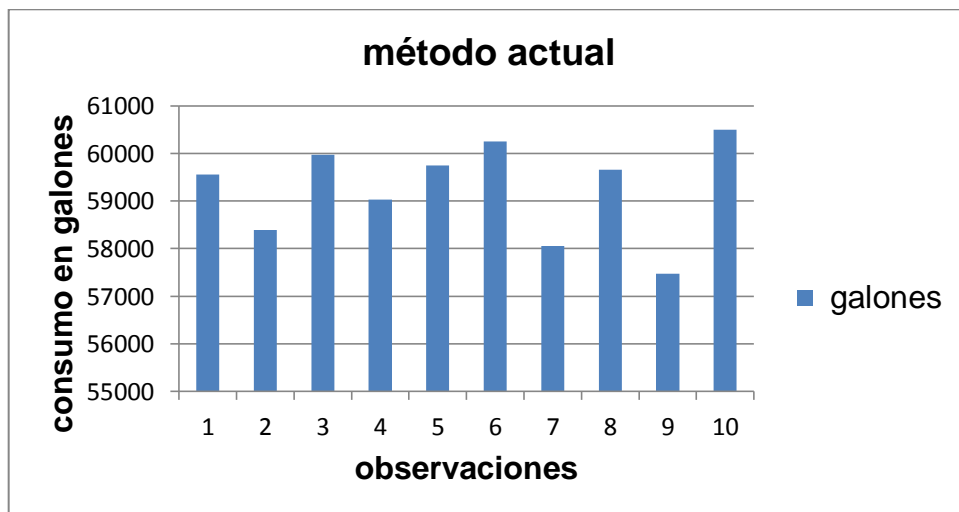
Fuente: empresa, Área de Calidad.

Tabla XLV. Consumo de agua durante noviembre

Hoja de control de agua									
Nombre del Responsable:									
	Pre enjuague		Enjuague primer químico		Enjuague segundo químico		Enjuague tercer químico		Total de agua consumida en galones
Fecha	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	
03/11/2012	60	7657	120	17609	120	17427	120	16864	59557
06/11/2012	60	7115	120	17347	120	16495	120	17433	58390
09/11/2012	60	8143	120	17522	120	17475	120	16835	59975
11/11/2012	60	8086	120	17475	120	16833	120	16636	59030
14/11/2012	60	8095	120	17701	120	17749	120	16204	59749
16/11/2012	60	8441	120	17350	120	17600	120	16863	60254
20/11/2012	60	8355	120	17033	120	16318	120	16352	58058
23/11/2012	60	7630	120	17613	120	16742	120	17670	59655
26/11/2012	60	7251	120	16128	120	17415	120	16684	57478
30/11/2012	60	7756	120	17780	120	17179	120	17783	60498
Promedios		7852		17355		17123		16932	59264
Observaciones _____									

Fuente: empresa, Área de Calidad.

Figura 29. Consumo de agua método actual en noviembre



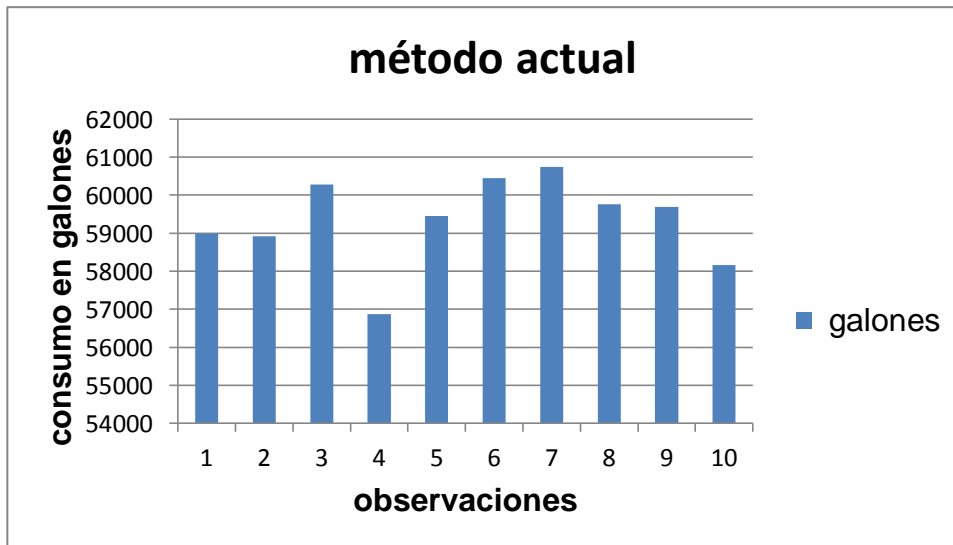
Fuente: empresa, Área de Calidad.

Tabla XLVI. Consumo de agua durante diciembre

Hoja de control de agua									
Nombre del Responsable:									
Fecha	Pre enjuague		Enjuague primer químico		Enjuague segundo químico		Enjuague tercer químico		Total de agua consumida en galones
	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	
02/12/2012	60	8294	120	16815	120	17515	120	16371	58995
05/12/2012	60	7435	120	17662	120	17590	120	16231	58918
08/12/2012	60	7678	120	17940	120	17290	120	17367	60275
12/12/2012	60	7330	120	16086	120	16990	120	16459	56865
15/12/2012	60	7721	120	17639	120	17671	120	16417	59448
17/12/2012	60	8939	120	16707	120	16807	120	17990	60443
20/12/2012	60	8750	120	17422	120	17912	120	16666	60750
23/12/2012	60	8628	120	17097	120	16675	120	17363	59763
26/12/2012	60	8006	120	17184	120	17667	120	16841	59698
30/12/2012	60	8332	120	16214	120	17320	120	16295	58161
Promedios		8111		17076		17343		16800	59331
Observaciones									

Fuente: empresa, Área de Calidad.

Figura 30. Consumo de agua método actual en diciembre



Fuente: empresa, Área de Calidad.

### **3.2. Propuesta para el ahorro de agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza**

La propuesta se enfocará tanto en los pasos del preenjuague, como en el enjuague de cada químico que se utiliza para la limpieza interna de la tubería, para observar si realmente se necesita que el agua este limpiando la tubería el tiempo asignado o si se puede reducir este tiempo y lograr así un ahorro en el consumo de agua en los enjuagues.

#### **3.2.1. Pasos para realizar el análisis del químico en el agua**

El objetivo de seguir estos pasos es para determinar el momento por el cual el agua ha limpiado la tubería interna por la cual circula el producto que es elaborado, con el fin de lograr un ahorro de agua en el enjuague.

- Colocar los contadores de agua en cero
- Al momento de finalizar el preenjuague anotar el dato
- Después de la circulación del primer químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del primer químico.
- Tomar muestras de agua de las llenadoras e ir a realizar el análisis para ver si lleva químico el agua.
- Al momento que el resultado del análisis da que ya no lleva químico anotar el tiempo que lleva el circuito e ir al contador de agua para anotar ese dato del agua consumida.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del primer químico.
- Después de la circulación del segundo químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del segundo químico.

- Tomar muestras de agua de las llenadoras e ir a realizar el análisis para ver si lleva químico el agua.
- Al momento que el resultado del análisis da que ya no lleva químico anotar el tiempo que lleva el circuito e ir al contador de agua para anotar ese dato del agua consumida.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del segundo químico.
- Después de la circulación del tercer químico anotar el dato que será el inicial del agua consumida del enjuague del tercer químico.
- Tomar muestras de agua de las llenadoras e ir a realizar el análisis para ver si lleva químico el agua.
- Al momento que el resultado del análisis da que ya no lleva químico anotar el tiempo que lleva el circuito e ir al contador de agua para anotar ese dato del agua consumida.
- Al finalizar el enjuague del químico anotar el dato del agua consumida del tercer químico.

### **3.2.2. Análisis del agua en los enjuagues de los circuitos de limpieza**

Se elaboró un formato para realizar el análisis del consumo de agua durante el circuito de limpieza, del cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla XLVII. **Formato para control de químico en el agua**

preejuague													
Tiempo	10	20	30	40	50	60							
Lectura inicial del contador													
Lectura a los 30 minutos													
Lectura final													
<b>Ahorro</b>													
enjuague del primer químico													
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Lleva químico													
Lectura inicial del contador													
Lectura sin químico													
Lectura final													
Consumo total													
<b>Posible ahorro</b>													
enjuague del segundo químico													
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Lleva químico													
Lectura inicial del contador													
Lectura sin químico													
Lectura final													
Consumo total													
<b>Posible ahorro</b>													
enjuague del tercer químico													
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Lleva químico													
Lectura inicial del contador													
Lectura sin químico													
Lectura final													
Consumo total													
Posible ahorro													
<b>Consumo total del circuito</b>													
<b>Total de galones ahorrados</b>													

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Primer análisis de enjuague del circuito de limpieza**

<b>preenjuague</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60						
Lectura inicial del contador	0											
Lectura a los 30 minutos	4561											
Lectura final	8294											
Ahorro	3733											
<b>enjuague del primer químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
lectura sin químico	12611											
lectura final	16815											
consumo total	16815											
posible ahorro	4204											
<b>enjuague del segundo químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
lectura sin químico	13136											
lectura final	17515											
consumo total	17515											
posible ahorro	4379											
<b>enjuague del tercer químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
lectura sin químico	12278											
Lectura final	16371											
Consumo total	16371											
Posible ahorro	4093											
<b>Consumo total del circuito</b>	<b>58995</b>											
<b>Total de galones ahorrados</b>	<b>16409</b>											

Fuente: elaboración propia.



Tabla XLIX. Segundo análisis de enjuague del circuito de limpieza

<b>preenjuague</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60						
Lectura inicial del contador	0											
Lectura a los 30 minutos	4089											
Lectura final	7435											
Ahorro	3346											
<b>enjuague del primer químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
lectura sin químico	13246											
lectura final	17662											
consumo total	17662											
posible ahorro	4416											
<b>enjuague del segundo químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
lectura sin químico	13192											
lectura final	17590											
consumo total	17590											
posible ahorro	4398											
<b>enjuague del tercer químico</b>												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	Si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
Lectura sin químico	12173											
Lectura final	16231											
Consumo total	16231											
Posible ahorro	4058											
<b>Consumo total del circuito</b>	<b>58918</b>											
<b>Total de galones ahorrados</b>	<b>16218</b>											

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Tercer análisis de enjuague del circuito de limpieza

preenjuague												
Tiempo	10	20	30	40	50	60						
Lectura inicial del contador	0											
Lectura a los 30 minutos	4812											
Lectura final	8750											
<b>Ahorro</b>	<b>3938</b>											
enjuague del primer químico												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
Lectura sin químico	13066											
Lectura final	17422											
Consumo total	17422											
<b>Posible ahorro</b>	<b>4356</b>											
enjuague del segundo químico												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
Lectura sin químico	13434											
Lectura final	17912											
Consumo total	17912											
<b>Posible ahorro</b>	<b>4478</b>											
enjuague del tercer químico												
Tiempo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Lleva químico	si	si	si	si	si	si	no	no	no	no	no	no
Lectura inicial del contador	0											
Lectura sin químico	12499											
Lectura final	16666											
Consumo total	16666											
Posible ahorro	4167											
<b>Consumo total del circuito</b>	<b>60750</b>											
<b>Total de galones ahorrados</b>	<b>16939</b>											

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Propuesta de ahorro en el consumo de agua, en los enjuagues de los circuitos de tubería interna

Siguiendo la metodología propuesta y con la recopilación de los datos obtenidos se ha podido observar que:

- El preenjuague puede reducirse en su tiempo de uso de agua de 60 minutos a 30 minutos.
- El enjuague de cada químico en promedio se dejan de encontrar trazas de químico a los 80 minutos.

El enjuague de cada químico en promedio se dejan de encontrar trazas de químico a los 70 minutos por seguridad se podría dejar un tiempo de 10 minutos más por lo que el enjuague de cada circuito de limpieza interno de las tuberías quedaría de 80 minutos, por lo que los tiempos de circuito quedarían de la siguiente forma:

Tabla LI. **Tiempo propuesto del circuito con el nuevo método**

<b>Proceso.</b>	<b>Tiempo en minutos</b>
Preenjuague	30
Primer químico	100
Enjuague del primer químico	80
Segundo químico	100
Enjuague del segundo químico	80
Tercer químico	100
Enjuague del tercer químico	80
Tiempo total	570 minutos
Tiempo en horas	9,5 horas

Fuente: elaboración propia.

Con esto se logra un ahorro en el consumo de agua y un ahorro en el tiempo en el que se efectúa el circuito de limpieza.

### 3.2.4. Consumo de agua método propuesto

A continuación se presenta una tabla con el consumo de agua que se obtienen con el método propuesto.

Tabla LII. Consumo de agua con el método propuesto

Fecha	Pre enjuague		Enjuague primer químico		Enjuague segundo químico		Enjuague tercer químico		Total de agua consumida en galones
	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	Tiempo min.	Consumo en gal.	
02/12/2012	30	4561	80	12611	80	13136	80	12278	30308
05/12/2012	30	4089	80	13246	80	13192	80	12173	30527
08/12/2012	30	4222	80	13455	80	12967	80	13025	30644
12/12/2012	30	4031	80	12064	80	12742	80	12344	28837
15/12/2012	30	4246	80	13229	80	13253	80	12312	30728
17/12/2012	30	4916	80	12530	80	12605	80	13492	30051
20/12/2012	30	4812	80	13066	80	13434	80	12499	31312
23/12/2012	30	4745	80	12822	80	12506	80	13022	30073
26/12/2012	30	4403	80	12888	80	13250	80	12630	30541
30/12/2012	30	4582	80	12160	80	12990	80	12221	29732
Promedios		4460		12807		13007		12599	30275

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4.1. Comparación de métodos

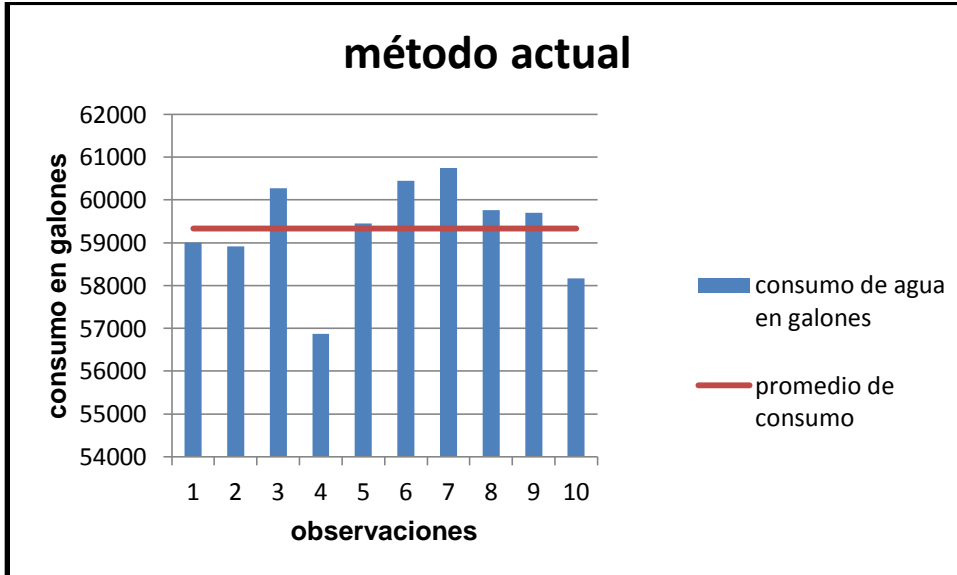
Se puede observar que si existe un ahorro en comparación del método actual con el método propuesto, en todos los enjuagues de los circuitos de la tubería interna.

Tabla LIII. **Comparación de métodos en consumo de agua**

Ahorro de agua entre el método actual y el método propuesto		
método actual galones de agua	método propuesto galones de agua	Ahorro esperado en galones de agua
58995	30577	28418
58918	30743	28175
60275	30867	29408
56865	29076	27789
59448	30962	28486
60443	30315	30128
60750	31575	29175
59763	30333	29430
59698	30793	28905
58161	29980	28181
Ahorro promedio		28809 galones de agua

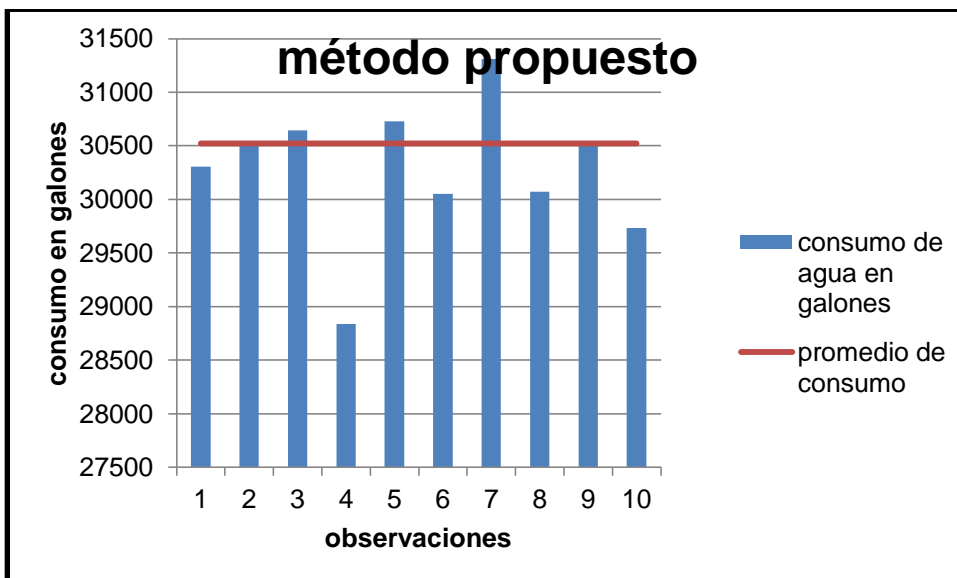
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Consumo de agua método actual



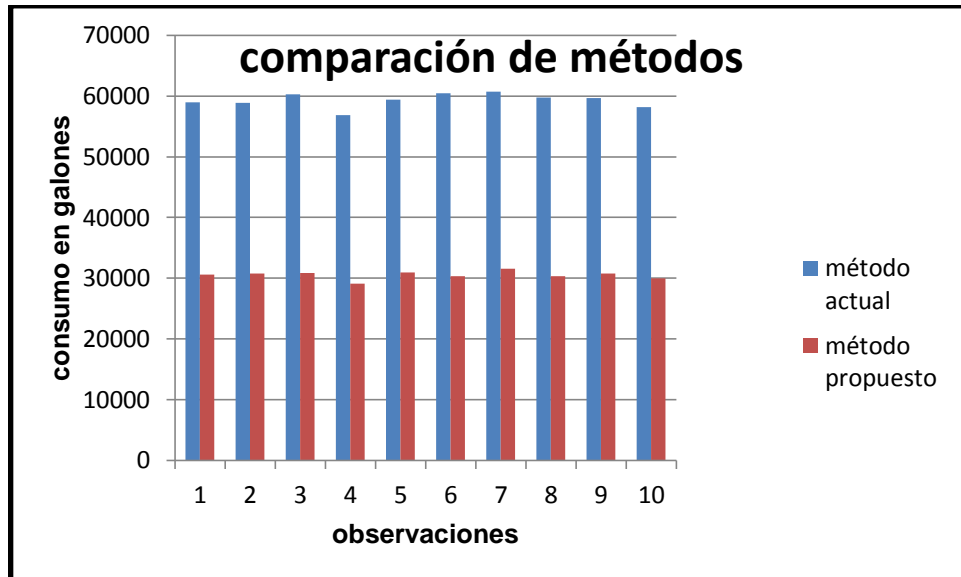
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Consumo de agua método propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Comparación de consumo de agua



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar se logra un ahorro en el tiempo de circuito, lo que representa que los arranques de una presentación a otra sean más rápidos, y además se logra un ahorro en el consumo de agua en los circuitos de limpieza de la tubería interna, logrando así tener procedimientos más amigables con el medio ambiente, ya que el recurso agua es importante para toda industria de alimentos y para el medio ambiente.

### **3.2.5. Costo del plan de ahorro de agua en los circuitos de limpieza**

- El costo del plan de ahorro de agua se da principalmente en el costo de los químicos ya que en cada enjuague se debe realizar el análisis del agua que se utiliza en el enjuague para comprobar que esta ya no lleva trazas de químico.
- Las hojas de papel son para que utilizando el formato de análisis del agua en los circuitos de limpieza se lleve un control de los enjuagues en los circuitos de limpieza.
- La tinta de impresión es utilizada para imprimir el formato de control de los enjuagues.
- Los lapiceros son para realizar los apuntes después de analizar el agua que se utiliza en el enjuague de los circuitos de limpieza.



A continuación se presenta una tabla en donde se coloca el insumo a utilizar, la cantidad en unidades que se utilizará, el costo unitario en quetzales, el costo total de cada insumo y el costo total del plan.

Tabla LIV. **Costo del plan**

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario Q.</b>	<b>Costo total Q.</b>
Hojas de papel	100	0,15	15,00
Lapiceros	2	3,00	6,00
Químicos indicadores	10	25,00	250,00
Impresión tinta	100	0,25	25,00
<b>Costo total en Q.</b>			296,00

Fuente: elaboración propia.



## **4. FASE DE DOCENCIA. PROPUESTA DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA LÍNEA DE BEBIDA NO CARBONATADA**

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

En esta fase se diseñó un plan de capacitación al personal del Área de Producción de la empresa Bebidas Industriales, con el fin de detectar las áreas donde el personal se muestra deficiente en los conocimientos, que deben aplicar en el puesto de trabajo, y en distintas áreas dentro de la planta de producción, para esto se consultó a la jefatura del área si se contaba con las competencias laborales que debía tener un operador y si se contaba con un nivel mínimo, como guía para la calificación de los puestos.

Los puestos estudiados fueron los de ayudante de procesos y el de operador de producción, el jefe del área brindó las competencias laborales que ellos tenían en la empresa y con las cuales calificaban a los trabajadores del área, para determinar si el nivel de conocimiento en temas que deben de poseer, para desempeñar el puesto en la empresa, lo cual fue usado de base para determinar el área en la que se detecte deficiencia, también se le informo a el ingeniero encargado y el supervisor del área para contar con la cooperación durante la realización de la calificación del desempeño del puesto de trabajo por parte de los trabajadores del área.

A continuación se presenta la tabla con las competencias laborales que debe poseer una persona para desempeñar el puesto de operador de producción y el nivel mínimo aceptado brindado por la empresa.

**Tabla LV. Competencias laborales operador nivel mínimo**

Puesto	No.	Competencia	Objetivo	Nivel mínimo
Operador de la línea de producción de bebida no carbonatada	1	Manejo de maquinaria asignada	Ejecutar y vigilar el adecuado funcionamiento de la maquinaria	80
	2	Capacidad de memorización	Capacidad para conservar las experiencias anteriores y aplicarlas al momento del trabajo	75
	3	Habilidad psicomotriz	Coordinar entre el pensamiento y la reacción en un determinado momento.	75
	4	Experiencia en el puesto	Conocimiento de la forma de trabajo debido al tiempo laborado en el puesto	75
	5	BPM	Conocimiento sobre la correcta manipulación del producto con las BPM	90
	6	Seguridad industrial	La forma de realizar el trabajo de una forma segura para el individuo y los demás.	80
	7	Destreza manual	Habilidad para realizar el trabajo con las manos.	80

Fuente: empresa, Área de Producción.

A continuación se presentan las competencias laborales y el nivel mínimo aceptado que debe poseer una persona para desarrollar el puesto de ayudante de procesos cuadro brindado por la empresa.

Tabla LVI. **Competencias laborales ayudante de procesos nivel mínimo**

Puesto	No.	Competencia	Objetivo	Nivel mínimo
Ayudante de procesos de la línea de producción de bebida no carbonatada	1	Uso de calculadora	Capacidad de realizar cálculos usando este equipo.	70
	2	Capacidad de memorización	Capacidad para conservar las experiencias anteriores y aplicarlas al momento del trabajo	75
	3	Habilidad psicomotriz	Coordinación entre el pensamiento y la reacción en un determinado momento.	80
	4	Capacidad de aprendizaje	Capacidad para hacer, comprender, realizar, aplica la información adquirida en un puesto	75
	5	BPM	Conocimiento sobre la correcta manipulación del producto con las BPM	90
	6	Seguridad industrial	La forma de realizar el trabajo de una forma segura para el individuo y los demás.	80
	7	Destreza manual	Habilidad para realizar el trabajo con las manos.	80

Fuente: empresa, Área de Producción.

## **4.2. Análisis de la situación actual del personal de la línea de bebida no carbonatada**

Para la realización de la evaluación del personal, sobre las necesidades de capacitación, se acordó con el jefe del área, con el ingeniero del área y el supervisor, que por razones de tiempo y para no afectar la programación de producción que se debía realizar el análisis, visitando el lugar de trabajo observando y calificando la forma en que realizan el trabajo, tomando en cuenta las características que el trabajador debe poseer para el buen desempeño en el área de trabajo para así lograr determinar en qué área se detecta debilidad para lograr diseñar el plan de capacitación al personal.

EL análisis se realizó a los puestos de operador de procesos, y el de ayudante de operaciones, la evaluación se realizó a criterio propio con la ayuda del supervisor del área, ya que cuenta con la experiencia y conoce a cada operario, ayudante de procesos, y la forma en que debe ser elaborado el trabajo al momento de realizar el proceso de producción, la función del supervisor fue ayudar en la calificación y guiar en la forma adecuada en que el trabajador debe realizar el trabajo y el equipo necesario que debería utilizar al momento de estar en la estación de trabajo, hacia observaciones al momento en que alguien en el área no cumplía en alguna forma con lo que se requería para estar en el puesto de trabajo, para la calificación de los puestos se utilizó el formato de competencias laborales de la empresa.

Se fue al área de trabajo y se observó la forma de trabajar del personal, en el puesto de operador de procesos, se observó la forma de manejar la maquinaria asignada, se observó si al ejecutar y vigilar la maquinaria lo hacía de una forma adecuada, también la capacidad de memorización se le preguntaba las experiencias pasadas en la maquinaria si recordaba que hacer

al momento de una eventualidad al momento al ejecutar y vigilar la maquinaria asignada, la habilidad psicomotriz se observó si al momento de una eventualidad o al momento de operar la maquina había coordinación entre el pensamiento y la reacción, la experiencia en el puesto fue evaluada en cuanto al tiempo de laborar en un puesto y si esto había logrado realizar el trabajo de una mejor manera, se evaluó el conocimiento en buenas prácticas de manufactura y si las cumplían en cuanto al uso de reddecilla, uniforme limpio, lavado de manos, y otros que deben cumplir antes de entrar al área de trabajo y en el puesto de trabajo, se observó la seguridad industrial se vio si al realizar el trabajo era ejecutado de una forma segura para él y para los demás, se observó la destreza manual la habilidad que el operario tiene para realizar el trabajo con las manos.

En puesto de ayudante de procesos se observó el uso de la calculadora donde se vio la capacidad que tienen de realizar cálculos utilizando este equipo, también se observó la capacidad de memorización donde se preguntaba las experiencias anteriores en el puesto de trabajo y si al momento de una eventualidad pasada que ocurriera nuevamente sabía qué hacer en esa situación, la habilidad psicomotriz en cuanto a la coordinación entre el pensamiento y ración en un momento determinado, también la capacidad de aprendizaje, al momento de enseñarles algo ver qué capacidad tienen de comprender y realizar los conocimientos adquiridos en el puesto de trabajo, se evaluaron las buenas prácticas de manufactura y conocimiento que deben tener sobre este tema, el uso de reddecilla, uniforme limpio, lavado de manos, así como otros requisitos que deben cumplir en antes de entrar al área de trabajo como en el puesto de trabajo, se vio la seguridad industrial para determinar si el trabajo lo realizan de manera segura para ellos y para los demás y si contaban con requisitos como el uso de tapones auditivos, si utilizaban zapato industrial, y la destreza manual que poseen al realizar un trabajo con las manos.

#### 4.2.1. Resultados de competencias laborales

Al realizar la evaluación de los puestos de operador de procesos y ayudante de procesos hecho en el puesto trabajo, tomando criterio propio, con ayuda del supervisor de producción, debido a la experiencia y conocimiento del personal que labora en el área, de la maquinaria y tomando como guía el nivel mínimo que la empresa exige a los trabajadores, se encontraron deficiencias en el tema de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's).

A continuación se presenta un cuadro con el resultado de la evaluación del puesto de operador de procesos.

Tabla LVII. Resultado de las competencias laborales operador

Puesto	No	Competencias laborales						
		Manejo de maquinaria asignada	Capacidad de memorización	Habilidad psicomotriz	Experiencia en el puesto	BPM	Seguridad industrial	Destreza manual
Operador de procesos	1	80	75	75	75	90	90	80
	2	85	80	80	80	85	90	90
	3	80	75	75	75	80	90	85
	4	85	85	75	75	85	90	80
	5	85	75	75	85	90	90	80
	6	90	75	75	80	85	90	80

Fuente: elaboración propia.



A continuación se presenta una tabla con el resultado de la evaluación del puesto de ayudante de procesos, donde se encontró deficiencia en el tema de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's).

**Tabla LVIII. Resultado de las competencias laborales ayudante de procesos**

Puesto	No	Competencias laborales						
		Uso de calculadora	Capacidad de memorización	Habilidad psicomotriz	Capacidad de aprendizaje	BPM	Seguridad industrial	Destreza manual
Ayudante de procesos	1	70	75	80	75	90	90	80
	2	75	75	85	75	85	90	85
	3	70	85	80	80	85	90	85
	4	80	85	85	80	90	90	85
	5	90	70	85	75	85	90	80
	6	95	75	80	80	90	90	85

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Diseño del plan de capacitación**

La propuesta del diseño del plan de capacitación consiste en que una empresa experta en capacitaciones pueda brindar los conocimientos en el tema de buenas prácticas de manufactura, se eligió al Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), para que sea el encargado de brindar esta capacitación al personal que ellos conozcan y se apliquen los requisitos de las buenas prácticas de manufactura en las industrias de bebidas.

Debido a que los puestos analizados el de operador de procesos y el de ayudante de procesos fueron encontrados con deficiencias en el tema de buenas prácticas de manufactura se consultó al supervisor de producción y al jefe del área sobre esta problemática, para diseñar un cronograma propuesto, para determinar los días y la hora en que estas capacitaciones pueden ser impartidas al personal y determinar el costo de insumos y de la capacitación, por lo que se contactó con la empresa para preguntar sobre el costo de esta capacitación, material necesario para que la misma sea realizada dentro de la empresa, la disponibilidad de días y de horarios de ellos, para así lograr coordinar tanto con la institución que brindara el curso como con la empresa para lograr que sea de provecho para la empresa.

Con el supervisor de producción se logró determinar que los operarios de procesos y los ayudantes de procesos una vez por semana deben ser instruidos en diferentes temas como valores cívicos y valores de la empresa, por lo que se decidió que ese día, es el idóneo para que puedan ir a recibir el curso en el área de conferencias de la empresa, específicamente los días sábado, debido a que la producción es menor y hay más tiempo para realizar esta capacitación, también se acordó que los 6 operarios de producción y los 6 ayudantes de operación deben de ser capacitados los mismos días.

El curso describe los factores de contaminación higiene personal, limpieza y desinfección de las instalaciones para cumplir con las buenas prácticas de manufactura y evitar la contaminación cruzada entre los temas que se observan en el curso se verán las bases de las Buenas Prácticas de Manufactura, además se tienen entrenamientos sobre la aplicación de las buenas prácticas de manufactura, se ven acerca de la seguridad en alimentos y bebidas, la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos, las técnicas y procedimientos para evaluar la calidad, Buenas Prácticas de Manufactura en empresas de bebidas y se tiene una evaluación de lo aprendido.

A continuación se presenta un cronograma propuesto para la capacitación del personal de la línea de bebida no carbonatada.

Tabla LIX. **Cronograma propuesto del plan de capacitación**

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	01 abril		01 mayo		01 ju
				17/03	31/03	14/04	28/04	12/05
1	Bases de las BPM	1 día	sáb 06/04/13					
2	Buenas practicas de manufactura en empresas de bebidas	1 día	sáb 13/04/13					
3	Principios de seguridad en alimentos y bebidas	1 día	sáb 20/04/13					
4	Prevención de enfermedades transmitidas por alimentos	1 día	sáb 27/04/13					
5	Tecnicas y procedimientos de evaluar la calidad	1 día	sáb 04/05/13					
6	Entrenamiento sobre las buenas practicas de manufactura	1 día	sáb 11/05/13					
7	Evaluación de lo aprendido	1 día	sáb 18/05/13					

Fuente: elaboración propia, con programa de Project.

#### 4.4. Costo de la propuesta del plan de capacitación

Operador de procesos

Actualmente hay 6 operadores de procesos en el área que se encargan de operar las distintas máquinas para la realización del proceso productivo.

Tabla LX. **Costo de capacitación al operador**

Puesto	No.	Competencia	Costo del curso	operarios	Costo total en Q.
Operador de la línea de producción de bebida no carbonatada	1	Manejo de maquinaria asignada	Si cumplen	0	0
	2	Capacidad de memorización	Si cumplen	0	0
	3	Habilidad psicomotriz	Si cumplen	0	0
	4	Experiencia en el puesto	Si cumplen	0	0
	5	BPM	200	6	1200
	6	Seguridad industrial	Si cumplen		
	7	Destreza manual	Si cumplen	0	0
		Costo total			1200

Fuente: elaboración propia.

## Ayudante de procesos

Actualmente hay 6 ayudantes de procesos que están en la línea de bebida no carbonatada, ellos aunque no son responsables directos de las máquinas si ayudan en su limpieza y aprenden a manejarla con ayuda del operario, pero ellos ayudan en distintas aéreas del proceso productivo.

Tabla LXI. **Costo de capacitación al ayudante de procesos**

Puesto	No.	Competencia	Costo del curso	Operarios	Costo del curso en Q.
Ayudante de procesos de la línea de producción de bebida no carbonatada	1	Uso de calculadora	Si cumplen	0	0
	2	Capacidad de memorización	Si cumplen	0	0
	3	Habilidad psicomotriz	Si cumplen	0	0
	4	Capacidad de aprendizaje	Si cumplen	0	0
	5	BPM	200	6	1200
	6	Seguridad industrial	Si cumplen		
	7	Destreza manual	Si cumplen		0
		Costo total			1200

Fuente: elaboración propia.

Se efectuará inversión de Q.1 200 por los 6 operarios y Q.1 200 por los 6 ayudantes de producción lo que hará una inversión total de Q.2 400.

Esta capacitación debe clasificarse como una oportunidad ya que al momento de la correcta aplicación de las BPM la empresa continuara con la confianza del consumidor y logrará mantenerse en los mercados competitivos y exigentes.

#### 4.5. Evaluación de lo aprendido

Para comprobar que el operario ha adquirido los conocimientos básicos sobre el tema de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's), se realizó un cuestionario en el cual se evalúan los conocimientos básicos que debe de adquirir el operario y el ayudante de operación al momento de terminar el curso impartido.

La capacitación serán dadas los días sábados dentro de los actos cívicos realizados por la empresa y centra la atención en lo que son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) en empresas de alimentos y bebidas, donde se tratan diferentes temas, como la forma adecuada de lavado de manos, cuando lavarse las manos, la importancia del baño diario y la higiene personal, enfermedades transmitidas por alimentos.

Tabla LXII. **Clasificación según la calificación**

Resultado de la ponderación del conocimiento en temas	
Calificación	Rango
Sobresaliente (aprobado)	90-100
Muy bueno (aprobado)	80-90
Bueno	70-80
Regular	60-70
Deficiente	menos de 60

Fuente: empresa, Área de Producción.

Tabla LXIII. **Cuestionario para verificar lo aprendido**

<p><i>Bebidas Industriales</i></p>	<p><b>BEBIDAS INDUSTRIALES</b></p>
<p><b>Descripción</b></p>	<p>Cuestionario para verificar lo aprendido</p>
<p>puesto</p>	<p>Operador y ayudante de operación.</p>
<p>Las siguientes preguntas son preguntas selección múltiple seleccione únicamente la respuesta que a su criterio y conocimiento del tema sea la correcta, señalándola con una X a la par de la opción que usted escogió. Ejemplo:</p> <p>En la suma 2+2 el resultado es</p> <p>a. 4    <b>X</b> b. 5 c. 987</p> <p>1. El baño debe ser:</p> <p>a. Diario b. Tres veces por semana c. Una vez por semana</p> <p>2. Debe usted ingerir del producto que se elabora en la línea dentro de la fábrica?</p> <p>a. Si b. No</p> <p>3. Son todas las medidas necesarias para asegurar la inocuidad y salubridad del producto, desde recepción, producción y su consumo final.</p> <p>a. Calidad b. Higiene c. Seguridad Industrial</p>	

Continuación de la tabla LXIII.

4. La higiene personal de los operarios que trabajan con el alimento influye sobre el producto y salud del consumidor.

- a. Siempre
- b. Algunas veces
- c. Nunca

5. El programa de BMP debe de ir dirigido hacia:

- a. Solo la higiene.
- b. Obtener la mejor calidad.
- c. La seguridad del producto.

6. El uso de reddecilla dentro del área de producción, bodega y almacén es:

- a. Opcional
- b. Obligatorio
- c. Innecesario

7. el uso de mascarilla dentro del área de llenado, y transporte de envase es

- a. Opcional
- b. Obligatorio
- c. Innecesario

8. Las Buenas Prácticas de Manufactura son:

- a. Opcionales
- b. Aplicables solo a las bebidas
- c. Obligatoria para asegurar la seguridad y salubridad de los alimentos procesados.

9. Si la empresa no cumple con las BPM:

- a. Tiene consecuencias muy serias incluyendo retiros del mercado, multas y cargos criminales.
- b. No tiene efecto sobre la limpieza o el control de enfermedades.
- c. Tiene poco impacto sobre el éxito de las compañías en los mercados.



Continuación de la tabla LXIII.

10. El lavado de manos debe ser

- a. Antes de iniciar las labores
- b. Después de toser o estornudar
- c. Después de ir al baño
- d. Después de tocar superficies
- e. Todas las anteriores

11. Es un agente biológico, químico o físico en los alimentos con el potencial de causar efectos adversos para la salud

- a. Peligro
- b. Daños microbiológicos
- c. Tóxicos

12. Que es ETA

- a. Extraterrestre aterrizando
- b. Enfermedades transmitidas por alimentos
- c. Eliminar toxinas de alimentos

13. Todo aquello que no es propio del alimento y que puede ser o no detectable, sean estos físicos, biológicos y químicos y que son capaces de provocar enfermedades en las personas que los consumen es:

- a. Contaminación de los alimentos
- b. Superficies contaminantes
- c. Personas que manipula los alimentos

14. Las fuentes de contaminación pueden ser

- a. Física
- b. Químicas
- c. Biológicas
- d. Todas las anteriores

Continuación de la tabla LXIII.

15. Cual es la zona de peligro de temperatura (Z.P.T.) para los alimentos?

- a. 4-60 grados centígrados
- b. 20-30 grados centígrados
- c. 30-35 grados centígrados

16. ¿Cuál es el agente que mayor causa ETA`s ?

- a. Bacteria
- b. Virus
- c. Químicos
- d. Parásitos

17. ¿Cuáles son los mecanismos de contaminación?

- a. Directo
- b. De origen
- c. Cruzada
- d. Todas las anteriores

18. La posibilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de ese efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos es:

- a. Riesgo
- b. Peligro
- c. Contaminación
- d. Todas las anteriores

Fuente: empresa, Área de Producción.

Tabla LXIV. Respuesta al cuestionario para evaluar lo aprendido

<p><i>Bebidas Industriales</i></p>	<p><b>BEBIDAS INDUSTRIALES</b></p>
<p><b>Descripción</b></p>	<p>Cuestionario para verificar lo aprendido</p>
<p>puesto</p>	<p>Operador y ayudante de operación.</p>
<p>Las siguientes preguntas son preguntas selección múltiple seleccione únicamente la respuesta que a su criterio y conocimiento del tema sea la correcta, señalándola con una X a la par de la opción que usted escogió. Ejemplo:</p> <p>En la suma 2+2 el resultado es</p> <p>a. 4     <b>X</b> b. 5 c. 987</p> <p>1. El baño debe ser:</p> <p>a. Diario         <b>X</b> b. Tres veces por semana c. Una vez por semana</p> <p>2. Debe usted ingerir del producto que se elabora en la línea dentro de la fábrica?</p> <p>a. Si b. No     <b>X</b></p> <p>3. Son todas las medidas necesarias para asegurar la inocuidad y salubridad del producto, desde recepción, producción y su consumo final.</p> <p>a. Calidad b. Higiene         <b>X</b> c. Seguridad Industrial</p>	

Continuación de la tabla LXIV.

<p>4. La higiene personal de los operarios que trabajan con el alimento influye sobre el producto y salud del consumidor.</p> <p>a. Siempre                    <b>X</b> b. Algunas veces c. Nunca</p> <p>5. El programa de BMP debe de ir dirigido hacia:</p> <p>a. Solo la higiene. b. Obtener la mejor calidad. c. La seguridad del producto.    <b>X</b></p> <p>6. El uso de reddecilla dentro del área de producción, bodega y almacén es:</p> <p>a. Opcional b. Obligatorio            <b>X</b> c. Innecesario</p> <p>7. el uso de mascarilla dentro del área de llenado, y transporte de envase es</p> <p>a. Opcional b. Obligatorio    <b>X</b> c. Innecesario</p> <p>8. Las Buenas Prácticas de Manufactura son:</p> <p>a. Opcionales b. Aplicables solo a las bebidas c. Obligatoria para asegurar la seguridad y salubridad de los alimentos procesados.            <b>X</b></p> <p>9. Si la empresa no cumple con las BPM:</p> <p>a. Tiene consecuencias muy serias incluyendo retiros del mercado, multas y cargos criminales.            <b>X</b> b. No tiene efecto alguno sobre la limpieza o el control de enfermedades. c. Tiene poco impacto sobre el éxito de las compañías.</p>
---

Continuación de la tabla LXIV.

10. El lavado de manos debe ser

- a. Antes de iniciar las labores
- b. Después de toser o estornudar
- c. Después de ir al baño
- d. Después de tocar superficies
- e. Todas las anteriores **X**

11. Es un agente biológico, químico o físico en los alimentos con el potencial de causar efectos adversos para la salud

- a. Peligro **X**
- b. Daños microbiológicos
- c. Tóxicos

12. Que es ETA

- a. Extraterrestre aterrizando
- b. Enfermedades transmitidas por alimentos **X**
- c. Eliminar toxinas de alimentos

13. Todo aquello que no es propio del alimento y que puede ser o no detectable, sean estos físicos, biológicos y químicos y que son capaces de provocar enfermedades en las personas que los consumen es:

- a. Contaminación de los alimentos **X**
- b. Superficies contaminantes
- c. Personas que manipula los alimentos

14. Las fuentes de contaminación pueden ser

- a. Física
- b. Químicas
- c. Biológicas
- d. Todas las anteriores **X**

15. Cual es la zona de peligro de temperatura (Z.P.T.) para los alimentos?

- a. 4-60 grados centígrados **X**
- b. 20-30 grados centígrados
- c. 30-35 grados centígrados

Continuación de la tabla LXIV.

16. ¿Cuál es el agente que mayor causa ETA`s ?

- a. Bacteria
- b. Virus **X**
- c. Químicos
- d. Parásitos

17. ¿Cuáles son los mecanismos de contaminación?

- a. Directo
- b. De origen
- c. Cruzada
- d. Todas las anteriores **X**

18. La posibilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de ese efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos es:

- a. Riesgo **X**
- b. Peligro
- c. Contaminación
- d. Todas las anteriores

Fuente: empresa, Área de Producción.

## CONCLUSIONES

1. Elaborando el diagnóstico de la situación actual del proceso de producción se realizó el estudio de tiempos y movimientos, lo que llevo a determinar las actividades que requerían optimización logrando así un incremento en la eficiencia de la línea de producción siendo el objetivo principal del proyecto.
2. Al diseñar un nuevo método de trabajo en la línea de bebía no carbonatada que incrementa la eficiencia de la línea en sus presentaciones A, de un 39,76 % a un 63,11 % en la presentación B de un 38,99 % a un 59,49 % y en la presentación C de un 38,7 % a un 59,12 %.
3. Con el estudio de movimientos, se logró reducir el tiempo de empaque de los productos A, de 2,69 min a 1,21 min, B de 2,81 min a 1,35 min, y C de 2,89 min a 1,38 min de la línea de bebida no carbonatada.
4. El análisis logró eliminar los movimientos improductivos de sostener y los transportes innecesarios.
5. Con el método propuesto de ahorro en el consumo de agua se logra un ahorro promedio de 28 000 galones de agua, en cada enjuague de los circuitos de limpieza de la tubería interna, de la línea de bebida no carbonatada.

6. La reducción del tiempo del enjuague en el circuito de limpieza logra un ahorro de tiempo logrando que este sea reducido en tiempo de 12 horas a 9,5 horas, con lo cual se logra una mejora en el tiempo del proceso.
  
7. El plan de capacitación al personal de la línea de bebida no carbonatada debe ser monitoreado y darse un seguimiento a las capacitaciones que ellos necesitan.



## RECOMENDACIONES

1. Monitorear que el proceso de empaque se realice siguiendo el método propuesto, por medio del supervisor de la línea de bebida no carbonatada para que este sea efectivo.
2. Capacitar al nuevo personal en el método propuesto, para que sigan adecuadamente el proceso de empaque.
3. Seguir haciendo estudios en la línea de bebida no carbonatada ya que hay que recordar que todo método por muy bueno que sea puede ser mejorado, por lo que se debe seguir realizando estudios con el fin de incrementar la eficiencia de la línea de producción.
4. Monitorear el consumo de agua, para determinar si es posible una reducción mayor en el tiempo de enjuague del circuito de limpieza de la tubería interna, para lograr un mayor ahorro en el consumo de agua.



## BIBLIOGRAFÍA

1. FUENTES GONZÁLEZ, Gloria Julissa. *Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas a una pequeña industria de productos lácteos*. Trabajo de graduación. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 131 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
3. GONZÁLEZ ESCOBAR, Walter Orlando. *Implementación de un estudio de tiempos y movimientos como herramienta para la optimización de costos de mano de obra, en una industria de helados*. Trabajo de graduación. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 112 p.
4. MARTINEZ ROMARES, Angel Daniel. *Análisis de operaciones y estudio de tiempos en las líneas de producción de cera en pasta y cera en crema*. Trabajo de graduación. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 169 p.
5. MORAN MARROQUIN, Miriam Adela. *Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas*. Trabajo de graduación. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008. 84 p.

6. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos*. 9a ed. Colombia: Alfa Omega, 2000. 880 p.
  
7. OLMEDO BUEZO, María José. *Estandarización de procedimientos de trabajo del área de planta de lácteos y bebidas no carbonatadas de la empresa Alimentos Ideal S.A.* Trabajo de graduación. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 183 p.

## ANEXOS

**Tabla t de Student**

gl	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.05	0.01 0.02	0.005 0.01	Una cola Dos colas
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	
31	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	
33	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	
35	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	
37	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	
39	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	
70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	
90	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	
100	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	

Fuente: LÓPEZ BAUTISTA, Ezequiel Abraham. Estadística. Estadística texto universitario.  
p. 232.