



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño de controles operacionales para la prevención de
riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción de
plantas embotelladoras de agua, por la interacción
hombre-máquina”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO**

Presentada por:

Luis Alberto Guijarro Avila

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de Proyecto, la PhD_(c) Dolores Isabel Astudillo Brocel, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mi familia por darme la oportunidad de poder continuar mis estudios.

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con esfuerzo por varios meses, está dedicado a mis padres, abuela, familiares y amigos.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE**

**Dolores Astudillo B., Ph.D(c).
DIRECTOR DE PROYECTO**

**Cristian Arias U., MSc.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Luis Alberto Guijarro Avila

RESUMEN

Según estimaciones publicadas por la Organización Internacional del Trabajo 2,78 millones de trabajadores mueren cada año por accidentes del trabajo o enfermedades profesionales, mientras que 374 millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo. Los accidentes y enfermedades profesionales no solo se consideran desde un punto de vista económico, sino también tienen un impacto significativo en la salud física y mental a corto y largo plazo. Además, pueden afectar la productividad, provocar la interrupción de los procesos productivos, reducir la competitividad y dañar la reputación de la compañía.

Conforme al análisis de las 500 mayores empresas del Ecuador, publicado en la revista Vistazo, en donde se tomó como fuente la Superintendencia de Compañías del Ecuador, el sector de bebidas generó ingresos aproximados de 1.816,92 millones de dólares en el año 2018.

Los operadores de las líneas de producción de agua están expuestos a diferentes tipos de riesgos mecánicos, debido a la permanente interacción con mecanismos en movimiento al momento de estar operando una máquina, ya sean estas; lavadoras, llenadoras, etiquetadoras, roscadoras o empacadoras termoencogibles; por lo que comprometen así una de las partes más importantes del cuerpo como son sus manos.

El objetivo principal del proyecto es diseñar controles operacionales para la prevención de riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción de agua, por la interacción hombre-máquina, mediante la identificación de peligros, evaluación de riesgos y la jerarquía de determinación de controles eficientes.

Para el diseño de la investigación se realiza el análisis de causa-raíz mediante los métodos de 5 porqués y árbol de causas, en ambos casos se analiza un evento en donde un operador interactúa con un mecanismo en movimiento y sufre una lesión en un dedo de la mano izquierda, en la cual se evalúan 3 aspectos: máquina, procedimiento y persona.

Se desarrolla un cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción, en la que se recopila información de campo basada en la experiencia de los operadores, referentes a temas de accidentabilidad, peligros y dispositivos de control.

La identificación de peligros y la evaluación de riesgos se realiza mediante la matriz GTC-45. Se relaciona la información del factor humano con el análisis de vulnerabilidad de las diferentes máquinas que componen la línea de producción y se determinan cuáles son los controles operacionales idóneos para las máquinas durante la operación del

envasado de agua, con los cuales se prevé minimizar la exposición a riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción.

De acuerdo con el resultado del análisis de vulnerabilidad se concluye que las máquinas llenadora, etiquetadora y túnel termoencogible son consideradas de mayor nivel de riesgo dentro de la línea de producción, esto debido a que durante el diseño no se consideraron aspectos fundamentales para la prevención de riesgos, como son compuertas en todos los accesos, sensores de seguridad en cada compuerta, dispositivos paso a paso para actividades de mantenimiento, al igual que procedimientos específicos para cada máquina, esto añadido a la falta de señalización y capacitación para los operadores.

Las máquinas lavadoras, llenadora, etiquetadora y túnel termoencogible de acuerdo con el análisis de riesgos son considerados como riesgo intolerable, los cuales van alineados con los resultados indicados en la encuesta de percepción de riesgos.

De acuerdo con el cuestionario de percepción de riesgos, se concluye que entre los factores humanos que influyen en la ocurrencia de accidentes de trabajo, son recurrentes las lesiones por cortes en las manos, que los operadores están conscientes que el factor de riesgo que les podría causar una lesión de mayor gravedad son los atrapamientos por o entre objetos y que la parte del cuerpo más expuesta son las manos.

Finalmente se propone la implementación de controles que incluyen la fabricación de cabinas con plancha perforada de acero inoxidable, con sus respectivas compuertas, colocación de sensores de seguridad magnéticos en las compuertas de acceso, instalación de dispositivos jog bimanual en cada máquina, colocación de paros de emergencia, implementación integral de LOTOTO y uso de guantes de seguridad que deben cumplir con la normativa EN 388, con mínimo nivel 3 en abrasión y corte.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Área de estudio	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Preguntas de investigación	4
1.4 Justificación del estudio.....	4
1.5 Estructura del trabajo de titulación	5
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Revisión de literatura	7
2.2 Método de la investigación.....	10
2.3 Hipótesis de la investigación	11
CAPÍTULO 3	
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
3.1 Método de 5 porqués	12
3.2 Método de árbol de causas.....	13
3.3 Cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción	14
3.4 Diagnóstico de vulnerabilidad de líneas de producción	15
3.4.1 Criterios para diagnosticar el nivel de vulnerabilidad en líneas de producción.....	15
3.4.2 Métrica de valoración de criterios.....	18
3.5 Controles operacionales para la prevención de riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción	19
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS	28
4.1 Análisis causa-raíz	28
4.2 Resultados de cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción	31

4.3 Resultados del diagnóstico de vulnerabilidad de líneas de producción	38
4.4 Análisis nivel de riesgo criterios norma GTC-45	48
CAPÍTULO 5	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1 Conclusiones.....	51
5.2 Recomendaciones.....	52
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ABREVIATURAS

ANSI	American National Standards Institute
EPP	Equipo de Protección Personal
GTC	Guía Técnica Colombiana
ISO	International Organization for Standardization
LOTOTO	Lock Out, Tag Out, Try Out
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NTP	Notas Técnicas de Prevención
OCRA	Occupational Repetitive Action
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PIB	Producto Interno Bruto
REBA	Rapid Entire Body Assessment
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
UNE EN ISO	Una Norma Española, International Standardization Organization

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 2.1	Identificación de peligros y valoración de riesgos..... 8
Figura 2.2	Jerarquización de controles 11
Figura 3.1	Método de 5 porqués 13
Figura 3.2	Método de árbol de causas..... 14
Figura 3.3	Determinación del nivel de vulnerabilidad 19
Figura 3.4	Dispositivo jog bimanual 20
Figura 3.5	Microsensores de seguridad magnéticos 20
Figura 3.6	Llave de emergencia de seguridad accionada por cable..... 21
Figura 3.7	Llaves de enclavamiento..... 21
Figura 3.8	Cortinas de luz de seguridad..... 22
Figura 3.9	Botones de paro de emergencia 23
Figura 3.10	Paletizador automático..... 23
Figura 3.11	Mesa elevadora 24
Figura 3.12	Levantamiento de producto por sistemas de vacío 24
Figura 3.13	Luz de advertencia para montacargas 25
Figura 3.14	Procedimientos de bloqueo, etiquetado y liberación de equipos 26
Figura 3.15	Dispositivos de bloqueo de energías peligrosas..... 26
Figura 3.16	Banco de prueba para prácticas lototo 27
Figura 4.1	Método de 5 porqués 29
Figura 4.2	Método de árbol de causas..... 30
Figura 4.3	Rango de edad de operadores de línea 31
Figura 4.4	Años de experiencia de operadores de línea 31
Figura 4.5	Incidentes presentados en el área de trabajo..... 32
Figura 4.6	Tipos de incidentes 32
Figura 4.7	Riesgos que puede causar mayor daño 33
Figura 4.8	Partes del cuerpo más expuesta a lesiones 33
Figura 4.9	Dedos de la mano más expuestos a lesiones 34
Figura 4.10	Tipos de energías peligrosas 34
Figura 4.11	Máquinas que presentan un mayor nivel de riesgos 35
Figura 4.12	Actividades que presentan un mayor nivel de riesgos..... 35
Figura 4.13	Actos subestándar reincidentes 36
Figura 4.14	Dispositivos de seguridad que cuenta una máquina 36
Figura 4.15	Ambiente de trabajo 37
Figura 4.16	Calificación de medidas de prevención actuales 37
Figura 4.17	Alternativas para reforzar la cultura de seguridad 38
Figura 4.18	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina rinseadora 39
Figura 4.19	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina lavadora 41
Figura 4.20	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina llenadora 42
Figura 4.21	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina roscadora 44
Figura 4.22	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina etiquetadora 45

Figura 4.23	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina túnel termoencogible.	47
Figura 4.24	Análisis de riesgos por línea de producción	49
Figura 4.25	Diseño de cabina de máquina de producción.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Diez principales compañías que conforman el sector de bebidas del Ecuador 2
Tabla 2	Criterios para diagnosticar el nivel de vulnerabilidad 16
Tabla 3	Métrica de valoración de criterios 18
Tabla 4	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina rinseadora 39
Tabla 5	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina lavadora 40
Tabla 6	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina llenadora 42
Tabla 7	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina roscadora 43
Tabla 8	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina etiquetadora 45
Tabla 9	Diagnóstico de vulnerabilidad de máquina túnel termoencogible 47
Tabla 10	Análisis de riesgos de cada máquina que conforman una línea de producción 48

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Área de estudio

Según estimaciones publicadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2,78 millones de trabajadores mueren cada año por accidentes del trabajo o enfermedades profesionales, mientras que 374 millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo. Los días de trabajo perdidos representan cerca del 4% del PIB mundial (OIT, 2019).

Se determina que 7.500 personas mueren cada día por condiciones de trabajo inseguras, de las cuales 1.000 mueren por accidentes laborales y otras 6.500 mueren por enfermedades profesionales (OIT, 2019).

La inversión en el fortalecimiento de los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo es la clave para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 (Vessuri, 2016) especialmente el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 8: promover el trabajo decente y el crecimiento económico sostenido, meta 8.8: proteger los derechos laborales y crear un entorno laboral seguro para todos los trabajadores.

Los accidentes y enfermedades profesionales tienen un impacto significativo en la salud física y mental a corto y largo plazo. Además, para las empresas, pueden afectar la productividad, provocar la interrupción de los procesos productivos, reducir la competitividad, y tener un impacto en la economía y la sociedad en general.

El impacto económico que surge a raíz de una alta accidentabilidad depende del capital que ésta genere, ya que, para una empresa con un capital limitado, una responsabilidad patronal podría significar el cierre de la compañía, mientras que por lo contrario una compañía con un capital alto, se vería afectada por el daño a su reputación y esto impactaría en las acciones de la compañía y los ingresos que esta genere posterior a la ocurrencia de un accidente.

Conforme al análisis de las 500 mayores empresas del Ecuador, publicado en la revista Vistazo (Cavagnaro, 2019), el cual tomó como fuente de investigación a la Superintendencia de Compañías del Ecuador, con corte de información al 1 de agosto del 2019, expresa que el sector de bebidas generó ingresos aproximados de 1.816,92 millones de dólares en el año 2018. Siendo el onceavo sector que más ingresos generó en el país, superado por el sector petróleo, comercio y distribución, automotor, construcción, alimentos, pesca, acuicultura,

agroindustria, telecomunicaciones, salud y finalmente energía, como se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1
DIEZ PRINCIPALES COMPAÑÍAS QUE CONFORMAN EL SECTOR DE
BEBIDAS DEL ECUADOR

Posición	Nombre de la compañía	Ingresos 2018*
1	Cervecería Nacional	541,61
2	AC Bebidas	433,92
3	The Tesalia Springs Company	278,08
4	Ajecuador (Big cola)	120,22
5	Lácteos San Antonio (Nutri Leche)	93,41
6	Ecuajugos	92,73
7	Reylácteos	81,60
8	Empresa Pasteurizadora Quito	77,98
9	Alpina Productos Alimenticios	63,24
10	Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño	34,13
*Total de ingresos en millones de dólares		1.816,92

(Fuente: Las 500 mayores empresas del Ecuador publicado en la revista
Vistazo, Cavagnaro, 2019)

El sector de bebidas está constituido por bebidas alcohólicas y no alcohólicas, entre las bebidas no alcohólicas está la producción de agua, lácteos, bebidas gaseosas y bebidas energizantes.

Conforme a la publicación del Diario el Universo (Anónimo, 2018), el consumo de agua embotellada superó al de bebidas gaseosas en el Ecuador, en 2018. El consumo de agua embotellada fue de 41,2 litros por persona, en comparación al consumo de bebidas gaseosas que fue de 24,6 litros por persona.

En las plantas embotelladoras de agua existe una alta interacción entre el hombre y la máquina ya sea durante el proceso de producción, almacenamiento y distribución; la operación de las máquinas llenadoras y etiquetadoras requiere una constante supervisión e intervención de los operadores durante el mantenimiento, calibración o cambios de presentación en las líneas de producción.

Conforme a la experiencia obtenida en el sector de bebidas, en las plantas embotelladoras de agua se puede determinar que desde el 2018 hasta el primer semestre del 2020 la mayor reincidencia de accidentes presentados se debe a lesiones en los dedos de las manos, conforme al análisis de causa los factores operacionales como el factor humano se combinan para materializar estos

eventos, ya que un mecanismo en movimiento con un deficiente control operacional aumentará la probabilidad de la ocurrencia de accidentes por riesgos mecánicos.

Con base a la I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en Quito: siniestralidad laboral; En el año 2016 las actividades con mayor número de accidentes de trabajo calificados a nivel nacional fueron; servicios sociales, comunales y personales con 4.811 casos que equivale al 23,7% y como segundo lugar las industrias manufactureras con 3.953 casos que equivale al 19,5% (García, Salazar, Samaniego, & Vasco, 2018).

Entre los riesgos presentes en las diferentes áreas de trabajo, están los riesgos mecánicos por elementos o partes de máquinas, las herramientas, los materiales que se pueden proyectar ya sean materiales sólidos o fluidos a presión, los cuales podrían ocasionar graves consecuencias, en el caso de no implementar controles operacionales eficientes que ayuden a mitigar la probabilidad que se genere la lesión de un trabajador.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar controles operacionales para la prevención de riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción de agua, por la interacción hombre-máquina, mediante la identificación de peligros, evaluación de riesgos y la jerarquía de determinación de controles eficientes.

1.2.2 Objetivos específicos

Analizar los diferentes tipos de energías peligrosas que interactúan con las máquinas, determinando controles de bloqueo, etiquetado y liberación de equipos.

Identificar los factores humanos que influyen en la ocurrencia de accidentes de trabajo por lesiones en los dedos de las manos, mediante una encuesta de preguntas abiertas, obteniendo así la percepción del riesgo de los operadores de las líneas de producción.

Alinear la jerarquía de controles con el objetivo de desarrollo sostenible 8: trabajo decente y crecimiento económico.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Los operadores con más años de experiencia son los más propensos a sufrir incidentes?
- ¿Cuál de los diferentes tipos de riesgos puede causar lesiones de mayor gravedad?
- ¿Cuál es la parte del cuerpo más expuesta a lesiones durante la operación de una máquina?
- ¿Qué tipo de energía es la más peligrosa?
- ¿Qué máquina tiene un mayor nivel de riesgo en la operación?
- ¿En qué actividad se incrementan los riesgos?
- ¿Cuál es el acto subestándar reincidente en la operación de una máquina?
- ¿Cuáles son los dispositivos de seguridad que cuentan las máquinas?
- ¿Cómo es su ambiente de trabajo?
- ¿Cuál es la alternativa necesaria para reforzar la cultura de seguridad?

1.4 Justificación del estudio

Los operadores de las líneas de producción de agua están expuestos a diferentes tipos de riesgos mecánicos, debido a la permanente interacción con mecanismos en movimiento al momento de operar una máquina, ya sean estas; lavadoras, llenadoras, etiquetadoras, roscadoras o empacadoras termo encogibles; por lo que comprometen así una de las partes más importantes del cuerpo, que es el motor para poder realizar sus actividades en cualquier sector que vayan a desempeñar en el futuro, como son sus manos. La exposición a estos riesgos puede causar lesiones como contusiones y laceraciones llegando como punto extremo a una amputación, lo que recaería en una incapacidad, dejando secuelas físicas como psicosociales tanto para el trabajador como para su entorno familiar y social.

Un control operacional deficiente añadido al factor humano es una de las principales causas para que se omitan aspectos relevantes para la prevención de accidentes.

Entre los problemas de mayor reincidencia dentro de una línea de producción se identificaron los siguientes:

- Incorrecta selección de microsensors de seguridad para el bloqueo de compuertas de máquinas.
- Deficiente encabinado de máquinas, con estructuras y materiales no acordes al proceso productivo.
- Equipos inadecuados para poder realizar un efectivo bloqueo y etiquetado de fuentes de energía.

- Paros de producción por constante cambio de presentación del producto, lo que genera que se incremente los tiempos de calibración de la máquina.
- Falta de planificación al no integrar al departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en los proyectos de mejora de la planta, para poder así aplicar controles de ingeniería desde la etapa de diseño de la máquina.

Entre los factores relacionados a la persona se encuentra:

- Deficientes procesos de selección de personal.
- Enfoque por solo producir y minimizar tiempos perdidos a pesar de presentar fallas en máquinas.
- Falta de inspección y mantenimiento de dispositivos de seguridad.
- Falta de capacitación a los operadores de líneas de producción.
- Incumplimiento de procedimientos de trabajo.

Entre los años 2014 y 2016 la distribución de los accidentes calificados en el Seguro General de Riesgos del Trabajo indica que la parte del cuerpo más afectada por lesión sufrida, son los dedos de las manos con 10.165 lesiones, seguido de 6.354 lesiones en las piernas y 4.602 lesiones en los tobillos (Lupe, 2017).

1.5 Estructura del trabajo de titulación

El presente proyecto está dividido en cinco capítulos, los mismos que han sido redactados de modo que faciliten la comprensión del proceso que se llevó a cabo para la ejecución del trabajo de investigación.

En el primer capítulo, se explica el área de estudio en la cual se plantea determinar controles para la prevención de riesgos mecánicos, los objetivos planteados, las preguntas de investigación y finalmente la justificación.

En el segundo capítulo se presenta un resumen de la revisión literaria para obtener información de temas relacionados al actual proyecto, la revisión se realiza mediante artículos científicos, estudios de investigación y encuestas desarrolladas por otras universidades del Ecuador.

En el tercer capítulo se detalla los métodos usados para el análisis como son: 5 porqués y árbol de causas, la elaboración de la matriz de riesgos, el cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción y la jerarquía de los controles de seguridad.

En el cuarto capítulo se da a conocer los resultados obtenidos, esto en base a la información de la encuesta de percepción de riesgos y las propuestas de diseño para la aplicación de los controles operacionales.

En el quinto capítulo se expresa la conclusión en base a los objetivos planteados y el desarrollo de las recomendaciones que están enfocadas a prevención los riesgos mecánicos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

El propósito general de identificar peligros y evaluar los riesgos es comprender los peligros que pueden surgir durante el desarrollo de las actividades para que la organización pueda establecer las medidas de control necesarias para asegurar que los riesgos son aceptables, la identificación de peligros se realizó mediante la Guía técnica colombiana GTC-45, "Pautas para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos de salud y seguridad ocupacional".

La evaluación de riesgos es la base de la gestión activa de la SST. Independientemente de la complejidad de la evaluación de riesgos, esta debe ser un proceso sistemático para garantizar que se logre el propósito. Está dirigida por la alta dirección y forma parte de la gestión integral de riesgos. Todos los niveles de la organización han participado y asumido compromisos.

Los procedimientos de evaluación de riesgos descritos en la GTC-45 están diseñados para:

- Peligros que puedan afectar la seguridad o la salud, cuando es imposible determinar si las medidas de control existentes o previstas son apropiadas;
- Organizaciones que buscan mejorar continuamente los sistemas de gestión de seguridad y cumplir con los requisitos legales.

La estructura y aplicación de los métodos utilizados en la evaluación de riesgos ayudan a la organización a:

- Identificar los peligros asociados con las actividades y evaluar los riesgos causados por estos, para determinar las medidas de control;
- Tomar decisiones sobre la selección de maquinaria, herramientas y equipos de trabajo en base a la información recopilada en la evaluación de riesgos;
- Verificar si las medidas de control existentes en el lugar de trabajo han reducido efectivamente los riesgos;
- Priorizar la implementación de medidas de mejora, resultantes del proceso de evaluación de riesgos;
- Demostrar a todas las partes interesadas que se han identificado todos los peligros relacionados con el trabajo y se han establecido normas y procedimientos para implementar las medidas de control necesarias para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores, como se muestra en la figura 2.1.

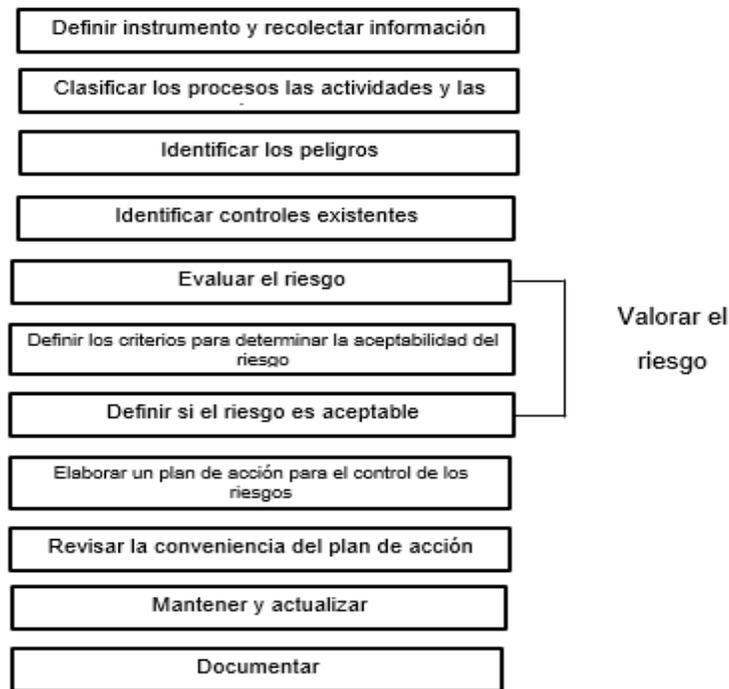


FIGURA 2.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y VALORACIÓN DE RIESGOS

(Fuente: Instituto colombiano de normas técnicas y certificación, 2011)

La evaluación de riesgos corresponde a la información disponible para determinar la probabilidad de un evento específico y el alcance de sus consecuencias.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se utiliza la siguiente formula:

$$\mathbf{NR = NP \times NC}$$

En donde

NP= Nivel de probabilidad.

NC= Nivel de consecuencia.

Para determinar el Nivel de probabilidad (NP) se utiliza la siguiente formula:

$$\mathbf{NP= ND \times NE}$$

En donde

ND= Nivel de deficiencia

NC= Nivel de exposición

Para la determinación de la forma de cálculo se deben utilizar las tablas que se encuentran en el Anexo A, de acuerdo con el siguiente orden:

- Para el nivel de deficiencia (ND) se debe utilizar la tabla 11.
- Para el nivel de exposición (NE) se debe utilizar la tabla 12.
- Para el nivel de probabilidad (NP) se debe utilizar la tabla 13, en el cual se realiza la multiplicación de los resultados de la tabla 10 nivel de deficiencia (ND) y tabla 11 nivel de exposición (NE).
- El resultado de la tabla 13, se interpreta de acuerdo con los significados de los diferentes niveles de probabilidad (NP) de la tabla 14.
- Para el nivel de consecuencias (NC) se debe utilizar la tabla 15.
- Para determinar el nivel de riesgo (NR) se debe utilizar la tabla 16, en el cual se realiza la multiplicación de los resultados de la tabla 14 y tabla 15 nivel de consecuencias (NC).

Después de determinar el nivel de riesgo (NR), la organización deberá decidir qué riesgos son aceptables y cuáles no. Sin embargo, utilizando métodos semicuantitativos como matrices de riesgo, la organización debe determinar qué categorías son aceptables y cuáles no. Con este fin, la organización debe establecer primero estándares de aceptabilidad que proporcionen una base de todas las evaluaciones de riesgos. Esto debe incluir consultas a las partes interesadas y considerar la legislación vigente. Para determinar la Interpretación del nivel de riesgo (NR), se va a utilizar la tabla 17 y finalmente para la aceptabilidad del riesgo se empleará la tabla 18 que se encuentran en el Anexo A.

Al aceptar los riesgos específicos, se debe considerar la cantidad de exposición a otros peligros, que pueden aumentar o disminuir el nivel de riesgo en una situación específica. También debe considerarse la exposición de los grupos vulnerables.

Una vez completada la evaluación de riesgos, la organización debe poder determinar si las medidas de control existentes son suficientes o necesitan reforzarse.

Al requieren nuevas medidas de control, la prioridad debe determinarse con el principio de eliminación de peligros y reducción de riesgos de acuerdo con el nivel de medidas de control (ISO, 2018).

La jerarquía de controles contemplada en la ISO 45001:2018 se compone de:

- Eliminación: modificar un diseño para eliminar el peligro.
- Sustitución: reemplazar o reducir la energía del sistema.
- Controles de ingeniería: instalar sistemas de protección para las máquinas o sistemas de detección de personas.
- Controles administrativos, señalización, advertencias: instalación de alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de los equipos, controles de acceso, capacitación del personal.
- Equipos o elementos de protección personal para las manos.

2.2 Método de la investigación

La metodología utilizada para el análisis y la identificación de peligros será con base a técnicas de investigación como inspecciones, entrevistas con operadores de líneas, diagnóstico de árbol de causas y la técnica de los 5 porqués; la cual será soportada con la evaluación de riesgos conforme a la Guía técnica colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, GTC-45; finalmente la determinación de controles será con base a la cláusula 8.1.2. de la ISO 45001- 2018. Eliminar peligros y reducir riesgos para la SST.

“La organización debe establecer, implementar y mantener procesos para la eliminación de los peligros y la reducción de los riesgos para la SST utilizando la siguiente jerarquía de los controles:

- Eliminar el peligro.
- Sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos.
- Utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo.
- Utilizar controles administrativos, incluyendo la formación.
- Utilizar equipos de protección adecuado”, como se muestra en la Figura 2.2 (ISO, 2018).

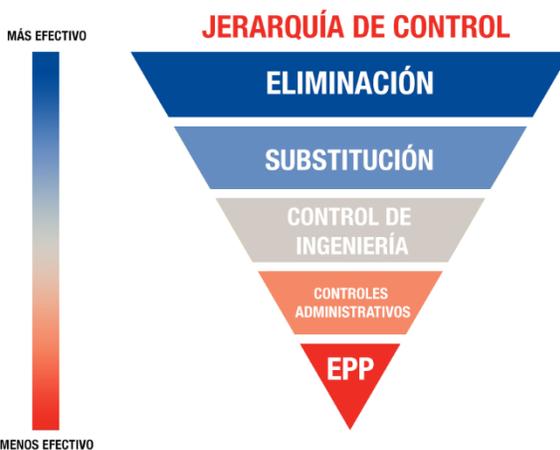


FIGURA 2.2 JERARQUIZACIÓN DE CONTROLES

(Fuente: ISO, 2018)

El proyecto es sustentado con fuentes de investigación con base en la normativa nacional y estándares internacionales como OSHA, ANSI y UNE EN ISO, investigaciones de estadísticas de accidentabilidad laboral en el Ecuador y finalmente una encuesta realizada a la población laboral para determinar la percepción del riesgo por la interacción hombre-máquina.

Los tipos de investigación son por intermedio de una correlación negativa al determinar si a mayor número de horas de capacitación realizada al personal, será menor la probabilidad que se presente un accidente de trabajo; finalmente será explicativo al diseñar los controles operaciones para mejorar las condiciones de trabajo.

2.3 Hipótesis de la investigación

Al contar con las diferentes variables se plantean las siguientes hipótesis de investigación:

- A mayores años de experiencia de los operadores de línea, será menor la probabilidad que se presente un accidente de trabajo.
- Los mecanismos en movimientos son considerados la energía más peligrosa.
- Los riesgos se incrementan cuando existen trabajos no planificados.
- Deshabilitar los dispositivos de seguridad será el acto subestándar recurrente
- Incrementar los dispositivos de seguridad será la alternativa para reforzar la cultura de seguridad.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el diseño de la investigación se plantea realizar un análisis de causa - raíz mediante los métodos de 5 porqués y árbol de causas, en ambos casos se analiza un evento en donde un operador interactúa con un mecanismo en movimiento y sufre una lesión en uno de los dedos de la mano izquierda, en donde se evalúan 3 aspectos: máquina, procedimiento y persona.

Se han determinado estos métodos por la forma rápida y concisa que se puede llegar a la causa-raíz del problema, en este caso por accidentes con lesiones en manos, adicional a esto se pueden alinear con otras metodologías que sirven de complemento para el análisis de la investigación.

Se desarrolla el cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción, en la cual se recopila información de campo basados en la experiencia de los operadores, referentes a temas de accidentabilidad, peligros y dispositivos de control. Una vez obtenida la información se continua con el diagnóstico de vulnerabilidad de las máquinas en donde se profundizan los aspectos de operación, diseño y se determina cual es el tipo de máquina que podría ser más vulnerable a que se cometan actos subestándares, paralelamente se crea la matriz de riesgos en base a la GTC-45, en donde se identifican los peligros, analizan los riesgos y se determinan los controles de los factores de riesgos que están expuestos los operadores (Anexo B).

Finalmente, relacionada la información del factor humano como la vulnerabilidad de los equipos, se determinan cuáles son los controles operacionales idóneos durante la operación del embotellado de agua, por los cuales se prevé minimizar la exposición a riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción.

3.1 Método de 5 porqués

El método de 5 porqués es utilizado en la determinación del análisis de causa y efecto para la resolución de problemas, en base a una serie de preguntas, una vez que se obtiene una respuesta se debe de volver a realizar nuevamente mediante la pregunta y así sucesivamente hasta encontrar la causa-raíz, como se muestra en la Figura 3.1 (J. Rodriguez, 2019).

Entre las ventajas que aporta este método se encuentran:

- Explorar rápidamente la raíz del problema a través de múltiples iteraciones.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Permite integrar con otras herramientas para el análisis de causa.
- Actúa sobre la causa raíz del problema para prevenir que vuelva a ocurrir.

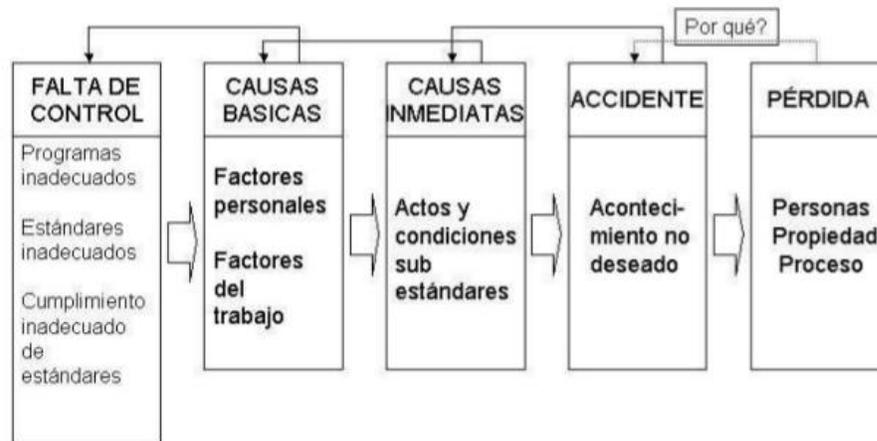


FIGURA 3.1 MÉTODO DE 5 PORQUÉS

(Fuente: J. Rodríguez, 2019)

3.2 Método de árbol de causas

Para este método se utiliza la NTP 274: Investigación de accidentes: árbol de causas, la cual es una de las técnicas para investigar accidentes, en la que se profundiza en identificar los diferentes aspectos hasta comprender el motivo principal que constituye la causa del accidente, para posteriormente ser eliminado o controlado previniendo así su reincidencia. Tanto las condiciones de la máquina, como los factores organizacionales deben considerarse dentro del análisis causal de accidentes, como se muestra en la Figura 3.2 (OIT, 2019).

En la recopilación de datos se deben considerar varios lineamientos como:

- Evitar buscar responsables.
- Considerar solo los hechos que estén comprobados.
- No considerar explicaciones, ni juicios de valor.
- Investigar el evento lo antes posible, considerando la declaración de testigos
- Realizar una reconstrucción del accidente para comprender lo sucedido.

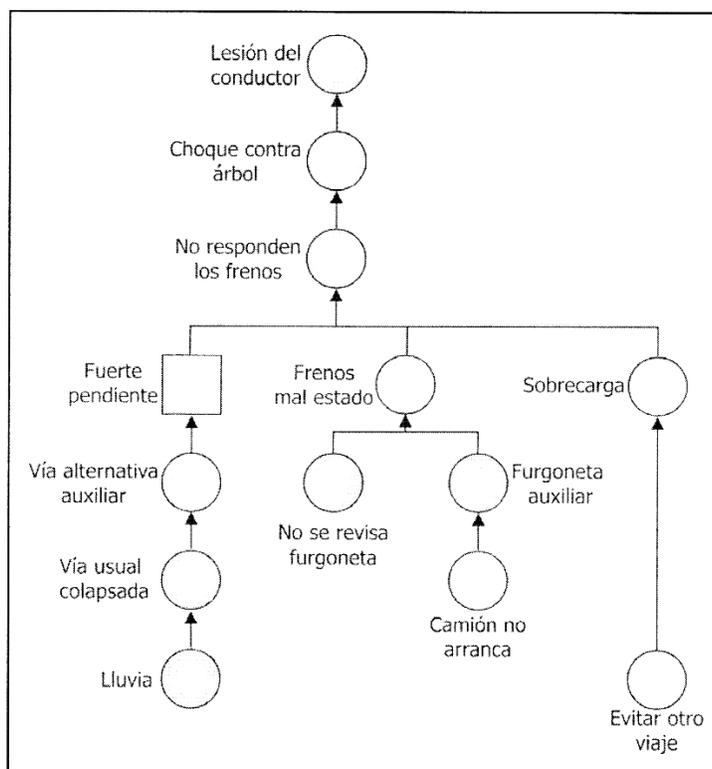


FIGURA 3.2 MÉTODO DE ÁRBOL DE CAUSAS

(Fuente: OIT, 2019)

Dentro del levantamiento de información para determinar la percepción de los operadores se elabora una encuesta de preguntas abiertas a 53 operadores de diferentes ciudades, en donde se plantea contestar las hipótesis de investigación.

3.3 Cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción

Dentro del levantamiento de información para determinar la percepción de los operadores se elaboró una encuesta de preguntas abiertas a 53 operadores de diferentes ciudades, en donde se plantea contestar las hipótesis de investigación.

1. Rango de edad.
2. Años de experiencia.
3. ¿Ha tenido incidentes en su área de trabajo?

4. Describa el tipo de incidente.
5. ¿Cuál de los riesgos le puede causar mayor daño?
6. Describa la parte del cuerpo más expuesta a lesiones durante la operación de la máquina.
7. Indique el dedo de la mano que está más propenso a sufrir lesiones.
8. ¿Qué tipo de energía es la más peligrosa?
9. ¿Qué máquina tiene un mayor nivel de riesgo en la operación?
10. ¿En qué actividad incrementan los riesgos?
11. ¿Cuál es el acto subestándar recurrente?
12. ¿Cuáles son los dispositivos de seguridad que cuentan las máquinas?
13. ¿Cómo considera que es su ambiente de trabajo?
14. ¿Qué calificación daría a las actuales medidas de prevención y control de incidentes?
15. ¿Cuál es la alternativa necesaria para reforzar la cultura de seguridad?

3.4 Diagnóstico de vulnerabilidad de líneas de producción

Todas las máquinas tienen puntos de peligro, por lo que existe la necesidad de establecer protecciones de máquina que impidan el contacto con personas, provocando así lesiones de consideración. Existen muchas actividades que demandan que los operadores interactúen frecuentemente con partes peligrosas, esto origina la necesidad de validar la efectividad de dichas protecciones como parte de la mejora continua de las medidas de preventivas de control. Por esta razón, para el presente estudio se establecieron los siguientes criterios para el diagnóstico del nivel de vulnerabilidad de las líneas de producción de agua embotellada.

3.4.1 Criterios para diagnosticar el nivel de vulnerabilidad en líneas de producción

Los criterios para diagnosticar el nivel de vulnerabilidad de las diferentes máquinas que conforman la línea de producción son tomados con base a:

- NTP 235: Medidas de seguridad en máquinas: criterios de selección
- NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos
- NTP 10: Resguardos. Distancias de seguridad.

Como se muestra en la tabla 2 (Gutiérrez Suquillo, Saá Arévalo, & Vinuesa Lozada, 2017).

TABLA 2
CRITERIOS PARA DIAGNOSTICAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD

1	Diseño
	Visibilidad/señalización
	Tipo de protección
	Alcance de la protección/posición
2	Confiabilidad
	Reseteo obligatorio
	Dispositivos de parado de emergencia
	Acceso a manipulación
3	Operatividad
	Disponibilidad
	Procedimientos de trabajo seguro
	Cultura/capacitación
	Mandos a distancia
4	Riesgo residual
	Riesgos asociados a las condiciones actuales de la operación

(Fuente: Gutiérrez Suquillo, Saá Arévalo, & Vinuesa Lozada, 2017)

Criterio de diseño

- Visibilidad. Las protecciones de máquina son fácilmente detectables a la vista, lo que facilita las tareas de inspección.
- El tipo de protección. La protección actual es la más conveniente para el equipo y para las tareas donde es necesario interactuar con la máquina.
- Alcance de la protección / posición. El área que cubre la protección es la requerida o existen brechas en la protección. La posición es conveniente para el entorno y la operatividad de la máquina, la protege de proyecciones de objetos o sustancias

Criterio de confiabilidad.

- Reseteo obligatorio. Los enclaves requieren ser reiniciados desde el panel de control como condición para que la máquina pueda arrancar nuevamente.

- Dispositivos de parada de emergencia. Los dispositivos de parada de emergencia están ubicados en todos los accesos de puntos de peligro y en el panel de control.
- Acceso a manipulación. Las protecciones son vulnerables a la intervención no autorizada para deshabilitarlas o inutilizar su principio de funcionamiento.

Criterio de operatividad.

- Disponibilidad. Las protecciones de máquina están operativas y funcionando correctamente.
- Procedimientos de trabajo seguro. Se cuenta con procedimientos que permitan considerar criterios de intervención segura de máquinas.
- Mandos a distancia. Los mandos a distancia están operativos y con bloqueo de función automática y están seteados para operar el equipo a bajas revoluciones.

Criterio de riesgo residual.

¿Las protecciones de máquina generan nuevos peligros?

- Existen nuevos peligros a partir de las protecciones de máquina.
- Se presentan riesgos ergonómicos por peso de las protecciones.
- Se presentan riesgos mecánicos por falsa percepción de seguridad.
- Se presentan riesgos físicos por posibles conducciones de temperatura o electricidad.

Los cuatro criterios para el análisis de vulnerabilidad: diseño, confiabilidad, operatividad y riesgo residual; son calificados de 0 a 100% conforme a la métrica de valoración de criterios de la tabla 3. La calificación es otorgada de acuerdo con el criterio del evaluador, de tal forma que el puntaje mayor implicará mayor nivel de vulnerabilidad de la máquina, representado un incumplimiento con el valor de 100%. Las puntuaciones son promediadas para sacar un valor por criterio y finalmente se calcula el promedio de los cuatro criterios para obtener el valor total de vulnerabilidad de cada equipo, el cual es comparado con la figura 3.3 Determinación del nivel de vulnerabilidad. En esta comparación se determina, de acuerdo con el porcentaje obtenido, la vulnerabilidad por máquina con respecto a las protecciones existentes y a los potenciales riesgos presentes para los operadores expuestos.

Para la determinación de la vulnerabilidad de los equipos se utilizan los siguientes parámetros:

NVC = Promedio por puntuación de métrica de valoración

NVT = Promedio por puntuación de los cuatro criterios

En donde

NVC= Nivel de vulnerabilidad por criterio

NVT= Nivel de vulnerabilidad total

3.4.2 Métrica de valoración de criterios

TABLA 3
MÉTRICA DE VALORACIÓN DE CRITERIOS

Puntuación	Estado
100%	No cumple
75%	No cumple, pero no representa alto riesgo
50%	Cumple parcialmente
25%	Cumple
0%	N/A

(Fuente: Gutiérrez Suquillo, Saá Arévalo, & Vinuesa Lozada, 2017)

Alta vulnerabilidad	Vulnerabilidad moderada	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad tolerable
<ul style="list-style-type: none"> • Rango entre 100% – 75% • Implica que la máquina requiere intervención inmediata para evitar accidentes por contacto con energías peligrosas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango entre 74% - 50% • Implica que la máquina requiere un plan de intervención no mayor a 6 meses con acciones inmediatas provisionales y acciones a mediano plazo definitivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango entre 49% - 25% • Implica que la máquina requiere un plan de intervención no mayor a un año con acciones definitivas a mediano plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango entre 24% - 0% • Implica que la máquina debe tener un plan para mejorar las condiciones de seguridad a 2 años.

FIGURA 3.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

(Fuente: Gutiérrez Suquillo, Saá Arévalo, & Vinueza Lozada, 2017)

3.5 Controles operacionales para la prevención de riesgos mecánicos en operadores de líneas de producción

Entre las diferentes alternativas de protección se presenta una variedad de dispositivos de seguridad, esto de acuerdo con el tipo de máquina y acceso que se plantea proteger para prevenir la interacción hombre-máquina, algunos de los más relevantes en la industria de bebidas se presentan a continuación.

▪ Dispositivos jog bimanual

Es un dispositivo de seguridad diseñado para actividades puntuales de calibración y prueba de equipos, su función es brindar un arranque controlado por medio de una botonera, al ser un dispositivo externo al panel de control de la máquina, es posible que el operador lo transporte a cualquier lugar en donde requiera su uso, como se muestra en la Figura 3.4.



FIGURA 3.4 DISPOSITIVO JOG BIMANUAL

(Fuente: Weg, 2020)

- **Microsensores de seguridad magnéticos**

Son dispositivos que se instalan en los perfiles de las compuertas de acceso, su función es cortar la fuente de energía de los mecanismos en movimiento cuando los dispositivos se separan, por lo cual debe colocarse una de sus secciones en el perfil fijo de la puerta y la otra sección en el perfil móvil, como se muestra en la Figura 3.5.



FIGURA 3.5 MICROSENSORES DE SEGURIDAD MAGNÉTICOS

(Fuente: Weg, 2020)

- **Llave de emergencia de seguridad accionada por cable**

Son dispositivos que detectan cuando una persona u objeto se está aproximando a la zona de peligro, debido a que por su amplio diseño no pueden emplear una protección fija. Las bandas transportadoras o grandes

secciones de mecanismos en movimiento, por lo general usan este dispositivo para abarca toda la longitud del equipo a proteger, alineado a un botón de parada de emergencia, como se muestra en la Figura 3.6.



FIGURA 3.6 LLAVE DE EMERGENCIA DE SEGURIDAD ACCIONADA POR CABLE

(Fuente: tomada de Weg, 2020)

- **Llaves de enclavamiento**

Son dispositivos que van colocados en los perfiles de las puertas de acceso de las máquinas, que por sus características de operación mantienen una vibración constante o son fuentes generadoras de ruido, ideal para los accesos que no son aperturados de manera rutinaria. Su función es la de parar los mecanismos en movimiento cuando los dispositivos se separen, por lo cual deberán ir colocados uno en el perfil fijo de la puerta y el otro dispositivo en el perfil móvil, como se muestra en la Figura 3.7.



FIGURA 3.7 LLAVES DE ENCLAVAMIENTO

(Fuente: Weg, 2020)

- **Cortinas de luz de seguridad**

Son dispositivos que se colocan en lugares en los que, por sus dimensiones o forma, no es posible colocar sensores magnéticos, ni de enclavamiento al no existir compuertas de acceso, por lo cual se programa un sensor infrarrojo tipo cortina, en el caso que el operador intente acceder al mecanismo en movimiento, la máquina se va a parar al cortar la señal del sensor, como se muestra en la Figura 3.8.

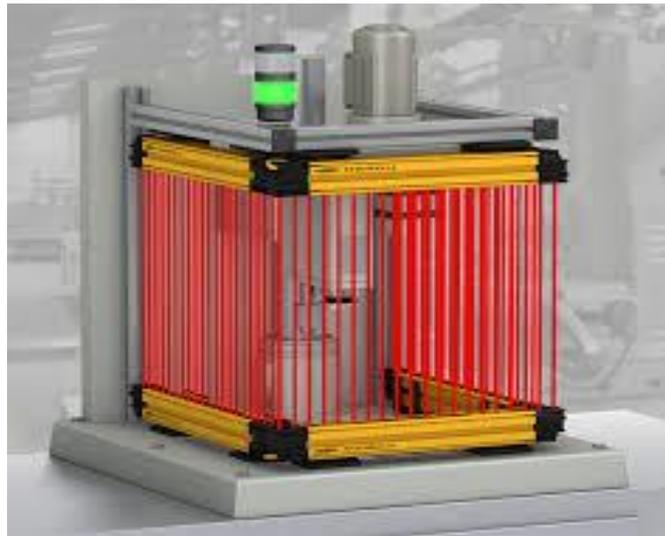


FIGURA 3.8 CORTINAS DE LUZ DE SEGURIDAD

(Fuente: Weg, 2020)

- **Paro de emergencia**

Son dispositivos empleados en caso de emergencia para cortar la fuente de energía que alimenta a la máquina, lo que ocasiona el paro intempestivo de la misma en caso de presentarse algún incidente, también son utilizados cuando la máquina se encuentra parada por trabajos de mantenimiento, como se muestra en la Figura 3.9.



FIGURA 3.9 BOTONES DE PARO DE EMERGENCIA

(Fuente: Weg, 2020)

- **Paletizadora automática**

Son dispositivos automáticos que realizan actividades de picking que normalmente son realizados de forma manual por los operadores de la línea de producción, con esto se minimizan los riesgos mecánicos al eliminar la interacción hombre-máquina con el montacargas, al igual que los riesgos ergonómicos, como se muestra en la Figura 3.10.



FIGURA 3.10 PALETIZADOR AUTOMÁTICO

(Fuente: Sidel, 2020)

- **Mesa elevadora**

Son dispositivos que soportan al producto que se está realizando picking y lo mantiene en todo momento a la altura de la cintura de la persona, con esto se minimizan los riesgos mecánicos al eliminar la interacción hombre-máquina con el montacargas, al igual que los riesgos ergonómicos

previniendo así un incorrecto levantamiento manual de cargas, ya sea por encima de los hombros o por debajo de las rodillas, como se muestra en la Figura 3.11.



Figura 3.11 MESA ELEVADORA

(Fuente: Erafi, 2020)

- **Levantamiento de producto por sistemas de vacío**

Son dispositivos que le permiten a la persona realizar levantamientos del producto por intermedio de un brazo mecánico acoplado a un sistema de succión por vacío, con esto se minimizan los riesgos mecánicos al eliminar la interacción hombre-máquina con el montacargas, al igual que los riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas y posturas forzadas, como se muestra en la Figura 3.12.



FIGURA 3.12 LEVANTAMIENTO DE PRODUCTO POR SISTEMAS DE VACÍO

(Fuente: W. Rodriguez, 2020)

- **Luz de advertencia para montacargas**

Son dispositivos que generan una luz de seguridad de color rojo o luz, con una proyección de 3 a 5 metros, lo que advierte con un punto de luz a la persona que vaya a transitar por una intersección, previniendo así choques o atropellos en las áreas de alto tráfico de montacargas, como se muestra en la Figura 3.13.



FIGURA 3.13 LUZ DE ADVERTENCIA PARA MONTACARGAS

(Fuente: Cisco-Eagle, 2020)

- **Procedimientos de bloqueo, etiquetado y liberación de equipos**

Son directrices en las cuales nos dan los lineamientos para realizar la tarea de forma segura, en conjunto con los dispositivos o recursos que se cuenta para aplicar LOTOTO y la ubicación de los puntos de bloqueo de las diferentes máquinas, como se muestra en la Figura 3.14.



FIGURA 3.14 PROCEDIMIENTOS DE BLOQUEO, ETIQUETADO Y LIBERACIÓN DE EQUIPOS

(Fuente: Bradylatinamerica, 2020)

- **Dispositivos de bloqueo de energías peligrosas**

Son equipos que permiten realizar un corte de energía seguro y un bloqueo efectivo de todos los mecanismos que dan paso para la alimentación de una máquina, ya sea esta agua, electricidad o aire, previniendo así un arranque inesperado, lo cual podría ser causa de incidentes o fatalidades, como se muestra en la Figura 3.15.



FIGURA 3.15 DISPOSITIVOS DE BLOQUEO DE ENERGÍAS PELIGROSAS

(Fuente: Bradylatinamerica, 2020)

- **Banco de prueba para prácticas LOTOTO**

Son equipos con los que se puede realizar una simulación de bloqueo y etiquetado de los diferentes mecanismos que cuenta una máquina y que deben ser asegurados previo al inicio de la tarea, el objetivo es realizar evaluaciones prácticas para probar los conocimientos de operadores o contratistas en un ambiente controlado, como se muestra en la Figura 3.16.



FIGURA 3.16 BANCO DE PRUEBA PARA PRÁCTICAS LOTOTO

(Fuente: Implementación en planta, autoría propia, 2020)

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos luego de la aplicación del análisis de causa-raíz mediante los métodos de 5 porqués y árbol de causas, el cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción, el diagnóstico de vulnerabilidad de las máquinas y la matriz de riesgos en base a la GTC-45 (Anexo B), con el propósito de responder las preguntas de investigación.

4.1 Análisis causa-raíz

A continuación, se presentan los resultados del análisis de causas de un accidente suscitado en enero 2020, conforme a los siguientes acontecimientos:

En el instante que el trabajador se encontraba en la máquina etiquetadora de la línea de producción, operando el equipo a baja velocidad para calibrar el volumen de goma, introduce su mano para tratar de acomodar una botella que se estaba virando y así evitar que se trabe la banda transportadora, en dicha interacción con el mecanismo en movimiento, se remuerde el dedo medio de la mano izquierda con la cuchilla que corta la etiqueta, lo que provoca una herida cortante, inmediatamente recibe los primeros auxilios de la brigada de emergencias y finalmente es dirigido a un centro de atención hospitalaria.

La figura 4.1 contiene una representación gráfica de la aplicación del método 5 porqués, del análisis se concluye que, durante la operación de la máquina, las pruebas de calibración son parte de la operación normal, al igual que la probabilidad que las botellas se lleguen a virar durante este proceso, por tal motivo este aspecto queda descartado como la causa del accidente. Se puede determinar que el factor humano es de gran influencia al identificar que existe una falta de liderazgo y una supervisión inadecuada, añadido a la falta de un procedimiento de acceso seguro para realizar la intervención de la máquina.

La figura 4.2 contiene una representación gráfica de la aplicación del método de análisis de causas, del análisis se concluye que se consideran diferentes condiciones subestándares de la máquina, la persona y procedimientos de trabajo, en donde se identifica que debido al constante cambio de presentación del producto en una misma máquina durante periodos cortos de producción, se requiere que la tarea de calibración sea más frecuente, lo que incrementa la exposición del operador, esto añadido a que la máquina permite manipular los sensores de seguridad que se encuentran ubicados en las compuertas de acceso, lo que da la facilidad para que la persona acceda al mecanismo en movimiento y puedan ingresar la mano o cualquier parte de cuerpo.

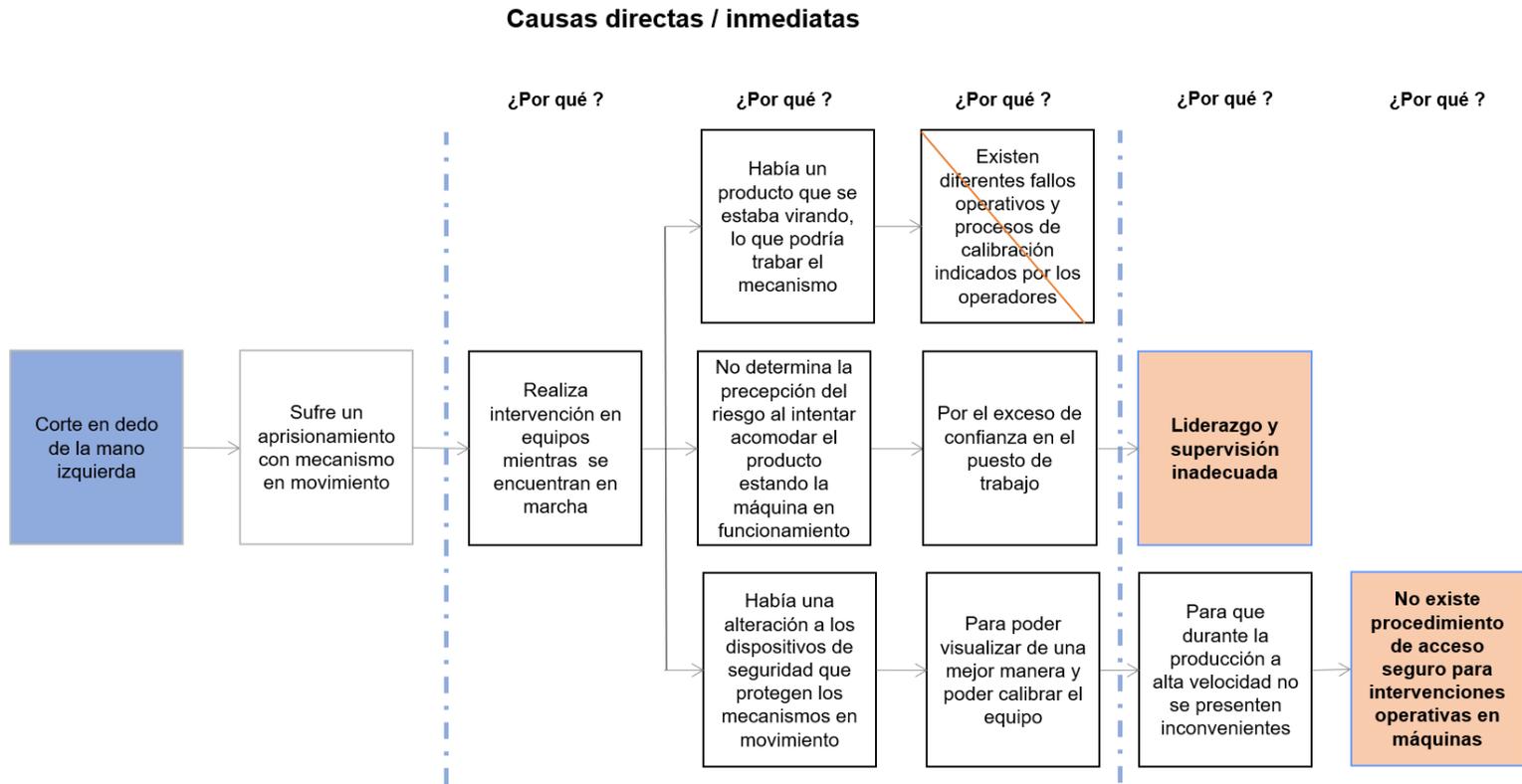


FIGURA 4.1 MÉTODO DE 5 PORQUÉS

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del método 5 porqués, autoría propia, 2020)

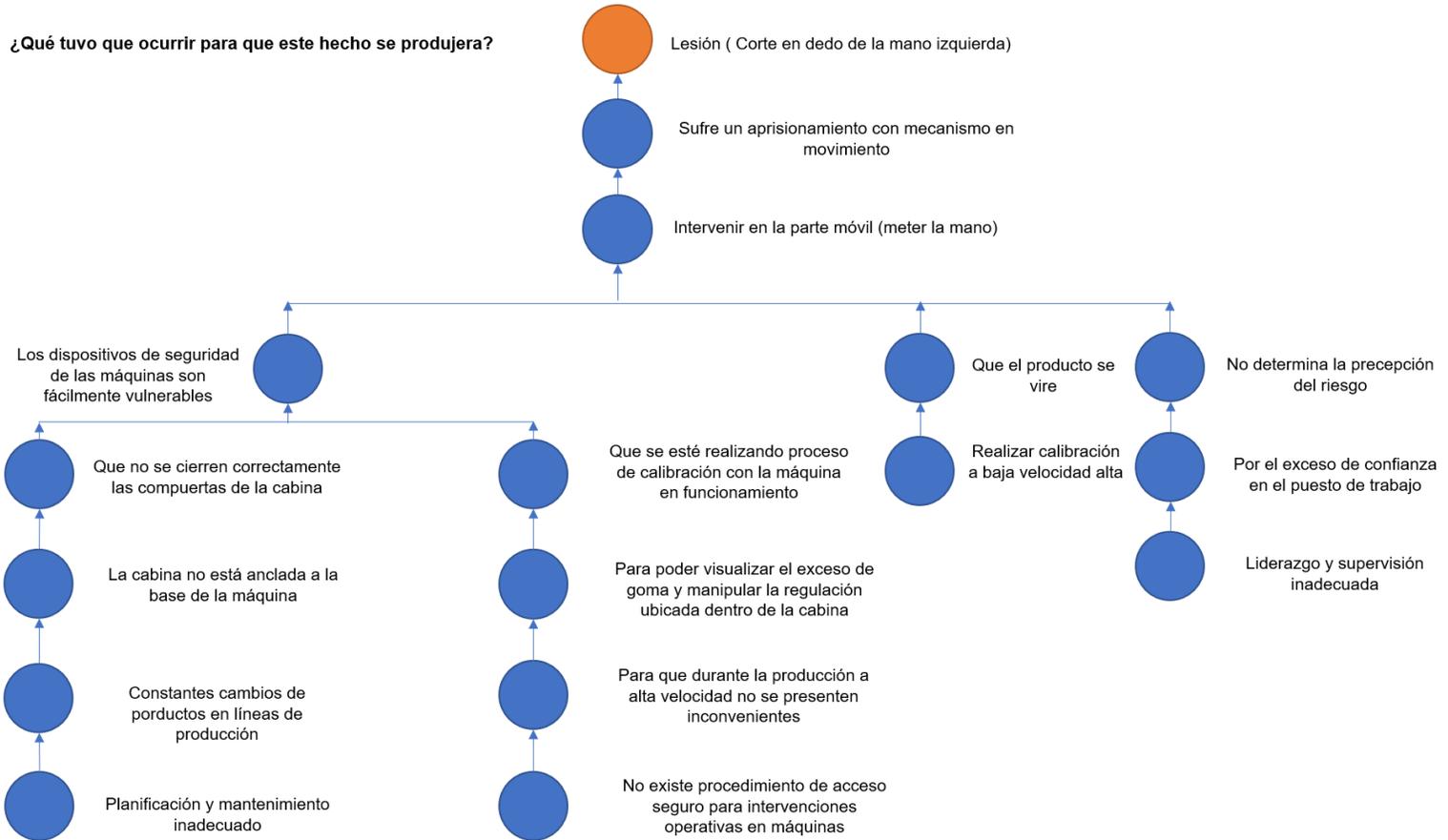


FIGURA 4.2 MÉTODO DE ÁRBOL DE CAUSAS

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del método árbol de causas, autoría propia, 2020)

4.2 Resultados de cuestionario de percepción de riesgos para operadores de líneas de producción

Conforme al análisis de los resultados del cuestionario de percepción de riesgos realizado a 53 operadores de la línea de producción de plantas embotelladoras de agua, el análisis de vulnerabilidad de las máquinas y la determinación de controles planteada en la matriz de riesgos, se expresan los siguientes resultados. La figura 4.3 muestra el rango de edades de los operadores que realizaron la encuesta de percepción de riesgos.



FIGURA 4.3 RANGO DE EDAD DE OPERADORES DE LÍNEA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

La figura 4.4 muestra los años de experiencia de los operadores de línea



FIGURA 4.4 AÑOS DE EXPERIENCIA DE OPERADORES DE LÍNEA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Ha tenido incidentes en su área de trabajo?

En esta pregunta se determinan los incidentes que se presentaron en el área de trabajo, sin embargo, no fueron reportados a sus jefes inmediatos. De los 53

operadores 6 indicaron que sufrieron incidentes, que corresponde al 11%, según se observa en la figura 4.5.

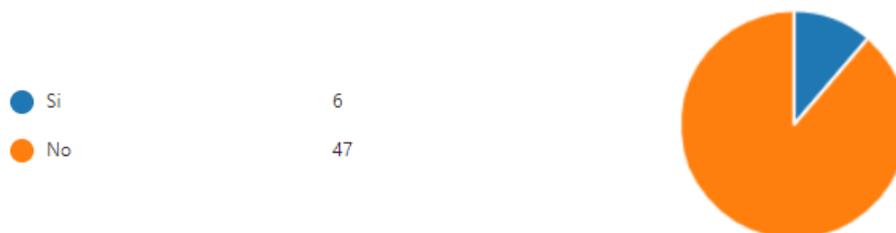


FIGURA 4.5 INCIDENTES PRESENTADOS EN EL ÁREA DE TRABAJO

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

De los 6 incidentes descritos, 4 corresponden a cortes en las manos, que corresponde al 66%, según se observa en la figura 4.6.

Id. ↑	Nombre	Respuestas
1	anonymous	Gota de rimadex en la vista
2	anonymous	Corte en dedo indice de la mano derecha
3	anonymous	Un pequeño corte sacando etiqueta
4	anonymous	Corte en el dedo
5	anonymous	Me callo gavetas en la rodilla
6	anonymous	Corte de la mano

FIGURA 4.6 TIPOS DE INCIDENTES

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Cuál de los siguientes riesgos le puede causar mayor daño?

En esta pregunta se determina si los operadores están conscientes de cuales de los diferentes tipos de riesgos le podría causar una lesión grave, en este caso 21 operadores indicaron que el mayor riesgo es el atrapamiento, que corresponde al 40%, seguido de 16 operadores que respondieron golpes o cortes por objetos, que corresponde al 30%, estas respuestas coinciden con las lesiones descritas en la pregunta anterior. En ambos casos podrían causar

amputaciones como la lesión de mayor gravedad, según se observa en la figura 4.7.

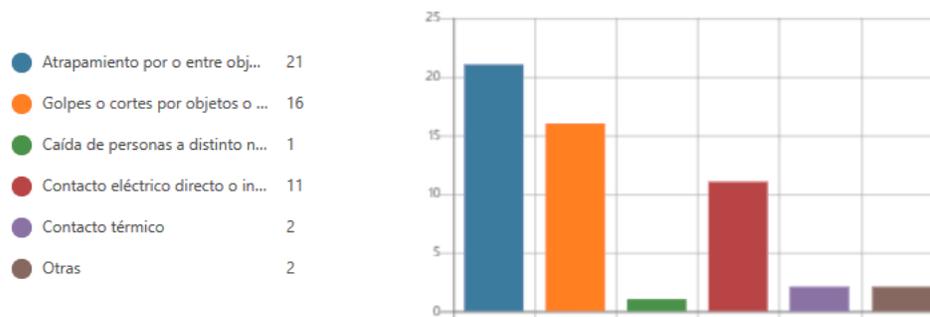


FIGURA 4.7 RIESGOS QUE PUEDE CAUSAR MAYOR DAÑO

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

Describe la parte del cuerpo más expuesta a lesiones durante la operación de la máquina.

En esta pregunta se determina que 37 operadores están conscientes que las manos son la parte del cuerpo que se podrían lesionar durante sus actividades, lo que corresponde al 70%. De los cuales 7 operadores son más específicos y mencionan que los dedos de la mano son más propensos a lesiones, que corresponde 13%, según se observa en la figura 4.8.

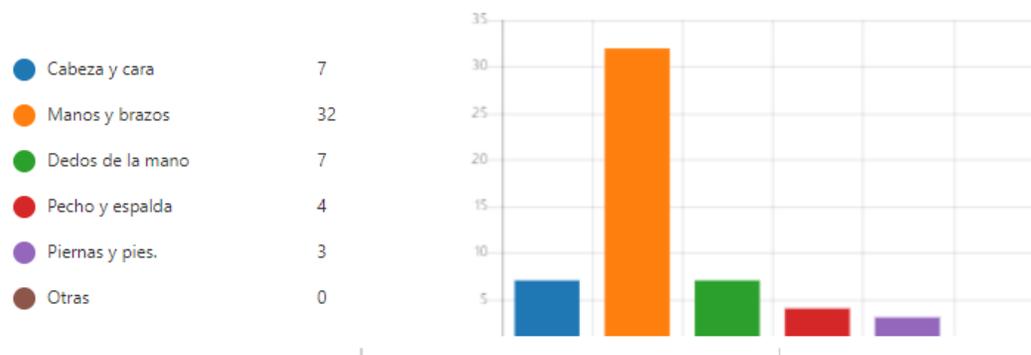


FIGURA 4.8 PARTES DEL CUERPO MÁS EXPUESTA A LESIONES

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

Indique el dedo de la mano que está más propenso a sufrir lesiones.

De los 7 operadores 4 indican que el dedo que se pueden lesionar con mayor frecuencia es el pulgar, que corresponde al 57%, según se observa en la figura 4.9.



FIGURA 4.9 DEDOS DE LA MANO MÁS EXPUESTOS A LESIONES

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Qué tipo de energía es la más peligrosa?

38 operadores coincidieron que la energía eléctrica es la más peligrosa con un 72%, seguido de la energía sonora con un 19%, la energía mecánica está considerada como la tercera opción con un 17%, según se observa en la figura 4.10.



FIGURA 4.10 TIPOS DE ENERGÍAS PELIGROSAS

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Qué máquina tiene un mayor nivel de riesgo en la operación?

Conforme a las respuestas obtenidas las máquinas llenadoras son consideradas de mayor riesgo con un 43%, seguido de las máquinas etiquetadoras con un

28%, como tercera respuesta tenemos las máquinas lavadoras con un 15%, según se observa en la figura 4.11.

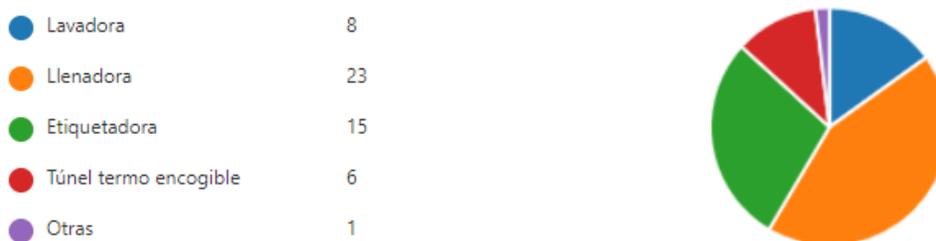


FIGURA 4.11 MÁQUINAS QUE PRESENTAN UN MAYOR NIVEL DE RIESGOS

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿En qué actividad se incrementan los riesgos?

Existen criterios divididos en cuanto a las actividades que incrementen los riesgos y son más propensas a presentarse accidentes, entre los cuales 20 operadores opinan que es la operación normal de la línea, al igual que las actividades de calibración de los equipos, en ambos casos se presentan con 38%, la tercera actividad que incrementan los riesgos son los mantenimientos no programados con un 17%, según se observa en la figura 4.12.

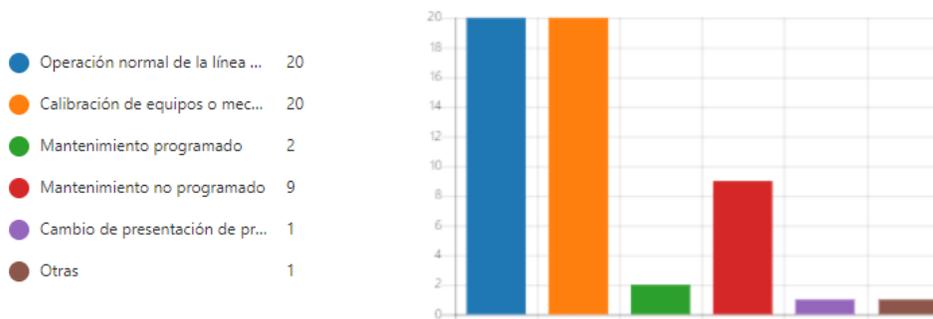


FIGURA 4.12 ACTIVIDADES QUE PRESENTAN UN MAYOR NIVEL DE RIESGOS

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Cuál es el acto subestándar más reincidente?

En esta pregunta se determina que 21 operadores indican que el acto subestándar de mayor reincidencia es realizar mantenimiento sin aplicar el bloqueo y etiquetado, que corresponde al 40%, seguido por manipular el panel eléctrico mientras está energizado que fue la contestación de 20 operadores con un 38%, como tercer lugar tenemos a 7 operadores que contestaron con deshabilitar dispositivos de seguridad, con un 13%, según se observa en la figura 4.13.

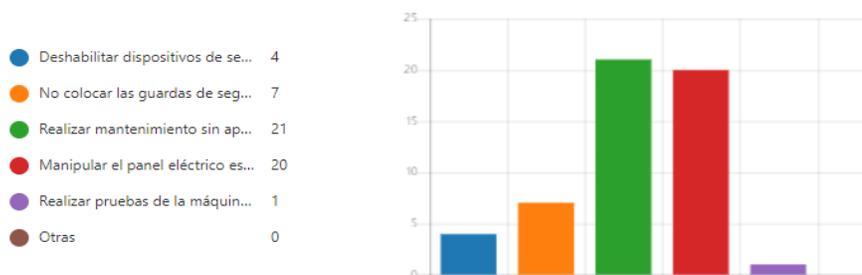


FIGURA 4.13 ACTOS SUBESTÁNDAR REINCIDENTES

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Cuáles son los dispositivos de seguridad que cuentan las máquinas?

La siguiente pregunta consta de opciones múltiples, los paros de emergencia son los dispositivos que más identifican los operadores, seguido de los micros sensores de seguridad y los puntos de bloqueos de energía como tercer lugar, según se observa en la figura 4.14.

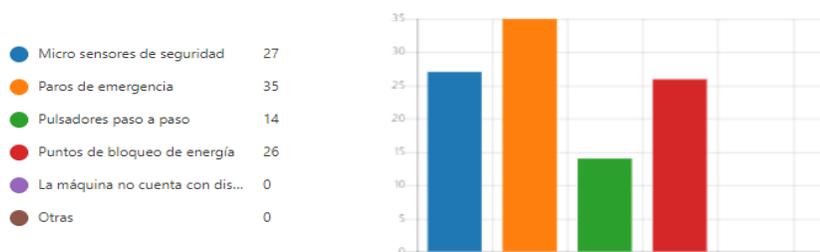


FIGURA 4.14 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE UNA MÁQUINA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Cómo considera que es su ambiente de trabajo?

De acuerdo con la percepción de los operadores el 100% considera que su ambiente de trabajo es seguro, según se observa en la figura 4.15.



FIGURA 4.15 AMBIENTE DE TRABAJO

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Qué calificación daría a las actuales medidas de prevención y control de incidentes?

De los 53 operadores encuestados, 43 consideran que las medidas de prevención que actualmente se presentan en sus plantas son eficientes, que corresponde a un 81%, el restante 19% considera que las medidas de prevención son regulares, según se observa en la figura 4.16.

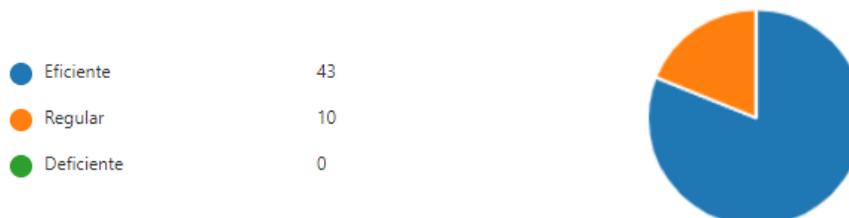


FIGURA 4.16 CALIFICACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ACTUALES

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

¿Cuál es la alternativa necesaria para reforzar la cultura de seguridad?

Conforme a las respuestas obtenidas, 27 operadores indican que la alternativa adecuada sería reforzar las capacitaciones, lo que corresponde a un 51%, seguido por reforzar los dispositivos de seguridad con un 19%, como tercera opción está obtener mayor concentración de los operadores con un 17%, según se observa en la figura 4.17.

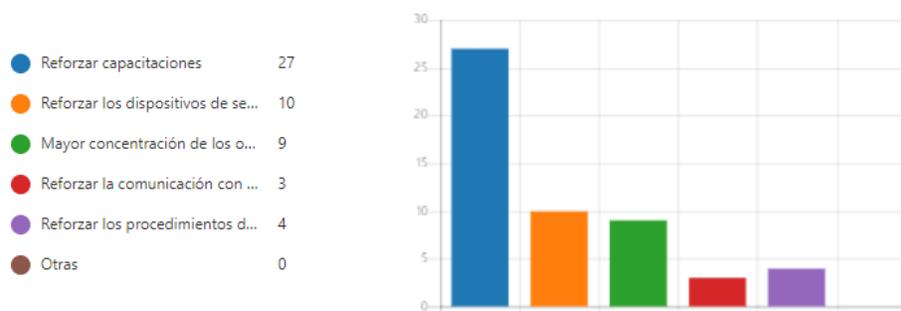


FIGURA 4.17 ALTERNATIVAS PARA REFORZAR LA CULTURA DE SEGURIDAD

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, autoría propia, 2020)

4.3 Resultados del diagnóstico de vulnerabilidad de líneas de producción

El diagnóstico de vulnerabilidad se realizó a todas las máquinas que componen una línea de producción de envasado de agua, los cuales se presentan los siguientes resultados:

- **Rinseadora**

Su función es de realizar una limpieza interna del envase del producto por intermedio de agua a presión, también interactúan la energía eléctrica y mecánica, según se observa en la tabla 4 y figura 4.18.

TABLA 4
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA RINSEADORA

1	Diseño	25%
	Visibilidad/señalización	25%
	Tipo de protección	25%
	Alcance de la protección/posición	25%
2	Confiabilidad	42%
	Reseteo obligatorio	25%
	Dispositivos de parada de emergencia	25%
	Acceso a manipulación	75%
3	Operatividad	31%
	Disponibilidad	25%
	Procedimientos de trabajo seguro	50%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	0%
4	Riesgo residual	50%
	Nuevos peligros	50%
	VULNERABILIDAD	37%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

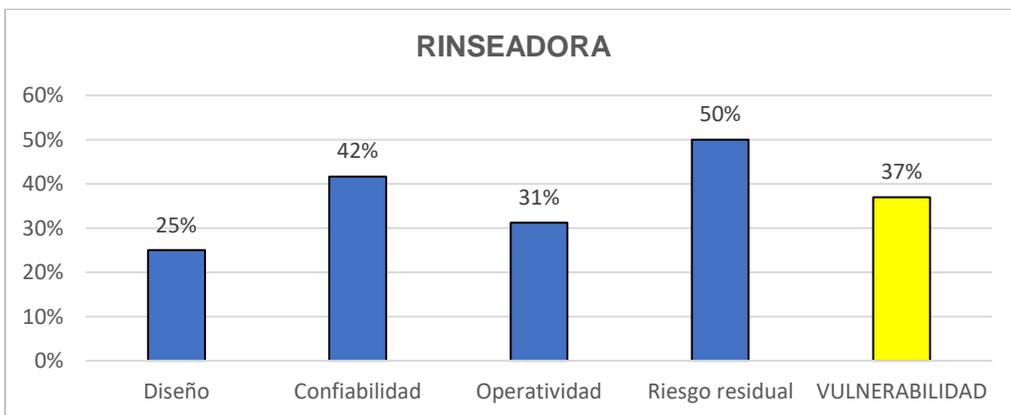


FIGURA 4.18 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA RINSEADORA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

La rinseadora presenta una vulnerabilidad baja, que implica que la máquina requiere un plan de intervención con acciones definidas a mediano plazo, el criterio de riesgo residual es el más significativo al contar con riesgos asociados como riesgos físicos por el ruido que genera y riesgos ergonómicos al introducir manualmente los envases. El criterio de diseño es el menos significativo al ser una máquina que no requiere mayores dispositivos de seguridad de acuerdo con la función, según se observa en la tabla 4 y figura 4.18.

▪ **Lavadora**

Su función es de realizar el lavado externo del envase del producto por intermedio de agua a presión, también interactúan la energía eléctrica, neumática y mecánica, según se observa en la figura 4.19 y la tabla 5.

TABLA 5
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA LAVADORA

1	Diseño	92%
	Visibilidad/señalización	75%
	Tipo de protección	100%
	Alcance de la protección/posición	100%
2	Confiabilidad	33%
	Reseteo obligatorio	25%
	Dispositivos de parado de emergencia	25%
	Acceso a manipulación	50%
3	Operatividad	31%
	Disponibilidad	25%
	Procedimientos de trabajo seguro	50%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	0%
4	Riesgo residual	50%
	Nuevos peligros	50%
	VULNERABILIDAD	52%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

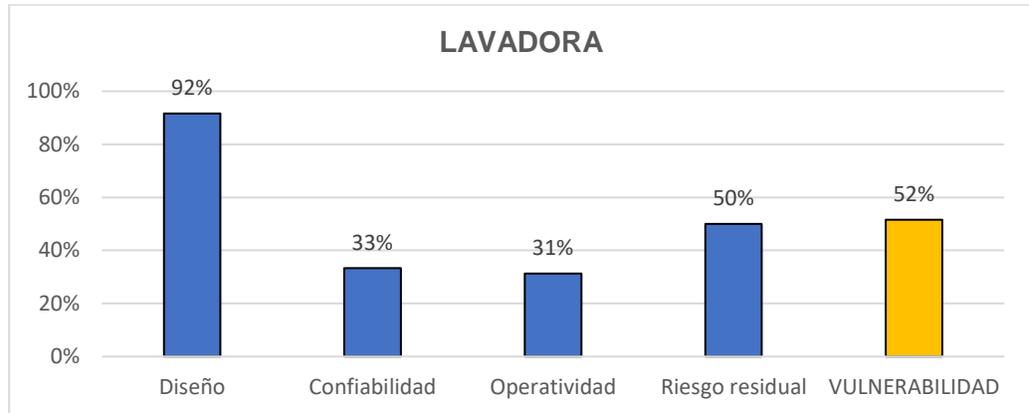


FIGURA 4.19 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA LAVADORA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

La máquina lavadora presenta una vulnerabilidad moderada, que implica un plan de intervención no mayor a 6 meses con acciones inmediatas provisionales para minimizar el nivel de riesgo y la exposición de los operadores a presentar alguna lesión. El criterio de diseño es el más significativo al contar con compuertas laterales que requieren su apertura para las actividades de limpieza interna de sus mecanismos en movimiento o cuando se traba el producto. Por lo general en el diseño de la máquina solo cuenta con seguros externos en sus compuertas, los cuales no bloquean a la máquina, por lo que existe una alta probabilidad que se presente un accidente durante esta actividad. El criterio de operatividad es el menos significativo al ser una máquina que en condiciones normales y con los mantenimientos respectivos requiere supervisión limitada durante su operación, según se observa en la figura 4.19 y la tabla 5.

▪ **Llenadora**

Su función es de realizar el llenado de los envases por intermedio de agua purificada, también interactúan las energías eléctrica, neumática y mecánica, según se observa en la figura 4.20 y la tabla 6.

TABLA 6
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA LLENADORA

1	Diseño	92%
	Visibilidad/señalización	75%
	Tipo de protección	100%
	Alcance de la protección/posición	100%
2	Confiabilidad	100%
	Reseteo obligatorio	100%
	Dispositivos de paro de emergencia	100%
	Acceso a manipulación	100%
3	Operatividad	69%
	Disponibilidad	25%
	Procedimientos de trabajo seguro	100%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	100%
4	Riesgo residual	50%
	Nuevos peligros	50%
	VULNERABILIDAD	78%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

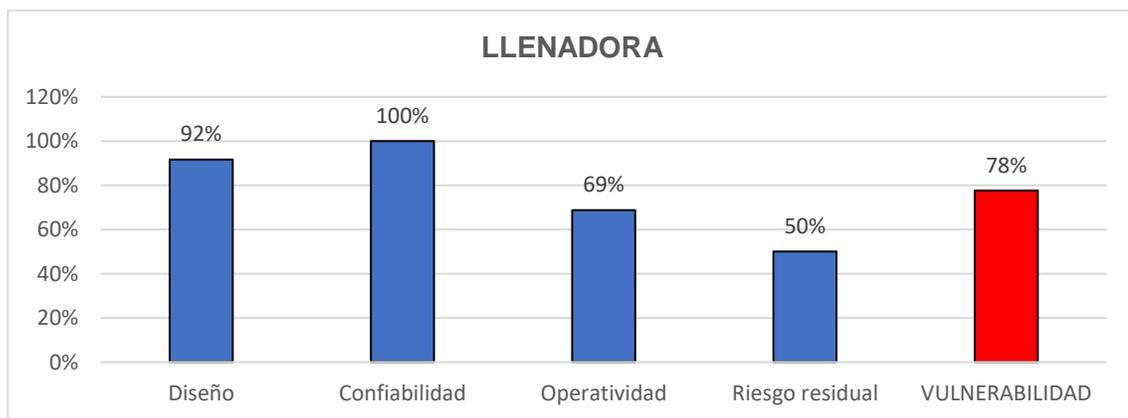


FIGURA 4.20 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA LLENADORA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

En términos generales la llenadora presenta una vulnerabilidad alta, que implica que la máquina requiere intervención inmediata para prevenir accidentes. El criterio de confiabilidad y diseño son los más significativos al contar con sensores de seguridad mecánicos, que al contacto con el agua tienden a corroerse y deshabilitar el dispositivo y las seguridades de las máquinas, lo que permite un fácil acceso a los mecanismos en movimiento, adicional que, al realizar algún tipo de modificación en la parte de automatización, la máquina es propensa a que se bloquee el reinicio obligatorio.

El criterio riesgo residual es el menos significativo al ser una máquina que no requiere mayor interacción con el operador, salvo en los casos de calibración y mantenimiento general, según se observa en la figura 4.20 y la tabla 6.

▪ Roscadora

Su función es de colocar la tapa a los envases para que queden sellados y continuar con el siguiente proceso, también interactúan las energías eléctrica, neumática y mecánica, según se observa en la figura 4.21 y la tabla 7.

TABLA 7
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA ROSCADORA

1	Diseño	25%
	Visibilidad/señalización	25%
	Tipo de protección	25%
	Alcance de la protección/posición	25%
2	Confiabilidad	33%
	Reseteo obligatorio	25%
	Dispositivos de parado de emergencia	25%
	Acceso a manipulación	50%
3	Operatividad	56%
	Disponibilidad	25%
	Procedimientos de trabajo seguro	50%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	100%
4	Riesgo residual	50%
	Nuevos peligros	50%
	VULNERABILIDAD	41%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

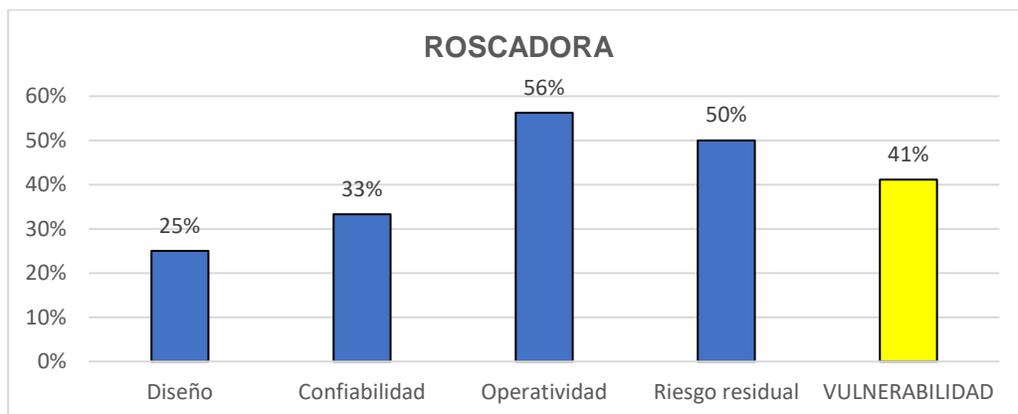


FIGURA 4.21 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA ROSCADORA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

La roscadora presenta una vulnerabilidad baja, que implica que la máquina requiere un plan de intervención con acciones definidas a mediano plazo, el criterio de riesgo de operatividad es el más significativo al no poseer mandos a distancias tipo jog y procedimientos LOTOTO, equipos que son fundamentales para realizar un mantenimiento efectivo y prevenir la liberación intempestiva de la máquina.

El criterio de diseño es el menos significativo al ser una máquina que de acuerdo con su función cuenta con una sola compuerta de acceso y paredes de acrílico, lo que permite visibilizar en todo momento la operación y como interactúa esta con el producto, según se observa en la figura 4.21 y la tabla 7.

- **Etiquetadora**

Su función es de colocar la etiqueta en los envases de presentación personal como las botellas de agua, también interactúan las energías eléctrica, térmica, neumática y mecánica, según se observa en la figura 4.22 y la tabla 8.

TABLA 8
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA ETIQUETADORA

1	Diseño	92%
	Visibilidad/señalización	75%
	Tipo de protección	100%
	Alcance de la protección/posición	100%
2	Confiabilidad	100%
	Reseteo obligatorio	100%
	Dispositivos de paro de emergencia	100%
	Acceso a manipulación	100%
3	Operatividad	69%
	Disponibilidad	25%
	Procedimientos de trabajo seguro	100%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	100%
4	Riesgo residual	100%
	Nuevos peligros	100%
	VULNERABILIDAD	90%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

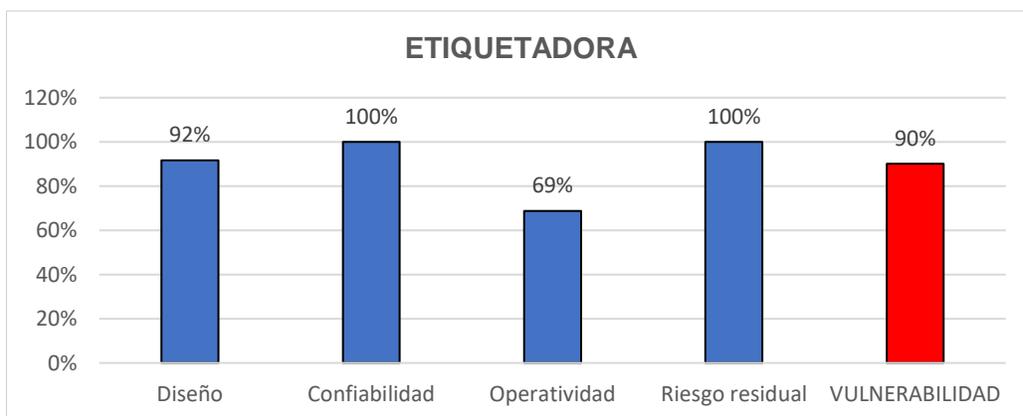


FIGURA 4.22 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA ETIQUETADORA

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

La etiquetadora presenta una vulnerabilidad alta, que implica que la máquina requiere intervención inmediata para prevenir accidentes. El criterio de confiabilidad, riesgo residual y diseño son los más significativos al ser una de las máquinas que más riesgo representa, al requerir una excesiva supervisión del operador y la fácil vulnerabilidad de los dispositivos de seguridad, al tener numerosas compuertas y diversos accesos en la cabina por donde puede interactuar con el mecanismo en movimiento, esto adicional a que no cuentan con dispositivos jog para realizar actividades de calibración de la etiqueta y cambios de presentación, finalmente los riesgos residuales se presentan por la exposición a temperaturas elevadas por la goma que pega la etiqueta y la generación de ruido. Entre las estimaciones de la accidentabilidad se determina que se reporta un accidente por cada 4000 horas de operación de la máquina.

El criterio riesgo operatividad es el menos significativo ya que al realiza una adecuada planificación de la operación de acuerdo con la demanda y una vez adaptada la máquina a la presentación del producto, no requerirá de mayor calibración, pudiendo rodar la línea de forma continua, esto va influido de gran manera con el adecuado funcionamiento de la llenadora para evitar inclinaciones de las botellas.

- **Túnel termoencogible**

Su función es aplicar un embalaje de stretch film por medio de temperatura, que se va a amoldar a la forma de las botellas de agua, esto con la finalidad de realizar bloques de producto para un mejor almacenado y distribución, según se observa en la figura 4.23 y la tabla 9.

TABLA 9
DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA TÚNEL
TERMOENCOGIBLE

1	Diseño	92%
	Visibilidad/señalización	75%
	Tipo de protección	100%
	Alcance de la protección/posición	100%
2	Confiabilidad	100%
	Reseteo obligatorio	100%
	Dispositivos de parada de emergencia	100%
	Acceso a manipulación	100%
3	Operatividad	75%
	Disponibilidad	50%
	Procedimientos de trabajo seguro	100%
	Cultura/capacitación	50%
	Mandos a distancia	100%
4	Riesgo residual	100%
	Nuevos peligros	100%
	VULNERABILIDAD	92%

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

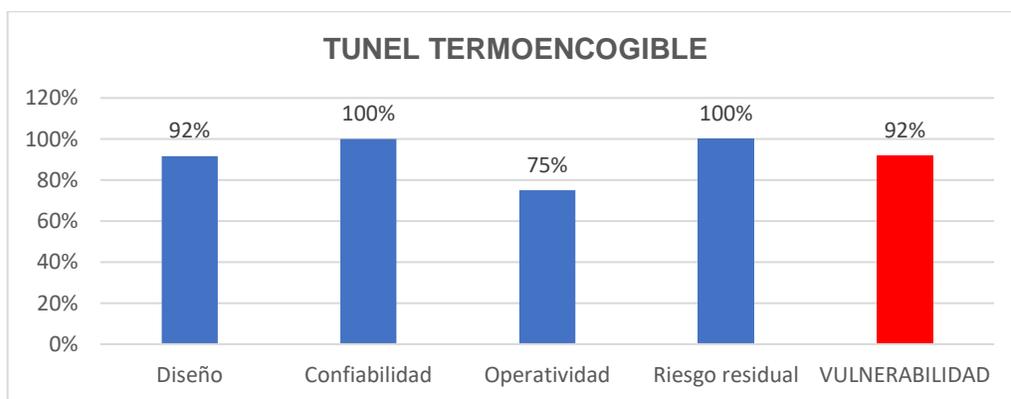


FIGURA 4.23 DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD DE MÁQUINA TÚNEL
TERMOENCOGIBLE.

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

El Túnel termoencogible presenta una vulnerabilidad alta, que implica que la máquina requiere intervención inmediata para prevenir accidentes. En general todos los criterios son significativos al ser una de las máquinas que más riesgo representa, al requerir una excesiva supervisión del operador y la fácil vulnerabilidad al no contar con dispositivos de seguridad, esto de acuerdo con el diseño de la máquina que no se consideran el uso de compuertas, estando al libre acceso los mecanismos en movimiento, adicional a la falta de dispositivos jog para realizar actividades de mantenimiento.

Los riesgos residuales se presentan por la exposición a temperaturas elevadas debido a la fijación del stretch film al producto, los riesgos ergonómicos se generan al emplear el manejo manual de cargas y la interacción hombre-máquinas por intermedio del montacargas.

4.4 Análisis nivel de riesgo criterios norma GTC-45

TABLA 10
ANÁLISIS DE RIESGOS DE CADA MÁQUINA QUE CONFORMAN UNA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Tipo de Máquina	Nivel de Deficiencia	Nivel de Exposición	No. de expuestas	Nivel de Probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel de Riesgo
Rinseadora	2	3	0	6	25	150
Lavadora	6	3	1	18	60	1080
Llenadora	6	3	1	18	60	1080
Etiquetadora	6	3	1	18	60	1080
Roscadora	6	3	1	18	25	450
Túnel termoencogible	10	3	1	30	60	1800

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

De acuerdo con los resultados de la evaluación de riesgos aplicando la norma GTC-45 las máquinas: lavadora, llenadora, etiquetadora y túnel termoencogible

son considerados como riesgo intolerable por representar una situación crítica por la exposición permanente de los operadores a los diferentes factores de riesgo, como son mecanismos en movimiento, temperaturas elevadas, ruido, contacto eléctrico y riesgos ergonómicos, esto debido a que requiere una constante supervisión, existiendo una alta probabilidad que se presente un incidente por la elevada interacción hombre-máquina, esto hace que se requiera una corrección urgente para prevenir accidentes, según se observa en la tabla 10 y figura 24.

Las máquinas rinseadora y roscadora son consideradas como riesgo importante, por lo que se debe corregir y adoptar medidas de control, al exponer a los operadores a riesgos por mecanismos en movimiento, contacto eléctrico y ruido.

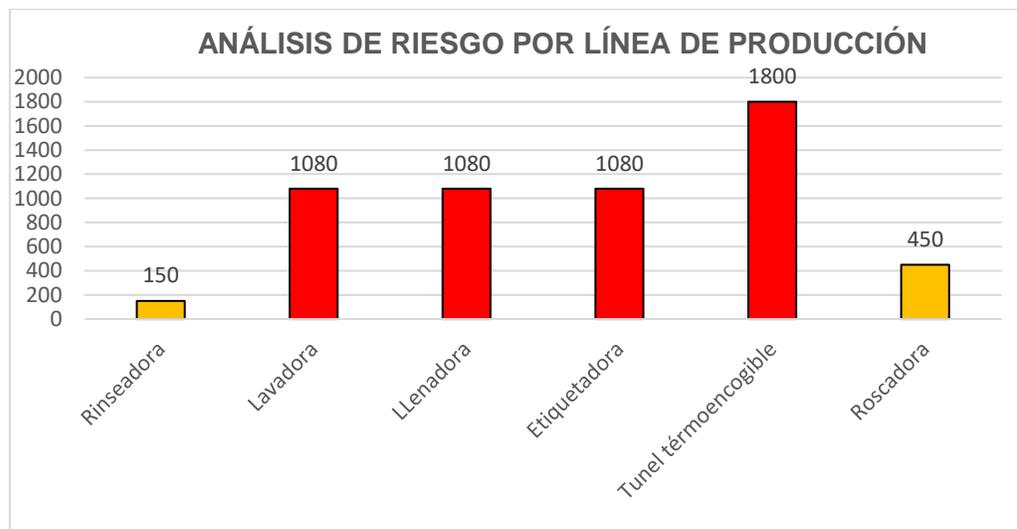


FIGURA 4.24 ANÁLISIS DE RIESGOS POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN

(Fuente: Datos obtenidos de la aplicación del diagnóstico de vulnerabilidad, autoría propia, 2020)

- **Cabinas para máquinas etiquetadoras.**

Es un equipo diseñado con plancha perforada de acero inoxidable para prevenir la generación de corrosión y diferentes aspectos que podrían afectar a la inocuidad del producto, facilitando así la limpieza de la misma, cuenta con compuertas de acceso y sensores de seguridad magnéticos en sus perfiles, aberturas de entrada y salida de botellas, según se observa en la figura 25.

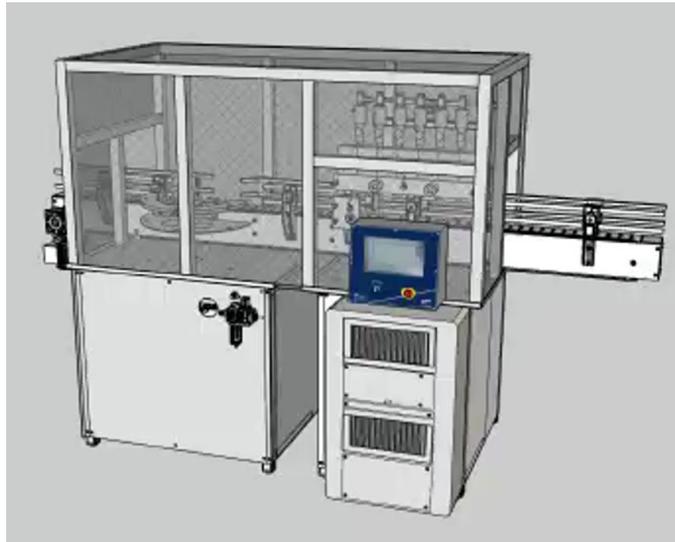


FIGURA 4.25 DISEÑO DE CABINA DE MÁQUINA DE PRODUCCIÓN.

(Fuente: Tomado de Fainca group, 2020)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. De acuerdo con el resultado del análisis de vulnerabilidad se determina que las máquinas llenadora, etiquetadora y túnel termoencogible de acuerdo a sus actuales condiciones de operación, representan una alta probabilidad que se genere un accidente de trabajo, esto debido a que durante el diseño no se consideraron aspectos fundamentales para la prevención de riesgos como son compuertas en todos los accesos, sensores de seguridad en cada compuerta, dispositivos paso a paso para actividades de mantenimiento al igual que procedimientos específicos para cada máquina, esto reforzado al déficit de señalización y capacitación para los operadores. Las máquinas lavadoras, llenadora, etiquetadora y túnel termoencogible de acuerdo con el análisis de riesgos son consideradas como intolerable, este análisis concuerda con los resultados de la encuesta de percepción de riesgos realizado a los operadores y con el análisis de vulnerabilidad en máquinas.
2. Conforme al análisis de los diferentes tipos de energías que interactúan con la máquina, la energía eléctrica es considerada la de mayor peligro, empleando voltajes desde 220 a 440 voltios. Para determinar los controles es necesario contar con dispositivos de bloqueo y etiquetado para mantenimiento, añadidos a procedimientos LOTOTO específicos para cada máquina, en donde se detallará cuáles serán los puntos de bloqueo y los recursos que se contarán para realizar un bloqueo efectivo y la posterior liberación de la máquina (Anexo C)
3. De acuerdo con la encuesta de percepción de riesgos los operadores con más años de experiencia no son los más propensos a sufrir incidentes, debido a que los incidentes reportados se han presentado en operadores con menos de 5 años de experiencia lo que representa un 34%, el restante 64% corresponde a los operadores con más de 5 años. La operación normal de la línea y las actividades de calibración son las tareas que representan mayor peligro, los paros de emergencia son los dispositivos que más identifican los operadores, seguido de los micros sensores de seguridad y los puntos de bloqueos de energía como tercer lugar. Entre los actos subestándares que más cometen los operadores está realizar mantenimiento sin aplicar LOTOTO y manipular paneles eléctricos sin estar autorizados, por otra parte, el 100% de los encuestados considera que su ambiente de trabajo es seguro, finalmente consideran que

incrementando las capacitaciones se reforzará la cultura de seguridad para prevenir así accidentes en su área de trabajo.

4. Entre los factores humanos que influyen en la ocurrencia de accidentes de trabajo, es recurrente las lesiones por cortes, los operadores están de acuerdo que el riesgo que les podría causar una lesión de mayor gravedad son los atrapamientos por o entre objetos, al igual que la parte del cuerpo más expuesta son las manos.
5. Según lo indicado en la meta 8.8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, es fundamental para prevenir accidentes, por lo cual se plantean diversas alternativas para mejorar las condiciones de trabajo, como la aplicación de los controles de seguridad desde el origen, en donde se elimina el riesgo implementado diferentes dispositivos de seguridad en las máquinas, siguiendo con procedimientos e instructivos de trabajo y capacitaciones, así hasta dotar de equipos de protección personal como última alternativa de la jerarquía de controles.

5.2 Recomendaciones

Una vez analizados cada uno de los objetivos planteados, se presentan las siguientes recomendaciones para la determinación de controles, las mismas que en un 30% han sido ya implementadas y un 70% debido a temas económicos se encuentran en proyecto de ejecución dentro del presupuesto 2021.

1. Cabinas fabricadas con plancha perforada de acero inoxidable y compuertas de acceso paralelas en los laterales de la cabina, para brindar la resistencia de la estructura, mejorando la visibilidad y supervisión del producto en la línea de producción y previniendo así la generación de microorganismos que afectarían a la inocuidad del envasado de agua.
2. Sensores de seguridad magnéticos colocados en los perfiles de las compuertas de acceso, un dispositivo debe ir en el perfil fijo de la cabina y el segundo dispositivo debe ir en el perfil de la compuerta, es importante que cuando sean compuertas dobles, se deberá colocar un dispositivo por cada sección que se vaya a abrir.
3. Dispositivos de jog bimanual, deben estar instalados por cada máquina de la línea de producción, estos dispositivos mantendrán un arranque controlado del equipo durante actividades de calibración o mantenimiento.

4. Paros de emergencia, son imprescindibles para realizar una parada total de la máquina y serán utilizados en caso de que exista un fallo en la máquina o esté en riesgo la integridad del operador.
5. Procedimiento LOTOTO y procedimiento de operación segura (Anexo D), deben ser instalados por cada máquina, ya que será la guía para identificar cuáles serán los puntos que se deben bloquear, añadido a los diferentes tipos de energía que cuenta una máquina y a los dispositivos para realizar un bloqueo efectivo y prevenir la liberación imprevista del equipo, este procedimiento debe estar alineado al layout de la línea de producción (Anexo E).
6. Banco de pruebas LOTOTO, es un equipo empleado para realizar pruebas en un ambiente controlado, ideal para ser utilizado por el área de mantenimiento, es importante incluir a los contratistas dentro de esta gestión.
7. Reforzar el plan de capacitaciones con tópicos de seguridad, al igual que la evaluación de la competencia adquirida por los operadores, entre las capacitaciones recomendables está la identificación de peligros y evaluación de riesgos, seguridad en máquinas, difusión de procedimientos de trabajo y LOTOTO, campañas de prevención de riesgos y cuidado de manos.
8. Entre los equipos de protección aplicables a la tarea están los guantes de seguridad los cuales deben cumplir con la normativa EN 388, con un mínimo nivel 3 en abrasión y corte, esto de acuerdo con la ficha técnica que dispone el equipo (Anexo F).
9. En lo que corresponde a los riesgos residuales es recomendable realizar mediciones de sonometría y dosimetría para determinar el nivel y la dosis de ruido que recibe el operador, esto alineado al cumplimiento del plan de mantenimiento de las máquinas.
10. Se identificaron oportunidades de mejora para minimizar los riesgos ergonómicos que podrían ocasionar presunciones de enfermedades laborales, los cuales se presentan a continuación:
 - Eliminar la tarea de paletizado que se realiza manualmente y reemplazarla por paletizadoras automáticas.
 - Adquirir equipos biomecánicos para minimizar el levantamiento manual de cargas, como por ejemplo equipos de levantamiento de botellones por sistemas de vacío.

- Incrementar la rotación del personal en los puestos de trabajo, verificando que los tiempos de exposición sean distribuidos proporcionalmente a toda la línea y mantener una ventilación adecuada en el área de trabajo.
- Reforzar capacitaciones de ergonomía y mantener inspecciones de comportamientos verificando que se cumpla con los procedimientos de manejo manual de cargas, pausas activas y pasivas.
- Prohibir el uso de fajas lumbares al no estar comprobada su efectividad de uso, esto conforme a un estudio de la National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH (DiMarco, 2014).

BIBLIOGRAFÍA.

- Anónimo. (2018, August). El consumo de agua embotellada supera el de bebidas gaseosas en Ecuador. *Diario El Universo*.
- Bradylatinamerica. (2020). PROCEDIMIENTOS DE BLOQUEO, ETIQUETADO Y LIBERACIÓN DE EQUIPOS.
- Cavagnaro, J. (2019). Las 500 mayores empresas del Ecuador. *Revista Vistazo*, 274.
- Cisco-Eagle. (2020). Sistemas de transporte y manipulación. *Cisco-Eagle*. Retrieved from <https://www.cisco-eagle.com/>
- DiMarco, R. (2014). LA FAJA LUMBAR, APORTA O GENERA DAÑOS. Retrieved from LA FAJA LUMBAR, APORTA O GENERA DAÑOS website: <http://asesoreslr.overblog.com/faja-lumbar.html>
- Erafi. (2020). Plataformas aéreas. Retrieved from Plataformas aéreas website: <http://www.erafi.com/>
- García, A. R. G., Salazar, P. M., Samaniego, C. E., & Vasco, P. C. (2018). I Encuesta sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en Quito: siniestralidad laboral. *Podium*, (33), 25–34.
- Gutiérrez Suquillo, N. R., Saá Arévalo, I. A., & Vinuesa Lozada, A. F. (2017). Diseño y construcción de un prototipo para la extracción continua de aceite de la semilla Sacha Inchi con un proceso de prensado en frío. *Enfoque UTE*, 8(2), 15–32.
- ICONTEC. (2011). GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL. Retrieved from GUÍA TÉCNICA GTC COLOMBIANA 45 website: <https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>

ISO. (2018). ISO 45001:2018.

Lupe, J. (2017). Epidemiología de accidentes de trabajo en Ecuador basado en la base de datos de la Seguridad Social en los años 2014-2016. *Revista SCientífica*, 15(2).

OIT. (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro trabajo. *Organización Internacional Del Trabajo*. Retrieved from https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_687617.pdf

Rodriguez, J. (2019). 5 porqués, ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología? *SPC Consulting Group*. Retrieved from <https://spcgroup.com.mx/5-porque-como-aplicar-correctamente-esta-metodologia/>

Rodriguez, W. (2020). Sistemas de manejo de vacío para la industria logística. Retrieved from *Sistemas de manejo de vacío para la industria logística website: Sistemas de manejo de vacío para la industria logística*

Sidel. (2020). El Grupo Sidel. Retrieved from *El Grupo Sidel website: <https://www.sidel.com/es/acerca-de-sidel/corporate/mas-acerca-de-sidel-pa-47>*

Vessuri, H. (2016). *La ciencia para el desarrollo sostenible (Agenda 2030)*.

Weg. (2020). Seguridad de Máquinas y Sensores Industriales.

ANEXOS

ANEXO A

TABLAS DE CÁLCULO PARA ELABORACIÓN DE MATRIZ DE RIESGOS

TABLA 11
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE DEFICIENCIA

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV)

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

**TABLA 12
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN**

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral
Frecuencia (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

**TABLA 13
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD.**

Nivel de probabilidad (NP)		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	16	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: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

**TABLA 14
INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD**

SIGNIFICADO DE LOS NIVELES DE PROBABILIDAD		
NIVEL DE PROBABILIDAD	VALOR DE NP	SIGNIFICADO
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con 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 la vida laboral
Medio (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.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

TABLA 15
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONSECUENCIA

NIVEL DE CONSECUENCIAS	NC	Significado
		Datos personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte(s)
Muy grave (MG)	30	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

TABLA 16
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Nivel de riesgo NR = NP X NC		Nivel de Probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-1200	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 200 / 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 / III100	III 80-60	III 40 / IV20

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

**TABLA 17
INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO**

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	4000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

**TABLA 18
ACEPTABILIDAD DEL RIESGO**

Nivel de Riesgo	Significado
I	No aceptable
II	No aceptable o Aceptable con control específico
III	Aceptable
IV	Aceptable

(Fuente: Guía técnica colombiana GTC-45, 2010)

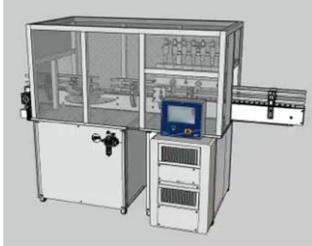
ANEXO B

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS GTC-45

Matriz de riesgos para operadores de líneas de producción en planta de embotelladora de agua																																
RIESGO	ÁREA / LÍNEA	REVISIÓN	TAREA	REFERENCIA	PELIGRO		CONTROLES EXISTENTES					EVALUACIÓN DEL RIESGO										MEDIDAS DE INTERVENCIÓN										
					IDENTIFICACIÓN	SEVERIDAD	PREVENCIÓN	DETECCIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN						
Empaquetado	Área de empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el trabajo en altura	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas	Choque o ampujamiento	No	Substitución de parientes de altura de mantenimiento	No	6	Alto (H)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	18	ALTO	60	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Implementación de un plan de riesgo y delimitación de zona de trabajo	Realizar procedimientos y especificaciones de montaje seguro de montaje en altura	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.
Empaquetado	Área de empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el trabajo en altura	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas de objetos, golpes o cortes por objetos	No	No	Uso de seguridad, casco y botas punti de acero	No	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	25	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	150	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	II	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Elaboración de procedimientos de trabajo seguro y estándares, establecer un programa de mantenimiento	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.	
Empaquetado	Área de empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la manipulación de envases rotos que están ubicados en planta y asociados con el trabajo	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas de personas por superficies de trabajo	No	Sustitución de piso lustrado	No	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Realizar caídas de drenaje de líquido	Realizar procedimientos y especificaciones de montaje de cables y líneas	Realizar procedimientos y especificaciones de montaje seguro de montaje en altura	
Producción	Materia prima	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la interacción con la banda transportadora	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas de objetos, golpes o cortes por objetos	No	Sustitución de montaje de seguridad	Uso de guante de seguridad	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	25	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	150	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	II	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.		
Producción	Materia prima	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la interacción con la banda transportadora	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas de personas por superficies de trabajo	No	Industria de adherencia de adherencia de adherencia	No	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	25	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	150	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	II	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Identificación de todas las desviaciones	Sustitución de áreas de trabajo, reparación de riegos por áreas de trabajo	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.	
Producción	Materia prima	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la interacción con la banda transportadora	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Atrapamiento por el acero caliente	No	Uso de guante de seguridad	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Revisión de programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Advertencias de LIFTADO	Uso de guante de seguridad	
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Atrapamiento por el acero caliente	No	Sustitución de riegos por atrapamiento	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Cambio de cables de fuerza	Revisión de programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Advertencias de LIFTADO	Uso de guante de seguridad
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Contacto eléctrico indirecto	No	Sustitución de riegos eléctrica	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento eléctrico	Advertencias de LIFTADO	Uso de epp dieléctrico	
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	RIESGO FISICO	Tramazo acústico	No	No	Uso protector auditivo	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento mecánico	Sustitución de uso de epp protección auditiva	Uso de protección auditiva	
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	RIESGO FISICO	Problemas visuales	No	No	No	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Revisión de epp con energía natural, calzado trabado	Programa de mantenimiento de iluminación	Programa de mantenimiento de iluminación	
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	RIESGO FISICO	Problemas posturales	No	No	Equipamiento de asistentes de trabajo	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	
Producción	Empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Atrapamiento por el acero caliente	No	Sustitución de riegos por atrapamiento	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Revisión de programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Advertencias de LIFTADO	Uso de guante de seguridad	
Producción	Empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Contacto eléctrico indirecto	No	Sustitución de riegos eléctrica	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento eléctrico	Advertencias de LIFTADO	Uso de epp dieléctrico	
Producción	Empaquetado	Revisión de procesos de empaquetado	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Derribo de goma caliente y extracto de azúcar	No	No	Uso de guante de seguridad	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Calibración constante del equipo	Mantenimiento preventivo del equipo	Uso de guante de seguridad	
Producción	Línea de agua	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por la operación de la máquina eléctrica	RIESGO FISICO	Tramazo acústico	No	No	Uso protector auditivo	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	10	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	60	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	III	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento mecánico	Sustitución de uso de epp protección auditiva	Uso de protección auditiva	
Producción	Bandas transportadoras	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el desplazamiento del producto desde el inicio de la línea de producción hasta el área de empaquetado	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Atrapamiento por el acero caliente	No	Sustitución de riegos por atrapamiento	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Revisión de programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Advertencias de LIFTADO	Uso de guante de seguridad	
Producción	Trasporte	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el empuje del producto	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Atrapamiento por el acero caliente	No	Sustitución de riegos por atrapamiento	No	10	Muy Alto (MA)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	4	Continuación (EC)	La situación de exposición se presenta en interacción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.	40	Muy Alto	60	Muy Grave (MG)	Lesiones o enfermedades graves irreversibles (incapacidad permanente parcial o total)	2400	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	I	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Revisión de programa de mantenimiento de guantes y dispositivos de seguridad	Advertencias de LIFTADO	Uso de guante de seguridad	
Producción	Trasporte	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el empuje del producto	CONCERNEN A LA SEGURIDAD	Caídas de objetos, golpes o cortes por objetos	No	Sustitución de montaje de seguridad	Uso de guante de seguridad	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	25	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	150	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	II	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Elaboración de procedimientos de trabajo seguro para pulgares superiores y laterales.	Mantener en condiciones de seguridad para pulgares superiores y laterales.		
Producción	Trasporte	Revisión de procesos de producción	Revisión de los procesos en planta	SI	Riesgo originado por el empuje del producto	RIESGO FISICO	Tramazo acústico	No	No	Uso protector auditivo	2	Medio (M)	Se ha detectado peligro (que deteriora) como posible la generación de incidentes o accidentes, o la efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes en moderada, o ambas.	3	Prevencción (EP)	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.	6	Medio	25	Medio Grave (MG)	Lesiones o enfermedades que no requieren hospitalización	150	NO ACEPTABLE (CONCEPTO DE RIESGO)	II	SI	Difusa	Riesgo al trabajador	SI	Programa de mantenimiento mecánico	Sustitución de uso de epp protección auditiva	Uso de protección auditiva	

ANEXO C

PROCEDIMIENTO LOTOTO

Procedimiento de bloqueo, etiquetado y prueba (LOTOTO)				
Etiquetadora			Norma OSHA 29 CFR 1910.147 (c)(4) Los procedimientos de bloqueo/etiquetado para máquinas específicas son requisito para las máquinas que tienen más de una fuente de energía, así como para mucho equipo que tiene una sola fuente de energía.	
Elaborado: Coordinador de SSO	Aprobado: Jefe de SSO	Revisión: 01		
Ubicación: Líneas de producción	Código: 001	Vigente desde: 11 - 2020		
INSTRUCCIONES PARA APLICAR BLOQUEO Y ETIQUETADO Y PRUEBA				
1. Comunicar las actividades al personal involucrado. 2. Realizar el Análisis de Riesgos en la tarea. 3. Apagar la máquina, activar el pulsador (hongo) de seguridad y verificar que no exista energía residual. 4.- Identificar y desactivar los dispositivos de alimentación de fuente de energía. Ejm: Cerrar válvulas de paso, bajar breakers, entre otros.	5. Bloquear con candados los puntos identificados y desactivados de acuerdo al siguiente orden: - Candado amarillo.- Contratistas. - Candado Rojo.- Equipos y maquinarias - Candado azul.- Eléctricos - Candado Verde.- Líder de bloqueo		7. Realizar prueba de energía cero (dar arranque a equipos) 8. En caso que el trabajo se extienda al siguiente turno, el líder de bloqueo será el único autorizado para iniciar las pruebas de arranque de los	
6. Colocar etiquetas en cada punto de bloqueo, para asegurar que se encuentran identificados todos los puntos intervenidos.				
Bloqueos requeridos				
				
PASOS PARA BLOQUEAR, ETIQUETAR Y COMPROBAR ENERGIA CERO				
TIPO Y FUENTE DE ENERGÍA	UBICACIÓN	MÉTODO DE BLOQUEO	DISPOSITIVOS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO	PRUEBA DE ENERGIA CERO
N-1 	Válvula izquierda junto a tablero eléctrico monoblock	Girar la válvula a posición de apagado y aplicar el bloqueo y colocar etiqueta		Intentar girar la válvula y liberar el aire residual
E-1 	Breaker de caja moldeada dentro del panel eléctrico de la etiquetadora	Bajar breaker a posición de apagado y aplicar bloqueo y colocar etiqueta		Intentar dar arranque a la línea desde pulsador en panel de control
NOTAS				
Cada dispositivo de bloqueo va con un candado maestro colocado por el Empleado Autorizado , las llaves de esos candados son colocadas en una caja de bloqueo y esta es cerrada por el candado personal del Empleado autorizado y por los candados personales de cada uno de los ejecutores o empleados afectados .				
				
INSTRUCCIONES PARA RETIRAR BLOQUEO				
1. Asegurar que todas las herramientas hayan sido retiradas. 2. Confirmar que los empleados están en una ubicación segura. Si estaba realizando mantenimiento personal contratista, el supervisor deberá confirmar que todos los externos se encuentren fuera del área de maniobra. 3. Verificar que los controles están en posición neutra (no energizado).	4. Retirar los bloqueos y etiquetas de acuerdo al siguiente orden: - Candado amarillo.- Contratistas. - Candado Rojo.- Equipos y maquinarias - Candado azul.- Eléctricos - Candado Verde.- Líder de bloqueo		5. Energizar la máquina. 6. Notificar a los empleados involucrados que el mantenimiento ha finalizado.	
Importante:  Contratistas.  Máquinas y tableros a bloquear  Ejecutores  Líder bloqueo.				

ANEXO D

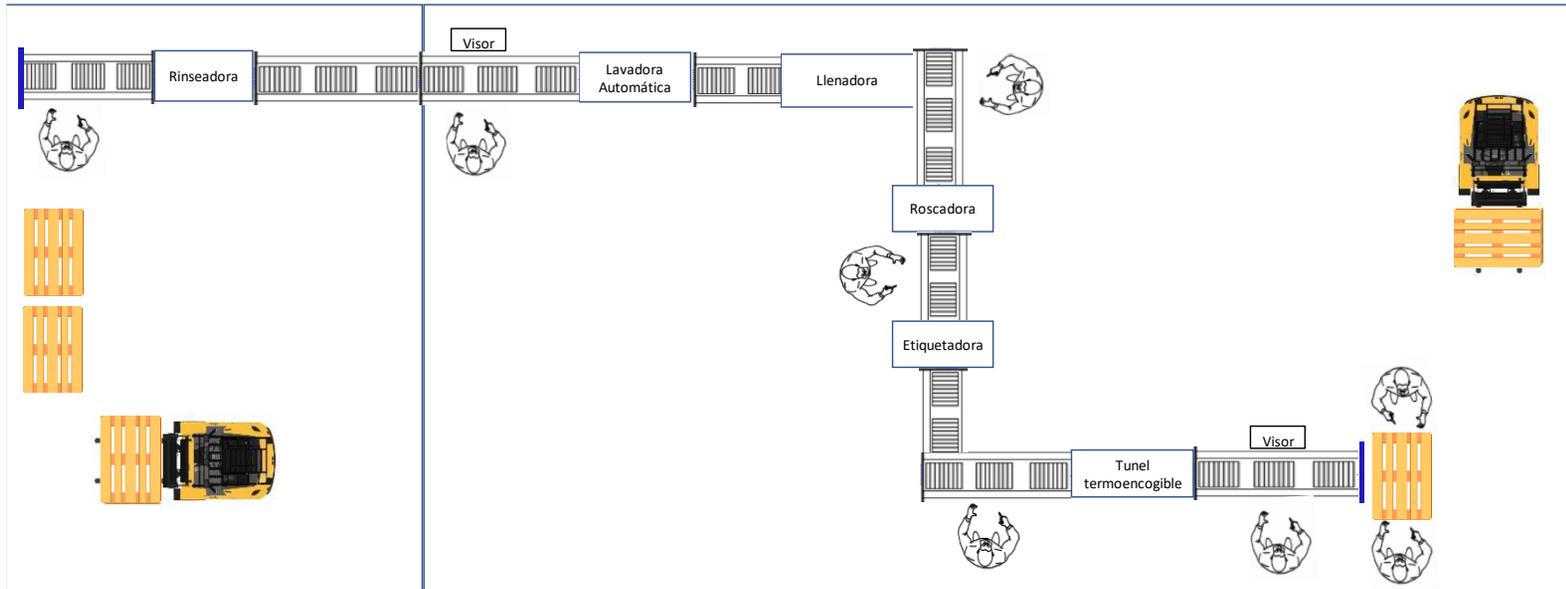
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN SEGURA E INSPECCIÓN

Procedimiento de operación Segura de máquinas		Pag 1.
Máquina:	Etiquetadora	
Especificaciones de la cabina:	Plancha perforada de acero inoxidable con 4 puertas de acceso.	
Función:	Colocar la etiqueta en la botella una vez que esta pasó por la llenadora.	
Presentación:	Botellas de 500 ml, 650 ml, galón y litro.	
Actividades de riesgos:	 <ol style="list-style-type: none"> 1.- Calibración de goma para fijar etiqueta con la botella. 2.- Calibración de altura de etiqueta. 3.- Ajuste y calibración de piezas por cambio de presentación. 4.- Pruebas de arranque de la línea de producción. 5.- Reubicación de botellas que se han caído de la línea de producción. 	
Tipos de protecciones:	4 sensores magneticos de seguridad uno en cada puerta.	
Tipo señalética:	 <ol style="list-style-type: none"> 1.- Peligro mecanismo en movimiento 2.- Peligro superficie caliente 3.- No acercarse mientras el equipo esté encendido 4.- Peligro riesgo eléctrico - 220 voltios 	
Tipo de fuentes de energía:	 <ol style="list-style-type: none"> 1.- Eléctrica 2.- Mecánica 3.- Térmica 4.- Neumática 	
Riesgos:	 <ol style="list-style-type: none"> 1.- Atrapamiento 2.- Golpes y cortes por objetos o herramientas 3.- Contacto térmico 4.- Contacto eléctrico indirecto 5.- Caída a distinto al mismo nivel 	
Personal expuesto:	2 operadores de línea	
Realizado por:	Luis Guijarro	
Fecha:	Diciembre 2020	
Área:	Líneas de producción	
Dirigido a:	Operadores de líneas de producción	

Procedimiento de operación Segura de máquinas		Pag 2.
Prohibiciones:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Uso de accesorios (anillos, pulseras, aretes, cadenas, reloj) 	
	<ol style="list-style-type: none"> 2.- Uso de credencial colgada en el cuello 3.- Uso de celular y audífonos en el área de trabajo 4.- Manipular los sensores de seguridad 5.- Alterar los controles para arrancar la máquina 6.- Operar la máquina sin utilizar los EPP 7.- Manipular los paneles eléctricos sin estar autorizado. 8.- Realizar mantenimiento con la máquina en marcha y sin aplicar LOTOTO. 9.- Usar ropa holgada o prendas sueltas que se podrían enganchar a la máquina 	
EPP:	Operación en condiciones normales:	
	<p>Botas de seguridad punta de acero.</p> <p>Orejeras</p> <p>Cofia y mascarilla.</p> <p>Trabajos de sanitización de la línea (limpieza química):</p> <p>Botas de PVC</p> <p>Guantes de nitrilo</p> <p>Mandil de PVC</p> <p>Gafas claras</p> <p>Pantalla facial de seguridad para limpieza sobre cabeza.</p> <p>Trabajos de mantenimiento</p> <p>Botas de seguridad dieléctrica para personal autorizado (R. Eléctrico)</p> <p>Guantes de maniobra</p> <p>Gafas claras</p> <p>Orejeras</p>	
Gestión ambiental:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Envases de botellas o tapas en desuso colocar en contenedor reciclable de plásticos 	
	<ol style="list-style-type: none"> 2.- Desechos de etiquetas colocar en contenedor reciclable de plásticos 3.- Cartones limpios colocar en contenedor reciclable de papel y cartón. 4.- Desechos de mantenimiento como wipes, EPP contaminados, goma en desuso, envases de químicos, fluorescentes quemadas. 5.- Realizar mantenimiento periódico para mantener niveles estables de ruido y vibraciones. 6.- Mantener prácticas de ahorro de agua. 7.- En caso de derrames de químicos controlar con el kit para derrames. 8.- Identificar fugas de aire y agua en la operación. 9.- Reportar material mal clasificado o mal dispuesto. 	

ANEXO E

LAYOUT DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN



ANEXO F

FICHA TÉCNICA DE GUANTE DE SEGURIDAD

SHOWA
381

Recorte rectangular

Se trata del guante SHOWA más ligero recubierto de nitrilo microporoso y con nivel 4 de resistencia a la abrasión. Su diseño y confort se ven potenciados y ofrece un 20% más de transpiración y evacuación de humedad que nuestra oferta estándar.

CARACTERÍSTICAS

- Acabado de palma de nitrilo microporoso en relieve
- Hilos de microfibras de ingeniería SHOWA (0,52 denier)
- Nivel 4 de alta resistencia a la abrasión
- Peso ultraligero: 19 g

BENEFICIOS

- La resistencia a la abrasión dura dos veces más que SHOWA 380 (8000 ciclos frente a 4000)
- El acabado de palma de nitrilo en relieve dispersa el aceite para aumentar el agarre y la longevidad en entornos con poca grasa
- El grosor de los dedos de 0,84 mm proporciona un excelente nivel de tacto y sensibilidad
- Las propiedades de la microfibras aumentan la permeabilidad del vapor y mejoran la transpirabilidad, por lo tanto, manos más secas y menos sudor

INDUSTRIA

-  **Aeroespacial**
-  **Aeropuertos y puertos**
-  **Automoción**
-  **Construcción**
-  **Embalaje**
-  **Almacenamiento y distribución**
-  **Mecánico**

APLICACIONES IDEALES

- Manipulación de piezas complicadas
- Montaje ligero de piezas recubiertas de aceite
- Mantenimiento
- Montaje de componentes

MATERIAL

- Microfibras
- Tejido sin costuras

REVESTIMIENTO

- Espuma de nitrilo

ACABADO

- Espuma

NORMAS

Cat. II

0120

