

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS  
CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE  
EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**

**MARIO ROBERTO GARCÍA VALIENTE**

GUATEMALA, ABRIL 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS  
CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE  
EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

POR

**MARIO ROBERTO GARCÍA VALIENTE**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DECANO**

**Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez**

**VOCAL PRIMERO**

**Dr. Ariel Abderramán Ortíz López**

**VOCAL SEGUNDO**

**Ing.Agr. MSc. Marino Barrientos García**

**VOCAL TERCERO**

**Ing.Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano**

**VOCAL CUARTO**

**Br. Ana Isabel Fión Ruiz**

**VOCAL QUINTO**

**Br. Luis Roberto Orellana López**

**SECRETARIO ACADÉMICO**

**Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo**

Guatemala, abril de 2013

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación realizado en Optimización de Procesos de la línea no. 1 de Producción de Bebidas Carbonatadas en Envase Retornable mediante la Eficiencia Global de Equipos (OEE) en la Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas S.A.

Como requisito para optar al título de Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales, en el grado académico de licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
MARIO ROBERTO GARCÍA VALIENTE



Guatemala, 16 de enero de 2013.  
REF.EPS.D.11.01.13

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

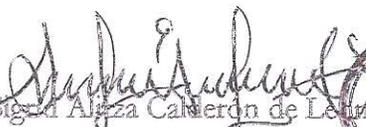
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 01 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Mario Roberto García Valiente** quien fue debidamente 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 de parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Sigrid Aliza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



Guatemala, 16 de enero de 2013.  
REF.EPS.DOC.34.01.13

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, **Mario Roberto García Valiente**, Carné No. **200618383** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 01 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.”**.

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 Zeceña de Serrano  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mario Roberto García Valiente**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, enero de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.110.013

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 **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mario Roberto García Valiente**, 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, abril 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: **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No.1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FÁBRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Roberto García Valiente**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, abril de 2013

/cc

No. 17.2013

**Trabajo de Graduación: "OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE LA LÍNEA No. 1 DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN ENVASE RETORNABLE MEDIANTE LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) EN LA FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A."**

**Estudiante: Mario Roberto García Valiente**

**Carné: 200618383**

**"IMPRIMASE"**



**Dr. Ariel Abderramán Ortiz López**  
Decano en Funciones

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme el don de la vida, por amarme, escucharme e iluminarme en cada etapa de mi vida

### **Mi madre**

Gema Valiente Alvarado, porque con su gran esfuerzo, trabajo y dedicación me ha llevado hasta donde estoy ahora, y que cada granito de su amor, comprensión y sabiduría hoy lo reflejo con este logro.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi madre**

Por confiar tanto en mí como en mis hermanos y brindarnos su apoyo incondicional en cada etapa de nuestra vida.

### **Mis hermanos**

Por estar conmigo en las buenas y en las malas y demostrarme que a pesar de todos los obstáculos y penas que vivimos, se puede salir adelante.

### **Mi esposa**

Evelyn Gabriela Sanchez Castellanos, por ser mi brazo derecho y estar conmigo en todo momento, demostrándome que juntos podemos lograr cualquier meta propuesta.

### **Mis amigos**

A mis casi hermanos, compañeros de promoción, Sergio Buchan, Randy Vasquez, Mauricio Escobar, Mario Castillo, Gustavo Herrera, Joel Justiniano, Roberto Chocano e Hilda Pacache; por compartir tantos momentos de estudio, desvelos, alegrías y tristezas que poco a poco fueron afianzando más nuestra amistad.

**Mis asesoras**

Inga. Alhelí Suchini e Inga. Norma Sarmiento, mil gracias por su asesoría, dedicación y ayuda para realizar este trabajo de graduación.

**Mi asesor**

Ing. Carlos Gil, gracias por brindarme su apoyo y conocimiento en la empresa para poder realizar mi trabajo de graduación.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme conocimientos y experiencias que me permitirán desempeñarme con excelencia en mi vida profesional.

**Facultad de Agronomía**

Por demostrarme el verdadero significado de la agricultura, y afianzarme más con la relación de nuestros recursos naturales.

**Escuela Nacional Central de Agricultura**

Por ser esa semilla que se volvió fruto dentro de mí, y que me dio la oportunidad de desenvolverme en cualquier ámbito agronómico y forestal, así como brindarme la sabiduría con una excelente educación académica.

**La Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por enseñarme la realidad y motivarme a luchar por un país mejor. Soy y seré orgullosamente sancarlista.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>PÁGINA</b>
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1.    Antecedentes.....	1
1.2.    Visión y misión de la institución.....	1
1.3.    Actividad principal.....	2
1.4.    Estructura organizacional.....	2
1.5.    Departamento de producción.....	4
1.6.    Líneas de producción.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	5
2.1.    Situación actual de la empresa.....	5
2.1.1.    Análisis de Ishikawa.....	6
2.1.2.    Análisis de descripción del problema.....	7
2.1.3.    Estrategias.....	8
2.2.    Proceso de elaboración de bebidas carbonatadas.....	9
2.3.    Diagrama de flujo del proceso de elaboración de gaseosas..	13
2.4.    Análisis del personal.....	15
2.4.1.    Paros operativos.....	15
2.4.2.    Altos índices de rotación.....	16
2.4.3.    Comunicación.....	16
2.5.    Análisis de las unidades	16
2.5.1.    Productos.....	17
2.5.2.    Descripción de la maquinaria.....	18
2.5.2.1.    Llenadora de botellas de vidrio.....	18
2.5.2.2.    Lavadora de botellas de vidrio.....	19

	<b>PÁGINA</b>
2.5.2.3.	Inspector de botellas de vidrio..... 20
2.5.2.4.	Videojet..... 22
2.5.2.5.	Empacadora y/o desempacadora... 23
2.5.2.6.	Paletizadora y/o despaletizadora.... 24
2.5.3.	Hoja de registro de tiempos perdidos..... 26
2.5.4.	OEE actual de la línea de producción No. 1..... 28
2.6.	Propuesta de mejora de OEE..... 28
2.6.1.	OEE como herramienta de la productividad..... 28
2.6.2.	Cálculo del OEE..... 29
2.6.3.	Clasificación del OEE..... 31
2.6.4.	Ventajas del OEE..... 32
2.6.5.	Estudio y toma de tiempos perdidos..... 34
2.7.	Identificación de tiempos improductivos (perdidos)..... 34
2.7.1.	Problemas y defectos a atacar..... 34
2.7.2.	Diagrama de Pareto de los principales
2.7.3.	Análisis de la información recolectada..... 56
2.7.4.	Determinación de los procesos susceptibles a
2.7.5.	Acciones correctivas..... 61
2.7.6.	Propuesta de acciones correctivas..... 61
2.8.	Cálculo para evaluación de resultados y avances..... 64
2.8.1.	Porcentaje de disponibilidad, rendimiento y
2.8.2.	Metas propuestas de OEE mensualmente..... 71
2.8.3.	Cálculo de OEE semanal y mensual..... 71
2.8.4.	Presentación de resultados..... 75
2.8.5.	Seguimiento de las acciones correctivas..... 81
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN..... 87
3.1.	Marco legal..... 87
3.1.1.	Código de Trabajo..... 87
3.2.	Marco conceptual..... 88
3.2.1.	Actos inseguros..... 88
3.2.2.	Condiciones inseguras..... 88
3.2.3.	Plan de contingencia..... 88
3.2.4.	Características de los planes de emergencia..... 89

	<b>PAGINA</b>	
3.2.5.	Principios básicos.....	89
3.2.6.	Tipos de desastres.....	90
3.2.7.	Definición de simulacro.....	90
3.3.	Condiciones de señalización y rutas de evacuación dentro	
3.3.1.	Áreas de riesgo analizadas.....	92
3.3.2.	Clasificación de áreas de riesgo.....	92
3.4.	Medidas preventivas para evitar riesgos en las estaciones	
3.5.	Desarrollo de un simulacro de emergencia ante un	
3.5.1.	Etapas del simulacro.....	101
3.5.1.1.	Planeación.....	101
3.5.1.2.	Ejecución.....	104
3.5.1.3.	Evaluación.....	105
3.5.2.	Problemas encontrados en el simulacro de	
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	107
4.1.	Programa de capacitación general al personal operativo.....	107
4.1.1.	Etapas de la capacitación del personal.....	107
4.2.	Beneficios del programa de capacitación.....	112
4.3.	Presentación de las medidas preventivas para evitar riesgos	
4.4.	Presentación de resultados obtenidos de OEE tanto	
4.5.	Presentación final de resultados del proyecto a los operarios	
4.5.1.	Capacitación sobre el sistema OEE.....	114
4.5.2.	Metas.....	116
4.5.3.	Presentación de resultados.....	116
4.5.4.	Compromiso con la mejora continua.....	117
	CONCLUSIONES.....	119
	RECOMENDACIONES.....	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	123
	ANEXOS.....	125

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
1. Organigrama de la empresa Salvavidas S.A.....	3
2. Diagnóstico situacional de la línea 1 de producción de refrescos.....	6
3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de gaseosas.....	13
4. Elementos que componen en el OEE.....	30
5. Diagrama de Pareto, fallas de mes 1.....	36
6. Porcentaje de fallas en llenadora de botellas, mes 1.....	37
7. Porcentaje de fallas en inspector de botellas, mes 1.....	38
8. Porcentaje de fallas en empacadora, mes 1.....	38
9. Porcentaje de fallas en transporte e inspector de botellas, mes 1.....	39
10. Porcentaje de fallas en paletizadora, mes 1.....	39
11. Diagrama de Pareto, fallas de mes 2.....	40
12. Porcentaje de fallas en otros mes 2.....	41
13. Porcentaje de fallas en llenadora, mes 2.....	42
14. Porcentaje de fallas en transporte e inspector de botellas, mes 2.....	42
15. Porcentaje de fallas en paletizadora, mes 2.....	43
16. Diagrama de Pareto, fallas de mes 3.....	44
17. Porcentaje de fallas en otros, mes 3.....	45
18. Porcentaje de fallas en empacadora, mes 3.....	46
19. Porcentaje de fallas en depaletizadora, mes 3.....	46

	<b>PAGINA</b>
20.	Porcentaje de fallas en lavadora de botellas, mes 3..... 47
21.	Porcentaje de fallas en llenadora de botellas, mes 3..... 47
22.	Porcentaje de fallas en el inspector de botellas, mes 3..... 48
23.	Diagrama de Pareto, fallas de mes 4..... 49
24.	Porcentaje de fallas en empacadora, mes 4..... 50
25.	Porcentaje de fallas en inspector de botellas, mes 4..... 50
26.	Porcentaje de fallas en la llenadora de botellas, mes 4..... 51
27.	Porcentaje de fallas en otros, mes 4..... 51
28.	Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 4..... 52
29.	Diagrama de Pareto, fallas de mes 5..... 53
30.	Porcentaje de fallas en inspector de botellas, mes 5..... 54
31.	Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 5..... 54
32.	Porcentaje de fallas en llenadora de botellas, mes 5..... 55
33.	Porcentaje de fallas en empacadora, mes 5..... 55
34.	Porcentaje de fallas en el transporte de tapa y tolva, mes 5..... 56
35.	Diagrama de Pareto total correspondiente a los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas..... 59
36.	Comparación de tiempos perdidos por estación o maquinaria durante los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio)..... 77
37.	Comparación de valores de disponibilidad durante los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio)..... 78
38.	Comparación de valores de OEE durante los 5 meses de estudio..... 79

	<b>PAGINA</b>
39. Comparación de OEE's, meta y obtenidos durante los 5 meses.....	80
40. Mapa de rutas de evacuación de Salvavidas Refrescos.....	95
41. Señalización de ruta de evacuación.....	102
42. Capacitación sobre OEE a los trabajadores.....	115

### **TABLAS**

I. Características de la llenadora de botellas de vidrio.....	18
II. Características de empacadora y/o Desempacadora.....	24
III. Hoja de registro para anotar tiempos perdidos en la producción.....	27
IV. Tiempos perdidos acumulados del mes 1.....	35
V. Tiempos perdidos acumulados del mes 2.....	40
VI. Tiempos perdidos acumulados del mes 3.....	44
VII. Tiempos perdidos acumulados del mes 4.....	48
VIII. Tiempos perdidos acumulados del mes 5.....	52
IX. Acciones correctivas de los principales problemas del mes 1....	61
X. Acciones correctivas de los principales problemas del mes 2....	62
XI. Acciones correctivas de los principales problemas del mes 3....	62
XII. Acciones correctivas de los principales problemas del mes 4....	63
XIII. Acciones correctivas de los principales problemas del mes 5....	63
XIV. Cálculos correspondientes a la semana 1 del mes 1 en la línea de producción de bebidas gaseosas en envase de vidrio, para el sabor de Club Soda®.....	65
XV. Valores utilizados para el cálculo del porcentaje del OEE del mes 1.....	66

	<b>PAGINA</b>
XVI. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 1.....	69
XVII. Cuadro resumen del OEE del mes 1.....	70
XXVIII. OEE meta para los 5 meses de estudio.....	71
XIX. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 2.....	71
XX. Cuadro resumen del OEE del mes 2.....	72
XXI. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 3.....	72
XXII. Cuadro resumen del OEE del mes 3.....	73
XXIII. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 4.....	73
XXIV. Cuadro resumen del OEE del mes 4.....	73
XXV. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 5.....	74
XXVI. Cuadro resumen del OEE del mes 5.....	74
XXVII. Comparación de tiempos perdidos por maquinaria de los 5 meses de estudio.....	76
XXVIII. Comparación de valores obtenidos de disponibilidad, velocidad, calidad y OEE de los 5 meses de estudio.....	78
XXIX. Comparación de OEE's meta y obtenidos durante los 5 meses de estudio.....	80
XXX. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas mes 1....	82
XXXI. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas mes 2....	83
XXXII. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas mes 3....	84
XXXIII. Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas mes 4....	85
XXXIV. Condiciones de las señales de rutas de evaluación en la planta de producción para las líneas de producción de 20 onzas.....	93
XXXV. Condiciones de las señales de rutas de evacuación en la planta de producción para las líneas de producción de 2 litros y 3,3 litros.....	94

	<b>PÁGINA</b>
XXXVI. Riesgos de accidentes en tres líneas de producción de bebidas gaseosas.....	97
XXXVII. Comité de Seguridad de Salvavidas Refrescos.....	100
XXXVIII. Problemas encontrados en el simulacro de evacuación.....	105
XXXIX. Programa de Capacitación General al Personal Operativo.....	109
XL. Programación de las reuniones de presentación de resultados..	117

## GLOSARIO

<b>Caña</b>	Parte esencial de la máquina llenadora de botellas, ubicado en las tulipas, en forma cilíndrica, que se introduce en cada botella y por medio de presión se llenan con el producto deseado.
<b>Estrella</b>	Mecanismo ubicado en la parte central de la llenadora de botellas, en el cual las mismas se colocan ordenadamente tanto en la llenadora como en la coronadora luego del sistema de transporte, para su posterior llenado.
<b>OEE</b>	Es el acrónimo para efectividad global del equipo (en inglés <i>Overall Equipment Effectiveness</i> ) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente.

<b>Posimat</b>	Máquina ubicada al principio de las líneas de producción de envase plástico (pet) encargada de colocar ordenadamente los envases de pet en el transporte aéreo de la línea de producción para la máquina llenadora.
<b>Puc</b>	Transporte individual de color amarillo en donde se colocan automáticamente los envases de pet en la máquina llamada Posimat.
<b>Pusher</b>	Mecanismo utilizado para separar los envases defectuosos del producto de primera calidad, ubicado en el inspector de botellas y en la salida de la llenadora.
<b>Soda cáustica</b>	Químico que se utiliza en la limpieza de las botellas, que por sus propiedades corrosivas es el mejor aditivo para remover cualquier suciedad que se adhiera en la superficie de la botella, tanto interna como externa. También llamado sosa cáustica.
<b>Tulipa</b>	Dispositivo cilíndrico a base de presión instalado en la llenadora que se utiliza para tomar las botellas de vidrio por la parte superior e iniciar el llenado con la bebida.

**Videojet**

Máquina en la cual se coloca la fecha y hora de producción, asimismo la fecha de vencimiento de los envases.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en la fábrica de bebidas gaseosas Salvavidas, S.A., fundada en 1976. La actividad principal es producción de bebidas gaseosas o carbonatadas.

A partir de algunos años la empresa ha trabajado con perdidas debido al tiempo muerto excesivo en la maquinaria en la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio).

Debido a la problemática en la empresa de optimizar los procesos en la línea de producción 1 de envase retornable (vidrio), consecuencia de las perdidas de tiempo en el proceso de producción, es necesario la aplicación del sistema de mejoramiento continuo llamado OEE que identifica mejor los paros o tiempos improductivos (perdidos) y aplica la metodología de resolución de problemas para identificar y atacar las causas de los mayores paros de la máquina con el objetivo de aumentar su eficiencia y disminuir los tiempos muertos y el desecho.

OEE es el acrónimo para efectividad global del equipo por sus siglas en inglés y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su ideal equivalente. La diferencia la constituyen las perdidas de tiempo, de velocidad y de calidad; en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente.

Disponibilidad es cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina respecto del tiempo que se quería que estuviera trabajando, el rendimiento es cuánto ha fabricado realmente respecto de lo que tenía que haber producido a tiempo de ciclo ideal y calidad es cuánto producto ha elaborado de primera calidad respecto del total de la producción realizada.

Para llevar a cabo este trabajo de graduación se realizaron varias actividades, siendo estas la obtención de datos, que consistió en la medición continua día a día de los tiempos que se pierden en la producción, gráficas de Pareto para identificar el 80 por ciento de los tiempos perdidos que radican en el 20 por ciento de las causas que afectan la disponibilidad en la producción, identificar cuales fueron las principales fallas por maquinaria, propuesta de acciones correctivas, diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE, el diseño de la hoja de cálculo para la determinación tanto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en la producción, resúmenes de OEE según sabor de gaseosa semanal y mensualmente y la capacitación al personal sobre el sistema OEE y temas de seguridad industrial.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Incrementar en un 10 por ciento la eficiencia global de equipos (OEE) en la línea de producción no. 1 de bebidas carbonatadas en envase retornable, en la Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas S.A.

### **Específicos**

1. Determinar el estado actual de la efectividad global de equipos de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio), mediante la revisión de los OEE correspondientes a los primeros meses del año.
2. Llegar a la eficiencia global de equipos (OEE) meta de 85 por ciento al final del mes 5 de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio), mediante la reducción de tiempos improductivos (perdidos) en la maquinaria de la línea de producción.
3. Medir los tiempos improductivos (perdidos) para obtener el OEE semanal y mensual de la línea de producción No. 01 de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio).
4. Identificar el 80% de los tiempos perdidos que radican en el 20 por ciento de las causas que afectan la disponibilidad en la producción, mediante diagramas de Pareto semanal y mensualmente.

5. Establecer un plan de contingencia ante un terremoto en la planta de producción de Salvavidas, para evitar pérdidas tanto físicas como humanas en caso de una emergencia.
  
6. Elaborar un programa de capacitación dirigido al personal operativo, enfocado a temas de seguridad e higiene industrial.

## INTRODUCCIÓN

Desde su establecimiento en 1976, Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., adquirió como objetivo principal las operaciones industriales y comerciales relacionadas con la fabricación, envasado, distribución y expendio de toda clase de bebidas simples o azucaradas, gaseosas o carbonatadas de carácter similar, así como agua purificada, destilada, desmineralizada para usos domésticos e industriales. Actualmente se producen y distribuyen las bebidas carbonatadas Salvavidas, en sus diferentes presentaciones y sabores.

La empresa fabrica bebidas, tanto de agua pura como carbonatadas con sede en Guatemala. La oficina de la compañía de negocios y la planta industrial principal se encuentra en finca El Zapote, zona 2, ciudad de Guatemala. La compañía también cuenta con tres plantas ubicadas en Petén, Concepción, Retalhuleu, Teculután, Quetzaltenango y Escuintla.

Como plan de trabajo de servicio técnico profesional; viendo la necesidad de la empresa en cuanto a la minimización de tiempos perdidos para aumentar la productividad, se realizó un análisis de Eficiencia Global de Equipos (OEE) en la línea número 1 de producción de bebidas gaseosas en presentación de envase de vidrio retornable, y con ello medir tiempos muertos, analizar sus causas, proponer soluciones implementando mejoras en el proceso, y asimismo evitarlos para aumentar la eficiencia global de equipos de un 75 por ciento a un 85 por ciento.

Asimismo, en la fase de investigación se realizó un análisis de riesgos por maquinaria en tres líneas de producción de bebidas gaseosas, determinando

los riesgos, las causas y las propuestas de mejoras para poder evitarlas. Ligado a esto como plan de contingencia se analizó tanto las rutas de evacuación, su rotulación y señalización existente dentro de la planta de producción de Salvavidas S.A., realizando un simulacro de evacuación y con ello percatarse de los problemas y poder resolverlos de la mejor manera posible, y que a la hora de un desastre natural se tengan las mejores medidas de prevención.

Con el análisis de riesgos por maquinaria en las tres líneas de producción y con el Plan de Contingencia de Señalización de Rutas de Evacuación, como fase de docencia, se impartieron capacitaciones a los operarios de las máquinas correspondientes para evitar actos inseguros y minimizar las condiciones inseguras del área, y asimismo que estén sabidos de lo que tienen que hacer y a donde dirigirse a la hora de una emergencia.

# 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

## 1.1. Antecedentes

Desde su establecimiento en 1976, Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., adquirió como objetivo principal las operaciones industriales y comerciales relacionadas con la fabricación, envasado, distribución y expendio de toda clase de bebidas simples o endulzadas, gaseosas o carbonatadas de carácter similar, así como agua purificada, destilada, desmineralizada para usos domésticos e industriales. Actualmente se producen y distribuyen las bebidas carbonatadas Salvavidas, en sus diferentes presentaciones y sabores.

Desde hace varios meses la empresa se ha visto en la necesidad en minimizar los tiempos perdidos en la producción de bebidas carbonatadas en envase retornable, para aumentar la productividad de dichos procesos. Es por ello que se realizó un análisis de eficiencia global de equipos (OEE) en la línea No. 01 de producción de bebidas gaseosas en presentación de envase de vidrio retornable.

## 1.2. Visión y Misión de la institución

- Visión: “Consolidarse como la mejor empresa a nivel nacional en la producción y venta de bebidas en el mercado”.<sup>1</sup>

---

1 Gerencia de Producción de Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.,

- Misión: “Ser una empresa comprometida con los clientes en ofrecerle bebidas de la mejor calidad a nivel nacional, con una creciente participación en México y el Caribe”.<sup>2</sup>

### **1.3. Actividad principal**

Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., es un fabricante de bebidas con sede en Guatemala. La compañía se dedica principalmente a la producción y distribución de bebidas carbonatadas, disponible en varios sabores, así como agua embotellada bajo la marca Salvavidas.

Entre los diferentes servicios que presta la empresa se puede mencionar, que es un ente comprometido con la sociedad de Guatemala, participando en eventos deportivos, artísticos, educativos, cívicos, etc. Asimismo contribuye con la realización de proyectos benéficos para el área de extrema pobreza en el país.

### **1.4. Estructura organizacional**

La empresa cuenta con una estructura basada en varias gerencias, entre las cuales están: Gerencia de Servicios, Gerencia de Tecnología de la Bebida, Gerencia de Operaciones, Gerencia de Recursos Humanos y Gerencia de Análisis de Calidad; las cuales van precedidas de la Vicepresidencia de la institución, trabajando en forma ordenada y sistemática para lograr satisfacer las necesidades de los clientes.

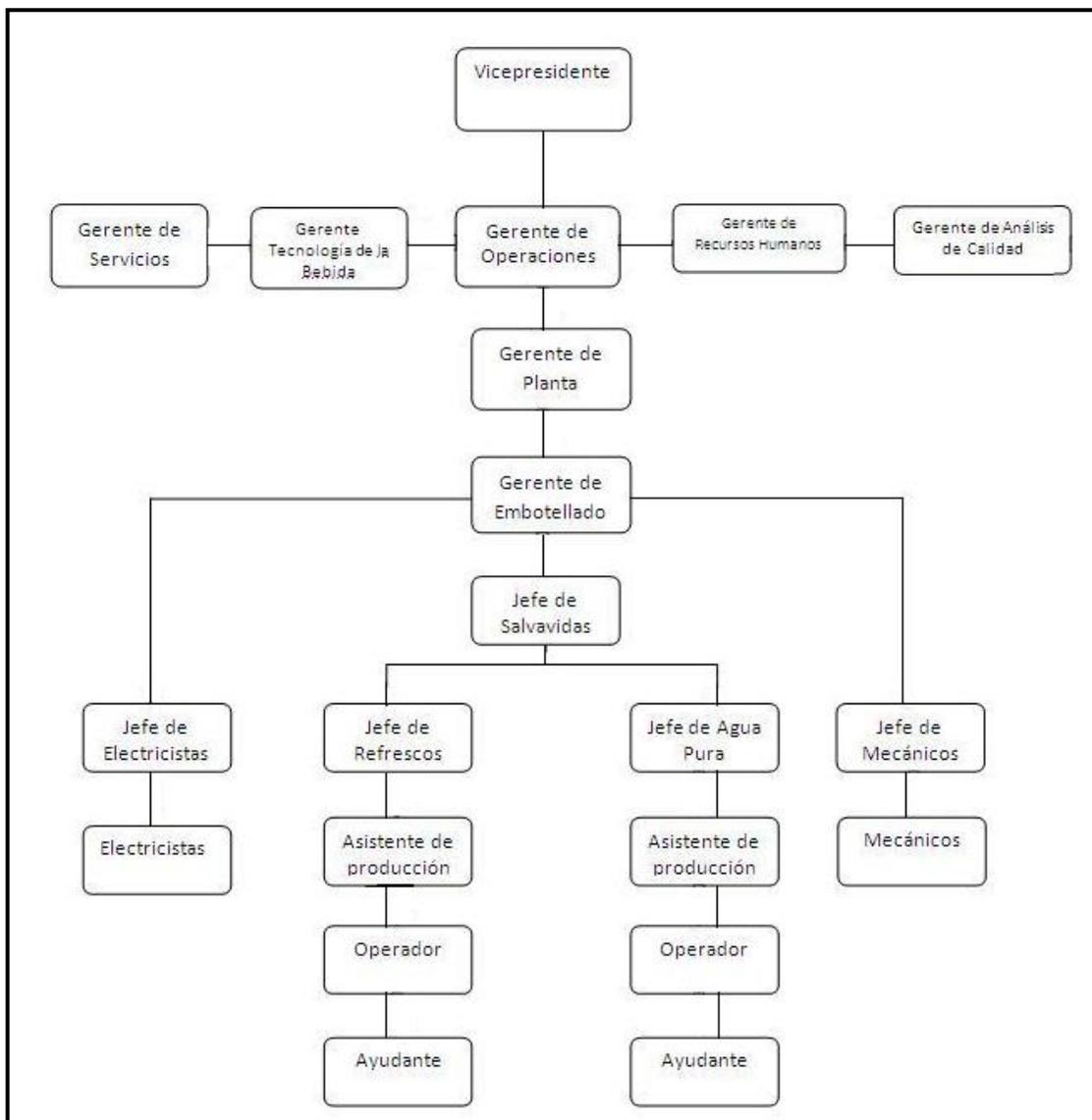
El proceso de elaboración de bebidas carbonatadas inicia desde la Gerencia de Operaciones, seguido de la Gerencia de Planta, luego de la

---

<sup>2</sup> Gerencia de Producción de Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A.

Gerencia de Embotellado hasta llegar al jefe de planta de Salvavidas. Para detallar lo anterior, se muestra a continuación el organigrama de la empresa Salvavidas S.A.

Figura 1. Organigrama de la empresa Salvavidas S.A.



Fuente: Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas.

## **1.5. Departamento de Producción**

La empresa cuenta con cuatro salones de envasado de diferentes productos, los cuales son para: cerveza de litro, lata, presentación de 12 onzas, agua pura y refrescos.

El estudio se basa en el salón de envasado de refrescos o bebidas gaseosas Salvavidas.

## **1.6. Líneas de producción**

El salón de embotellado de bebidas gaseosas cuenta con 5 líneas de producción, de las cuales la optimización de procesos de éste estudio se enfoca en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio). Las otras cuatro líneas de producción son en presentación de envase no retornable (pet).

La línea de producción cuenta con varia maquinaria especial para el tipo de proceso que en ella se realiza. Asimismo hay un operador por cada una de ellas. La descripción de dicha maquinaria se detalla en la sección 2.5.2.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Situación actual de la empresa**

La minimización de los tiempos improductivos en la producción de bebidas carbonatadas en envase retornable, se ha vuelto en la empresa hace varios meses, una necesidad, estudiándolos a detalle y con ello aumentar la productividad de dichos procesos. Es por ello que se realizó un análisis de eficiencia global de equipos (OEE) en la línea No. 01 de producción de bebidas gaseosas en presentación de envase de vidrio retornable.

Al lograr minimizar o erradicar los tiempos improductivos en el proceso de producción de bebidas gaseosas en presentación de envase de vidrio retornable aumenta el rendimiento, la velocidad y la calidad del proceso; factores con los cuales se obtiene la eficiencia global de equipos (OEE).

La eficiencia global de equipos (OEE) en la línea de producción No. 01 de bebidas carbonatadas en envase retornable (vidrio) se ve afectada por varios factores, de acuerdo a ello la metodología empleada fue primeramente realizar un análisis de causa-efecto o Ishikawa para ver los principales factores o problemas que hacen que la optimización de procesos de la línea de producción no se realice eficientemente.

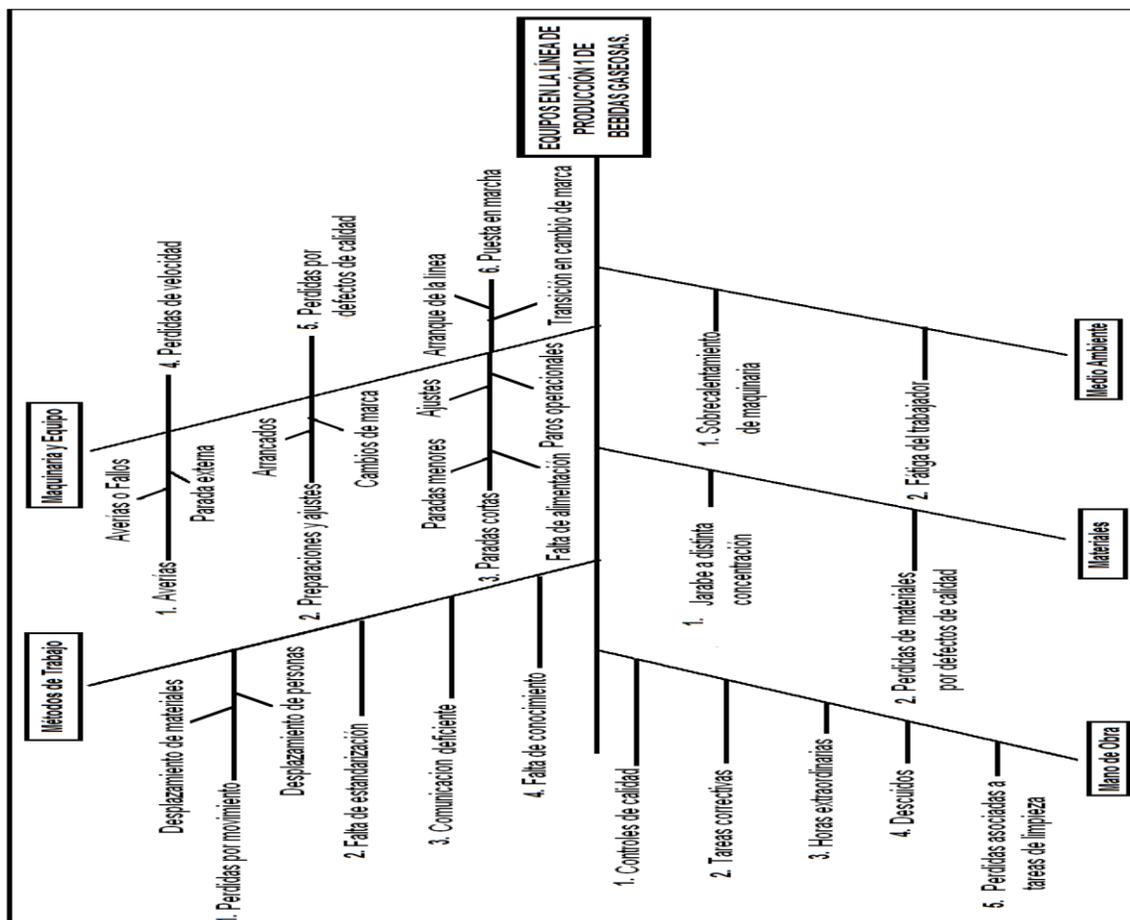
A continuación en la figura 2, se presenta el diagrama de Ishikawa realizado para la empresa, en la cual se muestra la situación actual del proceso de producción de bebidas gaseosas, afectadas principalmente por la 5'Ms

(mano de obra, maquinaria y equipo, materiales, medio ambiente y métodos de trabajo).

### 2.1.1. Análisis de Ishikawa

El diagrama Causa-Efecto es una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado.

Figura 2. Diagnóstico situacional de línea 1 de producción de refrescos



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

### **2.1.2. Análisis y descripción del problema**

La eficiencia global de equipos (OEE), se mide mediante la relación de tres factores: disponibilidad, rendimiento o velocidad y calidad. La empresa tiene el principal problema en cuanto a la disponibilidad, que no es más que, la relación entre el tiempo proyectado para la producción y el tiempo que se pierde en el proceso de elaboración de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio).

Por esta razón se tiene contemplado la minimización de estos tiempos improductivos (perdidos), para aumentar la eficiencia global de equipos (OEE) en la línea de producción de bebidas gaseosas en presentación de envase de vidrio retornable.

Para obtener la eficiencia global de equipos (OEE) se midieron los tiempos muertos en el proceso, identificando la principal maquinaria que provocó la mayoría de tiempos perdidos, y asimismo se propusieron soluciones para evitarlos en un futuro, y con ello, aumentar el factor rendimiento en la productividad del proceso.

Los tiempos perdidos en la línea son consecuencia de varios factores según el diagrama Causa-Efecto, descrito en la figura 2, de la sección 2.1.1 y son principalmente: mano de obra, maquinaria, materiales, medio ambiente y métodos de trabajo.

Complementando las 5M's descritas en el diagrama Causa-Efecto, existen las seis grandes pérdidas, que a la vez se agrupan siempre dentro de los conceptos de disponibilidad, velocidad y calidad.

Dentro de los seis grupos que comprenden el 100 por ciento de las pérdidas están los siguientes.

- Factor de disponibilidad
  - Averías
  - Preparación *batch*, cambios de formatos
- Factor de rendimiento o velocidad
  - Pequeñas paradas, ajustes
  - Velocidad reducida
- Factor de calidad
  - Piezas defectuosas
  - Calidad

Cada una de las paradas de la línea de producción 1 de bebidas gaseosas se debían a los anteriores problemas, los cuales se anotaron en la hoja de registro de tiempos perdidos de la sección 2.5.3, describiendo la causa del problema y su respectivo tiempo improductivo.

### **2.1.3. Estrategias**

El procedimiento luego de analizar los principales problemas en la acumulación de tiempos improductivos de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio), se enfocan básicamente en:

- Análisis de la maquinaria de la línea de producción.
- Análisis del personal operativo.
- Medición de tiempos improductivos en todo el proceso de producción.
- Localizar y describir las causas de las pérdidas de tiempo en el proceso.
- Verificar la mejora o solución aplicada al problema.

- Identificar semanal y mensualmente, mediante Gráficas de Pareto el 80 por ciento del tiempo perdido como consecuencia de solamente el 20 por ciento de la maquinaria.
- Seguimiento constante para erradicar gradualmente los problemas encontrados y con ello mejorar el factor Disponibilidad para aumentar la eficiencia global de los equipos –OEE- de la línea de producción.

## **2.2. Proceso de elaboración de bebidas carbonatadas**

La fabricación de bebidas refrescantes inicia por el agua, que se trata y depura para cumplir rigurosamente las normas de control de calidad, que suelen estar por encima de la calidad del suministro local de agua, que exigen principalmente las Normas ISO 9001. Este proceso es crítico para conseguir un producto de alta calidad y con características adecuadas de sabor.

El proceso productivo para la bebida gaseosa, consta de una serie de etapas; las que se describen a continuación. El proceso inicia con la obtención de agua; extraída de un pozo propio; que luego de pasar por procesos de purificación, filtrado en arena, filtrado en carbón activado; son mezclados con azúcar para obtener el jarabe simple; al que se le agregan preservantes, concentrados, etc., y se obtiene el jarabe terminado.

A medida que los ingredientes se van combinando, el agua tratada se conduce a través de tuberías a grandes tanques de acero inoxidable. Esta es la etapa en que se agregan y mezclan varios ingredientes, como lo son los colorantes alimentarios.

Para que se produzca la carbonatación [absorción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)], las bebidas refrescantes se enfrían en grandes sistemas de

refrigeración a base de amoníaco. Esto es lo que confiere a los productos carbonatados su efervescencia y textura. El CO<sub>2</sub> se almacena en estado líquido y se transfiere a través de tuberías a las unidades de carbonatación a medida que se necesita. El proceso se puede manipular para controlar la velocidad de absorción exigida por cada tipo de bebida. Dependiendo del producto, las bebidas refrescantes pueden contener desde 15 a 75 libras por pulgada cuadrada de CO<sub>2</sub>.

Las bebidas refrescantes con sabor a frutas tienden a tener menos carbonatación que las colas o el agua con gas. Una vez carbonatados, los productos están listos para ser envasados en botellas ya sea de vidrio, lata o plástico (pet).

Teniendo la mezcla de jarabe, CO<sub>2</sub>, preservantes, concentrado, etc, se envía a la llenadora de la línea de producción, en donde se presentan varias estaciones para el embotellado final de las bebidas gaseosas. Las cuales son:

- Depaletizado
- Desempacadora
- Lavado de cajillas
- Lavado de botellas de vidrio
- Inspector de botellas de vidrio
- Codificador
- Llenadora
- Empacadora
- Paletizado

El proceso automatizado empieza con el depaletizado de las cajillas de plástico con envases de vidrio vacías, enviándolas a una banda transportadora,

llegando a la desempacadora, en la cual con un sistema de succión por presión extrae las botellas de las cajillas colocándolas en una banda transportadora paralela a la inicial.

Las cajillas de plástico se transportan hacia la lavadora de cajas de plástico, que mediante agua a presión se extrae cualquier residuo o basura que éstas puedan contener. Saliendo las cajillas limpias, dirigiéndose hacia la empacadora de botellas llenas.

Mientras que los envases vacíos se dirigen hacia la lavadora de botellas, que tiene como función proporcionar botellas estériles, utilizando durante el proceso de lavado una solución de sosa cáustica como agente limpiador, a una temperatura que oscila entre los 75 a 80 grados Celsius, esto se realiza a través de una serie de asperjados internos y externos a la botella en los tanques de remojo y, posteriormente en los tanques de enjuague con agua, para finalmente colocarlas en posición vertical en el transportador que las lleva limpias a la llenadora.

Saliendo de la lavadora las botellas pasan por un codificador, que mediante un Videojet se coloca la fecha y hora de producción, asimismo la fecha de vencimiento. Luego pasan por un inspector en el cual se desechan las botellas que tengan residuos de basura, boquillas quebradas, sosa cáustica, etc.

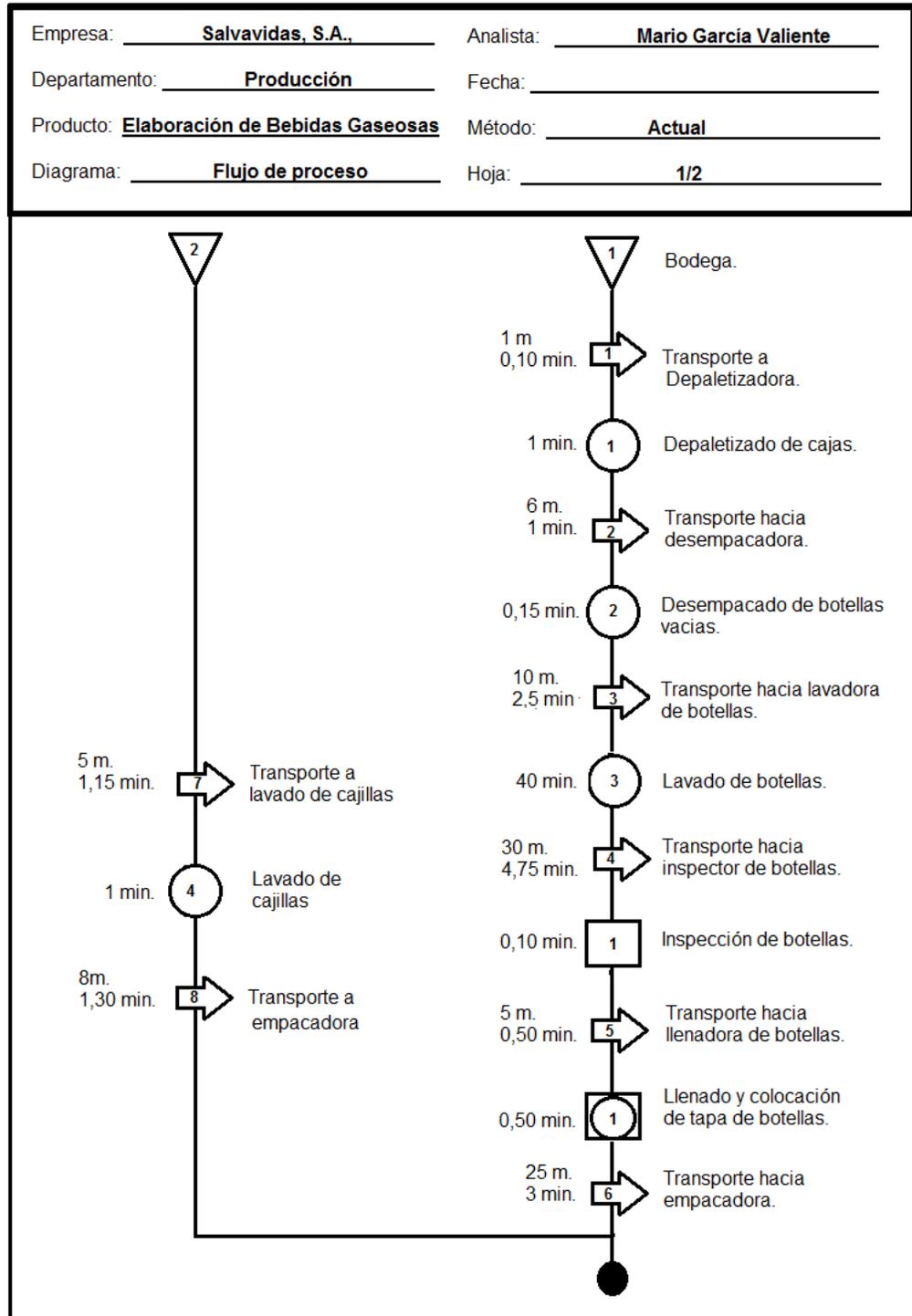
Seguidamente pasan a la llenadora, que como su nombre lo indica tiene la labor de llenar las botellas a un nivel estándar, colocando su tapa respectiva en la coronadora. Partiendo hacia la mesa transportadora hacia la empacadora de botellas llenas no sin antes pasar por un detector de nivel de llenado y presencia de tapa en los envases; desechando los que no cumplan con dichas

características. Luego de ser empacadas las botellas llenas llegan a la paletizadora que se encarga de formar *pallets* de varias camas para que los montacargas se encarguen de almacenar el producto.

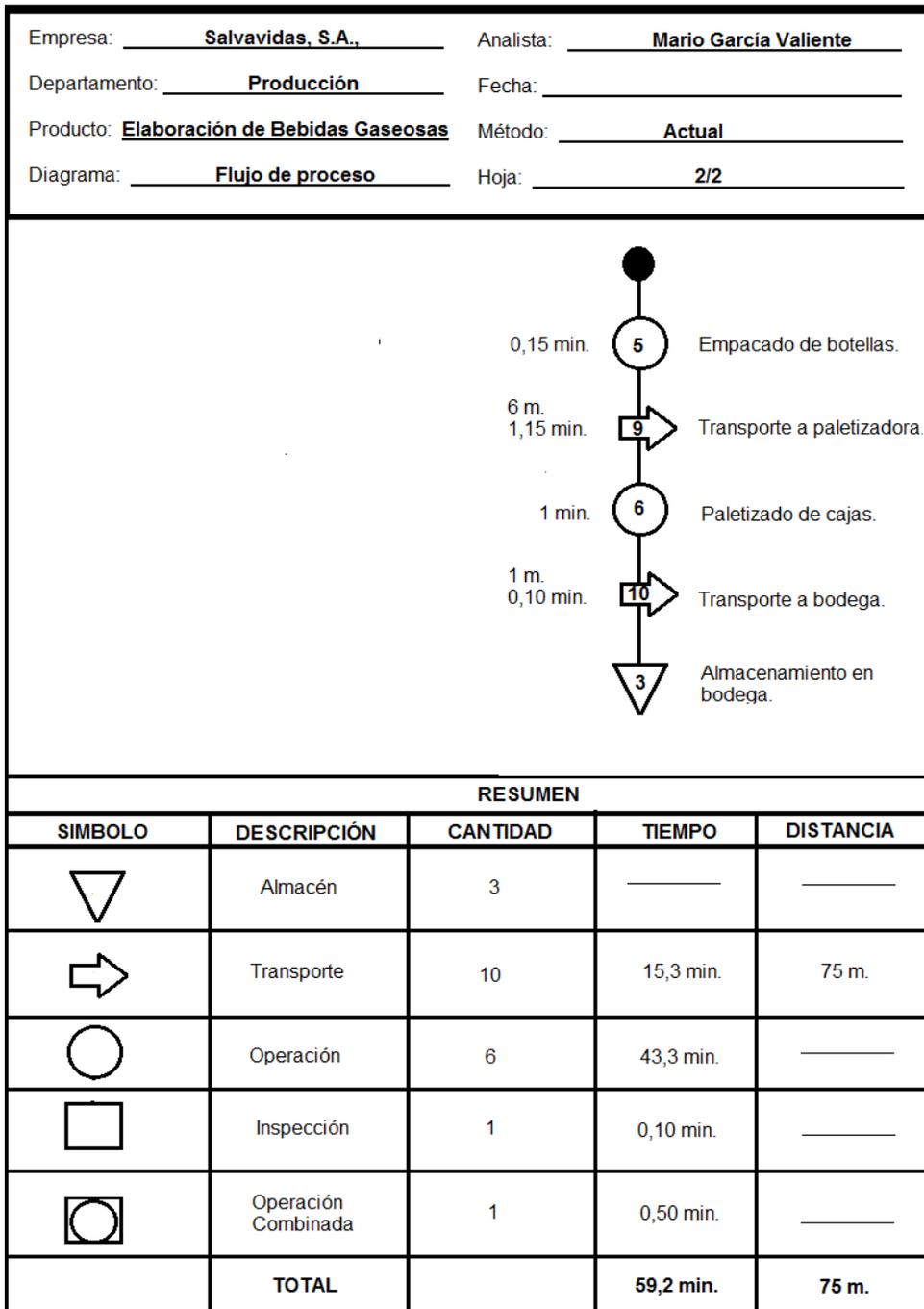
A lo largo del proceso de producción se aplican estrictos procedimientos de control de calidad. Los técnicos miden numerosas variables, entre ellas el CO<sub>2</sub>, el contenido de azúcar y el sabor, para garantizar que los productos terminados cumplan las normas de calidad exigidas.

El proceso de producción de las bebidas gaseosas se presenta en forma gráfica en el siguiente diagrama de flujo, de la figura 3.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de gaseosas



Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Análisis del personal**

Para conocer como funciona una línea de producción en una empresa, es necesario analizar al personal, verificando los problemas que dependiendo de ellos pueden provocar una baja en la producción.

A los ocho operadores de las maquinarias de la línea de producción no. 1 de bebidas gaseosas se les exige un nivel mínimo de estudios de técnicos en mecánica, mecánica-eléctrica o experiencia comprobable en el manejo de máquinas de similar dificultad. Pero a pesar de ello existen tres factores principales por los cuales influyen en el aumento de la producción. Estos factores son los paros operativos, altos índices de rotación y falta de comunicación.

### **2.4.1. Paros operativos**

Los operadores dependen en gran medida de las instrucciones del técnico de producción para resolver los problemas de la máquina, ya que cuando el no se encuentra, existen problemas mayores, debido a que los operadores pierden más tiempo en buscarlo o llamarlo para informarle el problema.

Algunos operadores mecánicos debido a que realizan actividades de mecánica en varias líneas de producción no actúan inmediatamente para resolver un problema, lo cual alarga aún más el tiempo de paros operativos.

Estos problemas se fueron minimizando paulatinamente con las capacitaciones en temas de trabajo en equipo y práctica de valores como un estilo de vida, realizadas por parte de este proyecto, así como las reuniones informativas que se realizaron todos los lunes al iniciar la jornada laboral, impartidas por el técnico de producción para los operadores, mecánicos y eléctricos.

### **2.4.2. Altos índices de rotación**

Debido a que en la empresa existen tres diferentes turnos de producción, siendo ellos la jornada diurna, la jornada mixta y la jornada nocturna; existen altos índices de rotación por parte del personal de la línea de producción de la línea 1 de bebidas gaseosas. Varios operadores trabajan en forma distinta y con ajustes diferentes en la maquinaria (presión de CO<sub>2</sub>, velocidad de llenado, etc.), haciendo más difícil que otro trabajador a la hora de llegar a su turno de trabajo siga el mismo sistema. Por lo que hace falta una estandarización tanto en la metodología como en los ajustes de la maquinaria.

### **2.4.3. Comunicación**

La comunicación adecuada de los trabajadores en la línea de producción es vital para eficientar el proceso de producción. En el caso de la línea 1 de producción de bebidas gaseosas según consultas hacia los mismos operadores explican que desde el operario de la depaletizadora hasta el de la paletizadora siempre existe una falta de comunicación eficaz, por lo que se presentan malos entendidos, provocando además, un clima organizacional inadecuado y descontrol en ésta línea de producción.

## **2.5. Análisis de las unidades**

Para poder entender el proceso de producción de bebidas carbonatadas, es necesario describir las unidades que están involucradas en ello, como el tipo de producto, la maquinaria y la hoja de registros.

### **2.5.1. Productos**

Las bebidas carbonatadas o gaseosas son una consecuencia de los ensayos para producir aguas efervescentes semejantes a las de las fuentes naturales. Posteriormente se les adicionaron saborizantes, y de ahí nacieron las diversas aguas y bebidas gaseosas, que son esencialmente agua cargada con dióxido de carbono a la que se ha añadido azúcar y algún ácido, una materia colorante y un agente de sabor. Para que se conserve el gas, se envasa la bebida gaseosa en recipiente herméticamente cerrado.

El producto, se encuentra dentro del rubro de bebidas del sector manufacturero. Dentro de la Clasificación Industrial Internacional Unificada (CIIU); el producto se encuentra identificado con el código 3134. Este código, representa al sector de la industria de alimentos, bebidas y tabaco; donde:

- 313, representa únicamente a la división de la industria de bebidas.
- 3134, representa a la industria de las bebidas gaseosas.

Para la empresa en estudio, el producto tiene varias presentaciones en dos tipos de envases: vidrio y plástico, en diferentes sabores y tamaños, la mayor cantidad de producción de la planta en estudio, se hace en envase de vidrio.

El estudio se realizó solamente en la línea de producción 1 en presentación no retornable (vidrio), en sus diferentes sabores.

## 2.5.2. Descripción de la maquinaria

La descripción de la maquinaria de la línea de producción 1 de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) servirá para conocer las especificaciones técnicas, la utilización e importancia de las mismas en la producción.

### 2.5.2.1. Llenadora de botellas de vidrio

La llenadora de botellas de vidrio como su nombre lo indica se utiliza para introducir el líquido o bebida preparada mediante presión a la botella de vidrio, la cual primeramente es tomada por vacío por las tulipas. Tiene una velocidad de llenado que va desde 25 000 a 40 000 botellas por hora. A continuación se presenta la siguiente tabla con las características y especificaciones de la llenadora de botella de vidrio de bebidas carbonatadas.

Tabla I. **Características de la llenadora de botellas de vidrio**

<b>Lugar de Origen: China</b>	<b>Temperatura de llenado: 0-4°C</b>	<b>Tipo: Máquinas de llenado</b>
Marca: Hy-Llenado	Aplicación: bebidas	Producto: refrescos carbonatados
Condición: nuevo	Automática de grado: automática	Material de envasado: vidrio
Tipo de embalaje: botellas	contenido de CO <sub>2</sub> : menos de 4,2	Velocidad de llenado: hasta 40 000 botellas/hora aprox.

Fuente: manual de maquinaria, Salvavidas S.A.

### 2.5.2.2. Lavadora de botellas de vidrio

“Lavadora /esterilizadora de botellas de vidrio mediante soda cáustica  
Producción: 36 000 – 45 000 botellas/hora.”<sup>3</sup>

- Función de la lavadora de botellas.

“La lavadora tiene como función proporcionar botellas estériles, utilizando durante el proceso de lavado una solución de sosa cáustica como agente limpiador, a una temperatura que oscila de 75 a 80 grados Celsius y una concentración de 1,85 a 1,90 por ciento. Esto se realiza a través de una serie de asperjados internos y externos a la botella en los tanques de remojo y, posteriormente en los tanques de enjuague con agua para su enjuague, para finalmente colocarlas en posición vertical en el transportador que las lleva limpias a las llenadoras.”<sup>4</sup>

- Componentes principales de la lavadora de botellas
  - Estructura
  - Módulo o tanque de prelavado (inoxidable)
  - Módulos de lavado o tanques de inmersión en sosa
  - Módulo o tanque de pre-enjuague y enjuague (inoxidable)
  - Plataformas y escaleras
  - Sistema de transmisión automático
  - Sistemas de filtración
  - Sistema de riego o aspersión a botella
  - Sistema de tuberías de servicio para agua, sosa y vapor
  - Sistema de carga y descarga de botella

---

<sup>3</sup> Manual de Maquinaria y Equipo de Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., pag. 38

<sup>4</sup> Idem

### 2.5.2.3. Inspector de botellas de vidrio

El inspector de botellas tiene la función principal de verificar la completa limpieza dentro de los envases de vidrio luego que salen de la lavadora de botellas. Actúa a una velocidad de hasta 70,000 botellas/hora. La inspección comprende dos factores principales: la inspección de botellas vacías y la inspección de objetos extraños.<sup>5</sup>

- Inspector de botellas vacías

“Inspección completa (360 grados) de envases de vidrio antes de llenado. El equipo consigue esta función ocupando un espacio mínimo, a la vez que proporciona la máxima calidad de inspección. Defectos en el vidrio, objetos extraños y contaminación se detectan mediante un compacto y preciso inspector de botellas vacías. El equipo abarca el volumen del envase al completo, boca, base e inspección de las cuatro paredes laterales.”<sup>6</sup>

- Funciones
  - Inspección de base
  - Inspección del área de acabado
  - Inspección de pared lateral para detección de contaminación y peligro.
  - Inspección de daños en la boca
  - Inspección para detectar papel transparente en la botella
  - Detección de anillo mineral
  - Dos inspecciones de líquido residual
  - Inspección de anillo de óxido

---

5 Manual de Maquinaria y Equipo de Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., pag. 42.

6 Idem

- Ventajas
  - Producción en serie que propician: corto plazo de entrega y un precio atractivo.
  - Rápido y exacto ajuste de formato.
  - Excelente inspección de calidad utilizando hardware y software según necesidades del cliente.
  - Sistema de procesamiento de imagen para una mejor inspección de calidad con un mínimo porcentaje de falso rechazo.
  - Diseño higiénico, debido a una construcción abierta y sin recovecos.
  - Fácil actualización debido a su diseño modular.
  
- Inspección de objetos extraños en botellas de vidrio

Con esta aplicación del inspector, se cubre el hueco de inspección existente a lo largo de la línea de embotellado de vidrio mediante la combinación de funciones de un inspector de botellas vacías clásico con las del inspector de envases llenos. Por lo tanto el sistema también encuentra objetos extraños flotantes que no hayan sido eliminados en la enjuagadora, por ejemplo trozos de vidrio diminutos, papeles o insectos.

“El equipo está equipado con una pared lateral óptica, así como detección de base, que incluso detecta objetos extraños transparentes y fallos de vidrio fiables, además de la cuidadosa unidad de inspección radiométrica que capaz de detectar en la base objetos extraños sólidos como metal, piedras y vidrio.”<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Manual de Maquinaria y Equipo de Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas, S.A., pag. 44.

- Funciones
  - La detección de objetos extraños sólidos como vidrio y metal mediante la inspección de rayos-X.
  - La detección de objetos extraños flotantes como papel, cartón, bolsas de polietileno transparente y semitransparente mediante una base óptica e inspección de pared lateral.
  
- Ventajas
  - Una única combinación de técnicas de medición óptica y radiométrica para llenado y cierre de envases.
  - Inspección con un enfoque de 360 grados, incluso en el caso de inspección de objetos extraños transparentes.
  - Especialmente desarrollado para una correcta alineación del producto.
  - Función automática de seguimiento, entre otras cosas mediante la utilización de la botella de prueba estandarizada, verificación de rechazo y mensajes de estado, mediante un sistema computarizado en el panel de control de la máquina.
  - Velocidad de inspección de hasta 72 000 botellas/hora

#### **2.5.2.4. Videojet**

“La impresora Videojet Excel DN es un sistema de impresión ideal para imprimir varias líneas de texto a alta velocidad en la parte de afuera de las botellas de vidrio. Con la Excel DN se crean textos complejos con logotipos y códigos de barras. Estos pueden agregarse fácilmente y con gran calidad en prácticamente cualquier producto y envase.”<sup>8</sup>

---

8 Manual de Maquinaria, Salvavidas S.A., pag. 15

- **Funcionamiento**

“La tecnología de dos inyectores permite llevar a cabo marcajes de dos líneas a velocidades de hasta 279 metros por minuto. Con su cabezal de impresión, la Excel DN puede codificar hasta ocho líneas con la máxima calidad de impresión.”<sup>9</sup>

“La función de logotipos integrada permite crear sus propios logotipos de forma directa y fácil en el sistema. La impresora también incorpora una tarjeta *compact flash*. Esta tarjeta permite guardar los datos y copiarlos en otros sistemas.”<sup>10</sup>

- **Ventajas**

- La impresora de inyección de tinta más rápida, con marcaje de dos líneas a una velocidad de hasta 279 metros por minuto.
- La Excel DN tiene una pantalla retro iluminada que se lee fácilmente, incluso a distancia.
- Calidad de impresión superior incluso al imprimir logotipos o en negrita.
- Sistema de alarma cuando se agota la tinta de impresión.

### **2.5.2.5. Empacadora y/o desempacadora**

El proceso de empacar el producto terminado viene siendo casi similar al proceso de desempacado. Con esta maquinaria las botellas ya llenas pasan en la banda transportadora y ésta se encarga de tomarlas mediante unos dispositivos cilíndricos a base de presión, y las coloca en las cajas de plástico

---

<sup>9</sup> Manual de Maquinaria, Salvavidas S.A. pag. 17.

<sup>10</sup> Idem

vacías, en grupos de 24 unidades.

“En el caso de la desempacadora, hace la acción inversa, es decir, las cajas que vienen con las botellas sucias, toma los envases y las coloca en la banda transportadora para que se dirijan hacia la lavadora de botellas.”<sup>11</sup>

A continuación se presentan algunas características tanto de la empacadora como de la desempacadora de botellas de vidrio de la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase de vidrio.

Tabla II. **Características de la empacadora y/o desempacadora**

<b>Velocidad:</b> Arriba de 60 c.p.m.	<b>Cajas y charola:</b> Corrugado <i>Full Depth</i> Corrugado $\frac{3}{4}$ , Plástico <i>Full Depth</i> , Plástico $\frac{3}{4}$ .	<b>Alimentación de botella:</b> 3 cadenas de 7 $\frac{1}{2}$	<b>Producto:</b> 12oz vidrio
<b>Motores eléctricos:</b> Posee 4 motores de 1 a 7.5 Hp.	<b>Aire:</b> 60 PSI. Consumo 25 lt. Por ciclo (aprox.).	<b>Peso:</b> Neto 2 800 Kgs. (aprox.) Embalada 3 100 Kgs. (aprox.)	

Fuente: manual de maquinaria, Salvavidas S.A.,

#### 2.5.2.6. Paletizadora y/o depaletizadora

“El paletizado es la acción de colocar las cajas de producto terminado en grupos de filas y capas. Cada *palet* lo componen 3 filas de tres cajas cada

<sup>11</sup> Manual de Maquinaria, Salvavidas S.A. pag. 20.

una y con 5 camas; es decir un total de 45 cajas de producto terminado por *palet* formado.”<sup>12</sup>

El depaletizado viene siendo la acción contraria, es decir, en vez de formar los *palets*, ésta toma los que vienen de bodega, los desempaca colocando caja por caja en la banda transportadora, y así se inicia el proceso de producción de las mismas.

Compuesta por una columna de giro a 90 grados donde a lo largo de dicha columna se desplaza un carro de izaje. Este carro de izaje es accionado por una cadena y un motor reductor con variador de velocidad, ubicado en la parte superior de la columna. A su vez el sistema de izaje se equilibra con un contrapeso.

En un extremo del carro de izaje es donde se fija el cabezal tomador y sobre el otro tiene una placa donde están ubicados los portarodillos y rodillos de leva que se deslizan sobre dos guías verticales. Sobre la base de la paletizadora se ubica un eje y crapodina, la cual vincula esta a la columna permitiendo un movimiento suave y libre de trabas.

La paletizadora puede trabajar con varios tipos de cabezales para distintos paletizados (tanto de bultos como de cajas) y tiene una producción media de 1 800 cajas / horas. La paletizadora se compone de dos componentes principales: la mesa formadora de filas y la mesa formadora de capas.

---

12 Manual de Maquinaria, Salvavidas S.A., pag. 21

- Mesa formadora de filas

Para la formación de filas de cajas de producto terminado, por medio de topes, las cajas se juntan y adoptan la disposición definitiva conformando así la fila. Posee una manta que se desplaza sobre guías de acero inoxidable, comandada por un motor reductor con variador de velocidad.

La mesa posee además un dispositivo empujador, accionado neumáticamente, que lleva la fila conformada a la mesa formadora de capas, una vez que la fila se encuentra ubicada y terminada el dispositivo empujador lleva la misma hasta la mesa formadora de capas ubicada por debajo del cabezal tomador de la máquina paletizadora.

- Mesa formadora de capas

En esta se van acumulando las filas de paquetes o cajas, permitiendo libertad de movimientos tanto en la máquina paletizadora como en la mesa formadora de filas.

La mesa esta cubierta por tramos de cadena de bajo rozamiento sin motorizar, debido a que los movimientos de producto que en esta se realizan son producidos por el dispositivo empujador neumático que posee la mesa formadora de filas.

### **2.5.3. Hoja de registro de tiempos perdidos**

Para la toma de los tiempos perdidos, se elaboró una hoja de registros, (ver tabla III) en la cual se describe el tiempo perdido según la maquinaria la cual presentó el problema. Con esta hoja de registro se lleva un mejor control

de los tiempos improductivos (perdidos) en la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable. Y con éstos datos se elaboraron las gráficas correspondientes a cada mes analizado.

Tabla III. **Hoja de registro para anotar tiempos perdidos en la producción**

Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas CUADRO DE REGISTRO DE TIEMPOS PERDIDOS, LINEA 1 REFRESCOS													
Fecha: _____ Operador: _____		Presentación: _____ Tiempo en minutos _____											
	HORA											Descripción del tiempo improductivo (perdido)	
	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00				
Maquinaria													
Depaletizadora													
Transp. a desempacad.													
Desempacadora													
Transporte a Lavadora													
Lavadora													
Transporte a Inspector													
Inspector de Botellas													
Transporte a Lenadora													
Mezclador													
Sala de Jarabes													
Enjuague en llenado													
Llenadora													
Coronadora													
Transp. Tapa y Tolla													
Transp. a empacadora													
Empacadora													
Transp. a paletizadora													
Paletizadora													
Transp. Depalet-Palet													
Bodega Unica													
Otros													
Observaciones:													

Fuente: Fábrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas.

#### **2.5.4. OEE actual de la línea de producción No. 01**

La línea de producción no. 1 en envase retornable (vidrio) según datos proporcionados por la misma empresa, posee una eficiencia global de equipos (OEE) del 75 por ciento correspondiente a inicio del mes 1, mes en el cual inició éste estudio. Por lo que se tiene como meta llegar a obtener un OEE del 85 por ciento al final del mes 6.

#### **2.6. Propuesta de mejora de OEE**

Para poder aumentar la eficiencia global de los equipos en la línea de producción, se tiene que a bien realizar una propuesta de mejora que abarque desde la entrada de insumos hasta la salida de producto terminado, y para ello se describe detalladamente los aspectos mas importantes del OEE.

##### **2.6.1. OEE como herramienta de la productividad**

OEE es el acrónimo para efectividad global del equipo (en inglés *Overall Equipment Effectiveness*) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las perdidas de tiempo, las perdidas de velocidad y las perdidas de calidad.

Sus inicios son inciertos aunque parece ser que fue creado por Toyota®. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo.

El OEE permite identificar las perdidas diferenciadas en los siguientes factores:

- Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando (restando el tiempo de paros no programados).
- Rendimiento o velocidad: durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (de primera y de desecho) respecto de lo que tenía que haber fabricado en su tiempo de ciclo ideal (sólo producto de primera).
- Calidad: cuánto ha fabricado bueno (producto de primera) respecto del total de la producción realizada (de primera + desecho).

Con estos tres factores el cálculo del OEE muestra claramente la situación de la efectividad total de la máquina contestando las siguientes preguntas:

- Porcentaje de disponibilidad: está funcionando la máquina?
- Porcentaje de rendimiento: está la máquina funcionando a su velocidad máxima?
- Porcentaje de calidad: está fabricando la máquina productos buenos?

OEE muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente (OEE = 100 por ciento). La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

### **2.6.2. Cálculo del OEE**

El producto de los factores disponibilidad, rendimiento o velocidad y calidad es lo que constituye el OEE, por lo que se establece la siguiente fórmula:

OEE = ratio de disponibilidad x ratio de velocidad x ratio de calidad  
(porcentaje)

La figura 4 contiene las definiciones de los elementos que componen el OEE analizado en la línea de producción 1 de bebidas carbonatadas en envase retornable (vidrio).

Figura 4. Elementos que componen el OEE

Elemento	Cálculo
<p>El <i>ratio</i> de disponibilidad refleja el tiempo durante el cual la máquina está fabricando productos, comparado con el tiempo que podría haber estado fabricando productos.</p> <p>Un <i>ratio</i> de disponibilidad menos de un 100% indica que se tienen pérdidas de tiempo: averías, esperas y restricciones de línea.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Disponibilidad (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \\ &= \\ &\frac{\text{Tiempo Programado de Producción} - (\text{averías} + \text{esperas} + \text{restricción línea})}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \end{aligned}$
<p>El ratio de rendimiento refleja qué ha producido la máquina, comparado con lo que teóricamente podría haber producido (es decir, la producción que se debería obtener si la máquina funcionase a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual)</p> <p>Un <i>ratio</i> de rendimiento menor de una 100% indica que se tienen pérdidas de velocidad: microparadas y velocidad reducida.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Rendimiento (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades que teóricamente se debió haber producido}} \end{aligned}$
<p>El <i>ratio</i> de calidad refleja los productos buenos obtenidos, comparado con el total de productos fabricados.</p> <p>Un ratio de calidad menor de un 100% indica que se tienen pérdidas de calidad: desecho y retrabajos, así como pérdidas en el arranque de máquina.</p>	$\begin{aligned} &\text{Ratio de Calidad (\%)} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Unidades producidas}} \\ &= \\ &\frac{\text{Unidades producidas} - (\text{desechos} + \text{retrabajos})}{\text{Unidades producidas}} \end{aligned}$

Fuente: OEE. <http://www.oetoolkit.com>, 2007. Consultado el 20 de agosto de 2011.

El objetivo final del cálculo del OEE es mostrar cómo las pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad se relacionan entre sí y reducen la efectividad de las máquinas. Mide las pérdidas para permitir, tras su análisis posterior, incrementar la productividad y la efectividad de las mismas. Permite focalizarse cuando se intenta mejorar la efectividad del equipo, ya que permite conocer donde se están produciendo las pérdidas

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40 por ciento, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

El cálculo del OEE genera información diaria sobre el nivel de efectividad de una máquina o conjunto de máquinas. Además, dice cuál de las seis grandes pérdidas se debe atacar en primer lugar. El OEE no es sólo un indicador con el que medir el rendimiento de un sistema productivo, sino que es un instrumento importante para realizar mejoras específicas una vez que se haya priorizado las pérdidas.

### **2.6.3. Clasificación del OEE**

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas o toda una planta con respecto a las mejores de su clase y que han entrado en la excelencia. La siguiente clasificación se basa en los estándares internacionales de herramientas para la producción

OEE < 65 por ciento Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65 por ciento < OEE < 75 por ciento Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas y baja competitividad.

75 por ciento < OEE < 85 por ciento Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 por ciento y avanzar hacia la clase mundial. Ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.

85 por ciento < OEE < 95 por ciento Buena. Entra en valores de clase mundial. Buena competitividad.

OEE > 95 por ciento Excelencia. Valores de clase mundial. Excelente competitividad.

Las anteriores categorías de OEE son los que se manejan en la planta de producción de fábrica de bebidas gaseosas Salvavidas S.A.,

#### **2.6.4. Ventajas del OEE**

Las ventajas que aporta el cálculo del OEE son:

- Focalizarse en las pérdidas: al referenciar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de disponibilidad, velocidad y calidad, permite conocer donde se están produciendo las pérdidas.
- Es fácil de entender para el personal de planta: el OEE refleja perfectamente lo que está pasando en planta. Si se tienen muchos problemas el OEE tendrá valores bajos, y sólo se tendrán valores altos cuando raramente suceda algún problema. El OEE utiliza el lenguaje y las definiciones que se utilizan en planta, el trabajo diario de los equipos de planta se refleja en el OEE, facilita a las personas ver los efectos de las acciones emprendidas para la mejora y justificar dichas acciones de forma evidente.

- Los equipos de trabajo pueden influir sobre el OEE: la información referida a las pérdidas permite a los equipos de planta iniciar mejoras específicas y enfocadas al problema detectado. Por tanto, dichos equipos pueden influir sobre cada uno de los parámetros que componen el OEE de un modo directo y por tanto guiar el OEE en la dirección correcta. Los resultados de todas estas mejoras quedan reflejados en la evolución del OEE.
- Ofrece calidad en la información: una vez que se ha dejado claro que el OEE no puede ser corrompido, la calidad de la información disponible mejorará cada vez. Esto unido al hecho de implementar mejoras específicas en lugar de buscar al culpable, proporciona un entorno idóneo para crear un ambiente de mejora continua.
- Al ir midiendo el rendimiento diariamente el operario: se familiariza con los aspectos técnicos de la máquina y la forma en la que procesa los materiales, focaliza su atención en las pérdidas, empieza a desarrollar un sentimiento cada vez más fuerte de propiedad con su máquina.
- Al ir trabajando con los datos del OEE el supervisor: aprende la forma en que sus máquinas procesan los materiales, es capaz de dirigir indagaciones sobre donde ocurren las pérdidas y cuáles son sus consecuencias, es capaz de dar información a sus operarios y a otros empleados implicados en el proceso de mejora continua de las máquinas, es capaz de informar a sus superiores sobre el estado en que se encuentran sus máquinas y los resultados de las mejoras realizadas en ellas.
- El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación.

La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc., de la planificación anual.

### **2.6.5. Estudio y toma de tiempos perdidos**

Los tiempos improductivos (perdidos) comprenden un factor importante en cuanto al factor disponibilidad para obtener la eficiencia global de los equipos (OEE), es por ello que se anotaron en la hoja de registro de tiempos improductivos de forma cronometrada (tabla III, página 24) en donde se analizaba el proceso desde su inicio hasta que finalizara, de cualquier sabor de bebida gaseosa, y con ello obtener datos certeros en el estudio.

## **2.7. Identificación de tiempos improductivos (perdidos)**

Identificando los tiempos perdidos en la producción, se incrementa el factor disponibilidad en la eficiencia global de los equipos en la línea de producción; es por ello que se analizan con tablas y diagramas de Pareto los problemas principales en el proceso.

### **2.7.1. Problemas y defectos a atacar**

Para poder identificar los principales problemas o fallas a disminuir correspondientes a cada mes de operación, mediante la recopilación de los tiempos improductivos (ver anexos) se elaboró una tabla (tabla IV), que se muestra a continuación, en la cual se puede observar en tanto la maquinaria, su

tiempo perdido, el porcentaje que este representa con respecto al tiempo total perdido en la línea de producción, así como la sumatoria porcentual acumulada.

La metodología consistió observar e identificar las fallas de las maquinarias por la cual paraba la línea de producción de bebidas gaseosas, anotar la causa del problema y medir el tiempo de forma cronometrada hasta que se restableciera el proceso.

Con estos resultados se identifica la maquinaria que representa o que causa el 80 por ciento del tiempo que se pierde en la producción y posteriormente identificar cuales fueron esas fallas por maquinaria para poder eliminarlas gradualmente hasta que el factor disponibilidad aumente en la eficiencia global de los equipos (OEE).

Tabla IV. **Tiempos perdidos acumulados del mes 1**

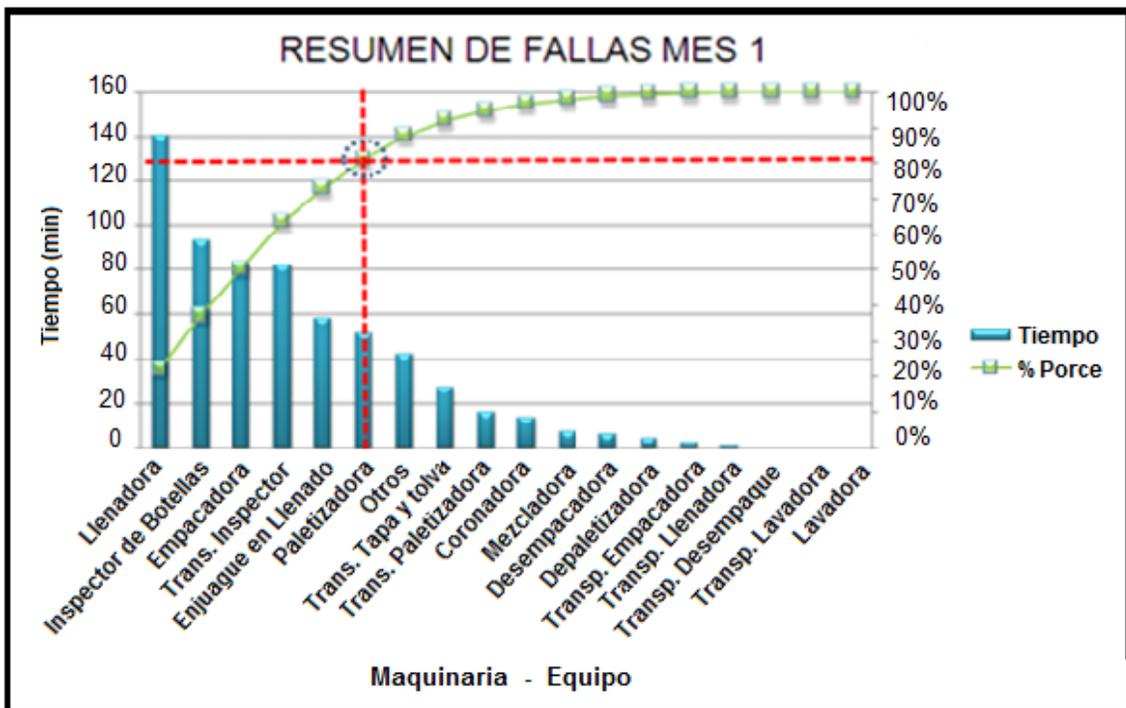
MÁQUINA	Tiempo	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Llenadora de botellas	140,25	22,46%	22,46%
Inspector de botellas	92,75	14,85%	37,31%
Empacadora	82,50	13,21%	50,52%
Transporte al inspector	81,83	13,10%	63,62%
Enjuague en llenado	58,00	9,29%	72,91%
Paletizadora	51,00	8,17%	81,07%
Otros	42,00	6,73%	87,80%
Transporte de tapa y tolva	26,70	4,28%	92,07%
Transporte a paletizadora	16,00	2,56%	94,64%
Coronadora	13,50	2,16%	96,80%
Mezclador	7,00	1,12%	97,92%
Desempacadora	6,00	0,96%	98,88%
Depaletizadora	4,00	0,64%	99,52%
Transporte a empacadora	2,00	0,32%	99,84%
Transporte a llenadora	1,00	0,16%	100,00%
Transporte a desempaques	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00%	100,00%
Lavadora	0,00	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>1 102,24</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

### 2.7.2. Diagrama de Pareto de los principales problemas

A continuación se presentan en forma de diagrama de Pareto los tiempos acumulados de los meses analizados, y asimismo se detallan los principales problemas encontrados con la maquinaria.

Figura 5. Diagrama de Pareto, fallas mes 1



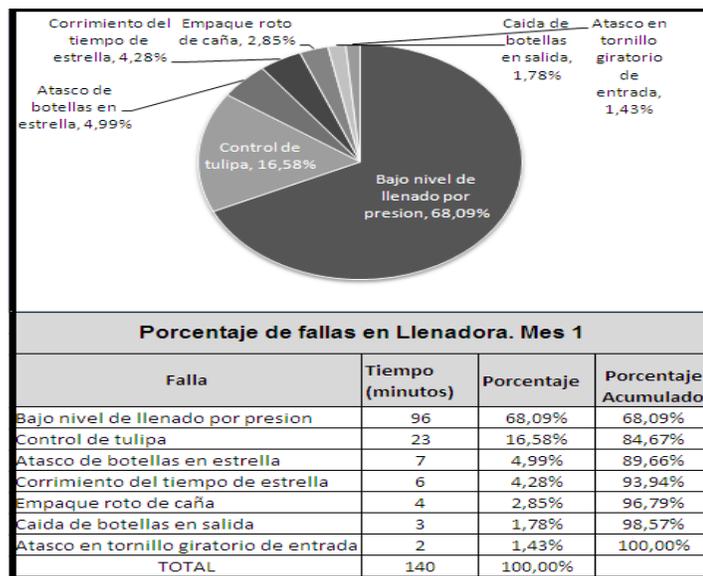
Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 5 con respecto a los tiempos improductivos (perdidos) correspondientes al mes 1, las estaciones que representan el 80 por ciento del tiempo improductivo son: la llenadora, el inspector de botellas, la empacadora, el transporte a inspector, enjuague en llenado y la paletizadora.

“Cabe mencionar que el enjuague en llenado no se considera como perdida de tiempo en el proceso, debido a que es un tiempo automático en el que se detiene la llenadora por un tiempo de 2 minutos cada hora para el lavado de las tulipas”<sup>13</sup> con agua caliente; y que ya está estipulado en el proceso. Por lo tanto no se tomará en cuenta en el análisis de aquí en adelante.

Por consiguiente las demás estaciones tuvieron perdidas de tiempo en el proceso, por lo que se detallan a continuación los principales problemas y tiempos cronometrados en cada una de ellas.

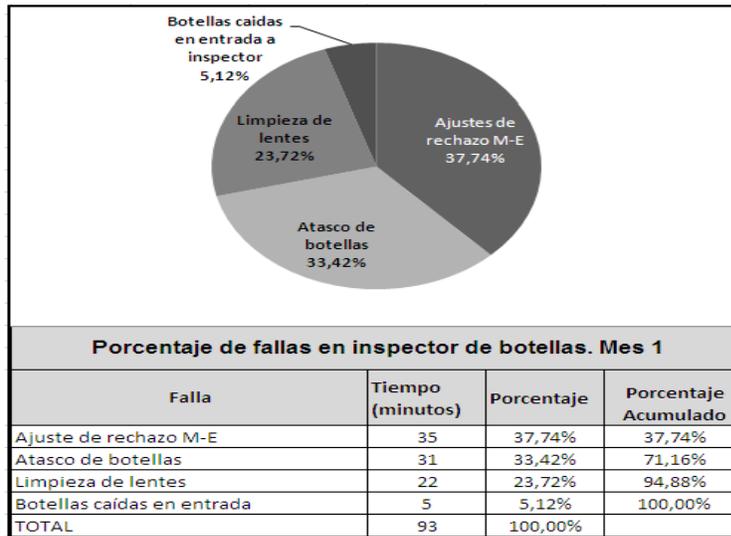
Figura 6. **Porcentaje de fallas en llenadora de botellas, mes de mes 1**



Fuente: elaboración propia.

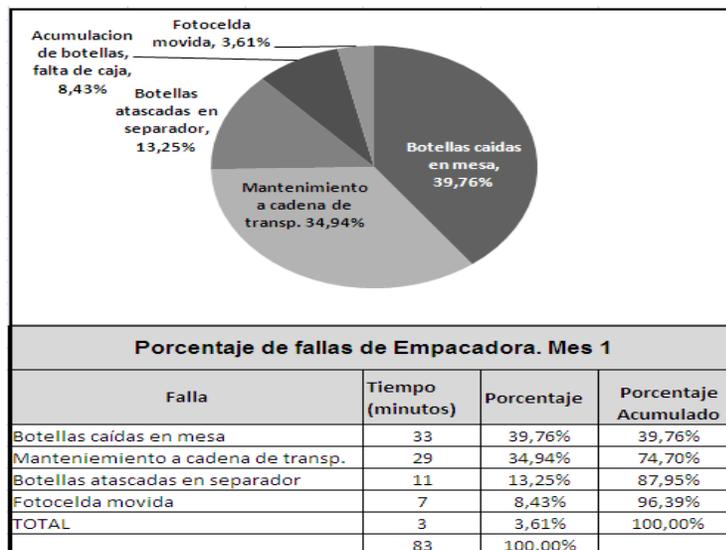
13 Manual de Maquinaria, Salvavidas S.A., pag. 40

Figura 7. **Porcentaje de fallas en inspector de botellas, mes 1**



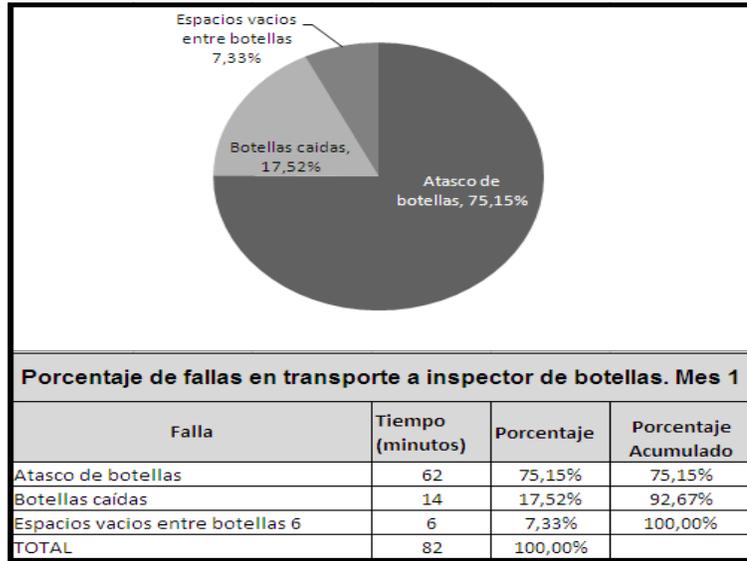
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Porcentaje de fallas en empacadora, mes 1**



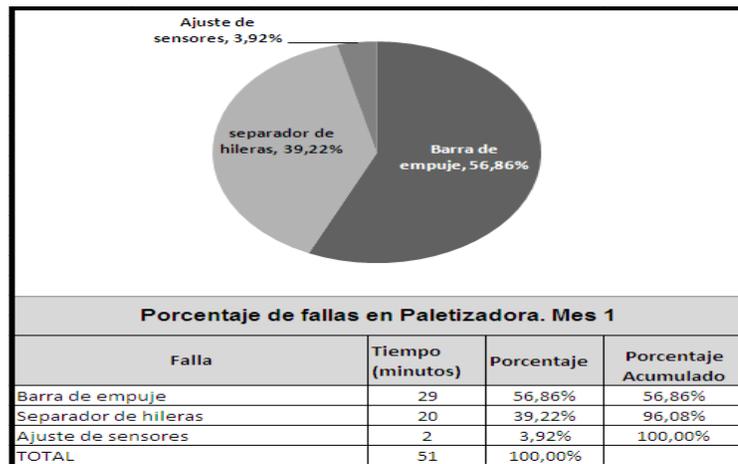
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Porcentaje de fallas en paletizadora, mes 1**



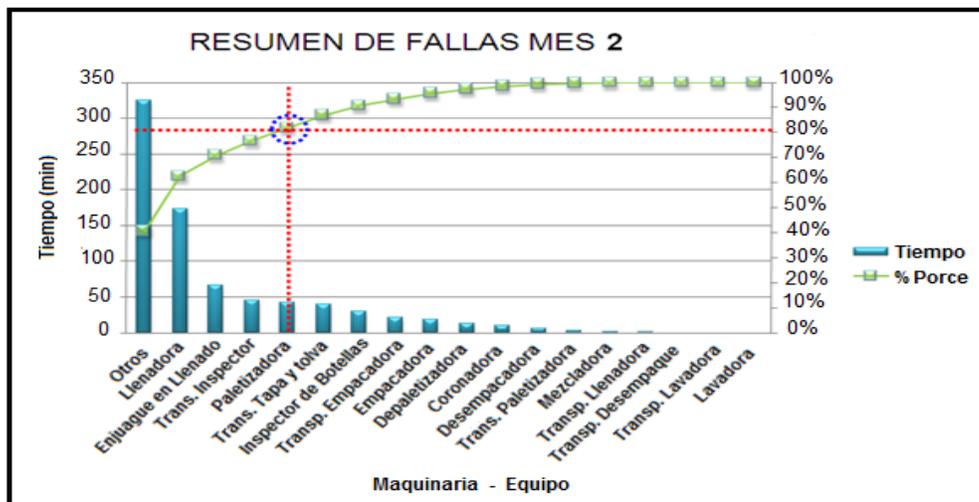
Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Tiempos perdidos acumulados del mes 2**

MÁQUINA	Tiempo (minutos)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Otros	324,00	40,72%	40,72%
Llenadora	173,50	21,81%	62,53%
Enjuague en llenado	66,00	8,29%	70,82%
Transporte a inspector	45,67	5,74%	76,56%
Paletizadora	42,00	5,28%	81,84%
Transporte tapa y tolva	40,00	5,03%	86,87%
Inspector de botellas	30,00	3,77%	90,64%
Transporte a empacadora	21,00	2,64%	93,28%
Empacadora	18,50	2,33%	95,60%
Depaletizadora	13,00	1,63%	97,24%
Coronadora	10,00	1,26%	98,49%
Desempacadora	6,00	0,75%	99,25%
Transporte a paletizadora	3,00	0,38%	99,62%
Mezclador	2,00	0,25%	99,87%
Transporte a llenadora	1,00	0,13%	100,00%
Transporte a desempaque	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00%	100,00%
Lavadora	0,00	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>795,67</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Diagrama de Pareto, fallas mes 2**

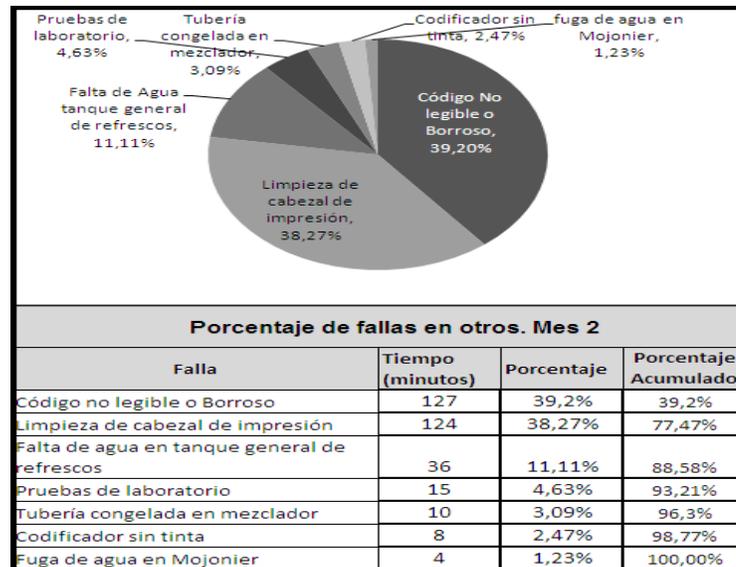


Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 11 con respecto a los tiempos improductivos (perdidos) correspondientes al mes 2, las estaciones que representan el 80 por ciento del tiempo improductivo son: otros, llenadora, el transporte a inspector de botellas y la paletizadora.

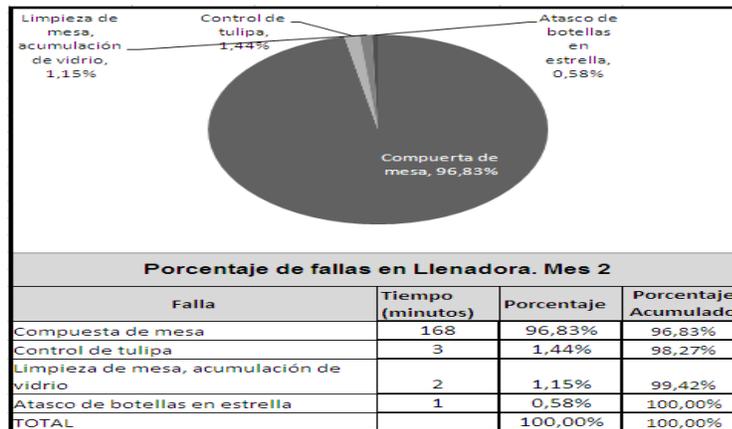
Por consiguiente las causas de los tiempos improductivos en el proceso, se detallan a continuación según la maquinaria o estación mencionada anteriormente:

Figura 12. **Porcentaje de fallas en otros, mes 2**



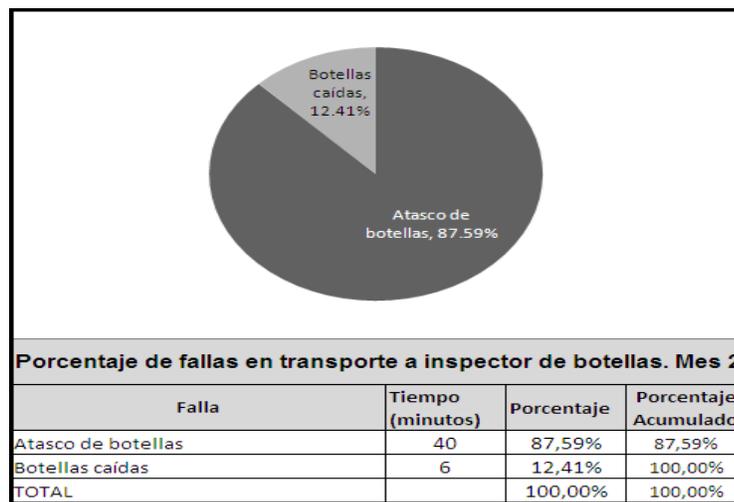
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Porcentaje de fallas en llenadora, mes 2**



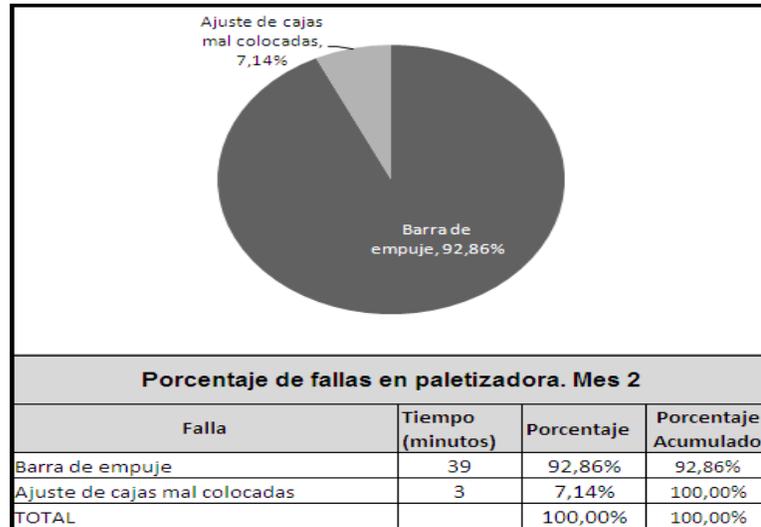
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Porcentaje de fallas en la paletizadora, mes 2**



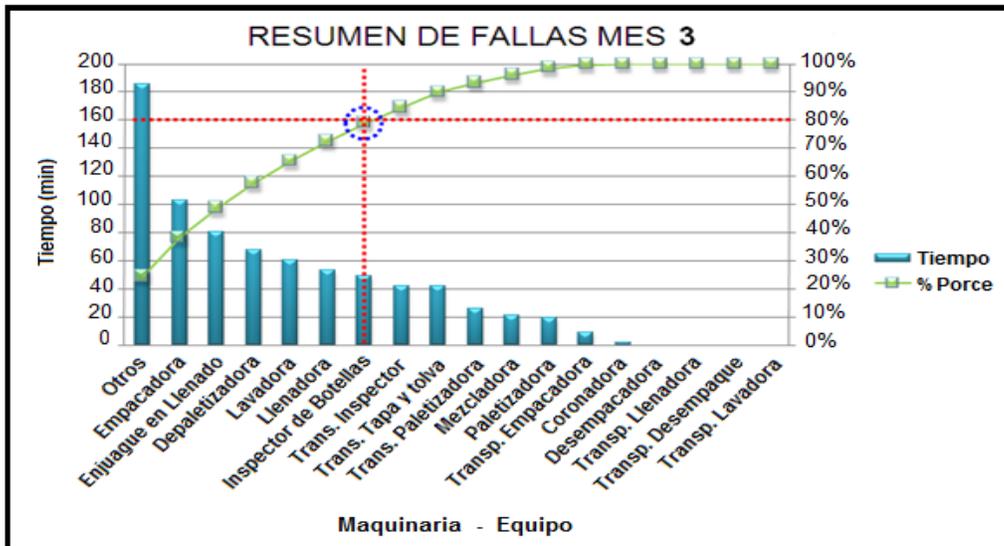
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Tiempos perdidos acumulados del mes 3**

MÁQUINA	Tiempo (minutos)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Otros	185,33	24,46%	24,46%
Empacadora	103,00	13,59%	38,05%
Enjuague en llenado	80,00	10,56%	48,60%
Depaletizadora	67,50	8,91%	57,51%
Lavadora	60,00	7,92%	65,43%
Llenadora	53,00	6,99%	72,42%
Inspector de botellas	49,00	6,47%	78,89%
Transporte a inspector	41,50	5,48%	84,36%
Transporte de tapa y tolva	41,50	5,48%	89,84%
Transporte a paletizadora	26,00	3,43%	93,27%
Mezclador	21,00	2,77%	96,04%
Paletizadora	19,00	2,51%	98,55%
Transporte a empacadora	9,00	1,19%	99,74%
Coronadora	2,00	0,26%	100,00%
Desempacadora	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a llenadora	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a desempaquetado	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>757,83</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Diagrama de Pareto, fallas mes 3**

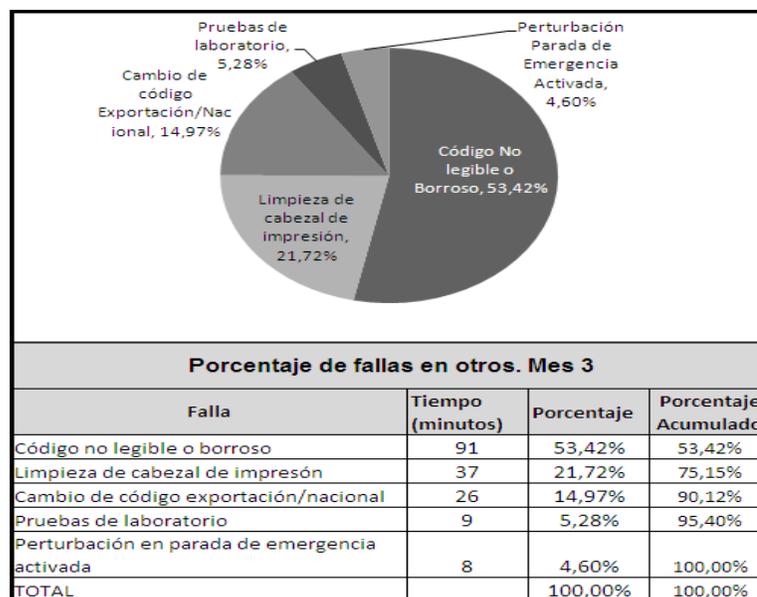


Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 16 con respecto a los tiempos improductivos (perdidos) correspondientes al mes 3, las estaciones que representan el 80 por ciento del tiempo improductivo son: otros, empacadora, depaletizadora, lavadora de botellas, llenadora e inspector de botellas.

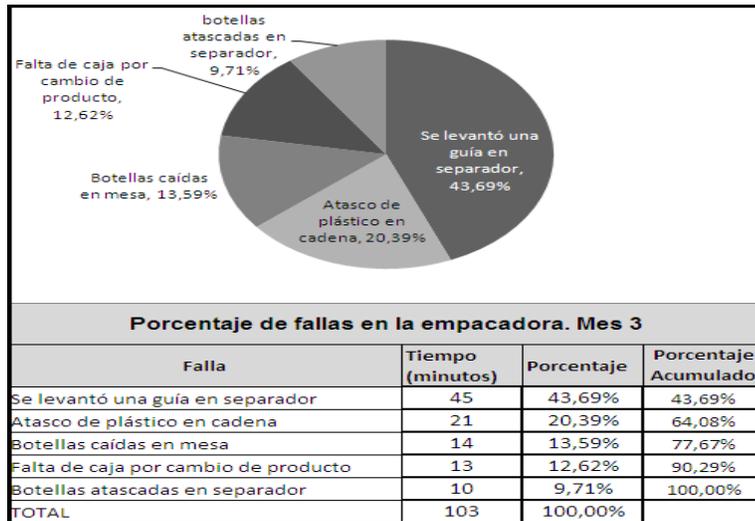
Por consiguiente las causas de los tiempos improductivos en el proceso, se detallan a continuación según la maquinaria o estación mencionada anteriormente:

Figura 17. **Porcentaje de fallas en otros, mes 3**



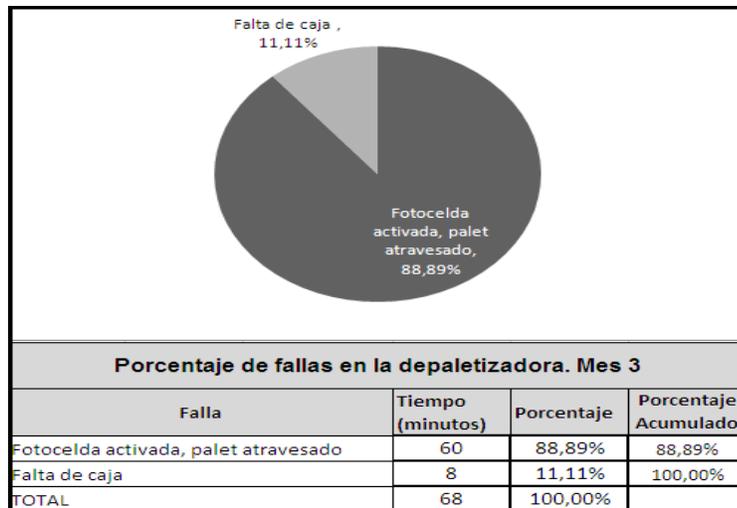
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Porcentaje de fallas en la empacadora, mes 3**



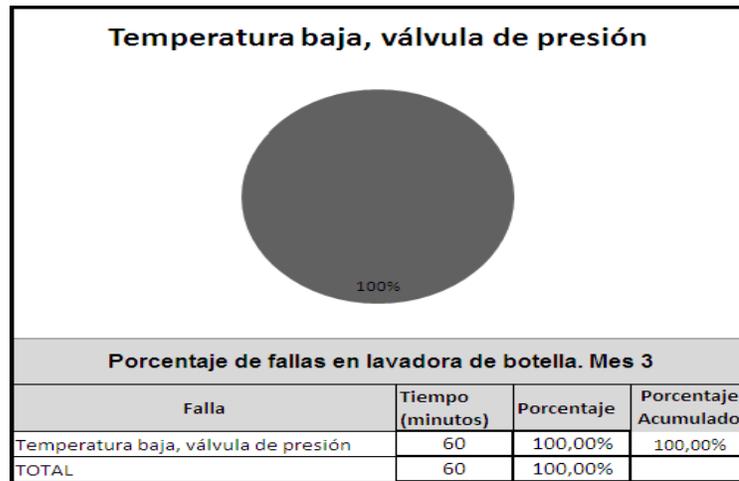
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Porcentaje de fallas en la depaletizadora, mes 3**



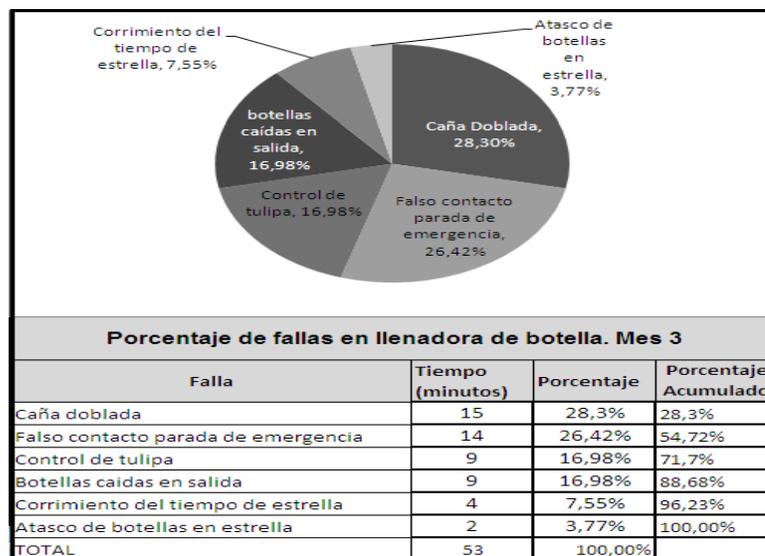
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Porcentaje de fallas en la lavadora de botellas, mes 3**



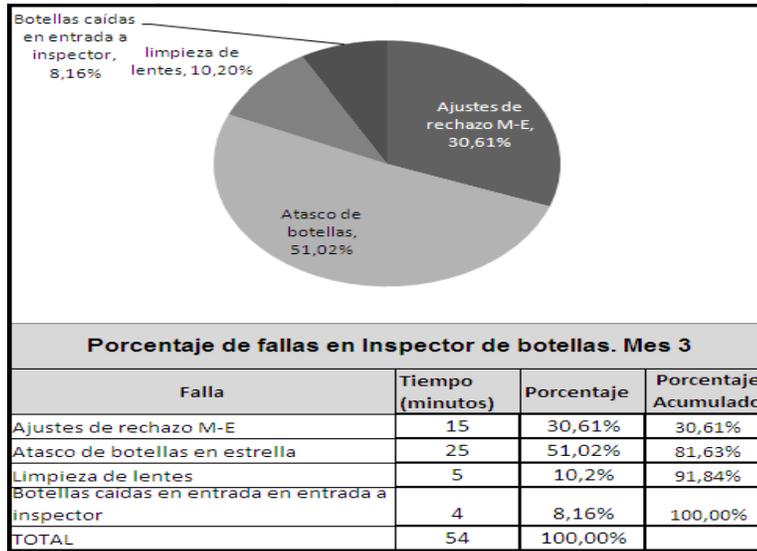
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Porcentaje de fallas en la llenadora de botellas, mes 3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Porcentaje de fallas en el inspector de botellas, mes 3



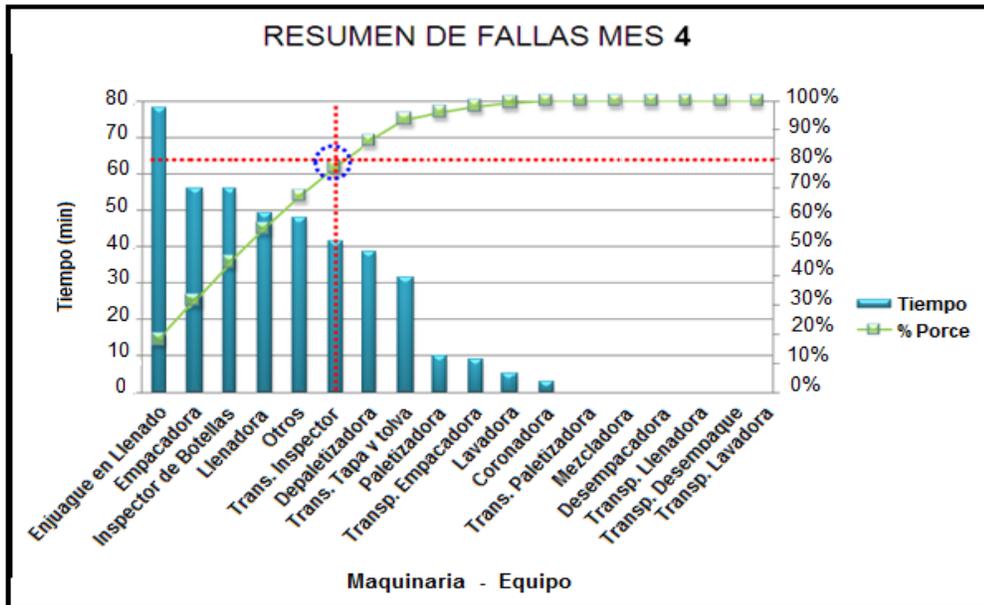
Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Tiempos perdidos acumulados del mes 4

MÁQUINA	Tiempo (minutos)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Enjuague en llenado	78,00	18,34%	18,34%
Empacadora	56,00	13,17%	31,50%
Inspector de botellas	56,00	13,17%	44,67%
Llenadora	49,00	11,52%	56,19%
Otros	47,83	11,25%	67,44%
Transporte a inspector	41,50	9,76%	77,19%
Depaletizadora	38,50	9,05%	86,25%
Transporte de tapa y tolva	31,50	7,41%	93,65%
Paletizadora	10,00	2,35%	96,00%
Transporte a empacadora	9,00	2,12%	98,12%
Lavadora	5,00	1,18%	99,29%
Coronadora	3,00	0,71%	100,00%
Transporte a paletizadora	0,00	0,00%	100,00%
Mezclador	0,00	0,00%	100,00%
Desempacadora	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a llenadora	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a desempaquetado	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>425,33</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de Pareto, fallas mes 4

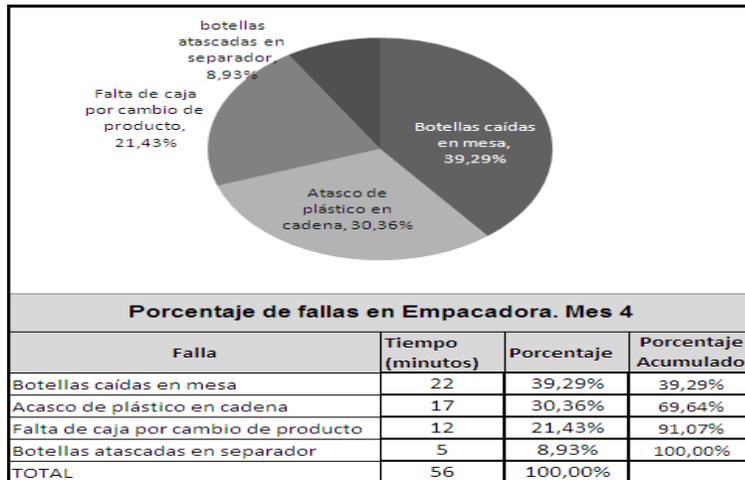


Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 23 con respecto a los tiempos improductivos (perdidos) correspondientes al mes 4, las estaciones que representan el 80 por ciento del tiempo improductivo son: la empacadora, el inspector de botellas, llenadora, otros y transporte hacia inspector de botellas.

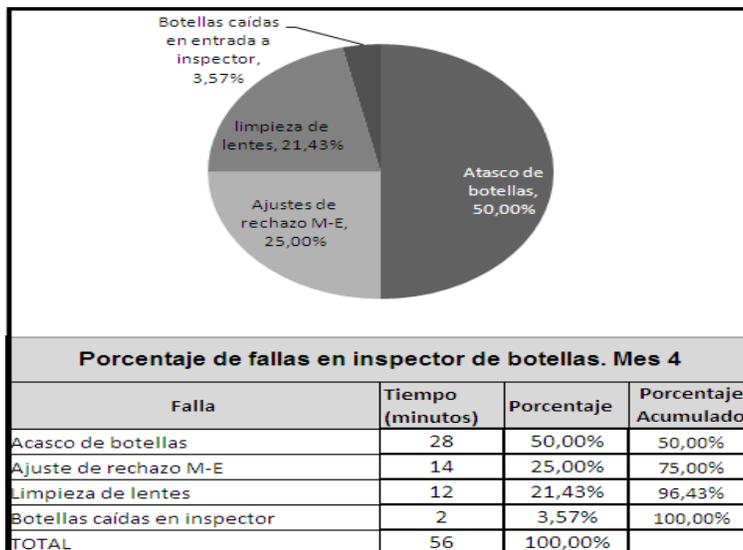
Por consiguiente las causas de los tiempos improductivos en el proceso, se detallan a continuación según la maquinaria o estación mencionada anteriormente:

Figura 24. **Porcentaje de fallas en empacadora, mes 4**



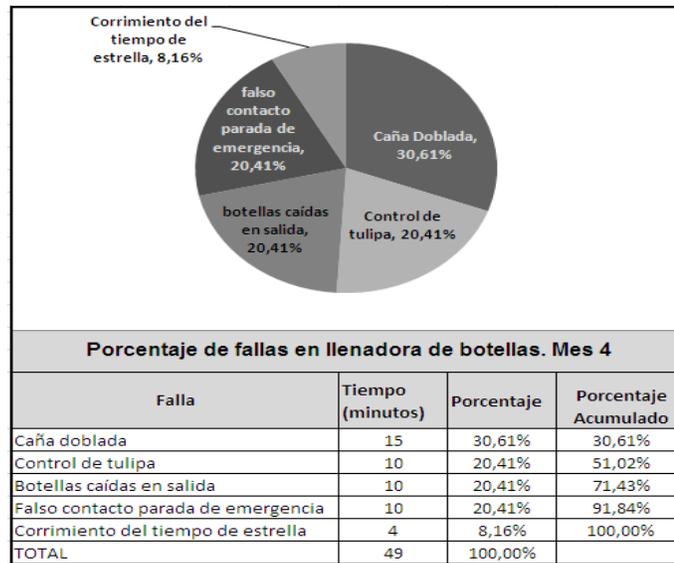
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Porcentaje de fallas en el inspector de botellas, mes 4**



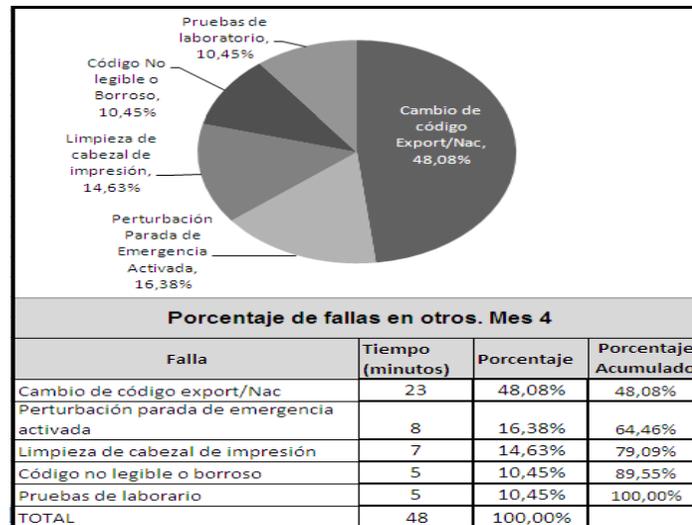
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Porcentaje de fallas en la llenadora de botellas, mes 4**



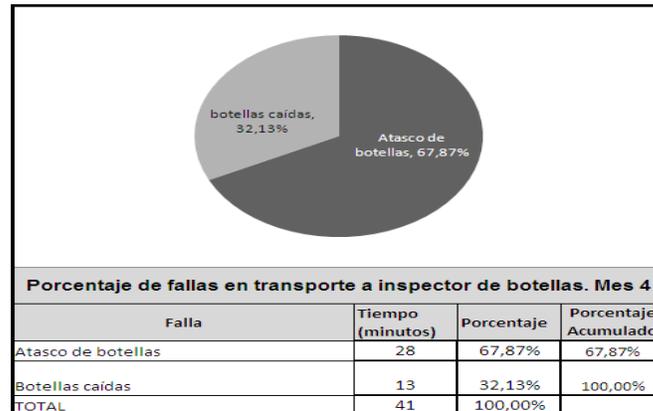
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Porcentaje de fallas en otros, mes 4**



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 4**



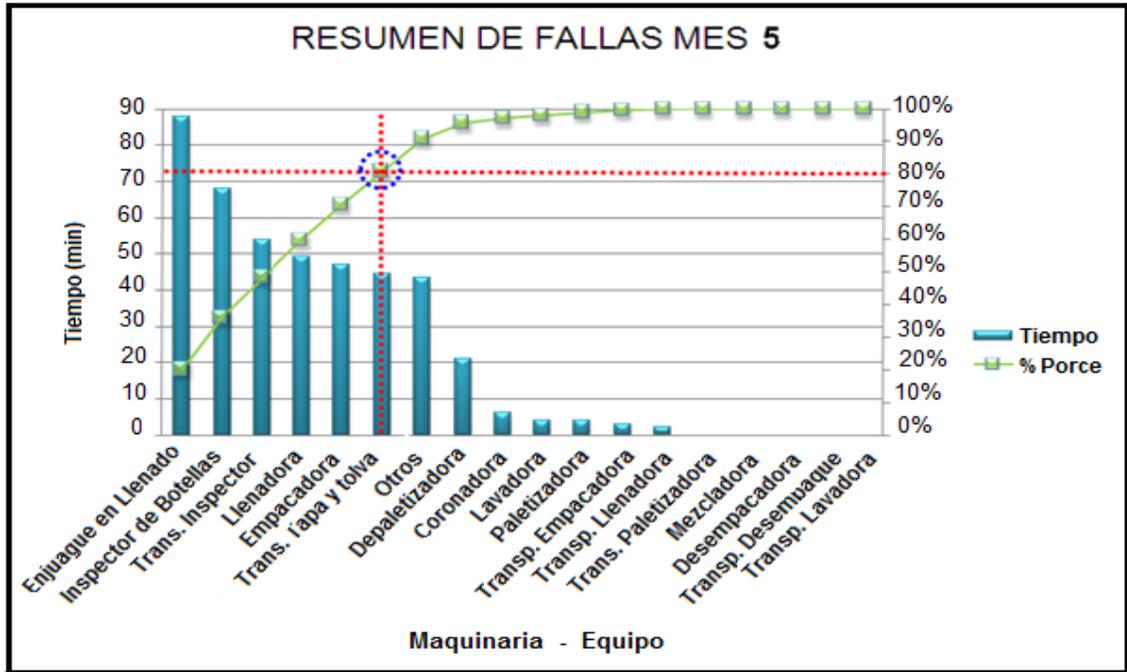
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Tiempos perdidos acumulados del mes 5**

MÁQUINA	Tiempo (minutos)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Enjuague en llenado	88,00	21,13%	21,13%
Inspector de botellas	68,00	16,33%	37,45%
Transporte a inspector	54,00	12,97%	50,42%
Llenadora	48,00	11,52%	61,94%
Empacadora	47,00	11,28%	73,23%
Transporte de tapa y tolva	44,50	10,68%	83,91%
Otros	43,50	10,44%	94,36%
Depaletizadora	7,50	1,80%	96,16%
Coronadora	6,00	1,44%	97,60%
Lavadora	4,00	0,96%	98,56%
Paletizadora	4,00	0,96%	99,52%
Transporte a empacadora	1,00	0,24%	99,76%
Transporte a llenadora	1,00	0,24%	100,00%
Transporte a paletizadora	0,00	0,00%	100,00%
Mezclador	0,00	0,00%	100,00%
Desempacadora	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a desempaquetado	0,00	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>416,50</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de Pareto, fallas des del mes 5

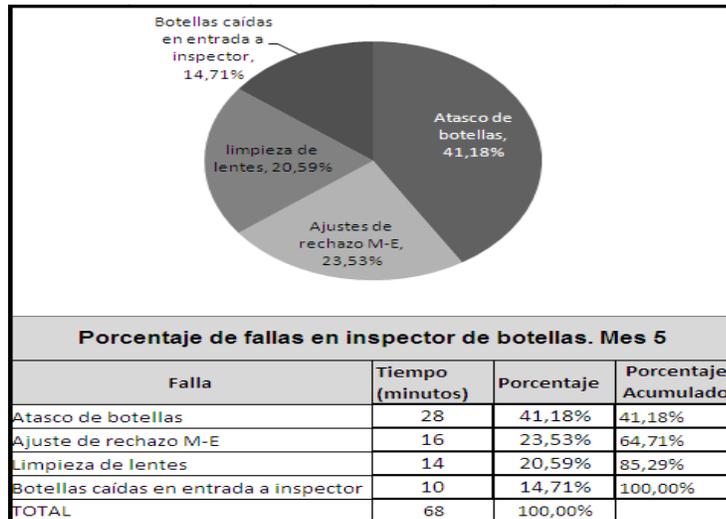


Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 29 con respecto a los tiempos improductivos (perdidos) correspondientes al mes 5, las estaciones que representan el 80 por ciento del tiempo improductivo son: el inspector de botellas, el transporte hacia inspector de botellas, la llenadora, la empacadora y el transporte de tapa y tolva.

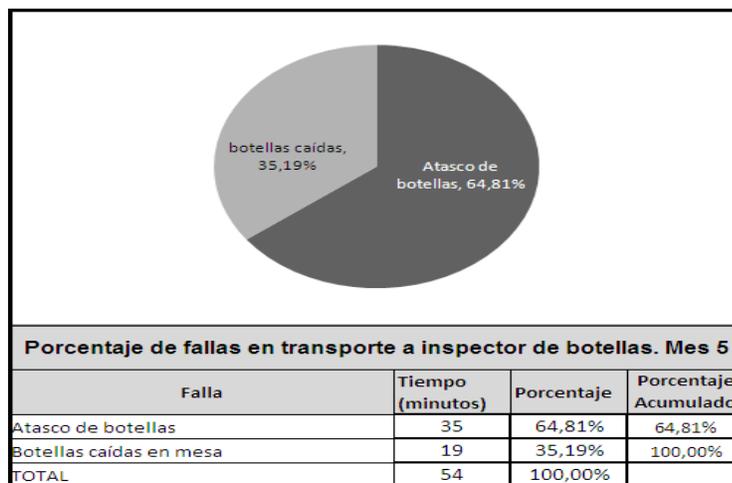
Por consiguiente las causas de los tiempos improductivos en el proceso, se detallan a continuación según la maquinaria o estación mencionada anteriormente:

Figura 30. **Porcentaje de fallas en inspector de botellas, mes 5**



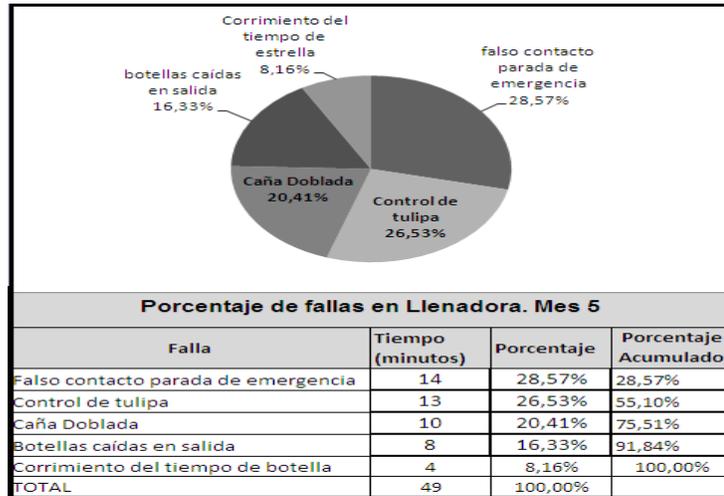
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Porcentaje de fallas en transporte a inspector de botellas, mes 5**



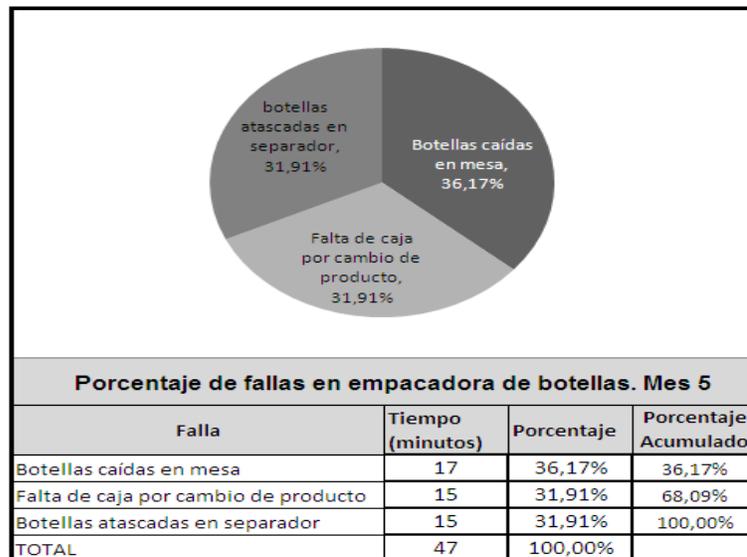
Fuente: elaboración propia.

### Porcentaje de fallas en la llenadora de botellas, mes 5



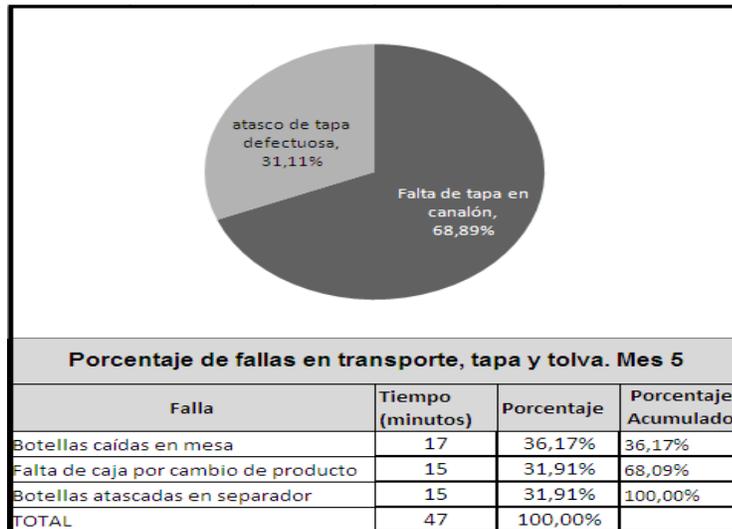
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Porcentaje de fallas en la empacadora, mes 5



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Porcentaje de fallas en el transporte de tapa y tolva, mes 5**



Fuente: elaboración propia.

### 2.7.3. Análisis de la información recolectada

Con la información de los tiempos improductivos durante los 5 meses analizados en el proceso de elaboración de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) descrita anteriormente se puede apreciar los principales problemas encontrados, así como también la frecuencia de los mismos por maquinaria o equipo; el tiempo acumulado mensualmente y el porcentaje que estos representaban comparados con el tiempo total que se perdió en el proceso.

Como se observa tanto en la tabla IV y en la figura 5, la llenadora durante el mes 1 presentó principalmente el mayor tiempo perdido, con un 22,46 por ciento perdiéndose en el proceso un total de 140,25 minutos; esto debido

principalmente al bajo nivel de presión en el llenado de los envases por falta de calibración tanto del proporcionador como de la llenadora.

“Durante el mes 2 se aprecia tanto en la tabla V como en la figura 11, página 40 la maquinaria descrita como Otros”<sup>14</sup> presentó el mayor tiempo perdido en la producción, con un total de 324 minutos, equivalente a un 40,72 por ciento del tiempo total perdido. Esto debido a dos problemas principales: el primero fue que el código de producción impreso en los envases no era legible o estaba borroso luego de pasar por el Videojet, representando este problema una pérdida de 127 minutos en el proceso.

Y segundo fue que como consecuencia de que el código no era legible, se tenía que realizar una limpieza al cabezal de impresión del Videojet, representando este problema una pérdida de 124 minutos en el proceso.

De igual manera en mes 3 se aprecia tanto en la tabla VI como en la figura 16, página 44, la maquinaria descrita como Otros presentó el mayor tiempo perdido en la producción, con un total de 185,33 minutos, equivalente a un 24,46 por ciento del tiempo total perdido. Esto debido a los dos mismos problemas principales: código no legible o borroso (91 minutos perdidos) y la limpieza del cabezal de impresión (37 minutos perdidos).

Para el mes 4 se aprecia tanto en la tabla VII como en la figura 23, página 48, la maquinaria descrita como Enjuague en llenado presentó el mayor tiempo perdido en la producción, con un total de 78 minutos, equivalente a un 18,34 por ciento del tiempo total perdido.

---

<sup>14</sup> Estación o área de proceso desligada a la maquinaria descrita en la hoja de toma de tiempos improductivos en el proceso de elaboración de bebidas gaseosas en envase de vidrio.

Cabe resaltar que el enjuague en llenado, es una operación que no se considera como pérdida de tiempo en el proceso debido a que es un tiempo automático en el que se detiene la llenadora por un tiempo de 2 minutos cada hora para el lavado de las tulipas con agua caliente; y que ya está estipulado en el proceso. Por lo tanto no se tomará en cuenta en el análisis, por lo que se le da prioridad a la empacadora e inspector de botellas con un total de 56 minutos perdidos en el proceso cada uno equivalentes a un 13,17 por ciento del tiempo total perdido.

En la empacadora se aprecia en la figura 24, la principal falla de la misma, que fue debido a que se caían las botellas en la mesa de transporte del separador de botellas en la entrada de la empacadora, con un tiempo perdido de 22 minutos. Así como pedazo de plástico atascado debajo de la cadena de transporte, con un tiempo perdido de 17 minutos.

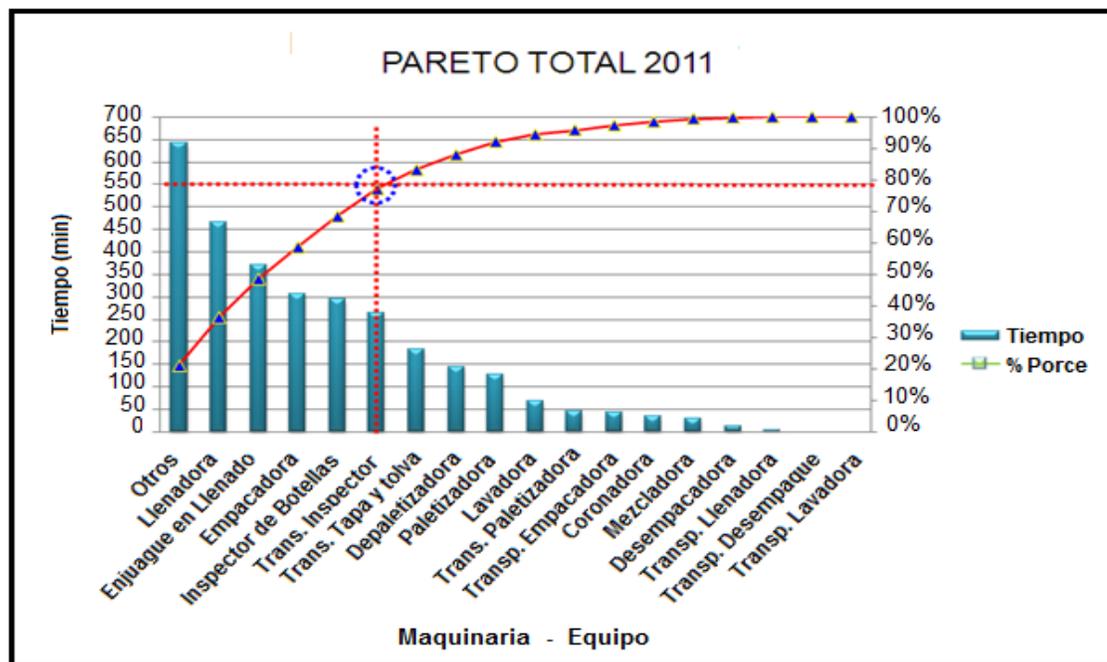
En el inspector de botellas se aprecia en la figura 25, sus principales fallas, que fueron debido a atasco de envases tanto en la entrada como en la salida del inspector, con un 50 por ciento equivalente a 28 minutos perdidos en el proceso; esto debido a que los lentes o sensores con los que cuenta el inspector se encontraban sucios, no detectando efectivamente el número de botellas que pasan por dicho inspector.

Asimismo la realización de ajustes en el rechazo de envases con un 25 por ciento perdiéndose en el proceso un total de 14 minutos. Esto debido a que se tenían que realizar ajustes continuos para que el inspector detectara correctamente el estado y condición de la boca, fondo, pared interior, contenido de soda cáustica de los envases previos a pasar por la llenadora.

Por último en el mes 5 se observa en la tabla VIII y figura 29, página 52 la maquinaria con mayor tiempo perdido fue de igual manera el inspector de botellas con 68 minutos perdidos equivalente al 16,33 por ciento del tiempo total perdido. Presentando las mismas fallas que el mes 4: atasco de botellas (28 minutos perdidos) y ajustes de rechazo (16 minutos perdidos).

A continuación se describe la maquinaria que ocasionó los mayores tiempos perdidos en el proceso durante los cinco meses de estudio.

Figura 35. **Diagrama de Pareto total correspondiente a los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 35 se observa los tiempos totales que durante los cinco meses analizados se perdieron en el proceso.

La estación denotada como otros, la cual representa un proceso desligado a la maquinaria descrita en la hoja de toma de tiempos improductivos en el proceso de elaboración de bebidas gaseosas en envase de vidrio, presentó el mayor tiempo perdido con 642,66 minutos (21,16 por ciento del tiempo total) luego la llenadora con 464,75 minutos (15,30 por ciento del tiempo total), seguido de la empacadora con 307 minutos (10,11 por ciento del tiempo total), el inspector de botellas con 295,75 minutos (9,74 por ciento del tiempo total), y el transporte hacia el inspector de botellas con 264,50 minutos (8,71 por ciento del tiempo total).

Estas fueron las estaciones donde se perdió el mayor tiempo en el proceso durante los cinco meses de estudio en la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio).

#### **2.7.4. Determinación de los procesos susceptibles a mejora**

Los procesos susceptibles a ser mejorados se fueron observando durante los meses analizados, mediante los tiempos que se perdían en el proceso por diversos problemas en la maquinaria. Siendo estos los procesos en la maquinaria que representa o que causa el 80 por ciento del tiempo que se pierde en la producción de la línea de bebidas gaseosas en envase retornable. A estos procesos se les realizó las acciones correctivas correspondientes, que se detallan a continuación para poder eliminar o reducir dichas fallas o problemas que hacen en la eficiencia global de los equipos no aumente.

### 2.7.5. Acciones correctivas

Con base al análisis de los tiempos perdidos se establecieron acciones correctivas apoyadas con la experiencia de los operadores mecánicos, mecánicos y el técnico de producción, esto con el objetivo de ir disminuyendo gradualmente los problemas que causan que la eficiencia global de los equipos no aumente.

### 2.7.6. Propuesta de acciones correctivas

Para poder eliminar los problemas en la línea de producción se realizan las propuestas de acciones correctivas para los cinco meses de estudio, las cuales se presentan a continuación:

Tabla IX. Acciones correctivas de los principales problemas, mes 1

Problema	Maquinaria	Acción correctiva	Responsable
Bajo nivel de llenado por presión	Llenadora	Cambio de válvulas de presión en proporcionador a llenadora, así como también la calibración de valores en el panel de control del proporcionador.	Eléctrico/ mecánico
Atasco de botellas	Transporte a inspector de botellas	Constante lubricación en el transporte de cadenas.	Operador
Demasiado rechazo de botellas	Inspector de botellas	Ajustes eléctricos en el panel de control para inspección de boca, fondo, contorno y pared interior.	Eléctrico

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Acciones correctivas de los principales problemas, mes 2**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria ó Estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable (puesto)</b>
Código no legible o borroso	Videojet	Ajustes en el panel de control	Eléctrico
Cabezal de impresión	Videojet	Constante limpieza de tinta acumulada	Eléctrico
Compuerta de mesa	Llenadora	Cambio en sensores eléctricos en la compuerta de mesa.	Eléctrico

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Acciones correctivas de los principales problemas, mes 3**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o Estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable (puesto)</b>
Código no legible o borroso	Videojet	Ajustes en el panel de control. Adquisición de un nuevo Videojet.	Eléctrico / mecánico
Cabezal de impresión	Videojet	Constante limpieza de tinta acumulada. Adquisición de un nuevo Videojet.	Eléctrico/ mecánico
Temperatura baja	Lavadora de botellas	Ajustes en el panel de control así como también regulación de válvula de presión.	Eléctrico

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Acciones correctivas de los principales problemas, mes 4**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o Estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable (puesto)</b>
Botellas caídas en mesa	Empacadora	Ajustes en la presión de las tulipas de agarre de botellas.	Mecánico
Demasiado rechazo de botellas	Inspector de botellas	Limpieza de lentes y sensores cada hora.	Eléctrico
Atasco de plástico debajo de transporte de cadena	Empacadora	Mantenimiento y limpieza mecánica al sistema de transporte de cadena.	Mecánico

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Acciones correctivas de los principales problemas, mes 5**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Responsable</b>
Atasco de botellas	Transporte a inspector de botellas	Constante lubricación con agua y detergente en el transporte de cadena.	Operario
Falta de tapa en canalón	Transporte tapa y tolva	Constante monitoreo en abastecimiento de tapa, y limpieza en el transporte hacia la coronadora.	Operario
Atasco de botellas	Inspector de botellas	Constante limpieza en los lentes y sensores del inspector de botellas.	Eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## **2.8. Cálculos para evaluación de resultados y avances**

A continuación se presentan los cálculos realizados para obtener los porcentajes de disponibilidad, rendimiento y calidad y con ello la eficiencia global de los equipos en la línea de producción.

### **2.8.1. Porcentaje de disponibilidad, rendimiento y calidad**

Para la realización del proyecto se analizaron cinco meses, en estos se determinó el porcentaje de disponibilidad, el rendimiento de la línea, y la calidad. Se analizaron dichos factores para cada sabor de gaseosa producida cada semana en la línea de producción.

En esta sección se presentan con detalle los cálculos realizados para el mes 1 de estudio, como muestra de cálculo debido a que se utilizó la misma metodología en los demás meses estudiados. El mes 1 representa la situación actual de la empresa, por lo que en esta sección no se realizarán comparaciones.

Los resultados de los 5 meses completos se presentan a lo largo de la sección 2.8.4 página 75, es en esta sección donde sí se realizarán las comparaciones de la situación actual de la empresa con los resultados obtenidos con el trabajo de graduación.

Se hizo uso de las hojas de Excel presentadas en la sección 2.7.2 para cargar los tiempos improductivos o perdidos adquiridos en el reporte de producción, y con ello obtener el factor de disponibilidad. Asimismo para el factor rendimiento se utilizó el tanto el total de cajas producidas, el tiempo operativo y la velocidad teórica de la llenadora, que es de 1 500 cajas por hora.

Para el factor calidad, se utilizaron datos de las cajas con producto bueno y el total de cajas producidas.

En la tabla XV se muestran los valores necesarios para el cálculo del porcentaje de OEE del mes 1, que se presentará más adelante en la tabla XVI.

Analizando la bebida gaseosa Club Soda®, la disponibilidad no es más que el tiempo programado de producción menos el tiempo de paros de la máquina. El tiempo operativo es la resta del tiempo programado menos el tiempo de paros de la máquina; la producción real es la suma de la cantidad de cajas buenas y cajas con envases mal llenados, cabe mencionar que cada caja contiene un total de 24 envases. La producción prevista es el resultado de la multiplicación del tiempo operativo y la velocidad teórica de la llenadora, que es de 1 500 cajas por hora.

**Tabla XIV. Cálculos correspondientes a la semana 1 del mes 1 en la línea de producción de bebidas gaseosas en envase de vidrio, para el sabor de Club Soda®**

Tiempo operativo =	2,38 hrs disponibles – 0,30 min de paros	= 2,08 hrs.
Producción real =	1 920 cajas buenas + 45 cajas malas	= 1 965 cajas.
Producción prevista =	2,08 hrs * 1500 cajas/hora	= 3 120 cajas
Cajas buenas =	1 920 cajas	
Velocidad teórica =	1 500 cajas por hora	

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de cajas buenas es anotada en el reporte de producción por el operador de turno según el panel de control de la llenadora. La velocidad teórica ya esta descrita según el manual de maquinaria de la llenadora de botellas para la línea 1 de producción en envase de vidrio de 20 onzas. De esta misma forma se calcularon los valores de todos los sabores y semanas del mes 1 de estudio de la tabla XV realizando la suma total mensual para calcular la eficiencia global de los equipos.

Las casillas en blanco corresponden a las semanas que no se programó producción de ese sabor en la línea.

Tabla XV. **Valores utilizados para el cálculo del porcentaje del OEE del mes 1**

Mes 1						
SABOR	Semana	1	2	3	4	Datos mensuales
CLUB SODA	Tiempo programado (hrs)	2,38	4,67	4,75	4	15,8
	Tiempo perdido (hrs)	0,3	0,98	1	1,25	3,53
	Cajas producidas totales	196	4 888	5 391	3 930	16 174
	Tiempo operativo (hrs)	2,08	3,69	3,75	2,75	13,94
	Velocidad teórica (cajas/hr)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
	Cajas buenas	1 920	4 798	5 351	3 870	15 939
ORANGE CRUSH	Tiempo programado (hrs)	5,42	1	6	10,33	22,75
	Tiempo perdido (hrs)	0,47	0,13	0,95	1,06	2,62
	Cajas producidas totales	5 810	1 291	6 624	11 244	24 969
	Tiempo operativo (hrs)	4,94	0,87	5,04	9,27	20,12
	Velocidad teórica (cajas/hr)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
	Cajas buenas	5 772	1 276	6 562	11 203	24 813
GINGER ALE	Tiempo programado (hrs)			3		3
	Tiempo perdido (hrs)			0,39		0,39
	Cajas producidas totales			3 375		3 375
	Tiempo operativo (hrs)			2,60		2,60
	Velocidad teórica (cajas/hr)			1 500		1 500
	Cajas buenas			3 360		3 360
TIKY	Tiempo programado (hrs)	1,75		0,66	3,33	5,74
	Tiempo perdido (hrs)	0,08		0,17	0,341	0,59
	Cajas producidas totales	2 050		916	4 364	7 330
	Tiempo operativo (hrs)	1,66		0,49	2,98	5,14
	Velocidad teórica (cajas/hr)	1 500		1 500	1 500	1 500
	Cajas buenas	2 032		905	4 324	7 261

Continuación de la tabla XV.

ROJA	Tiempo programado (hrs)		0,75			0,75
	Tiempo perdido (hrs)		0,13			0,13
	Cajas producidas totales		950			950
	Tiempo operativo (hrs)		0,62			0,62
	Velocidad teórica (cajas/hr)		1 500			1 500
	Cajas buenas		922			922
UVA	Tiempo programado (hrs)		1,75			1,75
	Tiempo perdido (hrs)		0,37			0,37
	Cajas producidas totales		2 161			2 161
	Tiempo operativo (hrs)		1,38			1,38
	Velocidad teórica (cajas/hr)		1 500			1 500
	Cajas buenas		2 140			2 140
LIMÓN	Tiempo programado (hrs)	1,75	0,92			2,67
	Tiempo perdido (hrs)	0,32	0,24			0,56
	Cajas producidas totales	2 091	1 250			3 341
	Tiempo operativo (hrs)	1,43	0,68			2,11
	Velocidad teórica (cajas/hr)	1 500	1 500			1 500
	Cajas buenas	2 061	1 235			3 296
SPUR COLA	Tiempo programado (hrs)				4	4
	Tiempo perdido (hrs)				0,8	0,8
	Cajas producidas totales				4 370	4 370
	Tiempo operativo (hrs)				3,2	3,2
	Velocidad teórica (cajas/hr)				1 500	1 500
	Cajas buenas				4 339	4 339
LEMON CRUSH	Tiempo programado (hrs)	2,87			1,58	4,45
	Tiempo perdido (hrs)	0,208			0,2	0,40
	Cajas producidas totales	3 027			1 823	4 850
	Tiempo operativo (hrs)	2,662			1,38	4,042
	Velocidad teórica (cajas/hr)	1 500			1 500	1 500
	Cajas buenas	2 992			1 802	4 794

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVI se presentan los porcentajes de OEE de cada sabor de gaseosa del mes 1, basándose en la información proporcionada en la tabla XV. La disponibilidad se calculó dividiendo el tiempo operativo entre el tiempo disponible, el rendimiento es el resultado de la división de la producción real entre la producción prevista y la calidad es el resultado de la división del número de cajas buenas entre la producción total de cajas. Estos valores serán utilizados para calcular el OEE promedio del mes 1, presentado en la tabla XVII.

Muestra de los cálculos para la presentación Club Soda correspondientes al mes 1 de estudio. De esta misma forma se calcularon los valores de todos los sabores producidos del mes de 1 de la tabla XVI.

$$\begin{aligned}\text{Disponibilidad} &= \text{Tiempo operativo} / \text{Tiempo disponible} \\ &= (736,2 \text{ min} / 948 \text{ min}) * 100 = 77,66 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rendimiento} &= \text{Producción real} / \text{Producción prevista} \\ &= (16\ 174 \text{ cajas} / 20\ 910 \text{ cajas}) * 100 = 77,35\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Calidad} &= \text{Número de cajas buenas} / \text{Producción total de cajas} \\ &= (15\ 939 \text{ cajas} / 16\ 174 \text{ cajas}) * 100 = 98,55\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{OEE} &= (\text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}) * 100 \\ &= (0,7766 * 0,7735 * 0,9855) * 100 = 59,20\%\end{aligned}$$

Tabla XVI. **Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 1**

<b>MES 1</b>				
<b>SABOR</b>	<b>Porcentaje Disponibilidad</b>	<b>Porcentaje Rendimiento</b>	<b>Porcentaje Calidad</b>	<b>Porcentaje EGE</b>
Club Soda	77,66%	77,35%	98,55%	<b>59,20%</b>
Orange Crush	88,47%	82,70%	99,38%	<b>72,71%</b>
Ginger Ale	86,83%	86,37%	99,56%	<b>74,67%</b>
Tiky	89,56%	95,05%	99,06%	<b>84,33%</b>
Roja	82,67%	102,15%	97,05%	<b>81,96%</b>
Uva	78,86%	104,40%	99,03%	<b>81,52%</b>
Limón	79,03%	105,56%	98,65%	<b>82,30%</b>
Spur cola	80,00%	91,04%	99,29%	<b>72,32%</b>
Lemon Crush	90,83%	79,99%	98,85%	<b>71,82%</b>
<b>EGE PROMEDIO</b>				<b>75,65%</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVII se establece el promedio de la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE del mes completo.

Ejemplo del cálculo del promedio de la disponibilidad correspondiente al mes 1; de esta misma forma se calcularon los demás promedios correspondientes a este mes en la tabla VII:

Disponibilidad promedio del mes =  $(77,66\% + 88,47\% + 86,83\% + 89,56\% + 82,67\% + 78,86\% + 79,03\% + 80,00\% + 90,83\%) / 9$  sabores de gaseosas en total = 83,77%

Tabla XVII. **Cuadro resumen del OEE del mes 1**

<i>Mes 1</i>				
	<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>EGE</b>
<b>Promedio</b>	<b>83,77%</b>	<b>91,62%</b>	<b>98,82%</b>	<b>75,65%</b>

Fuente: elaboración propia.

A partir de estos resultados se determina que el porcentaje de OEE del mes 1 fue de 75,65 por ciento, lo que significa que de 100 cajas de gaseosas que debieron producirse en base a la capacidad instalada, sólo se produjeron 75. El bajo valor de OEE se debe en gran medida a la baja disponibilidad de la línea (83,77 por ciento), es decir, en la situación actual de la empresa las máquinas en la línea de producción presenta varias perdidas de tiempo en el proceso, como las descritas en la tabla IV. Por lo que fue el punto principal que debió corregirse si se quería tener un aumento en la eficiencia global de la línea.

Según la teoría del inciso 2.6.1, página 28, un porcentaje de OEE entre 65 por ciento y 75 por ciento se considera regular, quiere decir que se considera aceptable solo si se está en proceso de mejor ya que se tienen importantes perdidas económicas y muy baja competitividad. Y nuestro valor de OEE obtenido en el mes 1 es de 75,65 por ciento, un valor muy cercano a dicho rango. Por lo tanto se establece que la situación actual de la empresa es regular y es de suma importancia la toma de medidas correctivas en lo que respecta al tiempo perdido para mejorar su situación.

### 2.8.2. Metas propuestas de OEE mensualmente

Las metas propuestas de OEE van aumentando en un 2 por ciento cada mes, empezando en el mes 1 con un OEE actual de la empresa del 75 por ciento para poder llegar al OEE meta al final del mes 5 de 85 por ciento.

Tabla XVIII. OEE meta para los 5 meses de estudio

Mes	OEE meta
1	77,00%
2	79,00%
3	81,00%
4	83,00%
5	85,00%

Fuente: elaboración propia.

### 2.8.3. Cálculo de OEE semanal y mensual

Se hizo uso de datos obtenidos para 5 meses de estudio; similares a lo descrito en la Tabla XV de la sección 2.8.1, los cuales se pueden ver en anexos, para obtener como resultado el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE por mes. Los resultados se resumen en las tablas XIX a la XXVI. La muestra de cálculo para obtener estos datos se mencionaron y se encuentran en la sección 2.8.1, página 64.

Tabla XIX. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 2

MES 2				
SABOR	Porcentaje Disponibilidad	Porcentaje Rendimiento	Porcentaje Calidad	Porcentaje EGE
Club Soda	69,63%	87,12%	99,59%	60,41%
Orange Crush	86,45%	92,15%	99,77%	79,48%
Tiky	93,61%	89,79%	99,74%	83,84%

Continuación de la tabla XIX.

Roja	89,50%	89,98%	99,59%	<b>80,20%</b>
Spur cola	89,18%	88,11%	99,47%	<b>78,16%</b>
Ginger Ale	72,00%	98,67%	99,72%	<b>70,84%</b>
EGE PROMEDIO				<b>75,49%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Cuadro resumen del OEE del mes 2**

MES 2				
	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	EGE
Promedio	<b>83,39%</b>	<b>90,97%</b>	<b>99,65%</b>	<b>75,49%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 3**

MES 3				
SABOR	Porcentaje Disponibilidad	Porcentaje Rendimiento	Porcentaje Calidad	Porcentaje EGE
Club Soda	73,63%	101,83%	99,42%	74,54%
Orange Crush	78,82%	96,33%	99,72%	75,72%
Ginger Ale	88,89%	88,29%	99,62%	78,18%
Tiky	94,31%	88,29%	99,73%	83,04%
Roja	88,19%	93,09%	99,55%	81,73%
Uva	80,00%	98,89%	98,88%	78,22%
Limón	78,49%	103,73%	99,68%	81,15%
Spur cola	90,59%	97,84%	99,65%	88,31%
Super cola	83,27%	99,97%	99,59%	82,91%
EGE PROMEDIO				<b>80,42%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Cuadro resumen del OEE del mes 3

<b>MES 3</b>				
	<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>EGE</b>
<b>Promedio</b>	<b>84,02%</b>	<b>96,47%</b>	<b>99,54%</b>	<b>80,42%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 4

<b>MES 4</b>				
<b>SABOR</b>	<b>% Disponibilidad</b>	<b>% Rendimiento</b>	<b>% Calidad</b>	<b>%EGE</b>
Club Soda	82,57%	99,24%	99,48%	<b>81,52%</b>
Orange Crush	84,41%	99,49%	99,66%	<b>83,69%</b>
Lemon Crush	88,89%	92,43%	99,62%	<b>81,85%</b>
Tiky	94,31%	88,29%	99,73%	<b>83,04%</b>
Roja	88,19%	93,09%	99,55%	<b>81,73%</b>
Uva	85,71%	98,22%	99,00%	<b>83,35%</b>
Limón	89,57%	98,51%	99,54%	<b>87,83%</b>
Super cola	90,59%	97,84%	99,65%	<b>88,31%</b>
<b>EGE PROMEDIO</b>				<b>83,92%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Cuadro resumen del OEE del mes 4

<b>Mes 4</b>				
	<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>EGE</b>
<b>Promedio</b>	<b>88,03%</b>	<b>95,89%</b>	<b>99,53%</b>	<b>83,92%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Porcentajes de OEE por cada sabor del mes 5**

<b>MES 5</b>				
<b>SABOR</b>	<b>Porcentaje Disponibilidad</b>	<b>Porcentaje Rendimiento</b>	<b>Porcentaje Calidad</b>	<b>Porcentaje EGE</b>
Club Soda	90,33%	95,66%	99,51%	<b>85,99%</b>
Orange Crush	92,44%	92,89%	99,73%	<b>85,63%</b>
Ginger ale	93,29%	92,63%	99,63%	<b>86,09%</b>
Tiky	95,90%	90,48%	99,72%	<b>86,53%</b>
Roja	94,83%	90,11%	99,50%	<b>85,03%</b>
Uva	89,07%	97,75%	102,93%	<b>89,62%</b>
Limón	94,05%	91,42%	99,58%	<b>85,62%</b>
Súper cola	91,70%	98,27%	99,33%	<b>89,51%</b>
Spur Cola	90,59%	93,13%	99,39%	<b>83,84%</b>
<b>EGE PROMEDIO</b>				<b>86,43%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Cuadro resumen del OEE del mes 5**

<b>Mes 5</b>				
	<b>Disponibilidad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>EGE</b>
<b>Promedio</b>	<b>92,47%</b>	<b>93,59%</b>	<b>99,92%</b>	<b>86,43%</b>

Fuente: elaboración propia.

A partir de estos resultados se determina que el porcentaje de OEE tuvo un aumento de 10,94 por ciento entre el mes 5 y el mes 1: 75,49 por ciento de OEE en el mes 1 – 86,43 por ciento de OEE en el mes 5 = aumentó 10,94 por ciento.

Al alcanzar un OEE de 86,43 por ciento en el mes 5, se tiene que ahora de 100 unidades que debieron producirse, se producen 86, comparado con la situación actual de la empresa en la que de 100 unidades que debían producirse, sólo se producían 75.

Según la teoría del inciso 2.6.1, página 28, un porcentaje de OEE entre 75 por ciento y 85 por ciento es aceptable, por lo que hay que mejorar para superar el 85 por ciento y avanzar hacia la clase mundial; se tienen ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja. Ya que habían pérdidas económicas y baja competitividad. Por lo tanto, la condición actual de la empresa dejó de ser aceptable pasa al rango de OEE entre 85 por ciento y 95 por ciento considerada como buena, ya que entra en valores de clase mundial y existe buena competitividad.

Según las tablas XIX a la XXVI, el porcentaje de disponibilidad de la máquina aumentó 8,7 por ciento (de 83,77 por ciento en el mes 1 a 92,47 por ciento en el mes 5) con la reducción del tiempo muerto de la máquina; el rendimiento tuvo una ligera mejoría de 1,97 por ciento (de 91,62 por ciento en el mes 1 a 93,59 por ciento en el mes 5) pero continúa siendo aceptable; y la calidad es un factor que no influyó en la obtención del OEE debido a que siempre se mantuvo con valores muy altos. Presentó un ligero aumento, de 1,10 por ciento (de 98,82 por ciento en el mes 1 a 99,92 por ciento en el mes 5) por lo que continúa siendo aceptable

#### **2.8.4. Presentación de resultados**

A continuación se presenta en forma resumida los resultados obtenidos, primeramente sobre los tiempos perdidos para el aumento de la disponibilidad, seguido del incremento mensual del OEE. Haciendo la suma de los tiempos

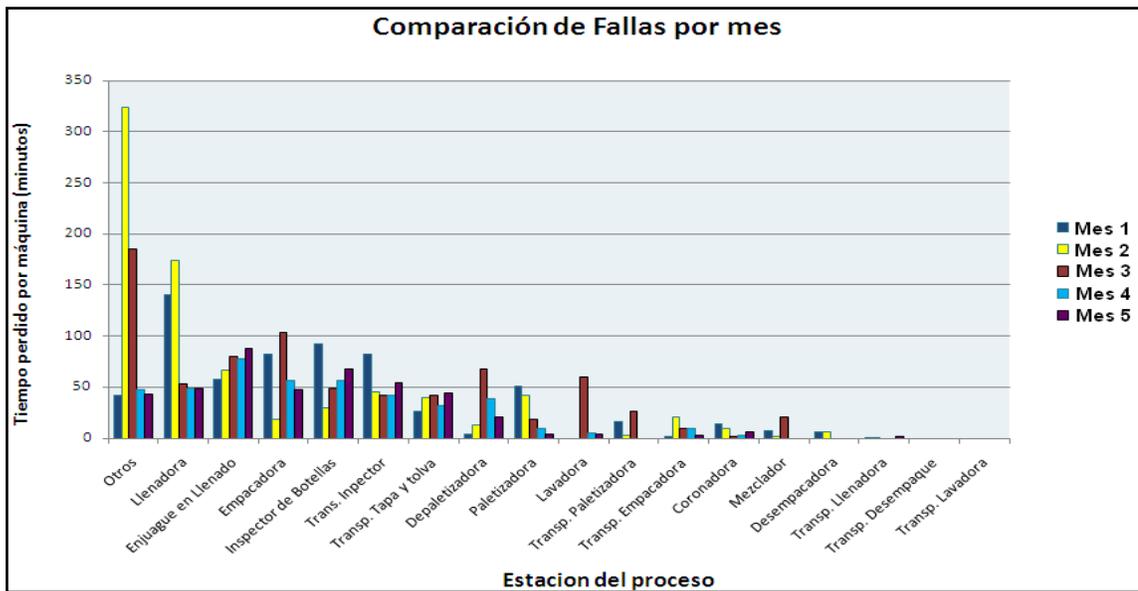
improductivos por maquinaria para cada mes, según las gráficas descritas en la sección 2.7.

Tabla XXVII. **Comparación de tiempos perdidos por maquinaria de los 5 meses de estudio**

<b>COMPARACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS MENSUALES</b>								
<b>Línea 1 de producción bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio)</b>								
<b>Máquina</b>	<b>Tiempo en minutos</b>						<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje Acumulado</b>
	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>TOTAL</b>		
Otros	42,00	324,00	185,33	47,83	43,50	<b>642,66</b>	21,16%	21,16%
Llenadora	140,25	173,50	53,00	49,00	49,00	<b>464,75</b>	15,30%	36,46%
Enjuague en llenado	58,00	66,00	80,00	78,00	88,00	<b>370,00</b>	12,18%	48,64%
Empacadora	82,50	18,50	103,00	56,00	47,00	<b>307,00</b>	10,11%	58,75%
Inspector de botellas	92,75	30,00	49,00	56,00	68,00	<b>295,75</b>	9,74%	68,49%
Transporte a inspector	81,83	45,67	41,50	41,50	54,00	<b>264,50</b>	8,71%	77,19%
Transporte tapa y tolva	26,70	40,00	41,50	31,50	44,50	<b>184,20</b>	6,06%	83,26%
Depaletizadora	4,00	13,00	67,50	38,50	21,00	<b>144,00</b>	4,74%	88,00%
Paletizadora	51,00	42,00	19,00	10,00	4,00	<b>126,00</b>	4,15%	92,15%
Lavadora	0,00	0,00	60,00	5,00	4,00	<b>69,00</b>	2,27%	94,42%
Transporte a paletizadora	16,00	3,00	26,00	0,00	0,00	<b>45,00</b>	1,48%	95,90%
Transporte empacadora	2,00	21,00	9,00	9,00	3,00	<b>44,00</b>	1,45%	97,35%
Coronadora	13,50	10,00	2,00	3,00	6,00	<b>34,50</b>	1,14%	98,49%
Mezclador	7,00	2,00	21,00	0,00	0,00	<b>30,00</b>	0,99%	99,47%
Desempacadora	6,00	6,00	0,00	0,00	0,00	<b>12,00</b>	0,40%	99,87%
Transporte a llenadora	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	<b>4,00</b>	0,13%	100,00%
Transporte desempaqué	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00%	100,00%
Transporte a lavadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00%	100,00%
<b>Tiempo Total</b>	<b>624,53</b>	<b>795,67</b>	<b>757,83</b>	<b>425,33</b>	<b>434,00</b>	<b>3037,36</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Comparación de tiempos perdidos por estación o maquinaria durante los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio)**

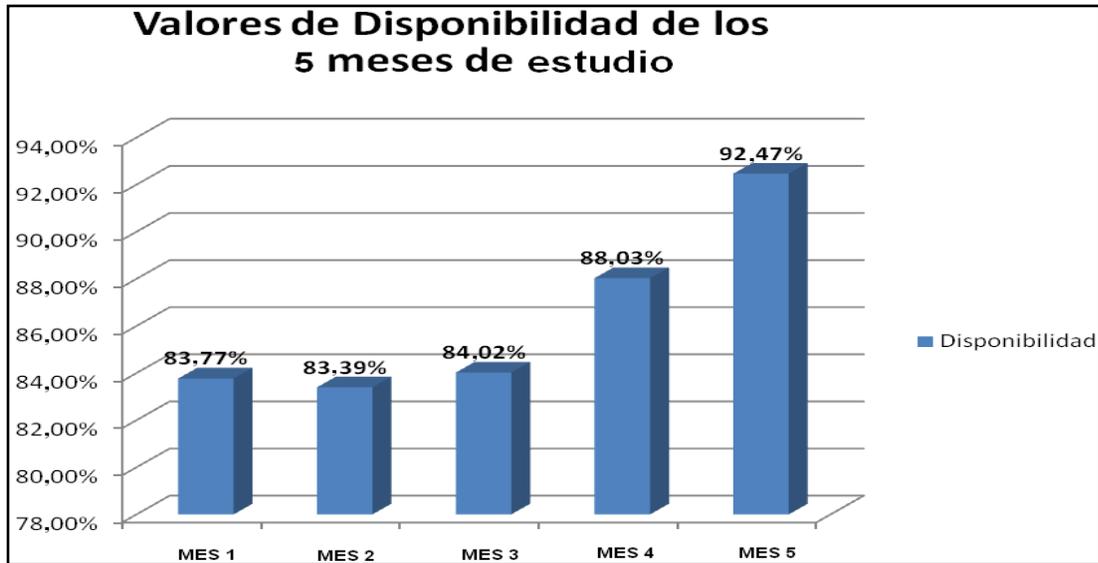


Fuente: elaboración propia.

En la figura 36 se observa que los tiempos perdidos de cada maquinaria fue disminuyendo paulatinamente durante cada mes que transcurría, aplicando las acciones correctivas descritas en el inciso 2.7.5 página 61.

Con la disminución de los tiempos perdidos en el proceso se logra tener una mayor disponibilidad en el proceso de producción, para lograr una mayor eficiencia global de los equipos. Y como se había mencionado al principio, dicho factor era el mas influyente en el proceso para que el OEE no aumentara, por lo que al final se logró obtener un aumento de disponibilidad del 8,70 por ciento (83,77 por ciento en el mes 1 a un 92,47 por ciento en el mes 5).

Figura 37. **Comparación de valores de disponibilidad durante los 5 meses de estudio en la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio)**



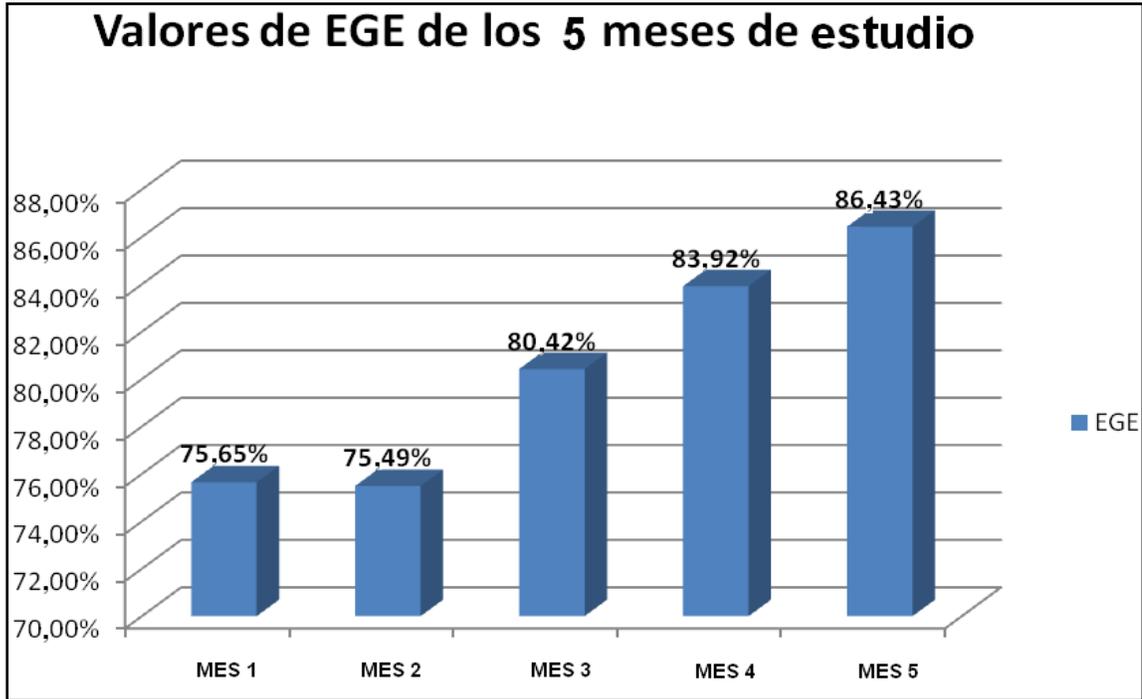
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Comparación de valores obtenidos de disponibilidad, velocidad, calidad y OEE de los 5 meses de estudio**

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	EGE
<b>1</b>	83,77%	91,62%	98,82%	<b>75,65%</b>
<b>2</b>	83,39%	90,97%	99,65%	<b>75,49%</b>
<b>3</b>	84,02%	96,47%	99,54%	<b>80,42%</b>
<b>4</b>	88,03%	95,89%	99,53%	<b>83,92%</b>
<b>5</b>	92,47%	93,59%	99,92%	<b>86,43%</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Comparación de valores de OEE durante los 5 meses de estudio



Fuente: elaboración propia.

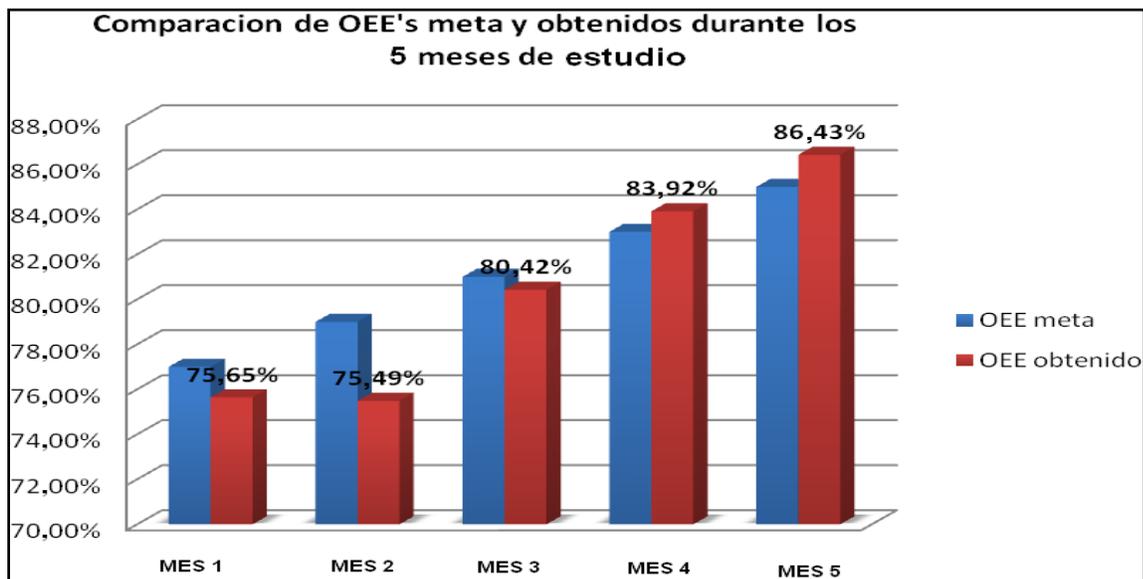
Como se observa tanto en la tabla XXVIII como en la figura 38, se logró llegar al OEE meta establecido en este proyecto (85 por ciento), aun así se superó dicho valor con un 86,43 por ciento, identificando primeramente los problemas en cuanto a los tiempos perdidos en el proceso, y aplicando las acciones correctivas para la reducción de los mismos.

Tabla XXIX. **Comparación de OEE's meta y obtenidos durante los 5 meses de estudio**

Mes	OEE meta	OEE obtenido
1	77,00%	75,65%
2	79,00%	75,49%
3	81,00%	80,42%
4	83,00%	83,92%
5	85,00%	86,43%

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Comparación de OEE's meta y obtenidos durante los 5 meses de estudio**



Fuente: elaboración propia.

### 2.8.5. Seguimientos de las acciones correctivas

El seguimiento consistió en la recopilación de los datos (tiempos improductivos) y el análisis del porcentaje del OEE, el control tanto de la disponibilidad, rendimiento y calidad de la línea, a medida que avanza un proyecto. Este seguimiento permitió mantener un aumento de la eficiencia global de la línea.

La evaluación consistió en la comparación de los resultados (tiempos improductivos) del mes actual con los del mes anterior y comprobar que las medidas correctivas atacaron la raíz del problema y que esto repercutió en el aumento de la eficiencia global de la línea.

Se le dio seguimiento a las acciones correctivas planteadas en el inciso 2.7.4, mediante un *chek list* que se pasaba al final del mes (ver anexos) y con ello se comprobó su constante realización. Con base en el control del porcentaje de disponibilidad, que era el factor que más incidía para el aumento del OEE, se realizó la evaluación de los resultados de dichas acciones para comprobar si los problemas habían sido eliminados o habían disminuido.

Los resultados fueron calculados de la siguiente manera, como muestra de cálculo se tomará el problema de código borroso o no legible en las botellas: a lo largo del mes 2 el paro de la línea de producción por código borroso o no legible en las botellas por el Videojet, presentó una duración de 127 minutos y en el mes 3 una duración de 91 minutos, por lo tanto: porcentaje de reducción del paro =  $(91 \text{ min} / 127 \text{ min}) * 100 = 71,65\%$ . Porcentaje de reducción del paro =  $100\% - 71,65\% = 28,34\%$

De esta misma forma fueron calculados los demás resultados de las acciones correctivas que se presentan en las tablas XXX, XXXI, XXXII y XXIII.

Tabla XXX. **Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes 1**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Bajo nivel de llenado por presión.	Llenadora	Cambio de válvulas de presión en proporcionador a llenadora, así como también la calibración de valores en el panel de control del proporcionador.	Al cambiar las válvulas de presión en el proporcionador el problema se eliminó en un 100 por ciento.
Atasco de botellas.	Transporte a inspector de botellas.	Constante lubricación en el transporte de cadenas.	Lubricación en el transporte de cadenas cada hora, el problema se redujo en un 35,48 por ciento.
Demasiado rechazo de botellas.	Inspector de botellas.	Ajustes eléctricos en el panel de control para inspección de boca, fondo, contorno y pared interior.	Se realizan ajustes eléctricos cada hora, el problema se redujo en un 57,14 por ciento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes 2**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Código no legible o borroso.	Videojet	Ajustes en el panel de control y cambio constante de tinta.	El problema se redujo en un 28,34 por ciento.
cabezal de impresión.	Videojet	Limpieza en el cabezal de tinta acumulada cada hora.	El problema se redujo en un 70,16 por ciento.
Compuerta de mesa.	Llenadora	Cambio en sensores eléctricos en la compuerta de mesa.	El problema puntual se eliminó en un 100 por ciento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes 3**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Código no legible o borroso.	Videojet	Se adquirió un Videojet completamente nuevo.	El problema se redujo en un 94,50 por ciento.
cabezal de impresión.	Videojet	Se adquirió un cabezal de impresión completamente nuevo.	El problema se redujo en un 81,08 por ciento.
Temperatura baja.	Lavadora de botellas	Ajustes en el panel de control así como también regulación de válvula de presión.	El problema puntual se eliminó en un 100 por ciento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Seguimiento y evaluación de las acciones correctivas del mes 4**

<b>Problema</b>	<b>Maquinaria o estación</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Resultado</b>
Botellas caídas en mesa.	Empacadora	Ajustes en la presión de las tulipas de agarre de botellas.	El problema se redujo en un 22,72 por ciento.
Demasiado rechazo de botellas.	Inspector de botellas.	Limpieza de lentes y sensores cada hora.	El problema se redujo en un 25 por ciento.
Atasco de plástico debajo de transporte de cadena.	Empacadora	Mantenimiento y limpieza mecánica al sistema de transporte de cadena.	El problema puntual se eliminó en un 100 por ciento.

Fuente: elaboración propia.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Marco legal**

Como bien es sabido, la seguridad e higiene industrial en cualquier empresa esta regido principalmente por el Código de Trabajo y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). A continuación se menciona de forma resumida lo concerniente a ello.

##### **3.1.1. Código de Trabajo**

“Según el código del trabajo en sus diferentes artículos estipula la higiene y seguridad en el trabajo, ya que el patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores, asimismo indica que todo patrono está obligado a acatar y hacer cumplir las medidas que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales Código de Trabajo, Guatemala 2011).”<sup>15</sup>

En el caso la empresa en la cual se realizó este proyecto de investigación, esta en pleno conocimiento de los artículos, deberes y obligaciones que como patrones tienen que cumplir para resguardar la seguridad y bienestar de sus trabajadores.

---

15 Código de trabajo de Guatemala, 2011.

## **3.2. Marco conceptual**

Para poder entender los principales términos utilizados en la seguridad e higiene industrial de la empresa, definimos a continuación algunos términos.

### **3.2.1. Actos inseguros**

Es toda actividad voluntaria, por acción u omisión, que conlleve la violación de un procedimiento, norma, reglamento o práctica segura establecida tanto por el estado como por la empresa, que pueda producir un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.

### **3.2.2. Condiciones inseguras**

Es cualquier situación de característica física o ambiental previsible, que se desvía de aquella que es aceptable, normal o correcta y son capaces de producir un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.

### **3.2.3. Plan de contingencia**

La elaboración de un plan de contingencia es una presentación para tomar acciones específicas cuando surjan problemas o una condición que no este considerada en el proceso de planeación y ejecución normal de las labores diarias.

El plan de contingencia debe contemplar tres tipos de acciones, las cuales son prevención, detección y recuperación. En cuanto a la prevención se refiere al conjunto de acciones que el departamento de seguridad e higiene debe evaluar constantemente con el fin de prevenir cualquier contingencia.

La detección se refiere a contener el daño en el momento, así como limitarlo tanto como sea posible y por último la recuperación abarca el mantenimiento de partes críticas entre la pérdida de los recursos, así como de su recuperación.

### **3.2.4. Características de los planes de emergencia**

Los planes de emergencia, son los documentos en los que se plasma el conocimiento de los agentes perturbadores y sus efectos sobre la población y su entorno, a fin de determinar el proceso regulador, es decir, aquellas actividades, procedimientos y acciones destinadas a la protección de los sistemas afectables.

#### **3.2.4.1. Principios básicos**

El Plan de Emergencia debe cumplir con cinco principios básicos, siendo éstos los siguientes:

- Ser formulados por escrito, para evitar modificaciones e improvisaciones
- Contar con la aprobación de la máxima autoridad de la empresa
- Ser difundidos ampliamente para su conocimiento
- Asegurar el aprendizaje del contenido entre los brigadistas
- Realizar simulacros, con el fin de practicarlos regularmente

Es necesario considerar, que los ejercicios de evacuación deben realizarse en el escenario propio de la planta de producción para lograr el manejo adecuado de los equipos de prevención y auxilio (alarmas, extintores, hidrantes, etc.); conocer los sitios de repliegue y zonas de menor riesgo; las

rutas alternas de evacuación y para cualquier otra acción preparatoria (incluso la toma de los tiempos de recorrido).

También se recomienda la realización periódica de ejercicios de evacuación, con todo el personal de la planta para corroborar la eficacia del Plan de Emergencia o bien, conocer las deficiencias existentes para asegurar el óptimo desempeño de las acciones a realizar en casos reales, así como incluir las modificaciones necesarias.

### **3.2.5. Tipos de desastres**

Es necesario identificar los riesgos y amenazas de incidentes que pudieran afectar a las personas parcial o totalmente, en razón de los fenómenos naturales o artificiales propios de la zona geográfica e inmueble en particular. Dentro de estos fenómenos se tienen:

- Sismos
- Incendios (urbanos, sin propagación o generalizados y rurales)
- Inundación (desbordes, erosión de riberas)
- Deslizamientos de tierras (aluviones, derrumbes, hundimientos)
- Explosiones (sabotaje y otros)
- Contaminación y/o polución (gases tóxicos, radiación atómica)

### **3.2.6. Definición de simulacro**

Un simulacro de evacuación es la representación de una respuesta de protección ante una emergencia causada por uno o más fenómenos o agentes perturbadores. Durante el ejercicio se simulan diversos escenarios, lo más

cercanos a la realidad, con la finalidad de probar y preparar la respuesta más eficaz ante eventuales situaciones reales de perturbación.

El principal objetivo de los simulacros es lograr que el personal de la empresa practique las acciones previstas para realizar una evacuación con óptimo desempeño, de modo que se generen y consoliden los hábitos correctos de respuesta. Los simulacros, son el medio por el cual se revisan las políticas y procedimientos establecidos para los casos de emergencia; con ellos debe probar que lo planeado resulta sencillo y eficiente.

Es posible que los simulacros revelen deficiencias, las cuales puede remediarse durante una situación de emergencia simulada, en lugar de tratar de encontrar soluciones durante una emergencia real.

Con el fin de generar la información necesaria para la realización de un simulacro, los responsables de su diseño y planeación determinarán el tipo de riesgo al que están expuestos el personal, el inmueble y el entorno. Según sea el tipo de riesgo, se orientará la operación de los brigadistas; ellos mismos supervisarán la ejecución de los ejercicios de simulacros para garantizar el debido apego a lo planeado.

Ya sabidos los principales conceptos adoptados al tema de seguridad e higiene industrial se realizaron tres proyectos, siendo estos:

- Condiciones de señalización y rutas de evacuación dentro de la planta de producción de fábrica de bebidas gaseosas Salvavidas, S.A.,
- Medidas preventivas para evitar riesgos en las estaciones o maquinaria de tres líneas de producción de bebidas gaseosas.

- Desarrollo de un simulacro de evacuación ante un terremoto.

### **3.3. Condiciones de señalización y rutas de evacuación dentro de la planta de producción**

La fábrica de bebidas gaseosas salvavidas cuenta con un salón grande de producción en el cual existen 5 líneas de producción, 3 para bebidas gaseosas y 2 para agua pura. Cuenta con dos salidas de emergencia para todo el salón, con un número de 60 a 70 trabajadores por turno de ocho horas. Lo anterior se puede observar en la figura 40, página 94.

#### **3.3.1. Áreas de riesgo analizadas**

Las áreas de riesgo analizadas en esta investigación fueron cinco líneas de producción de bebidas gaseosas: línea 1, 2, 3, 4 y 5. Analizando para ello tanto las condiciones de señalización de escape y con ello obtener las rutas de evacuación que mejor se adaptan al área de trabajo.

#### **3.3.2. Clasificación de áreas de riesgo**

Tanto la señalización como las rutas de evacuación dentro de la planta de producción son de suma importancia para resguardar la seguridad de los trabajadores de la empresa, es por ello que se analizan estos temas a continuación.

- Señalización de evacuación

En cuanto a la señalización de evacuación dentro de la planta de producción se puede mencionar los siguientes problemas encontrados, describiendo en las tabla XXXIV y XXXV si la señal de evacuación existe o no; y si es visible o no, y dar la recomendación respectiva para cada problema.

Esta evaluación consistió en ubicar en el panel de control de cada maquinaria o estación de las líneas de producción, y realizar una visual de 360 grados y con ello visualizar la señal de ruta de evacuación, si el operador puede observarla o no.

Tabla XXXIV. **Condiciones de las señales de rutas de evacuación en la planta de producción para las líneas de producción de 20 onzas**

<b>Señales de Rutas de Evacuación</b>			
<b>LINEA 1 (vidrio)</b>	<b>Existe</b>	<b>Visible</b>	<b>Observaciones</b>
Depaletizadora	No	No	Colocar señalización
Desempacadora	Si	Si	
Lavadora	Si	No	Obstruye cilindro de agua caliente y tanques de CIP
Inspector	Si	No	Obstruye el panel de alarma de aviso
Llenadora	Si	Si	
Mezcladora	Si	No	Obstruye tanque de alimentación
Empacadora	Si	No	Obstruye tanque de CIP
Paletizadora	No	No	Colocar señalización
<b>LINEA 2 (pet)</b>	<b>Existe</b>	<b>Visible</b>	<b>Observaciones</b>
Posimat	Si	Si	
Rinser	Si	No	Reubicar la señal
Llenadora	No	No	Colocar señalización
Lavadora	Si	Si	
Etiquetadora	Si	No	Obstruye columna de metal
Empaquetadora	Si	No	Obstruye tarima amarilla
<b>LINEA 3 (pet)</b>	<b>Existe</b>	<b>Visible</b>	<b>Observaciones</b>
Posimat	Si	No	Obstruye tarima amarilla
Etiquetadora	Si	Si	
Rinser	No	No	Colocar señalización
Llenadora	No	No	Colocar señalización
Mezcladora	Si	No	Colocar señalización
Empaquetadora	Si	Si	
Paletizadora	No	No	Colocar señalización
Robopack	No	No	Colocar señalización

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Condiciones de las señales de rutas de evacuación en la planta de producción para las líneas de producción de 2 litros y 3,3 litros**

<b>Señales de Rutas de Evacuación</b>			
<b>LÍNEA 4 (pet)</b>	<b>Existe</b>	<b>Visible</b>	<b>Observaciones</b>
Posimat	Si	Si	
Rinser	Si	Si	
Llenadora	Si	No	Obstruye lavadora
Lavadora	Si	No	Obstruye el panel de alarma de aviso
Etiquetadora	Si	Si	
Empaquetadora	Si	No	Obstruye etiquetadora
<b>LÍNEA 5 (pet)</b>	<b>Existe</b>	<b>Visible</b>	<b>Observaciones</b>
Posimat	Si	Si	
Rinser	Si	Si	
Llenadora	No	No	Colocar señalización
Lavadora	Si	Si	
Etiquetadora	Si	No	Obstruye columna de metal
Empaquetadora	No	No	Colocar señalización

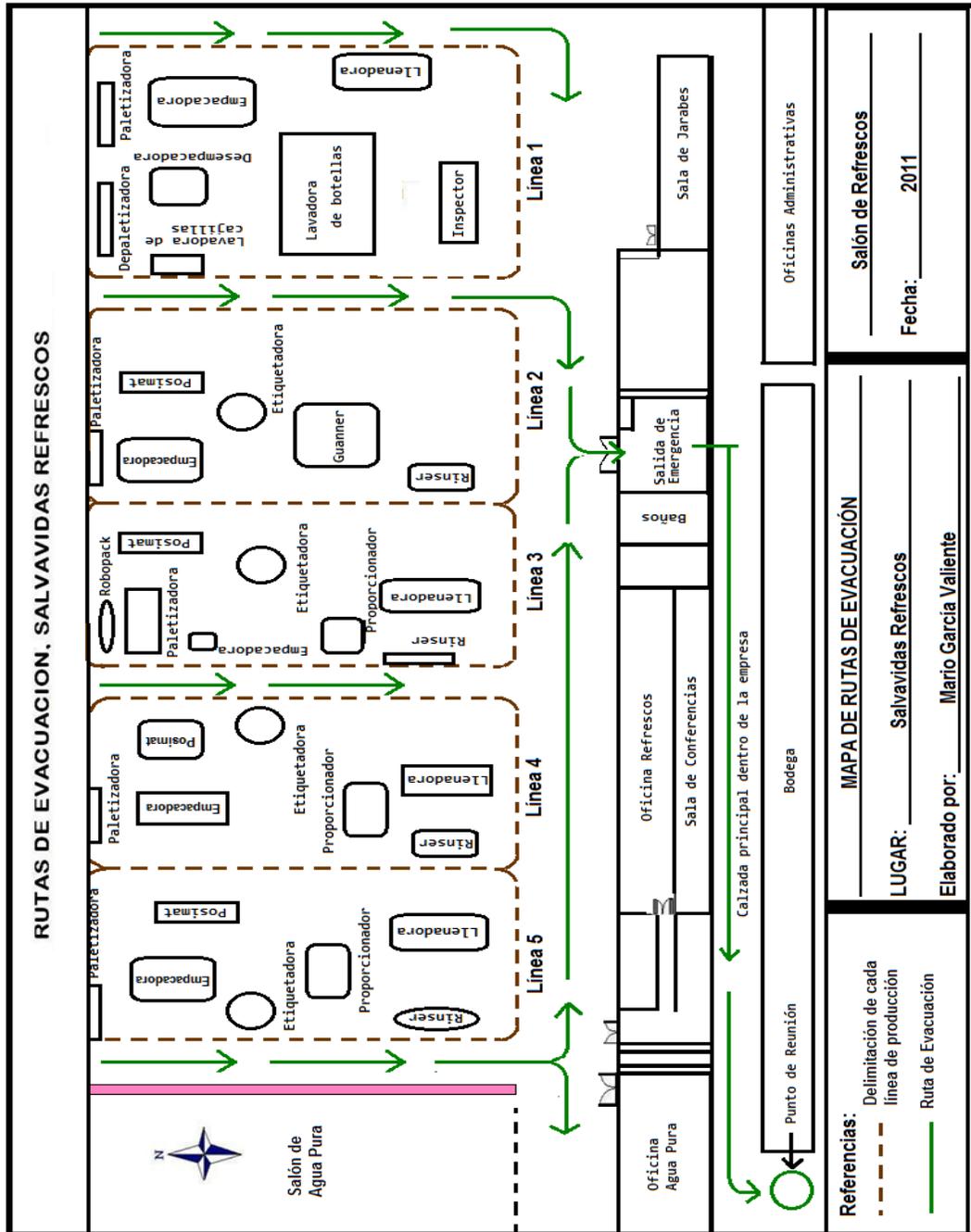
Fuente: elaboración propia.

- Rutas de evacuación

Las rutas de evacuación dentro de la planta de producción están definidas mediante la ubicación de las señales de escape, ubicadas estratégicamente en cada línea de producción con el objetivo de guiar a los trabajadores a un área segura ante un desastre natural o una emergencia.

Las rutas de evacuación fueron definidas en este proyecto luego de terminar de verificar tanto las condiciones como ubicación de las señales de evacuación dentro de la planta de producción. El mapa de la planta con sus respectivas rutas de evacuación quedó de la siguiente manera:

Figura 40. Mapa de rutas de evacuación de Salvavidas Refrescos



Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Medidas preventivas para evitar riesgos en las estaciones o maquinaria de tres líneas de producción de bebidas gaseosas**

Todas las actividades desarrolladas por los seres humanos involucran algún tipo de riesgo, en especial aquellas actividades relacionadas con las instalaciones industriales y las sustancias peligrosas que se manipulan en sus procesos. En este caso la planta de producción de bebidas gaseosas no es la excepción ya que la admisión o no del riesgo analizado dependerá del criterio o nivel de seguridad que se quiera alcanzar.

Como se sabe el riesgo es la posibilidad de sufrir un daño por la exposición a un peligro y peligro es la fuente del riesgo y se refiere a una sustancia o a una acción que puede causar daño. Y la evaluación de riesgos se refiere a la técnica para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo.

El proceso de elaboración de bebidas gaseosas tanto en envases de vidrio como pet conlleva una serie de procesos en el que el operario se ve involucrado con la manipulación tanto directa como indirecta de la maquinaria. Es por ello que se realiza a continuación una tabla de identificación de riesgos en tres líneas de producción de bebidas gaseosas, describiendo el tipo de riesgo, la descripción del problema y su correspondiente medida preventiva.

La metodología consistió en ir a inspeccionar todas las maquinaria o estación de trabajo de las tres líneas de producción, en la cual se observaban los riesgos que podían sufrir los operadores a la hora del trabajo. Asimismo se les preguntaba a ellos sobre los riesgos de accidentes que a su criterio ellos recomendaban analizar y evaluar mejor.

Tabla XXXVI.

**Riesgos de accidentes en tres líneas de producción de bebidas gaseosas**

Identificación de riesgos de accidentes en tres líneas de producción de refrescos			
Area o maquinaria	Tipo de riesgo	Descripción	Medida preventiva
Depaletizadora (línea 1)	Expuesto a caídas	Los trabajadores que se ubican en el área de la Depaletizadora tienen que cruzarse del otro lado de la banda transportadora por medio de una escalera, por lo cual tienen que pasar por encima de las cajas en movimiento, pudiendo sufrir algún tipo de caída, ya que por la humedad que se encuentra en el área es muy susceptible a un resbalón.	Se recomienda tomar las medidas precautorias para el caso, como lo es instalar una pasarela pequeña, ya que solamente existe una en el área.
Desempacadora (línea 1)	Expuesto a caídas	Los trabajadores que se ubican en el área de la Empaquetadora tienen que cruzarse del otro lado de la banda transportadora por medio de solamente una escalera, por lo cual tienen que pasar por encima de las cajas en movimiento, pudiendo sufrir algún tipo de caída, ya que por la humedad que se encuentra en el área es muy susceptible a un resbalón.	Por lo que se recomienda tomar las medidas precautorias para el caso, como lo es instalar una pasarela pequeña, ya que solamente existe una en el área.
Lavadora (línea 1)	Expuesto a quemaduras y agentes químicos (Soda Cáustica)	La lavadora de botellas trabaja a distintas temperaturas de agua, lo cual, mantiene la superficie caliente. Los filtros se encuentran ubicados en la parte superior (fotografía lateral derecha) y en procedimientos de limpieza hay derrames de soda cáustica, nociva para el contacto.	Es recomendable implementar un letrero de advertencia para que los operarios tengan el debido cuidado al manipular los filtros de limpieza.
	Expuesto a	Los alrededores de la lavadora de botellas trabaja a distintas	Se recomienda colocar la señalización

Continuación de la tabla XXXVI.

Area o maquinaria	Tipo de riesgo	Descripción	Medida preventiva
quemaduras y agentes químicos (Soda Cáustica)	temperaturas de agua, lo cual, mantiene la superficie caliente. Aun así no existe una identificación de advertencia en cuanto a una línea preventiva en el piso que advierta de dicho peligro.	correspondiente de prevención así como una línea continua de color amarillo alrededor de la lavadora.	
Inspector (línea 1)	Expuesto a cortaduras por vidrio	La Inspector por medio del pusher que desecha las botellas en mal estado, las deposita en contenedores apropiados, pero estos a su vez cuando están a su capacidad máxima, aunque tengan un protector de plástico encima, rebota pedazos de vidrio a sus alrededores, pudiendo provocar heridas serias al operario encargado sino tiene la protección adecuada.	Se recomienda la utilización continua de guantes gruesos, así como de gafas protectoras.
Llenadora (línea 1)	Expuesto a cortaduras por restos de vidrio	Se genera una gran presión a las botellas cuando se introduce la mezcla, así que son muy propensas a que exploten, enviando restos de vidrios por todos lados. Si no esta colocado el revestimiento frontal de la máquina el operario puede sufrir varias cortaduras.	Por lo tanto se recomienda el uso de gafas protectoras, para no sufrir algún daño físico.
Empacadora (línea 1)	Expuesto a caídas	El operario que esta a cargo de esta área tiene que subirse a una tarima para verificar el buen alineado de las botellas para su empaquetado, pero esta tarima tiene dos defectos: una es que es muy alta, generando un continuo dolor de espalda al operario, y que por lo mismo utiliza una caja de envases como ayuda para subirse, estando propenso a caerse ya que la superficie del piso esta mojada, pudiéndose resbalar dicha caja muy fácilmente.	Se recomienda una colocación de una grada principal soldada a la tarima para el fácil traslado del operario, así como también la aseguración mediante tornillos al piso, para que ésta no se deslice fácilmente.

Continuación de la tabla XXXVI.

Posimat (línea 2 y 3)	Expuesto a lesiones físicas.	En esta parte del equipo esta prohibido introducir o sacar envases de los pucs cuando este transporte se encuentra en movimiento, porque el operario puede estar expuesto a lesiones físicas.	Colocar un letrero con la leyenda: "ADVERTENCIA: no introducir o sacar envases en esta área cuando la máquina esta en movimiento"
<b>Area o maquinaria</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medida preventiva</b>
Empacadora (línea 2 y 3)	Expuesto a quemaduras	La carcasa del homo al salir de la empacadora se encuentra caliente durante su funcionamiento. No cuenta con un letrero que haga esta salvedad a los operadores.	Colocar un letrero con la leyenda: "PRECAUCIÓN: superficie caliente" para que todo el personal que pase por el lugar este enterado.
Empacadora (línea 2 y 3)	Expuesto a cortaduras.	En la cuchilla cortadora de termo nylon en la empacadora, al momento de colocar el termo nylon en la cuchilla cuando se inician operaciones, si no se toma la precaución adecuada se puede rozar la mano con la cuchilla.	Colocar un letrero con la leyenda: "PRECAUCIÓN: cuchilla en el interior". Y como se mencionó en la introducción, indicar a los operadores la forma adecuada de realizar esta operación puesto que el letreiro solo es un recordatorio.
Etiquetadora (línea 2 y 3)	Expuesto a quemaduras.	El conjunto encolador por su función normal se mantiene caliente en toda su superficie, sin embargo no cuenta con un rotulo que indique su estado. En el caso del deposito de pegamento si cuenta con un rotulo pero esta en inglés.	Colocar un letreiro con la leyenda: "PRECAUCIÓN: Superficie caliente". Para el depósito de pegamento cambiar el letreiro que tiene por uno que este en español.
Homo de empacadora (línea 2 y 3)	Expuesto a quemaduras.	Durante la Operación y mantenimiento, a la salida del Homo, no se cuenta con una protección adecuada para evitar accidentes (quemaduras en su mayoría).	Se podría crear una cubierta protectora como la de la entrada del homo así se evitarían riesgos.

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Desarrollo de un simulacro de emergencia ante un terremoto

Para enfrentar circunstancias adversas a la integridad física de los trabajadores de la empresa, es necesario desarrollar planes de emergencia que los protejan, tanto a ellos como a sus bienes, y asimismo cuenten con la preparación y entrenamiento adecuados que le permitan enfrentar una situación de peligro de manera adecuada y racional con el fin de mitigar el impacto de un desastre.

Esta actividad se realizó en el área de refrescos de Salvavidas, en 5 líneas de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (pet) y no retornable (vidrio).

A continuación se presenta el comité de seguridad designado para la evacuación de la planta ante una emergencia.

Tabla XXXVII. **Comité de Seguridad de Salvavidas Refrescos**

<b>Nombre</b>	<b>Puesto</b>	<b>Actividad designada</b>
Alfredo Yal	Guía General	Sonar la alarma de emergencia y estar en la salida de emergencia y guiar a los trabajadores hacia la zona segura o punto de reunión.
Eduardo Gómez	Guía línea 1	Guiar a los trabajadores de su línea de producción hacia el punto de reunión.
Renato García	Guía línea 2	Guiar a los trabajadores de su línea de producción hacia el punto de reunión.
Carlos solares	Guía línea 3	Guiar a los trabajadores de su línea de producción hacia el punto de reunión.
Henry Castro	Guía línea 4	Guiar a los trabajadores de su línea de producción hacia el punto de reunión.

Continuación de la tabla XXXVII.

Leonel Batz	Guía línea 5	Guiar a los trabajadores de su línea de producción hacia el punto de reunión.
Rony Vásquez	Primeros Auxilios	Prestar los primeros auxilios a todo trabajador que así lo necesite.

Fuente: fábrica de bebidas gaseosas Salvavidas S.A.,

### **3.5.1. Etapas del simulacro**

A continuación se presenta paso a paso la realización del simulacro de evacuación ante un terremoto, efectuado dentro de las instalaciones de fábrica de bebidas gaseosas Salvavidas S.A.

#### **3.5.1.1. Planeación**

La planeación de este ejercicio de evacuación se requirió del total conocimiento de: características físicas de la planta de producción de refrescos (número de líneas de producción, tipo de maquinaria, equipos accesorios de seguridad, etc.); de la zona donde se ubica (sala de producción); de los espacios abiertos en el entorno (calzada principal); de los inmuebles vecinos (laboratorios, salas de producción, etc.), así como la actividad que realizan estos y de los riesgos que pueden ocurrir en cualquier momento.

Como su nombre lo indica, en esta etapa se planificó la actividad a realizar mediante una reunión preliminar, en la cual se analizaron conjuntamente, tanto los operarios como el jefe de producción de refrescos las rutas de evacuación viables y existentes en el área de refrescos para cada línea de producción.

La primera etapa en un simulacro de evacuación, que es la planeación incluyó lo siguiente:

- Metas

Para cumplir con los alcances previstos en la realización del simulacro se consideró que el objetivo principal de esta actividad era conocer las rutas de evacuación respectivas para cada línea de producción. Verificando las rutas de evacuación ubicadas en cada línea de producción (ver figura 40). Asimismo la distribución de los brigadistas o guías, los cuales ubican en los puntos finales de cada línea de producción, los que tienen la labor de pasar por toda la ruta de evacuación de la línea y verificar que no haya ninguna persona rezagada.

Figura 41. **Señalización de ruta de evacuación**



Fuente: manual de seguridad industrial, Salvavidas S.A.

- Participantes

Se incluyó a todo el personal de la planta de producción de refrescos, correspondientes a las tres líneas de producción que ella implica, es decir: operarios, brigadistas, guía, jefes y asistentes de producción.

- Escenario

Los escenarios deben presentar diferentes grados de dificultad para valorar la capacidad de respuesta ante diversas situaciones. Para el diseño de los escenarios, cada línea de producción tiene una ruta de evacuación correspondiente (ver figura 40, página 92) en la cual el recorrido hacia la zona de salvamento se hace mas fácil. Para ello se consultó el plano de la planta de producción de refrescos, con el fin de señalar las rutas de desalojo, salidas de emergencia, la ubicación de las zonas con menor posibilidad de rescate, los equipos de seguridad, las zonas de repliegue y de menor riesgo, entre otros.

- Formatos de observación y evaluación

Dentro de las actividades de planeación es necesario contar con formatos para calificar los procedimientos, la revisión y la actualización del Plan después de la primera realización, así como de los subsecuentes simulacros, el formato utilizado se puede ver en anexos.

En este caso el asistente de seguridad industrial iba tomando nota de los aspectos relevantes. Al final se evaluó el procedimiento y resultados del simulacro, con lo cual se realizó este informe dando las pautas y recomendaciones necesarias de lo ocurrido.

- Recursos necesarios

Se deben coordinar las tareas asignadas a los brigadistas con los recursos disponibles dentro de la empresa: en este rubro es de suma importancia prever que se cuente con los recursos humanos y materiales suficientes para enfrentar una emergencia real.

Algunos de los recursos materiales prioritarios existentes en la planta son los extintores, botiquines de primeros auxilios, camilla, lámparas en cada línea de producción, megáfonos, radios de pilas, etc. Nunca se debe olvidar la lista del personal.

#### **3.5.1.2. Ejecución**

Luego de planificar el simulacro de evacuación, todos los operarios regresan a sus labores. Luego de unos minutos empieza a sonar la alarma de emergencia, con lo cual los operarios y trabajadores empiezan a desalojar calmadamente la planta de producción hacia el área de seguridad ubicada al final de la calzada principal.

Los brigadistas u operarios ubicados al final de cada línea de producción fueron los encargados de velar que todos sus operarios desalojaran la planta exitosamente.

Un guía designado en la planeación, vestido con chaleco naranja fluorescente es el encargado de guiar al personal hacia la zona segura descrita anteriormente.

Ya ubicados en la zona segura tanto el guía como los brigadistas tienen la labor de realizar el conteo respectivo de los operarios de su línea de producción, reportando inmediatamente la ausencia de alguno si fuese el caso.

### 3.5.1.3. Evaluación

Luego de haber terminado el simulacro de evacuación, todas las personas involucradas, se reunieron en la sala de juntas de la empresa, analizando lo ocurrido, identificando los problemas encontrados, y asimismo proponiendo las soluciones y recomendaciones correspondientes.

### 3.5.2. Problemas encontrados en el simulacro de evacuación y sus recomendaciones

Luego de haber finalizado el simulacro de evacuación, se analizaron los problemas encontrados por todos los involucrados en el evento, dando recomendaciones puntuales para poder eliminarlas.

Tabla XXXVIII. **Problemas encontrados en el simulacro de evacuación**

Area	Problema encontrado	Recomendación
Línea 1	En la parte de atrás de la línea de producción, por el área de la paletizadora no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.	Colocar un sistema de alarmas en cada línea de producción para que los trabajadores puedan escuchar con claridad el sonido de la misma.
	Había cajas de envases en las rutas de evacuación.	Mantener las rutas de evacuación despejadas y libres de objetos.
	El piso estaba muy liso y mojado por el inspector de botellas, por lo que podría provocar un resbalón o un accidente a algún trabajador, ya que es la vía de la ruta de evacuación.	Mantener las rutas de evacuación lo más secas y limpias posibles, libres de agua y restos de vidrio en el piso, que puedan ocasionar un accidente innecesario en una emergencia.

Continuación de la tabla XXXVIII.

Línea 2	En la parte de atrás de la línea de producción, por el área del Posimat no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.	Colocar un sistema de alarmas en cada línea de producción para que los trabajadores puedan escuchar con claridad el sonido de la misma.
	En la salida de la llenadora, el piso estaba muy liso, por lo que podría provocar un resbalón o un accidente a algún trabajador, ya que es la vía de la ruta de evacuación.	Mantener las rutas de evacuación lo más secas y limpias posibles, libres de agua y restos de vidrio en el piso que puedan ocasionar un accidente innecesario en una emergencia.
Línea 3	En la parte de atrás de la línea de producción, por el área del Posimat no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.	Colocar un sistema de alarmas en cada línea de producción para que los trabajadores puedan escuchar con claridad el sonido de la misma.
Línea 4	En la parte de atrás de la línea de producción, por el área del Posimat no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.	Colocar un sistema de alarmas en cada línea de producción para que los trabajadores puedan escuchar con claridad el sonido de la misma.
Línea 5	En la parte de atrás de la línea de producción, por el área del Posimat no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.	Colocar un sistema de alarmas en cada línea de producción para que los trabajadores puedan escuchar con claridad el sonido de la misma.
	En la salida de la llenadora, el piso estaba muy liso, por lo que podría provocar un resbalón o un accidente a algún trabajador, ya que es la vía de la ruta de evacuación.	Mantener las rutas de evacuación lo más secas y limpias posibles, libres de agua y restos de vidrio en el piso, que puedan ocasionar un accidente innecesario en una emergencia.
Sala de Jarabes	Hay poco espacio de movilización en la sala cuando hay mucha materia prima, dificultando la evacuación del personal operativo al momento de una emergencia real.	Mantener un orden en cuanto a materia prima en la sala de jarabes para que la ruta de evacuación se mantenga despejada.
	La puerta de sala de jarabe esta defectuosa, teniendo que introducir la mano entre la baranda y el sensor para poder abrirla	Coordinar con el personal mecánico para que le den mantenimiento a dicha puerta.
	No se escuchaba la alarma de emergencia claramente.	Instalar un sistema de alarma en línea en el área de sala de jarabes.

Fuente: elaboración propia.

## **4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

### **4.1. Programa de capacitación general al personal operativo**

Dentro de la etapa de administración de personal se incluye la capacitación y adiestramiento, donde su objetivo principal es proporcionar conocimientos, en los aspectos técnicos del trabajo, fomentando e incrementando los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñar su labor, mediante un proceso de enseñanza-aprendizaje bien planificado. Es por ello que se creó un programa de capacitación general al personal operativo de salvavidas refrescos, el cual se puede observar en la tabla XXXIX, página 109.

La capacitación se imparte generalmente a empleados, ejecutivos y funcionarios en general cuyo trabajo tiene un aspecto intelectual, preparándolos para desempeñarse eficientemente; en síntesis se afirma que toda empresa o institución debe orientar la capacitación para la calidad y la productividad.

#### **4.1.1. Etapas de la capacitación del personal**

En los diseños sistemáticos de la capacitación en la empresa existen tres etapas interdependientes:

- Detección de necesidades de capacitación
- Formulación y ejecución de los programas de capacitación
- Evaluación periódica de las actividades de capacitación

En el área de docencia del EPS se tuvo a bien la capacitación del personal operativo de Salvavidas Refrescos según las necesidades en los temas siguientes:

- Trabajo en equipo
- Práctica de valores como un estilo de vida
- Riesgos de accidentes en la planta
- Señalización de evacuación
- Rutas de evacuación
- Primeros auxilios
- OEE como herramienta de la productividad

Es importante mencionar que la empresa hace énfasis en estos temas reconociendo que son la columna vertebral de su éxito, porque crean un ambiente de trabajo agradable, de respeto, solidario, de confianza y de pasión por el trabajo que cada uno realiza y repercute positivamente en la eficiencia y calidad de la empresa.

El tipo de capacitación por su naturaleza fue formal, ya que se ha programado de acuerdo a necesidades de capacitación específica y que puede durar desde un día hasta varios meses, según el tipo de curso, seminario, taller, etc. Por su naturaleza se considera como capacitación en el trabajo. Y por su nivel ocupacional es orientada hacia los operarios.

Los medios utilizados para la capacitación fueron las conferencias, debido a que permiten llegar a una gran cantidad de personas y transmitir un amplio contenido de información o enseñanza. Asimismo las técnicas grupales, ya que consisten en ejercicios vivenciales, dinámicas grupales como los juegos de

roles, psicodramas, lluvias de ideas, y otros que pueden ser valiosos elementos para llevar a cabo la capacitación de acuerdo a los objetivos planteados.

A continuación se presenta el programa de capacitación realizado a los operarios de salvavidas refrescos.

Tabla XXXIX. **Programa de Capacitación General al Personal Operativo**

Tema tratado	Objetivo	Descripción	Recurso utilizado	Tiempo de aprendizaje
Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar e identificar las principales debilidades del trabajo en equipo por parte del personal laborante de la planta de producción.</li> <li>• Realizar un listado de temas congruentes, con un orden lógico que puedan contribuir a fortalecer el trabajo en equipo y la aplicación de valores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de resultados de producción de la semana y compararlos con los resultados anteriores.</li> <li>• Comentarios del grupo de trabajo.</li> <li>• Proponer que actividades en equipo se podrían aplicar en la empresa.</li> <li>• Beneficios del trabajo en equipo.</li> <li>• Conclusiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de audiovisuales</li> <li>• Cañonera</li> <li>• Computadora</li> </ul>	30 minutos
Práctica de valores como un estilo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enumerar los principales valores aplicados en la empresa.</li> <li>• Que los trabajadores se identifiquen con los valores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación sobre los valores aplicados en la empresa.</li> <li>• Presentación de video motivacional sobre la lealtad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de audiovisuales</li> <li>• Cañonera</li> <li>• Computadora</li> <li>• Video</li> </ul>	30 minutos

Continuación de la tabla XXXIX.

<p>Riesgos de accidentes en la planta</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que cada trabajador se autoevalúe con los valores aplicados en la empresa.</li> <li>• Determinar la probabilidad de ocurrencia de un accidente.</li> <li>• Diferenciar tanto los actos como condiciones inseguras en la planta de producción.</li> <li>• Sugerir mediante trabajo en equipo las acciones que deben de tomar ante los riesgos de accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comentarios individuales sobre el video.</li> <li>• Dar ejemplo de actividades para aplicar los valores en la empresa</li> <li>• Diferenciar los términos riesgo y accidente.</li> <li>• Diferenciar los términos actos y condiciones inseguras.</li> <li>• Enumerar tanto los actos como condiciones inseguras vistas por los trabajadores.</li> <li>• Equipo de protección individual.</li> <li>• Presentación de resultados sobre investigación de riesgos de accidentes en la planta de producción de salvavidas refrescos.</li> <li>• Proponer en conjunto soluciones viables para eliminarlas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de audiovisuales</li> <li>• Cafonera</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<p>60 minutos</p>
---	---	--	---	-------------------

Continuación de la tabla XXXIX.

<p>Señalización y rutas de evacuación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que los trabajadores tengan el pleno conocimiento de la ubicación de las señales de evacuación en la planta de producción.</li> <li>• Conocer las rutas de evacuación existentes en la planta de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas introductorios a señalización industrial.</li> <li>• Presentación de investigación sobre señalización y rutas de evacuación.</li> <li>• Comentarios y sugerencias sobre el tema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de audiovisuales</li> <li>• Cañonera</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<p>60 minutos</p>
<p>Eficiencia Global de los Equipos como herramienta de la productividad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que los operarios, mecánicos y eléctricos sepan el significado de Eficiencia Global de los Equipos.</li> <li>• Conocer los factores que influyen para obtener un alto porcentaje de OEE.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salón de audiovisuales</li> <li>• Cañonera</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<p>45 minutos</p>

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Beneficios del programa de capacitación

Luego de analizar los temas dados en la capacitación hacia el personal de salvavidas refrescos se realizó una pequeña encuesta o más bien, se le indicó a los trabajadores que dieran según su punto de vista los beneficios que repercutían tanto para la empresa como para el trabajador o empleado la ejecución de capacitaciones, siendo estas las siguientes respuestas:

- Beneficios para la empresa
  - Mejora el beneficio del puesto.
  - Conduce a actitudes mas positivas.
  - Genera mayor rentabilidad a la empresa.
  - Ayuda al personal a identificarse con los objetivos de la organización.
  - Eleva la moral de la fuerza de trabajo.
  - Agiliza la toma de decisiones y solución de problemas.
  - Contribuye a la formación de líderes.
  - Incrementa la productividad y calidad del trabajo.
  - Elimina costos de reducir a consultores externos.
  
- Beneficios para el empleado
  - Aumenta la confianza la posición asertiva y el desarrollo.
  - Contribuye al manejo positivo de conflictos y tensiones.
  - Forja líderes y mejora las actitudes comunicativas.
  - Eleva el nivel de satisfacción.
  - Permite el logro de metas individuales.
  - Desarrolla el sentido del progreso.

#### **4.3. Presentación de las medidas preventivas para evitar riesgos en las estaciones de trabajo en las líneas de producción**

Los riesgos de accidentes en las líneas de producción de refrescos descritos en la tabla XXXVI, página 92, fue presentada a los operarios de las diferentes máquinas con el objetivo que se percataran de los principales riesgos de accidentes que existen en las líneas de producción.

Para la realización de las presentaciones se utilizó *Microsoft Power Point* y con ayuda de una computadora y cañonera se realizó la explicación de las medidas preventivas ante los diferentes riesgos de accidentes en las líneas de producción de refrescos. Se contó con la presencia de 35 personas, 7 por cada una de las cinco líneas de producción de bebidas gaseosas.

#### **4.4. Presentación de resultados obtenidos de OEE tanto semanal como mensualmente a los operarios de la línea 1**

Esta actividad se realizó con el objetivo de capacitar al personal operativo de la planta en cuanto a la forma de minimizar los paros innecesarios, evitando tiempos perdidos en la línea de producción 1 de bebidas gaseosas en envase retornable.

Esta actividad consistió en realizar presentaciones cada lunes para informar de la producción correspondiente a la semana anterior, dando a conocer tiempos perdidos, sus causas y niveles de producción. Y mediante un análisis en conjunto, se analizaron soluciones a los problemas encontrados con la ayuda del jefe de producción de Salvavidas Refrescos, el jefe de mantenimiento eléctrico y el jefe de mantenimiento mecánico.

Para la realización de las presentaciones se utilizó Microsoft *Power Point*® y con ayuda de una computadora y cañonera se realizó la explicación de los tiempos perdidos en el salón de conferencia de Salvavidas Refrescos. Se contó con la presencia de 12 personas, las cuales están de turno en esa línea de producción.

#### **4.5. Presentación final de resultados del proyecto a los operarios de la línea 1**

Para obtener el apoyo del personal para con el proyecto se invirtió tiempo en capacitarlos para que comprendieran de qué se trata el sistema OEE, sus ventajas y las mejoras que son posibles de alcanzar.

##### **4.5.1. Capacitación sobre el sistema OEE**

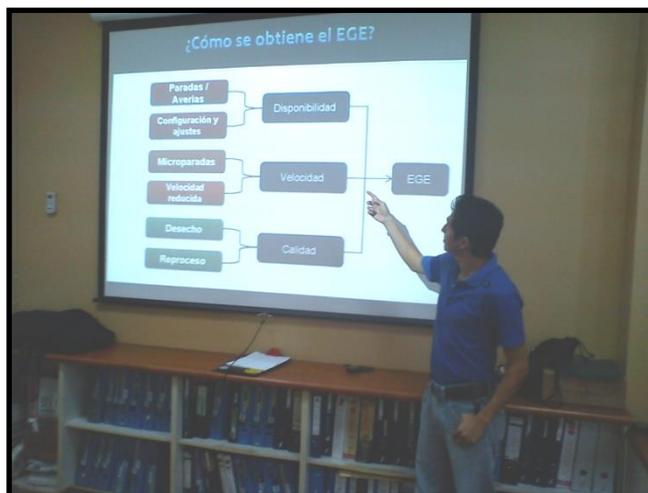
Al iniciar el proyecto se dio una inducción al personal de la líneas de producción de bebidas gaseosas, siendo 21 trabajadores en total, incluyendo mecánicos y eléctricos, sobre qué es la eficiencia global del equipo (OEE), la información que proporciona y sus ventajas.

Al personal se le dio a conocer el porcentaje de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de su turno y se explicó el significado de cada uno de estos términos y lo que representan sus valores para la empresa.

Posteriormente se evaluó al personal en forma escrita, para comprobar que si habían comprendido la información. La prueba constaba de 5 sencillas preguntas:

- ¿Qué significa OEE?
- ¿Qué información proporciona el OEE?
- ¿Cuál es el porcentaje de OEE que posee actualmente la línea de producción donde labora?
- ¿Cuáles serán las metas a alcanzar?
- ¿Cómo puede usted, en su puesto, contribuir al aumento del porcentaje de OEE?

Figura 42. **Capacitación sobre OEE a los trabajadores**



Fuente: capacitación realizada en salvavidas el 16 de mayo de 2011.

Con base a los resultados de la primera capacitación, y luego de pasar un cuestionario sobre el tema (ver anexos), se calculó que el 84 por ciento de los 21 trabajadores, comprendió perfectamente la capacitación, al 16 por ciento restante se tuvo en observación y se le reforzó el concepto de OEE en su área de trabajo. En la evaluación final, pasando los mismos cuestionarios, en el mes 6, se comprobó que un 96 por ciento del personal comprendía perfectamente a

lo que se refería el OEE y el 4 por ciento del personal restante conocía el concepto pero no lo comprendía del todo.

#### **4.5.2. Metas**

Desde el inicio del proyecto al personal se le hizo saber las metas a alcanzar: aumentar un 10 por ciento el OEE de la línea 1, reduciendo los tiempo improductivos, aumentar la producción y reducir el producto de desecho.

Las metas debían ser alcanzadas en 5 meses, por lo que se presentaron como un reto alcanzable con el trabajo en equipo. Se le indicó al personal la forma en que podían colaborar para alcanzar las metas según su puesto de trabajo.

#### **4.5.3. Presentación de resultados**

Desde el mes 2 al mes 6 se realizaron reuniones mensuales para presentar los resultados obtenidos al personal de la línea 1 de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio), la programación de estas reuniones se presentan en la tabla XXXX. Se les dio a conocer que el porcentaje de OEE estaba aumentando y existían disminuciones en los tiempos improductivos.

Tabla XL. **Programación de las reuniones de presentación de resultados**

Fecha de reunión	Hora	Lugar	Asistentes	Tema a discutir
Semana 1, mes 2	7:00 a.m.	Salón de proyecciones	Asistente de producción, operarios, mecánicos y eléctricos.	Resultados del mes 1
Semana 1, mes 3	7:00 a.m.	Salón de proyecciones	Asistente de producción, operarios, mecánicos y eléctricos.	Resultados del mes 2
Semana 1, mes 4	7:00 a.m.	Salón de proyecciones	Asistente de producción, operarios, mecánicos y eléctricos.	Resultados del mes 3
Semana 1, mes 5	7:00 a.m.	Salón de proyecciones	Asistente de producción, operarios, mecánicos y eléctricos.	Resultados del mes 4
Semana 1, mes 6	7:00 a.m.	Salón de proyecciones	Asistente de producción, operarios, mecánicos y eléctricos.	Resultados del mes 5

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.4. Compromiso con la mejora continúa**

Con la aplicación del compromiso con la mejora continua se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la empresa. Para lograrla se realizó lo siguiente:

- Se sensibilizó al personal sobre la necesidad de participar activamente en el proceso y contribuir a la consecución de los objetivos. Se les motivó para cambiar actitudes y comportamientos reduciendo la resistencia al cambio adoptando un compromiso personal con la mejora continua.
- Se fomentó el uso de la crítica constructiva para convertirla en oportunidades de mejora.
- Se dieron las condiciones necesarias para tener éxito en el proceso de mejora continua: dirección comprometida, liderazgo visible y coherente con los principios de la calidad, comunicación permanente, cultura de calidad y oportunidad de participación por igual.

El plan de acción trazado será orientando a identificar el problema, objetivo, potencial de mejora, etc., identificando todas las causas posibles, realizando propuestas de acciones concretas para evitar su repetición, implementación, evaluación y seguimiento.

El procedimiento general que se establecerá para mantener el compromiso con la mejora continua será que cada línea de producción revisará semestralmente sus procedimientos, definirá indicadores para facilitar la mejora de su eficiencia y el cumplimiento de sus objetivos, identificará oportunidades de mejora y con base a esos resultados se planificarán proyectos de mejora o nuevos procedimientos, los cuales deben enfocarse en el incremento de la eficacia y eficiencia de los procesos.

## CONCLUSIONES

1. Al inicio del proyecto se determinó que la eficiencia global de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) era de 75,65 por ciento, por lo tanto se estableció que la condición actual era aceptable, pero con riesgo a ser inaceptable, según las escalas establecidas de OEE.
2. Al finalizar el proyecto el porcentaje de disponibilidad de la máquina mejoró un 8,70 por ciento lo que se refleja en la reducción de tiempos perdidos en el proceso; el rendimiento tuvo una ligera mejoría de 1,97 por ciento pero continúa siendo aceptable; y la calidad es un factor que no influyó en la obtención del OEE debido a que siempre se mantuvo con valores muy altos. Presentó un ligero aumento, de 1,10 por ciento
3. El porcentaje de OEE de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) tuvo un aumento del 10,78 por ciento, alcanzando un OEE de 86,43 por ciento al finalizar el proyecto cinco meses después, por lo que se considera como buena, ya que entra en valores de clase mundial y existe buena competitividad.
4. Midiendo los tiempos perdidos semanal y mensualmente para aumentar la disponibilidad en el proceso se logró llegar al OEE meta establecido en este proyecto (85 por ciento); en el mes 1 se obtuvo un OEE de 75,65 por ciento, en el mes 2 un 75,49 por ciento, en el mes 3 un 80,42 por ciento, en el mes 4 un 83,92 por ciento y en el mes 5 un 86,43 por ciento.

5. Al identificar las estaciones de la línea de producción de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) donde se perdió el mayor tiempo en el proceso durante los 5 meses del proyecto, la estación denotada como Otros, presentó el mayor tiempo perdido con 642,66 minutos (21,16 por ciento del tiempo total) luego la llenadora con 464,75 minutos (15,30 por ciento del tiempo total), seguido de la empacadora con 307 minutos (10,11 por ciento del tiempo total), el inspector de botellas con 295,75 minutos (9,74 por ciento del tiempo total), y el transporte hacia el inspector de botellas con 264,50 minutos (8,71 por ciento del tiempo total).
6. Entre los principales problemas observados en el simulacro de evacuación está que el piso estaba muy liso y mojado en varios lugares, por lo que podría provocar un resbalón o un accidente a algún trabajador, ya que es la vía de la ruta de evacuación. Así como también que en la parte de atrás de las líneas de producción, no se escuchaba con claridad ni con fuerza el sonido de la alarma de emergencia.
7. Se realizó un programa de capacitación al personal operativo de Salvavidas refrescos según las necesidades en los temas siguientes: trabajo en equipo, práctica de valores como un estilo de vida, riesgos de accidentes en la planta, señalización de evacuación, rutas de evacuación, primeros auxilios y finalmente OEE como herramienta de la productividad.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda al jefe de planta lo siguiente:

1. Implementar permanentemente el sistema OEE en las líneas de producción como una forma de mejora continua, para alcanzar mejores resultados en la eficiencia global de la línea, ya que inculcando una cultura de mejora continua en el personal se pueden alcanzar los valores de OEE de excelencia y así dejar de tener pérdidas y ser una empresa más competitiva.
2. Mantener metas claras para que el personal colabore con el sistema OEE. Es imprescindible que se establezca siempre el plan de acción a tomar para que el personal sepa claramente como colaborar en el alcance de las metas, según su puesto de trabajo.
3. No perder de vista que el sistema OEE es el resultado del trabajo en equipo y es mejor analizar los resultados a través de grupos multidisciplinarios para tener diferentes enfoques de los problemas y establecer planes de acción que ataquen la causa raíz eficazmente.
4. Utilizar las botellas viejas y deterioradas como un lote aparte en la producción, debido a que gran parte de los problemas en la llenadora de envases de vidrio se debía a que éstas explotaban con la presión de llenado.

5. Inculcar en los trabajadores constantemente la importancia de la seguridad industrial en el proceso, para que no ocurran accidentes que bien se pueden evitar.
  
6. Realizar capacitaciones por lo menos una vez cada dos meses al personal operativo en temas de interés y formación personal y asimismo temas que ayuden a mejorar la productividad y eficiencia en la producción de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso de la República de Guatemala, GT. 1995. Código de trabajo, decreto 1441. Guatemala. 122 p.
2. Degerencia.com. 2008. Trabajo en equipo (en línea). España. Consultado 2 jul 2011) Disponible en [http://www.degerencia.com/tema/trabajo\\_en\\_equipo](http://www.degerencia.com/tema/trabajo_en_equipo)
3. Dessler, G. 1996. Administración de personal. 6 ed. México, Prentice Hall. 700 p.
4. El Prisma.com. 2011. Capacitación y evaluación de desempeño (en línea). Guatemala. Consultado 5 jul 2011. Disponible en <http://www.elprisma.com/apuntes/capacitacionrecursoshumanos>
5. Evans, JR; Lindsay, WM. 2000. Administración y control de la calidad. 4 ed. México, Thompson. 848 p.
6. Hellriegel, D; Jackson, SE; Slocum, JW Jr. 2002. Administración: un enfoque basado en competencias. 9 ed. México, Thompson. 592 p.
7. Hernández Lascares, D. 1995. Guía práctica para simulacro de evacuación (en línea). México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Consultado mayo 1995. Disponible en <http://www.izt.uam.mx/protecc/MANUALEvac.pdf>
8. Niebel, BW; Freivald, A. 2008. Ingeniería Industrial: métodos estándares y diseños del trabajo. 11 ed. México, Alfaomega. 745 p.
9. OEE (Overall Equipment Efectivity, ES). 2007. OEE Toolkit Starterkit una herramienta de mejora, el OEE (efectividad global del equipo) (en línea). Málaga, España. Consultado 16 jun 2011. Disponible en <http://www.oheetoolkit.com>
10. Ramírez Cavassa, C. 2007. Seguridad industrial: un enfoque integral. 3 ed. México, Limusa. 83 p.
11. USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala, Coordinadora General de Planificación, GT). 2005. Guía para elaboración de proyectos. 122 p.

12. Viseteca, ES. 1997. Manual de seguridad e higiene industrial. España, Transporte de Valores. 22 p.
13. Xarxa Telemática Educativa Catalunya, ES. 1997. Valores como una brújula para ir por la vida, paseo de temas (en línea). España. Consultado 2 jul 2011. Disponible en <http://www.xtec.es/~1vallmaj/sumpass2.htm>

## **ANEXOS**

## ANEXO No. 1

### **Check list, Evaluación de Mejoras en la Línea de Producción**

#### **Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas S.A.,**

Empresa: \_\_\_\_\_

Línea de producción: \_\_\_\_\_ Maquinaria: \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Producto: \_\_\_\_\_

Marque con una con un SI, si considera que dicha pregunta se esta cumpliendo en la línea de producción, y marque con un No, si fuese lo contrario.

1. La máquina sigue provocando los mismos errores o fallas con respecto al mes anterior? \_\_\_\_\_
2. Observa que el trabajador esta consiente que la perdida de tiempo en el proceso disminuye la productividad de la empresa? \_\_\_\_\_
3. El trabajador está realizando los métodos adecuados y recomendados por la empresa para evitar los tiempos improductivos? \_\_\_\_\_
4. La disponibilidad de la línea de producción ha aumentado respecto al mes anterior? \_\_\_\_\_
5. Hay un cierto sabor de gaseosa que provoca mayor problema en la línea de producción? \_\_\_\_\_ Cúal? \_\_\_\_\_
6. El trabajador u operario utiliza el equipo adecuado para realizar el trabajo? \_\_\_\_\_
7. El trabajador u operario pone en practica las normas y métodos de seguridad e higiene industrial en la línea de producción? \_\_\_\_\_
8. El desecho o producto de mala calidad es bien seleccionado en la línea de producción? \_\_\_\_\_
9. Existe armonía o trabajo en equipo en la línea de producción? \_\_\_\_\_
10. Se observa en los trabajadores el deseo de aumentar la productividad en la línea de producción? \_\_\_\_\_

## ANEXO No. 2

### Evaluación sobre Capacitaciones Realizadas Fabrica de Bebidas Gaseosas Salvavidas S.A.,

Fecha: \_\_\_\_\_

Responda a conciencia lo que a continuación se le pregunta:

1. Cree que la capacitación expuesta el día de hoy le pareció interesante?

\_\_\_\_\_ Porqué? \_\_\_\_\_

2. Defina con sus propias palabras que es Disponibilidad?

\_\_\_\_\_

3. Defina con sus propias palabras que entendió por Calidad?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Defina con sus propias palabras que entendió por rendimiento en la línea de producción? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Si entendió que es la eficiencia global de los equipos (EGE)?

\_\_\_\_\_

6. Sabe o conoce la importancia de aplicar el EGE en su línea de producción? \_\_\_\_\_

7. A su criterio como cree usted que ayudaría a mejorar el EGE en su línea de producción? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. A su criterio considera que en su línea de producción existe una buena comunicación y armonía para realizar un trabajo adecuado? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. Cree que este tipo de capacitaciones son necesarias? \_\_\_\_\_

10. Que tema le gustaría que se tratara la próxima ocasión? \_\_\_\_\_

### ANEXO No. 3

#### Autoevaluación mensual del personal de la línea de producción 1 de bebidas gaseosas en envase retornable (vidrio) Salvavidas S.A.,

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

AUTOEVALUACIÓN	
Respeto hacía mi mismo	/10
Respeto hacía mis compañeros	/10
Responsabilidad con mis tareas en la línea	/10
Pasión y entrega hacía mi trabajo	/10
Soy honesto al llenar los registros y formularios	/10
Soy leal con mi equipo de trabajo	/10
Reconozco el esfuerzo de mis compañeros	/10
Participo en mi línea como parte de un equipo	/10
He sido puntual	/10
He participado en mejorar mi línea	/10
<b>TOTAL</b>	<b>/100</b>

