



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

RPC-SO-16-NO.268-2023

### OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

### TEMA:

APLICACIÓN DEL PROGRAMA LOTO  
PARA MANTENIMIENTOS EN LA LÍNEA 4  
DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE  
BEBIDAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

### AUTORES:

PRISCILA VIVIANA CARCHI GUAMÁN  
BRYAN ALEXANDER VALLEJO CHUCHUCA

### DIRECTOR:

RUTH PATRICIA GUAMÁN LEÓN

CUENCA – ECUADOR  
2026

## **Autores:**



### **Priscila Viviana Carchi Guamán**

Ingeniera Comercial.

Candidata a Magíster en Seguridad, Salud e Higiene Industrial por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

pcarchig@est.ups.edu.ec



### **Bryan Alexander Vallejo Chuchuca**

Ingeniero Ambiental.

Candidato a Magíster en Seguridad, Salud e Higiene Industrial por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

bvallejoc3@est.ups.edu.ec

## **Dirigido por:**



### **Ruth Patricia Guamán León**

Ingeniera Química.

Magister en Sistemas Integrados de Calidad, Ambiente y Seguridad.

Máster Seguridad e Higiene Industrial.

rguaman@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

## **DERECHOS RESERVADOS**

2026 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

PRISCILA VIVIANA CARCHI GUAMÁN

BRYAN ALEXANDER VALLEJO CHUCHUCA

Aplicación del programa loto para mantenimientos en la línea 4 de producción de una planta de bebidas en la ciudad de Guayaquil

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación, primeramente, a **Dios**, por ser mi guía constante, mi fortaleza en la debilidad y mi refugio en los momentos de duda. Gracias por enseñarme que todo sucede en su tiempo perfecto, que ninguna promesa suya queda incompleta y que cada paso que doy está sostenido por su infinita misericordia. Este logro es un testimonio de su fidelidad. **“Fiel es el Señor, quien cumplirá lo que ha dicho”** – *Tesalonicenses 5:24*

A mis hijos, **Danna y Zachary**, quienes son mi mayor bendición y la razón más profunda de mi esfuerzo. Su amor puro, sus abrazos y la alegría que reflejan cuando avanzo me han dado fuerzas que ni yo misma sabía que tenía. Gracias por ser mi motivación diaria y mi mayor inspiración.

A mis hermanos **Adriana y Christian**, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por estar presentes en cada etapa de este proceso. A mi cuñado **Xavier**, por su ayuda desinteresada y su disposición para acompañarme siempre que lo necesité.

A mis sobrinos **Rapha y Juli**, por llenar mis días de ternura y recordarme que la vida se sostiene también en los pequeños momentos de alegría.

A **Adriana Jurado**, por abrazar mi corazón como una madre puesta en mi camino por Dios. Gracias por elegirme desde el amor, por brindarme tu guía, tu comprensión y tu sostén en los momentos de mayor desafío emocional. Tu presencia ha sido una bendición profunda en mi vida, y agradezco con sinceridad el cariño y la fortaleza que me has regalado.

A **David y Andrea**, por sus consejos sabios, por creer en mi capacidad incluso en los días en que yo dudaba de mí misma, y por impulsarme a descubrir fortalezas que no sabía que tenía.

A mi padre **Edgar**, por inculcarme los valores que me han guiado hasta aquí: disciplina, perseverancia, humildad y la convicción de que ningún esfuerzo es en vano. Su ejemplo de vida ha sido la luz que me enseñó a levantarme.

A mi ángel en el cielo, **mi madre, mi negra Elena**, cuyo amor, fortaleza y enseñanzas siguen guiando cada uno de mis pasos. Su legado permanece vivo en mí: en mis valores, en mi carácter, en mi forma de amar y en la manera en que enfrento los retos de la vida. Gracias, mamá, por inspirarme con tu valentía y por mostrarme que nada es imposible.

A todos mis seres queridos, quienes me han acompañado siempre, gracias por su apoyo incondicional. Han sido mi sostén, mi equilibrio y mi guía para caminar siempre hacia lo correcto.

Extiendo también, mi sincero agradecimiento a mi jefe, **Juan Carlos Saá**, por creer en mis capacidades, por ofrecerme oportunidades de crecimiento y por apoyarme para hacer posible este sueño. Su confianza fue un impulso determinante en este logro académico.

A cada uno de ustedes: gracias por su luz, su fe, su compañía y su amor. Este triunfo no es solo mío; es también de quienes me sostuvieron, me alentaron y creyeron en mí, incluso cuando el camino se volvió difícil

Priscila Viviana Carchi Guamán

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo principalmente a mis amados padres, **Carlos y Yolanda**, ellos son pilares fundamentales en mi vida, su amor incondicional, sacrificio y trabajo constante son una gran inspiración para mí en todo. Durante mi formación, mi madre es la persona que con su sabiduría y consejos me lleva a ser una persona de bien convirtiéndome en lo que soy actualmente; mi padre con sus maravillosos conocimientos me ha inculcado el espíritu de lucha por lo que deseo lograr.

Dedico este trabajo a mis buenas amigas **Viviana y Karen** quienes me han acompañado a lo largo de este proceso, junto a ellas he aprendido el valor de una verdadera amistad y me han apoyado durante todo el programa en todos aquellos momentos que les necesite. Les quiero mucho y que esta amistad nunca termine.

Finalmente dedico este trabajo a todas esas personas especiales que me han acompañado en distintas etapas de mi vida y me han brindado todo su apoyo y afecto guiándome por un buen camino.

Gracias a todos.

Bryan Alexander Vallejo Chuchuca

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a todos nuestros familiares, personas y amigos que hemos conocido a lo largo de nuestra carrera, por apoyarnos en nuestro desarrollo personal, académico y profesional.

Se agradece a nuestra tutora **Ing. Ruth P. Guamán** por el apoyo dado durante todo el desarrollo del trabajo de titulación, así como su tiempo y dedicación para lograr culminar el trabajo con éxito.

Se agradece a nuestros profesores que aportaron una palabra y consejo en este proceso, cada detalle dejó una huella en esta etapa de creciente, de manera especial a: **Ing. Pablo Vallejo, Ing. Sergio Núñez, Ing. José Luis Saá y Dr. Oswaldo Jara**. Quienes han marcado esta etapa de crecimiento recordándonos que el aprendizaje no solo se construye en el aula sino también en las conversaciones y en las manos que se extienden para apoyar.

Se agradece a la empresa de bebidas, por su acogida para la realización de este trabajo, y de igual manera, a todo el personal que colaboró para el levantamiento de información que nos ayuda en el desarrollo completo del trabajo. Gracias por ser parte de esta historia y contribuir a este objetivo se haga realidad.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>Portada</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Resumen</b> .....	<b>15</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>16</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>17</b>
1. Introducción .....	17
1.1. Antecedentes .....	17
1.2. Problemática .....	19
1.2.1. Problema General.....	20
1.2.2. Problemas Específicos .....	20
1.3. Justificación.....	20
1.4. Objetivos .....	22
1.4.1. Objetivo General.....	22
1.4.2. Objetivo Específicos.....	22
<b>Capítulo II</b> .....	<b>23</b>
2. Marco Teórico.....	23
2.1. Generalidades de Seguridad y Salud en el trabajo .....	23
2.1.1. Seguridad Laboral .....	23
2.1.2. Salud Ocupacional .....	23
2.1.3. Accidente de Trabajo.....	24
2.1.4. Incidente en el trabajo .....	24
2.1.5. Jerarquía de Controles.....	24
2.2. Metodologías de Evaluación de riesgos .....	25
2.2.1. Matriz de Riesgos .....	25
2.2.2. Factores de riesgo.....	25
2.2.2.1. Factores Físicos .....	26
2.2.2.2. Factores Químicos.....	26
2.2.2.3. Factores Ergonómicos .....	26
2.2.2.4. Factores Biológicos.....	27
2.2.2.5. Factores Psicosociales .....	27
2.2.2.6. Factores de Seguridad.....	27
2.3. Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgo Nota Técnica de Prevención ..	28
2.3.1. Estimación Nivel de Deficiencia.....	29

2.3.2.	Estimación Nivel de Exposición .....	29
2.3.3.	Estimación Nivel de Probabilidad .....	30
2.3.4.	Estimación Nivel de Consecuencia .....	31
2.3.5.	Estimación Nivel de Riesgo y Nivel de Intervención .....	32
2.3.6.	Gestión de Riesgos.....	34
2.4.	Programa LOTO.....	34
2.4.1.	LOTO – Lockout/Tagout.....	34
2.4.2.	Diferencias entre Bloqueo y Etiquetado .....	35
2.4.3.	Objetivo de LOTO .....	35
2.4.4.	Energías Peligrosas .....	35
2.4.4.1.	Tipos de energías peligrosas .....	36
2.4.5.	Control de energías Peligrosas .....	37
2.4.5.1.	Eficiencia de un sistema LOTO .....	38
2.4.6.	Elementos y Equipos de Bloqueo .....	39
2.4.6.1.	Tipos de dispositivos de bloqueo .....	39
2.4.7.	Procedimiento General de LOTO.....	41
2.4.7.1.	Manejo de LOTO.....	42
2.5.	Legislación Aplicable dentro del Programa Loto .....	43
2.5.1.	Normas que Rigen el Programa.....	43
2.5.1.1.	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional Título 29 del Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos parte 1910.....	43
2.5.2.	Normativas que Rigen el Programa.....	44
2.5.2.1.	Código de trabajo .....	44
2.5.2.2.	Decreto Ejecutivo 255 Reglamento de Seguridad y Salud .....	44
2.5.2.3.	Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196 .....	44
<b>Capítulo III.....</b>	<b>45</b>	
3.	Metodología .....	45
3.1.	Métodos y Técnicas de Investigación .....	45
3.1.1.	Tipo de investigación .....	45
3.1.2.	Diseño de Investigación.....	45
3.1.3.	Nivel de Investigación.....	46
3.2.	Método de Investigación .....	46
3.3.	Determinación de la Muestra .....	47
3.4.	Técnicas e Instrumentos de investigación .....	47
3.5.	Tratamiento de la Información .....	48

3.6.	Descripción Zona de Estudio.....	48
3.7.	Elaboración de instructivos LOTO para reducir riesgos laborales y prevenir accidentes.....	49
3.7.1.	Descripción de la línea 4 de producción.....	50
3.7.1.1.	Identificación de equipos y máquinas.....	50
3.7.1.2.	Fuentes de energía peligrosas por equipo.....	52
3.7.1.3.	Localización de puntos de control y aislamiento.....	54
3.7.1.4.	Personal autorizado y capacitado.....	56
3.7.2.	Análisis de riesgos asociados.....	56
3.7.2.1.	Identificación de riesgos laborales.....	57
3.7.3.	Diseño de Instructivos LOTO.....	60
3.7.3.1.	Estructura de los instructivos.....	60
3.7.3.2.	Revisión y validación por entes de control.....	61
3.7.3.3.	Entrega de instructivos.....	61
3.8.	Identificación de Elementos de Bloqueo para puntos de aislamiento.....	61
3.8.1.	Inventario de Puntos de Bloqueo en la planta.....	62
3.8.1.1.	Metodología de levantamiento de información.....	62
3.8.1.2.	Identificación de áreas críticas de la planta.....	62
3.8.1.3.	Relación de equipos y máquinas por proceso.....	63
3.8.2.	Selección de dispositivos de Bloqueo y Etiquetado.....	63
3.8.2.1.	Criterios de selección de elementos de bloqueo.....	64
3.8.2.2.	Estándares de codificación por color y señalización.....	64
3.8.2.3.	Matriz de identificación de Bloqueo y Etiquetado (LOTO).....	64
3.9.	Capacitación del personal en la lectura y correcto uso de instructivos.....	65
3.9.1.	Plan de Capacitación.....	65
3.9.1.1.	Objetivo general de la capacitación.....	65
3.9.1.2.	Objetivos específicos de la capacitación.....	66
3.9.1.3.	Alcances de la capacitación.....	66
3.9.1.4.	Contenidos de la capacitación.....	66
3.9.1.5.	Materiales y recursos de apoyo.....	67
3.9.2.	Evaluación del proceso de capacitación.....	67
3.9.2.1.	Test de evaluación de conocimientos.....	67
3.9.3.	Evaluación del proceso de aplicación.....	67
3.9.3.1.	Lista de verificación de desempeño.....	68

<b>Capítulo IV .....</b>	<b>70</b>
4. Resultados y Discusión .....	70
4.1. Elaboración de instructivos LOTO para reducir riesgos laborales y prevenir accidentes.....	70
4.1.1. Diagnóstico de la línea 4 de producción.....	70
4.1.1.1. Mapa de procesos en la línea.....	70
4.1.1.2. Energías presentes en la línea.....	71
4.1.1.3. Procedimiento LOTO .....	72
4.1.2. Evaluación de riesgos laborales en la línea de producción .....	74
4.1.2.1. Matriz NTP 330 completa.....	74
4.1.3. Implementación de los instructivos LOTO.....	76
4.1.3.1. Descripción instructivo máquina abastecimiento de preforma .....	76
4.1.3.2. Descripción instructivo máquina tolva.....	79
4.1.3.3. Descripción instructivo máquina sopladora.....	81
4.1.3.4. Descripción instructivo máquina etiquetadora .....	83
4.1.3.5. Descripción instructivo máquina llenadora .....	85
4.1.3.6. Descripción instructivo máquina empacadora y horno .....	87
4.2. Identificación de elementos de bloqueo para puntos de aislamiento.....	89
4.2.1. Inventario de puntos de bloqueo en planta.....	89
4.2.2. Selección de dispositivos de bloqueo y etiquetado .....	91
4.3. Capacitación del personal en la lectura y correcto uso de instructivos .....	97
4.3.1. Programa de capacitación .....	97
4.3.2. Evaluación de conocimientos .....	98
4.3.2.1. Eficacia del entrenamiento LOTO .....	101
4.3.3. Evaluación del desempeño.....	102
4.3.3.1. Aplicación Lista de verificación .....	102
4.3.3.2. Análisis General de resultados.....	107
4.4. Discusión de resultados .....	107
<b>Capítulo V .....</b>	<b>111</b>
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	111
5.1. Conclusiones .....	111
5.2. Recomendaciones.....	112
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>113</b>
6. Referencias Bibliográficas.....	113
<b>Capítulo VII .....</b>	<b>120</b>

7. Anexos .....	120
7.1. Anexo 1: Evidencias fotográficas – Programa LOTO.....	120
7.2. Anexo 2: Plantilla Matriz NTP 330 .....	121
7.3. Anexo 3: Plantilla matriz de identificación de bloqueo y etiquetado .....	122
7.4. Anexo 4: Formato para asistencias a las capacitaciones.....	123
7.5. Anexo 5: Registro fotográfico - Capacitaciones.....	124
7.6. Anexo 6: Formato de verificación de aplicación LOTO.....	125
7.7. Anexo 7: Fichas técnicas de dispositivos LOTO .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Determinación nivel de deficiencia .....	29
<b>Tabla 2.</b> Determinación nivel de exposición .....	30
<b>Tabla 3.</b> Determinación nivel de probabilidad .....	30
<b>Tabla 4.</b> Interpretación nivel de probabilidad.....	31
<b>Tabla 5.</b> Determinación nivel de consecuencia.....	32
<b>Tabla 6.</b> Determinación nivel de riesgo.....	33
<b>Tabla 7.</b> Interpretación nivel de intervención.....	33
<b>Tabla 8.</b> Tipos de energías peligrosas.....	36
<b>Tabla 9.</b> Tipos de bloqueo físico LOTO .....	40
<b>Tabla 10.</b> Distribución de energías por máquina .....	53
<b>Tabla 11.</b> Tipos de breakers (Disyuntores eléctricos) .....	54
<b>Tabla 12.</b> Tipos de válvulas aplicables a LOTO .....	55
<b>Tabla 13.</b> Identificación de riesgos y peligros método NTP 330 .....	58
<b>Tabla 14.</b> Interpretación de resultados Nivel de Desempeño .....	69
<b>Tabla 15.</b> Fuentes de energías por máquina .....	71
<b>Tabla 16.</b> Matriz NTP 330 desarrollada .....	75
<b>Tabla 17.</b> Matriz puntos de bloqueo y etiquetado por máquina .....	89
<b>Tabla 18.</b> Listado de dispositivos LOTO recomendados.....	91
<b>Tabla 19.</b> Dispositivos de bloqueo adquiridos .....	92

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pirámide de jerarquía de controles.....	24
<b>Figura 2.</b> Imagen Satelital de la empresa de interés. Elaboración mediante plugin Quick Map Services QGIS 3.4.....	49
<b>Figura 3.</b> Metodología aplicable a la matriz NTP 330 .....	57
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo proceso productivo en la línea .....	71
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo procedimiento LOTO aplicado .....	74
<b>Figura 6.</b> Instructivo Abastecimiento de preforma .....	77
<b>Figura 7.</b> Área de trabajo involucrados en la capacitación .....	97
<b>Figura 8.</b> Resultados - Pregunta 1 .....	98
<b>Figura 9.</b> Resultados - Pregunta 2 .....	98
<b>Figura 10.</b> Resultados - Pregunta 3 .....	99
<b>Figura 11.</b> Resultados - Pregunta 4 .....	99
<b>Figura 12.</b> Resultados - Pregunta 5 .....	100
<b>Figura 13.</b> Resultados - Pregunta 6 .....	100
<b>Figura 14.</b> Resultados - Pregunta 7 .....	100
<b>Figura 15.</b> Resultados - Pregunta 8 .....	100
<b>Figura 16.</b> Resultados - Pregunta 9 .....	101
<b>Figura 17.</b> Resultados - Pregunta 10 .....	101
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de aprobación personal capacitado.....	102
<b>Figura 19.</b> Checklist aplicado sopladora - Parte 1 .....	103
<b>Figura 20.</b> Checklist aplicado sopladora - Parte 2 .....	104
<b>Figura 21.</b> Checklist aplicado abastecimiento de preforma - Parte 1 .....	105
<b>Figura 22.</b> Checklist aplicado abastecimiento de preforma - Parte 2 .....	106
<b>Figura 23.</b> Identificación de riesgos - Etiquetadora .....	108
<b>Figura 24.</b> Verificación del procedimiento LOTO .....	109
<b>Figura 25.</b> Nivel de intervención obtenido.....	110
<b>Figura 26.</b> Primera reunión para el programa LOTO.....	120
<b>Figura 27.</b> Instalaciones de la empresa .....	120
<b>Figura 28.</b> Levantamiento de información en conjunto con personal designado .....	120

<b>Figura 29.</b> Reconocimiento de equipos dentro de la línea 4 de producción .....	120
<b>Figura 30.</b> Primera capacitación desarrollada.....	124
<b>Figura 31.</b> Segunda capacitación desarrollada.....	124
<b>Figura 32.</b> Datos técnicos del B835 Safety Redbox .....	127
<b>Figura 33.</b> Datos técnicos del Steel Group Lockout Hasps .....	127
<b>Figura 34.</b> Datos técnicos del Detector de CO2 AirSecure CO2WM110 .....	128
<b>Figura 35.</b> Datos técnicos del E203 .....	128
<b>Figura 36.</b> Datos técnicos del V165 .....	128
<b>Figura 37.</b> Datos técnicos del V500 .....	129
<b>Figura 38.</b> Datos técnicos del E211 .....	129
<b>Figura 39.</b> Datos técnicos del E245 .....	129
<b>Figura 40.</b> Datos técnicos del H773 .....	130
<b>Figura 41.</b> Datos técnicos de Lockout Station .....	130
<b>Figura 42.</b> Datos técnicos del S3980.....	131
<b>Figura 43.</b> Datos técnicos de XS01 .....	131
<b>Figura 44.</b> Datos técnicos del candado serie 74.....	132
<b>Figura 45.</b> Datos técnicos del E201 .....	132
<b>Figura 46.</b> Datos técnicos del Skypper .....	133
<b>Figura 47.</b> Datos técnicos del E212 .....	133
<b>Figura 48.</b> Datos técnicos del P600 .....	133

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Nivel de probabilidad.....	30
<b>Ecuación 2.</b> Nivel de riesgo.....	32
<b>Ecuación 3.</b> Puntaje de Cumplimiento .....	68
<b>Ecuación 4.</b> Porcentaje de Cumplimiento .....	68

APLICACIÓN DEL  
PROGRAMA LOTO PARA  
MANTENIMIENTOS EN LA  
LÍNEA 4 DE PRODUCCIÓN  
DE UNA PLANTA DE  
BEBIDAS EN LA CIUDAD DE  
GUAYAQUIL

AUTORES:

PRISCILA VIVIANA CARCHI GUAMÁN

BRYAN ALEXANDER VALLEJO CHUCHUCA

## RESUMEN

---

El presente trabajo fue realizado en una industria de bebidas de la ciudad de Guayaquil, el estudio estuvo enfocado a aplicar un programa LOTO (LockOut/TagOut) para mantenimientos en la línea 4 de producción. Para dar cumplimiento al programa en el manejo y control de las energías peligrosas, se siguió una metodología que incluyó la evaluación de riesgos laborales mediante el desarrollo de la matriz NTP 330, a partir de eso se elaboró 6 instructivos específicos para cada equipo presente en la línea 4. Además, se creó un inventario de los dispositivos de bloqueos necesarios (19 en total) que dan soporte a la aplicación del programa y se incluyó un plan de capacitación para fortalecer la práctica del mismo.

En base a los resultados obtenidos a raíz de la creación de los instructivos LOTO, se identificó los puntos de aislamiento de cada máquina y se estableció un procedimiento de aplicación basado en 7 pasos básicos de control específicos para cada caso. Por otro lado, con el desarrollo de la capacitación dirigida hacia 25 personas de distintos cargos se demostró que el 75% del personal evaluado es apto y competente en la aplicación teórica del programa LOTO. Finalmente, se aplicó un Checklist para evaluar el cumplimiento práctico del procedimiento obteniendo un 90% de cumplimiento indicando que está siendo exitoso la implementación del programa LOTO en la industria garantizando la estandarización técnica de procedimientos, mitigación de riesgos asociados a la liberación inesperado de energía y fortalecimiento de una cultura de prevención, contribuyendo al cumplimiento de normativas de seguridad y salud nacional e internacional.

### **Palabras clave:**

Programa LOTO, Mantenimiento, NTP 330, Instructivo, Energías peligrosas, Personal Afectado, Personal Autorizado, Seguridad industrial.

# ABSTRACT

---

The present work was conducted at a beverage company in the city of Guayaquil and focused on implementing a LockOut/TagOut (LOTO) program for maintenance on production line 4. In order to comply with the program for the management and control of hazardous energies, a methodology was followed that included the assessment of occupational risks through the development of the NTP 330 matrix. Based on this, six specific instructions were drawn up for each piece of equipment on line 4. In addition, an inventory of the necessary lockout devices (19 in total) that support the implementation of the program was created, and a training plan was included to strengthen its practice.

Based on the results obtained from the creation of the LOTO instructions, the isolation points for each machine were identified and an application procedure was established based on seven basic control steps specific to each case. Furthermore, training provided to 25 people in different positions showed that 75% of the personnel evaluated are qualified and competent in the theoretical application of the LOTO program. Finally, a Checklist was applied to evaluate practical compliance with the procedure, obtaining 90% compliance, indicating that the implementation of the LOTO program in the industry is successful, ensuring the technical standardization of procedures, mitigating risks associated with unexpected energy release, and strengthening a culture of prevention, contributing to compliance with national and international health and safety regulations.

## **Keys Words:**

LOTO Program, Maintenance, NTP 330, Instructions, Hazardous Energies, Affected Personnel, Authorized Personnel, Industrial Safety.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de titulación a desarrollar se trata de “Aplicación del Programa LOTO para mantenimiento en la línea 4 de producción de una planta de bebidas de la ciudad de Guayaquil”. Este trabajo se enfoca en la parte operativa de una empresa de bebidas, con el objetivo de fomentar una cultura de prevención y autocuidado.

El programa LOTO (LockOut/TagOut) propuesto se basa en la norma OSHA 29 CFR 1910 sobre el control de fuentes de energía peligrosas y la normativa nacional. Su desarrollo es una parte prioritaria de la política de la empresa para promover la integridad del personal de mantenimiento. Este programa, requiere de estudios específicos, procedimientos de seguridad y medidas que aseguren su funcionamiento (OSHA, 2021).

Este programa servirá como una medida de control y prevención, facilitando la identificación de peligros y riesgos que podrían afectar al equipo en la línea de producción de bebidas. Se identificarán puntos de verificación LOTO en las fuentes de energía peligrosas reconocidas durante la producción, con el objetivo de evitar daños y incidentes serios al personal involucrado.

### 1.1. ANTECEDENTES

Recientemente, una de las empresas matrices en el extranjero experimentó un accidente durante la ejecución de un mantenimiento correctivo. Este incidente evidenció la falta de controles efectivos para garantizar la seguridad del personal durante la intervención en equipos energizados. A raíz de esta situación, se evaluaron las prácticas de seguridad implementadas en otras empresas del grupo, identificando que aquellas que utilizan el programa LOTO presentan una reducción significativa en incidentes relacionados con energías peligrosas.

Por lo tanto, se consideró prioritaria la adopción del programa LOTO en las operaciones, con el objetivo de prevenir accidentes, proteger la integridad del personal técnico (evitando fatalidades presentadas en la industria por el desconocimiento y poca experiencia en el control de energías peligrosas) y alinearnos con las mejores prácticas internacionales en seguridad industrial.

Esta empresa es una corporación multinacional de bebidas de origen peruano, posicionada como una de las más importantes a nivel global, con operaciones en 28 países distribuidos en Latinoamérica, Asia y África. Su modelo de negocio se centra en la fabricación y comercialización de productos innovadores y de alta calidad, manteniendo una estrategia de precios competitivos. Desde el año 2001, la compañía inició sus operaciones en Ecuador, consolidándose como uno de los mercados estratégicos más relevantes para la marca (Ramirez, 2023).

El proceso de producción, en una industria de bebidas gaseosas que se desarrolla a través de varias fases, que incluyen la obtención y recepción de materia primas como el azúcar, el agua y el dióxido de carbono. Luego se realiza el tratamiento del agua y la mezcla de diferentes ingredientes para preparar un jarabe básico, al cual se le agregan conservantes y concentrados para obtener el jarabe final. Posteriormente, se lleva a cabo la carbonatación, el envasado con su respectiva codificación y, finalmente, la distribución del producto (Rojas, 2002).

En este sentido, el programa del bloqueo y etiquetado (LOTO) es una herramienta esencial para empresas que cuentan con un número grande de trabajadores y que dentro de su proceso de producción existan máquinas con energías peligrosas que requieren de mantenimientos preventivos, correctivos y/o programados.

El objetivo principal del programa LOTO es dejar en cero energía a una máquina para salvar vidas creando cultura sobre un ambiente seguro minimizando el riesgo al que se exponen los trabajadores al momento de realizar un mantenimiento programado, preventivo y/o correctivo en máquinas que contengan energías peligrosas que puedan ocasionar lesiones, accidentes de alto riesgos o hasta la muerte (Angulo & Gracia, 2024).

## 1.2. PROBLEMÁTICA

La empresa de bebidas tiene un proceso sistemático de tipo industrial que sigue pasos regulados y organizados con el fin de cumplir objetivos definidos. Esta empresa se encarga de la elaboración de gaseosas, energizantes y otras bebidas. Además, cuenta con un proceso continuo que se mantiene activo las 24 horas del día durante los 7 días de la semana, haciendo paradas de mantenimiento con poca frecuencia (León, 2021).

Dentro de ese contexto, el mantenimiento de máquinas debe contar con un programa especializado en energías peligrosas que reduzcan los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores en su jornada laboral. El programa LOTO pretende evitar fatalidades en la industria por falta de conocimiento y poca experiencia de los empleados al momento de manipular máquinas con energías peligrosas, donde dicho programa ayuda a establecer normas y procedimientos de seguridad aplicables en las líneas de producción (Brady, 2015).

La ausencia de un programa de bloqueo y etiquetado (LOTO) en una empresa de bebidas gaseosas representa una seria deficiencia en el sistema de gestión de seguridad industrial del talento humano de la empresa, ya que incrementa significativamente el riesgo de accidentes durante labores de mantenimiento, limpieza o reparación de maquinaria. La falta de conocimiento sobre el control de las fuentes de energías peligrosas puede provocar activaciones inesperadas de equipos, exponiendo al personal a lesiones graves como atrapamientos, descargas eléctricas o amputaciones y/o muerte.

Esta situación no solo compromete la integridad física de los trabajadores, sino que también puede derivar en interrupciones operativas, sanciones legales y afectación de la imagen corporativa. La falta de conocimiento o el mal uso de LOTO genera sanciones, faltas graves en la empresa al Ministerio de trabajo (sanciones económicas) que está establecido en el Art. 172 numeral 7 del código del trabajo *“Por no acatar las medidas de seguridad, prevención e higiene exigidas por la ley, por sus reglamentos o por la autoridad competente; o por contrariar, sin debida justificación, las prescripciones y dictámenes médicos”* (Ministerio del Trabajo, 2020).

También establecido en el Acuerdo Ministerial 196 capítulo VI “Multas o sanciones en materia de seguridad y salud en el trabajo” establecido en el Art. 27. *“Las sanciones se establecerán en relación a cada infracción en la que hubiera incurrido el empleador, en consonancia con las listas de verificación utilizadas en los procesos de inspección especializada en seguridad y salud en el trabajo realizadas por el ministerio rector del trabajo”* (Ministerio del Trabajo, 2024b).

### 1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo aplicar un programa LOTO para mantenimientos en la línea 4 de producción de una planta de bebidas en la ciudad de Guayaquil?

### 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo diseñar instructivos LOTO para reducir riesgos laborales y prevenir accidentes durante la realización de trabajos de mantenimiento programado, preventivo y/o correctivo?

¿Qué elementos de bloqueo LOTO son requeridos en el proceso de producción de la línea 4 de producción?

¿Se puede asegurar el correcto funcionamiento del programa LOTO capacitando al personal en la lectura y correcto uso de equipos de bloqueo e instructivos?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, no contamos con una ley de obligatoriedad del uso apropiado de LOTO, sin embargo, la normativa ecuatoriana nos habla sobre incorporar una gestión integral de riesgos, teniendo como puntos clave es esta incorporación:

- 1) Identificación de peligros.
- 2) Evaluación de riesgos.
- 3) Implementación de controles.
- 4) Capacitación y concienciación.
- 5) Monitoreo constante.

En conjunto esto promueve una cultura de prevención y protección frente a agentes físicos peligrosos dándonos un enfoque proactivo y mejorado, sin embargo, también es una realidad de obligatoriedad en las multinacionales que tienen matriz en Ecuador.

Un programa LOTO asegura el cumplimiento de normativas legales en seguridad industrial. Además, contribuye a mejorar la cultura de prevención dentro de la organización, reduciendo tiempos de inactividad por incidentes y fortaleciendo la eficiencia operativa (Brady, 2019b).

La aplicación de un programa de bloqueo y etiquetado (LOTO) en una empresa de bebidas es una necesidad crítica para garantizar la seguridad del personal que realiza tareas de mantenimiento, limpieza o reparación de maquinaria. Dado el alto nivel de automatización y el uso constante de equipos eléctricos y mecánicos en la producción, el riesgo de activación accidental de las fuentes de energía es elevado.

El desarrollo de este trabajo permitirá diseñar instructivos del programa LOTO (documento técnico práctico que permite establecer los pasos específicos para aislar bloquear y etiquetar energías peligrosas antes de realizar actividades de mantenimiento limpieza o reparación de equipos) ayudando a reducir riesgos laborales y previniendo accidentes durante trabajos de mantenimiento de máquinas con energías peligrosas.

Asimismo, se desarrollará un matriz de evaluación de riesgos en base a la metodología NTP 330 siendo una parte fundamental para la prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales, permitiendo identificar, evaluar y controlar los riesgos existentes en el lugar o área de trabajo analizado. Además, mejora el cumplimiento normativo y representa un indicativo previo al momento de diseñar los instructivos.

Por otro lado, este estudio identificará las fuentes de energías peligrosas en la línea 4 de producción, determinará dispositivos necesarios para la aplicación del programa LOTO y capacitará al personal de la empresa garantizando que las actividades que requieran manipular energías peligrosas sean seguras en todo momento.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar un Programa LOTO para mantenimientos de la línea 4 de producción de una planta de bebidas en la ciudad de Guayaquil.

### 1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Elaborar instructivos LOTO para reducir riesgos laborales y prevenir accidentes durante la realización de trabajos de mantenimiento programado, preventivo y/o correctivo en la línea 4 de producción.

Identificar los elementos de bloqueo para los puntos de aislamiento de energía en los equipos que intervienen de la línea 4 de producción.

Capacitar al personal en la lectura y correcto uso de equipos de bloqueo y uso de los instructivos LOTO asegurando el correcto funcionamiento del programa.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. GENERALIDADES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

##### 2.1.1. SEGURIDAD LABORAL

La seguridad en el trabajo es esencial para salvaguardar la salud y el bienestar a los empleados, además de asegurar el cumplimiento de las normas vigentes. Aplicar estrategias efectivas en materia de seguridad laboral no solo disminuye la probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales, sino que también incrementa la eficiencia y reduce los gastos derivados de estos incidentes (Yilmaz & Yildiz, 2021).

Aunque los accidentes pueden suceder en cualquier momento, recae sobre el empleador la responsabilidad de implementar medidas que minimicen los riesgos y garanticen un ambiente laboral seguro y confiable, velando siempre por la integridad del personal (Erdil, 2022).

##### 2.1.2. SALUD OCUPACIONAL

La salud ocupacional es fundamental para fomentar y preservar un nivel óptimo de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, abarcando todas las actividades que realizan durante su jornada laboral. Asegurar la salud propicia condiciones de trabajo aceptables y entornos laborales ideales que reflejan una calidad integral de seguridad dentro de una organización.

El involucramiento de todo el personal en el área de salud es importante para prevenir controlar enfermedades o lesiones ocupacionales relacionadas al trabajo rutinario de una empresa (Ministerio de Salud Pública, 2019).

### 2.1.3. ACCIDENTE DE TRABAJO

Un accidente laboral se define como un suceso puntual que provoca daños físicos o mentales como resultado de actividades profesionales, dentro de un área laboral o durante un tiempo de ejecución de labores con potencial riesgo (Eurostat, 2023).

### 2.1.4. INCIDENTE EN EL TRABAJO

El incidente de trabajo es un acontecimiento inesperado que se presenta en el entorno laboral y puede ocasionar lesiones, aunque no cause daños físicos o materiales en ese instante (Toro et al., 2021). Un incidente sirve como una señal que ayuda a reconocer y gestionar riesgos potenciales que existen, antes de que un accidente suceda.

### 2.1.5. JERARQUÍA DE CONTROLES

La jerarquía de controles (figura 1) de riesgos es un método estructurado que organiza las acciones de gestión en orden de mayor a menor grado de eficacia. Proporciona una guía ordenada para que al tomar acciones se prioricen las más efectivas (ISO 45001, 2018). Su principal enfoque se basa en que los riesgos sean controlados con medidas acorde a su nivel de impacto y su probabilidad de ocurrencia.

Figura 1.

*Pirámide de jerarquía de controles*



Fuente: (Cevallos, 2025)

## 2.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos es un proceso sistemático que se utiliza para identificar, evaluar y priorizar los riesgos con el fin de mitigar eficazmente los posibles daños generados en el área de trabajo. Existen diversos métodos para realizar evaluaciones de riesgos, según el contexto, el entorno y la complejidad de la tarea o actividad (Hendra, 2025).

A través del portal del Sistema Único del Trabajo (SUT) establecido por el Ministerio de Trabajo se encuentran diversas metodologías que pueden ser aplicadas para evaluar riesgos dentro de una empresa, siendo el personal delegado de la seguridad y salud en el trabajo aquel que puede escoger el método acorde a las necesidades. Dentro de las metodologías disponibles se encuentran:

- Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de Riesgo GTC45
- Evaluación de Riesgos Laborales (INSTH)
- Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos NTP – 330
- Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPERC)
- Otras Metodologías

### 2.2.1. MATRIZ DE RIESGOS

Una matriz de riesgos es un recurso que facilita la evaluación visual de datos y asiste en la toma de decisiones a partir de los resultados obtenidos. Esta matriz posibilita reconocer, valorar y clasificar los riesgos de un puesto de trabajo o una actividad específica según su posibilidad y efectos (Landell, 2016).

### 2.2.2. FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo representan peligros potenciales que pueden derivarse de los objetos presentes en el puesto de trabajo y posiblemente del entorno en el que se desarrolla la actividad u tarea laboral. El identificar y comprender estos factores es fundamental para implementar medidas de seguridad efectivadas y prevenir accidentes en el área de trabajo (Erdil, 2022).

En la actualidad a nivel nacional se encuentran 6 clasificaciones consideradas vigentes para establecer los factores de riesgo. A continuación, se describen cada uno.

#### 2.2.2.1. FACTORES FÍSICOS

Los factores físicos son aquellos elementos del entorno laboral que, por sus diferentes propiedades y características netamente físicas, pueden llegar a causar daños a la salud de los trabajadores dentro del área de trabajo (Dirección de Seguridad Laboral, 2021b).

Dentro de estos factores se incluye: ruido, iluminación, vibración, temperaturas (excesiva o deficiente), radiaciones ionizantes y no ionizantes, humedad, entre otros.

#### 2.2.2.2. FACTORES QUÍMICOS

Los factores químicos son aquellos elementos o compuestos, ya sean naturales o sintéticos que son expuestos al ambiente generando un riesgo potencial hacia el trabajador al momento de tener contacto directo a través de la inhalación, ingestión o contacto directo con la piel provocando diversas enfermedades profesionales o accidentes en el sitio de trabajo (Dirección de Seguridad Laboral, 2021c).

Una sustancia se considera peligrosa cuando genera daños a la salud, puede provocar incendios u explosiones y es nociva hacia al medio ambiente. El nivel de impacto de acuerdo a la composición y dosis de exposición.

#### 2.2.2.3. FACTORES ERGONÓMICOS

Los factores ergonómicos se derivan del entorno de trabajo, donde dichos factores están estrechamente relacionados con la interacción entre el trabajador, las tareas que desempeña en su lugar de trabajo y el ambiente laboral.

Estos factores no solo ocasionan lesiones en los trabajadores, sino que también generan un aumento de los gastos para las empresas u industrias, ya que interrumpen la actividad operativa y provocan ausencias por enfermedad profesional o incapacidad (Secretaría de Salud y Desarrollo Territorial, 2020).

#### 2.2.2.4. FACTORES BIOLÓGICOS

Los factores biológicos son agentes y sustancias que pueden ser transmitidos a personas u otras formas de vida, creando así la posibilidad de que un empleado experimente algún tipo de daño o lesión en su trabajo, tras haber estado en contacto con este agente mientras llevaba a cabo sus labores, tareas o actividades de cumplimiento dentro del área de trabajo designada (Dirección de Seguridad Laboral, 2021a).

Dentro de estos agentes infecciosos se encuentran: bacterias, virus, hongos, parásitos, entidades genéticamente modificadas, incluso sustancias contaminantes que tienen la capacidad de liberar toxinas.

#### 2.2.2.5. FACTORES PSICOSOCIALES

Los factores psicosociales se refieren a las circunstancias que se encuentran en el ambiente de trabajo y que están directamente vinculadas a la estructura, habilidad laboral y la ejecución de los labores, pudiendo impactar tanto al bienestar como la salud (física o mental) de un colaborador, lo que puede llevar a una disminución en el rendimiento previsto en el área (Oreste, 2014).

#### 2.2.2.6. FACTORES DE SEGURIDAD

El factor de riesgo en seguridad representa todos aquellos elementos o condiciones del entorno laboral presentes en una actividad o tarea de trabajo (sea dentro o fuera de una locación) que, al estar expuestos tienen la capacidad de provocar daño o lesión al trabajador (Ministerio del Trabajo, 2024b).

Dentro de este factor, se engloba otros tipos de riesgos que se engloban en subclasificaciones descritas a continuación:

- **Locativos:** Riesgos relacionados con instalaciones o condiciones físicas en el lugar de trabajo que, cuando no se encuentran en estado adecuado pueden producir daño tanto a la salud de los trabajadores como al centro de trabajo, debido a la exposición de estos.

- **Mecánicos:** Se refiere al conjunto de condiciones que se derivan de la acción u interacción con las máquinas, herramientas, piezas de trabajo o materiales proyectados (sólidos o fluidos), y pueden ocasionar lesiones al trabajador al exponerse a ellos.
- **Eléctricos:** El riesgo eléctrico se refiere a cualquier circunstancia en la que se podría dar el contacto del cuerpo humano con la electricidad.
- **Industrial mayor:** Se trata de factores presentes en el ámbito laboral que derivan uso de diversas formas de energía y de fallas en el almacenamiento o manejo de sustancias peligrosas. Estos factores pueden ocasionar perjuicios a los trabajadores, a las instalaciones, al entorno ambiente y a las poblaciones.
- **Otros factores emergentes:** Aquellos factores que, acorde al avance científico y médico son considerados como riesgos potenciales que afectan la salud de los trabajadores. Sin embargo, son factores nuevos que todavía no se conocen completamente sus consecuencias u impactos en totalidad.

### 2.3. SISTEMA SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DE RIESGO NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN

El método simplificado de evaluación de riesgos (NTP 330) es una guía metodológica de origen español que permite identificar y ponderar la severidad de los riesgos presentes en una tarea o actividad dentro de un área o puesto de trabajo.

Esta metodología no busca establecer un valor preciso para un riesgo, sino que se centra con obtener una estimación basada en su categoría, empleando escalas numéricas ordinales con valores establecidos previamente para alcanzar un resultado final. Así como también dar niveles jerárquicos que nos ayudan a priorizar medidas preventivas y correctivas ante los riesgos identificados previamente (Peralta, 2022).

La aplicación de este método al momento de estimar el nivel de riesgo de una determinada situación en el área de trabajo comprende una serie de pasos que serán descritos a detalle en los siguientes puntos.

### 2.3.1. ESTIMACIÓN NIVEL DE DEFICIENCIA

Para establecer el Nivel de Deficiencia (ND) debemos conocer los factores de riesgos presentes en el área de trabajo y en qué grado pueden ser atribuidos como elementos causales de un accidente laboral (Ureña, 2015). En la tabla número uno se presentan los criterios de categorización establecidos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

**Tabla 1.**

*Determinación nivel de deficiencia*

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy Deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se han detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se va reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable	–	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

**Fuente:** (INSST, 1993)

### 2.3.2. ESTIMACIÓN NIVEL DE EXPOSICIÓN

El Nivel de Exposición (NE) se relaciona con la frecuencia en la que el trabajador es expuesto al riesgo considerando los tiempos de permanencia (tabla 2) en el área de trabajo, operaciones u actividades en el puesto laboral analizado (Damián, 2024).

**Tabla 2.**

*Determinación nivel de exposición*

Nivel de deficiencia	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

**Fuente:** (INSST, 1993)

### 2.3.3. ESTIMACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD

Determinado el nivel de deficiencia y el nivel de exposición, se puede determinar el Nivel de Probabilidad (NP) (Ureña, 2015), el cual se expresa en la ecuación 1:

**Ecuación 1.** *Nivel de probabilidad*

$$NP = ND \times NE$$

La tabla número tres presenta los criterios de categorización del INSST, donde se concentra el alineamiento entre el ND y NE en un punto central para establecer el NP.

**Tabla 3.**

*Determinación nivel de probabilidad*

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA – 40	MA – 30	A – 20	A – 10
	6	MA – 24	A – 18	A – 12	M – 6
	2	M – 8	M – 6	B – 4	B – 2

**Fuente:** (INSST, 1993)

Para una mejor comprensión del nivel de probabilidad se detalla el significado de cada nivel establecido acorde a su categorización presentado en la tabla número cuatro.

**Tabla 4.**

*Interpretación nivel de probabilidad*

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

**Fuente:** (INSST, 1993)

### 2.3.4. ESTIMACIÓN NIVEL DE CONSECUENCIA

Para determinar el Nivel de Consecuencia (NC) se han definido cuatro categorías, teniendo en cuenta tanto los perjuicios físicos como los materiales. Cada uno de estos aspectos deberá ser analizado de manera separada, siendo el impacto en la salud de los colaboradores más significativo que los daños materiales sufridos por una compañía o sector específico analizado (Damián, 2024).

En la tabla número cinco se presentan los criterios de categorización dados por el INSST.

**Tabla 5.**

*Determinación nivel de consecuencia*

Nivel de Consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro de proceso

Fuente: (INSST, 1993)

### 2.3.5. ESTIMACIÓN NIVEL DE RIESGO Y NIVEL DE INTERVENCIÓN

Establecido el Nivel de probabilidad (NP) y el Nivel de consecuencia (NC), se procede a determinar el Nivel de Riesgo (NR) (Ureña, 2015), el cual se expresa en la ecuación 2:

**Ecuación 2.** Nivel de riesgo

$$NR = NP \times NC$$

La tabla número seis muestra los criterios de categorización establecidos por el INSST, donde se concentra el alineamiento entre el NP y NC en un punto central para establecer el resultado final correspondiente al NP. Cabe recalcar que en la tabla se muestra tanto el nivel de riesgo como el nivel de intervención en una misma celda de interacción.

**Tabla 6.**

*Determinación nivel de riesgo*

		Nivel de probabilidad (NP)			
		40 – 24	20 – 40	8 – 6	4 – 2
Nivel de consecuencia (NC)	100	I 4000 - 2400	I 2000 - 1200	I 800 - 600	II 400 - 200
	60	I 2400 - 1440	I 1200 - 600	II 480 - 360	II 240 III 120
	25	I 1000 - 600	II 600 - 250	II 200 - 150	III 100 - 50
	10	II 400 - 240	II 200 III 100	III 80 - 60	III 40 IV 20

Fuente: (INSST, 1993)

Luego de conocer el nivel de riesgo, establecemos el nivel de intervención en función del aspecto económico y la opinión de los trabajadores. A continuación, se detalla el significado de cada categoría establecida según el nivel de riesgo.

**Tabla 7.**

*Interpretación nivel de intervención*

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000 – 600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: (INSST, 1993)

### 2.3.6. GESTIÓN DE RIESGOS

Tras finalizar el análisis de la estimación del nivel de riesgo se procede a la última etapa dentro de la evaluación de riesgo NTP 330. Dicha etapa está dividida en dos fases:

- 1) Jerarquización de controles operacionales.
- 2) Planificación preventiva de medidas de acción.

La evaluación de riesgos es un proceso que se desarrolla de manera constante y variable, en el cual las estrategias de control necesitan ser revisadas de forma regular y ajustadas si es necesario. De igual forma, si las circunstancias laborales se alteran, los riesgos y amenazas en un entorno de trabajo también pueden cambiar (Damián, 2024).

## 2.4. PROGRAMA LOTO

El programa de bloqueo y etiquetado (LOTO) incluye un conjunto de protocolos y acciones creadas para salvaguardar a los colaboradores contra la activación imprevista de una máquina o dispositivo utilizado, así como contra la liberación incontrolada de energías peligrosas durante tareas de mantenimiento (Chao & Henshaw, 2002). Al implementar LOTO se fomenta una cultura de conciencia y responsabilidad de los colaboradores relacionadas con el manejo de fuentes eléctricas y mecánicas peligrosas dentro de máquinas y equipos presentes en la industria (Carlos, 2024).

### 2.4.1. LOTO – LOCKOUT/TAGOUT

Esta importante actividad de seguridad implica apagar las fuentes de energías, cerrar las válvulas, gestionar temperaturas elevadas o bajas y asegurar partes que se mueven, con el objetivo de prevenir la liberación sorpresiva de energía peligrosa mientras se realizan tareas de mantenimiento o limpieza de equipos (OSHA, 1979).

- **LockOut (Bloqueo):** Implica el uso de dispositivos físicos de bloqueo para garantizar que un equipo no pueda iniciarse.
- **TagOut (Etiquetado):** Se utiliza una etiqueta de advertencia que indica quién ha bloqueado el equipo y por qué razón.

## 2.4.2. DIFERENCIAS ENTRE BLOQUEO Y ETIQUETADO

El bloqueo consiste en aislar físicamente una fuente de energía del sistema que la emplea (máquina, equipo o proceso). Esta acción se realiza mediante el uso de dispositivos de bloqueo específicos, diseñados para adaptarse a diferentes aplicaciones y asegurar que la energía no pueda ser restablecida de manera accidental (INADET, 2018).

En contraste el etiquetado implica la colocación de una tarjeta o señal visual que informa claramente sobre las actividades que se están llevando a cabo en el equipo o maquinaria. Estas etiquetas suelen incluir advertencias, instrucciones, propósito del procedimiento, así como la identificación del trabajador autorizado mediante nombre o fotografía clara del mismo (Llaneza, 2018).

## 2.4.3. OBJETIVO DE LOTO

Establecer los mecanismos de seguridad, los sistemas de resguardo y los dispositivos de protección requeridos para prevenir y mitigar los riesgos laborales derivados de la operación y el mantenimiento de maquinaria y equipo (Cabrera, 2019).

- a) Proteger la vida y la salud de los trabajadores.
- b) Prevenir lesiones graves o fatales causadas por diversos factores como: encendido accidental de equipos, liberación inesperada (presión, calor o sustancias químicas) y movimiento mecánico de partes móviles.
- c) Cumplir con la normativa legal de seguridad laboral.

## 2.4.4. ENERGÍAS PELIGROSAS

La energía peligrosa se refiere a las diversas formas de energía presente en máquinas y equipos que suelen ser perjudiciales si se liberan de forma inesperada. Al apagar una máquina, puede existir energía peligrosa almacenada en el sistema, a la espera de ser liberada, donde si no tiene las precauciones adecuadas y un manejo seguro de energía las consecuencias pueden ser catastróficas (OSHA, 2021). Previo a realizar el servicio de mantenimiento de un equipo, es necesario confirmar que todas las fuentes de energía se encuentran desactivadas, aisladas, desconectadas o aseguradas.

### 2.4.4.1. TIPOS DE ENERGÍAS PELIGROSAS

El programa Loto está diseñado para controlar energías potencialmente peligrosas y garantizar que los equipos o máquinas estén completamente desenergizados y evitar que se activen de manera accidental mientras se trabaja en ellos (Llaneza, 2018). Es fundamental conocer las diferentes fuentes de energías que existen como son:

**Tabla 8.**

*Tipos de energías peligrosas*

Fuentes de energías	Descripción
<p data-bbox="316 734 539 768"><b>Energía eléctrica</b></p> 	<p data-bbox="636 734 1353 943">Se manifiesta como corriente alterna o continua en cables, tableros, motores, baterías o capacitadores. Es altamente peligrosa por el riesgo de electrocución, quemaduras o arcos eléctricos.</p> <p data-bbox="636 1005 1283 1039"><b>Ejemplo:</b> Corriente en tableros, transformadores.</p>
<p data-bbox="308 1064 547 1097"><b>Energía mecánica</b></p> 	<p data-bbox="636 1064 1353 1218">Acumulada en sistema mecánicos mediante resortes o masas en movimiento. Si se libera de forma repentina, puede provocar golpes contundentes o atrapamientos.</p> <p data-bbox="636 1279 1161 1312"><b>Ejemplo:</b> Engranajes, resortes tensados.</p>
<p data-bbox="304 1350 550 1384"><b>Energía hidráulica</b></p> 	<p data-bbox="636 1350 1353 1505">Proviene de líquidos o alta presión usados para mover maquinaria. Si no se drena, el fluido puede generar efectos de choque.</p> <p data-bbox="636 1565 1299 1599"><b>Ejemplo:</b> Líneas presurizadas, cilindros hidráulicos.</p>
<p data-bbox="300 1648 555 1682"><b>Energía neumática</b></p> 	<p data-bbox="636 1648 1353 1803">Similar a la hidráulica, pero con aire. La liberación súbita puede causar impactos y daños físicos, sin la probabilidad de envenenamiento.</p> <p data-bbox="636 1863 1142 1897"><b>Ejemplo:</b> Aire comprimido en válvulas.</p>

---

### Energía química



Involucra energía derivada de reacciones (como gases o líquidos tóxicos y explosivos). Puede liberar calor, presión o sustancias tóxicas.

**Ejemplo:** Reacciones en tanques o gases.

---

### Energía térmica



Asociada a altas temperaturas (vapor, metales calientes o líquidos). Sin control puede causar quemaduras de tercer grado.

**Ejemplo:** Superficies calientes, vapores.

---

### Energía gravitacional



Proviene del peso de objetos elevados. Su caída puede liberar energía cinética destructiva.

**Ejemplo:** Objetos elevados que pueden caer.

---

### Energía almacenada



Incluye desde radiación electromagnética (rayos X, láser) hasta energía eléctrica almacenada en baterías, capacitadores y en ocasiones genera presión residual dentro de sistemas cerrados.

**Ejemplo:** Baterías, condensadores cargados.

---

**Fuente:** (INSST, 1993)

## 2.4.5. CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS

Se trata de un procedimiento estructurado que se utiliza para evitar que un equipo se ponga en funcionamiento, ya sea accidentalmente por una persona o por una liberación inesperada de energía, mientras alguien realiza labores en él.

Al instalar un dispositivo de bloqueo y candado que impida la liberación de energía o desconecte temporalmente el equipo de la línea de producción, se previenen posibles incidentes laborales. Este tipo de procedimiento es aplicable en equipos eléctricos, válvulas u otros equipos mecánicos (Veolia, 2024).

### 2.4.5.1. EFICIENCIA DE UN SISTEMA LOTO

Para que un sistema LOTO sea eficaz se debe considerar los siguientes aspectos dentro de su funcionamiento:

- 1) **Identificación de fuentes de energía:** Antes de realizar cualquier en un equipo, es fundamental identificar todas las fuentes de energía que lo alimentan. Una correcta identificación permite un aislamiento completo y evita accidentes por fuentes no desactivadas.
- 2) **Notificación a todos los involucrados:** Antes de aislar el equipo, se debe comunicar a todos los trabajadores afectados que se realizará un procedimiento LOTO. Esto incluye operadores, técnicos, supervisores y cualquier persona que trabaje en zona. Incluso el desarrollo de protocolos y políticas es necesario.
- 3) **Aislamiento del equipo o sistema:** El equipo debe desconectarse completamente de todas sus fuentes de energía, tomando en cuenta: abrir interruptores eléctricos, cerrar válvulas de suministro, desconectar mangueras o líneas de energía.
- 4) **Bloqueo físico de las fuentes de energía:** Se deben colocar dispositivos de bloqueo físico en los dispositivos de control de energía. Cada colaborador debe poner su propio candado individual.
- 5) **Colocación de etiquetas de advertencia:** Junto con el candado, se coloca una etiqueta de advertencia visible (tag), con los siguientes datos: nombre del trabajador, fecha, motivo del bloqueo.
- 6) **Verificación de que no existe residual (energía cero):** Se debe comprobar que no quede energía almacenada o residual antes de iniciar trabajos. Esto puede implicar lo siguiente:
  - Drenar presión.
  - Descargar condensadores.
  - Liberar tensión mecánica.
  - Medir con multímetros o detectores.

En sistemas neumáticos o hidráulicos (como cilindros, compresores, líneas de aire o fluidos a presión), incluso si se ha cerrado la válvula principal, puede quedar presión atrapada en las líneas. Considerando que:

- Abrir válvulas de drenaje para liberar aire o fluido presurizado.
- Utilizar dispositivos de descarga diseñados específicamente.
- No debe existir válvulas de retención que impidan la salida de la presión.
- Verificar la unidad de mantenimiento de las válvulas.

En este caso de no hacer, la liberación súbita de presión puede causar proyecciones de piezas, mangueras que se sueltan o movimientos repentinos de actuadores.

**7) Liberación segura después del trabajo:** Una vez finalizado el mantenimiento se debe: verificar que todo el personal esté fuera del área, reinstalar los componentes de seguridad, informar a los involucrados. Teniendo en cuenta, muy importante solo la persona que colocó el candado puede retirarlo, garantizando control y responsabilidad.

## 2.4.6. ELEMENTOS Y EQUIPOS DE BLOQUEO

Son elementos o dispositivos físicos utilizados para aislar y asegurar que los equipos permanezcan apagados controlando que no se presente una activación inesperada de equipos que dispongan de energías peligrosas durante un mantenimiento preventivo, correctivo y/o programado. Dichos dispositivos de bloqueo deben ser suficientemente fuertes para evitar su retiro con facilidad de los equipos. Además, deben estar etiquetados con datos relevantes (nombre del trabajador, fecha y motivo del bloqueo) y dejando claro que su uso es exclusivo para el control de energías peligrosas sin destino a otros fines (Cabrera, 2019).

### 2.4.6.1. TIPOS DE DISPOSITIVOS DE BLOQUEO

Dentro de los tipos de dispositivos de bloqueo que suelen ser utilizados dentro del programa LOTO se encuentran los siguientes:

Tabla 9.

Tipos de bloqueo físico LOTO

Dispositivos de bloqueo	Características
<p>Candados individuales de seguridad (Padlocks)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos individuales, únicos por trabajador diseñados exclusivamente para LOTO.</li> <li>- Usados para asegurar puntos de aislamiento de energía</li> <li>- Deben ser duraderos, resistentes al ambiente, 100% dieléctricos y no ser intercambiables.</li> <li>- Cada candado debe tener identificación de la persona que lo aplica.</li> </ul>
<p>Haps o grilletes múltiples (Lockout Hasps)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permiten que varios trabajadores aseguren un mismo punto de aislamiento con sus candados individuales.</li> <li>- Aseguran que no se pueda reactivar la fuente hasta que todos retiren su candado.</li> <li>- Por lo general están hechos de acero resistente o materiales no conductores, dependiendo del entorno de trabajo.</li> </ul>
<p>Dispositivos de bloqueo para válvulas (Valve Lockouts)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñados para prevenir la manipulación de válvulas como son:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gate valves (válvula de compuerta)</li> <li>• Ball valves (válvula de media vuelta)</li> <li>• Válvulas de mariposa</li> <li>• Plug Valves (válvula de enchufe)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Bloqueadores eléctricos (Electrical Lockouts)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pueden incluir varios tipos como son:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit breaker locks (bloqueo de breakers e interruptores)</li> <li>• Plug locks (clavija, enchufes)</li> <li>• Push botton (bloqueo de botón)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Bloqueadores de cable (Cable Lockouts)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizados cuando hay múltiples puntos de aislamiento.</li> <li>- Un cable flexible se recorre a través de ellos y se asegura con un candado, ofreciendo versatilidad en situaciones complejas.</li> </ul>

Fuente: (INSST, 1993)

## Formas de realizar bloqueo

Existen varios enfoques, dependiendo del número de personas involucradas y el equipo a intervenir se consideran los siguientes:

1. **Bloqueo individual:** Un solo trabajador realiza el mantenimiento y debe colocar su candado personal en el punto de control.
2. **Bloqueo múltiple (grupo):** Múltiples trabajadores participan. Se dispone de una caja de bloque grupal donde se colocan todos los candados en un único punto y nadie puede retirar la energía sin que todos los trabajadores retiren su propio candado culminado la intervención.

### 2.4.7. PROCEDIMIENTO GENERAL DE LOTO

El primer paso para implementar con éxito un programa de bloqueo/etiquetado consiste en desarrollar y documentar un protocolo o pasos a seguir en cuanto se trata de control de energías peligrosas aplicable a los equipos. Este documento escrito actúa como la base estructural del programa de bloqueo, definiendo su alcance y proporcionando una guía clara sobre su aplicación (INADET, 2018).

Al elaborarlo, es fundamental considerar las normas internacionales, la legislación vigente y las regulaciones específicas del sector. Además, deben incorporarse requisitos adaptados a las necesidades particulares de los trabajadores, de modo que puedan comprender e implementar efectivamente el programa dentro de su entorno laboral.

El instructivo consta de nueve componentes como son:

- 1) Logotipo de la empresa
- 2) Nombre de la máquina y el área a la que pertenece específica
- 3) Ubicación de la planta
- 4) Nombre de quien autoriza y revisó el instructivo
- 5) Número de los puntos de bloqueo existentes en la máquina
- 6) Pasos de bloqueo
- 7) Imágenes de la máquina y puntos de bloqueo

- 8) Identificación de las fuentes de energía, donde están ubicados, como ponerles en posición off o apagado, conque bloquear y etiquetar, como verificar y comprobación
- 9) Pasos para desbloquear

Cabe mencionar que, implementar un correctamente un programa LOTO es clave para evitar accidentes laborales graves o fatales. Su aplicación rigurosa demuestra compromiso con la seguridad, el cumplimiento normativo y la cultura preventiva dentro de las empresas industriales (Llaneza, 2018).

#### 2.4.7.1. MANEJO DE LOTO

El procedimiento LOTO (del inglés LockOut – TagOut) es gestionado en las empresas por dos tipos de personal son los responsables de cada empresa mismos que se dividen en:

1. **Dirección ejecutiva / gerencia:** Establece y asegura el funcionamiento del programa LOTO: define la política, recursos, dispositivos de bloqueo, formación y supervisión continua. Además, lidera la cultura de seguridad, participa en auditorias y análisis de riesgos. Finalmente, deben facilitar recursos, dispositivos y autorización para implementar LOTO de manera segura.
2. **Departamento de Seguridad o EHS (Environmental Health & Safety):** Tiene la responsabilidad de desarrollar, actualizar y supervisar el programa LOTO. Realizando auditorias periódicas (mínimos anuales) y coordinando revisiones del sistema. Además, organiza la formación y certificación del autorizado o afectado. Por último, diseña y mantiene actualizado el programa, lleva registros de formación, inspecciones y documentación.
3. **Supervisores y personal autorizado:** Los supervisores y mecánicos autorizados aplican el bloqueo y etiquetado según los procedimientos escritos. Cada trabajador autorizado debe utilizar su propio candado y etiqueta, especialmente en trabajo grupales o con cambios de turno. También, reportan incidencias o fallos en el equipo o el método.

- 4. Personal afectado:** Los operadores o trabajadores que no realizan bloqueo deben ser notificados del procedimiento y no interferir con las medidas de seguridad establecidas, en el caso de intervenir o ayudar al personal autorizado, se procederá a identificar con su candado y tarjeta de bloqueo, para el control de personas que intervienen en el mantenimiento más no acceden a fuentes de energías que pueden tender a ser peligrosas.

## 2.5. LEGISLACIÓN APLICABLE DENTRO DEL PROGRAMA LOTO

El marco normativo legal al momento de implementar un programa de Bloqueo y Etiquetado (LOTO) es indispensable para establecer directrices y procedimientos asegurando que las máquinas y equipos de trabajo con un nivel alto de riesgo estén correctamente desactivados y aislados durante el periodo de mantenimiento programado, preventivo y/o correctivo (Carlos, 2024).

### 2.5.1. NORMAS QUE RIGEN EL PROGRAMA

#### 2.5.1.1. ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL TÍTULO 29 DEL CÓDIGO DE REGULACIONES FEDERALES DE ESTADOS UNIDOS PARTE 1910

La norma OSHA 29 CFR 1910 establece un conjunto de directrices para la seguridad y salud laboral de manera general en diferentes sectores. Esta normativa se encuentra dentro del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos (CFR) (OSHA, 1979). La norma de la OSHA requiere que los empleadores ofrezcan dispositivos de bloqueo y etiquetado que sean duraderos, estandarizados, sustanciales e identificables. Dentro de las normas específicas de interés se encuentran las siguientes:

- **CFR 1910.147:** Norma para el control de energía peligrosa, que establece los procedimientos para desactivar maquinaria o equipos.
- **CFR 1910.133:** Norma para la seguridad eléctrica, que establece las prácticas de seguridad laboral para prevenir descargas u otras lesiones a causa de contacto eléctrico.

## 2.5.2. NORMATIVAS QUE RIGEN EL PROGRAMA

### 2.5.2.1. CÓDIGO DE TRABAJO

El código de trabajo es una normativa que regula las relaciones laborales entre trabajadores y empleadores, además establece los derechos y obligaciones que deben rendir ambas partes dentro de una relación de dependencia (Ministerio del Trabajo, 2020). Dentro de los artículos de interés se encuentran los siguientes:

- **Art. 416:** Prohibición de limpieza de máquinas en marcha.
- **Art. 426:** Advertencia previa al funcionamiento de una máquina.
- **Art. 427:** Trabajadores que operen con electricidad.
- **Art. 428:** Reglamentos sobre la prevención de riesgos.

### 2.5.2.2. DECRETO EJECUTIVO 255 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Decreto Ejecutivo 255 es un reglamento que regula la designación y funciones de los responsables de seguridad y salud en el trabajo por número de trabajadores y nivel de riesgo laboral expuesto (Ministerio del Trabajo, 2024b). Dentro de los artículos son:

- **Art. 82:** Normas generales.
- **Art. 132:** Controles de energías peligrosas.

### 2.5.2.3. ACUERDO MINISTERIAL NRO. MDT-2024-196

El Acuerdo Ministerial 196 junto con su Anexo 3: Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo proporciona lineamientos técnicos detallados que van desde la evaluación y control de riesgos, hasta la promoción de un entorno de bienestar integral, incluyendo la gestión de factores psicosociales (Ministerio del Trabajo, 2024a). Dentro de los artículos de interés se destaca el Capítulo III – Prevención de Riesgos Eléctricos:

- **Art. 83:** De los contactos eléctricos directos.
- **Art. 84:** De los contactos eléctricos indirectos.
- **Art. 85:** De los arcos eléctricos.
- **Art. 132:** Control de energías peligrosas.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Una investigación debe seguir métodos rigurosos y precisos que garanticen la factibilidad del estudio y establezcan la validez de resultados obtenidos en el proyecto, asegurando la correcta aplicación del método científico. Establecer el tipo, diseño y nivel de investigación es ideal para conocer a detalle el alcance que se pretende abarcar en el estudio y su posible replicabilidad en futuras investigaciones (Ochoa, 2019).

##### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de titulación fue desarrollado a través de una investigación pura. Este tipo de investigación no busca una aplicación inmediata de los conocimientos adquiridos, sino que tiene como objetivo ampliar los fundamentos teóricos que contribuyen al desarrollo de una ciencia, sin enfocarse directamente en sus posibles usos o implicaciones prácticas a futuro (Arias, 2021).

El diseño de la implementación de un programa LOTO se basó en los descubrimientos que se dieron acorde a los objetivos relacionados en el estudio que permitió aplicar los instructivos en la empresa de interés. De esta manera, se logra una mejora en el manejo de energías peligrosas para mantenimiento en la línea 4 de producción a través de protocolos y equipos que fueron necesarios en la aplicación del programa LOTO garantizando un mantenimiento seguro de máquinas.

##### 3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación estuvo basado en un enfoque no experimental a nivel de campo. Este diseño de investigación pretende la recolección de información de forma directa en el lugar de aplicación donde se aplica el estudio de interés (Ochoa, 2019).

Este enfoque se debió a que la recopilación de datos necesarios para el estudio y la implementación del programa LOTO fue recolectada de forma directa en la línea 4 de la empresa de bebidas, realizando un recorrido en campo el mismo en que se pudo identificar la presencia de energías peligrosas en las máquinas que necesitaron ser analizadas y estudiadas para el desarrollo de instructivos y adquisición de equipos de bloqueo contemplados en el programa.

### 3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El alcance de la investigación fue de tipo descriptivo. Este nivel de investigación se caracteriza por establecer datos y características de la población o fenómeno que se centra el estudio, además de priorizar la identificación de fuentes que generan un acontecimiento dentro del entorno exploratorio analizado en un estudio (Arias, 2021).

Este planteamiento se debió a que la validación en campo ayudó a identificar las principales fuentes de energías peligrosas y puntos de bloqueo para una correcta implementación de LOTO, además de conocer las mejoras que podrían surgir en las actividades de mantenimiento de máquinas que forman parte del proceso productivo en la línea 4 de fabricación dentro de la empresa.

## 3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se centró en un enfoque descriptivo debido a que reconoce una situación real y natural a través de la observación sistemática o valiéndonos de una muestra que sea capaz de proporcionar una información aceptable de comportamientos o circunstancias que ayuden a soportar los ejes de la investigación (González, 2017).

Este enfoque se debió a que la recopilación de datos e información fue proveída por la empresa de interés, donde se conoció a mayor profundidad el problema que surge al manipular máquinas que contengan energías peligrosas en la línea 4 de producción y brindó la oportunidad de aplicar soluciones como lo es el programa de bloqueo y etiquetado (LOTO) estableciendo factores y puntos sensibles que influyen en el proceso de mantenimiento de la mayoría de máquinas.

### 3.3. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

De acuerdo a los lineamientos establecidos en la norma OSHA 1910.147 el público objetivo debe incluir a todo el personal que lleve a cabo tareas relacionadas con mantenimiento, operaciones, seguridad industrial, control de calidad, trabajo en planta, manejo de maquinaria y también a los contratistas. Además, también se considera a todo trabajador que este cerca del perímetro de mantenimiento, reparación u operaciones de una máquina que manipule energías peligrosas (OSHA, 2020).

La población del presente estudio se enfocó a todas las máquinas que contengan energías peligrosas en la línea 4 de producción de la empresa de interés en la ciudad de Guayaquil, en la cual se identificaron puntos de bloqueo y dispositivos necesarios para una correcta implementación del programa LOTO contribuyendo a la estabilidad de realizar actividades de mantenimiento en maquinaria de alto riesgo.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Al realizar un proceso investigativo la selección correcta de técnicas e instrumentos de tratamiento de información es esencial para un excelente planteamiento de la problemática a solucionar y ayuden al investigador a desarrollar el proyecto sustentado en un método científico que garantice el éxito de la investigación (Medina et al., 2023).

El presente proyecto se centró en las fuentes de información primaria donde los datos se recopilan directamente en la fuente, sin sufrir alteraciones previas. Esta información es original y específica para el objetivo del trabajo de titulación.

Entre las técnicas que fueron aplicadas para el estudio se encuentran las siguientes:

- **Observación directa:** La observación en el área de producción permite identificar puntos de bloqueo y dispositivos necesarios para la implementación del programa LOTO. Además, ayuda a establecer posibles debilidades que se tienen al realizar acciones de mantenimiento de máquinas.

- **Entrevista:** Esta técnica permite el acercamiento directo entre el investigador y entrevistado con el fin de obtener información relevante sobre un tema específico, siendo este caso, el manejo de máquinas que contengan energías peligrosas y el personal autorizado para las labores de mantenimiento.

### 3.5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información que estuvo recolectada ya sea mediante observación directa y/o entrevista, se tomó en cuenta para la creación de instructivos LOTO y para gestionar los materiales educativos para la capacitación. Se trabajó con programas digitales como Word, Excel y PowerPoint para la elaboración tanto de los instructivos y matriz de riesgos como también el material para capacitar al personal.

La información recopilada finalmente nos dio un claro panorama para el correcto funcionamiento del programa LOTO, siendo esta información el factor determinante para la identificación correcta de puntos y elementos de bloqueo, mismos que nos ayudaron a cumplir con la aplicación del programa en el caso de un mantenimiento programado, preventivo y/o correctivo.

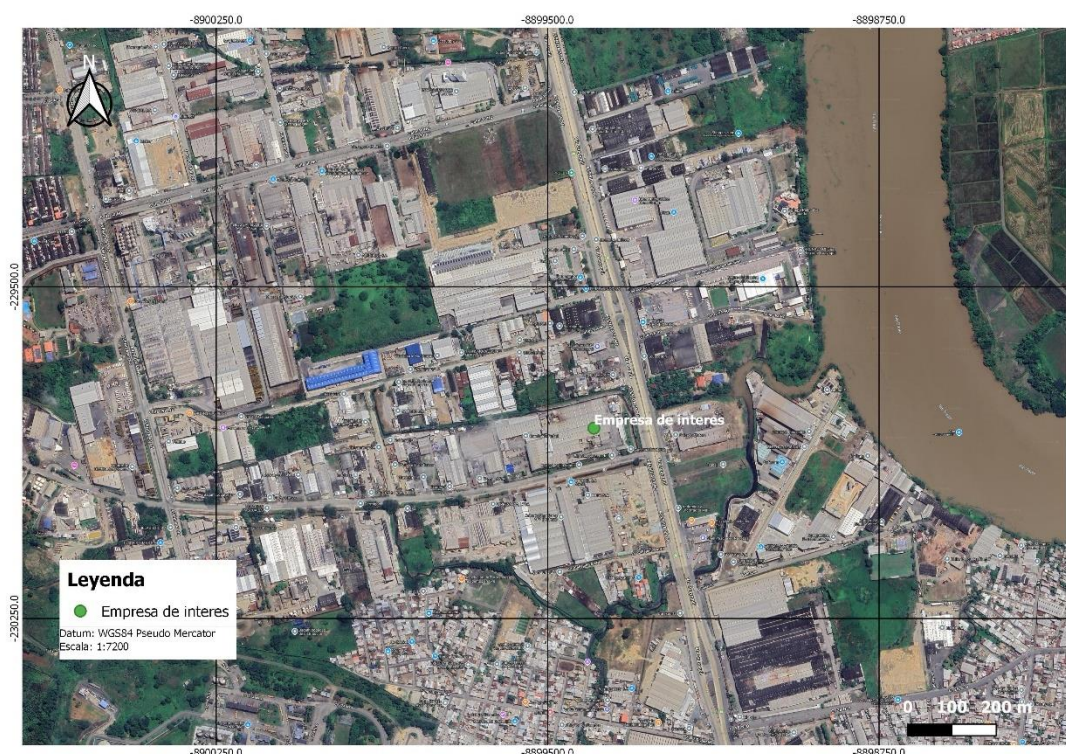
### 3.6. DESCRIPCIÓN ZONA DE ESTUDIO

La empresa de bebidas creada originalmente en Perú está ubicada al noreste de la ciudad de Guayaquil en el kilómetro 15  $\frac{1}{2}$  Vía Daule en las coordenadas 2°3'50''S y 79°56'40''E, diagonal a la penitenciaría, sector pascuales (figura 2).

El compromiso de la empresa vela por el bienestar y seguridad del personal de planta y también por el medio ambiente y con la naturaleza, es parte del ADN de esta empresa de bebidas. Uno de los lemas de esta empresa es "Creemos en un mundo donde las personas y el planeta prosperan juntos". Esta empresa ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en volumen de ventas, destacándose especialmente en la categoría de bebidas no alcohólicas y además, se posiciona como el tercer mayor productor mundial de bebidas carbonatas en los países donde tiene presencia (Aje Group, 2022).

**Figura 2.**

*Imagen Satelital de la empresa de interés. Elaboración mediante plugin Quick Map Services QGIS 3.4*



La empresa tiene total compromiso por la seguridad para sus empleados, no obstante, la determinación del desarrollo de LOTO viene estandarizado en varias de sus sedes a nivel mundial, siendo Ecuador de las principales en cumplir con la integración del programa en cada una de sus líneas de producción.

### 3.7. ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS LOTO PARA REDUCIR RIESGOS LABORALES Y PREVENIR ACCIDENTES

Para dar paso al programa LOTO se establecieron reuniones con: el área de seguridad industrial, mantenimiento, producción y gerencia, mismas que tienen el objetivo de generar un mismo idioma al momento de hacer un levantamiento de información. Cabe mencionar que la primera reunión se llevó a cabo el miércoles 20 de julio de 2025 en las instalaciones de la empresa acordado al cronograma establecido, ver **Anexo 1**.

Para iniciar con la elaboración de los instructivos LOTO se procedió con la identificación de energías peligrosas y puntos de control (aislamiento/des energización de una máquina) para el programa de bloqueo y etiquetado LOTO en equipos que forman parte de la línea 4 de producción. Dicha identificación se realizó a través de fuentes primarias de información, utilizando técnicas como la observación directa y entrevista permitiendo el primer acercamiento del levantamiento de información para una futura aplicación del programa LOTO.

### 3.7.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA 4 DE PRODUCCIÓN

Una línea de producción de envasado de bebidas es un conjunto de equipos y procesos automatizados o semiautomatizados que permiten transformar un producto líquido en un producto listo para su distribución y consumo. El reconocimiento y levantamiento de información preliminar del área productiva se realizó los días 13, 14 y 15 de agosto de 2025 durante la jornada matutina acompañado por el jefe de mantenimiento (**Anexo 1**) para dar soporte y detalles adicionales de la línea de producción.

#### 3.7.1.1. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y MÁQUINAS

La línea 4 de producción dentro de la empresa de interés consta de seis equipos de máxima prioridad teniendo en cuenta los siguientes:

##### **Abastecimiento de preforma**

La máquina de abastecimiento de preformas es un equipo dentro de la línea de envasado cuya función es garantizar el suministro continuo y ordenado de las preformas. Las preformas, que son el insumo inicial para la fabricación de botellas, llegan en cajas enmalladas y se descargan en la tolva de alimentación. Este proceso permite garantizar un flujo constante de material hacia la línea de producción, evitando interrupciones en el mismo. Su correcta manipulación asegura que las preformas se mantengan en condiciones óptimas antes de ser transformadas.

Este equipo es parte de la etapa inicial de un proceso de envasado cumpliendo así un papel fundamental en la eficiencia y automatización de la producción.

## **Tolva de alimentación**

La tolva cumple la función de guiar las preformas hacia las bandas transportadoras que las conducirán a la sopladora. El sistema de transporte inclinado permite que las preformas avancen de manera ordenada y alineada, facilitando la continuidad del proceso. Este equipo es clave para mantener la eficiencia en el suministro hacia la siguiente etapa de producción.

La tolva de alimentación es un depósito que se vierten las preformas en grandes volúmenes enlazando así el orientador de preformas y sensores de control.

## **Sopladora**

Una máquina sopladora es una línea de producción de bebidas diseñada para moldear botellas (principalmente PET). Las preformas son calentadas mediante lámparas de infrarrojo transformando las botellas mediante calor, estirado y soplado con aire de alta tensión hasta alcanzar una textura maleable.

Posteriormente, se introducen en moldes específicos donde, mediante un proceso de soplado, pasando al enfriamiento y desmoldeo como consecuencia se adquiere la forma definitiva de la botella. Esta etapa es esencial para garantizar la uniformidad, resistencia y calidad del envase garantizando un producto de alta categoría.

## **Etiquetadora**

Una máquina etiquetadora en una línea de producción se encarga de aplicar de forma precisa etiquetas adhesivas o termo encogibles en cada botella. Estas etiquetas contienen la marca, información nutricional, lote de producción y fecha de caducidad, lo que permite cumplir con normativas de comercialización y trazabilidad.

Aplicar las etiquetas de manera adecuada sobre las botellas aseguran una alineación y adherencia correcta. Tiene un sensor que detecta las botellas o mal etiquetadas, así mismo un sistema de presión que asegura la adherencia de las mismas.

## Llenadora

Las botellas vacías ingresan a la llenadora, donde primero son enjuagadas con agua ozonizada o aire estéril para eliminar posibles impurezas. Luego, reciben la bebida que proviene de tanques de mezcla, previamente carbonatada y ajustada en sabor. El llenado se realiza bajo presión controlada y a temperatura ambiente, evitando la pérdida de gas y garantizando la calidad. Finalmente, el sistema coloca tapas, coronas o sellos herméticos que preservan el producto.

## Empacadora y horno

En esta fase, las botellas ya selladas y etiquetadas se agrupan en paquetes mediante el uso de un film termo encogible. Posteriormente, pasan por un horno que ajusta el empaque al producto, brindando mayor firmeza y seguridad durante el transporte. Este proceso facilita la manipulación y almacenamiento, optimizando la distribución comercial del producto terminado.

### 3.7.1.2. FUENTES DE ENERGÍA PELIGROSAS POR EQUIPO

En una línea de envasado de bebidas gaseosas, se utilizan varias fuentes de energía para alimentar diferentes equipos y procesos. Estas fuentes permiten que la línea funcione de manera eficiente y continua. Dentro de la línea 4 de producción las fuentes principales de energía son:

- 1) Energía eléctrica:** Representa la fuente principal de la mayoría de máquinas y más común en toda la línea productiva. Esta fuente de energía se emplea para: motores eléctricos, sistemas de control, máquina de llenado y tapado automático, etiquetadoras y empaquetadoras, iluminación y sistemas auxiliares.
- 2) Energía neumática:** Generada mediante compresores eléctricos utilizada para: accionar cilindros neumáticos, activar válvulas y dispositivos de control, limpieza de botellas o latas antes del llenado (en algunos casos).
- 3) Energía térmica:** Usada principalmente en procesos como: lavado de botellas retornables, pasteurización (si aplica), generada por calderas que utilizan gas, electricidad o combustibles líquidos.

4) **Energía hidráulica:** Este tipo es la menos común dentro de la línea productiva, sin embargo, se emplea dentro de ciertos movimientos de maquinaria, aunque en la actualidad su uso es poco frecuente en los procesos.

Dentro de la distribución de energías en las máquinas presentes en la línea 4 de producción se encuentran las siguientes:

**Tabla 10.**

*Distribución de energías por máquina*

Maquinaria	Panel de control	Maquinaria	Panel de control
Abastecimiento de preforma		Tolva	
<b>Fuente de energía</b>		<b>Fuente de energía</b>	
Energía eléctrica y potencial		Energía eléctrica y neumática	
Maquinaria	Panel de control	Maquinaria	Panel de control
Sopladora		Etiquetadora	
<b>Fuente de energía</b>		<b>Fuente de energía</b>	
Energía eléctrica, neumática y térmica en las niquelinas		Energía neumático y químico	
Maquinaria	Panel de control	Maquinaria	Panel de control
Llenadora		Empacadora y Horno	
<b>Fuente de energía</b>		<b>Fuente de energía</b>	
Energía eléctrica, química, térmica y neumática		Energía eléctrica, neumática y térmica en las niquelinas	

### 3.7.1.3. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL Y AISLAMIENTO



Dentro de los principales puntos donde debe aplicarse LOTO se encuentran la siguiente categoría acorde al tipo de energía presente en el proceso de producción:

- 1) **Paneles eléctricos de control y potencia:** Breakers principales de máquinas, selectores principales y guarda motores, tableros eléctricos de motores, electroválvulas, módulos de automatización o variadores de frecuencia (VFD).
- 2) **Aire comprimido:** Válvulas principales de corte de aire que alimentan cilindros y actuadores (comunes en válvulas de media vuelta).
- 3) **Circuitos de agua, jarabe y limpieza (CIP/SIP):** Válvulas de bola, mariposa o diafragma en líneas de proceso, sistemas CIP (limpieza en sitio) con químicos o agua caliente.
- 4) **Energía térmica/calor:** Calderas o intercambiadores de calor (en limpieza caliente), tuberías de vapor o agua caliente.

Además de conocer los principales puntos de bloqueo siendo este el determinante de la no activación inesperada de energía, es primordial identificar los tipos de válvulas a bloquear y modelos de breakers existentes dentro de la línea de producción, ya que es un paso importante para la posterior identificación de bloqueos a usar en estos puntos.

Tabla 11.

*Tipos de breakers (Disyuntores eléctricos)*

Tipo de breaker	Utilidad	Tipo de breaker	Utilidad
<b>Magnetotérmicos (MCB)</b>		<b>Caja moldeada (MCCB)</b>	
	Protección de circuitos eléctricos básicos		Motores grandes, compresores, llenadoras

### Diferenciales (RCD)



Protección de personas ante fugas

### Breakers trifásicos



Motores y equipos industriales pesados

### Selectores principales



Permiten colocar candado de LOTO

### Guarda motores





Motores y equipos

La importancia de conocer estos disyuntores eléctricos o puntos de bloqueo mecánicos nos evita accidentes graves por liberación de energía inesperada (energías residuales).

A más de conocer la localización de las fuentes energías en la tabla 11 y 12 con las imágenes se realiza una verificación de donde se corta la energía generando así tareas con riesgos controlado por LOTO en mantenimiento de la línea de producción.

**Tabla 12.**

*Tipos de válvulas aplicables a LOTO*

Tipo de válvula	Utilidad	Tipo de válvula	Utilidad
<b>Válvula de bola</b>		<b>Válvula de mariposa</b>	
	Corte rápido de aire, agua y jarabe		Control de líquidos en tuberías grandes

### Válvula de diafragma



Procesos CIP,  
líneas  
asépticas

### Válvula de solenoide

eléctrica



Automática,  
necesita  
corte  
eléctrico  
previo

### Válvulas de CO<sub>2</sub> con

cierre manual



Corte de gas  
presurizado

### Válvulas antirretornos



Protegen el  
sistema, no  
se bloquean

#### 3.7.1.4. PERSONAL AUTORIZADO Y CAPACITADO

Adicional a la identificación de fuentes de energías peligrosas y puntos de control a través de la observación directa en la línea 4 de producción. Se requiere realizar una entrevista al inicio del programa a una persona específica que ejerza un rol dentro de las siguientes responsabilidades: CEO Gerente HSE (Health Safety Environment); Gerente, Técnico o Supervisor de la primera línea de empleados y contratista.

Dicha persona seleccionada debe conocer de manera precisa todos aquellos equipos o máquinas que manipulen energías peligrosas y aquel personal que esté involucrado en dicha operación del mismo. Recalcando, que esta persona estuvo presente en el levantamiento de información dando soporte durante la etapa de identificación.

#### 3.7.2. ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS

Previo a la elaboración de instructivos LOTO fue necesario identificar, evaluar y clasificar los riesgos asociados a cada tarea o máquina encontrada en la línea 4 de producción.

Al comprender los peligros específicos y su nivel de riesgo, se pudieron diseñar instructivos más precisos, enfocados en la prevención y control de esos riesgos. Esto no solo mejoró la seguridad del personal, sino que también aseguró el cumplimiento normativo de las normas y normativas establecidas.

Se optó por utilizar la metodología del Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente NTP 330 establecido por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) para realizar el análisis de riesgos (figura 3).

**Figura 3.**

*Metodología aplicable a la matriz NTP 330*







### 3.7.2.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES

Esta etapa tiene la finalidad de conocer los diferentes peligros y riesgos existentes en el área de mantenimiento en las distintas tareas de mantenimiento de los diferentes equipos de la línea de producción. El resultado final debe identificar correctamente los riesgos más relevantes y clasificarlos adecuadamente dentro de las 6 categorías de factores de riesgo, para poder continuar con las siguientes etapas del análisis (tabla 13).

Tabla 13.

Identificación de riesgos y peligros método NTP 330

Área de trabajo	Tareas del proceso	Peligros identificados	Riesgos asociados	Factores de riesgos	Tiempo de exposición	Registro fotográfico
Departamento de mantenimiento línea 4 de producción	Preventivo en llenadora de botellas (ajustes de piezas móviles)	Partes móviles sin resguardo	Atrapamiento de manos o dedos	Seguridad: Mecánico	Semanal (30 min)	
	Programado en llenadora (cambio de válvulas de CO <sub>2</sub> )	Fugas de gas presurizado	Asfixia por desplazamiento de oxígeno	Químico	Mensual (2 h)	
	Autónomo en sopladora (limpieza por operario)	Energía eléctrica activa	Electrocución	Seguridad: Eléctrico	Diario (15 min)	
		Alta temperatura	Quemaduras por contacto con superficies calientes	Seguridad: Locativo	Mensual (1 h)	
Autónomo en etiquetadora (lubricación de cadenas)	Proyección de sustancias químicas (lubricante)	Irritación en piel y ojos	Químico	Diario (10 min)		

## **Medición de riesgos laborales**

Una vez identificados los riesgos asociados al puesto de trabajo, se evaluó de forma cuantitativa a través de los criterios establecidos por el INSST dentro de la metodología NTP 330. Dicha cuantificación nos proporcionó información relacionada al nivel de riesgo del sector analizado, facilitando la evaluación en la siguiente etapa.

## **Evaluación de riesgos laborales**

Luego de cuantificar el nivel de riesgo asociado al puesto analizado, se obtuvo un panorama global de los riesgos existentes, permitiendo conocer el nivel de intervención necesario en función de las posibles consecuencias a la salud de los trabajadores o afecciones a la infraestructura de la empresa de interés analizada.

## **Propuesta de control de riesgos laborales**

Después de evaluar los riesgos a través de la metodología NTP 330. Se procedió a establecer propuestas para el control de riesgos, priorizando los de mayor nivel de intervención tomando en cuenta la jerarquía de controles para garantizar el cumplimiento de la propuesta en función de los resultados obtenidos.

## **Matriz NTP 330**

Finalmente, una vez terminada la aplicación de la metodología NTP 330, se procedió a la construcción de la matriz de riesgos. Dicha matriz destacó el análisis de riesgos realizado en el área de mantenimiento dentro de la línea 4 de producción de la empresa de bebidas, así como la determinación de controles para una posible implementación futura en la empresa de interés. El formato establecido para utilizar en dicha matriz se presenta dentro del **Anexo 2**.

Es importante enfatizar que la elaboración de una matriz de riesgos facilita el análisis, la clasificación y el control de los peligros laborales de forma clara y sistemática, ayudando a evitar accidentes y enfermedades vinculadas al trabajo.

### 3.7.3. DISEÑO DE INSTRUCTIVOS LOTO

El levantamiento de información es el punto más crucial del programa debido a que es aquí donde se recopila datos como: nombre y descripción de máquina, tipo de energía, localización de la fuente, método y puntos de bloqueo, personal autorizado para manipular la máquina y energías remanentes.

Cabe mencionar que la recopilación de información relevante debe estar estrictamente corroborado por el personal entrevistado y registrado con evidencias fotográficas y fuentes documentales de respaldo establecidas con anterioridad.

#### 3.7.3.1. ESTRUCTURA DE LOS INSTRUCTIVOS

La estructura clara de un instructivo LOTO garantiza el detalle paso a paso de como aislar de manera segura una máquina o equipo para prevenir accidentes durante trabajo, el ser específico en estas instrucciones conlleva a que el personal disponga de una guía ordenada, comprensible y uniforme para ejecutar los procedimientos de forma correcta y eficiente. La estructura a utilizar consta de 14 puntos importantes:

- 1) Logo de la empresa
- 2) Nombre del personal que revisa y autoriza los instructivos
- 3) Código y fecha de actualización de los instructivos
- 4) Nombre de la máquina, localización del área y descripción del mismo
- 5) Número de puntos de bloqueo en la máquina
- 6) Pasos para aplicar LOTO
- 7) Fotos de la máquina y puntos de bloqueo
- 8) Tipos de energías disponibles en la máquina
- 9) Localización del punto de bloqueo
- 10) Método como se realiza el bloqueo
- 11) Foto del punto de bloqueo y bloqueo
- 12) Estado de la energía residual en la máquina
- 13) Como realizar comprobación de que el equipo está bien bloqueado
- 14) Pasos para retirar LOTO

### 3.7.3.2. REVISIÓN Y VALIDACIÓN POR ENTES DE CONTROL

La revisión y validación de los instructivos fue aprobado por el **Gerente de planta, Jefe de Seguridad Industrial y Jefe de mantenimiento**, con el fin de garantizar que el programa LOTO funcione a cabalidad en conjunto con los tres entes de control mencionados anteriormente.

Cabe mencionar que la revisión y validación de los instructivos fue a través de una reunión con los entes de control donde se exponen los avances realizados de los instructivos por cada máquina, considerando la validación de cada fuente de energía, verificación de puntos de bloqueo, energías residuales y fotografías de las máquinas existentes en la línea 4 de producción.

### 3.7.3.3. ENTREGA DE INSTRUCTIVOS

Posterior a la validación técnica y legal del instructivos, se procede a la impresión y emplastado del mismo. Se entrega el instructivo en formato físico al área operativa y de mantenimiento, se coloca una copia física en un lugar visible cerca del equipo (puede ser en un tablero eléctrico, panel de control o gabinete).

Una vez entregados la empresa realiza un registro de los instructivos entregados comprometiéndoles al personal de mantenimiento a cumplir con lo detallado en el mismo, es decir, no permitir tareas de mantenimiento sin aplicar las indicaciones detalladas en el instructivo.

## 3.8. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE BLOQUEO PARA PUNTOS DE AISLAMIENTO

Para la identificación de elementos de bloqueo LOTO para la línea 4 de producción se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos que se detallan con la finalidad de garantizar que toda fuente de energía peligrosa pueda ser aislada y controlada antes de que un trabajador realice mantenimiento preventivo, programado y/o correctivo.

### 3.8.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE BLOQUEO EN LA PLANTA

Una vez realizado el levantamiento de los instructivos de la máquina y estén validados y autorizados, permitió determinar los puntos de control de energía de una máquina ya sean eléctricos o mecánicos, es decir, con eso se identificó los tipos de válvulas y/o breakers a bloquear, mismo que nos dio la directriz de cuáles son los elementos de bloqueo LOTO requeridos en el proceso de mantenimiento (ABUS, 2021).

#### 3.8.1.1. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para la identificación de los puntos de bloqueo se aplicó un levantamiento sistemático que incluye los siguientes puntos:

- Revisión de puntos de conexión de energías que estén bien en la planta.
- Inspección física de cada equipo y sus conexiones de energía.
- Entrevistas con personal de operación y mantenimiento.
- Registro fotográfico de tableros, válvulas, interruptores y dispositivos de seguridad.

La aplicación de este levantamiento sistemático resulta de gran importancia porque garantiza la identificación precisa de los puntos de bloqueo, lo que permite implementar un control efectivo de las fuentes de energía. Además, el inventario generado se convierte en una herramienta clave para estandarizar y optimizar los procedimientos de seguridad en la planta.

#### 3.8.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS DE LA PLANTA

Reconocer las zonas clave en la planta es esencial, ya que ayuda a centrar las acciones de supervisión y prevención en las áreas más expuestas a fuentes de energías peligrosas. Este estudio favorece la adopción de estrategias de seguridad concretas, reduciendo la posibilidad de accidentes y asegurando un funcionamiento continuo.

Las áreas con mayor presencia de energías peligrosas identificadas dentro de la empresa en la línea 4 de producción son:

- **Área de llenado:** llenadoras, transportadoras, compresores, bombas hidráulicas y tanques de mezcla y dosificación.
- **Área de soplado:** bombas hidráulicas.
- **Área de empacado y horno:** térmicas.

### 3.8.1.3. RELACIÓN DE EQUIPOS Y MÁQUINAS POR PROCESO

La clasificación de los equipos según su ubicación es importante porque permite organizar de manera eficiente los procesos y establecer controles específicos para cada etapa de la producción. Esto facilita la planificación del mantenimiento, la gestión de riesgos y la aplicación de medidas de seguridad adecuadas.

Acorde a la empresa de interés la clasificación de maquinaria por procesos según la ubicación se detalla lo siguiente:

- **Producción primaria:** bombas, mezcladores, carbonatadores.
- **Producción secundaria:** llenadoras, tapadoras, etiquetadoras.
- **Apoyo:** calderas, compresores, sistemas de aire comprimido.

### 3.8.2. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO

Los criterios clave para identificar y seleccionar los elementos de bloqueo incluyen las siguientes condiciones descritas a continuación:

- a) Que sean duraderos, lo que implica que puedan resistir las condiciones del entorno laboral por largos periodos.
- b) Que estén estandarizados, es decir, que tengan un color, forma y tamaño uniformes, y que las etiquetas sean fácilmente reconocibles.
- c) Que sean resistentes, lo cual significa que no puedan ser removidos fácilmente, requiriendo herramientas como tenazas para su retirada.
- d) Que sean identificables, permitiendo que cada etiqueta o tarjeta sea utilizada exclusivamente por una persona, incluyendo su nombre, la fecha y la razón del procedimiento LOTO.

### 3.8.2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE BLOQUEO

Los dispositivos de bloqueo fueron seleccionados considerando criterios fundamentales que garantizan su eficacia y seguridad, priorizando el cumplimiento con la norma OSHA 29 CFR 1910.147, lo cual asegura su adecuación a los estándares internacionales en materia de control de energías peligrosas.

Además, se tomó en cuenta su compatibilidad con los equipos instalados, asegurando un uso adecuado sin generar riesgos operativos. Su resistencia a ambientes húmedos y con presencia de agentes químicos garantiza durabilidad y confiabilidad en condiciones adversas, mientras que su fácil aplicación por parte del personal facilita la implementación del procedimiento de bloqueo y etiquetado dentro del programa.

### 3.8.2.2. ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN POR COLOR Y SEÑALIZACIÓN

Establecer estándares de codificación por color y señalización en los elementos de bloqueo LOTO permite identificar de manera clara y rápida la responsabilidad y el propósito de cada dispositivo. Los dispositivos más comunes de aplicabilidad son candados que cuentan con cierta codificación:

- **Candados rojos:** Bloqueo para puntos de aislamiento de energía de la máquina.
- **Candados azules:** Elemento de bloqueo aplicable por el personal de mantenimiento mecánico.
- **Candados naranjas:** Elemento de bloqueo aplicable por el personal de mantenimiento eléctrico.
- **Candados verdes:** Elemento de bloqueo aplicable por el personal de producción
- **Candados amarillos:** Elemento de bloqueo aplicable para contratistas.

### 3.8.2.3. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE BLOQUEO Y ETIQUETADO (LOTO)

Una vez identificado y seleccionado los elementos de bloqueo, se procede con la construcción de una matriz que recopila la información de las fuentes de energía, puntos de aislamiento y dispositivos de bloqueo por cada máquina identificada en la línea 4 de producción. El formato de dicha matriz se indica en el **Anexo 3**.

## 3.9. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL EN LA LECTURA Y CORRECTO USO DE INSTRUCTIVOS

Cuando se obtengan los instructivos LOTO validados y aprobados, elementos de bloqueo identificados correctamente se procedió a dar la capacitación con el fin de crear una cultura adecuada al usar el programa LOTO en la empresa. La capacitación al personal en la lectura y correcto uso de equipos de bloqueo y uso de los instructivos LOTO asegura el correcto funcionamiento del programa (Segura, 2019).

### 3.9.1. PLAN DE CAPACITACIÓN

Las capacitaciones se dictaron a cualquier personal que deba trabajar en un equipo o máquina donde es necesario aplicar LOTO o que requiere supervisar trabajos en el lugar, necesita un conocimiento básico del programa a implementarse. Cabe mencionar que las capacitaciones tuvieron una duración de una hora con treinta minutos y se dio a grupos determinados del personal como lo son: “**Autorizados**” y “**Afectados**”.

Dichas capacitaciones se realizaron de forma bimensual donde los participantes tuvieron que firmar su asistencia (**Anexo 4**), además de contar con el registro fotográfico de las capacitaciones impartidas como insumo adicional de haber cumplido las charlas.

Cabe mencionar que la primera capacitación introductoria se llevó a cabo el día miércoles 20 de agosto de 2025 (**Anexo 5**). Mientras que la segunda capacitación fue al finalizar la entrega de los instructivos en la primera semana de octubre como parte del plan bimensual de capacitación (**Anexo 5**).

#### 3.9.1.1. OBJETIVO GENERAL DE LA CAPACITACIÓN

Capacitar al personal operativo, de mantenimiento y supervisión en la correcta aplicación del procedimiento de Bloqueo y Etiquetado (LOTO), con el fin de prevenir accidentes laborales causados por la liberación inesperada de energías peligrosas durante tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y/o programado.

### 3.9.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA CAPACITACIÓN

- Aplicar correctamente el procedimiento LOTO según los instructivos establecidos para cada máquina.
- Utilizar de manera adecuada los dispositivos de bloque y etiquetado asignados.
- Fomentar una cultura de seguridad y responsabilidad individual frente al control de energías peligrosas.

### 3.9.1.3. ALCANCES DE LA CAPACITACIÓN

Las capacitaciones fueron dirigidas principalmente a todo el personal operativo de la línea 4 de producción, técnicos de mantenimiento eléctrico y mecánico, supervisores del área y responsables de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO).

### 3.9.1.4. CONTENIDOS DE LA CAPACITACIÓN

Los contenidos abordados en la capacitación deben ser afines a la industria de interés que se realice el estudio. Dentro de las temáticas abordadas se encuentran:

- **Introducción al programa:** Engloba la importancia de la seguridad dentro de la industria, el marco legal y normativo (OSHA, D.E. 255) y conceptos básicos sobre el bloqueo, etiquetado y energías peligrosas.
- **Identificación de energías peligrosas:** Reconocimiento de las diversas fuentes de energías peligrosas como son: eléctrica, neumática, hidráulica, química, etc.
- **Procedimiento general de LOTO:** Pasos estándar del programa (apagado, aislamiento, bloqueo), diferencias entre bloqueo individual y grupal, retiro seguro de dispositivos de bloqueo y etiquetado.
- **Dispositivos y materiales de LOTO:** Describe los tipos de candados, tarjetas y etiquetas, bloqueadores para interruptores eléctricos y válvulas, kits LOTO específicas para la industria.
- **Roles y responsabilidades:** Personal autorizado vs personal afectado, responsabilidades de cada rol durante el proceso y la importancia de la comunicación entre áreas (mantenimiento, producción).

### 3.9.1.5. MATERIALES Y RECURSOS DE APOYO

En la capacitación del programa LOTO se requiere contar con materiales y recursos de apoyo que faciliten tanto la comprensión teórica como la aplicación práctica de los procedimientos establecidos previamente. Para ello se desarrollaron presentaciones audiovisuales, manuales digitales (instructivos) con los lineamientos del programa, videos demostrativos que muestren situaciones reales de aplicación.

Asimismo, son indispensables los kits de práctica con dispositivos de bloqueo (candados de seguridad, tarjetas de advertencias, bloqueadores de interruptores y válvulas), que permiten realizar simulaciones reales a menor escala con una proyección hacia las máquinas de la planta. Todos estos recursos garantizan que la capacitación sea interactiva, clara y orientada a la prevención de riesgos en procesos específicos.

### 3.9.2. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE CAPACITACIÓN

Al finalizar las capacitaciones se realizó un test de opción múltiple para validar el conocimiento adquirido por los participantes en los temas tratados durante las capacitaciones impartidas. Realizar un test después de la capacitación permite medir el nivel de comprensión y aprendizaje alcanzado por el personal, asegurando que los conocimientos transmitidos puedan aplicarse correctamente en el programa.

#### 3.9.2.1. TEST DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Para rendir el test de evaluación de conocimientos los participantes se registraron en el link compartido durante las charlas realizadas. Para aprobar el test se tiene que contar con una mínima nota de seis puntos sobre diez puntos.

### 3.9.3. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE APLICACIÓN

Una vez concluidas las capacitaciones al todo personal, es necesario evaluar la habilidad práctica del personal en un entorno simulado o real (sin riesgo). Con fin de comprobar el nivel de desempeño obtenido al momento de aplicar correctamente el procedimiento destacada en cada instructivo específico.

Cabe recalcar que la evaluación del desempeño en la aplicación del programa LOTO debe ser verificada por una persona técnica y autorizada para supervisar los procedimientos de seguridad y mantenimiento.

### 3.9.3.1. LISTA DE VERIFICACIÓN DE DESEMPEÑO

Para evaluar de forma práctica si el trabajador aplica correctamente el procedimiento de bloqueo y etiquetado durante una intervención de mantenimiento correctivo, preventivo y/o programado se aplicó una lista de verificación que cuenta con 15 ítems de evaluación (**Anexo 6**) asegurando el correcto funcionamiento del programa. Dentro de la lista de verificación se planteó criterios de evaluación para mejorar la interpretación de resultados obtenidos durante la evaluación.

#### **Puntaje de cumplimiento (PC)**

El Puntaje de Cumplimiento (PC) es una métrica cuantitativa empleada para evaluar la efectividad y la correcta aplicación práctica del procedimiento LOTO por parte del personal autorizado durante tareas de mantenimiento.

El PC se obtiene al dividir el número total de criterios evaluados que fueron ejecutados correctamente (ítem marcados con “C”) entre el número total de criterios evaluados (15 ítems de la secuencia LOTO) A continuación, se muestra la fórmula del cálculo en la ecuación 3:

*Ecuación 3. Puntaje de Cumplimiento*

$$PC = \frac{\text{Total de ítems que Cumple (C)}}{\text{Total de ítems evaluados}} \cdot \frac{[ \quad ]}{[ 15 ]}$$

Después se procede a obtener el porcentaje de cumplimiento (%) que se traduce en un porcentaje multiplicando el PC por 100 como se indica en ecuación 4:

*Ecuación 4. Porcentaje de Cumplimiento*

$$\text{Porcentaje de Cumplimiento (\%)} = PC \times 100\%$$

## Nivel de Desempeño (ND)

Finalmente, al obtener el porcentaje de cumplimiento se determina el ND del personal evaluado teniendo la siguiente interpretación:

Tabla 14.

*Interpretación de resultados Nivel de Desempeño*

Nivel de Desempeño (ND)	Rango de porcentaje (PC x 100%)	Interpretación
<b>Excelente</b>	$PC \geq 90\%$	Aplicación Práctica Dominada: El personal evaluado demuestra un dominio completo y consciente del procedimiento LOTO. Los errores son mínimos o inexistentes. No requiere refuerzo inmediato.
<b>Adecuado</b>	$75\% \geq PC \geq 89\%$	Aplicación con Pequeñas Fallas: El personal evaluado aplica la mayoría de pasos correctamente, pero tiene fallas menores o fallas no críticas en la secuencia. Requiere una retroalimentación específica y seguimiento a corto plazo en los puntos débiles encontrados.
<b>Requiere refuerzo</b>	$PC \leq 74\%$	<b>Fallas críticas o Desconocimiento:</b> El personal omitió pasos críticos o demostró desconocimiento de la secuencia básica. Requiere una capacitación inmediata y una nueva evaluación práctica obligatoria.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS LOTO PARA REDUCIR RIESGOS LABORALES Y PREVENIR ACCIDENTES

##### 4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA 4 DE PRODUCCIÓN

El diagnóstico inicial de la línea 4 de producción permitió identificar los equipos y puntos de energías peligrosas presentes en cada etapa del proceso. A través de entrevistas, observación directa y revisión documental, se determinó que la línea contaba con fuentes de energía eléctrica, neumática, térmica y química que representaban riesgos potenciales para el personal durante actividades de mantenimiento.

Como resultado, se obtuvo un mapa de procesos dentro de la línea 4 de producción y un diagrama detallado del procedimiento al momento de aplicar el programa LOTO. Esta información sirvió como base técnica para la posterior elaboración de los instructivos LOTO personalizados para cada máquina de la línea.

##### 4.1.1.1. MAPA DE PROCESOS EN LA LÍNEA

El principal resultado de la primera fase del proyecto es la estandarización y documentación detallada del flujo de producción para la línea 4 de bebidas carbonatadas (figura 4). Se confirmó la secuencia operativa crítica de los 6 equipos presentes en la línea. Este tipo de documentación gráfica sirve como base fundamental para el subsiguiente análisis de riesgos, permitiendo identificar de manera precisa los puntos de interconexión y las transferencias de energía entre cada máquina, que son cruciales de conocer para el diseño específico de los instructivos LOTO.

A continuación, se aprecia el diagrama del flujo que detalla el proceso de producción:

Figura 4.

Diagrama de flujo proceso productivo en la línea










#### 4.1.1.2. ENERGÍAS PRESENTES EN LA LÍNEA

En la planta de bebidas carbonatadas se identificaron diversas fuentes de energía asociados a los equipos presentes en la línea 4 de producción, las cuales representan un riesgo potencial durante las actividades de mantenimiento.

Tabla 15.

Fuentes de energías por máquina

Máquina		Tipo de energía
Abastecimiento de preforma	2	 Eléctrica  Potencial
Tolva	2	 Eléctrica  Neumática
Sopladora	3	 Eléctrica  Neumática  Térmica

Etiquetadora	4	 <b>Eléctrica</b>	 <b>Neumática</b>
		 <b>Térmica</b>	 <b>Química</b>
Llenadora	2	 <b>Eléctrica</b>	 <b>Neumática</b>
Empacadora y Horno	3	 <b>Eléctrica</b>	 <b>Neumática</b>
		 <b>Térmica</b>	

En la tabla 15 se evidencia los tipos de energías utilizados por cada máquina. Se observa que la energía eléctrica es la fuente principal de energía en todas las máquinas presentes en la línea (6 equipos diferentes), luego se aprecia que la energía neumática es la segunda más predominante presentes en casi todas las máquinas (5 equipos diferentes) exceptuando el abastecimiento de preformas.

Por otro lado, la energía térmica se incorpora en tres equipos como son: sopladora necesario para el calentamiento del material antes del soplado, etiquetado esencial para la adherencia de etiquetas adhesivas y etiquetado termo contraíble, empacadora y horno necesario en el sellado del producto final.

Finalmente, existe una única aplicación de energía potencial en el abastecimiento de preforma (ideal para la posición inicial de preformas). Así como también, aplicación única de energía química en la etiquetadora asociado a los procesos adhesivos.

#### 4.1.1.3. PROCEDIMIENTO LOTO

Una vez identificado el proceso productivo de la línea 4 se procede a crear una metodología básica de aplicación del programa LOTO enfocada en siete pasos que garantiza el control de energías peligrosas como se evidencia en la figura 5.

Dicho diagrama de flujo destaca los siguientes pasos durante la aplicación del programa al momento realizar tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y/o programado como son los siguientes englobados en el diagrama:

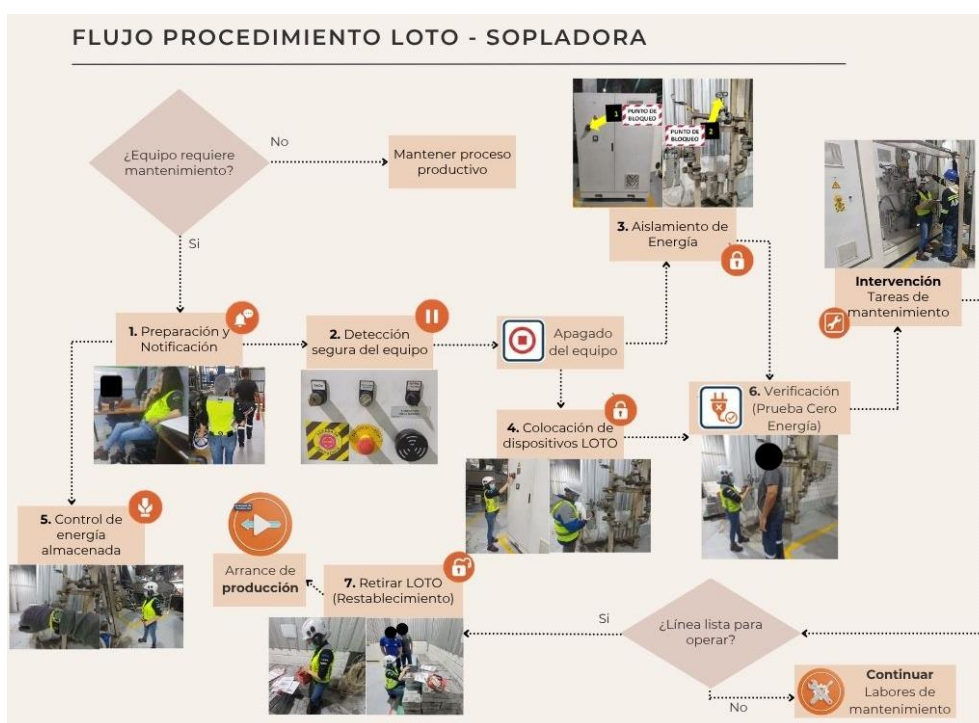
- 1. Preparación y notificación:** El personal autorizado (mantenimiento) revisa el instructivo LOTO del equipo a intervenir (ej. Sopladora). Luego procede a notificar al personal afectado (operador) sobre el paro y la razón de interrupción de actividades de procesamiento.
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado sigue el procedimiento de apagado del equipo (utilizando los controles de operativos), asegurando que todas las piezas móviles se detengan al momento de desenergizar el equipo a intervención futura.
- 3. Aislamiento de energía:** Identificar los puntos de aislamientos (interruptores, válvulas, desconectores) listados en el instructivo LOTO. Después del aislamiento se debe verificar la posición de “Apagado” o “Aislado” en cada punto.
- 4. Colocación de dispositivos LOTO:** El personal autorizado procede a colocar su candado y etiqueta personal en cada punto de aislamiento identificado. Si hay varios trabajadores, se utiliza un dispositivo de bloque múltiple.
- 5. Control de energía almacenada:** Es importante que una vez se procede a desenergizar un equipo se tenga en cuenta si requiere disipar energía residual previo al procedimiento o durante el procedimiento de aislamiento de energía. En algunos casos se requiere drenar la presión neumática existente, liberar tensión de resortes, descargar condensadores eléctricos o esperar enfriamiento de equipos según sea el caso. **Este paso es bastante crítico dentro del proceso.**
- 6. Verificación (Prueba Cero Energía):** El personal autorizado antes de intentar arrancar el equipo debe verificar la lectura de energía para confirmar que el bloqueo es efectivo y la máquina está en estado de energía cero. Para posteriormente proceder con tareas de mantenimiento.
- 7. Retiro de LOTO (Restablecimiento):** Una vez finalizada las tareas de mantenimiento con éxito se procede a retirar los dispositivos de bloqueo y asegurar que todos los componentes estén intactos y operativos.

Una vez finalizado el procedimiento de aplicación del bloqueo y etiquetado (LOTO) se procede con el arranque de la producción en la línea 4 volviendo a los estándares normales de operatividad. Recalcar que durante la intervención con la máquina los dispositivos de bloqueo deben permanecer colocados hasta finalizar las tareas.

Es importante mencionar que este procedimiento actúa como una base de un proceso seguro y estructurado para la aplicación de bloqueo y etiquetado (LOTO), además de ser una guía clara para la intervención durante labores de mantenimiento contempladas siendo fundamental en la mitigación de posibles riesgos existentes y cumplimiento con cuerpos normativos en el ámbito de la seguridad dentro de la planta productiva.

**Figura 5.**

*Diagrama de flujo procedimiento LOTO aplicado*



## 4.1.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

### 4.1.2.1. MATRIZ NTP 330 COMPLETA

La siguiente matriz destaca los riesgos detectados durante la evaluación realizada en la línea 4 de producción de bebidas carbonatadas:

Tabla 16.

Matriz NTP 330 desarrollada

		IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACION DE RIESGOS Y DETERMINACION DE CONTROLES																		
		MATRIZ NTP 330																		
N°	ÁREA DE TRABAJO	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES TAREAS DEL PROCESO	FACTOR DE RIESGO	PELIGRO	TIPO DE RIESGO	Tiempo de exposición	EVALUACION DE RIESGOS						JERARQUÍA DE CONTROLES					MEDIDAS DE CONTROL	
								EVALUACION CUANTITATIVA						ELM	SUS	CDI	CDA	EPP		
								NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO	NIVEL DE INTERVENCIÓN							
1	Mantenimiento	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LÍNEA 4 DE ENVASADO DE BEBIDAS CARBONATADAS	Mantenimiento preventivo en llenadora de botellas (ajuste de piezas móviles)	Seguridad	Partes móviles sin resguardo	Atrapamiento de manos o dedos	Semanal (30 min)	2	2	4	25	100	III						Aplicar del programa LOTO Uso de guantes anticorte Resguardos instalados en las máquinas	
					Falta de bloqueo eléctrico	Liberación de energía eléctrica inesperada (Electrocución)		2	2	4	25	100	III			X	X	X		
					Acceso directo a engranajes	Atrapamiento de manos o dedos		2	2	4	25	100	III							
			Mantenimiento programado en la llenadora (Cambio de válvulas de CO2)	Químico	Fuga de gas presurizado	Asfixia por desplazamiento de oxígeno	Mensual (2 h)	2	3	6	25	150	II							Ventilación adecuada Detector de gases Equipos de Protección Personal Respiratorio Aplicar del programa LOTO
					Presión de CO2	Riesgo de explosión o daño mecánico		2	3	6	25	150	II							
				Seguridad	Falta de bloqueo LOTO y comprobación de energías residuales	Liberación de energía inesperada		2	3	6	25	150	II			X	X	X		
					Ventilación insuficiente en espacios confinados	Asfixia por desplazamiento de oxígeno		2	3	6	25	150	II							
			Mantenimiento correctivo o autónomo en sopladora (Limpieza por operario)	Seguridad	Energía eléctrica activa	Electrocución	Diario (15 min)	2	2	4	25	100	III							Desenergizar el equipo (Aplicar LOTO) Guantes dieléctricos
					Cables deteriorados	Electrocución		2	2	4	25	100	III			X	X	X		
					Humedad en el área	Resbalones o caídas mismo nivel		2	2	4	10	40	III							
				Físico	Alta temperatura	Quemaduras por contacto con vapor o superficies calientes	Mensual (1 h)	2	3	6	10	60	III					X	X	X
			Seguridad	Falta de aplicación LOTO	Liberación de energías inesperadas sin comprobación de purga en la línea	2		3	6	25	150	II								
			Mantenimiento correctivo o autónomo en etiquetadora (Lubricación de cadenas)	Químico	Proyección de sustancias químicas (Lubricante)	Irritación en la piel y ojos	Diario (10 min)	2	2	4	10	40	III							Aplicar del programa LOTO Uso de gafas de seguridad Contar con guantes de nitrilo Fichas de seguridad del producto
					Seguridad	Uso inadecuado de EPP		Contaminación en la piel	2	2	4	10	40	III			X	X	X	
				Físico	Presión del lubricante	Irritación en la piel y ojos		2	2	4	10	40	III							
					Manipulación sin gafas	Irritación en los ojos		2	2	4	10	40	III							
Seguridad	Falta de aplicación de LOTO	Liberación de energía inesperada		Semanal (30 min)	2	2		4	25	100	III			X	X		Implementar el programa LOTO			

A nivel general la aplicación de la matriz NTP 330 (tabla 16) indicó que se requiere un nivel de intervención moderado (II) a alto (III) para los riesgos asociados a la liberación de energía no controlada.

Este resultado justifica directamente la determinación de controles basados en la pirámide de jerarquía priorizando la obligatoriedad de implementar controles de ingeniería y administrativos permanentes. En consecuencia, la implementación de los instructivos LOTO (control administrativo) y la selección de dispositivos de bloqueo (control de ingeniería) se establecen como medidas directas y necesarias para reducir el nivel de riesgo a un rango aceptable.

Adicionalmente, la evaluación de riesgos permitió identificar necesidades de formación y adquisición de equipos de protección complementarios que garanticen la efectividad del programa en su totalidad. Además, de fortalecer la integración entre las áreas de mantenimiento, producción y seguridad industrial para un manejo más eficiente de energías peligrosas tanto a nivel práctico como teórico.

### 4.1.3. IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUCTIVOS LOTO


Se desarrolló 6 instructivos LOTO adaptados a cada equipo presente de la línea 4 de producción de la empresa de bebidas carbonatadas, contemplando pasos de aislamiento, verificación de energía cero y liberación segura.

#### 4.1.3.1. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA ABASTECIMIENTO DE PREFORMA

El instructivo correspondiente a la máquina de abastecimiento de preforma (figura 6) evidencia la presencia de dos fuentes de energías principales: eléctrica y potencial. La energía potencial alimenta el motor, los sensores, el PLC y los actuadores, cuyo punto de aislamiento se localiza en el interruptor general del tablero eléctrico. Por otra parte, la energía potencial proviene de la presión residual en los componentes móviles, lo que puede generar movimientos inesperados si no se libera adecuadamente. A pesar de contar con ambas fuentes, la máquina dispone de un único punto de bloqueo, aspecto que debe considerarse para fortalecer medidas de control y garantizar seguridad.

Figura 6.

Instructivo Abastecimiento de preforma

INSTRUCCIONES DE BLOQUEO/ETIQUETADO - LOTO						
LOGO DE LA EMPRESA	REVISADO POR	Mantenimiento Producción				
	APROBADO POR	SHE GERENCIA				
	CÓDIGO	ACTUALIZACIÓN				
	L4 001	09-sep-25				
NOMBRE:	Abastecimiento de preforma					
LOCALIZACIÓN:	Guayaquil	DESCRIPCIÓN:	La máquina de abastecimiento de preformas es un equipo dentro de la línea de envasado cuya función es garantizar el suministro continuo y ordenado de las preformas.			
ÁREA:	Gaseosa L4					
1	PUNTOS DE BLOQUEO	NOTA				
PASOS PARA APLICAR LOTO						
<p>1) <b>Preparación:</b> Analice los riesgos de la operación y comunicar a los supervisores de zona y a todas las personas afectadas que trabajen en la zona.</p> <p>2) <b>Apagar:</b> Desconectar y aislar todas las fuentes de energía.</p> <p>3) <b>Aplicación de dispositivos de bloqueo:</b> Aplique candados y etiquetas a todos los puntos de bloqueo de energía.</p> <p>4) <b>Control de energía residual:</b> Disparar todas las energías residuales.</p> <p>5) <b>Verificación de energía cero:</b> Comprobar la imposibilidad de reiniciar el equipo.</p>						
PARTE FRONTAL						
						
Si el bloqueo de energía no se puede realizar o verificar; ¡DETÉNGASE y NOTIFIQUE a su supervisor inmediatamente!						
PASO 1		PASO 2	PASO 3		PASO 4	PASO 5
TIPO DE ENERGÍA	LOCALIZACIÓN	MÉTODO	PUNTO DE BLOQUEO	BLOQUEO	ENERGÍA RESIDUAL	COMPROBACIÓN
1  Eléctrica	Selectores en el tablero eléctrico ubicado al lateral izquierdo de la máquina de preforma	Girar selector a posición "off" y aplicar el candado			Ausente	Tratar de encender equipo
2  Potencial	Asegurarse que el carro elevador queda en posición baja previo mantenimiento					
PASOS PARA RETIRAR LOTO						
<p>1) <b>Verificación:</b> Verificar el área para asegurarse de que todos los empleados afectados estén seguros o no estén presentes en el sitio.</p> <p>2) <b>Notificar:</b> Notificar al supervisor de área y otras personas afectadas antes de volver a energizar el equipo.</p> <p>3) <b>Quitar:</b> Asegúrese de que los controles estén en posición neutral, retire todos los dispositivos LOTO y vuelva a energizar el equipo.</p> <p>4) <b>Restaurar:</b> Si es posible, opere el equipo para garantizar un funcionamiento seguro.</p>						
Incumplimientos de LOTO, implica sanciones severas, incluso la separación de su trabajo por Visto Bueno Laboral, reposición de valores económicos y la generación de causas legales.						 Seguridad que se Siente

## Procedimiento LOTO

1. **Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
2. **Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que el movimiento de los componentes móviles haya sido detenido por completo antes de continuar con la tarea.
3. **Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía del equipo. Para la máquina de abastecimiento de preforma, los puntos de aislamiento son:
  - **Energía eléctrica:** Ubicar el selector en el tablero eléctrico situado al lateral izquierdo de la máquina.
4. **Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:
  - **Bloqueo eléctrico:** Girar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
5. **Control de energía almacenada:** Dado que la máquina maneja energía potencial durante el aislamiento se debe controlar la energía potencial generada por el sistema de elevación de preformas siendo:
  - **Liberación de potencial:** Es indispensable asegurarse que el elevador del preforma este en posición neutral previo a la tarea de mantenimiento con el fin de disipar la energía potencial gravitatoria del equipo.
6. **Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:

- **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma la condición de energía cero y el procedimiento LOTO se considera exitoso.

**7. Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede a verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo. Finalmente, se retira el candado y la etiqueta del selector y se restaura la operación del equipo continuando con su funcionamiento seguro.

#### 4.1.3.2. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA TOLVA

El instructivo de la máquina de tolva evidencia la presencia de dos fuentes de energía: eléctrica y neumática. La energía eléctrica alimenta los motores, sensores y el panel de control. La energía neumática, utilizada para accionar las válvulas y los mecanismos vibratorios de la tolva, requiere ser despresurizada mediante el sistema de mantenimiento antes de proceder con su bloqueo.

Cabe destacar que esta fuente depende del control eléctrico para su funcionamiento. A pesar de disponer de ambas fuentes de energías, la máquina cuenta con un único punto de bloqueo, situación que debe considerarse en la planificación de procedimientos.

#### **Procedimiento LOTO**

- 1. Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que el mecanismo que guía las preformas a las bandas transportadoras se detenga completamente antes de desenergizar el equipo.

- 3. Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía. En la tolva existen dos energías, pero con un solo punto de aislamiento principal:

  - **Energía eléctrica (y neumática controlada):** Ubicar el selector ubicado frente al tablero eléctrico bajo el transportador de preforma.
- 4. Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:

  - **Bloqueo eléctrico:** Girar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
- 5. Control de energía almacenada:** Se debe considerar que se debe disipar cualquier energía que permanezca en el sistema tras el aislamiento como:

  - **Energía neumática:** La tolva tiene energía neumática presente. Puesto que el selector eléctrico fue colocado en “off” (paso 4) la energía neumática también es aislada. Además, la energía residual es ausente evitando tener que realizar purgas de presión adicionales al equipo.
- 6. Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:

  - **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma la condición de energía cero y el procedimiento LOTO se considera exitoso.
- 7. Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede a verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo. Finalmente, se retira el candado y la etiqueta del selector y se restaura la operación del equipo continuando con su funcionamiento seguro.

#### 4.1.3.3. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA SOPLADORA

El instructivo correspondiente a la máquina sopladora identifica tres tipos de fuentes de energía: eléctrica, neumática y térmica. La energía eléctrica alimenta los motores, el PLC, los sensores, las resistencias de precalentamiento y otros sistemas eléctricos, cuyo punto de aislamiento se encuentra en el seccionador del tablero principal de la máquina.

En cuanto a la energía neumática, se determinan dos subtipos: **neumática 1**, que corresponde al aire de control de baja y alta presión utilizado para los actuadores, cilindros de apertura y cierre de moldes, con su punto de aislamiento en una compuerta posterior que requiere despresurización previa; y **neumática 2**, que corresponda al aire comprimido empleado en el proceso de soplado de botellas, controlado median una electroválvula vinculada al sistema eléctrico. Finalmente, la energía térmica proviene de los calentadores eléctricos que elevan la temperatura de las preformas antes del soplado, la cual no posee un punto de aislamiento, pero si un enfriamiento previo.

#### Procedimiento LOTO

- 1. Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que todos los movimientos internos y sistemas (como la banda transportadora de preformas) se detengan por completo.
- 3. Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía. En la sopladora se deben aislar dos puntos:
  - **Energía eléctrica (y neumática controlada):** Ubicar el selector en el tablero eléctrico ubicado al lateral izquierdo de la máquina.
  - **Energía neumática (alta presión):** Ubicar la válvula de compuerta en el banco de aire en la parte posterior derecha de la sopladora.

4. **Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:

- **Bloqueo eléctrico:** Girar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
- **Bloqueo neumático:** Girar la válvula de compuerta a la posición “off” y aplicar el bloqueo y candado personal.

5. **Control de energía almacenada:** Se debe considerar que se debe disipar cualquier energía que permanezca en el sistema tras el aislamiento como:

- **Energía neumática (presión):** La energía residual está presente. El personal debe purgar el aire del sistema (unidad de mantenimiento) para que se despresurice por completo después de cerrar la válvula.
- **Energía térmica (calor):** La energía residual también está presente (proveniente del horno de calentamiento de preformas). Se debe esperar 10 minutos para que se enfríe antes de la intervención.

6. **Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:

- **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma el bloqueo exitoso.
- **Verificación neumática:** Asegurarse que la unidad esté despresurizada antes de la intervención.
- **Verificación térmica:** Comprobar que ha transcurrido el tiempo de espera (10 min) y/o usar termómetros (si se requiere), para confirmar que las superficies calientes se han enfriado.

7. **Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede a verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo.

#### 4.1.3.4. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA ETIQUETADORA

El instructivo correspondiente a la máquina etiquetadora identifica cuatro fuentes de energía: eléctrica, neumática, química y térmica. La energía eléctrica alimenta los motores, sensores y pantallas táctiles y cuenta con un punto de aislamiento mediante un selector principal ubicado en el panel eléctrico. La energía neumática acciona los cilindros de presión encargados del posicionamiento de botellas, su punto de bloqueo corresponde a una válvula de media vuelta.

En cuanto a la energía química, proviene de los adhesivos líquidos (pegamento caliente) empleados en el proceso de etiquetado, aunque no dispone de un punto de aislamiento, se debe comprobar la ausencia de fugas antes de realizar cualquier intervención. Finalmente, la energía térmica asociada al calentamiento de adhesivos, siendo necesario verificar que la temperatura haya retornado a condiciones ambientales.

#### **Procedimiento LOTO**

- 1. Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que todos los mecanismos de aplicación y transporte se detengan completamente antes de proceder al aislamiento.
- 3. Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía. En la etiquetadora se deben aislar tres puntos:
  - **Energía eléctrica:** Ubicar el selector en el tablero eléctrico situado al lateral izquierdo de la máquina etiquetadora.
  - **Energía neumática:** Ubicar la válvula de media vuelta en el lateral izquierdo atrás de la máquina, bajo la banda transportadora.

- **Energía química:** Identificar la energía presente en la manguera que contiene goma para la etiqueta. Se suspende temporalmente el suministro del químico.

4. **Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:

- **Bloqueo eléctrico:** Girar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
- **Bloqueo neumático:** Girar la válvula de media vuelta a la posición “off” y aplicar el bloqueo y candado personal.
- **Bloqueo químico:** Aplicar el cierre de manguera de suministro de goma y colocar la etiqueta personal.

5. **Control de energía almacenada:** Se debe considerar que se debe disipar cualquier energía que permanezca en el sistema tras el aislamiento como:

- **Energía neumática (presión):** La energía residual está presente. El personal debe purgar el aire del sistema (unidad de mantenimiento) para que se despresurice por completo después de cerrar la válvula.
- **Energía térmica (calor):** La energía residual también está presente. Se debe esperar 20 minutos para que se enfríe antes de la intervención.

6. **Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:

- **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma el bloqueo exitoso.
- **Verificación neumática:** Asegurarse que la unidad esté despresurizada antes de la intervención.
- **Verificación térmica:** Comprobar que ha transcurrido el tiempo de espera (20 min) y que la temperatura del tambor ha descendido.

- 7. Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede a verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo. Finalmente, se retira sus dispositivos LOTO y se restablece el equipo.

#### 4.1.3.5. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA LLENADORA

El instructivo correspondiente a la máquina llenadora identifica dos fuentes de energía principales: eléctrica y neumática. La energía eléctrica alimenta el motor principal de accionamiento, el PLC, los sensores de nivel, las válvulas de dosificación y los elementos de automatización del proceso de llenado. Su punto de aislamiento se encuentra en un seccionador ubicado en el tablero eléctrico principal, lo que permite interrumpir completamente el suministro antes de cualquier intervención.

Por otra parte, la energía neumática se utiliza para accionar válvulas de apertura y cierre, pistones de elevación de botellas y actuadores de control de flujo; su punto de aislamiento corresponde a una válvula de cierre general situada en la línea del aire comprimido, próxima a la base de la máquina.

#### Procedimiento LOTO

- 1. Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que la rotación de la máquina y todos los mecanismos de llenado se detengan.
- 3. Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía. En la llenadora existen se debe aislar dos puntos:
  - **Energía eléctrica:** Ubicar el selector en el tablero eléctrico situado atrás de la máquina.

- **Energía neumática (nitrógeno):** Ubicar la válvula de media vuelta al lado izquierdo abajo del panel de control de nitrógeno.
4. **Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:
- **Bloqueo eléctrico:** Girar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
  - **Bloqueo neumático:** Girar la válvula de media vuelta a la posición “off” y aplicar el bloqueo y candado personal.
5. **Control de energía almacenada:** Se debe considerar que se debe disipar cualquier energía que permanezca en el sistema tras el aislamiento como:
- **Energía neumática (presión):** La energía residual está presente. El personal debe purgar el aire del sistema (unidad de mantenimiento), especialmente el nitrógeno utilizado para el llenado bajo presión.
6. **Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:
- **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma la condición de energía cero y el procedimiento LOTO se considera exitoso.
  - **Verificación neumática:** Asegurarse que la unidad esté despresurizada antes de la intervención.
7. **Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede al verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo. Finalmente, se retira sus dispositivos LOTO y se restablece el equipo.

#### 4.1.3.6. DESCRIPCIÓN INSTRUCTIVO MÁQUINA EMPACADORA Y HORNO

El instructivo correspondiente a la máquina empacadora y horno, identifica tres fuentes de energías principales: eléctrica, neumática y térmica. La energía eléctrica alimenta los motores de las cintas transportadoras, el PLC y el sistema de control de temperatura, teniendo un punto de aislamiento un selector tipo “guillotina” ubicado en el tablero de control. La energía neumática, acciona los cilindros de empuje, alineadores de productos y brazos móviles; su punto de bloqueo corresponde a una válvula de media vuelta situada debajo de la máquina, la cual debe purgarse antes.

Finalmente, la energía térmica, generada por el sistema de calentamiento del horno, requiere un enfriamiento completo previo a cualquier tarea de mantenimiento.

##### **Procedimiento LOTO**

- 1. Preparación y notificación:** El personal de mantenimiento (personal autorizado) debe conocer los riesgos de operación y revisar el instructivo elaborado. Acto seguido, debe comunicar al jefe de mantenimiento (en activo) para comenzar con la suspensión momentánea del equipo y avisar a todos los operarios de la línea 4 de producción (personal afectado).
- 2. Detención segura del equipo:** El personal autorizado puede utilizar los controles de operación de la máquina para apagar el equipo, asegurándose que los mecanismos de agrupamiento, transporte y el horno se detengan.
- 3. Aislamiento de energía:** El personal autorizado debe identificar y desconectar todas las fuentes de energía. En la empacadora se deben aislar dos puntos:
  - **Energía eléctrica:** Ubicar el selector en el tablero eléctrico situado al lateral derecho de la máquina.
  - **Energía neumática (presión):** Ubicar la válvula de media vuelta al lateral derecho del horno en la parte baja.
- 4. Colocación de dispositivos LOTO:** Una vez identificado el punto de aislamiento se procede a:

- **Bloqueo eléctrico:** Bajar el selector a la posición “off” y aplicar el candado y la etiqueta personal en el selector.
- **Bloqueo neumático:** Girar la válvula de media vuelta a la posición “off” y aplicar el bloqueo y candado personal.

5. **Control de energía almacenada:** Se debe considerar que se debe disipar cualquier energía que permanezca en el sistema tras el aislamiento como:

- **Energía neumática (presión):** La energía residual está presente. El personal debe purgar el aire del sistema (unidad de mantenimiento) después de cerrar la válvula.
- **Energía térmica (calor):** La energía residual está presente. El personal debe esperar un mínimo de 60 minutos para que el horno se enfríe antes de ingresar a la máquina o realizar tareas de mantenimiento.

6. **Verificación:** Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal autorizado debe verificar que el bloqueo es efectivo:

- **Prueba de Arranque:** Se debe tratar de encender el equipo desde el panel de control. Si el equipo no arranca (debido al selector bloqueado en “off”), se confirma la condición de energía cero y el procedimiento LOTO se considera exitoso.
- **Verificación neumática:** Asegurarse que la unidad esté despresurizada antes de la intervención.
- **Verificación Térmica:** Comprobar que ha transcurrido el tiempo de enfriamiento de 60 min y que la temperatura ha descendido.

7. **Retiro de LOTO:** Después de haber finalizado el mantenimiento, se procede al verificar que el área de trabajo sea segura para todos los operarios, notificar al jefe de mantenimiento (en activo) para volver a energizar el equipo. Finalmente, se retira sus dispositivos LOTO y se restablece la válvula neumática y el selector eléctrico para restaurar la operación continuando con su funcionamiento.

## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE BLOQUEO PARA PUNTOS DE AISLAMIENTO

### 4.2.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE BLOQUEO EN PLANTA

El inventario de puntos de bloqueo elaborado permitió registrar y documentar todos los puntos de aislamiento existentes en la línea 4 de producción, abarcando tanto equipos eléctricos como sistemas neumáticos, térmicos y químicos. En total se identificaron múltiples dispositivos de corte y válvulas principales distribuidos en los diferentes equipos presentes en la línea 4 de producción.

**Tabla 17.**

*Matriz puntos de bloqueo y etiquetado por máquina*

<b>Equipo / Área</b>	<b>Fuente de energía</b>	<b>Punto de aislamiento</b>	<b>Dispositivo de bloqueo</b>	<b>Verificación de energía cero</b>	<b>Responsable</b>
<b>Abastecimiento de preforma</b>	Eléctrico / Neumática	Interruptor principal en tablero / Electro válvula de aire comprimido	Candado + push de bloqueo	Intentar arranque	Mantenimiento
<b>Tolva de alimentación</b>	Eléctrico / Neumática	Interruptor principal en tablero / Electro válvula de aire comprimido	Candado + push de bloqueo	Intentar arranque	Mantenimiento

<b>Sopladora</b>	Eléctrico / Térmica / Neumático	Interruptor principal en tablero / Electro válvula de aire comprimido	Candado / Bloqueador de válvula  Cando + push de bloqueo	Intentar arranque	Mantenimiento
<b>Etiquetadora</b>	Eléctrico / Mecánica	Tablero eléctrico / Guardas de seguridad	Candado en interruptor	Verificar que no arranque / girar partes móviles a mano	Mantenimiento
<b>Llenadora</b>	Eléctrico / Neumática / CO <sub>2</sub>	Tablero eléctrico / Válvula de aire / Válvula de CO <sub>2</sub>	Candado / Bloqueador de válvula	Botón de arranque sin respuesta/ presión en cero	Mantenimiento
<b>Empacadora y Horno</b>	Eléctrico / Neumática	Tablero eléctrico / Válvulas neumática	Candado / bloqueador de válvula	Verificar flujo en cero / prueba de arranque	Mantenimiento

Para validar la eficacia de la matriz se realizaron prueba pilotos en dos equipos críticos (llenadora y sopladora). Los resultados mostraron que se redujo el tiempo de intervención al contar con puntos claros de bloqueo y se eliminó el riesgo de arranques inesperados.

La información obtenida fue consolidada en una matriz (tabla 17) que permitió visualizar de manera integral las zonas críticas de intervención y las diferentes fuentes de energías existentes en cada uno de los diferentes equipos. Toda la información obtenida facilita una planificación de mantenimientos seguros, auditorías internas más precisas y capacitaciones al personal operativo más eficaz.

#### 4.2.2. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO

Como resultado de la evaluación de los puntos de aislamiento identificados previamente en la línea 4 de producción, se procedió al diseño y selección de un listado estándar de dispositivos de bloqueo y etiquetado (LOTO), adaptado a las necesidades operativas y presupuestarias de la planta de bebidas carbonatadas.

**Tabla 18.**

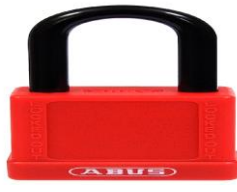



*Listado de dispositivos LOTO recomendados*


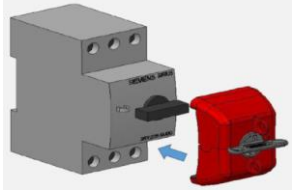


<b>Tipo de dispositivos de bloqueo</b>	<b>Equipos asignados</b>
Candados de seguridad dieléctricos	Todas las máquinas
Dispositivos “hasp” de bloqueo múltiple	Todas las máquinas
Bloqueo para enchufes eléctricos	Tolva, Empacadora
Bloqueo para válvulas neumáticas	Sopladora, Llenadora, Etiquetadora
Bloqueo de válvulas de compuerta	Llenadora
Etiquetas de advertencia	Todas las máquinas
Cables de bloqueo universales	Tolva, Empacadora y Horno

La selección de dispositivos (tabla 18) se basó en la compatibilidad con los tipos de energías presentes (eléctrica, neumática, térmica, química), la facilidad de uso, resistencia, durabilidad y cumplimiento con estándares internacionales (OSHA 29 CFR 1910.147) permitiendo ejecutar los procedimientos de aislamiento de energías peligrosas de manera segura, uniforme y alineado con los procedimientos de seguridad mínimo en la manipulación de energías.

**Tabla 19.**




*Dispositivos de bloqueo adquiridos*

N°	Aislamiento/Función	Dispositivo de bloqueo	Imagen del dispositivo	Características principales
1	Tablero eléctrico	Candado dieléctrico de la serie 74/40 de ABUS  Código: ABUS 59108		Cuerpo de aluminio anodizado con funda de plástico aislante, un grillete de acero endurecido recubierto de nylon.
2	Interruptores eléctricos	Bloqueo para interruptores de 480V – 600V  Código: E212 ABUS		Construcción de nylon relleno de vidrio moldeado principalmente diseñado para alojar candados con un grillete de hasta 7 mm.
3	Interruptores Unipolares	Bloqueo para fusibles de un polo 110V – 200V  Código: E201 ABUS		Hecho de materiales duraderos y no conductores, se fija de forma segura con un mecanismo de atornillado y puede adaptarse a interruptores planos.
4	Interruptores eléctricos	Bloqueo para disyuntores de 480V – 600V  Código: E211 ABUS		Dispositivo tipo abrazadera (clamp-on) resistente, no conductor y diseñado para un uso sencillo en aplicaciones eléctricas con capacidad para candados con grillete de 7 mm.

5	Interruptores unipolares y multipolares	<p>Bloque universal para disyuntores</p> <p>Código: E203 ABUS</p>		<p>Hecho de materiales resistentes y no conductores, se instala con un mecanismo de tornillo manual que no requiere herramientas compatibles con gran cantidad de disyuntores.</p>
6	Guardamotor	<p>Bloqueo universal con altura frontal de 45 mm</p> <p>Código: E245 ABUS</p>		<p>Mecanismo de bloqueo mediante un mando giratorio que se asegura con un candado y su construcción duradera en “Zenex composite” garantiza la seguridad durante mantenimiento.</p>
7	Enchufes de alta tensión	<p>Bloque universal de enchufes 16A – 125 A</p> <p>Código: P600 ABUS</p>		<p>Se caracteriza por su facilidad de uso, fabricado con polipropileno de alta calidad que lo hace duradero, resistente y no conductor de la electricidad.</p>
8	Guardamotor	<p>Pinza de bloqueo dieléctrica</p> <p>Código: H773 ABUS</p>		<p>Permite aislar varios puntos de energía, además ayuda a que varios trabajadores coloquen sus propios candados de seguridad convirtiéndolo en un bloqueo múltiple.</p>

<p><b>9</b> Válvulas de mariposa</p>	<p>Bloqueo de válvula Master Lock Ajustable Código: S3920 Master</p>		<p>Diseño termoplástico, duradero y resistente a productos químicos, cable de bloqueo ajustable para una sujeción segura y flechas de aplicación para una instalación fácil y rápida.</p>
<p><b>10</b> Válvulas de paso</p>	<p>Bloqueo ajustable válvula tipo volante Código: V165 ABUS</p>		<p>Diseñado para asegurar válvulas de volante con un diámetro de hasta 165 mm, con un cuerpo de metal robusto, una empuñadura de giro ergonómica y 3 niveles de ajuste.</p>
<p><b>11</b> Válvulas esféricas y de compuertas</p>	<p>Bloqueo universal de válvulas Código: V500 ABUS</p>		<p>Posee una carcasa metálica robusta, un ajuste universal y amplio para diferentes tamaños, cuenta con una empuñadura ergonómica para una fijación rápida.</p>
<p><b>12</b> Cerrojo Múltiple de bloqueo</p>	<p>Tenazas de bloqueo grupal de acero Código: BRADY 65376</p>		<p>Mecanismo de bloqueo de acero para mayor durabilidad y resistencia a la oxidación, y una apertura de 1.5 pulgadas que permite asegurar dispositivos hasta 6 candados.</p>

13	Lugares con bajo riesgo	Cadena ABUS flexible antirrobo Código: 6KS110		Posee un eslabón de sección cuadrada de 6mm, con una longitud de 1.1 m y un eslabón interior de 9mm, diseñada para proteger objetos pequeños o de bajo riesgo.
14	Etiquetado de identificación	Tarjeta de bloqueo LOTO en español Código: T150 78299		Se utilizan para advertir la inoperatividad de una máquina y para comunicar quién es el responsable del bloqueo. Contiene información específica del equipo y del personal.
15	Portátil	Caja de bloqueo grupal metálica Código: B835 ABUS		Dispositivo diseñado para puntos de bloqueo múltiples, fabricado en acero inoxidable y con un diseño ergonómico, cuenta con la capacidad para almacenar hasta 12 candados.
16	Estación de bloqueo	Gabinete Metálico LOTO		Tiene alta durabilidad, resistente a la corrosión e impactos, diseñado para el almacenamiento seguro de los dispositivos de bloqueo y etiquetado organizando espacios internos.

17	Delimitación de espacio	Cinta retráctil extensible marca SKIPPER Código: SKP01		Posee una longitud de cinta hasta 9 metros y una alta visibilidad con colores como amarillo con negro u rojo con blanco. Cuenta con una modularidad y versatilidad para todo.
18	Punto de enganche	Pasador/Recibidor marca SKIPPER Código: SK1000		Permite enganchar la cinta retráctil extensible SKIPPER o dejar pasar la cinta otro cono o punto de anclaje destinado.
19	Detección de concentraciones de CO <sub>2</sub>	Detector de CO <sub>2</sub> AIRSECURE Código: CO2WM ABUS		Mide la calidad del aire interior y alerta de niveles elevados de dióxido de carbono. Cuenta con una pantalla OLED y pantalla LED que indica calidad, temperatura y humedad.

La tabla 19 indica una amplia gama de dispositivos de seguridad (19 equipos en total), enfocados en la implementación del programa LOTO con la marca ABUS siendo la predominante. En el caso de requerir aislamiento eléctrico, se presentan soluciones que van desde candados dieléctricos, bloqueos universales para disyuntores y enchufes. Para el área de bloqueo de fluidos y sistemas neumáticos existen diferentes dispositivos ajustables principalmente a válvulas de mariposa y volante. Por otra parte, para garantizar trabajos múltiples se dispone de tenazas de bloque grupal y cajas metálicas. También, existen elementos de etiquetado y señalización como son la tarjeta de bloqueo y la cinta retráctil. Cabe mencionar que todas las fichas técnicas de los equipos descritos se encuentran en el **Anexo 7**.

## 4.3. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL EN LA LECTURA Y CORRECTO USO DE INSTRUCTIVOS

### 4.3.1. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

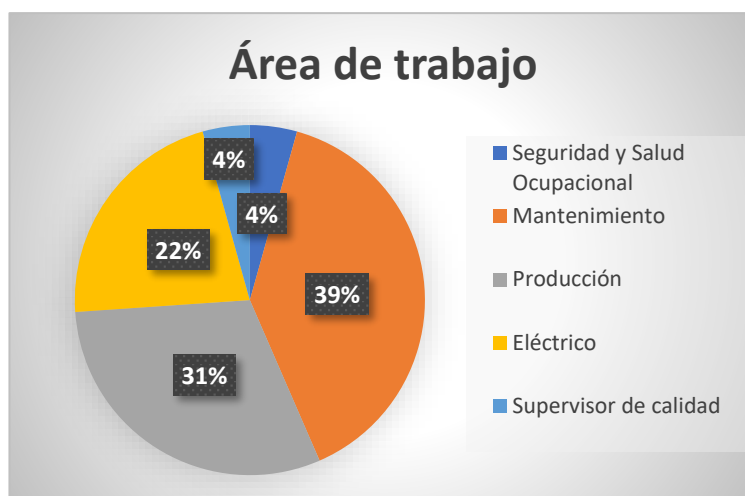
La capacitación se estructuró en dos sesiones con una duración de 1 hora y 30 minutos cada una combinando actividades teóricas y prácticas. Entre los temas que se abordaron se destaca: fundamentos del sistema LOTO, identificación de energías peligrosas, procedimiento paso a paso de cada instructivo, uso correcto de dispositivos de bloqueo y la ejecución de simulaciones cortas con los equipos de entrenamiento autorizados dentro de la línea 4 de producción.

Para el desarrollo de las sesiones se contó con un total de 25 participantes, donde se capacitó a 10 trabajadores en la primera sesión y 15 trabajadores en la segunda sesión.

Las áreas de trabajo involucradas en base al personal capacitado fueron del 39% (9 trabajadores) en el área de mantenimiento, seguido de un 31% (7 trabajadores) en el área de producción, continuando con un 22% (5 trabajadores) del área eléctrica y un 4% (1 participante) respectivamente del área de Seguridad y Salud Ocupacional y supervisor de calidad como se muestra en la figura 7.

**Figura 7.**

*Área de trabajo involucrados en la capacitación*

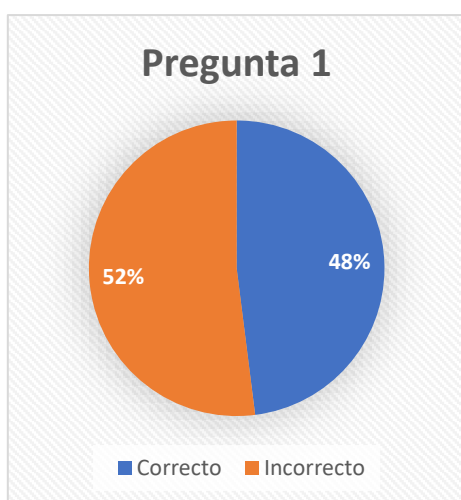


### 4.3.2. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Luego de haber concluido con las dos capacitaciones planteadas se procedió a recopilar una base de datos de las evaluaciones desarrollados por el diferente personal capacitado en las mismas. En dichas evaluaciones se obtuvo los siguientes resultados basados en las preguntas del test:

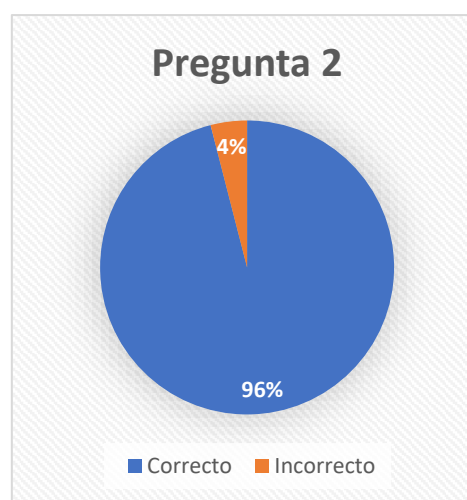
**Figura 8.**

*Resultados - Pregunta 1*



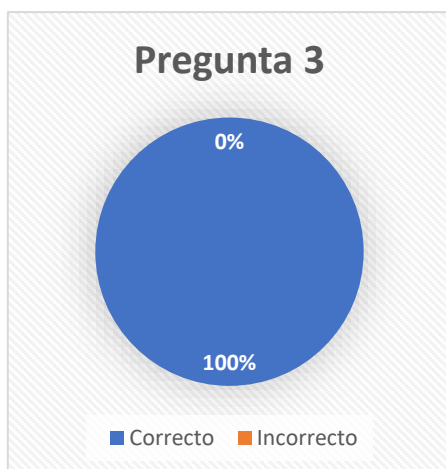
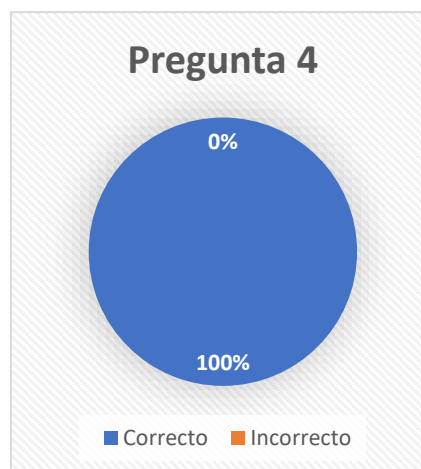
**Figura 9.**

*Resultados - Pregunta 2*



Se evidencia en la figura 8 referente a la pregunta 1 que alrededor de la mitad del personal capacitado identifica que la des energización de una máquina dentro de la línea de producción puede tener diferentes fuentes de energías (no únicamente eléctrica), mientras que la otra mitad se enfoca que solo fuentes de energía eléctrica se deben des energizar en un equipo o máquina.

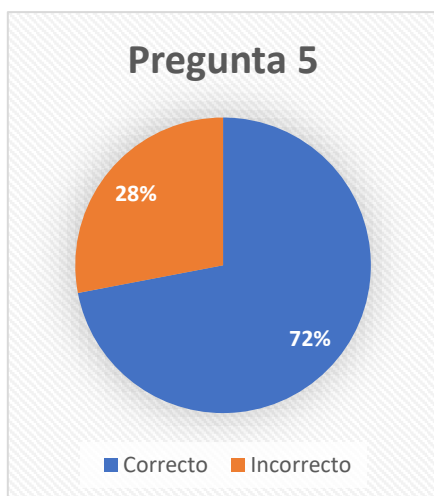
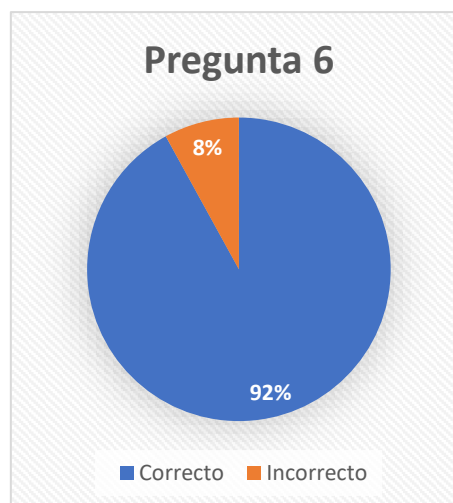
Por otro lado, en la figura 9 más del 95% del personal capacitado tiene bien claro que es la energía cinética, su fuente de origen y la manera correcta de manipulación al momento de entrar en contacto con máquinas que poseen este tipo de energía como fuerza de potencia principal.

**Figura 10.***Resultados - Pregunta 3***Figura 11.***Resultados - Pregunta 4*

En la figura 10 y 11 que engloban la pregunta 3 y 4 respectivamente se observa que todo el personal capacitado tiene claro que las diferentes fuentes de energías se deben bloquear con los dispositivos de bloqueo asignados. Además, el personal es consciente del riesgo que existe al momento de realizar tareas de mantenimiento, limpieza o similares en equipos presentes en la línea de producción.

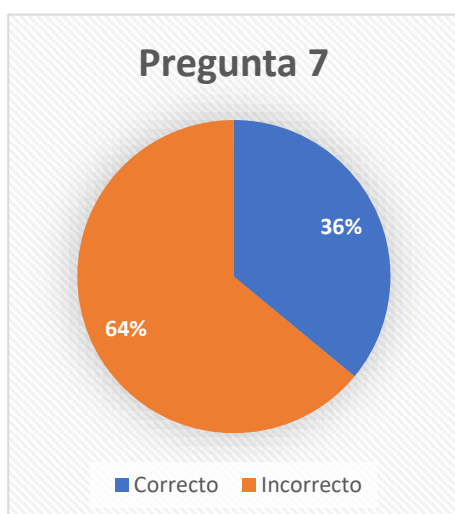
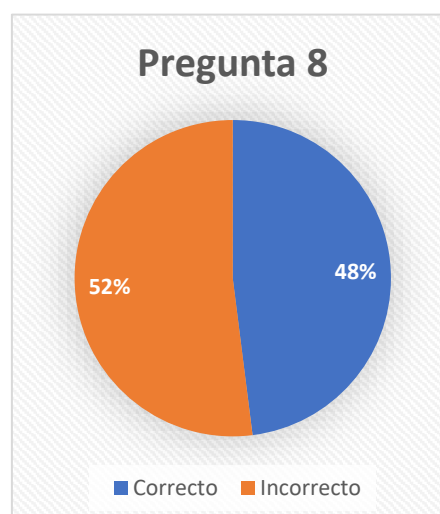
El control de energías sin un procedimiento adecuado y eficaz pueden traer consecuencias al personal que está involucrado desde un grado moderado hasta un desenlace fatal dependiendo de nivel de intervención en ese momento.

En la figura 12 referente a la pregunta número cinco se observa que alrededor del 70% del personal reconoce el concepto de "CERO ENERGÍA" en un equipo o máquina. Por otro lado, en la figura 13 se evidencia que más del 90% del personal comprende el proceso que se debe seguir para desenergizar un equipo o máquina principalmente al momento de realizar tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y/o programa en máquinas o equipos presentes en la línea de producción.

**Figura 12.***Resultados - Pregunta 5***Figura 13.***Resultados - Pregunta 6*

En la figura 14 referente a la pregunta 7 se observa que el 64% del personal capacitado tiene difuso el concepto de Bloqueo / Etiquetado (LOTO), siendo un área de refuerzo determinado dentro de las capacitaciones brindadas.

Mientras que en la figura 15 referente a la pregunta 8 ocurre algo similar donde el 52% del personal capacitado no reconoce la aplicabilidad total del programa LOTO dentro de la línea de producción.

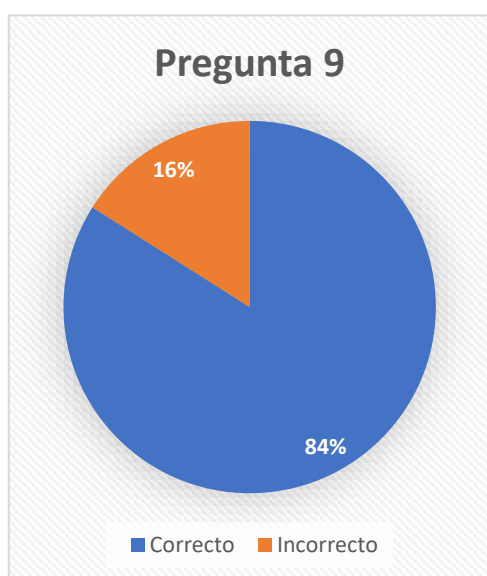
**Figura 14.***Resultados - Pregunta 7***Figura 15.***Resultados - Pregunta 8*

En la figura 16 referente a la pregunta 9 se obtuvo que más del 80% del personal capacitado tiene claro la manera de realizar un bloqueo grupal y el tipo de personal que puede intervenir al momento de realizar dicho bloqueo.

Finalmente, en la figura 17 referente a la pregunta 10 se obtuvo que el 100% del personal capacitado comprende el alcance y autorización del manejo de los diferentes equipos de bloque principalmente al momento de realizar tareas de mantenimiento.

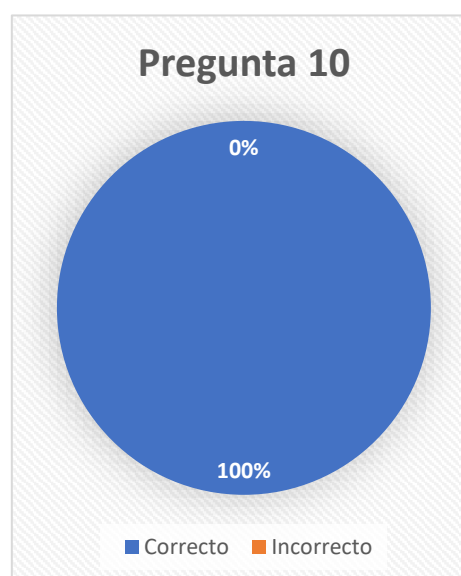
**Figura 16.**

*Resultados - Pregunta 9*



**Figura 17.**

*Resultados - Pregunta 10*



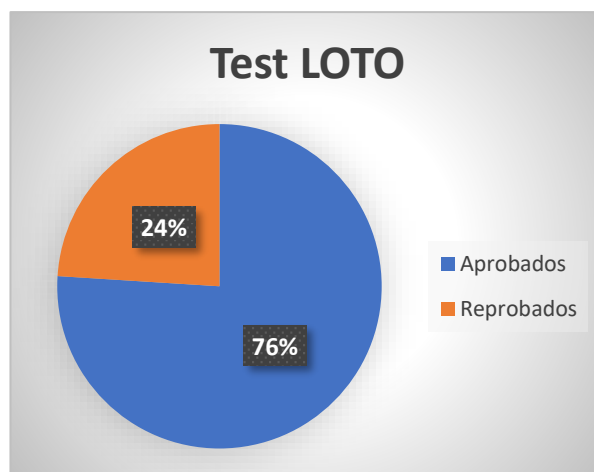
#### 4.3.2.1. EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO LOTO

Una vez obtenido el registro de las 25 evaluaciones realizadas por todo el personal capacitado se observa que el 75% de trabajadores es apto y competente en la aplicación del programa LOTO como se evidencia en la figura 18.

Mientras que el 24% del personal restante requiere de un refuerzo para optar con la aprobación del test y posteriormente el dominio práctico del programa.

**Figura 18.**

*Porcentaje de aprobación personal capacitado*



De esta manera se demuestra que la mayoría del personal conoce sobre los conceptos básicos del programa LOTO, riesgos asociados y pasos del procedimiento del Bloqueo y Etiquetado de cada máquina presente en la línea 4 de producción durante las diferentes tareas de mantenimiento realizadas.

Se espera llegar al 100% del personal operativo y técnico con una retroalimentación de contenidos con el fin de garantizar que todos los trabajadores sean aptos y competente en la correcta aplicación del programa LOTO.

### 4.3.3. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

El día 7 de noviembre se realizó dos simulacros de aplicación del programa LOTO por parte del personal de mantenimiento en los equipos autorizados por la empresa como fueron: abastecimiento de preforma y sopladora. Cabe mencionar que en esta ocasión el evaluador responsable fueron los autores del trabajo de titulación, sin embargo, el evaluador siempre deber ser un técnico autorizado como el jefe de mantenimiento o supervisor del área en función de los turnos de trabajo.

#### 4.3.3.1. APLICACIÓN LISTA DE VERIFICACIÓN

Tras aplicar el listado de verificación del procedimiento LOTO se obtuvieron los siguientes resultados:

El personal evaluado en la sopladora de la línea 4 de producción demostró un desempeño adecuado, alcanzado un puntaje de cumplimiento del 86.7% (13/15 ítems). Se evidenció que el personal de mantenimiento aplicó correctamente todos los pasos críticos de aislamiento y verificación de energía cero (como probar el arranque del equipo y el bloqueo de la válvula de compuerta).

Por otro lado, se encontraron dos No Conformidades (NC). La primera fue la omisión de la **notificación previa al Jefe de Mantenimiento** (ítem 3) y la segunda fue la falta de espera de los 10 minutos necesarios para el control de la energía residual térmica antes de ingresar al equipo, incumplimiento el procedimiento específico (ítem 9). Se muestran las evidencias de aplicación en la figura 19 y 20.

**Figura 19.**

*Checklist aplicado sopladora - Parte 1*

LOGO DE LA EMPRESA	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN</b>		Código: SST - LOTO - 2025
	<b>APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		Resolución No. 001 - SST - 2025
	Macroproceso: Seguridad y Salud Ocupacional		Fecha: 31/10/2025
	Área: Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas		Versión: 1.0
Elaborado por: Investigador Externo		Revisado por: Jefe de Mantenimiento	Aprobado por: Jefe SHH

**1. Datos Generales**

Nombre:	Anónimo	Cargo:	Personal de mantenimiento
Cedula de Identidad:	XXXXXXXXXX	Edad:	34
Equipo intervenido:	Sopladora	Fecha de intervención:	7/11/2025
Evaluador Responsable:	Ing. Bryan Alexander Vallejo		

**2. Verificación del desempeño**

**A. Preparación y Notificación**

Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
1	Verificación de documentación	El personal autorizado identificó y tiene el Instructivo específico del equipo a intervenir	C		
2	Verificación de dispositivos	El personal autorizado dispone de los dispositivos de bloqueo necesarios para la tarea	C		
3	Notificación previa	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para ejecutar tareas de mantenimiento		NC	Se olvidó notificar al jefe de mantenimiento
4	Comunicación previa	El personal autorizado comunicó a los operadores de la línea sobre la ejecución del bloqueo y tarea	C		

**B. Aplicación de LOTO - Secuencia de bloqueo**

Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
5	Apagado del equipo	El equipo fue detenido por completo de forma segura conforme al procedimiento establecido	C		
6	Identificación de fuentes de energías	Se identificaron todas las fuentes de energías presentes en el equipo antes del mantenimiento	C		
7	Aislamiento de fuentes de energía	Ubica y aísla correctamente los puntos de bloqueo identificados según el instructivo LOTO	C		
8	Bloqueo y etiquetado	Coloca correctamente el dispositivo de bloqueo y la etiqueta con la información requerida	C		
9	Control de energía residual	Comprueba que no exista energía residual acorde a lo indicado en el instructivo LOTO		NC	No esperó 10 min para el enfriamiento térmico
10	Verificación de cero energía	El personal autorizado probó el arranque del equipo para confirmar el bloqueo realizado	C		
11	Ejecución del mantenimiento	El personal autorizado realiza la actividad con el equipo bloqueado y etiquetado por completo	C		

Figura 20.


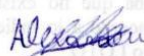
Checklist aplicado sopladora - Parte 2

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN</b>		<b>Código: SST – LOTO – 2025</b>
	<b>APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		<b>Resolución No. 001 – SST – 2025</b>
	<b>Macroproceso: Seguridad y Salud Ocupacional</b>		<b>Fecha: 31/10/2025</b>
	<b>Área: Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas</b>		<b>Versión: 1.0</b>
	<b>Elaborado por:</b> Investigador Externo	<b>Revisado por:</b> Jefe de Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> Jefe SHE

C. Retiro de LOTO – Secuencia de desbloqueo					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
12	Verificación del área	El área de trabajo fue despejada y es segura para todo el personal involucrado en la línea	C		
13	Notificación final	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para energizar el equipo	C		
14	Retiro de dispositivos	El personal autorizado retiró todos los dispositivos utilizados y la etiqueta personal de forma segura	C		
15	Operación del equipo	El equipo fue energizado de forma segura y se restablecen el ciclo de operación con normalidad	C		

**3. Resumen y Conclusiones**

RESULTADO GLOBAL	PC	%	ND
	13/15	86,7%	Adecuado
No Conformidades encontradas (NC)	Item 3 Item 9		
Recomendaciones	Reforzar la preparación y notificación previa a tores de mantenimiento Hacer énfasis en el riesgo térmico y la obligación de respetar el tiempo de enfriamiento		

	
<b>Evaluado</b> Anonimo Personal de mantenimiento	<b>Evaluador</b> Ing. Bryon Vollejo Investigador Externo

El personal autorizado de la máquina de abastecimiento de preforma logró un desempeño excelente, obteniendo un puntaje de cumplimiento del 93.3% (14/15 ítems). Este alto cumplimiento confirma que el personal domina los pasos de bloqueo y el control de energía residual (asegurando la posición baja del elevador), elementos esenciales para el funcionamiento seguro del personal (figura 21 y 22).

Figura 21.

Checklist aplicado abastecimiento de preforma - Parte 1

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN</b>		<b>Código:</b> SST – LOTO – 2025
	<b>APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		<b>Resolución No.</b> 001 – SST – 2025
	<b>Macroproceso:</b> Seguridad y Salud Ocupacional		<b>Fecha:</b> 31/10/2025
	<b>Área:</b> Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Elaborado por:</b> Investigador Externo		<b>Revisado por:</b> Jefe de Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> Jefe SHE

1. Datos Generales

<b>Nombre:</b>	Anónimo	<b>Cargo:</b>	Personal de mantenimiento
<b>Cedula de Identidad:</b>	x x x x x x x x	<b>Edad:</b>	29
<b>Equipo intervenido</b>	Preforma	<b>Fecha de intervención</b>	07-11-25
<b>Evaluador Responsable:</b>	Ing. Bryan Alexander Vallejo		

2. Verificación del desempeño

A. Preparación y Notificación					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
1	Verificación de documentación	El personal autorizado identificó y tiene el Instructivo específico del equipo a intervenir	C		
2	Verificación de dispositivos	El personal autorizado dispone de los dispositivos de bloqueo necesarios para la tarea	C		
3	Notificación previa	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para ejecutar tareas de mantenimiento	C		
4	Comunicación previa	El personal autorizado comunicó a los operadores de la línea sobre la ejecución del bloqueo y tarea	C		

B. Aplicación de LOTO – Secuencia de bloqueo					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
5	Apagado del equipo	El equipo fue detenido por completo de forma segura conforme al procedimiento establecido	C		
6	Identificación de fuentes de energías	Se identificaron todas las fuentes de energías presentes en el equipo antes del mantenimiento	C		
7	Aislamiento de fuentes de energía	Ubica y aísla correctamente los puntos de bloqueo identificados según el instructivo LOTO	C		
8	Bloqueo y etiquetado	Coloca correctamente el dispositivo de bloqueo y la etiqueta con la información requerida	C		
9	Control de energía residual	Comprueba que no exista energía residual acorde a lo indicado en el instructivo LOTO	C		
10	Verificación de cero energía	El personal autorizado probó el arranque del equipo para confirmar el bloqueo realizado	C		
11	Ejecución del mantenimiento	El personal autorizado realiza la actividad con el equipo bloqueado y etiquetado por completo	C		

Figura 22.



Checklist aplicado abastecimiento de preforma - Parte 2

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN</b>		<b>Código:</b> SST – LOTO – 2025
	<b>APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		<b>Resolución No.</b> 001 – SST – 2025
	<b>Macroproceso:</b> Seguridad y Salud Ocupacional		<b>Fecha:</b> 31/10/2025
	<b>Área:</b> Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Elaborado por:</b> Investigador Externo		<b>Revisado por:</b> Jefe de Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> Jefe SHE

C. Retiro de LOTO – Secuencia de desbloqueo					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
12	Verificación del área	El área de trabajo fue despejada y es segura para todo el personal involucrado en la línea	C		
13	Notificación final	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para energizar el equipo		NC	No notificó al Jefe de Mantenimiento antes
14	Retiro de dispositivos	El personal autorizado retiró todos los dispositivos utilizados y la etiqueta personal de forma segura	C		
15	Operación del equipo	El equipo fue energizado de forma segura y se restablecen el ciclo de operación con normalidad	C		

### 3. Resumen y Conclusiones

RESULTADO GLOBAL	PC	%	ND
	14/15	93,3%	Excelente
No Conformidades encontradas (NC)	Ítem 13		
Recomendaciones	Reforzar la preparación y notificación al final de la tarea de mantenimiento		

	
<b>Evaluado</b> Anónimo Personal de mantenimiento	<b>Evaluador</b> Ing. Bryan Vallejo Investigador Externo

#### 4.3.3.2. ANÁLISIS GENERAL DE RESULTADOS

En conjunto, los resultados de la línea 4 indican que el programa de capacitación está funcionando correctamente para asegurar el uso adecuado de los dispositivos de bloqueo y la correcta ejecución de los pasos críticos de seguridad.

No obstante, el análisis de No Conformidades revela una debilidad especialmente en la coordinación y comunicación formal del proceso LOTO al técnico autorizado. Se espera que conforme se continúen aplicando los procedimientos y el control de energías peligrosas se llegue a un 100% de cumplimiento garantizando un proceso secuencial.

Tras la aplicación del programa, se observó una mejor comprensión del procedimiento LOTO por partes de los operarios y técnicos, así como un mayor cumplimiento de las medidas de seguridad durante las tareas de mantenimiento. Este proceso permitió consolidar la estandarización de un sistema de control de energías peligrosas.

También a través de la ejecución del programa se proyecta que exista una reducción de incidentes relacionados con el control de energías peligrosas, además de un fortalecimiento dentro del cumplimiento normativo como lo es el Decreto Ejecutivo 255 y de estándares internacionales como la OSHA 29 CFR 1910.147.

Como último punto, se espera que la empresa continúe con la verificación de la aplicación del programa basándose en los criterios aplicados en el presente trabajo de titulación o por su defecto acorde a los criterios y reglamentos internos propuestos por la propia empresa.

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El desarrollo de presente trabajo aborda la necesidad crucial e importante de implementar procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO) para el control absoluto de energías peligrosas en la industria de bebidas carbonatas en la ciudad de Guayaquil. La importancia del programa para crear conciencia de una cultura de prevención y seguridad directamente a las personas que intervienen o son parte del mismo.

Un estudio realizado por Mateo & Salvatierra (2023), se enfoca en el diagnóstico y propuesta formal de un procedimiento más amplio que incluye sistemas SAM y LOTOTO dentro de la aplicación de un programa de control y manejo de energías peligrosas.

Tal como se presenta la identificación de riesgos (figura 23) en un equipo similar al del presente trabajo como lo es la etiquetadora se evidencia una clara necesidad de implementar un sistema de control respecto al manejo de energías como es el caso de LOTO en este tipo de equipo.

**Figura 23.**

*Identificación de riesgos - Etiquetadora*

Equipos de protección	Riesgos	Segregación de residuos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco</li> <li>• Botines de seguridad</li> <li>• Lentes antiimpacto /antisalpicadura</li> <li>• Guantes anti corte</li> <li>• Mangas anticorte</li> <li>• Facial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atrapamiento</li> <li>Riesgo eléctrico</li> <li>Caída de objetos</li> <li>Cortes por explosiones de botellas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidrios</li> <li>Papel</li> <li>Plásticos</li> </ul>

**Fuente:** (Mateo & Salvatierra, 2023)

La aplicación del programa LOTO en la línea 4 de producción demostró una alta efectividad inicial, siendo los resultados de la evaluación práctica alrededor del 90% (en promedio) del porcentaje de cumplimiento entre las dos máquinas analizadas.

Comparando con los resultados de un estudio realizado por Huacón (2013) el cual obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 100% (figura 24) dentro de la auditoría realizada, se valida que la calidad de la capacitación y la comprensión del procedimiento básico de LOTO son altamente efectivos con una alta replicabilidad futura.

Este alto índice obtenido evidencia que la capacitación logró transferir la habilidad práctica de utilizar los equipos de bloqueo y seguir con el fortalecimiento de los instructivos proporcionados. El dominio de los pasos críticos de aislamiento y la verificación de energía cero son consistentes con los requisitos fundamentales de seguridad industrial a nivel global.

**Figura 24.**

*Verificación del procedimiento LOTO*

N <sup>o</sup>	ITEMS AUDITADOS	SUB-ACTIVIDADES	0 Muy por debajo de los Requerimientos	1 Se aproxima a los Requerimientos	2 Reune tojos los requerimientos	
1	Conceptos Generales	Entrenamiento conducido y orientado para identificar e isulare los alegaro los beflngso. ia	No Sabe	Conoce aguros conepos	Sabe con calidad los conceptos	100%
2		Entrenamiento conducido y orientado para identificar e isulare los alarajo los beflngso glo al	No Sabé	Conoce aguros conepos	Sate con caidad ul los conceptos	2
3	Entrenamientos Especificos	Existe la Javria Especifica para alificar a la molesin los entogua inotala aigura utilizacovx de bloqueo	No existe Guia Especifica ni se registra	Existe pero no ostá setualizado conformmi a los fuentes del a linea	Está actualizado en los fuentes de nejs de la linea	2
4	Inspecciones	No existe en lineaa noo una inspección seraruires beja no cumoflicaen ringuna inspección nin estaboado como dso descautalazados activo o covtivo	No existe en línea hex existe etiqueta etique/ ni neceszto	Seikaine registrado en los inleneres que necesiton nacencambio en la linea	Existe etiqueta que ndica Ma dpeta estas colbocadain que requexa cambios en l linea	2
5		No existen etiquetas ul emboscalas con los f notas design enre siariemizeades plas o dimidados de conexo	No existen en linea / existe etiqueta equila sin elementos de bloquco	Existen con to/ los elementos de bloque necesarios para su uso	Existe etiqueta que lindica No opera nstac colbocadas sin emitula de conexion luso de conoltrones	2
6	Procedimientos	El programa esito escrito no escrito	Esexiste pecedimient de Loto	Existe procedimientola de Loto	Existe etiqueta extiero escrito implementado	2
7	Contratistas	El programa es aplicado por igual a personal externo	El personal externo de Loto	El personal externo conoce de Loto escrito implementado	Existe etiqueta de Loto escrito implementado lino exista pasado de línea no existe registro	2
<b>Sub Total</b>						2
<b>Total</b>				14		14

**Fuente:** (Huacón, 2013)

El análisis de riesgos realizado por Toapanta (2022) revela una necesidad crítica en el modo de intervención (figura 25) al momento de la investigación de peligros dentro del taller máquinas, requiriendo de un tomar control prioritario y acciones inmediatas. Si se realiza una comparación con este estudio se identifica que el peligro se centra en un desbloqueo inadvertido de los equipos y maquinaria sin protección adecuada dando un nivel de intervención de moderado (nivel II) a alto (nivel III). En ambos casos, se confirma que existe un riesgo derivado de las tareas de mantenimiento que exige la necesidad de implementar un procedimiento LOTO estandarizado.

Figura 25.

*Nivel de intervención obtenido*

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Realizado por: Toapanta, Paúl, 2022.

Fuente: (Toapanta, 2022)

Un aspecto que suele pasar desapercibido dentro del área de la seguridad es la falsa percepción de estabilidad, donde el hecho que un incidente de cualquier índole nunca ha ocurrido no significa que se no deba actuar. En algunas ocasiones la omisión administrativa y/o técnica pueden llevar a consecuencias fatales. La verdadera seguridad radica siempre en una conducta preventiva donde un sistema de gestión adecuado y sólido garantiza una trazabilidad adecuada de protección evitando cualquier vulnerabilidad a futura que se deba mitigar.

Otro aspecto importante también a considerar es la validación técnica de los equipos a través de sus fichas que aseguran la compatibilidad funcional de los dispositivos de bloqueo y acoplamiento de cada equipo con los puntos de aislamiento de energía de cada maquinaria específica. La rigurosidad de un producto es fundamental para garantizar que el aislamiento de energías sea exitoso.

La implementación de un programa LOTO como fue este caso concentro dentro de la línea 4 de producción garantiza una estandarización técnica de procedimientos y una competitividad operativa en el manejo de energías peligrosas, siendo un aspecto fundamental para asegurar la integridad de las operaciones de mantenimiento.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones se derivan del cumplimiento de los objetivos específicos y la evaluación de la eficacia del programa implementado:

- Se logró la elaboración e implementación exitosa de instructivo LOTO específicos para las máquinas existentes de la línea 4 de producción como son: abastecimiento de preforma, tolva, sopladora, etiquetadora, llenadora, empacadora y horno. Esto proporcionó un procedimiento estandarizado y documentado para el control de energías peligrosas.
- La matriz de evaluación de riesgos NTP 330 permitió identificar, evaluar y clasificar los riesgos laborales existentes, lo cual sirvió como base fundamental para el diseño de los instructivos, asegurando que se mitigaran los riesgos clasificados y calificados de nivel moderado (nivel II) o alto (nivel III).
- Se realizó un inventario exhaustivo de los puntos de aislamiento y se identificaron y seleccionaron de manera adecuada los 19 tipos de dispositivos de bloqueo y etiquetado requeridos en el programa LOTO. La inclusión de dispositivos adecuados garantiza una mayor efectividad técnica del programa.
- La selección incluyó candados 100% dieléctricos, bloqueos universales para disyuntores, y dispositivos para el aislamiento de válvulas, garantizando que el personal cuente con las herramientas técnicas certificadas necesarias para la aplicación segura del procedimiento LOTO.
- El plan de capacitación resultó altamente efectivo en la transferencia de conocimientos teóricos básicos demostrando que el 75% del personal evaluado es apto y competente en el programa LOTO, sin embargo, el 25% restante indica que el grupo aún requiere retroalimentación.

- La evaluación práctica de desempeño mediante simulacros confirmó la alta capacidad del personal para ejecutar los pasos críticos de seguridad obteniendo un cumplimiento promedio del 90%. Este resultado valida que los instructivos son claros y ejecutables en campo dentro de la línea de producción.
- La aplicación del programa permitió consolidar la estandarización de un sistema de control de energías peligrosas en la línea 4, proyectando una reducción de incidentes y un fortalecimiento del cumplimiento normativo nacional como el Decreto Ejecutivo 255 y AM. 196, así como también internacional con la norma OSHA 29 CFR 1910.147.
- A pesar del alto cumplimiento, el análisis de No Conformidades reveló una debilidad en el proceso de preparación y notificación dentro del procedimiento establecido, como es la omisión de notificar (antes y después) las actividades de mantenimiento al jefe de mantenimiento en activo.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un plan de refuerzo obligatorio y de manera frecuente para el 25% del personal que no obtuvo la calificación de apto en la evaluación de conocimientos, con el objetivo de lograr que el 100% del personal operativo y técnico sea competente en la aplicación del programa.
- Enfocarse en reforzar los conceptos donde se detectó una comprensión difusa, especialmente en los conceptos básicos de bloqueo y etiquetado (LOTO).
- Se recomienda hacer énfasis en la aplicación correcta de pasos en el control de energías residuales (verificación de energía cero) acorde a lo detallado en los instructivos específicos de cada máquina.
- La empresa debe continuar con la verificación y auditoría periódica de la aplicación del programa LOTO, utilizando indicadores que le ayuden a verificar el cumplimiento del procedimiento establecido.
- Integrar este proceso de verificación como parte de los reglamentos internos de seguridad y salud de la empresa.

## CAPÍTULO VI

### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUS. (2021). *LockOut/TagOut*. Seguridad Industrial. <https://www.abus.com/es/Seguridad-comercial/Seguridad-industrial-Bloqueo-y-etiquetado>
- ABUS. (2022a). *E212* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/int/Commercial-Security/Industry-Safety-Lockout-Tagout/Lockout-devices-electric/E212>
- ABUS. (2022b). *P600 | CEE Plug Lockout Device* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/usa/Commercial-Security/Safety-solutions-and-products/Lockout-devices/P600>
- ABUS. (2024a). *Candados Serie 74* (p. 2). <https://alsemexicana.com/productos/candado-dielectrico-7440/ficha-tecnica.pdf?d=AtegL>
- ABUS. (2024b). *E201* (p. 1). <https://alsemexicana.com/producto/bloqueo-abus-e201-para-interruptores-unipolares>
- ABUS. (2025a). *B835 Safety Redbox™ incl. wall-bracket* (p. 12). [https://sos-ecuador.com/wp-content/uploads/2024/10/00298\\_esl-ES.pdf](https://sos-ecuador.com/wp-content/uploads/2024/10/00298_esl-ES.pdf)
- ABUS. (2025b). *Bloqueo para válvulas de paso V165* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/es/Seguridad-comercial/Seguridad-industrial-Bloqueo-y-etiquetado/Dispositivos-de-bloqueo-mecanicos/V165>
- ABUS. (2025c). *Detector de CO2 AirSecure CO2WM110* (p. 2). <https://www.abus.com/es/Seguridad-comercial/Medidor-de-CO2/AirSecure-CO2WM110>
- ABUS. (2025d). *E203* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/es/Seguridad-comercial/Seguridad-industrial-Bloqueo-y-etiquetado/Dispositivos-de-bloqueo-electricos/E203>
- ABUS. (2025e). *E211* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/int/Commercial->

Security/Industry-Safety-Lockout-Tagout/Lockout-devices-electric/E211

ABUS. (2025f). *E245* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/int/Commercial-Security/Industry-Safety-Lockout-Tagout/Lockout-devices-electric/E245>

ABUS. (2025g). *H773* (pp. 2–3). <https://www.abus.com/de/Gewerbe/Arbeitsschutz-Lockout-Tagout/Verriegelungen-elektrisch/H773>

ABUS. (2025h). *V500 Set Universal Ball Valve Lockout Device with Safelex™ C506 Cable Lockout Device* (pp. 1–2). <https://www.abus.com/int/Commercial-Security/Industry-Safety-Lockout-Tagout/Lockout-devices-mechanical/V500-Universal-Ball-Valve-Lockout-Device>

Aje Group. (2022). *Nuestra Historia. Aje En El Mundo*. <https://www.ajegroup.com/nuestra-historia/>

Angulo, S., & Gracia, M. (2024). *Programa de Posgrados en Riesgos Laborales* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dd795e07-910d-4ac3-8240-55aba39d3030/content>

Arias, J. (2021). Diseño y metodología de la investigación. In Enfoques Consulting EIRL (Ed.), *Enfoques Consulting Eirl* (1st ed., Issue 1). Biblioteca Nacional del Perú. <https://www.researchgate.net/publication/352157132>

Brady. (2015). Guía De Seguridad Profesional Sobre Bloqueo y Etiquetado. *Brady Worldwide Inc*, 33. [https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Safety\\_Professionals\\_Guide\\_To\\_Lockout\\_Tagout\\_ebook\\_Latin\\_America.pdf](https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Safety_Professionals_Guide_To_Lockout_Tagout_ebook_Latin_America.pdf)

Brady. (2019a). *Technical data sheet Steel Group Lockout Hasps* (p. 3). <https://rexel-cdn.com/products/bra65375cut.pdf?i=0336968E-00CD-4692-BC59-D411F22F1D31>

Brady. (2019b). *Una completa solución de Bloqueo y Etiquetado*. [https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Lockout\\_Tagout\\_Catalog\\_Latin\\_America.pdf](https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Lockout_Tagout_Catalog_Latin_America.pdf)

Brady. (2020). *Lockout Station*.

[https://cdn.masterlock.com/sheet/es\\_mlla/es.masterlocklatinamerica.com\\_1483BFRC.pdf](https://cdn.masterlock.com/sheet/es_mlla/es.masterlocklatinamerica.com_1483BFRC.pdf)

Cabrera, J. (2019). *Manual del Estudiante de Bloqueo de Energías* (pp. 1–44). SAFE CLIMB. <https://es.scribd.com/document/480212382/MANUAL-BLOQUEO-DE-ENERGIAS>

Carlos, J. (2024). *Etiquetado SAM - LOTO*. GMS Globalite. <https://www.gsm.ec/implementacion-sam-loto/>

Cevallos, E. (2025). *Jerarquía de Control de Riesgos ISO 45001: Guía Completa*. Twind. <https://twind.io/es/jerarquia-de-control-de-riesgos-iso-45001/>

Chao, E. L., & Henshaw, J. L. (2002). Control of Hazardous Energy Lockout/Tagout. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1910.147*, 1–17. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3120.pdf>

Damián, M. (2024). *Gestión Técnica de Riesgos Laborales en los talleres de mecánica automotriz de la Unidad Educativa Carlos Cisneros de la ciudad de Riobamba* [Universidad Nacional de Chimborazo]. [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12322/1/TESIS\\_MARIELA\\_DAMIAN\\_LEMACHE\\_MAESTRIA\\_SEGURIDAD\\_INDUSTRIAL\\_MENCIÓN\\_PREVENCION\\_DE\\_RIESGOS\\_LABORALES.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12322/1/TESIS_MARIELA_DAMIAN_LEMACHE_MAESTRIA_SEGURIDAD_INDUSTRIAL_MENCIÓN_PREVENCION_DE_RIESGOS_LABORALES.pdf)

Dirección de Seguridad Laboral. (2021a). *Riesgos biológicos ¿Qué son los riesgos laborales?* (pp. 1–8). Nociones básicas - Clasificación - Medidas preventivas. [https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Riesgos\\_Biologicos.pdf](https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Riesgos_Biologicos.pdf)

Dirección de Seguridad Laboral. (2021b). *Riesgos físicos ¿Qué son los riesgos laborales?* (pp. 1–13). Nociones básicas - Clasificación - Medidas preventivas. <https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Fisicos.pdf>

Dirección de Seguridad Laboral. (2021c). *Riesgos químicos ¿Qué son los riesgos laborales?* (pp. 1–8). Nociones básicas - Clasificación - Medidas preventivas. <https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/empleopublico/archivos/Quimicos.pdf>

Erdil, A. (2022). The Importance of Workplace - Occupational Safety in the Perspective

- of Enterprise Sustainable Development and Performance. *European Journal of Science and Technology*, 42, 88–99. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1187860>
- Eurostat. (2023). Accidents at work statistics. *Statistics Explained*, October, 1–7. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/>
- González, R. (2017). Trilogía de la investigación. In Z. García (Ed.), *Entretextos* (Primera, Vol. 9, Issue 25). McGrawHill. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.201725338>
- GSM. (2024). *Skypper Cinta Retráctil* (p. 5). [https://www.gsm.ec/es\\_EC/shop/skipper-cinta-retractil-14367#attribute\\_values=1888,1616](https://www.gsm.ec/es_EC/shop/skipper-cinta-retractil-14367#attribute_values=1888,1616)
- Hendra, F. (2025). Risk Assessment Methods Review. *Cybersecurity of Industrial Systems*, January, 213–247. <https://doi.org/10.1002/9781119644538.ch9>
- Huacón, J. M. (2013). *Diseño de un Plan de Seguridad Industrial de la Línea de Envasado de Helados aplicando el Programa LOTO* [Escuela superior Politécnica de Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/24599>
- INADET. (2018). *Sistemas de Seguridad en Trabajos Eléctricos Lock Out - Tag Out (LOTO)* (p. 32). <https://anyflip.com/yatvn/wszz/basic>
- INSST. (1993). NTP 330 : Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. In *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Españã* (p. 7). <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/9-serie-ntp-numeros-296-a-330-ano-1994/ntp-330-sistema-simplificado-de-evaluacion-de-riesgos-de-accidente-1993>
- ISO 45001. (2018). Sistemas de gestion de la seguridad y salud en el trabajo. *Secretaría Central Del ISO*, 1, 1–60. [https://www.teczamora.mx/sgi/documentos/sgi/normas/Norma\\_ISO\\_45001\\_2018.pdf](https://www.teczamora.mx/sgi/documentos/sgi/normas/Norma_ISO_45001_2018.pdf)
- Landell, H. (2016). The Risk Matrix as a tool for risk analysis limitations by. *Faculty of Engineering and Sustainable Development University of Gävle*, S-801 76, 32. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944825/FULLTEXT01.pdf>
- León, J. (2021). *Simulación y Modelamiento para la obtención de una bebida*

- carbonatada endulzada con miel agave (agave americano)* [Escuela Superior Politécnica Chimborazo].  
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/16770/1/96T00687.pdf>
- Llaneza, A. (2018). *Norma para la seguridad Eléctrica en lugares de trabajo NFPA 70E* (pp. 1–118). National Fire Protection Association.  
<https://doi.org/10.1109/MIA.2006.1578564>
- Master Lock. (2013). *S3920 / S3921 Bloqueador de válvulas de mariposa* (p. 2).  
[https://es.masterlock.eu/img/masterlocksafety/ES\\_3421.pdf](https://es.masterlock.eu/img/masterlocksafety/ES_3421.pdf)
- Mateo, M., & Salvatierra, A. (2023). *Propuesta de aplicación para procesamiento de bloqueo y etiquetado SAM y LOTOTO, en una planta envasadora de bebidas* [Universidad Politécnica Salesiana].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26467/4/UPS-GT004832.pdf>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. In W. Sucari, P. Aza, & A. Flores (Eds.), *Inudi* (Primera). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Ministerio de Salud Pública. (2019). Política Nacional de Salud en el Trabajo 2019 - 2025. In *Dirección Nacional de Ambiente y Salud*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/10/MANUAL-DE-POLITICAS-final.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (2020). *Código del Trabajo* (p. 157).  
[https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal\\_a2/Código del Trabajo.pdf](https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal_a2/Código%20del%20Trabajo.pdf)
- Ministerio del Trabajo. (2024a). *Acuerdo-Ministerial-Nro.-MDT-2024-196*.  
<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (2024b). *Decreto Ejecutivo 255*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>
- Ochoa, C. (2019). Diseño y análisis en investigación. In A. Alcocer (Ed.), *International Marketing and Communication* S.A. (Primera). IMC.  
<https://www.aepap.org/sites/default/files/documento/archivos->

adjuntos/artl\_2019\_libro\_diseno\_y\_analisis\_de\_investigacion.pdf

- Oreste, G. (2014). Prevención de Riesgos Específicos En Centros Educativos. *Seguridad y Salud En Centros Educativos, CAPITULO I*, 164–187. [https://www.carm.es/web/integra.servlets.Blob/factores\\_psicosociales.pdf?ARCHIVO=factores\\_psicosociales.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=18307&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c797\\$m3920,3945](https://www.carm.es/web/integra.servlets.Blob/factores_psicosociales.pdf?ARCHIVO=factores_psicosociales.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=18307&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c797$m3920,3945)
- OSHA. (1979). *Occupational Safety and Health Standards (OSHA) 29 CFR 1910* (p. 217). [https://www.trabajo.pr.gov/prosha/download/Gen\\_Ind\\_Const\\_\(44.29\)\\_I.pdf](https://www.trabajo.pr.gov/prosha/download/Gen_Ind_Const_(44.29)_I.pdf)
- OSHA. (2020). *Confined Space Certification - National OSHA Foundation*. Certification & Training. [https://www.nationaloshafoundation.com/confined-space-certification/?utm\\_term=confined+space+training&utm\\_campaign=Confined+Space+-+Broad&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=2270958397&hsa\\_cam=11704787514&hsa\\_grp=113285013346&hsa\\_ad=644218337402&hsa](https://www.nationaloshafoundation.com/confined-space-certification/?utm_term=confined+space+training&utm_campaign=Confined+Space+-+Broad&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2270958397&hsa_cam=11704787514&hsa_grp=113285013346&hsa_ad=644218337402&hsa)
- OSHA. (2021). *Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout)*. Safety and Health. <https://www.osha.gov/control-hazardous-energy>
- Peralta, R. (2022). *Evaluación y Control de Riesgos Laborales mediante la metodología NTP 330 en la empresa ELOHIMTEX ubicada en el cantón Tisaleo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/262fe5e2-3cfc-4d0c-9011-91316401839a>
- Ramirez, R. (2023). *Nuestra historia*. Grupo AJE. <https://www.ajegroup.com/>
- Rojas, E. (2002). *Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Rojas\\_L\\_P/T\\_completo.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Rojas_L_P/T_completo.pdf)
- Secretaria de Salud y Desarrollo Territorial. (2020). *Manual informativo de PRL: Ergonomía, riesgos ergonómicos* (pp. 1–206). UGT. [https://saludlaboralmadridugt.org/wp-content/uploads/2023/03/manual\\_riesgos\\_ergonomicos\\_2019\\_on\\_line\\_def\\_0.pdf](https://saludlaboralmadridugt.org/wp-content/uploads/2023/03/manual_riesgos_ergonomicos_2019_on_line_def_0.pdf)

f

- Segura, E. (2019). La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones. In L. Gabriel (Ed.), *Manual de Seguridad, Salud y Medio Ambiente* (2nd ed.). Sasit Corporation. [https://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro\\_seguridad\\_industrial/lsi.pdf](https://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro_seguridad_industrial/lsi.pdf)
- Skipper. (2021). *XS01* (p. 1). <https://www.skippertm.com/product/skipper-xs-unit/>
- Toapanta, P. M. (2022). *Diseño E Implementación del Manual De Seguridad Y Procedimientos Individuales de Bloqueo y Etiquetado (LOTO) para los equipos Y máquinas del Taller de máquinas Y herramientas de la Facultad De Mecánica de a Epoch* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://www.esepoch.edu.ec/trans/>
- Toro, J. de L., Vega, V., & Romero, A. (2021). Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y su aplicación en la justicia ordinaria. *European Journal of Social Security*, 11(1–2), 163–175. <https://doi.org/10.1177/138826270901100108>
- Ureña, A. (2015). *Evaluación de los riesgos de accidente en la bodega general de la subestación uno de la E.E.R.S.A. en base a la norma NTP 330 en la ciudad de Riobamba* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esepoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/9e05f24e-6f5a-49fe-91b1-16c70c71aa71/content>
- Veolia. (2024). *Estándar de Gestión de Alto Riesgo Control de energía peligrosa* (p. 24). Aquaoccidente. <https://aquaoccidente.com/wp-content/uploads/2024/06/6.-CONTROL-DE-ENERGIA-PELIGROSA.pdf>
- Yilmaz, M., & Yildiz, S. (2021). The Importance of Occupational Health and Safety (OHS) and OHS Budgeting in terms of Social Sustainability in Construction Sector. *Journal of Building Material Science*, 2(1). <https://doi.org/10.30564/jbms.v2i1.2591>

# CAPÍTULO VII

## 7. ANEXOS

### 7.1. ANEXO 1: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS – PROGRAMA LOTO

**Figura 26.**

*Primera reunión para el programa LOTO*



**Figura 27.**

*Instalaciones de la empresa*



**Figura 28.**

*Levantamiento de información en conjunto con personal designado*



**Figura 29.**

*Reconocimiento de equipos dentro de la línea 4 de producción*





### 7.3. ANEXO 3: PLANTILLA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE BLOQUEO Y ETIQUETADO

<b>Equipo / Área</b>	<b>Fuente de energía</b>	<b>Punto de aislamiento</b>	<b>Dispositivo de bloqueo</b>	<b>Verificación de energía cero</b>	<b>Responsable</b>
<b>Abastecimiento de preforma</b>					
<b>Tolva de alimentación</b>					
<b>Sopladora</b>					
<b>Etiquetadora</b>					
<b>Llenadora</b>					
<b>Empacadora y Horno</b>					

## 7.4. ANEXO 4: FORMATO PARA ASISTENCIAS A LAS CAPACITACIONES

LOGO DE LA EMPRESA	<b>FORMATO:</b> Control de asistencia a capacitaciones, reuniones y eventos	<b>NOMBRE DE LA EMPRESA</b>
	Código: FO-RH-11	Fecha de aprobación: Martes 14 OCT. 25
	N° de edición: 02	Pág. 1/2

Fecha: ..... Hora de inicio: ..... Hora de finalización: .....

Lugar: .....

Tipo: Capacitación:  Reunión:  Evento:

Tema: .....

Facilitador: ..... Firma del Facilitador: .....

Institución: .....

**Contenido:**  
Especifique los sub temas tratados


Recursos:


LOGO DE LA EMPRESA	<b>FORMATO:</b> Control de asistencia a capacitaciones, reuniones y eventos	<b>NOMBRE DE LA EMPRESA</b>
	Código: FO-RH-11	Fecha de aprobación: Martes 14 OCT. 25
	N° de edición: 02	Pág. 2/2

Registro de Asistencia:

N°	Nombre	Cargo/Área	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

## 7.5. ANEXO 5: REGISTRO FOTOGRÁFICO - CAPACITACIONES

**Figura 30.**

*Primera capacitación desarrollada*



**Figura 31.**

*Segunda capacitación desarrollada*



## 7.6. ANEXO 6: FORMATO DE VERIFICACIÓN DE APLICACIÓN LOTO

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		<b>Código:</b> SST – LOTO – 2025
			<b>Resolución No.</b> 001 – SST – 2025
	<b>Macroproceso:</b> Seguridad y Salud Ocupacional		<b>Fecha:</b> 31/10/2025
	<b>Área:</b> Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas		<b>Versión:</b> 1.0
	<b>Elaborado por:</b> Investigador Externo	<b>Revisado por:</b> Jefe de Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> Jefe SHE

### 1. Datos Generales

<b>Nombre:</b>		<b>Cargo:</b>	
<b>Cedula de Identidad:</b>		<b>Edad:</b>	
<b>Equipo intervenido</b>		<b>Fecha de intervención</b>	
<b>Evaluador Responsable:</b>			

### 2. Verificación del desempeño

A. Preparación y Notificación					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
1	Verificación de documentación	El personal autorizado identificó y tiene el Instructivo específico del equipo a intervenir			
2	Verificación de dispositivos	El personal autorizado dispone de los dispositivos de bloqueo necesarios para la tarea			
3	Notificación previa	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para ejecutar tareas de mantenimiento			
4	Comunicación previa	El personal autorizado comunicó a los operadores de la línea sobre la ejecución del bloqueo y tarea			

B. Aplicación de LOTO – Secuencia de bloqueo					
Nº	Criterio de Evaluación	Descripción de actividad	Cumple (C)	No cumple (NC)	Observaciones
5	Apagado del equipo	El equipo fue detenido por completo de forma segura conforme al procedimiento establecido			
6	Identificación de fuentes de energías	Se identificaron todas las fuentes de energías presentes en el equipo antes del mantenimiento			
7	Aislamiento de fuentes de energía	Ubica y aísla correctamente los puntos de bloqueo identificados según el instructivo LOTO			
8	Bloqueo y etiquetado	Coloca correctamente el dispositivo de bloqueo y la etiqueta con la información requerida			
9	Control de energía residual	Comprueba que no exista energía residual acorde a lo indicado en el instructivo LOTO			
10	Verificación de cero energía	El personal autorizado probó el arranque del equipo para confirmar el bloqueo realizado			
11	Ejecución del mantenimiento	El personal autorizado realiza la actividad con el equipo bloqueado y etiquetado por completo			

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>FORMATO: LISTA DE VERIFICACIÓN APLICACIÓN PROCEDIMIENTO LOTO</b>		<b>Código:</b> SST – LOTO – 2025
			<b>Resolución No.</b> 001 – SST – 2025
	<b>Macroproceso:</b> Seguridad y Salud Ocupacional		<b>Fecha:</b> 31/10/2025
	<b>Área:</b> Línea 4 de producción de bebidas carbonatadas		<b>Versión:</b> 1.0
	<b>Elaborado por:</b> Investigador Externo	<b>Revisado por:</b> Jefe de Mantenimiento	<b>Aprobado por:</b> Jefe SHIE

<b>C. Retiro de LOTO – Secuencia de desbloqueo</b>					
<b>Nº</b>	<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Descripción de actividad</b>	<b>Cumple (C)</b>	<b>No cumple (NC)</b>	<b>Observaciones</b>
12	<b>Verificación del área</b>	El área de trabajo fue despejada y es segura para todo el personal involucrado en la línea			
13	<b>Notificación final</b>	El personal autorizado notificó al jefe de mantenimiento (en activo) para energizar el equipo			
14	<b>Retiro de dispositivos</b>	El personal autorizado retiró todos los dispositivos utilizados y la etiqueta personal de forma segura			
15	<b>Operación del equipo</b>	El equipo fue energizado de forma segura y se restablecen el ciclo de operación con normalidad			

### 3. Resumen y Conclusiones

<b>RESULTADO GLOBAL</b>	<b>PC</b>	<b>%</b>	<b>ND</b>
<b>No Conformidades encontradas (NC)</b>	Se detalla todos los números de ítems que hayan sido determinados como no cumplimiento dentro de la aplicación del procedimiento LOTO		
<b>Recomendaciones</b>	Se escriba todas las sugerencias que deberán ser cumplidas en la próxima verificación del cumplimiento del procedimiento LOTO		

<b>Evaluado</b> [Nombre y Apellido] <b>Cargo</b> [Ej. Operador Mantenimiento]	<b>Evaluador</b> [Nombre y Apellido] <b>Cargo</b> [Ej. Jefe de Mantenimiento]

## 7.7. ANEXO 7: FICHAS TÉCNICAS DE DISPOSITIVOS LOTO

Figura 32.

Datos técnicos del B835 Safety Redbox

### B835 Safety Redbox™ incl. wall-bracket



Seite 2 von 2

- Utilice el kit de iniciación para los primeros pasos en la protección durante el mantenimiento.
- Safety Redbox™ con soporte de pared


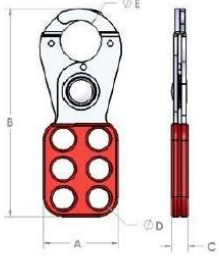
**Datos técnicos - B835 Safety Redbox™ incl. wall-bracket**

Anchura	174 mm
Diámetro del arco	7 mm
Longitud	24 cm
Peso	1452 g
Profundidad	94 mm
Puntos de montaje	12
color	rojo
EAN	4003318002984

Fuente: (ABUS, 2025a)

Figura 33.

Datos técnicos del Steel Group Lockout Hasps

<p><b>Design</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructed of vinyl-coated high tensile steel with rust resistant plating</li> <li>• Available in 1" and 1 1/2" diameter jaws</li> <li>• Standard package: 12 hasps</li> </ul>																									
<p><b>Material</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steel with Rust Proof Plating</li> <li>• Vinyl Coating: Red</li> </ul>																									
<p><b>Temperature Range</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steel: -30°F to 350°F (-35°C to 177°C)</li> <li>• Vinyl Coating: -30°F to 200°F (-35°C to 95°C)</li> </ul>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Chemical</th><th>°C</th><th>Chemical</th><th>°C</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acetone</td><td>25</td><td>Petroleum</td><td>25</td></tr> <tr> <td>Acetone</td><td>80</td><td>Lubricating oil: HD engine oils</td><td>&lt;120</td></tr> <tr> <td>Lubrication oil: Gear oil</td><td>&lt;120</td><td>Hydraulic oils, transformer oils</td><td>&lt;120</td></tr> <tr> <td>Fuel, engine: M15 mixture(15% methanol)</td><td>70</td><td>Water (Including sea water)</td><td>25</td></tr> <tr> <td>Methanol</td><td>25</td><td>Water (including seawater), chlorinated (&lt;0.5mg/l)</td><td>80</td></tr> </tbody> </table>	Chemical	°C	Chemical	°C	Acetone	25	Petroleum	25	Acetone	80	Lubricating oil: HD engine oils	<120	Lubrication oil: Gear oil	<120	Hydraulic oils, transformer oils	<120	Fuel, engine: M15 mixture(15% methanol)	70	Water (Including sea water)	25	Methanol	25	Water (including seawater), chlorinated (<0.5mg/l)	80
Chemical	°C	Chemical	°C																						
Acetone	25	Petroleum	25																						
Acetone	80	Lubricating oil: HD engine oils	<120																						
Lubrication oil: Gear oil	<120	Hydraulic oils, transformer oils	<120																						
Fuel, engine: M15 mixture(15% methanol)	70	Water (Including sea water)	25																						
Methanol	25	Water (including seawater), chlorinated (<0.5mg/l)	80																						
<p><b>Chemical Resistance</b></p> <p>All approved chemicals listed are based on the manufactures specified chemical resistance chart for plastic material only.</p>																									
<p><b>Dimensions</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A</td><td>-</td><td>1.58" [40mm]</td></tr> <tr><td>B</td><td>-</td><td>4.5" [114mm]</td></tr> <tr><td>C</td><td>-</td><td>0.35" [10mm]</td></tr> <tr><td>D</td><td>-</td><td>0.5" [12mm]</td></tr> <tr><td>E</td><td>-</td><td>0.85" [22mm]</td></tr> </table>	A	-	1.58" [40mm]	B	-	4.5" [114mm]	C	-	0.35" [10mm]	D	-	0.5" [12mm]	E	-	0.85" [22mm]										
A	-	1.58" [40mm]																							
B	-	4.5" [114mm]																							
C	-	0.35" [10mm]																							
D	-	0.5" [12mm]																							
E	-	0.85" [22mm]																							

Fuente: (Brady, 2019a)

**Figura 34.**

*Datos técnicos del Detector de CO2 AirSecure CO2WM110*

**Detector de CO2 AirSecure CO2WM110**



Seite 2 von 2

---

- Rango de medición: CO2: 0-5000 ppm
- Indicación de eventos de alarma
- Medidas: 96,0 x 96,5 x 26,0 mm

**Uso y aplicación**

- Para la detección de concentraciones de CO2 en interiores
- Indicación de la temperatura y la humedad
- Montaje en pared o de pie

**Variantes**

- Color: blanco

---

**Datos técnicos - Detector de CO2 AirSecure CO2WM110**


Batería fija	Sí
Peso	201 g
color	blanco
EAN	4003318679643

**Fuente:** (ABUS, 2025c)

**Figura 35.**

*Datos técnicos del E203*

**E203**



Seite 2 von 2

---

**Datos técnicos - E203**

Anchura	35 mm
Diámetro del arco	7 mm
Longitud	53 mm
Peso	15 g
Profundidad	17 mm
color	rojo
EAN	4003318777950

**Fuente:** (ABUS, 2025d)

**Figura 36.**

*Datos técnicos del V165*

**Datos técnicos - Bloqueo para válvulas de paso V165**

Altura Interior	8 mm
Anchura	250 mm
Diámetro Interior	165 mm
Peso	260 g
Profundidad	80 mm
Puntos de montaje	3

**Fuente:** (ABUS, 2025b)

**Figura 37.**

*Datos técnicos del V500*

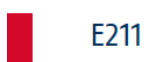
Datos técnicos - V500 Set Universal Ball Valve Lockout Device with Safelex™ C506 Cable Lockout Device

Diámetro del arco	9 mm
Longitud	75 mm
Peso	351 g
Puntos de montaje	6
color	rojo
EAN	4003318871528

**Fuente:** (ABUS, 2025h)

**Figura 38.**

*Datos técnicos del E211*



Selste 2 von 2

Technical data - E211

Depth	50 mm
Max. Width of Circuit Breaker	40 mm
Mounting Points	1
Shackle Diameter	7 mm
Weight	55 g
Width	59 mm
colour	red
EAN	4003318642951

**Fuente:** (ABUS, 2025e)

**Figura 39.**

*Datos técnicos del E245*



Selste 2 von 2

Datos técnicos - E245


Anchura	45 mm
Diámetro del arco	6,5 mm
Longitud	57 mm
Peso	22 g
Profundidad	44 mm
Puntos de montaje	1
color	rojo
EAN	4003318894817

**Fuente:** (ABUS, 2025f)

Figura 40.

Datos técnicos del H773

## H773



Seite 2 von 2

---

**Technische Daten - H773**

Breite	63 mm
Bügelstärke	3 mm
Färbung	gelb
Gewicht	32 g
Tiefe	16 mm
EAN	4003318996702

Fuente: (ABUS, 2025g)

Figura 41.

Datos técnicos de Lockout Station

**Lockout Station**

- Constructed of sturdy white polystyrene with predrilled holes for easy wall mounting
- Built-in lock rail holds locks and pegboard-style holes for hooks are drilled into back

Catalog #	Description
50997	Small Lockout Station - 23.25 in. x 12.25 in. x 4 in.
50994	Large Lockout Station - 26 in. x 19.5 in. x 5 in.
50993	X-Large Lockout Station - 30 in. x 25 in. x 5.25 in.
50996	Large Lockout Station with Doors - 26 in. x 19.5 in. x 5 in.
121509	Large Lockout Station with Doors (Spanish) - 26 in. x 19.5 in. x 5 in.
50995	X-Large Lockout Station with Doors - 30 in. x 25 in. x 5.25 in.



50989



50990



50991



50992

**Padlock Lockout Board Stations**

- Bright yellow color draws workers' attention
- Made of 3/16-in.-thick acrylic with acrylic lock rails and clear polycarbonate tag pockets that accommodate tags up to 3-in. wide

Catalog #	Description
50989	6-Lock Padlock Station - 11.5 in. x 15.5 in. x 0.187 in.
50990	12-Lock Padlock Station - 13.5 in. x 13.5 in. x 0.187 in.
50991	24-Lock Padlock Station - 23.5 in. x 11.5 in. x 0.187 in.
121506	24-Lock Padlock Station (Spanish) - 23.5 in. x 11.5 in. x 0.187 in.
50992	36-Lock Padlock Station - 21.5 in. x 23.5 in. x 0.187 in.



Fuente: (Brady, 2020)

Figura 42.

Datos técnicos del S3980

## Master Lock. S3920/S3921 Bloqueador de válvulas de mariposa

Número de producto	S3920
Descripción	Bloqueador de válvulas de mariposa (Sólo el dispositivo)
Peso	45,3 g
Medidas del producto	33,5 mm Al (cerrado) 45,7 mm Al (abierto) 43,7 mm An (anchura máxima de la palanca)
Material utilizado	Cuerpo: PBT y PC termoplásticos Roblón: Acero inoxidable
Color	Rojo
Rango de temperaturas	-40 °C a 93 °C
Dispositivo de bloqueo	S806CBL3 con cable de 4 mm de diámetro
Resistencia a productos químicos	Resistente a aceites de silicona, hexano, solventes, lejías, ácido acético diluido y gasolina.
Resistencia a la corrosión	ASTM F883-09 Sección 11.3 Grado 6 en la prueba de corrosión a la Intemperie
UPC - Individual	071649198434
Paquete Individual	1 unidad, embolsada
UPC - Caja	10071649198431
Cantidad en cada caja	24
País de origen	Montado en México con componentes de EE. UU.



S3920 asegurado con el dispositivo de bloqueo de cable S806

**¡VEA SU FUNCIONAMIENTO!**  
Escanee este código QR



Fuente: (Master Lock, 2013)

Figura 43.

Datos técnicos de XS01

## Skipper XS unit

Product code: XS01

**Overview**

The Skipper XS unit has all the great versatility of a standard unit but is for use without cones or posts. Just like the standard Skipper unit, Skipper XS has the full 9m of retractable tape. Instead of receiver points, Skipper XS has new connector points for affixing to its own unique range of accessories. This makes it quick and easy to create cordons in any interior environment.

**Product Specifications**


Width: 145mm	Height: 126mm
Depth: 145mm	Weight: 700g

**Key selling points**


- Cheapest barrier per metre on the market
- Versatile and mobile
- Unique, modular solution
- Light weight and easy to store
- Easily attaches to any internal surface

**Key features**

- Locking button to prevent unwanted spooling of tape
- Contains 9m of high visibility, retractable tape
- Connector points for affixing to its range of accessories from 3 different angles



The Skipper XS contains the same 9m of retractable, high visibility tape




**Product FAQs**

**Q. Which accessories can I use with the Skipper XS?**  
**A.** The Skipper XS unit is compatible with the entire range of Skipper accessories apart from the wall and magnetic support brackets

**Q. Can I purchase the Skipper XS in different colours?**  
**A.** Yes. The Skipper XS is available for both basic and advanced customisation (see the customisation page of this document for more information)

**Q. What is the retractable tape made from?**  
**A.** The tape used in the XS units is the same used in the standard Skipper unit, which is a PU coated polyester (UVA rating 6+)



Product and packaging

Fuente: (Skipper, 2021)

Figura 44.

Datos técnicos del candado serie 74

Candados Serie 74	
	
RANGOS DE TEMPERATURA	
Candado	- 20°C a 90°C
RESISTENCIA QUÍMICA	
Lubricantes minerales	Resistente
Hidrocarburos Alopáticos	Resistente
Hidrocarburos Aromáticos	No Resistente
Gasolina	Resistente
Minerales Ácidos Débiles	Resistente
Minerales Ácidos Fuertes	No Resistente
Ácidos Orgánicos Débiles	Resistente
Ácidos Orgánicos Fuertes	Condionalmente Resistente
Ácidos Oxidantes	No Resistente
Bases Débiles	Resistente
Bases Fuertes	No Resistente
Tricloroetileno	No Resistente
Percloroetileno	Condionalmente Resistente
Acetona	Condionalmente Resistente
Alcoholes	Condionalmente Resistente
Agua Caliente (resistencia de hidrólisis)	Resistente
Luz UV y clima	Condionalmente Resistente

Fuente: (ABUS, 2024a)

Figura 45.

Datos técnicos del E201

Bloqueo para Interruptor Unipolar		
		
<b>Características:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo para fusibles de un polo 110V / 220V.</li> <li>• Materiales de alta calidad, resistente y dieléctrico.</li> <li>• Elaborado con plástico.</li> <li>• Con adaptador para fusibles planos.</li> <li>• Acepta un candado con gancho de hasta 7 mm de grosor.</li> </ul>		
		
<b>E201</b>		
ANCHO	ALTO	PROFUNDIDAD
2.6 cm	7 cm	3.2 cm

Fuente: (ABUS, 2024b)

**Figura 46.**

*Datos técnicos del Skipper*

**SKIPPER – CINTA RETRACTIL**

<p><b>CARACTERISTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Skipper es la mejor barrera retráctil del mundo.</li> <li>➤ Cinta de 5cm(ancho) X 9m (largo), tipo tela ultra resistente a rayos UV y de alta visibilidad</li> <li>➤ Se ancla a cualquier cono.</li> <li>➤ Además tiene sus propios conos y postes de 1m de alto</li> <li>➤ Múltiples accesorios</li> <li>➤ Ideal para control de tráfico peatonal y vehicular en todo tipo de industria, comercio, sector, etc.</li> </ul>		<p><b>POR QUE Y DONDE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incremente los estándares de Seguridad</li> <li>➤ Mejore las tareas operativas</li> <li>➤ Solución eficiente, rápida, portátil, súper visible.</li> <li>➤ Múltiples usos y varios accesorios.</li> <li>➤ Evite desperdicios en cintas plásticas que son 1 sola vida</li> <li>➤ Evita contaminación y costos de reciclamiento</li> <li>➤ Evita costos de inventarios de cintas plásticas</li> </ul>
--	---	---

**Fuente:** (GSM, 2024)

**Figura 47.**

*Datos técnicos del E212*

---

**Areas of Application**

Circuit interlock in a large clamping version, with a clamp for a handle width of up to 72mm.

---

**Details**

- Polyamide: durable, robust, non-conductive.
- Easy to use with screw mechanism for safe (tool-free) mounting.
- For padlocks with shackle diameters of up to 7 mm.

---

**Material**

- Red plastic parts: PA6 (polyamide)
- Black plastic part: reinforced PA6 (polyamide)
- Screw hand wheel: copper
- Screw: copper
- Tooth plate: iron sheet

---

**Fuente:** (ABUS, 2022a)

**Figura 48.**

*Datos técnicos del P600*

---

**Areas of Application**

Locks out all industrial CEE plugs from 16A (3-pole) to 125A (5-pole). Prevents from putting the plug into the socket, therefore, energizing the machine.

---

**Details**

- Universal use: one device covers all CEE plug sizes
- Lightweight, handy and space-saving
- Holds 1 padlock

---

**Material**

- Body: Polycarbonate

---

**Dimensions**

- Length: 55 mm
- Width: 39 mm
- Depth: 27 mm

---

**Temperature Range**

- -50°C to +130°C (-58°F to +266°F)

---

**Flame Rating**

- UL94HB

---

**Fuente:** (ABUS, 2022b)