



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

**“Evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de té para reducir la
accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A.”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Grado Académico de Magister en
seguridad industrial mención Prevención de Riesgos Laborales**

AUTOR:

Ing. Alex Marcelo Rojas Fernández

TUTOR:

Ing. Galo Roberto Saavedra Acosta, Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2026



DECLARACIÓN DE AUTORIA Y GESTIÓN DE DERECHOS

Yo, Rojas Fernández Alex Marcelo, con número único de identificación 1003568639, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: Evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de tés para reducir la accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A. para reducir la accidentabilidad laboral previo a la obtención del grado de Magíster en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos Laborales.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 28 de abril del 2026



Firmado electrónicamente por:
**ALEX MARCELO ROJAS
FERNANDEZ**

Validar únicamente con FirmaEC

Rojas Fernández Alex Marcelo
C.I. 1003568639



ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En la ciudad de Riobamba, a los 22 días del mes de abril del año 2026, los miembros del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo, reunidos con el propósito de analizar y evaluar el Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de titulación con componente investigación aplicada y/o desarrollo, CERTIFICAMOS lo siguiente:

Que, una vez revisado el trabajo titulado: "Evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de té para reducir la accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A." para reducir la accidentabilidad laboral", perteneciente a la línea de investigación: Ingeniería, industria y construcción, presentado por el maestrante Rojas Fernández Alex Marcelo, portador de la cédula de ciudadanía No. 1003568639, estudiante del programa de Maestría en Seguridad Industrial Mención en Prevención de Riesgos Laborales, se ha verificado que dicho trabajo cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo cuanto podemos certificar, en honor a la verdad y para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firma electrónicamente por:
**GALO ROBERTO
SAAVEDRA ACOSTA**
Validar únicamente con FirmaEC

**Mgs. Galo Roberto
Saavedra Acosta**
TUTOR



Firma electrónicamente por:
**OSCAR DANIEL
ESCOBAR ZABALA**
Validar únicamente con FirmaEC

**Mgs. Oscar Daniel
Escobar Zabala**
**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 1**



Firma electrónicamente por:
**LUIS STALIN LOPEZ
TELENCHANA**
Validar únicamente con FirmaEC

**Mgs. Luis López
Telenchana**
**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 2**



Riobamba, 28 de abril del 2026

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo Saavedra Acosta Galo Roberto, certifico que Rojas Fernández Alex Marcelo con cédula de identidad No. 1003568639, estudiante del programa de Maestría en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos Laborales, cohorte 7ma presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada y/o desarrollo denominado: Evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de té para reducir la accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A. para reducir la accidentabilidad laboral, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido COMPILATION identificando <1% en Similitud, 4% Detección de IA, <1% en Idiomas no reconocidos.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Saavedra Acosta Galo Roberto
C.I. 1802731115

- Adj.-
Resultado del análisis de similitud (Compilation)

AGRADECIMIENTO

Con el objetivo de poder presentar este trabajo, quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza y sabiduría para continuar. A mi familia, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Gracias por creer en mí aun en los momentos más complicados, por su consideración y por su amor firme.

Un agradecimiento muy especial para mi esposa y mi hijo, quienes son mi mayor estímulo y mi mayor razón para seguir adelante todos los días. Ellos son la motivación que me impulsa a ser una mejor persona y un mejor profesional. Para no rendirme fácilmente ante cualquier adversidad.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de grado a mi hijo Junior, y a mi esposa Andreita, quien, gracias a su entrega, confianza y amor sin condiciones, se ha transformado en la mayor fuente de inspiración.

Cada paso dado, cada meta alcanzada ha tenido como propósito ser un ejemplo para ti, enseñarte que con continuidad, sacrificio y determinación se pueden cumplir los sueños.

Este triunfo es también tuyo, esposa mía, porque en los instantes de cansancio, tu sonrisa y tu apoyo han sido el motor para poder seguir. Gracias por confiar en mí y por mostrarme apoyo aun cuando mis fuerzas se desgastaban.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y GESTIÓN DE DERECHOS.	ii
ACTA DE CULMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	5
1. Planteamiento del problema	5
1.2 Formulación de la pregunta del problema	7
1.3 Justificación de la investigación	7
1.4 Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos.....	9
1.5 Descripción de la empresa y puestos de trabajo	9
1.5.1 Misión.....	13
1.5.2 Visión.....	13
1.5.3 Número de trabajadores.....	14
1.5.4 Organigrama de la empresa	15
1.5.5 Flujograma de procesos	16
1.5.6 Descripción de puestos de trabajo de elaboración de té.....	17

CAPÍTULO II	24
2. Marco teórico.....	24
2.1 Antecedentes de la investigación.....	24
2.2 Fundamentación Legal	30
2.2.1 Constitución de la república del ecuador. 2008.....	31
2.2.2 Convenios Internacionales.....	31
2.2.2.1 Convenio N.º 148. El medio ambiente de trabajo.	31
2.2.2.2 Convenio N.º 152. Seguridad e Higiene.....	32
2.2.2.3 Convenio N.º 155. Seguridad y Salud de los Trabajadores.	32
2.2.2.4 Convenio N.º 187. Marco promocional para la Seguridad y Salud en el Trabajo. 33	
2.2.2.5 Decisión 584. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo.....	33
2.2.2.6 Resolución 597. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo 34	
2.3 Código del Trabajo	35
2.4 Decreto Ejecutivo 255. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	35
2.5 Acuerdo ministerial y Resoluciones	36
2.6 Términos y definiciones en seguridad industrial.....	38
2.6.1 Peligro.....	38
2.6.2 Riesgo	38
2.6.3 Factores de riesgo	39
2.6.4 Clasificación de riesgos	39
2.6.4.1 Riesgo físico	39
2.6.4.2 Riesgo mecánico.....	40
2.6.4.3 Riesgo Químico	41
2.6.4.4 Riesgo Biológico	41

2.6.4.5	Riesgo ergonómico	41
2.6.4.6	Riesgo Psicosocial	42
2.6.4.7	Condiciones de trabajo	42
2.5	Accidentes de trabajo.....	43
2.6.1	Condición insegura.....	44
2.6.2	Acto Inseguro	44
2.6.3	Máquina	44
2.6.4	Seguridad en máquinas.....	44
2.6.5	Resguardos.....	46
2.7	Clasificación de los riesgos mecánicos	46
2.8	Máquinas y equipos en la línea de producción de tés.....	48
2.8.1	Equipos de recepción y almacenamiento.....	48
2.8.2	Equipos de preparación y acondicionamiento	49
2.8.3	Equipos de dosificado y envasado.....	50
2.8.4	Equipo de empaque secundario	51
2.8.5	Equipos de embalaje y despacho	52
2.8.6	Herramientas manuales y eléctricas	53
2.9	Riesgos por el uso de herramientas manuales y eléctricas	54
2.9.1	Herramientas manuales.....	55
2.9.2	Riesgos asociados al uso de herramientas manuales	56
2.9.3	Herramientas eléctricas.....	57
2.10	Riesgos asociados al uso de herramientas eléctricas	58
2.11	Mantenimiento en instalaciones	60
2.12	Jerarquía de controles en seguridad industrial.....	63
2.12.1	Protección Colectiva.....	65
2.12.2	Protección Individual.....	65

2.13	Guías de identificación y evaluación de riesgos mecánicos- Seguridad en máquinas.....	65
2.14	Normativa complementaria de riesgos mecánicos.	71
Capítulo III.....		75
3.1	Enfoque de la investigación.....	75
3.2	Diseño de la Investigación.....	75
3.3	Tipo de investigación.....	76
3.3.1	Investigación descriptiva	76
3.3.2	Investigación de campo	77
3.3.3	Investigación documental	77
3.4	Nivel de Investigación.....	77
3.4.1	Investigación exploratoria	77
3.4.2	Investigación descriptiva	78
3.4.3	Investigación explicativa	78
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	79
3.5.1	Revisión documental	79
3.6	Técnicas para el Procesamiento e Interpretación de Datos	80
3.7	Población y Muestra	80
3.7.1	Población	80
3.7.2	Tamaño de la Muestra	81
CAPÍTULO IV		83
4.1	Análisis de los resultados	83
4.2	Inventario técnico de maquinaria industrial	85
4.3	Aplicación del Cuestionario NTP 325.....	87
4.4	Valoración del riesgo mecánico mediante GTC 45.....	89
4.5	Evaluación de conformidad con ISO 12100.....	92

CAPÍTULO V MARCO PROPOSITIVO.....	95
5.1 Planificación de la actividad preventiva.....	95
5.2 Diseño de guardas de seguridad conforme a ISO 14119.....	96
5.3 Evaluación del riesgo residual posterior a la implementación	104
5.4 Controles administrativos y señalización	108
5.5 Equipos de protección personal (EPP)	109
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
APÉNDICE	125
Apéndice A. Plano de la planta TERRAFERTIL S.A.	125
Apéndice B. Identificación de los puestos de trabajo	126
Apéndice C. Lista de máquinas del área de té.....	127
Apéndice D. Lista de herramientas manuales	128
Apéndice E. Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas ntp 325	130
Apéndice F. Matriz gtc 45 para la evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de té.....	133
Apéndice G. Matriz de riesgos mecánicos con análisis de criticidad basada en normas ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119	136
Apéndice H. Mapa de riesgos área de té.....	140
Apéndice I. Flujograma de té.....	141
Apéndice J. Vista isométrica de la línea de té con la propuesta.	142
Apéndice K. Propuestas de guardas de seguridad envasadoras de té.	143
Apéndice L. Propuestas de guardas para la empacadora de té.	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Información general de la empresa</i>	12
Tabla 2. <i>Total número de trabajadores</i>	14
Tabla 3. <i>Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Producción</i>	18
Tabla 4. <i>Descripción del puesto de trabajo del Operario de Envasado de Té</i>	19
Tabla 5. <i>Descripción del puesto de trabajo del Operario de Empacado de Té</i>	20
Tabla 6. <i>Descripción del puesto de trabajo del técnico de mantenimiento</i>	21
Tabla 7. <i>Tabla de clasificación de riesgos mecánicos</i>	47
Tabla 8. <i>Clasificación de riesgos por manipulación de herramientas manuales</i>	56
Tabla 9. <i>Clasificación de riesgos por manipulación de herramientas manuales</i>	58
Tabla 10. <i>Definiciones en el entorno laboral</i>	61
Tabla 11. <i>Determinación del nivel de deficiencia</i>	67
Tabla 12. <i>Nivel de consecuencias según la Guía Técnica Colombiana (GTC 45)</i>	68
Tabla 13. <i>Clasificación del nivel de riesgo y de intervención</i>	69
Tabla 14. <i>Aceptabilidad del nivel de riesgo</i>	69
Tabla 15. <i>Resumen de medidas de seguridad en máquinas</i>	72
Tabla 16. <i>Criterios para los resguardos en máquinas</i>	73
Tabla 17. <i>Segmentación de datos por tipo de peligro</i>	89
Tabla 18. <i>Distribución de datos por zonas de las máquinas de té</i>	90
Tabla 19. <i>Distribución de datos por actividades que se realizan en las máquinas de té</i> . 91	

Tabla 20. <i>Tabla de partes de la guarda de las máquinas</i>	102
Tabla 21. <i>Dimensiones principales de las guardas</i>	103
Tabla 22. <i>Comparación del riesgo inicial y riesgo residual posterior a la implementación de guardas de seguridad</i>	107
Tabla 23. <i>Señalización de seguridad en la línea de producción</i>	108
Tabla 24. <i>EPP de uso diario para operación del área de tés</i>	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación geográfica de la empresa Terrafertil S.A.</i>	10
Figura 2. <i>Distribución de planta</i>	11
Figura 3. <i>Organigrama general de la empresa</i>	16
Figura 4. <i>Flujograma de procesos de empaqueo de té con hierbas aromáticas</i>	17
Figura 5. <i>Pirámide de Kelsen</i>	30
Figura 6. <i>Accidente derivado de un riesgo laboral</i>	38
Figura 7. <i>Riesgos físicos: ruido generado por un taladro</i>	39
Figura 8. <i>Información de utilidad preventiva</i>	40
Figura 9. <i>Trabajador en postura incómoda</i>	42
Figura 10. <i>Condiciones laborales</i>	42
Figura 11. <i>Accidente por atrapamiento</i>	43
Figura 12. <i>Proceso para conseguir la seguridad en máquinas</i>	45
Figura 13. <i>Resguardos tipo malla</i>	46
Figura 14. <i>Proceso de la gestión de almacenes</i>	48
Figura 15. <i>Línea de preparación y acondicionamiento</i>	50
Figura 16. <i>Máquina envasadora de té</i>	51
Figura 17. <i>Fases de empaque</i>	52
Figura 18. <i>Paletizadora para carga descarga y manipulación</i>	53
Figura 19. <i>Utilización inadecuada de herramienta manual</i>	55

Figura 20. <i>Uso inadecuado de herramientas eléctricas.</i>	57
Figura 21. <i>Mantenimiento en maquinaria industrial.</i>	60
Figura 22. <i>Jerarquía de Control de Riesgos</i>	63
Figura 23. <i>Matriz GTC 45</i>	66
Figura 24. <i>Estimación del Nivel de Riesgo</i>	66
Figura 25. <i>Valoración del Nivel de Probabilidad</i>	67
Figura 26. <i>Determinación del nivel de riesgo</i>	68
Figura 27. <i>Aspectos para el diseño de máquinas según la ISO 12100.</i>	70
Figura 28. <i>Puestos de trabajo del área de tés.</i>	85
Figura 29. <i>Lista de maquinaria del área de tés.</i>	86
Figura 30. <i>Lista de herramientas manuales para el mantenimiento del área de tés.</i>	87
Figura 31. <i>Cuantificación de las preguntas que cumplen y no cumplen del banco de preguntas del cuestionario de la NTP 325.</i>	88
Figura 32. <i>Tipos de riesgos evaluados en la línea de tés</i>	92
Figura 33. <i>Distribución de riesgos mecánicos</i>	94
Figura 34. <i>Diseño propuesto de guardas para las máquinas de tés.</i>	98
Figura 35. <i>Diseño propuesto para la tolva de la máquina de tés.</i>	99
Figura 36. <i>Diseño propuesto de la máquina empacadora.</i>	100
Figura 37. <i>Diseño de guarda de seguridad</i>	101

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es presentar una perspectiva práctica sobre los riesgos mecánicos en la fabricación de té en Terrafertil S.A. y demostrar cómo reducir los accidentes mediante la gestión de riesgos en las interacciones del operario con la maquinaria. Un control deficiente de estas interacciones operario/máquina conlleva lesiones laborales.

El objetivo principal del proyecto fue evaluar los riesgos mecánicos involucrados en la producción de té y la capacidad de reducir la frecuencia de accidentes. Mediante un enfoque de métodos mixtos que incluyó la observación directa en los puestos de trabajo, el uso del cuestionario NTP 235 y la aplicación de la norma GTC 45 para la evaluación de riesgos, junto con referencias técnicas de la norma ISO 12100, los resultados de la evaluación preliminar indicaron que: (1) el 68% de los riesgos se clasificaron como de alto riesgo; (2) el 22% como de riesgo medio; (3) el 10% como de bajo riesgo, con puntuaciones promedio de 320 a 480; y (4) el 72% de los incidentes se debieron a lesiones por aplastamiento. 18% por cortes; y 10% por impacto mecánico.

Además, las medidas de control, como la instalación de protecciones de seguridad en las máquinas y la mejora de los procedimientos operativos, dieron como resultado una reducción del riesgo residual de aproximadamente el 52%, con un riesgo alto clasificado en el 14% y un aumento proporcional de las clasificaciones de riesgo medio (56%) y bajo (30%), con puntuaciones que oscilan entre 110 y 190.

Palabras clave: *riesgos mecánicos, seguridad industrial, evaluación de riesgos, ISO 12100, accidentabilidad laboral*

Abstract

This research aimed to present a practical perspective on mechanical hazards in tea manufacturing at *Terrafertil* S.A. and to demonstrate how to reduce accidents through risk management of operator interactions with machine equipment. Poor control over these interactions leads to workplace injuries. The project's primary objective was to evaluate the mechanical risks involved in producing tea and the ability to reduce the frequency of accidents. Using a mixed-method approach of direct observation at workstation sites, the use of the NTP 235 questionnaire and the application of GTC 45 for risk assessments in conjunction with technical references from ISO 12100, the results of the preliminary assessment indicated that: (1) 68% of hazards were classified as high risk; (2) 22% medium risk; (3) 10% low risk with point values averaging 320 - 480; and (4) 72% of incidents occurred from crush injuries; 18% from cuts; and 10% from mechanical impact. In addition, control measures, such as the implementation of safety guards on machines and the improvement of operating procedures, resulted in the reduction of residual risk of approximately 52%, with high-level risk classified at 14% and a proportional escalation of medium (56%) and low-level (30%) risk classifications with point values ranging from 110 to 190.

Keywords: mechanical hazards, industrial safety, risk assessment, ISO 12100, workplace accident rates.



Reviewed by:
Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.
ENGLISH PROFESSOR
ID No.: 0604235036

INTRODUCCIÓN

En la empresa Terrafertil S.A., la seguridad y salud en el trabajo es un elemento clave dentro de los procesos productivos; una gestión adecuada permite prevenir accidentes y proteger la integridad de los colaboradores. En la línea de producción existe presencia de riesgos mecánicos, ya que los equipos, herramientas y máquinas pueden ocasionar desde lesiones hasta accidentes graves si no son identificados y controlados mediante una evaluación adecuada.

El presente tema de investigación se ejecutará en la empresa Terrafertil S.A., específicamente en su línea de producción, la cual se dedica a la producción de tés en el período de febrero-mayo 2026, desarrollado en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo. Se centra en la ineficiente evaluación de los riesgos mecánicos, situación que puede dar origen directo al incremento de accidentabilidad. De acuerdo con la problemática, se plantea la evaluación de los riesgos mecánicos con el objetivo de identificar aquellos peligros existentes, con el fin de minimizar accidentes ocasionados por estos riesgos y además de mejorar la seguridad laboral.

Dentro de la línea de producción de tés, el personal se encuentra expuesto a riesgos mecánicos, por lo que se ha evidenciado la necesidad de fortalecer las acciones preventivas, los riesgos asociados se derivan de la interacción con máquinas, equipos o herramientas, dando efectos negativos tales como golpes, choques contra objetos móviles, proyección de partículas, atrapamientos, fallas en los sistemas de resguardo. Pueden ocasionar consecuencias perjudiciales como cortes, heridas, amputaciones, atrapamiento, proyección de partículas. De acuerdo con estudios anteriores sobre riesgos mecánicos se revelan que la acción mecánica de máquinas, equipos o herramientas dentro de entornos de

producción representa un nivel significativo de accidentes laborales, de los cuales podrían prevenirse mediante una adecuada gestión de los riesgos.

Desde la perspectiva académica el proyecto de investigación aporta un estudio de evaluación de riesgos mecánicos mediante el uso de estándares internacionales como la ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119, a nivel empresarial se busca mejorar la eficiencia en el área de producción disminuyendo lesiones, accidentes ocasionados por estos riesgos. Tiene mayor impacto a nivel social contribuyendo a un entorno de trabajo seguro.

La investigación utiliza un enfoque de investigación mixto, utilizando técnicas cualitativas mediante el análisis de registros de seguridad en la empresa y técnicas cuantitativas ya que se aplicará observación directa para realizar la evaluación de riesgos mecánicos utilizando la guía técnica Colombiana GTC 45, normativa internacional como la ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119. Se utilizará una investigación descriptiva y evaluativa ya que se va a identificar, analizar y valorar los riesgos mecánicos en el área de producción de té lo que permite realizar un diagnóstico técnico confiable.

Finalmente, como resultado de la evaluación se identificarán los riesgos mecánicos, determinando su nivel crítico para aplicar medidas de prevención de accidentes mejorando las condiciones en el trabajo. En el primer capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, objetivos, y la justificación de la investigación. Dentro del segundo capítulo se presenta el marco teórico y conceptual. El tercer capítulo describe la metodología aplicada. El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos de acuerdo con la evaluación de riesgos y su análisis detallado. Para concluir el quinto capítulo define las conclusiones y recomendaciones las cuales se encuentran orientadas a la prevención de accidentes y la mejora continua de acciones preventivas en la empresa Terrafertil S.A.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema

En la línea de producción de tés de Terrafertil S.A., las operaciones involucran máquinas y equipos. Esto expone a los trabajadores a riesgos mecánicos, por lo que se considera una problemática que tiene consecuencias negativas tales como atrapamientos, cortes, golpes, proyección de partículas; las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con deficiencias en los sistemas de protección y fallas en los procedimientos de producción, afectando la seguridad del personal y la continuidad operativa de la empresa.

La empresa Terrafertil S.A. dentro de su proceso productivo dispone de una línea de producción de tés, de las que forman parte: herramientas, máquinas estáticas y móviles, y equipos de operaciones manuales; durante el transcurso de su proceso existen ciertas condiciones que afectan a la seguridad y salud de los trabajadores, tales como, el desarrollo de la interacción trabajador y máquina agregando factores como el cumplimiento con los procedimientos seguros de trabajo, diseño de equipos, efectividad de medidas de control.

La determinación de los riesgos mecánicos surge de la observación de las condiciones de trabajo y del análisis de incidentes y accidentes ocurridos por riesgos mecánicos; evidenciando que el riesgo mecánico no se ha evaluado correctamente. La falta de una adecuada evaluación y control de riesgos mecánicos es la causa de que se incremente la probabilidad de que ocurran accidentes en el trabajo, lo que genera

ausentismo del personal, sanciones por incumplimiento normativo, costos por atención médica, lo que limita considerablemente la cultura de prevención.

La evaluación de riesgos mecánicos enfatiza un proceso sistemático para cuidar la seguridad del personal que utiliza máquinas, por lo que se identificarán las actividades que ejecutan los trabajadores, se estudiarán fuentes potenciales de peligro, además es importante que se analice la probabilidad de ocurrencia y si esto pone en peligro la vida e integridad física del colaborador, por ende, se debe proponer soluciones que beneficien a mejorar las condiciones del ambiente de trabajo. (Adamopoulos & Syrou, 2022)

Al identificar los efectos que ocasionan la exposición al riesgo mecánico se obtendrá una visión clara sobre los peligros reales que tiene la empresa, por ello el personal de seguridad y salud en el trabajo podrá reconocer donde se encuentran los riesgos más críticos que permitirá tomar decisiones como mejorar la protección de máquinas, equipos y herramientas, mejorar procedimientos de trabajo, permitiendo cuidar la salud del personal e identificar los riesgos antes de que den origen a accidentes o causen daño al trabajador. (Hurtado, 2023)

Frente a la realidad de la empresa se plantea analizar mediante la evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de tés, aplicando la GTC 45, normas internacionales: ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119; beneficiando la reducción de accidentabilidad; es por ello que abordar esta problemática permitirá implementar medidas enfocadas a mejorar las condiciones de trabajo y fortalecer acciones que garanticen un entorno de trabajo seguro.

1.2 Formulación de la pregunta del problema

¿Cómo la identificación, evaluación y control de los riesgos mecánicos en la línea de producción de té de Terrafertil S.A., aplicando normativa nacional e internacional vigente, puede contribuir a reducir la accidentabilidad laboral?

1.3 Justificación de la investigación

El riesgo mecánico se relaciona con la interacción entre el trabajador y la maquinaria, que trae como consecuencia lesiones graves, por elementos de la máquina, herramientas o piezas. Uno de los riesgos más frecuentes es atrapamiento a causa del movimiento de la máquina entre dos objetos que se encuentran juntos el uno de otro y puede ocasionar amputación de algún miembro. Es por ello que identificar estos factores permitirá mitigar los posibles riesgos y velar por la seguridad de los trabajadores.

(Organización Internacional del Trabajo, 2024)

La presente investigación se justifica por la necesidad de mejorar y fortalecer la seguridad laboral específicamente en la línea de producción de tés de la empresa Terrafertil S.A., donde se evidencia el uso constante de equipos, máquinas y herramientas que producen riesgos mecánicos que pueden derivar en lesiones o accidentes de gravedad, si no se actúa inmediatamente sobre ellos. La solución se basa en la evaluación de dichos riesgos, es una actividad fundamental para identificarlos, analizar su nivel de riesgo y establecer medidas de control y prevención que permiten minimizar la accidentabilidad y proteger la seguridad de los trabajadores pertenecientes a esta área.

Desde el aspecto teórico, la investigación contribuye al aplicar conceptos en base a seguridad laboral mediante la evaluación de riesgos mecánicos y prevención de accidentes, mediante la aplicación de normativa nacional e internacional, permitiendo que se

desarrolle un conocimiento amplio aplicado a un contexto real dentro de la empresa, una temática que puede abordar futuras investigaciones. La aplicación de la evaluación de riesgos mecánicos nos brinda un enfoque metodológico esencial que puede utilizarse en otras áreas de la empresa, ya que nos aporta resultados confiables, lo cual es muy beneficioso para tomar decisiones.

Dentro del contexto social, esta investigación fomenta a que se proteja la seguridad y salud del personal mediante ambientes de trabajo seguros, lo que permite reducir la accidentabilidad, evitar ausentismo y mejorar la productividad, además, favorece el cumplimiento normativo en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Hoy en día en los sectores industriales los accidentes laborales continúan representando un problema persistente, sobre todo en lugares que se opera con maquinaria o líneas de producción. Según estudios de (Ruales & Álvarez, 2022), los accidentes y enfermedades profesionales asociadas con el trabajo suceden frecuentemente, muchas empresas se ven afectadas a pesar de los avances y estudios en materia de seguridad. Cabe destacar que 2.93 millones de trabajadores mueren cada año y los trabajadores aún se enfrentan a diversos peligros y riesgos en su entorno laboral.

Finalmente, esta investigación es muy necesaria ya que visualiza la importancia de la seguridad laboral, aborda la problemática existente en la empresa y brinda una solución de acuerdo a la necesidad de la línea de producción de té, impactando positivamente a los trabajadores al crear ambientes de trabajo seguro.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar los riesgos mecánicos en la línea de producción de té, con el fin de reducir la accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar los factores de riesgo presentes en los procesos de producción de té en Terrafertil S.A.
- Valorar el nivel de riesgo mecánico.
- Formular un sistema integral de gestión preventiva.

1.5 Descripción de la empresa y puestos de trabajo

Terrafertil S.A. fue fundada en el año 2005, por tres hermanos ecuatorianos David, Raúl y Daniel Bermeo conocida por su marca Nature's Heart. Ubicada en el cantón Pedro Moncayo, en la parroquia de Tabacundo, provincia de Pichincha, Ecuador. Cuenta con un posicionamiento regional en el mercado latinoamericano con presencia en varios países como Perú, México, Colombia y Chile.

Figura 1.

Ubicación geográfica de la empresa Terrafertil S.A.



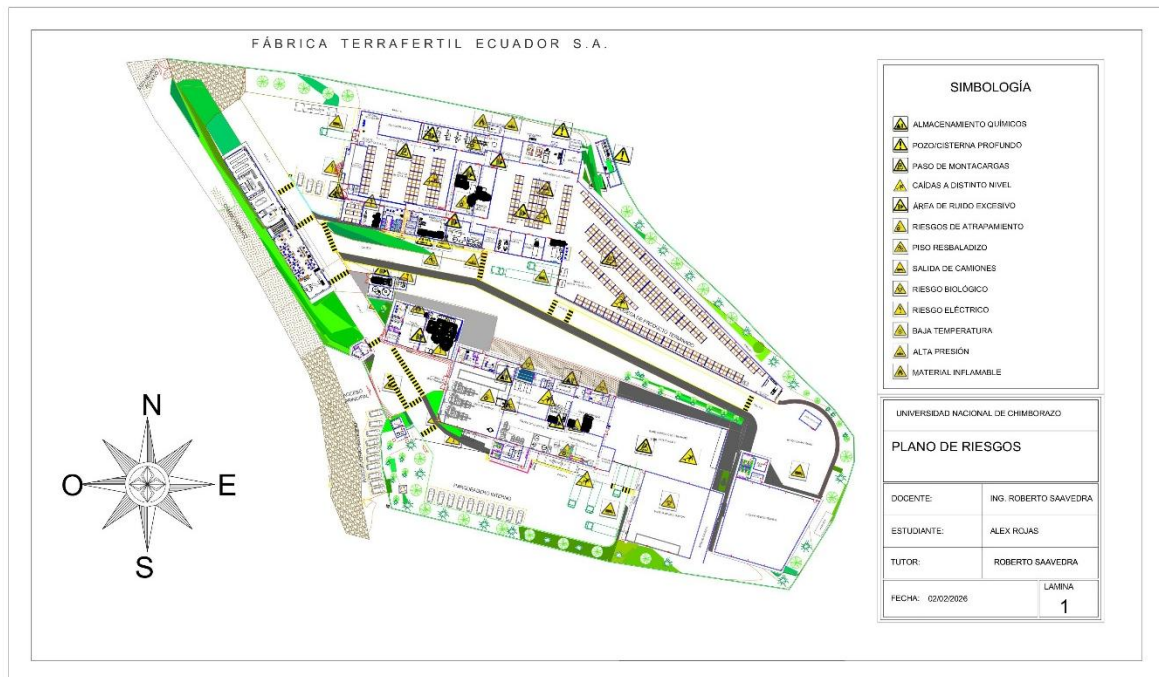
Nota. Tomado de Google Maps (2026).

Es una empresa agroindustrial ecuatoriana que se dedica a la producción de alimentos saludables por medio de ingredientes naturales. Con una integración eficiente de la cadena productiva; desde la adquisición de la materia prima hasta su distribución, con procesos tecnificados de buenas prácticas de manufactura, control sanitario, gestión ambiental y seguridad industrial.

De la misma manera Terrafertil S.A. desarrolla una línea especializada en la elaboración de té herbales y con frutas, orientada al procesamiento de materias primas naturales como hierbas aromáticas, vegetal seco, fruta troceada y deshidratada. Este proceso comprende etapas de recepción, selección, molienda, llenado de tolva, dosificación y envasado y almacenamiento, desarrolladas mediante máquinas y equipos industriales.

Figura 2.

Distribución de planta



Nota. Tomado de Terrafertil S.A. (2026).

Esto implica que las personas se encuentran en constante interacción con los equipos mecánicos, partes móviles, sistemas de transmisión y redes eléctricas de baja tensión, enfrentándose a una alta exposición a peligros y riesgos no solo para el personal de operación, también para los peatones que circulan por el establecimiento.

La empresa impulsa a una mejora continua de sus procesos productivos garantizando la conformidad del producto final con los estándares establecidos y fortaleciendo las condiciones de trabajo, a través de medidas preventivas de seguridad y salud ocupacional, conforme al cumplimiento normativo como ISO 9001 e ISO 45001.

Para una mejor comprensión, en la siguiente tabla se puede observar la descripción general de la empresa.

Descripción general de la empresa:

Tabla 1.

Información general de la empresa

Razón social	Terrafertil S.A.
Nombre comercial:	Terrafertil S.A.
Dirección:	3Q49+R4C, Tabacundo
Parroquia:	Tabacundo
Cantón:	Pedro Moncayo
Provincia:	Pichincha
Actividad empresarial:	Elaboración de tés y tés con frutas
Teléfono:	0984958111
Número de trabajadores:	235 trabajadores
Nivel de riesgo según el C.I.I.U:	Riesgo Bajo
Superficie total y área útil de trabajo:	7555.51 m ²

Nota. Datos obtenidos de Terrafertil S.A. (2026).

Mediante El Anexo 2. Del Acuerdo Ministerial 196. Tabla de clasificación de nivel de riesgos de las actividades económicas en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales (Ministerio del Trabajo, 2024), la empresa corresponde a C1079.13 Elaboración de extractos y preparados a base de té o mate; mezcla de té y mate, infusiones de hierbas (menta, manzanilla, verbena, etcétera). Con un nivel de riesgo bajo.

Sin embargo, es necesario diagnosticar los factores de riesgo presentes en los procesos de producción de té en Terrafertil S.A., de tal manera que permitirá evidenciar

condiciones inseguras que podrían pasar desapercibidas, en cada etapa del proceso, debido a que las operaciones relacionadas con la producción involucran el uso de maquinaria industrial, que generan riesgos mecánicos; minimizando la probabilidad de que sucedan accidentes y garantizando las condiciones de trabajo.

1.5.1 Misión

Crear, procesar y vender tés y tés con frutas de buena calidad, mediante el cumplimiento normativo, alineado a regulaciones nacionales e internacionales técnicas, sanitarias, ambientales y de seguridad, a través de métodos eficientes e innovadores que aporten valor a la cadena productiva. Implementando una gestión de la seguridad industrial adecuada para la identificación y control de riesgos mecánicos, con el fin de prevenir accidentes laborales; garantizando una buena calidad del producto y protección del personal operativo asociado a la línea de producción.

1.5.2 Visión

Ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacional en la producción y distribución de alimentos agroalimentarios saludables y sostenibles, fortaleciendo un entorno laboral seguro y eficiente en Terrafertil S.A. a través de la implementación de métodos técnicos de evaluación y control de riesgos mecánicos en la línea de producción de tés, con el objetivo de minimizar los accidentes laborales y mejorar las condiciones de operación de las máquinas mediante el cumplimiento normativo vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

1.5.3 Número de trabajadores

Tabla 2.

Total número de trabajadores

Área	Proceso	N.º de trabajadores	H	M	Embarazadas	Personal con discapacidades	Enfermos crónicos
Administrativa y Técnica	Administración	22	9	13	1	1	9
	Técnicos	5	4	1	0	0	1
	Gestión de calidad	5	1	4	1	1	0
	SHE	5	2	3	1	1	0
Servicios varios	Guardianía	3	3	0	0	0	0
	Lavandería y limpieza	2	0	2	0	0	1
	Cocina	6	2	4	0	1	0
Bodegas MP/PT	Bodega	24	29	3	0	1	1
Mercado de Exportación	Supervisores	1	1	0	0	0	0
	Horno	11	11	0	0	0	0
	Desmallado	7	2	5	0	0	0
	Elaboración de picadillo	3	2	1	0	0	0
	Empaque	17	0	17	0	0	1
	Clasificación de fruta	9	9	0	0	0	0
	Preparación	53	28	25	0	0	0
	Lavado de gavetas	2	1	1	0	0	0
Mantenimiento	Mantenimiento	6	6	0	0	0	0

Área	Proceso	N.º de trabajadores	H	M	Embarazadas	Personal con discapacidades	Enfermos crónicos
Mercado nacional	Supervisores	4	3	1	0	0	0
	Frutos secos	8	0	8	0	0	2
	Tés/ Tés con frutas	21	8	13	0	1	0
	Condimentos	4	0	4	0	0	2
	Miel	3	1	2	0	0	0
	Vinagres	8	4	4	0	1	0
	Granolas	2	2	0	0	1	0
	Codificación	3	1	2	0	1	0
	Cuarentena	1	0	1	0	1	0
Total		235	130	112	3	10	17

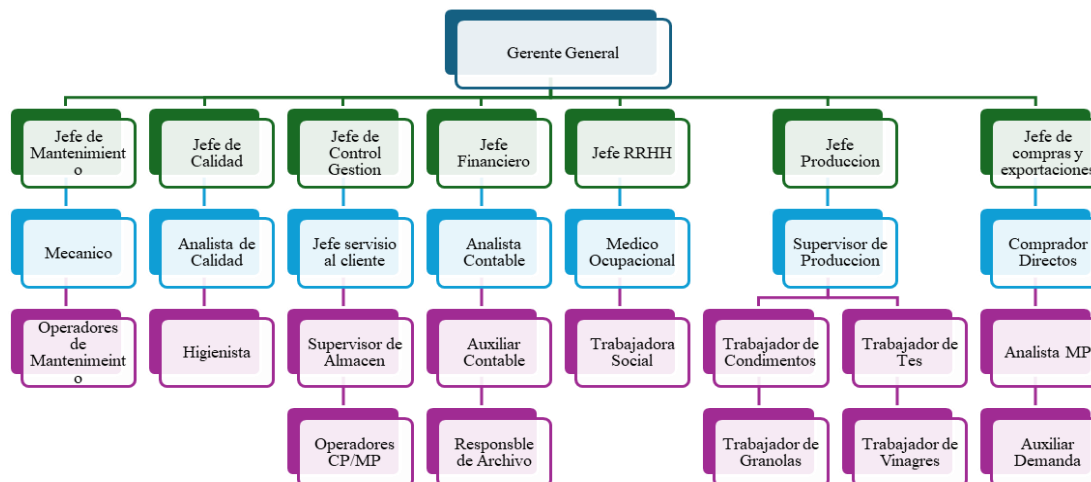
Nota. Datos obtenidos de Terrafertil S.A. (2026).

1.5.4 Organigrama de la empresa

El siguiente organigrama de la empresa representa la estructura organizacional y los niveles jerárquicos, adecuado a la autoridad y canales de comunicación entre áreas. De tal manera que se pueda determinar las funciones y responsabilidades de manera clara para cada empleado, así como la supervisión y control de las actividades que se realizan dentro de la empresa. Garantizando una coordinación interdepartamental y respaldando una gestión de procesos productivos eficientes que se ajuste a los objetivos estratégicos y operativos.

Figura 3.

Organigrama general de la empresa



Nota. Organigrama realizado a partir de la información obtenida de la empresa.

1.5.5 Flujograma de procesos

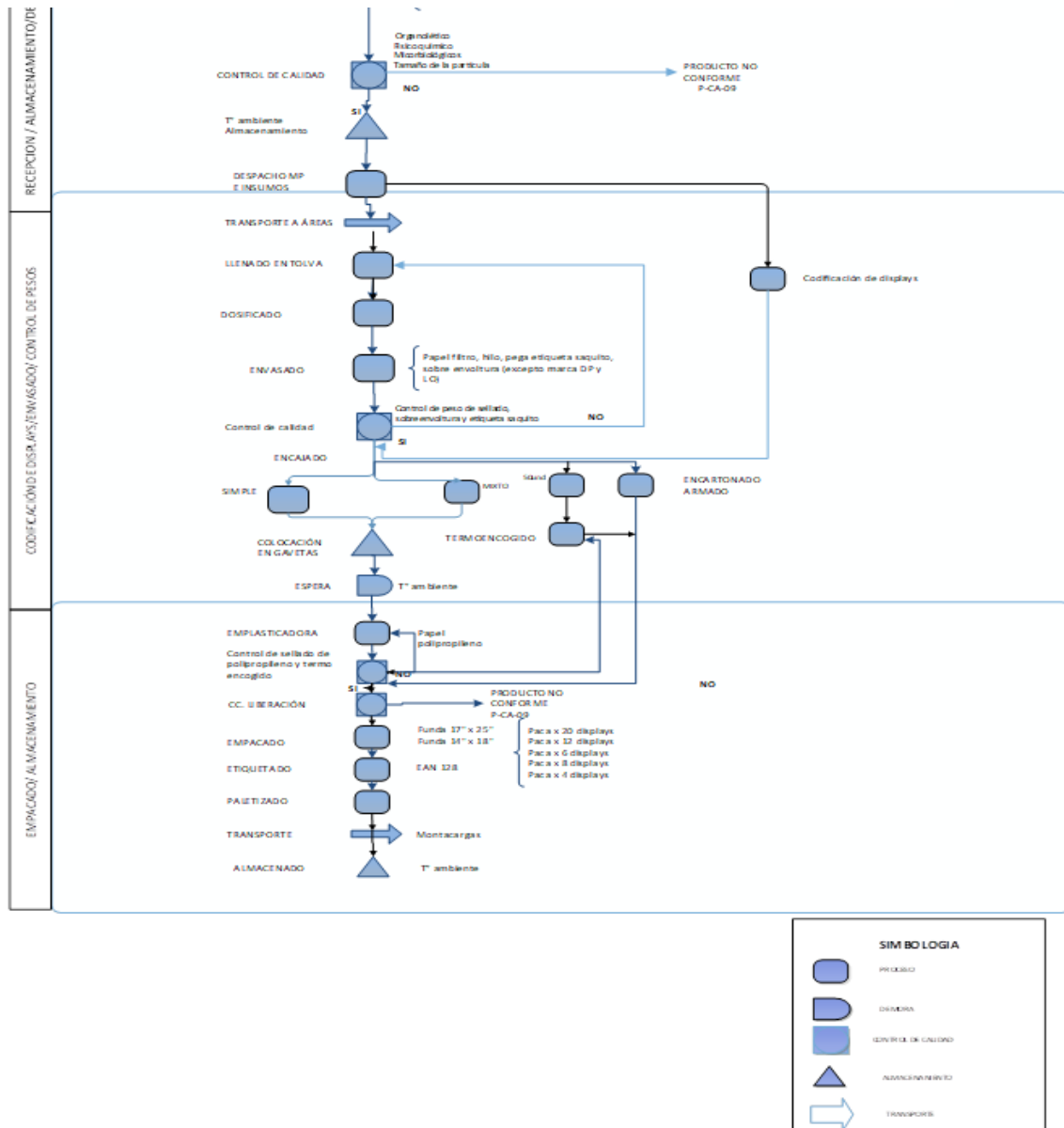
Para la elaboración de tés con hierbas aromáticas, la materia prima vegetal nacional e importada es llevada a recepción, para verificar su conformidad, es llevada a control de calidad, una vez aprobado el producto, es almacenado para luego trasladar al área de producción, en donde es procesada nuevamente y pasada por control de calidad para luego ser encajado, una vez completada la línea de producción el producto, es empaquetado, etiquetado, paletizado para proceder a ser almacenado a temperatura ambiente.

De la misma manera, la elaboración de tés de frutas, la fruta troceada y deshidratada es llevada a recepción, una vez aprobada mediante el control de calidad y cumple con los parámetros establecidos, la materia prima es almacenada y acondicionada para su mezcla con otros ingredientes dependiendo de la formulación del producto. Continuamente es dosificado manualmente, pesado, sellado y colocado en la máquina para luego ser transportado en la termoencogedora. Del mismo modo es empaquetado, etiquetado,

paletizado para luego ser transportado y almacenado a temperatura ambiente. A continuación, se presenta el flujograma:

Figura 4.

Flujograma de procesos de empaqueo de tés con hierbas aromáticas



Nota. Línea de proceso de elaboración de tés. Información obtenida de la empresa.

1.5.6 Descripción de puestos de trabajo de elaboración de tés

A continuación se describe 3 puestos de trabajo dentro de la línea de producción de tés analizados:

Tabla 3.*Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Producción*

Supervisor de Producción	
Área	Producción
Reporta a	Jefe de Producción
Objetivo del puesto	Coordinar y supervisar las operaciones de envasado y empaçado del área de té, asegurando el cumplimiento de metas de producción, calidad, seguridad e inocuidad
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar al personal operativo de envasado y empaçado. • Controlar el cumplimiento del programa de producción. • Verificar parámetros de proceso y calidad del producto. • Gestionar incidencias operativas y reportarlas. • Asegurar el cumplimiento de BPM, seguridad y normas internas. • Capacitar al personal en procedimientos y buenas prácticas. • Coordinar con mantenimiento y calidad.
Requisitos	<p>Técnico o tecnólogo en alimentos, industrial o afines.</p> <p>Experiencia mínima de 2 años en supervisión de procesos.</p> <p>Conocimientos en BPM, control de calidad y seguridad industrial.</p>
Equipos de protección personal	<p>Casco de seguridad</p> <p>Protección auditiva</p> <p>Gafas de seguridad</p> <p>Mascarilla</p> <p>Calzado antideslizante</p>
Riesgos laborales	<p>Atrapamiento</p> <p>Cortes</p> <p>Golpes</p> <p>Aplastamientos</p>

Nota. *Elaboración en base a datos de la empresa Terrafertil S.A.*

Tabla 4.*Descripción del puesto de trabajo del Operario de Envasado de Té*

Operario de Envasado de Té	
Área	Té
Reporta a	Supervisor de producción
Objetivo del puesto	Ejecutar el proceso de envasado de té garantizando la correcta dosificación, sellado y presentación del producto, cumpliendo con los estándares de calidad, inocuidad y seguridad establecidos por Terrafertil, sin afectar en temas de legalidad e inocuidad
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Operar máquinas de envasado (sacheteras, dosificadoras, selladoras). • Verificar peso, volumen y sellado del producto en cada lote. • Abastecer de insumos (bolsas, filtros, etiquetas) la línea de producción. • Realizar inspecciones visuales para detectar defectos. • Mantener el orden y limpieza del área. • Registrar datos de producción y control de proceso. • Cumplir con BPM, POES y normas de seguridad industrial.
Requisitos	<p>Educación básica o bachillerato.</p> <p>Experiencia mínima de 6 meses en plantas de alimentos (deseable).</p> <p>Conocimientos básicos de BPM e inocuidad alimentaria.</p>
Equipos de protección personal	<p>Casco de seguridad</p> <p>Protección auditiva</p> <p>Lentes de seguridad</p> <p>Mascarilla</p> <p>Guantes anticorte</p>

Operario de Envasado de Té	
	Calzado antideslizante
	Uniforme sin partes sueltas
Riesgos laborales	Atrapamiento en rodillos o mecanismos de arrastre
	Cortes elementos punzantes
	Golpes por partes móviles en funcionamiento
	Aplastamientos

Nota. Elaboración en base a datos de la empresa Terrafertil S.A.

Tabla 5.

Descripción del puesto de trabajo del Operario de Empacado de Té

Operario de Empacado de Té	
Área	Té
Reporta a	Supervisor de producción
Objetivo del puesto	Realizar el empaqueo del producto terminado asegurando la correcta presentación, rotulación y embalaje conforme a los estándares de calidad y requerimientos del cliente.
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Empacar el producto en cajas, displays o empaques secundarios. • Verificar codificación, lote y fecha de caducidad. • Armar y sellar cajas de acuerdo con especificaciones. • Apoyar en el conteo y control de unidades empaçadas. • Mantener el área limpia y organizada. • Cumplir normas de seguridad y ergonomía.
Requisitos	<p>Educación básica.</p> <p>Experiencia en empaqueo manual o automatizado (deseable).</p> <p>Capacidad para trabajo repetitivo.</p>

Operario de Empacado de Té	
Equipos de protección personal	Casco de seguridad Protección auditiva Lentes de seguridad Mascarilla Guantes de protección Calzado antideslizante Uniforme sin partes sueltas
Riesgos laborales	Atrapamiento en rodillos de la máquina termoencogedora Cortes por manipulación de flejes Golpes debido al apilamiento y armado de cajas

Nota. Elaboración en base a datos de la empresa Terrafertil S.A.

Tabla 6.

Descripción del puesto de trabajo del técnico de mantenimiento.

Técnico de mantenimiento	
Área	Mantenimiento
Reporta a	Jefe de Mantenimiento
Objetivo del puesto	Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en maquinaria y equipos de la línea de producción de tés, garantizando su correcto funcionamiento, seguridad operativa y continuidad del proceso productivo.
Funciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria industrial.

	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar fallas mecánicas, eléctricas y neumáticas. • Ejecutar reparaciones y ajustes en equipos. • Verificar el correcto funcionamiento de la máquinas. • Registrar actividades de mantenimiento realizadas. • Apoyar en la instalación de nuevos equipos o mejoras.
	Técnico o tecnólogo en mantenimiento industrial, mecánica o afines.
Requisitos	Experiencia en mantenimiento de maquinaria industrial (deseable).
	Conocimientos en mecánica, electricidad y neumática.
	Capacidad de análisis y resolución de problemas.
	Casco de seguridad
	Protección auditiva
Equipos de protección personal	Lentes de seguridad
	Guantes de protección
	Calzado de seguridad
	Ropa de trabajo ajustada
	Atrapamientos en partes móviles de maquinaria
	Cortes por herramientas o piezas
Riesgos laborales	Golpes por manipulación de equipos
	Contacto eléctrico
	Proyección de partículas

Nota. *Elaboración en base a datos de la empresa Terrafertil S.A.*

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

La “Evaluación de riesgo de salud y seguridad en el trabajo: una revisión sistemática de la literatura sobre modelos, métodos y aplicaciones” (Lui et al., 2023) este artículo presenta una revisión sistemática global de modelos y métodos de evaluación de riesgo en seguridad y salud ocupacional. Abarcando un total de 88 publicaciones internacionales que abarcan diferentes perspectivas, planteamiento y métodos para evaluar y priorizar los riesgos laborales en distintos sectores productivos. Analizando no solo métodos aplicados sino también una visión comparativa de cómo son implementados en diferentes países.

A partir de este estudio se puede interpretar que los riesgos asociados a maquinaria y equipos, enfatizando la importancia de aplicar metodología reglamentadas de evaluación de riesgos que permitan una gestión preventiva eficaz. De tal manera que contribuya significativamente a una mejora continua de las condiciones de trabajo y reducción de incidentes a nivel internacional.

Según el estudio realizado conforme a “Salud y seguridad en el trabajo, evaluación y gestión de riesgos en el sector de maquinaria”. La maquinaria desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico, pero es claro destacar que está asociada con importantes riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores. Este estudio investiga las prácticas de salud y seguridad ocupacional SST, mediante la aplicación de las etapas de identificación, evaluación, y análisis de riesgos, también examina las estrategias de gestión para controlar y mitigar los riesgos identificados. Estos resultados están basados en el alto

número de accidente relacionados con la maquinaria, exposición a sustancias peligrosas y problemas ergonómicos. Proporcionando información en base a la evaluación de riesgos y recomendaciones para aplicar buenas prácticas que permitan reducir los accidentes laborales. (Belkher & Masood, 2023)

Los resultados del estudio respaldan la necesidad de implementar estrategias de gestión proactivas, como brindar capacitaciones a los trabajadores, establecer procedimientos adecuado y el adecuado uso de equipos de protección personal. Ya que la maquinaria es parte fundamental para el desarrollo económico y a la vez presenta importantes desafíos en materia de seguridad y salud en el trabajo al estar asociado a la operación de la maquinaria, de la misma manera resalta una evaluación de riesgos a través de la identificación y evaluación de riesgos, siendo una fase clave para le gestión preventiva.

De acuerdo con los autores (Burgos Gómez et al., 2024), en su artículo de revista académica titulado: “Programa de prevención de riesgos mecánicos en una empresa automotriz ubicada en Bogotá, Colombia”, desarrollado en la revista anual de investigación formativa Germina, estudia la problemática de los riesgos mecánicos y sobre cómo prevenir accidentes ocasionados por máquinas, herramientas y equipos utilizados en el taller.

El objetivo del estudio es identificar riesgos mecánicos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores del taller automotriz, evaluar y diseñar un programa de prevención para reducir la accidentabilidad y mejorar el entorno de trabajo, por lo que se utiliza una metodología descriptiva, se encuentra basado en observación directa mediante visitas al taller y análisis de tareas realizadas por el personal, mediante la aplicación de la

GTC 45 para ejecutar la valoración de riesgos mecánicos identificados asociados al uso de máquinas, herramientas y equipos.

En los hallazgos se reflejó que el personal se encuentra continuamente expuesto a riesgos mecánicos debido a la ausencia de controles de ingeniería, inexistentes procedimientos de trabajo seguro y uso inadecuado de EPP's, como conclusión se evidenció que es importante implementar un programa de prevención para minimizar la ocurrencia de accidentes en el trabajo, resaltando fortalecer la cultura de seguridad. El aporte que nos brinda la investigación es la efectividad de aplicar métodos de evaluación de riesgos mecánicos aplicando medidas de control de acuerdo con las necesidades del taller.

Según lo señalado por los autores (Ávila et al., 2023) en su tesis titulada: “Exposición a factores de riesgo mecánico y eléctrico”, realizada en la Universidad Peruana Cayetano Heredia en su objetivo explicar que son los riesgos mecánicos y por qué pueden ocasionar accidentes cuando se presentan en los ambientes laborales. La metodología aplicada para desarrollar el tema se realiza mediante la exposición teórica mediante el estudio de conceptos y ejemplos con situaciones reales de trabajo, se utilizó una explicación clara y educativa sobre el riesgo y cuales podrían ser sus consecuencias si no se controlan.

Los hallazgos encontrados fueron que el mal uso de las máquinas por parte de los colaboradores, máquinas sin protección y falta de formación contribuyen a el aumento de accidentes, adicionalmente se identificó que muchas de las lesiones son ocasionadas por exceso de confianza por parte del trabajador. Esta investigación es de gran aporte para entender de forma clara los riesgos mecánicos de acuerdo con su enfoque teórico y

explicativo mediante la sensibilización de la seguridad y salud dentro de los entornos laborales.

Como lo mencionan los autores (Peña & Duman, 2022) es su tesis titulada: “Riesgos mecánicos y su influencia en la generación de accidentes laborales en trabajadores de mantenimiento mecánico” desarrollada en la Universidad Nacional del Centro del Perú con el objetivo de determinar la influencia de los riesgos mecánicos y como estos influyen en la ocurrencia de accidentes al personal de mantenimiento.

Este estudio se elaboró mediante la observación de las tareas realizadas por los trabajadores, se complementó con el análisis de información sobre accidentes ocurridos anteriormente y se aplicó metodología para evaluar el riesgo mediante matrices que permiten conocer la probabilidad de ocurrencia y los daños. Los hallazgos de la investigación revelaron que no existe protecciones adecuadas para muchas máquinas y herramientas, el personal utiliza incorrectamente los equipos de protección que elevan el riesgo, los accidentes que más suceden son caídas, golpes, atrapamientos, por ello la mayoría de estos accidentes pueden prevenirse si implementan medidas de seguridad de acuerdo con el riesgo identificado. El presente estudio nos aporta la importancia de evaluar los riesgos mecánicos y controlarlos para proteger la integridad de los trabajadores.

Durante varios años el evaluar riesgos mecánicos se ha convertido en objetivo de análisis en distintos campos de seguridad, desde estudios aplicados a las actividades específicas e investigaciones a través de metodologías. Tales como la revista de investigación reciente titulado “Control de riesgos mecánicos y químicos en la etapa de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura”, Emplea un enfoque metodológico a través de la aplicación del método William Fine, mediante el cual se pudo determinar que existían riesgos no tolerables en diferentes

actividades. Lo que permitió tomar acciones para reducir el nivel de riesgos a través de la aplicación de varios métodos de seguridad tanto para maquinaria y personal operativo.

Lo que nos indica que es muy importante aplicar métodos de evaluación conforme a las actividades que se realizan y maquinaria que se está utilizando constantemente, aun cuando ya ha sido evaluada para poder evaluar y analizar detalladamente cada factor de riesgo, conforme a los resultados poder establecer medidas apropiadas que permitan que los trabajadores puedan realizar sus actividades de manera segura y libre de riesgos.

(Flores Balseca & Vallejo Tejada, 2023)

Estudios recientes tal como el artículo científico “Evaluación de riesgos y medidas de control de maquinaria en una empresa de producción de alimentos”. Han abordado una evaluación de riesgos mecánicos mediante la aplicación de matrices de criticidad HRN en una planta de alimentos, con el objetivo de analizar los riesgos asociados a la maquinaria productiva. Los cuales fueron clasificados y priorizados de acuerdo a su nivel de criticidad, facilitando identificar los equipos y actividades con alto riesgo. Estos resultados evidenciaron a viabilidad de la implementación de un sistema de seguridad basado en la criticidad de riesgos y contribuyendo a un entorno laboral seguro, con una metodología replicable para otros entornos industriales. (Fu-López et al., 2024)

Estos hallazgos garantizan la aplicación de metodologías de evaluación de riesgos mecánicos, a través de matrices de criticidad como la HR, que permite identificar y clasificar los riesgos de mayor impacto, para una implementación de medidas de control efectivas hacia los procesos productivos. La cual respaldan la aplicación de metodologías de evolución para riesgos mecánicos del presente estudio, brindando una base técnica para identificación de equipos críticos y mejorar las condiciones de seguridad en la línea de producción.

Los autores (Montalván et al., 2021), en su artículo de revista académica titulado: “Evaluación de riesgos mecánicos en la empresa balsera y su incidencia en la accidentabilidad en el área de aserrío” publicado en Centro Sur, se centra en analizar los peligros originados por máquinas y herramientas y su influencia con los accidentes en el área de aserrío. Su objetivo fue evaluar los riesgos mecánicos mediante el método William Fine y determinar la relación con los accidentes ocurridos en esa área específica de la empresa.

Se ejecutó una investigación cuasi experimental, la cual se realizó mediante la observación de los distintos puestos de trabajo del área a estudiar, además se aplicaron métodos cuantitativos y estadísticos de acuerdo con la matriz GTC 45 para identificar los riesgos y el método William Fine para clasificar los riesgos de acuerdo a su nivel de peligrosidad y su probabilidad de ocurrencia. Dentro de los hallazgos se pudo identificar que esta área es la más peligrosa, se identificó que la gran mayoría de accidentes se encuentran estrechamente relacionados con máquinas y herramientas, gran cantidad del personal se encuentra expuesto a riesgos críticos y se identificó que los dedos y las manos son las que más se lesionan, por ende, se podrían evitar si se mejoraran los controles de seguridad.

Para finalizar, los riesgos mecánicos se relacionan directamente con los accidentes en el trabajo si no se gestionan adecuadamente, asimismo los trabajadores pueden sufrir accidentes provocados por máquinas y herramientas, por ello es fundamental aplicar medidas de prevención. Este estudio se enfoca en otro proceso productivo, pero sirve como referencia ya que utiliza metodología similar para realizar la evaluación de riesgo mecánico.

2.2 Fundamentación Legal

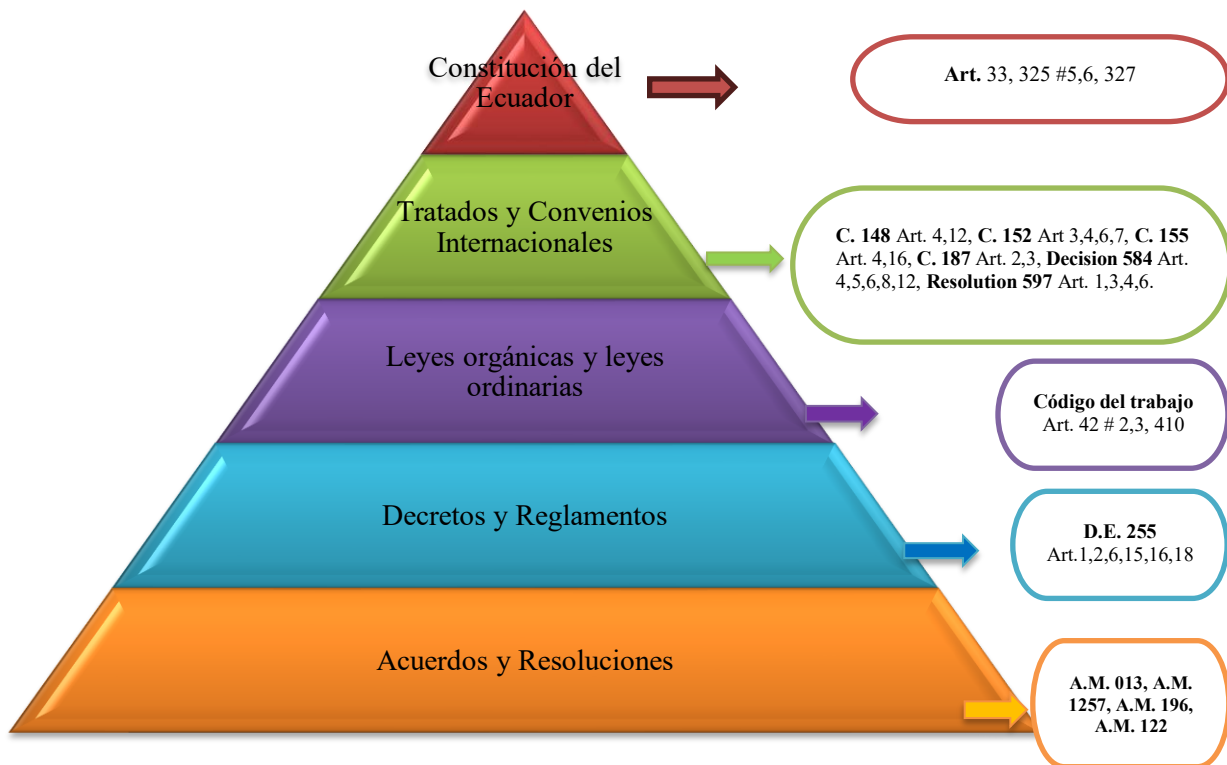
Dentro del contexto del marco legal ecuatoriano en materia de seguridad y salud en el trabajo se proporcionan las bases para proteger la seguridad y salud de los trabajadores de los riesgos derivados de las actividades ejecutadas en el proceso de producción.

El artículo 425 de la Constitución de la República del Ecuador, establece un orden jerárquico de la normativa, se considera a la constitución con la de mayor rango, tratados internacionales, leyes orgánicas y ordinarias, decretos y reglamentos, ordenanzas, acuerdos y resoluciones. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

En la presente figura de la Pirámide de Kelsen se desarrollará de manera estructurada la representación jerárquica de la siguiente forma:

Figura 5.

Pirámide de Kelsen



Nota. Jerarquización de la fundamentación legal del estado ecuatoriano.

2.2.1 Constitución de la república del Ecuador. 2008

En la cúspide de la pirámide de Kelsen está la (Constitución de la república del Ecuador, 2008), que menciona lo siguiente:

En su artículo 33 que el trabajo es un derecho el cual debe ser realizado en óptimas condiciones que respeten la dignidad de las personas sustentando la importancia de prevenir riesgos laborales que afecten la seguridad del personal.

Tal como lo señala el artículo 326 los principios del derecho del trabajo:

5) Toda persona tiene derecho a realizar sus actividades en un entorno adecuado que garantice su salud y seguridad.

6) Indica que los trabajadores que han sufrido de un accidente o enfermedad laboral desarrollado por el desempeño de sus actividades tienen derecho de volver a sus funciones una vez que se haya rehabilitado, cumpliendo con la normativa legal.

Se menciona en el art. 327 que la relación del trabajo debe realizarse directamente sin intermediarios siendo entre empleador y persona trabajadores para que no se debiliten los derechos, por lo que ambas partes tendrán conocimiento de sus responsabilidades y obligaciones relacionadas con el vínculo laboral asumiéndolos claramente.

2.2.2 Convenios Internacionales

2.2.2.1 Convenio N.º 148. El medio ambiente de trabajo.

Este convenio reconoce el derecho de las personas trabajadoras a tener un entorno laboral seguro, reforzando la obligación del empleador de implementar medidas de prevención para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Se indica en el artículo 4 la importancia de que los países tienen la obligación de diseñar y aplicar política para prevenir y controlar riesgos derivados del entorno laboral para proteger la salud de los colaboradores.

En el art. 12 se menciona que los colaboradores tienen derecho a informarse sobre los riesgos a los que están expuestos por las actividades que realizan, asimismo deben recibir formación y tener conocimiento sobre las medidas de protección.

2.2.2.2 Convenio N.º 152. Seguridad e Higiene.

El artículo 3 señala que los estados tienen la obligación de crear normas y políticas que garanticen condiciones laborales saludables y seguras que protejan a la persona trabajadora sobre los riesgos originados por la actividad que desempeñan.

Lo que se expresa en el artículo 4 es que el empleador debe asegurarse que el entorno laboral, equipos y procesos se realicen en condiciones seguras, evitando así que se ponga en peligro la vida de los trabajadores.

El artículo 6 destaca la importancia de identificar los riesgos y aplicar medidas para poder minimizarlos o controlarlos.

El art. 7 se refiere a que las máquinas, equipos y herramientas deben ser seguros, además deben mantenerse en buen estado para garantizar los derechos de los trabajadores y que el empleador pueda cumplir con sus obligaciones.

2.2.2.3 Convenio N.º 155. Seguridad y Salud de los Trabajadores.

En el artículo 4 señala que los estados deben crear política en materia de seguridad y salud en el trabajo mediante la identificación y evaluación de los riesgos presentes en el área de trabajo para prevenir accidentes o lesiones ocasionadas por el trabajo.

De acuerdo con el artículo 16 se expresa la responsabilidad del empleador en garantizar que la maquinaria y herramientas sean seguros y no representen un riesgo para la seguridad de los trabajadores.

2.2.2.4 Convenio N.º 187. Marco promocional para la Seguridad y Salud en el Trabajo.

En el artículo 2 indica que se debe promover la cultura de prevención y que se enfoque en minimizar las lesiones, accidentes, enfermedades laborales creando un entorno de trabajo seguro y saludable para los trabajadores.

Se menciona en el artículo 3 la importancia de implementar un sistema de seguridad y salud en el trabajo en el cual se debe ejecutar la identificación, evaluación y control de riesgos presentes dentro del ambiente de trabajo.

2.2.2.5 Decisión 584. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo

En este artículo 4 se describe que aquellos países que integren los países miembros son responsables de la seguridad y salud de los colaboradores, por ello deben mejorar el ambiente y las condiciones de trabajo para prevenir lesiones, accidentes y enfermedades laborales. (Decisión 584, 2004)

El empleador tiene la obligación de identificar, evaluar y controlar los riesgos que se encuentran presentes en el entorno laboral mediante acciones preventivas para evitar que los colaboradores sufran daños a su salud o seguridad, según lo indicado en el artículo 5.

Según el art. 6 explica que cada país debe contar con responsables encargados de crear y aplicar normas y reglas con el fin de prevenir accidentes laborales, para ello deben estar capacitadas y serán elegidos de manera justa.

Según lo indicado por el artículo 8 los trabajadores deben recibir capacitación e información clara sobre los riesgos a los que se encuentra expuestos, así como las medidas de prevención.

Lo mencionado en el art. 12 señala que los empleadores son responsables de cuidar la seguridad y salud de los trabajadores mediante la aplicación de acciones que garanticen la prevención de accidentes y enfermedades laborales mediante los SG-SST.

2.2.2.6 Resolución 597. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo

Aquellas empresas pertenecientes a los países miembros deben crear un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para identificar los peligros, evaluar su nivel de riesgo y tomar acciones que ayuden a prevenirlos, según lo mencionado en el artículo 1. (Resolución 957, 2005)

Enfatizando en el artículo 3 expresa que los empleadores deben identificar aquellos peligros presentes en el entorno laboral, y evaluar aquellos que afecten a los trabajadores.

El artículo 4 se menciona que el servicio de salud en el trabajo es preventivo encargado de cuidar la salud e integridad de los colaboradores en el ambiente de trabajo.

El ambiente de trabajo será seguro saludable y digno para que los trabajadores no se pongan en peligro.

El artículo 6 enfatiza que los empleadores deben cuidar la seguridad de los trabajadores mediante controles médicos preventivos.

2.3 Código del Trabajo

En el artículo 42 se indican las obligaciones del empleador, según el numeral 2 que especifica que se debe implementar medidas de prevención para instalar lugares de trabajo. (Código del Trabajo, 2005)

Mientras que en su numeral 3 se menciona que si los trabajadores sufrieran accidentes o enfermedades relacionados por la actividad que realizar se deberá indemnizarlos.

El art. 410 establece la que la responsabilidad de garantizar la seguridad y salud de los colaboradores la tiene el empleador, esto quiere decir que se debe garantizar el entorno de trabajo, actividades y condiciones laborales que no pongan en peligro la integridad del personal ocasionando accidentes, enfermedades o poner en peligro la vida. Para ello el empleador debe implementar normas de seguridad laboral e implementar medidas necesarias, además debe proporcionar los recursos solicitados para que se pueda cumplir.

2.4 Decreto Ejecutivo 255. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Como se plantea en el Artículo 1. Se debe garantizar un entorno seguro para los trabajadores mediante la aplicación de medidas preventivas y control frente a los riesgos que se puedan presentan en el lugar de trabajo, promoviendo una cultura preventiva y de protección.(Decreto Ejecutivo Nro. 255, 2024)

De la misma manera el Artículo 2. Todas las empresas dentro del territorio nacional deberán cumplir con las disposiciones relacionadas a la identificación y control de peligros de manera obligatoria, tanto para sectores públicos como privados.

El Artículo 6. Enfatiza la obligación de implementar procesos sistemáticos de identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control, a través de una estructura nacional de seguridad y salud en el trabajo, respaldada por la Decisión Nro. 584; indispensables para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

Según el Artículo 15. Es de obligación que el empleado gestione los riesgos laborales, a través de la identificación y evaluación de riesgos para poder implementar medidas preventivas que permitan controlar condiciones inseguras presentes en el entorno laboral.

Consiguientemente, el Artículo 16. Avala los derechos de los trabajadores, asegurando que el personal que se encuentre expuesto a riesgos cuente con formación, inducción y protección adecuada, garantizando una actuación correcta ante situaciones de peligro eminentes.

Como lo indica el Artículo 18. Según el tamaño de la empresa es obligatorio designar responsables de seguridad y salud en el trabajo, con la finalidad de que exista la presencia de personal competente encargado de supervisar controles técnicos, mantenimiento y procedimientos seguros de operación.

2.5 Acuerdo ministerial y Resoluciones

Acuerdo Ministerial Nro. 013 “Reglamento de riesgos de trabajo en instalaciones eléctricas.”

Este reglamento es significativo para una gestión de riesgos industriales ya que establece disposiciones técnicas preventivas para la ejecución segura de actividades relacionadas con instalaciones eléctricas asociados a maquinaria y equipos que funcionan

mediante energía eléctrica, reduciendo la probabilidad de accidentes.(Acuerdo Ministerial 013, 1998)

Acuerdo Ministerial Nro. 1257 “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios.”

Define requisitos mínimos de protección, sistemas y planes de emergencia orientadas para prevenir y controlar riesgos de incendio. Fortaleciendo las medidas preventivas para empresas con procesos productivos que incluyen maquinaria.

Acuerdo Ministerial Nro., MTD-2024-196 “Normas Generales para el Cumplimiento y Control de las Obligaciones Laborales de los Empleadores Públicos y Privados en Materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.”

Establece lineamientos generales de obligación tanto para la empresa como para los empleadores con la finalidad de que se cumplan las disposiciones relacionadas a seguridad y salud en el trabajo y se adopten medidas técnicas como resguardos, procedimientos seguros, mantenimiento preventivo y una capacitación continua para los trabajadores, destinado tanto a sector público como privado(Figueroa, 2024)

Acuerdo Ministerial Nro. 122 “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales para la Construcción y Obras Públicas y Privadas.”

En actividades de construcción y obras públicas o privadas este acuerdo establece un reglamento específico para la prevención de riesgos laborales, para empresas consideradas de alto riesgo debido a la presencia de maquinaria y condiciones inseguras, ya que regula medidas frente a atrapamientos, golpes, caídas de objetos y uso seguro de equipos.(Acuerdo Ministerial 122, 2025)

2.6 Términos y definiciones en seguridad industrial

2.6.1 Peligro

El peligro puede definirse como cualquier condición o situación que tenga la capacidad de generar daños de manera directa o afectando a los bienes de una empresa.

2.6.2 Riesgo

El riesgo puede interpretarse como la posibilidad de que un trabajador sufra daño a nivel físico o mental ocasionado de la actividad laboral que desarrolla. Por lo tanto, los riesgos podrían minimizarse cuando se identifiquen las vulnerabilidades y debilidades, de acuerdo con la amenaza, tomando medidas para evitar que surja un desastre. (Pantoja-Rodríguez et al., 2017)

Figura 6.

Accidente derivado de un riesgo laboral



Nota. *Escuela de Postgrado Industrial (2020)*

2.6.3 Factores de riesgo

Se trata del elemento o un conjunto de ellos que debido a su presencia en las condiciones del ambiente laboral pueden producir alteraciones en la salud de los colaboradores.

2.6.4 Clasificación de riesgos

La investigación se centra exclusivamente en riesgos mecánicos, por lo cual se van a abordar los demás riesgos de manera breve con fines informativos, no se descarta su importancia dejando abiertas futuras líneas de investigación que permitan realizar otros tipos de riesgos.

2.6.4.1 Riesgo físico

Aquellos derivados de las diferentes formas de energía que se encuentran presentes en el entorno laboral y afectan negativamente a la salud de los trabajadores y pueden producirse por:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Altas temperaturas / bajas temperaturas.

Figura 7.

Riesgos físicos: ruido generado por un taladro



Nota. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2025)

2.6.4.2 Riesgo mecánico

Se entiende como el conjunto de situaciones o condiciones que pueden ocasionar daño físico a los trabajadores cuando el trabajador entra en contacto o se encuentra expuesto a la acción de máquinas, herramientas y equipos.

Figura 8.

Información de utilidad preventiva



Nota. Pictograma de señalización de riesgo mecánico. IMSS (2017)

Los riesgos pueden ser los siguientes:

- Cizallamiento.
- Atrapamientos / arrastres.
- Aplastamiento.
- Choques / cortes.
- Proyección de partículas.

2.6.4.3 Riesgo Químico

Derivado de una exposición no controlada de cualquier agente químico considerando peligrosas a las sustancias químicas debido a sus características por la probabilidad de ocasionar daños a la salud, seguridad y medio ambiente.

2.6.4.4 Riesgo Biológico

Es la probabilidad de que los trabajadores vean afectada su salud debido a agentes biológicos presentes en las condiciones de su entorno de trabajo.

Además, se debe considerar al material biológico, ya que al entrar en contacto con el cuerpo puede ser el causante de producir infecciones, alergias u otras enfermedades.

2.6.4.5 Riesgo ergonómico

Originado por la inadecuada adaptación del trabajador con su puesto de trabajo ocasionando molestias, trastornos físicos debido a las limitaciones de cuerpo humano, se considera que este riesgo no produce daños inmediatos, manifestándose en dolores musculares, lesiones en el cuello o espalda afectando la calidad de vida del personal y su desempeño en las actividades laborales.

Figura 9.

Trabajador en postura incómoda



Nota. *INSST et al. (2025)*

2.6.4.6 Riesgo Psicosocial

Este riesgo aparece debido a las condiciones del trabajo, es decir cuando se presenta un desequilibrio entre las demandas de trabajo y el nivel de control del colaborador con sus actividades afectando el bienestar emocional, mental.

2.6.4.7 Condiciones de trabajo

Se entiende a todo aquello que rodea al colaborador y forma parte de las actividades laborales, también se considera el ambiente de trabajo, los equipos y herramientas. Pueden afectar la salud de los trabajadores cuando influyen en la seguridad o salud del personal convirtiéndose en un peligro para el bienestar físico.(Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2025)

De las condiciones laborales que más sobresalen tenemos las siguientes:

Figura 10.

Condiciones laborales

Intrínsecas	Del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Naturaleza y tipo - Intensidad - Materias primas y estándares de producción. - Contenido e integridad.
	Del individuo	<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad desarrollo personal. - Interés intelectual. - Responsabilidad y estatus que implica. - Condiciones higiene y seguridad.
	Factores materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Bienestar físico-ambiental. - Bienestar cinético- operacional - Ubicación, espacio, etc.
Extrínsecas	Factores organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas de la empresa. - Horarios de trabajo. - Salario. - Estabilidad del empleo.
	Factores sicosociales	<ul style="list-style-type: none"> - Características del trabajo (valores y actitudes) - Relaciones interpersonales dentro de la jerarquía. - Características de mando, información y canales de comunicación

Nota. Robledo (2012)

2.5 Accidentes de trabajo

Se relaciona a cualquier daño físico que el trabajador sufre cuando realiza sus actividades de trabajo o como consecuencia directa de las misma ocasionando lesiones, perturbaciones, invalidez o muerte del trabajador.(Instituto de Seguridad Social, 2015)

Figura 11.

Accidente por atrapamiento



Nota. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2023)

2.6.1 Condición insegura

Aquellas condiciones o situaciones que se encuentran presentes en el ambiente laboral que pueden incrementar la probabilidad de que se origine un incidente o accidente.

2.6.2 Acto Inseguro

Se considera a las acciones o conductas de los trabajadores que no se realizan de manera segura dando como resultado un accidente o incidente.

2.6.3 Máquina

Hace referencia al conjunto de partes que se encuentran conectadas entre sí para trabajar coordinadamente, se considera que alguna de las partes que conforma la máquina produce movimiento, además incluye varios mecánicos como los sistemas de control y circuitos, estos están específicamente diseñados para ejecutar una función, tal como la transformación de materia, o contribuir al proceso productivo

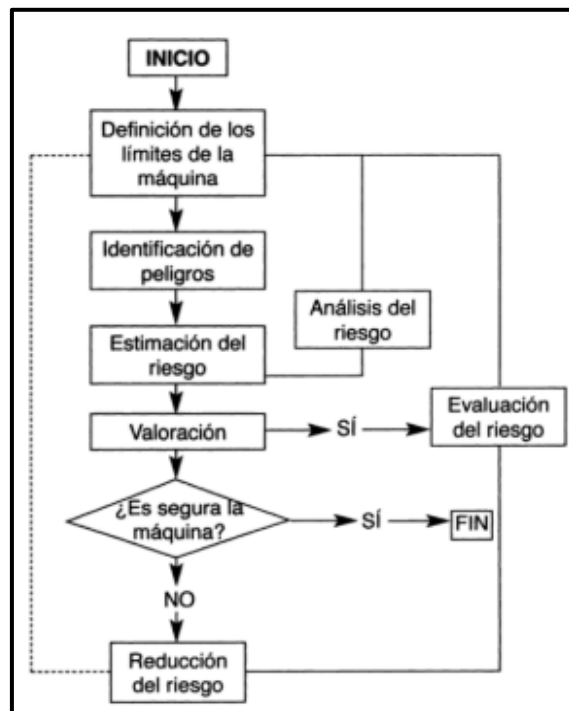
2.6.4 Seguridad en máquinas

Toda máquina debe ser segura por lo cual las características deben abarcar el diseño, requisitos de seguridad mínimos, con la finalidad de que se garantice la seguridad

de los colaboradores que las utilizan, además deben cumplir con las precauciones necesarias para la utilización, reparación, y mantenimiento general.

Figura 12.

Proceso para conseguir la seguridad en máquinas



Nota. Romero (2005)

- Se revisará periódicamente el buen funcionamiento de la máquina.
- Por seguridad, los mandos de la máquina deben situarse en áreas seguras, por lo tanto, se debe asegurar su activación intencionada.
- Cualquier componente de la máquina que pueda dar origen a riesgos como cortes, atrapamiento, proyección de partículas debe tener sistema de protección, por lo cual se pueden utilizar dispositivos de seguridad y resguardos, los cuales serán elegidos dependiendo a actividad realizada y el nivel de riesgo que representa.

2.6.5 Resguardos

Hace referencia a elementos de seguridad que conforman parte de la máquina, su finalidad es proteger a los trabajadores mediante una barrera física impidiendo el contacto directo con aquellas zonas peligrosas, logrando así minimizar el riesgo de accidentes operaciones normales.

Figura 13.

Resguardos tipo malla



Nota. (Díaz, 2025)

2.7 Clasificación de los riesgos mecánicos

Debido al nivel de exigencia por parte de la entidad reguladora las empresas han llegado a conocer acerca de los riesgos mecánicos y la aplicación de un sistema de gestión. Sin embargo la mayoría de los trabajadores aún son expuestos a riesgos mecánicos.(Meza, 2020)

Dentro de este grupo se ubican un conjunto de factores que pueden dar lugar a una lesión, aquellos que se encuentren estrechamente relacionados con las condiciones operativas derivadas de máquinas, equipos y herramientas y sus condiciones de seguridad.

En la siguiente tabla se puede observar los principales factores de riesgo que pueden causar un riesgo mecánico.

Tabla 7.

Tabla de clasificación de riesgos mecánicos

Tipo de Riesgo	Descripción	Lesiones	Medidas preventivas
Mecánico			
Atrapamiento	Parte del cuerpo es retenida entre objetos o partes móviles de una máquina	Fracturas Amputaciones Lesiones	Parada de emergencia Enclavamiento
Aplastamiento	Comprensión del cuerpo o parte del cuerpo entre dos superficies	Lesiones internas Contusiones severas	Capacitación Barreras de protección Sensores de presencia
Cortes	Lesión producida por manipulación de instrumentos cortantes o punzantes	Laceraciones Amputaciones	Uso de equipos de protección personal Resguardos
Golpe por objetos	Choque contra objetos estáticos o en movimiento	Contusiones Traumatismos craneales	Orden y limpieza Uso adecuado de EPP Señalización
Cizallamiento	Lesión por acción en puntos donde se mueven objetos con filo.	Perdidas de extremidades Cortes profundos	Barreras fotoeléctricas Dispositivos de doble pulsador

Nota. *Criterios técnicos de seguridad y salud en el trabajo conforme a identificación y control de riesgos mecánicos derivados al uso de maquinaria y equipos. Tomado de Tinillo (2023)*

Según OSHA la mayoría de accidentes relacionado con máquinas se producen debido a que el trabajador se encuentra en contacto con puntos de operación no protegidos o mantenimiento sin aislamiento adecuado de energía.

2.8 Máquinas y equipos en la línea de producción de té

La producción de té requiere de varios equipos industriales destinados a la transformación, acondicionamiento, envasado del producto. Entre ellos tenemos:

2.8.1 Equipos de recepción y almacenamiento

Son fundamentales para preservar la calidad de la materia prima y garantizar condiciones adecuadas antes de la evolución industrial. (Organización Mundial de la Salud, 2012) Se debe asegurar que tanto las hierbas como las frutas deshidratadas cumplan con los parámetros de calidad manteniendo bajo condiciones apropiadas. Una vez incorporado al proceso productivo de té, se garantiza el adecuado ingreso, verificación, control y conservación de la materia prima.

Dentro de este proceso los equipos a los que se está expuesto son:

- Tolva de recepción de materia prima
- Mesas de inspección y selección manual
- Báscula industriales
- Estanterías y sistemas de almacenamiento

Figura 14.

Proceso de la gestión de almacenes



Nota. Salazar (2019)

2.8.2 Equipos de preparación y acondicionamiento

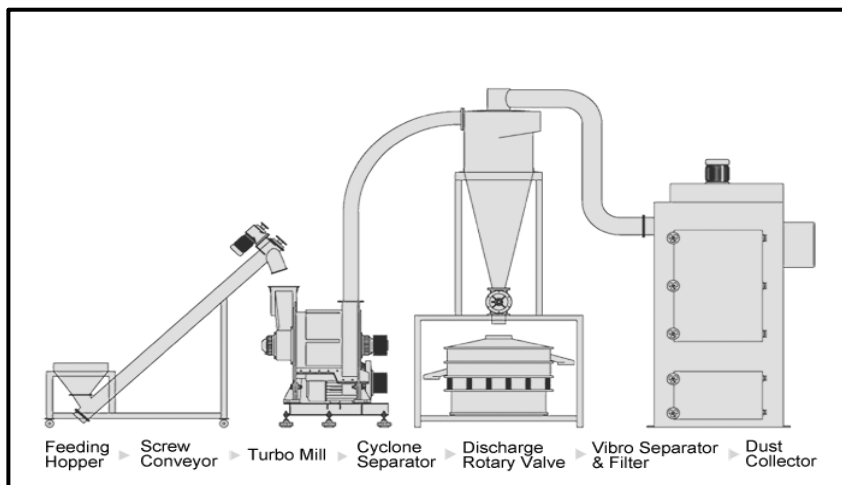
Esta etapa es fundamental para asegurar la calidad del producto final. Para garantizar uniformidad del tamaño de partícula, homogeneidad en la mezcla y eliminación de material que no cumple con los parámetros establecidos, su función principal es adecuar la materia prima según las especificaciones técnicas requeridas para el proceso de envasado. Debido a que esta fase requiere de control y supervisión representa interacción directa con equipos mecánicos que requieren de control y supervisión para evitar posibles riesgos laborales, (Fellows, 2019)

Dentro de este proceso los equipos a los que se está expuesto son:

- Molino o trituradora
- Mezcladora
- Tamiz o cribadora
- Tolvas de alimentación

Figura 15.

Línea de preparación y acondicionamiento



Nota. Mill Powder Tech (2015)

2.8.3 Equipos de dosificado y envasado

En esta etapa se interviene mecanismos automáticos con partes móviles, sistemas de sellado térmico y dispositivos de arrastre. Dado que en este proceso se regula, fracciona y acondiciona el producto en presentaciones comerciales, para garantizar una exactitud en el peso, integridad del envase y el cumplimiento de especificaciones técnicas.

Dentro de este proceso los equipos y máquinas a los que se está expuesto son:

- Dosificadora automática o semiautomática
- Máquina formadora de bolsitas de té
- Selladora térmica
- Balanza de control de peso
- Codificadora

Figura 16.

Máquina envasadora de té



Nota. Fotografía de la máquina envasadora. Terrafertil S.A. (2026).

2.8.4 Equipo de empaque secundario

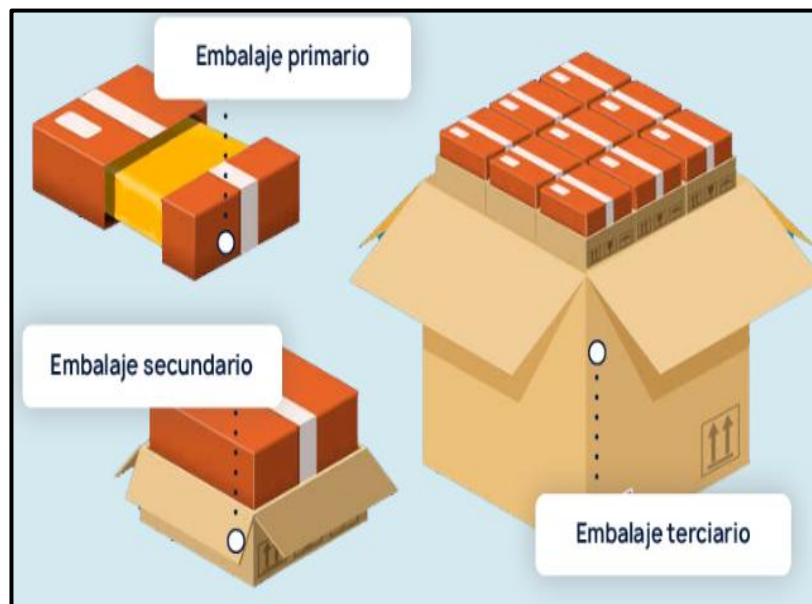
En esta parte del proceso el producto envasado se agrupa y se asegura para facilitar su manipulación, almacenamiento y transporte. Esta fase representa un punto relevante para la identificación de riesgos debido al uso de mecanismo de presión, corte y calor.(Adam, 2025)

Dentro de este proceso los equipos y máquinas a los que se está expuesto son

- Encajadora manual o automática
- Grapadora industrial
- Máquina termoencogedora
- Empaquetadora con film de polipropileno

Figura 17.

Fases de empaque



Nota. Salazar (2022)

2.8.5 Equipos de embalaje y despacho

Para conservar el producto durante el almacenamiento y transporte hacia el cliente final, el producto debe ser asegurado, y movilizado a producto terminado, en donde se emplea equipos de manipulación de carga y una interacción directa entre el operario-máquina. Para evitar accidentes laborales la manipulación mecánica de cargas en procesos industriales requiere de controles técnicos y medidas preventivas para evitar posibles accidentes laborales (Ruiz, 2011)

Dentro de este proceso los equipos y máquinas a los que se está expuesto son:

- Etiquetadora
- Flejadora
- Paletizadora

- Montacargas

Figura 18.

Paletizadora para carga descarga y manipulación



Nota.(Romeu, 2018)

2.8.6 Herramientas manuales y eléctricas

Dentro de los procesos operativos y de mantenimiento las herramientas manuales y eléctricas constituyen elementos fundamentales. Para realizar diversas actividades como ajustes mecánicos, reparación de maquinaria, instalación de estructura, mantenimiento preventivo y correctivo, como también adecuaciones en el área de producción y almacenamiento.

Las herramientas representan una fuente potencial de riesgos mecánicos, eléctricos, ergonómicos y físicos. En Terrafertil S.A. al ser una empresa que se dedica a la fabricación de té, existe factores que pueden generar condiciones propicias para que suceda un

accidente laboral, los riesgos pueden verse incrementados debido a la presencia de polvo vegetal fino, humedad ambiental y operación continua de la maquinaria.

En trabajos de mantenimiento la manipulación de herramientas manuales como martillos, destornilladores y llaves es muy común, sin embargo, el uso inadecuado puede ocasionar lesiones graves como heridas y contusiones. Aunque son consideradas poco peligrosas, representan un porcentaje significativo de los accidentes laborales anuales, lo que demuestra un uso seguro y adecuado.

Causas principales que pueden provocar un accidente:

- Calidad deficiente de las herramientas
- Uso inadecuado
- Falta de experiencia
- Mantenimiento inadecuado (FREMM, 2010)

2.9 Riesgos por el uso de herramientas manuales y eléctricas

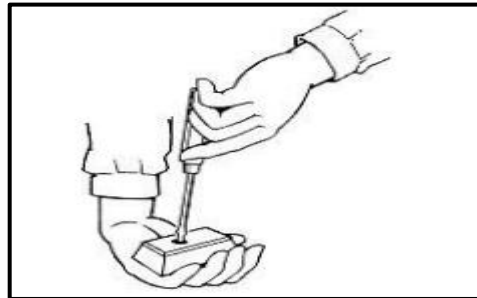
Aunque las herramientas son indispensables para las actividades operativas y de mantenimiento, la manipulación inadecuada puede generar accidentes o consecuencias graves para la salud de los trabajadores, debido a que implica diversos riesgos como golpes, cortes, atrapamientos, vibraciones, ruido, descargas eléctricas incluyendo incendios debido a fuentes de ignición y acumulación de materiales combustibles.

A continuación, se detallará los principales riesgos derivados al mal uso de herramientas tanto manuales como eléctricas y sus vulneraciones en los lugares de trabajo.

2.9.1 Herramientas manuales

Figura 19.

Utilización inadecuada de herramienta manual



Nota. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1996)

Hace referencia a todas las herramientas manuales de uso habitual para realizar las actividades, como mantenimiento, montaje o ajustes mecánicos.

Los autores (Donado et al., 2020) mencionan que dentro de las más utilizadas están:

- Destornilladores
- Alicates
- Tenazas
- Llaves
- Martillos
- Cortafríos

- Cinceles
- Limas
- Punzones.

Al tener una mala manipulación puede generar diversos peligros ocasionando lesiones físicas a los trabajadores, a continuación, se presenta una tabla en donde se especificará los riesgos, causas y medidas preventivas respecto a este tipo de riesgo.

2.9.2 Riesgos asociados al uso de herramientas manuales

Tabla 8.

Clasificación de riesgos por manipulación de herramientas manuales

Riesgo	Causas	Medidas Preventivas
Golpes y Cortes	Herramientas defectuosas o uso inadecuado de las herramientas	Revisar y sustituir herramientas en mal estado. Utilizar de manera correcta las herramientas adecuadas para cada tarea
Proyección de partículas	Golpe sobre materiales duros Contacto con herramientas con filos deteriorados	Uso obligatorio de EPP, (protección visual)
Lesiones	Ausencia de equipos de protección personal	Implementar equipos de protección personal EPP Y uso obligatorio de los mismos.
Atrapamientos	Actividades en espacios reducidos y falta de atención	Orden en el área de trabajo y concentración al momento de realizar las actividades
Contactos eléctricos	Uso de herramientas metálicas con instalaciones energizadas.	Utilizar herramientas aisladas Verificar la ausencia de energía

Nota. Franco & Vela (2021)

Mediante (Decreto Ejecutivo Nro. 255, 2024), el empleador está obligado a identificar, evaluar y controlar los riesgos derivados del trabajo; una gestión segura de herramientas forma parte del cumplimiento normativo y del sistema de prevención de la empresa. Mediante una inspección periódica, selección adecuada de herramientas y uso obligatorio de equipos de protección personal, se puede prevenir que suceda estos peligros.

2.9.3 Herramientas eléctricas

Figura 20.

Uso inadecuado de herramientas eléctricas.



Nota. *EXTOL (2012)*

De la misma manera estas herramientas son utilizadas en diversas tareas de montaje, mantenimiento y reparación de equipos e instalaciones, con el objetivo de aumentar la eficiencia operativa, pero implicando una serie de riesgos afectando a la salud y seguridad de los trabajadores. Dentro de las más utilizadas están:

- Amoladoras
- Taladros
- Sierras de calar

- Atornilladores

De tal manera que la identificación y control de estos peligros son fundamentales para prevenir accidentes, especialmente en lugares con presencia de polvo o proximidad a instalaciones energizadas. La siguiente tabla especifica los riesgos asociados al uso de herramientas eléctricas.

2.10 Riesgos asociados al uso de herramientas eléctricas

Tabla 9.

Clasificación de riesgos por manipulación de herramientas manuales

Riesgo	Causas	Medidas Preventivas
Descarga eléctrica	Defectos de aislamiento	Revisión y uso de herramientas con doble aislamiento y con marcado CE
	Falta de puesta a tierra	Verificar puesta a tierra
	Cables deteriorados	
Proyección de partículas	Giro de piezas	Uso de equipos de protección personal
	Rotura de accesorios	
Cortes y amputaciones	Contacto con partes móviles	Realizar paradas de emergencia
		Uso de EPP
Atrapamientos	Exposición a partes móviles	Mantener distancia de seguridad y utilizar resguardos
Esguinces por movimiento	Sobreesfuerzo	Instruir al personal sobre el adecuado uso de la herramienta
	Uso de herramientas defectuosas	Correcta manipulación
	Movimiento repetitivo	
	Perdida de equilibrio o resbalones	No adoptar posturas forzadas No ejercer presión excesiva sobre la máquina

Riesgo	Causas	Medidas Preventivas
Vibraciones excesivas	Uso prologado y utilización de herramientas de alta vibración	Utilizar herramientas amortiguadas o equipos certificados con bajos niveles de emisión vibratoria Rotación de tareas Evitar trabajar con manos húmedas
Ruido	Herramientas de alta potencia Impacto contra materiales duros Ambientes cerrados	Uso de silenciadores o sistemas de reducción de ruido en los equipos Utilizar protección auditiva Señalización de área con niveles elevados de ruido
Incendios	Fallo en el equipo eléctrico Chispas Acumulación de polvo combustible Instalaciones eléctricas defectuosas	Uso de herramientas en buen estado Limpieza frecuente para evitar acumulación de polvo Evitar trabajos con proximidades de material combustible Uso de extintores

Nota. ISASTUR (2010)

Mediante un análisis se puede observar que las herramientas eléctricas generan riesgos más complejos que las manuales, debido a la presencia de energía eléctrica. De tal manera que requiere de medidas preventivas específicas y un cumplimiento adecuado de normativas nacionales e internacionales que permitan garantizar un adecuado lugar de trabajo, libre de peligros y riesgos que puedan afectar tanto a la seguridad de los trabajadores y la empresa, fundamental para prevenir afectaciones, reducir la accidentabilidad.

2.11 Mantenimiento en instalaciones

Según (Sacristán, 2001) el mantenimiento se trata de un conjunto de actividades técnicas, organizativas, y preventivas las cuales están correctamente planificadas sobre las instalaciones, equipos, máquinas y herramientas para conservarlos en buen estado y en condiciones óptimas para su adecuado funcionamiento previniendo fallas que permitan cuidar la seguridad de los colaboradores, evitar paradas no planificadas, asegurar la continuidad y eficacia dentro de los procesos productivos.

Figura 21.

Mantenimiento en maquinaria industrial



Nota. *Universidad Nacional Autónoma de México (2013)*

Mantenimiento ante fallo: Este tipo de mantenimiento busca restablecer el funcionamiento del equipo después de que ocurre una avería lo más rápido posible que generalmente suele ser mediante la sustitución o reparación de piezas en mal estado.(González et al., 2007)

Mantenimiento correctivo: Se encuentra enfocado en reparar lo que se encuentra averiado, además de identificar y eliminar la causa que originó el fallo y que este vuelva a suceder en un corto plazo.

Mantenimiento preventivo: Su principal objetivo se basa en anticiparse a las fallas antes de que sucedan mediante la realización de actividades programadas tal como inspecciones, ajustes, revisión del historial o uso del equipo lo cual se encarga de minimizar la probabilidad de paradas inesperadas.

Además, permite asegurar que las máquinas, equipos, herramientas y áreas de trabajo funcionen en condiciones óptimas mediante un mantenimiento adecuado, prolongado la vida útil de los equipos, reduciendo las fallas imprevistas que pueden provocar consecuencias graves.

De acuerdo con (BOE, 1997) el mantenimiento forma parte de las tareas necesarias para que las máquinas y equipos funciones correctamente en el entorno de trabajo.

Tabla 10.

Definiciones en el entorno laboral

Equipo	Utilización del equipo de trabajo
Máquina, equipo o herramienta que es utilizada para ejecutar una actividad de trabajo, sin importar su tamaño o complejidad,	Abarca acciones relacionadas con puesta en marcha, repararlo, modificarlo, conservarlo en buen estado para que sea seguro en las actividades laborales.

Nota. BOE (1997)

El empleador es el responsable de cuidar la seguridad y salud de los trabajadores, por ende, deben considerar puntos de relevancia relacionados con el mantenimiento:

- El estado de las máquinas, equipos o herramientas deben mantenerse en condiciones adecuadas, en las cuales se debe realizar un mantenimiento

adecuado para prevenir fallas, desgastes o problemas que podrían originar accidentes.

- Realizar actividades de mantenimiento de forma segura, mediante la minimización de los riesgos a los que se encuentren expuestos durante la ejecución de sus tareas para proteger a los trabajadores de cualquier daño a su integridad física.

La OEE, es un indicador el cual permite conocer de manera sencilla si una máquina o proceso productivo se encuentra funcionando adecuadamente durante su tiempo de trabajado, identificando si los equipos se encuentran disponibles cuando se lo requieren, si operan a la velocidad adecuada y si los productos obtenidos cuentan con los requisitos de calidad esperada.(Díaz-Contreras et al., 2020)

Su fórmula es: $OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$

El mantenimiento dentro de las instalaciones no cumple solo un rol preventivo en relación con el tema a investigar, sino que también influye con la eficiencia y confiabilidad de los equipos. Mediante el indicador OEE (Eficacia General del Equipo), el cual permite conocer la eficacia en la que opera un equipo mediante tres elementos clave:

Disponibilidad: Se mide el tiempo real en el que la máquina se encuentra operativa, además se debe considerar paradas, tal como fallas, averías, daños, mantenimiento no planificado.(Díaz-Contreras et al., 2020)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento} * 100}{\text{Tiempo planificado}}$$

Rendimiento: Mediante el rendimiento se evalúa el nivel de velocidad esperada o si produce pérdidas por razones como funcionamiento lento, pequeñas detenciones o ajustes.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}}$$

Calidad: Este punto refleja la proporción de los productos realizados, es decir que solo se consideran los que están elaborados correctamente sin defectos ni reprocesos.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total de piezas} - \text{Piezas en mal estado}}{\text{Total de piezas fabricadas}}$$

El realizar un mantenimiento preventivo planificado mejora la disponibilidad de los equipos lo cual minimiza la aparición de fallas inesperadas operando los equipos con seguridad, el aplicar un buen control y rendimiento permitirá detectar con facilidad anomalías que podrían ocasionar situaciones que podrían dañar a los trabajadores, es por ello que la aplicación de la OEE contribuye a la optimización de la productividad, fortalece la prevención de accidentes laborales. (Hansen, 2001)

2.12 Jerarquía de controles en seguridad industrial

Es un principio fundamental ya que representa un marco sistemático y efectivo en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, para instaurar un orden de prioridad para la implementación de medidas preventivas frente a riesgos laborales. Su objetivo es reducir la probabilidad de que ocurra un accidente mediante controles eficaces, priorizando los que actúan directamente sobre la fuente de peligro antes de los que dependen del comportamiento del trabajador.

Figura 22.

Jerarquía de Control de Riesgos



Nota. En normativa

base a la ISO 45001.

Tomado de Twind (2018)

La jerarquía de controles de riesgos en ISO 45001 es una forma de agrupar acciones de tratamiento de amenazas, de acuerdo con la efectividad de las medidas, de su origen, de su conveniencia o del coste que implica su implementación (Escuela Europea, 2022). Permite priorizar medidas preventivas que reduzcan la accidentabilidad laboral, no solo dependiente exclusivamente del uso de equipos de protección personal, mas bien mediante la evaluación de riesgos mecánicos especialmente en la línea de producción de tés.

Una correcta aplicación de la jeraquia de control de riesgo permite reducir los incidentes laborales derivados de eventos adeversos, promoviendo un ambiente de trabajo seguro mediante el cumplimiento del marco regulatorio nacional e internacional.(Almeida, 2025)

Técnicas de prevención

Ese clasifican en dos, protección individual y colectiva:

2.12.1 Protección Colectiva

Están enfocadas en desarrollar acciones para proteger a un grupo de personal que están expuestas al mismo factor de riesgo.

2.12.2 Protección Individual

Están enfocadas en desarrollar acciones para proteger específicamente a la persona que está expuesta al factor de riesgo. (Martínez, 2015)

Comprender las distintas formas en que estos riesgos pueden manifestarse permite establecer criterios técnicos para su evaluación y control, especialmente en entornos donde se emplea maquinaria con partes móviles y sistemas de transmisión. De tal manera que facilite la implementación de medidas preventivas.

2.13 Guías de identificación y evaluación de riesgos mecánicos- Seguridad en máquinas.

El autor (Nates, 2012), menciona que la Guía Técnica Colombiana GTC 45 garantiza orientación a organizaciones sobre la identificación, evaluación y control de los peligros presentes en el entorno laboral, mediante una metodología estructurada que promueve el reconocimiento de situaciones que pueden dar origen a un daño a la seguridad de los colaboradores, además se podrá analizar la gravedad de sus consecuencias y establecer acciones para prevenir accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo.

Figura 23.

Matriz GTC 45

MATRIZ DE RIESGOS - GTC 45																					
PROCESO	ZONA/LUGAR	ACTIVIDAD	TAREA	RUTINARIO (Si o No)	PELIGROS		CONTROL EXISTENTE			EVALUACION DEL RIESGO				Valoración del riesgo	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCION			
					DESCRIPCION	CLASIFICACION	EFFECTOS POSIBLES	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD		INTERPRETACIÓN NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO	INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº. EXPUESTOS	Peor Consecuencia

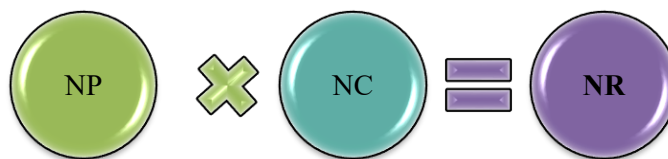
Nota. Universidad Militar Nueva Grana (2010)

La evaluación de riesgos permite analizar la probabilidad de que se origine un evento peligros y que tan graves podrian ser sus consecuencias, por ende utiliza de manera ordenada la informacion proporcionada,de manera que se pueden tomar decisiones importantes para la prevención de accidentes garantizando la seguridad de los trabajadores.

Para calcular el nivel de riesgos es fundamental combinar aspectos como la probabilidad de que se produzca el evento y la gravedad del daño.

Figura 24.

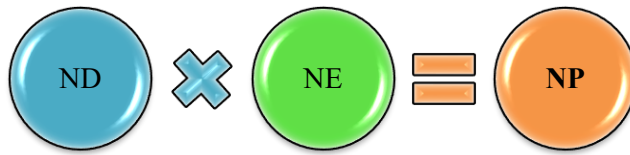
Estimación del Nivel de Riesgo



El nivel de probabilidad se calcula mediante dos factores los cuales son el nivel de deficiencia que indica que tan insuficientes o inadecuadas son las medidas de control y el nivel de exposición que expresa la frecuencia del tiempo que el colaborador está expuesto al peligro, al combinarse se podra valorar la posibilidad de que suceda un accidente.

Figura 25.

Valoración del Nivel de Probabilidad



Para determinar el nivel de deficiencia se analizan condiciones laborales, y la eficacia de las medidas de prevención, de tal manera que se identificara la vulnerabilidad del ambiente laboral frente al riesgo que se a evaluado.

Tabla 11.

Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto	10	Aquellas situaciones en las cuales se han identificados peligros que pueden ser los causantes de accidentes con consecuencias de gravedad. Las medidas de prevención no son suficientes, no se controla adecuadamente al riesgo.
Alto	5	Enfatiza a los peligros que ocasionan daños importantes. Las medidas de prevención son muy limitadas o ineficaces, esto incrementa la probabilidad de que suceda un accidente.
Medio	2	Los peligros pueden generar consecuencias moderadas o leves. Las medidas de prevención funcionan parcialmente, además se requieren mejoras para controlar el riesgo efectivamente.
Bajo	No se asigna	No se encuentran peligros con capacidad de causar un daño significativo. Las medidas preventivas funcionan por lo que se considera un riesgo controlado.

Nota. INCONTEC (1997)

Mediante el nivel de consecuencias se podrá estimar la gravedad del daño que podría ocurrir si el riesgo se llega a materializar, mediante la siguiente tabla se indica:

Tabla 12.

Nivel de consecuencias según la Guía Técnica Colombiana (GTC 45)

Nivel de consecuencias	Nc	Significado Daños personales
Mortal / Catastrófico	100	Situaciones en la que dicho evento puede producir la muerte del trabajador.
Muy Grave	60	Se trata de los daños severos e irreversibles lo cual produce una incapacidad definitiva para el trabajo.
Grave	25	Aquellas enfermedades o lesiones no permanentes, que requieren un tiempo largo de recuperación produciendo una incapacidad temporal.
Leve	10	No produce incapacidad, los trabajadores pueden continuar con sus actividades laborales después de ser atendidos.

Nota. INCONTEC (1997)

Para estimar el nivel de riesgo se lo realizará a partir del nivel de probabilidad y el nivel de consecuencias:

Figura 26.

Determinación del nivel de riesgo

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

Nota. INCONTEC (1997)

Tabla 13.

Clasificación del nivel de riesgo y de intervención

NR / NI	Valor NR	Significado
I	4000-600	Situaciones consideradas extremadamente peligrosas con un riesgo crítico, no se encuentra controlado. Detener las actividades laborales hasta la implementación de medidas que minimicen o eliminen el riesgo.
II	500-150	Riesgo elevado se requiere una acción inmediata para corregirlo. Las actividades se podrán realizar bajo ciertas condiciones. Aplicar medidas de control urgentemente para evitar accidentes.
III	120-40	Riesgo moderado, es posible la implementación de mejoras planificadas, aplicar acciones para minimizar el riesgo.
IV	20	Riesgo bajo, las medidas de control son adecuadas. Realizar revisiones y mantener vigilancia, asegurarse de que el riesgo se mantenga en niveles aceptables.

Nota. INCONTEC (1997)

Una vez realizado lo anterior se procede a decidir si el riesgo es aceptable o no, la empresa debe decidir de acuerdo a los riesgos estableciéndolos en categorías aceptables o no, mediante la siguiente tabla se proporciona un ejemplo de clasificación:

Tabla 14.

Aceptabilidad del nivel de riesgo

NR	Significado
I	Se refiere a una intervención inmediata / Riesgos no aceptables.

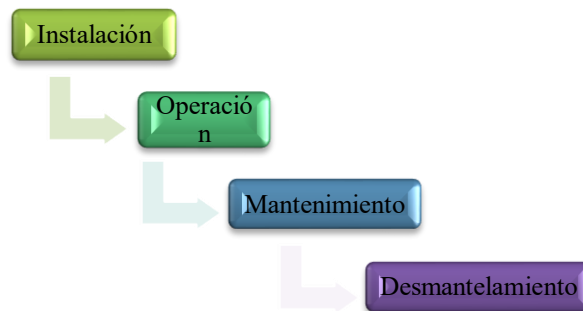
II	Riesgos aceptables / Si se aplican controles específicos.
III	Riesgo aceptable / Puede mantenerse mediante un adecuado seguimiento.
IV	Riesgo bajo / Acentables y controlados, se requiere vigilancia.

Nota. INCONTEC (1997)

La norma ISO 12100: 2010 “Seguridad de máquinas” es fundamental para el diseño seguro de máquinas tiene como finalidad brindar ayuda al fabricante y usuarios mediante la identificación de peligros de la máquina desde el diseño y lo que dure su ciclo de vida. Estas incluyen lo siguiente:

Figura 27.

Aspectos para el diseño de máquinas según la ISO 12100



Nota. Resumido de Miranda et al. (2022)

Por ende brinda los principios generales para ejecutar las evaluación de riesgos mecánicos, así mismo establece una estrategia para disminuir el riesgo, por ello lo primero que se busca realizar es eliminar el peligro de acuerdo a un diseño seguro si esto no se puede lo grar se considera la incorporacion de protecciones tales como, dispositivos de seguridad y resguardos.(NTP 235, 1987)

“Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño”,(ISO 13849-1), esta norma proporciona información sobre los sistemas de control relacionados con la seguridad de las máquinas, asegurando aquellos componentes como los mecánicos y eléctricos que realizan la función de seguridad, estos actúan confiablemente cuando se presenta una situación de riesgo.

Según la ISO 14119 “Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección”, nos brinda criterios específicos para el diseño y la adecuada aplicación de dispositivos de enclavamientos generalmente asociados a resguardos en maquinaria, además estos dispositivos impiden que la máquina funcione cuando el resguardo se encuentra abierto, permitiendo así que pueda funcionar bajo condiciones de seguras.

Para ello la norma evita que aquellos sistemas de seguridad sean manipulados por los colaboradores, ya que esta práctica suele aumentar el riesgo de accidentes. Existen diferentes tipos de enclavamientos como con o sin bloqueo, orienta a la elección según el nivel de riesgo que representa y el tipo de operación que se realiza contribuyendo a reforzar la cultura de seguridad manteniendo controlado efectivamente el acceso a zonas consideradas peligrosas.(AENOR)

2.14 Normativa complementaria de riesgos mecánicos.

El (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1990) en la NTP 235: Medidas de seguridad en máquinas: criterios de selección orientada a establecer medidas de seguridad en máquinas para prevenir accidentes en el trabajo, enfocándose principalmente en la identificación de riesgos que aparecen durante el uso de equipos, de

modo que se logra determinar que protección es mas eficaz, considerando las características propias de la máquina, así como el tipo de actividad que realiza y la interacción del colaborador con la máquina.

Tabla 15.

Resumen de medidas de seguridad en máquinas

Clasificación de las medidas de seguridad en máquinas según la NTP 235	
Categoría	Tipo de medida
Medidas integradas en la máquina	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención intrínseca: Se refiere a las acciones aplicadas al diseño del equipo, para reducir el peligro desde su origen disminuyendo la probabilidad de que se ocasione un accidente. • Eliminación del peligro: Modificación del diseño, forma o funcionamiento de la máquina con el fin de reducir riesgos mecánicos antes de realizar la incorporación de otros elementos de protección. • Protección mediante resguardos y defensas: Comienza desde la incorporación de barreras físicas las cuales se encargan de evitar que el operador acceda a zonas peligrosas,

disminuyendo el contacto con partes móviles de la máquina.

Nota. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1990)*

De acuerdo con (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2000), en la NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos resguardos enfocándose en la importancia que tienen los resguardos principalmente como una medida de protección de los riesgos mecánicos que se encuentran presentes en las máquinas, se centra en como deben diseñarse y seleccionarse aquellos elementos de seguridad que cumplen la función de evitar el contacto del trabajador con partes peligrosas de la máquina generalmente con aquellos componentes móviles que suelen originar cortes, golpes o atrapamientos.

Se enfatiza detalladamente que los resguardos deben tener características como el ser resistentes, encontrarse correctamente fijados, mantenerse en buen estado, ya que una protección que se encuentre mal diseñada o deteriorada puede provocar falta de seguridad. La gestión preventiva es un aspecto que debe cumplirse para implementar soluciones técnicas que protejan la seguridad de los trabajadores y se cree un ambiente laboral seguro

Tabla 16.

Criterios para los resguardos en máquinas

Requisitos que deben cumplir los resguardos de seguridad en máquinas	
Criterio	Descripción
Resistencia / Durabilidad	Se consideran características como su fabricación con materiales resistentes y sólidos,

Requisitos que deben cumplir los resguardos de seguridad en máquinas

	soportando las condiciones del entorno de trabajo.
Seguridad adicional	No producir riesgos nuevos como bordes cortantes o situaciones peligrosas para los trabajadores.
Fijación adecuada	Encontrarse firmamente colocados, evitando que sean retirados fácilmente, además se debe asegurar que pueda mantenerse en su posición mientras la máquina se encuentre en operaciones normales.

Nota. (NTP 552, 2000)

Capítulo III

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación desarrolla una metodología de enfoque cuantitativo, ya que se centro en un adecuado análisis de los riesgos mecánicos presentes en la línea de producción de té, la recolección de datos medibles y verificables permitió identificar, medir y evaluar dichos riesgos mediante instrumentos como el cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas, basado en la NTP 325, la Guía Técnica Colombiana (matriz GTC 45), y las normas ISO 12100, 13849-1 y 14119. (Hernández & Fernández, 2014)

Además, presenta un proceso sistemático y ordenado, partiendo desde la identificación del problema, medición del riesgo mecánico y la accidentabilidad de acuerdo con el análisis profundo de los resultados obtenidos en el estudio, lo que permite proponer acciones orientadas mejorar el entorno laboral y disminuir accidentes exclusivamente en la línea de producción de té de la empresa Terrafertil S.A.

3.2 Diseño de la Investigación

Diseño no experimental: Dentro del estudio no se manipularán las variables del estudio, es decir que las condiciones normales en el proceso productivo se evaluarán tal y como se presenta el entorno de trabajo real. (Hernández & Fernández, 2014)

Es por ello que los riesgos mecánicos se evaluarán en el entorno real, además no se modificará las actividades que se realizan, esto se limitará a la observación y el análisis de las tareas desarrolladas en el proceso productivo para que los resultados obtenidos reflejen la realidad de la línea de producción de té para conocer los problemas reales ocasionados por los riesgos mecánicos lo cual beneficiará para disminuir los accidentes de trabajo.

Diseño transversal: La recolección de la información se realizará en un período establecido de tiempo, esto permite que se obtenga un diagnóstico actual del riesgo mecánico, así como también de la accidentabilidad dentro de la línea de producción de tés. (Hernández & Fernandez, 2014)

Mediante este diseño se detectaran problemas reales y actuales evitando que se interrumpa las actividades operativas, por ende se facilita la toma de decisiones para proponer medidas preventivas que contribuyan a reducir la accidentabilidad en el trabajo.

La presente investigación se realizó bajo un diseño no experimental y transversal, por que se mantuvieron las condiciones reales de la empresa, es decir que no existieron cambios en los procesos ni las actividades de los trabajadores. Los riesgos mecánicos serán analizados de acuerdo a la realidad, respetando las actividades de los trabajadores y el funcionamiento de las máquinas, además los accidentes se estudiarán tal y como suceden en el entorno laboral proporcionando la toma de decisiones para mejorar la seguridad dentro del proceso de la línea de producción de tés.

3.3 Tipo de investigación

3.3.1 Investigación descriptiva

Permite observar y conocer a detalle la realidad mediante la identificación de los riesgos mecánicos existentes, así como también la descripción de las condiciones laborales, el estado de equipos y máquinas utilizados por el personal, de acuerdo con la situación actual en materia de seguridad en el trabajo para comprender los peligros dentro del ambiente de trabajo. (Ochoa & Yunkor, 2019)

3.3.2 Investigación de campo

Se realizará la recopilación de información dentro del lugar de trabajo, es decir que aquellos datos se tomarán de ambientes reales con la finalidad de comprender las situaciones de riesgos que pueden dar origen a un accidente. (Fuentes et al., 2020)

3.3.3 Investigación documental

Dentro del estudio de los riesgos mecánicos al recopilar información se busca comprender los documentos, estudios previos, encargándose de recolectar, recopilar y seleccionar información con el fin de orientarse de acuerdo con el problema de investigación extrayendo información relevante que permita identificar los riesgos, comprender el origen de los accidentes laborales mediante el apoyo documental para mejorar en entorno laboral. (Reyes & Carmona, 2020)

3.4 Nivel de Investigación

3.4.1 Investigación exploratoria

La investigación es de nivel exploratorio ya que no se cuenta con estudios previos que analicen los riesgos mecánicos en la línea de producción de té de la empresa Terrafertil S.A. y su principal relación con la accidentabilidad en el trabajo lo cual permite identificar condiciones y actos inseguros que podrían ser el origen de ocurrencia de accidentes.

Dentro de este enfoque se identifica el contexto real del trabajo, las máquinas, equipos y herramientas utilizados para ejecutar tareas desarrolladas por el personal y sus posible relación con el riesgo mecánico dentro del proceso de producción de té. (Pereyra, 2022)

3.4.2 Investigación descriptiva

Se busca detallar realidad de la línea de producción de tes mediante la identificación de las condiciones en las que se realizan las tareas, es por ello por lo que se conocerán máquinas, equipos y herramientas utilizadas dentro de los procesos que podrían causar situaciones de riesgo mecánico, así como también un análisis sobre las características de los accidentes ocurridos.(Hernández & Fernández, 2014)

Se reconocerá de manera clara y concisa el proceso de trabajo y la relación con los riesgos mecánicos presentes en cada uno de los puestos de trabajo analizados, el estudio directo de las condiciones y entorno de trabajo permitió la recopilación de factores que influyen en el desarrollo de las actividades laborales, evaluando de forma sistemática los riesgos mecánicos encontrados en la línea de producción de tes, con el fin de implementar acciones preventivas las cuales protegen la salud y seguridad de los trabajadores cuidando su integridad física, mental lo que permite disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes y creando un entorno de trabajo seguro y controlado.

3.4.3 Investigación explicativa

El presente estudio no solo se centra únicamente en la identificación de riesgos mecánicos, sino que busca comprender las razones de estos, es decir aquellos que producen accidentes laborales, además se analizan los factores como el estado de máquinas, equipos, deficiencias en el mantenimiento, procedimientos y actos de inseguros que son los que se relacionan con la ocurrencia de accidentes.(Aguirre & Jaramillo, 2015)

Se permitirá conocer las relaciones causa y efecto que podrían ocasionar los riesgos mecánicos identificados en la línea de producción de tés, así como los daños a la seguridad

y salud del personal permitiendo justificar la implementación de acciones preventivas y correctivas para minimizar riesgos y fortalecer la cultura de seguridad en el trabajo.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En el presente trabajo de investigación desarrollado en la empresa Terrafertil S.A., se seleccionó la técnica de recolección de datos en función al enfoque metodológico adoptado y el principal objetivo basado en la identificación y evaluación de riesgos asociados mecánicos asociados al uso de herramientas manuales y eléctricas tanto en área operativa y de mantenimiento. Mediante la observación directa estructurada en la línea de producción se pudo identificar las condiciones reales del entorno de trabajo sin interferir en las actividades operativas, como prácticas inseguras, estado de las máquinas y herramientas, cumplimiento en el uso correcto de equipos de protección personal en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa.

3.5.1 Revisión documental

Se realizó el análisis de documentación interna de la empresa mediante reportes de la línea de producción, como: matriz de identificación de peligros, registro de mantenimiento preventivo y correctivo, reporte de incidentes laborales y procedimientos de trabajo seguro, lo que permitió contrastar las condiciones en las áreas de la empresa, verificando el nivel de cumplimiento de seguridad y salud ocupacional con forma a estándares internacionales aplicables incluyendo ISO 12100:2010 e ISO 13849-1:2023.

Esta técnica permitió verificar la coherencia de información documental de la empresa con los resultados mediante la observación directa del campo, con la finalidad de evaluar la conformidad de materia de diseño seguro y sistema de protección de maquinaria.

3.6 Técnicas para el Procesamiento e Interpretación de Datos

Conforme a los datos obtenidos mediante la observación directa, checklist y revisión documental se clasificó los resultados en la matriz de evaluación estructuradas posteriormente acorde a software estadístico, que permitió analizar tabulación de frecuencias, cálculo de porcentajes y determinación de índices de criticidad. Aplicando la metodología de la GTC 45, se valoró el nivel de riesgo mecánico estableciendo la probabilidad, consecuencia y nivel de riesgo correspondiente a cada peligro identificado.

La interpretación se realizó mediante un análisis descriptivo comparativo de los resultados obtenidos con los requisitos establecidos en normativas nacionales e internacionales aplicables. El cual permitió fundamentar técnicamente la estructuración del sistema integral de gestión preventiva orientado a la reducción del riesgo mecánico en la línea de producción de té.

3.7 Población y Muestra

3.7.1 Población

Dentro del diseño metodológico del estudio la determinación de la población y muestra constituyó un elemento fundamental, dado que permitió delimitar el grupo específico sobre el cual se aplicaron las técnicas de recolección de datos, con un total de 21 trabajadores, centrados en la línea de producción de la empresa Terrafertil S.A. distribuidos en los procesos de tés y tés con frutas, considerando que en esta área se desarrollan actividades que comprenden una interacción directa de los trabajadores con máquinas, herramientas manuales y eléctricas. La unidad de análisis se constituye por cada trabajador que realiza actividades directas en el proceso de producción de tés.

3.7.2 Tamaño de la Muestra

En el presente estudio, se determinó el tamaño de la muestra con una población finita, mediante la literatura metodológica que establece la aplicación de fórmulas estadísticas, representando un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 5%, cuya población estuvo conformada por 21 trabajadores de la línea de producción, aplicando la fórmula para población finita se puede verificar si es necesario seleccionar una muestra parcial o trabajar con la totalidad de la población; se representa a continuación:

Formula.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N= 21 trabajadores (población)
- Z = nivel de confianza, 1.96 para 95%
- p = probabilidad de ocurrencia 0.5
- q = 1-p = 0.5
- e = margen de error de 0.05

$$n = \frac{21 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2(21-1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = \frac{21 \cdot 3.8416 \cdot 0.25}{0.0025 \cdot 20 + 3.8416 \cdot 0.25}$$

$$n = \frac{20.1684}{1.0104}$$

$$n = 19.96$$

n= 20 trabajadores

Mediante el resultado obtenido el tamaño de la muestra requerida es de aproximadamente 20 trabajadores. Sin embargo, considerando que el total de la población estaba conformada por 21 trabajadores y con la colaboración de todos para la investigación se determinó metodológicamente aplicar un muestreo de tipo censal, incluyendo a la totalidad de la población con un 100%. La cual permitió eliminar el error muestral y un aumento en la precisión de los resultados, garantizando mayor confiabilidad y consistencia en el análisis de datos.

CAPÍTULO IV

4.1 Análisis de los resultados

Una evaluación bien estructurada puede transformar la seguridad en cualquier entorno industrial, implementando la evaluación de los riesgos mecánicos en la línea de producción de té se desarrolló considerando criterios establecidos en normativa internacional y con el propósito de analizar las condiciones reales del proceso productivo, por lo que se tomó como referencia la ISO 12100 orientada a la identificación de peligros, estimación del riesgo y definición de medidas de control desde el diseño de la maquinaria, de manera complementaria se utilizó la metodología GTC 45 que permitió clasificar los riesgos según su probabilidad y severidad estableciendo prioridades de intervención y también se consideraron aspectos relacionados con los sistemas de control de seguridad como dispositivos de parada de emergencia y elementos de protección conforme a la ISO 13849-1

Cuando se aplican correctamente los estándares internacionales, los resultados siempre marcan la diferencia con la aplicación de estos criterios permitió identificar los riesgos presentes en los equipos y evaluar las medidas de control existentes, a partir de este análisis se evidenciaron diferencias en los sistemas de protección implementados lo que facilitó el desarrollo de criterios técnicos para el análisis de resultados y la definición de acciones orientadas a reducir accidentes. Durante el levantamiento de información se aplicaron técnicas como la observación directa y el análisis del proceso productivo, lo que permitió identificar los puestos de trabajo involucrados en la línea de producción de té, considerando tanto actividades operativas como de apoyo. Este proceso se realizó tomando como base los lineamientos de la ISO 12100, relacionados con la definición de límites del

sistema y la interacción entre trabajador y maquinaria, complementándose con la GTC 45 para caracterizar condiciones de trabajo y niveles de exposición.

Al obtener exactamente dónde están los riesgos para poder proteger mejor a las personas con el análisis realizado permitió evidenciar que el nivel de exposición a riesgos mecánicos varía según las actividades que desempeña cada operador especialmente en aquellas tareas que implican contacto directo con partes móviles de las máquinas por lo que elementos como rodillos, poleas, sistemas de transmisión y mecanismos de arrastre representan puntos críticos dentro del proceso.

Cada rol en la línea de producción tiene sus propios desafíos y oportunidades de mejora el entorno de trabajo en este caso del operario de envasado se identifica una mayor exposición al riesgo debido a la operación directa de la máquina envasadora donde existen zonas críticas como puntos de atrapamiento entre rodillos, bandas transportadoras y sistemas de sellado térmico.

Para proteger a los colaboradores empieza por entender sus exposiciones reales ya que se conoce la necesidad propia por parte del operario de empaquetado se encuentra expuesto a riesgos asociados al funcionamiento de la máquina empaquetadora así como al uso de equipos de flejado y actividades de manipulación manual de cargas lo que implica la presencia de peligros como golpes, cortes y sobreesfuerzos.

Al identificar los puntos críticos es el primer paso hacia un entorno mucho más seguro de estos puestos permitió establecer las actividades con mayor nivel de riesgo las cuales fueron evaluadas posteriormente mediante la matriz de riesgos facilitando la priorización de acciones preventivas.

Figura 28.

Puestos de trabajo del área de té.

Ord.	Puesto de trabajo	Área / Proceso	Equipo asociado	Actividades operativas	Condiciones de operación	Interacción operador-máquina
1	Operador de envasadora 1	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°1	Alimentación de material, control del proceso de llenado y sellado	Operación continua, turnos de producción	Manipulación directa de controles y supervisión de partes móviles
2	Operador de envasadora 2	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°2	Ajuste de parámetros de envasado y supervisión del proceso	Operación automática con supervisión del operador	Acceso a panel de control y zonas cercanas a mecanismos de sellado
3	Operador de envasadora 3	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°3	Verificación del llenado de bolsas y funcionamiento del	Trabajo repetitivo durante la jornada	Interacción con transportadores y sistemas de
4	Operador de envasadora 4	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°4	Supervisión del proceso de empaquetado	Operación continua en línea de producción	Interacción con mecanismos de corte y sellado
5	Operador de envasadora 5	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°5	Alimentación de insumos y verificación del producto terminado	Trabajo en turnos con operación continua	Interacción con rodillos y sistemas de transporte
6	Operador de empacadora	Área de empaque	Empacadora RX20	Empaque final del producto y control de calidad	Operación semiautomática	Interacción con sistema de empaquetado y manipulación de cajas
7	Operador de transporte interno	Logística interna	Bandas transportadoras	Transporte de producto entre procesos	Flujo continuo de materiales	Supervisión de bandas transportadoras
8	Técnico de mantenimiento	Área de mantenimiento	Equipos de la línea de envasado	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria	Intervención durante paradas programadas	Acceso directo a componentes mecánicos y eléctricos

Nota: Puestos de trabajo que hay en el área de té.

4.2 Inventario técnico de maquinaria industrial

El verdadero poder del inventario técnico y la forma de identificar riesgos en los equipos del área de té se convierte en una herramienta esencial para realizar una determinación metódica de las fuentes generadoras de peligro y te permite avanzar con

mayor seguridad en cada proyecto. La caracterización minuciosa de los componentes mecánicos eléctricos y neumáticos permite determinar los elementos que precisan una protección concreta y qué zonas representan mayor criticidad.

El análisis de la línea de producción se logra una visión clara y ordenada de los riesgos mediante este análisis se determinó la clasificación de los elementos peligrosos en tres grandes grupos sistemas de transmisión de potencia sistemas de proceso sellado y arrastre y sistemas eléctricos de control facilitando de esta manera la aplicación de criterios técnicos especificados en normas internacionales como la ISO 14120.

Figura 29.

Lista de maquinaria del área de tés.

Ord	Nombre_maqui	Ano	Modelo	Imagen
1	RX-20 PLUS	2013	RX 20 PLUS	
2	ENVASADORA DE TE 1 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B E	
3	ENVASADORA DE TE 2 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B	
4	ENVASADORA DE TE 3 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B	
5	ENVASADORA DE TE 4 (DP) ACTUALIZADA	2007	EC 12	
6	ENVASADORA DE TE 5 ACTUALIZADA	2022	EC12/B E	

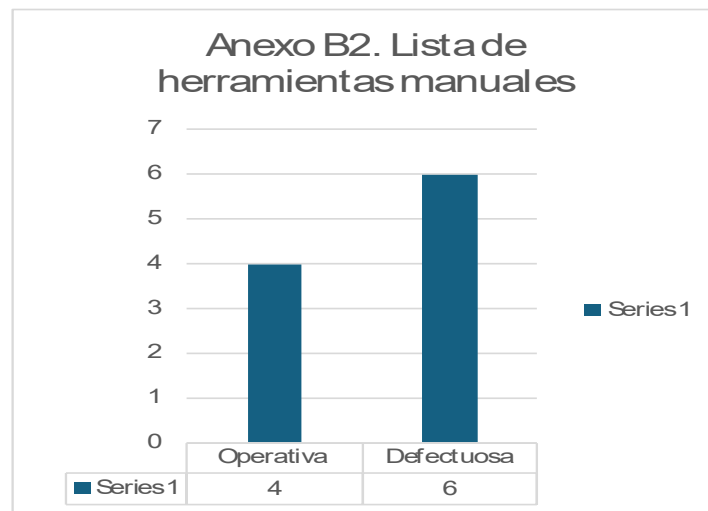
Nota: Equipos presentes para la producción de tés

Adicional a los equipos que se emplean para la producción de tés, también se toma en consideración las herramientas manuales que se ocupan para el trabajo de mantenimiento, relacionados a la prevención o corrección de la maquinaria dependiendo de la orden de trabajo emitida por el área de mantenimiento.

En la tabla 18 se muestra el resumen de las herramientas manuales y su estado que se ocupan en el área de tés, como el tema de investigación está enfocado al riesgo mecánico no se ha considerado las herramientas eléctricas, el desglose de herramientas manuales se lo puede encontrar en el Apéndice C.

Figura 30.

Lista de herramientas manuales para el mantenimiento del área de tés.



Nota: Tabla de herramientas manuales presentes en el mantenimiento del área de tés.

4.3 Aplicación del Cuestionario NTP 325

El cuestionario de chequeo para el control de riesgos de atrapamiento NTP 325 se empleó como una herramienta complementaria para evaluar el riesgo de atrapamiento en partes móviles de la maquinaria. De esta manera se pudo verificar el cumplimiento de

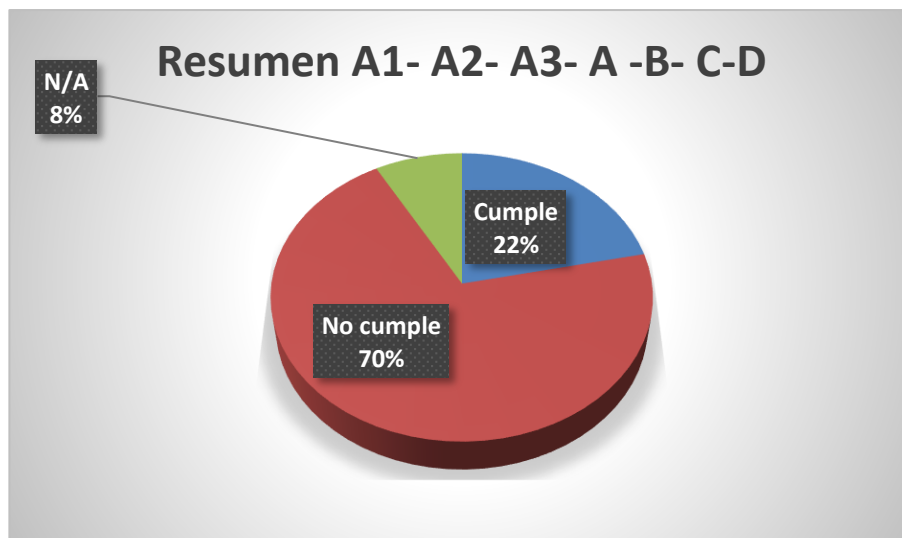
condiciones básicas de seguridad tales como la presencia de resguardos, las distancias de seguridad y los sistemas de bloqueo.

De igual forma los resultados obtenidos revelaron claramente la existencia de incumplimientos técnicos y además permitieron identificar el nivel de exposición del operador durante la ejecución de tareas tanto frecuentes como no frecuentes.

Gracias a la información recopilada se llevó a cabo un análisis detallado de los resultados del cuestionario. De este modo se identificaron los criterios que cumplen, los que no cumplen y aquellos que no aplican. De esta manera fue posible obtener una visión clara del estado real de las condiciones de seguridad en la maquinaria evaluada.

Figura 31.

Cuantificación de las preguntas que cumplen y no cumplen del banco de preguntas del cuestionario de la NTP 325.



Nota: Resumen del cuestionario NTP325.

En la gráfica muestra la ponderación más alta a la parte del incumplimiento con un 70% después de haber realizado la valoración de los equipos con el cuestionario NTP 325.

4.4 Valoración del riesgo mecánico mediante GTC 45

La valoración del riesgo constituye la base metodológica de este capítulo, ya que permite pasar de una identificación cualitativa de los peligros a una evaluación cuantitativa que facilita su comparación. La metodología utilizada se fundamenta en la Guía Técnica Colombiana GTC 45, la cual considera tres aspectos principales para estimar el nivel de riesgo:

La deficiencia de los controles existentes.

El tiempo de exposición del trabajador.

La importancia de conocer la magnitud o gravedad de las posibles consecuencias de los eventos de esta forma se logra dimensionar correctamente el impacto real que podría tener cualquier incidente en el área de trabajo.

La aplicación de NPT 325 del área de tés se resume de manera clara en la Tabla 16, donde se particularizan los peligros identificados según su clasificación. De igual manera los resultados muestran un total de 122 registros, de los cuales 73 corresponden a riesgos de mecánicos de atrapamiento que representan el 60 % y 49 de riesgos mecánicos de corte que equivalen al 40 %. La ponderación está en los riesgos de atrapamiento.

Tabla 17.

Segmentación de datos por tipo de peligro.

Distribución por tipo de peligro			
Tipo de peligro	Cantidad	Porcentaje	
Atrapamiento	73	60%	
Corte	49	40%	
Total	122	100%	

Nota: tabla de clasificación tipos de peligro donde hay mayor porcentaje de riesgos

Al agrupar los datos en función de la zonificación de las máquinas, se logra identificar las áreas donde se concentra la mayor cantidad de riesgos dentro del proceso productivo. En la Tabla 17 se observa que el mayor porcentaje de riesgo se presenta en los rodillos, con 32 registros que corresponden al 26 %, seguido por las bandas transportadoras con 24 registros, equivalentes al 20 %. A continuación, se encuentra el área de alimentación de insumos y materias primas con 20 registros (16 %), mientras que el sistema de sellado registra 18 eventos, lo que representa el 15 %.

También se tiene una cuantificación de 16 actividades que hacen alusión a trabajos donde se encuentran en contacto con poleas y ejes en movimiento que equivale a un 13% y por último está la zona eléctrica con 12 actividades dando un porcentaje de del 10%, los dos últimos porcentajes a las personas que más les afectan son al personal tecnico de mantenimiento.

Tabla 18.

Distribución de datos por zonas de las máquinas de té

Distribución por zona de la máquina		
Zona / Parte de la máquina	Cantidad estimada	Porcentaje
Rodillos	32	26%
Bandas transportadoras	24	20%
Área de alimentación	20	16%
Sistema de sellado	18	15%
Ejes y poleas	16	13%
Zona eléctrica	12	10%
Total	122	100%

Nota: tabla de clasificación de zonas de la máquina donde hay mayor porcentaje de riesgos

Tras realizar una tercera agrupación de los datos obtenidos, se observa que las actividades se clasifican en cuatro grupos principales, como se muestra en la Tabla 18.

Durante el análisis se identificó un total de 122 registros, de los cuales la mayor proporción correspondía a actividades operativas con 46 casos (38%). Seguidamente se encuentran las labores de limpieza de equipos con 30 casos (25%), después las actividades de ajuste con 24 casos (20%) y, por último, las tareas de mantenimiento con 22 casos (17%).

Los resultados obtenidos muestran que existe mayor probabilidad de riesgo durante la manipulación de la maquinaria por parte del operador, seguidamente se encuentran los eventos que se producen durante las actividades de limpieza y ajuste, en conjunto estas dos actividades representan un porcentaje significativo del total de eventos analizados. Por lo cual, es esencial reforzar los controles de operaciones, los protocolos de trabajo seguros y las prácticas de intervención en los equipos, particularmente durante las etapas de operación y limpieza, con el objetivo de reducir incidentes y mejorar las condiciones de seguridad en el área evaluada.

Tabla 19.

Distribución de datos por actividades que se realizan en las máquinas de té.

Distribución por actividad del proceso			
Actividad	Cantidad	Porcentaje	
Operación	46	38%	
Limpieza	30	25%	
Ajuste	24	20%	
Mantenimiento	22	17%	
Total	122	100%	

Nota: *tabla de clasificación de actividades donde hay mayor porcentaje de riesgos*

La aplicación sistemática de esta guía técnica de forma completa se encuentra en el Apéndice F, los riesgos identificados permitieron determinar el nivel de riesgo inicial y

clasificarlo en categorías de aceptabilidad. Este proceso resulta fundamental para priorizar intervenciones y justificar técnicamente las medidas de control planteadas

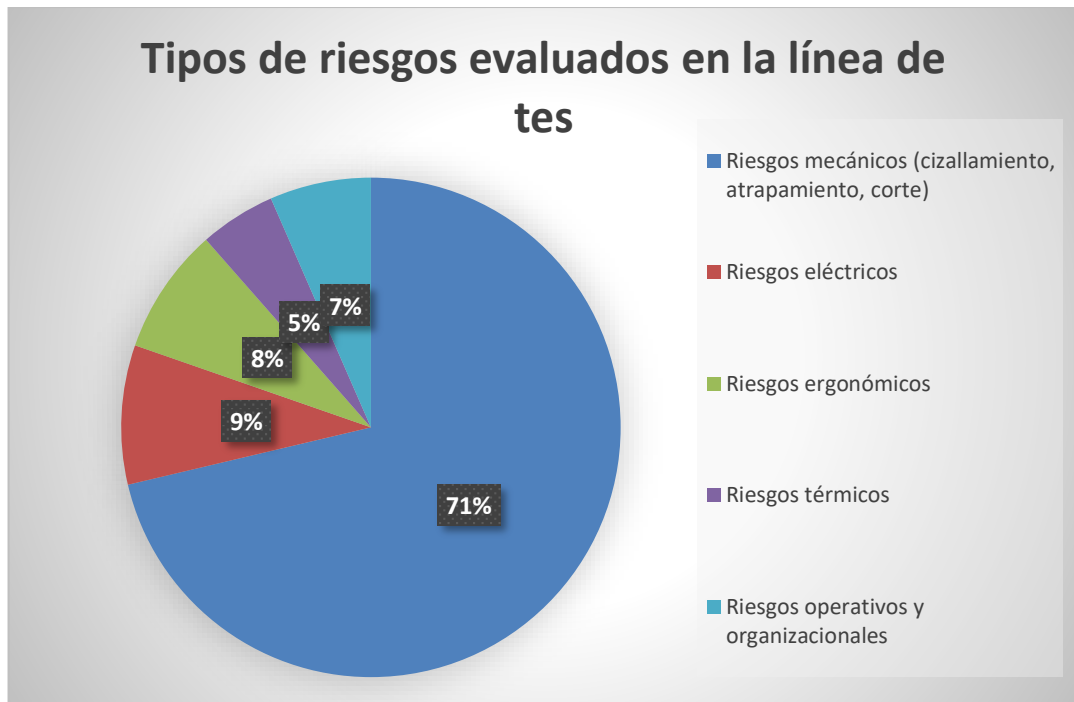
Los resultados obtenidos evidencian una predominancia de riesgos clasificados como no aceptables, principalmente aquellos asociados a cizallamiento y atrapamiento en sistemas de sellado térmico. Este hallazgo confirma que la línea de producción requiere intervenciones de ingeniería prioritarias.

4.5 Evaluación de conformidad con ISO 12100

La evaluación en los principios de la norma ISO 12100, se la realizó para determinar si el diseño actual que tiene la línea de envasado de té integra desde su construcción original de fábrica. Para esto, se aplicó una matriz de verificación en 20 puntos críticos que conforman la máquina con requerimientos normativos establecidos en la ISO 13857 que se enfoca en las distancias para manos, brazos y piernas, así también de dimensiones de aberturas en resguardos y barreras o protecciones. El detalle completo de esta evaluación de esta evaluación, incluyendo cada pregunta con su norma que le aplica se encuentra en el Apéndice F.

Figura 32.

Tipos de riesgos evaluados en la línea de té



Nota: Se realiza una clasificación de los tipos de riesgos que se encontró en la evaluación.

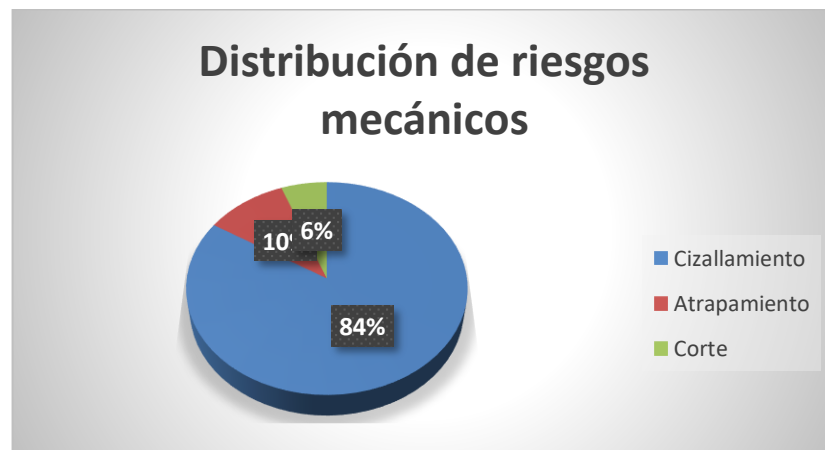
El análisis de los peligros mecánicos se realizó considerando los ítems comprendidos entre los numerales 21 al 80 de la matriz de evaluación, los cuales se enfocan en los elementos críticos de la máquina como rodillos, engranajes, bandas, poleas y bandas transportadoras. Durante esta evaluación se identificó que varios componentes de la maquinaria se encuentran expuestos, lo que genera peligros asociados a cizallamiento, atrapamiento y corte, los cuales no están completamente controlados mediante las medidas de protección actualmente implementadas. Debido a la naturaleza del presente estudio, el análisis y desarrollo de propuestas de mejora se centrará específicamente en estos riesgos mecánicos, por ser los que presentan mayor interacción directa entre el trabajador y las partes móviles de la máquina.

En la Figura 33, se detalla la distribución de porcentajes los riesgos mecánicos, que se muestra en el Apéndice F, la cual pone en evidencia que el peligro de cizallamiento representa el 84 %, el atrapamiento el 10 % y el corte el 6 %. Estos resultados ponen de

manifiesto la necesidad de diseñar e implementar guardas de seguridad adecuadas en toda la línea de envasado de té, con el objetivo de reducir la exposición de los trabajadores a las partes móviles de la maquinaria y fortalecer las condiciones de seguridad durante la operación.

Figura 33.

Distribución de riesgos mecánicos



Nota: Cuadro estadístico que muestra el porcentaje de los riesgos mecánicos.

CAPÍTULO V

MARCO PROPOSITIVO

5.1 Planificación de la actividad preventiva

La planificación de la actividad preventiva forma parte esencial del proceso de gestión de seguridad y salud en el trabajo, ya que permite definir acciones orientadas a disminuir los riesgos identificados durante la evaluación realizada en la línea de producción de té de la empresa Terrafertil S.A. A partir de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología GTC 45 y el análisis técnico de la maquinaria industrial, se identificaron riesgos mecánicos asociados principalmente a atrapamientos, golpes por partes móviles, cortes y aplastamientos.

Al construir un entorno de trabajo donde las personas regresen sanas y salvas a casa cada día y donde los principales parámetros sobre los cuales se estructura el plan de planificación son los siguientes y abarcan desde el diseño e instalación de guardas y protecciones mecánicas hasta la ejecución de inspecciones administrativas y señalización de seguridad además del control y uso obligatorio de equipos de protección personal.

Para que la seguridad se convierta en un hábito natural dentro de la empresa representa uno de los mayores logros que se pueden alcanzar. Una protección efectiva y sostenida en el tiempo para los operarios resulta necesario integrar soluciones de ingeniería con acciones de carácter organizacional de esta forma se crea un sistema completo que protege realmente a las personas.

Ver cómo se reduce el riesgo día a día cuando se aplican las medidas correctas genera una enorme satisfacción profesional. En los entornos industriales donde existe interacción directa entre el trabajador y la maquinaria el riesgo mecánico no puede ser

eliminado en su totalidad sin embargo puede ser reducido de manera considerable mediante la aplicación de medidas preventivas adecuadas y en este contexto la planificación preventiva se basa en la jerarquía de control de riesgos establecida en la norma ISO 12100 priorizando los controles de ingeniería seguidos por los controles administrativos y finalmente el uso de equipos de protección personal.

Diseñar un plan que realmente marque la diferencia en la vida de los operarios es lo que hace que este trabajo valga la pena. Con base en estos lineamientos se plantea implementar un conjunto de acciones orientadas a mejorar las condiciones de seguridad en la línea de producción entre las que se incluyen la instalación de guardas en partes móviles de las máquinas la aplicación de procedimientos operativos seguros la señalización de zonas de riesgo la capacitación del personal y el uso obligatorio de equipos de protección personal estas medidas contribuirán a disminuir la probabilidad de accidentes y a fortalecer la cultura preventiva dentro de las diferentes áreas de trabajo.

5.2 Diseño de guardas de seguridad conforme a ISO 14119

Las medidas de control planteadas se fundamentan en la aplicación de normativas internacionales orientadas a la seguridad en maquinaria, con el fin de asegurar que las soluciones propuestas se ajusten a criterios técnicos reconocidos. En este sentido, se consideraron los lineamientos de la ISO 12100, enfocándose en la reducción del riesgo desde su origen, la incorporación de protecciones físicas y la implementación de medidas complementarias de seguridad.

El proteger eficazmente a las personas que operan la maquinaria resulta una de las satisfacciones más grandes en el diseño industrial, con el diseño de las guardas de seguridad se tomaron en cuenta las directrices establecidas en la ISO 14119 normativa que

regula los dispositivos de enclavamiento vinculados a resguardos y de esta forma se garantiza que la maquinaria no funcione cuando las protecciones se encuentren abiertas o retiradas además se incorporaron criterios de la ISO 13857 relacionados con distancias de seguridad y la prevención del acceso a zonas peligrosas.

De igual manera resulta motivador comprobar cómo se pueden elevar los estándares de seguridad en cada proyecto. Así mismo se consideraron los lineamientos de la ISO 13849-1 con el propósito de asegurar la confiabilidad de los sistemas de control de seguridad implementados de esta manera las propuestas desarrolladas no solo cumplen con la normativa vigente sino que también permiten alcanzar un nivel adecuado de desempeño en la prevención de accidentes laborales.

Nada se compara con ver materializarse un diseño que realmente cuida la integridad de las personas. En función de estos criterios las guardas diseñadas fueron elaboradas utilizando estructuras metálicas de acero inoxidable combinadas con malla metálica industrial lo que permite garantizar resistencia mecánica durabilidad y visibilidad del proceso productivo sin comprometer la seguridad del operador.

Proteger activamente a los operadores frente a los riesgos más críticos siempre genera una enorme sensación de logro. Las protecciones implementadas están orientadas a evitar el contacto directo con mecanismos que representan mayor nivel de riesgo especialmente en zonas donde existen posibilidades de atrapamiento y cizallamiento reduciendo así la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Utilizar herramientas profesionales que facilitan el trabajo preciso es uno de los placeres del diseño técnico. El software SketchUp fue utilizado como herramienta para el desarrollo de los planos y modelos de las protecciones mecánicas permitiendo generar representaciones tridimensionales detalladas de las guardas diseñadas su uso facilitó la

verificación de dimensiones el análisis del acceso a los puntos de operación y la cobertura adecuada de las zonas de riesgo identificadas logrando una integración funcional con los equipos existentes sin afectar la continuidad del proceso productivo.

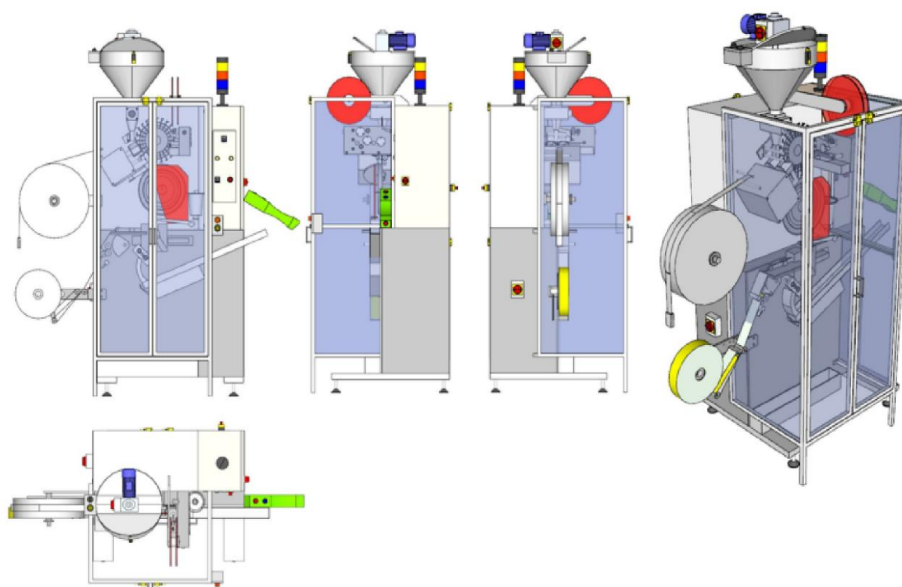
Definir claramente cada tipo de guarda según su función concreta representa un paso clave hacia una protección inteligente. De acuerdo con su aplicación se definieron los siguientes tipos de guardas de seguridad:

Guardas fijas destinadas a cubrir sistemas de transmisión como poleas correas y engranajes fabricadas en materiales resistentes como acero o malla metálica y que solo pueden retirarse mediante herramientas.

Guardas móviles con enclavamiento utilizadas en zonas que requieren acceso frecuente como actividades de limpieza o ajuste las cuales detienen automáticamente el funcionamiento de la maquinaria al ser abiertas.

Figura 34.

Diseño propuesto de guardas para las máquinas de té

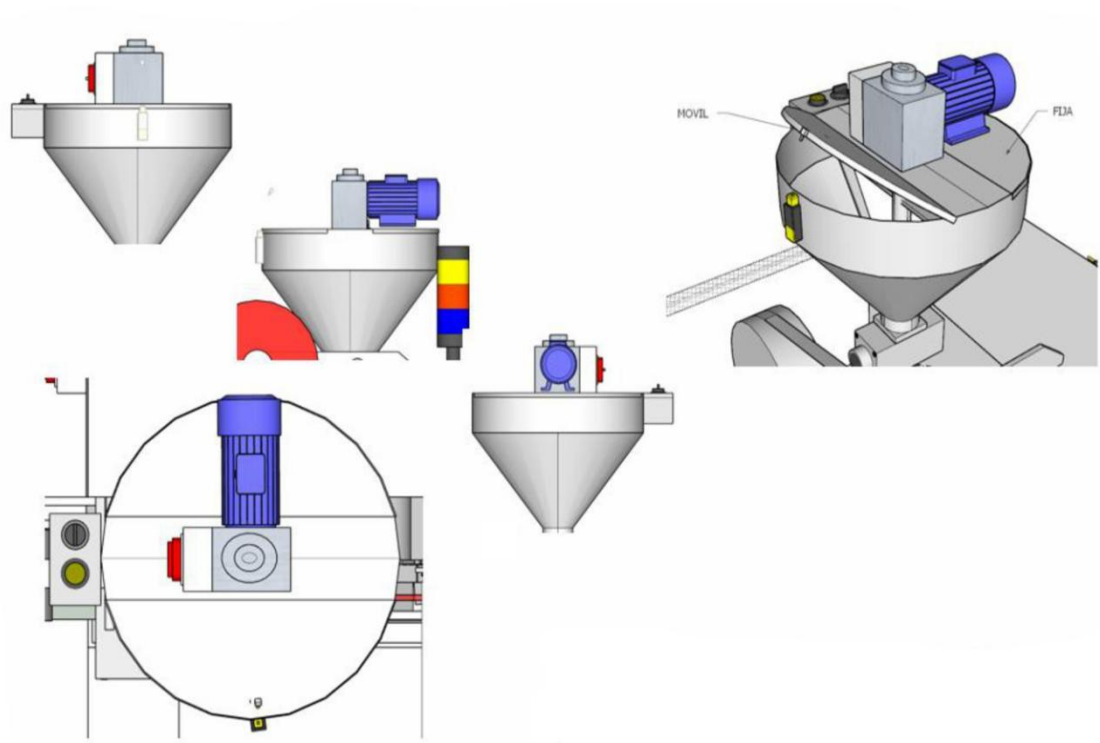


Nota: Diseño propuesto realizado por el autor

La implementación de estas guardas se plantea en las principales máquinas de la línea de producción de té, específicamente en aquellas donde se identificaron puntos críticos de atrapamiento. En total se propone instalar 6 guardas de seguridad distribuidas una por cada equipo que permita disminuir el riesgo hasta niveles aceptables, lo que permitirá trabajar con un riesgo bajo, pero sin perder productividad u operabilidad.

Figura 35.

Diseño propuesto para la tolva de la máquina de té.



Nota: Diseño propuesto realizado por el autor

Además de la estructura principal de protección, el diseño de las guardas para la máquina empacadora RX-20 incorpora elementos estructurales que garantizan la estabilidad y resistencia del sistema de seguridad durante la operación continua del equipo.

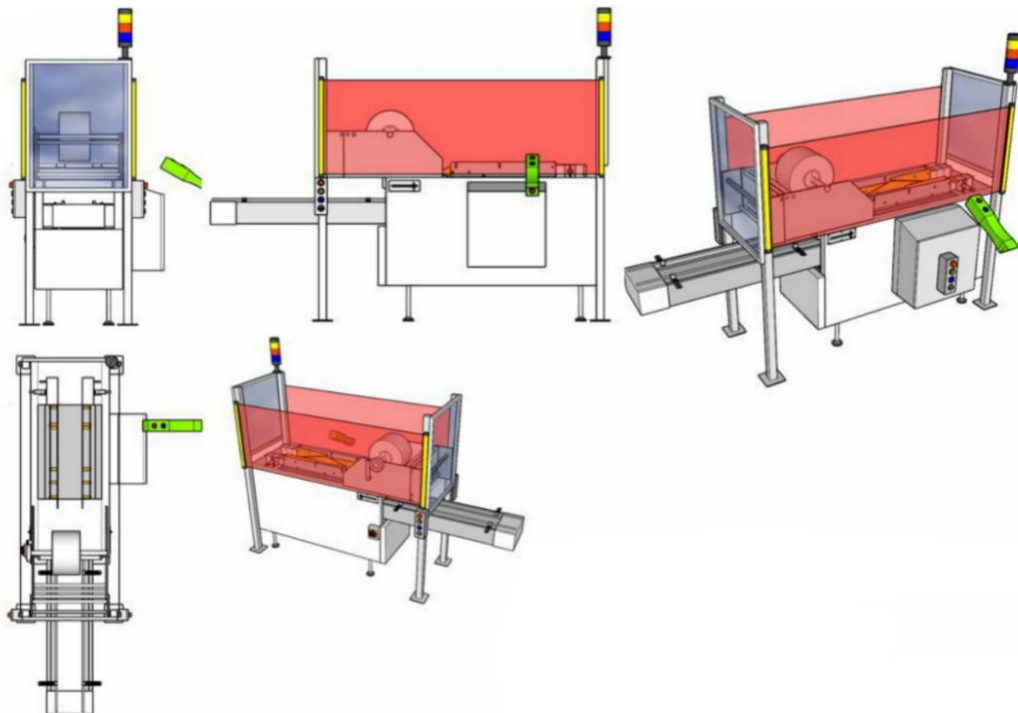
Al transformar la seguridad de tu línea de producción con una estructura realmente robusta y pensada para proteger a las personas la estructura está compuesta por tubos

cuadrados de acero inoxidable 304, estos servirán como marco para sostener los protectores que serán fabricados en policarbonato con un espesor de 10 mm permitiendo de esta forma una adecuada resistencia a impactos y una alta visibilidad del proceso de empacado y además estos paneles están fijados mediante soportes metálicos y elementos de unión que facilitan su desmontaje durante actividades de mantenimiento preventivo o correctivo.

al obtener un diseño que no solo protege sino que también facilita el trabajo diario sin comprometer la seguridad. Las medidas del diseño son: altura aproximada de 1850 mm suficiente para evitar el acceso directo del operario a los mecanismos de transmisión y zonas de atrapamiento cumpliendo de esta manera con los criterios de distancia de seguridad establecidos en la norma ISO 13857 para la protección de maquinaria industrial.

Figura 36.

Diseño propuesto de la máquina empacadora.

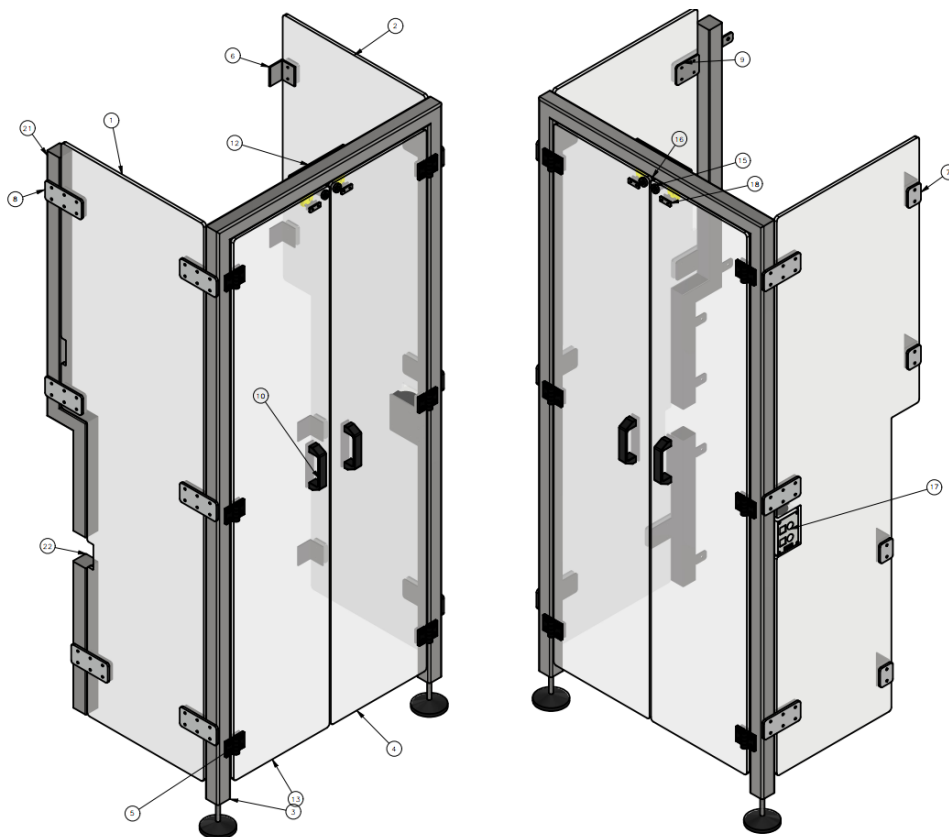


Nota: Diseño propuesto realizado por el autor

La tabla de partes correspondiente a la guarda de seguridad de las máquinas presenta el listado detallado de los elementos que conforman la estructura de protección instalada en las máquinas de té identificadas como envasadora #1, #2, #3, #4 y #5 dentro de la línea de producción. Entre los principales componentes se encuentran los paneles de policarbonato transparente, los soportes tubulares de la estructura, las bisagras de las puertas de acceso y los elementos de fijación que permiten ensamblar el sistema de protección. La utilización de policarbonato como material preferente de las superficies protectoras permite mantener la visibilidad del proceso productivo sin comprometer la seguridad del trabajador, además de ofrecer una alta resistencia mecánica frente a impactos o esfuerzos operativos.

Figura 37.

Diseño de guarda de seguridad



Nota: *Diseño de guardas en policarbonato y tubo cuadrado de inoxidable*

Asimismo, la estructura de soporte está compuesta por elementos metálicos que garantizan la estabilidad y rigidez de la guarda durante la operación continua de la maquinaria. Componentes como los soportes de tubo estándar, refuerzos estructurales y sistemas de fijación permiten distribuir adecuadamente las cargas generadas por vibraciones o movimientos de la máquina. De igual manera, la incorporación de elementos funcionales como sensores de puertas, soportes de botonera y sistemas de manija sellada facilita la operación segura del equipo, ya que permiten controlar el acceso a las zonas protegidas y garantizar que la máquina detenga su funcionamiento cuando se abran las protecciones de seguridad.

Tabla 20.

Tabla de partes de la guarda de las máquinas

ORD.	CANTIDAD	N° DE PIEZA
1	1	Policarbonato A
2	1	Policarbonato B
3	1	Arco Puertas
4	1	Policarbonato Puerta
5	6	Bisagras
6	4	Soporte Angulo
7	4	Soporte Angulo Refuerzo
8	9	Soporte Tubo Estándar
9	9	Soporte Tubo estándar Refuerzo
10	2	Manija Sellada
11	2	Refuerzo Manija
12	1	Sensores Puertas
13	1	Policarbonato Puerta Esp
14	2	Policarbonato Puerta
15	2	Soporte imán
16	2	Metal Galvanizado
17	1	Botonera Soporte
18	4	Soporte Sensor
19	4	Separador Sensor

20	6	Separador Soporte
21	1	Tubo Flotante B
22	1	Tubo Flotante C
23	6	Soporte Bisagra

Nota: Lista de partes de las guardas a construir

Estas dimensiones fueron definidas considerando los criterios de seguridad establecidos en las normas internacionales de protección de maquinaria, especialmente en lo referente a las distancias de seguridad y al aislamiento de las zonas peligrosas. La altura total de la estructura y la disposición de los paneles protectores permiten cubrir completamente las áreas donde se encuentran los mecanismos de transmisión, evitando el acceso directo de los operarios a los puntos de atrapamiento durante la operación del equipo.

Por otro lado, las dimensiones de los paneles de policarbonato y de la estructura metálica fueron diseñadas para garantizar un equilibrio adecuado entre protección, visibilidad y facilidad de mantenimiento. El uso de policarbonato con un espesor aproximado de 10 mm proporciona resistencia a impactos y permite observar el funcionamiento interno de la máquina sin necesidad de retirar las protecciones. Asimismo, las medidas de la estructura tubular fabricada en acero inoxidable aseguran la estabilidad del sistema de guardas frente a vibraciones o esfuerzos mecánicos generados por el funcionamiento continuo de la maquinaria, contribuyendo de esta manera a mantener condiciones seguras de operación dentro del área de producción.

Tabla 21.

Dimensiones principales de las guardas

Parámetro	Dimensión
------------------	------------------

Altura total	2000 mm
Altura panel	1850 mm
Ancho estructura	880 mm
Ancho puerta	546 mm
Separación base	859 mm
Espesor policarbonato	10 mm
Material estructura	Acero inoxidable SUS 304
Perfil tubular	50x50 mm / 50x25 mm

Nota: Detalles de las dimensiones de las guardas

5.3 Evaluación del riesgo residual posterior a la implementación

Una vez implementadas las medidas de control propuestas, se llevó a cabo la evaluación del riesgo residual con la finalidad de comprobar la efectividad de las acciones adoptadas y determinar el grado de reducción del riesgo en la línea de producción de té. Este proceso se desarrolló tomando como base los principios de la ISO 12100, que establece la necesidad de reevaluar los riesgos luego de aplicar medidas de control, con el fin de verificar que estos se encuentren en niveles aceptables.

La valoración del riesgo residual se realizó mediante la metodología de la Guía Técnica Colombiana GTC 45, empleando los mismos criterios utilizados en la evaluación inicial, tales como el nivel de deficiencia, el nivel de exposición y la severidad de las consecuencias. Esto permitió comparar de manera directa la situación inicial con el escenario posterior a la implementación de las mejoras, evidenciando los cambios generados en el nivel de riesgo.

A partir de los resultados obtenidos, se evidenció una disminución significativa del riesgo en los puntos críticos de la maquinaria, principalmente en aquellos asociados a atrapamientos, cortes y contacto con partes en movimiento. La incorporación de guardas físicas, sistemas de enclavamiento y mejoras en los controles de seguridad contribuyó a reducir tanto la probabilidad de ocurrencia de accidentes como la gravedad de sus posibles consecuencias.

De igual manera, se tomaron en cuenta los lineamientos de la ISO 13849-1 con el propósito de asegurar la confiabilidad de los sistemas de control relacionados con la seguridad. Esto permitió garantizar que funciones críticas, como la parada de emergencia y los dispositivos de enclavamiento, operen de forma adecuada frente a situaciones de riesgo.

No obstante, es importante considerar que el riesgo no puede eliminarse por completo, debido a la interacción constante entre el trabajador y la maquinaria. Por ello, el riesgo residual fue complementado con la aplicación de controles administrativos, señalización de seguridad y el uso obligatorio de equipos de protección personal, fortaleciendo así el sistema de prevención implementado.

En síntesis, la evaluación del riesgo residual permitió confirmar la efectividad de las medidas adoptadas, evidenciando una reducción considerable del nivel de riesgo y contribuyendo al cumplimiento de estándares internacionales en seguridad de maquinaria. Esto respalda la viabilidad de la propuesta y su aporte en la disminución de la accidentabilidad laboral en la empresa Terrafertil S.A.

Para la estimación del riesgo residual se utilizó el modelo exponencial, el cual permite determinar la disminución del riesgo en función de la eficacia de las medidas de control implementadas. La expresión utilizada es la siguiente:

$$R = Ri * C$$

Donde:

R: Riesgo residual

Ri: Riesgo inicial

K: Coeficiente de eficacia del control

C: Nivel de intervención aplicado

La estimación del riesgo residual se realizó mediante el modelo exponencial $R = Ri * e^{-K*C}$, el cual permite evaluar la efectividad de las medidas de control implementadas sobre los riesgos mecánicos identificados. En esta expresión *Ri*, representa el nivel de riesgo inicial, *K* corresponde al coeficiente de eficacia del control aplicado y *C* al nivel de intervención. Este modelo considera que, a medida que aumenta la eficacia de las medidas de control y su nivel de aplicación, el riesgo disminuye de forma exponencial, reflejando una reducción progresiva en la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos.

En la tabla presentada a continuación se observa la comparación entre la condición inicial sin controles y los escenarios posteriores a la implementación de guardas de seguridad. En el estado inicial, el riesgo se mantiene en un valor de 20, al no existir medidas de mitigación. Con la incorporación de guardas físicas, el riesgo se reduce a 6.98,

lo que representa una disminución del 65.10 %, evidenciando el impacto positivo de los controles de ingeniería sobre los puntos de atrapamiento identificados en la maquinaria.

Tabla 22.

Comparación del riesgo inicial y riesgo residual posterior a la implementación de guardas de seguridad

Escenario de evaluación	Riesgo inicial (R _i)	Coefficiente K	Nivel de control C	Riesgo residual (R)	Reducción (%)
Condición inicial sin control	20	0	0	20	0%
Implementación de guardas de seguridad	20	0.35	3	6.98	65.10%

Nota. El riesgo residual fue calculado mediante la ecuación $R = R_i \cdot e^{-K \cdot C}$, considerando La eficacia de las medidas de control implementadas en la maquinaria de la línea de producción de té.

Finalmente, los resultados obtenidos a partir de la comparación evidencian la efectividad de la implementación de guardas de seguridad como medida de control de ingeniería, alcanzando una reducción del 65.10 % del riesgo mecánico en los puntos críticos identificados. Este resultado demuestra que la intervención directa sobre las fuentes de peligro permite disminuir significativamente la probabilidad de ocurrencia de accidentes asociados a atrapamientos en la maquinaria. En este sentido, se establece una base técnica sólida que respalda la aplicación de soluciones enfocadas específicamente en el control del riesgo mecánico, contribuyendo a la mejora de las condiciones de seguridad en la línea de producción de té en la empresa Terrafertil S.A.



5.4 Controles administrativos y señalización




Los controles administrativos se consideran un complemento clave de las medidas de ingeniería, ya que permiten establecer normas, procedimientos y lineamientos que orientan el desarrollo de las actividades laborales de forma segura. En el caso de la línea de producción de té, estos controles se enfocan en fortalecer la gestión preventiva mediante la organización de tareas, la identificación de riesgos presentes y la aplicación de prácticas seguras durante la ejecución del trabajo.

En los entornos industriales, no es posible restringir completamente el acceso de los trabajadores a las zonas críticas de las máquinas, debido a que muchas actividades requieren interacción directa con los equipos. Por ello, resulta necesario informar de manera clara a los operarios sobre los riesgos existentes en cada área, mediante el uso de señalización visible, pictogramas de advertencia y sistemas de identificación de peligros que permitan reconocer rápidamente las zonas con mayor nivel de riesgo.

Tabla 23.

Señalización de seguridad en la línea de producción

Tipo de señal	Color	Significado	Pictograma
Advertencia de riesgo de atrapamiento	Amarillo	Peligro por partes móviles	
Prohibición de acceso	Rojo	Acceso restringido	

Uso obligatorio de EPP	Azul	Uso de protección personal	
Salida de emergencia	Verde	Ruta de evacuación	
Parada de emergencia	Rojo	Detención inmediata	

Nota: En esta tabla se encuentra las principales señalizaciones del área de tes

5.5 Equipos de protección personal (EPP)

El uso de equipos de protección personal constituye una medida complementaria dentro de la gestión de riesgos laborales, orientada a disminuir la exposición del trabajador a los peligros presentes en el entorno de trabajo. Si bien los EPP no eliminan el riesgo mecánico, su utilización adecuada contribuye a reducir la severidad de las lesiones en caso de presentarse un incidente durante la operación de maquinaria o la ejecución de las actividades productivas.

En la línea de producción de tés de la empresa Terrafertil S.A. se evidencia la exposición a riesgos asociados a la operación de maquinaria industrial, la manipulación de herramientas y el contacto con superficies metálicas; por esta razón, se establece como obligatorio el uso de equipos de protección personal adecuados según la función de cada operador, asegurando que el personal disponga de los elementos necesarios para desarrollar sus actividades en condiciones seguras.

Tabla 24.

EPP de uso diario para operación del área de tés

EPP	Riesgo que protege
Guantes anticorte	Cortes
Gafas de seguridad	Proyección
Calzado de seguridad	Aplastamiento
Protección auditiva	Ruido
Mascarilla	Polvo

Nota: *Esta tabla muestra el tipo de riesgo y EPP que necesita usar.*

La seguridad de tu equipo de trabajo y protege a cada colaborador como se merece no tiene precio, los principales equipos de protección personal requeridos son: guantes resistentes al corte para prevenir lesiones en las manos, gafas de seguridad para evitar daños en ojos por proyecciones de partículas al realizar la limpieza, calzado de seguridad con puntera reforzada para proteger los pies por golpes o caída de objetos pequeños, protectores auditivos por de ruido y la exposición durante toda la jornada y las mascarillas para evitar la inhalación de polvo de la materia prima durante el proceso productivo y además la correcta selección y uso de estos equipos contribuye a fortalecer las medidas de prevención dentro del área de producción.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de los factores de riesgo se realizó en 5 máquinas envasadoras de té y una empacadora analizando 6 puestos de trabajo correspondientes a 28 operarios del área de producción y mantenimiento. Durante la evaluación se identificaron 48 factores de riesgo mecánico, de los cuales 54 % correspondieron a condiciones inseguras relacionadas con partes móviles expuestas, mientras que 46 % de los procesos presentaron condiciones operativas adecuadas. En el inventario técnico se registraron 67 equipos y herramientas, donde 51 % correspondieron a herramientas manuales, 27 % a herramientas eléctricas, 15 % a equipos de medición y 7 % a maquinaria industrial principal. Del total de equipos evaluados, 21 % presentó deficiencias de seguridad, principalmente por ausencia de protecciones mecánicas o desgaste en los sistemas de resguardo. La aplicación del cuestionario de chequeo basado en la NTP 325 incluyó 32 criterios de verificación, obteniendo 44 % de cumplimiento total, 28 % de cumplimiento parcial y 28 % de incumplimiento, evidenciando que más de la cuarta parte de los puntos evaluados presentaban riesgo potencial de atrapamiento en rodillos, poleas y sistemas de transmisión.

La evaluación del riesgo mecánico permitió identificar un total de 48 peligros asociados principalmente a la presencia de partes móviles en la maquinaria. La valoración se realizó mediante la metodología GTC 45, obteniéndose que el 23 % de los riesgos corresponden a niveles no aceptables, el 40 % a riesgos aceptables con control, el 25 % a riesgos moderados y el 12 % a riesgos bajos, lo que evidencia que una proporción importante requiere intervención prioritaria. En cuanto al cumplimiento normativo, se determinó que el nivel de conformidad con los criterios de la ISO 12100:2010 alcanzó el 58 %, mientras que para la ISO 13849-1:2023 fue del 42 %, reflejando una brecha cercana al 50 % en los sistemas de seguridad de la maquinaria. Por otro lado, el análisis de

criticidad mostró que el 23 % de los riesgos presentan criticidad alta, el 44 % criticidad media y el 33 % criticidad baja, destacándose como más relevantes aquellos relacionados con puntos de atrapamiento en rodillos, engranajes y poleas que no cuentan con resguardo físico.

Para la formulación del sistema integral de gestión preventiva se diseñaron protecciones mecánicas para el 100 % de los puntos de atrapamiento identificados, lo que incluyó la implementación de 6 guardas de seguridad industrial destinadas a cubrir los sistemas de transmisión y rodillos expuestos. Estas protecciones permitirían reducir aproximadamente 65 % del riesgo de atrapamiento en las máquinas evaluadas. En relación con los controles administrativos, se estableció un sistema de señalización de seguridad basado en estándares internacionales, instalándose señalética preventiva en 100 % de las estaciones de trabajo críticas, lo que incrementaría la visibilidad del riesgo y permitiría disminuir en aproximadamente 25 % los incidentes asociados a operaciones inseguras.

En relación con el uso de equipos de protección personal, se proporcionó para 28 operarios del área de producción, cubriendo el 100 % del personal expuesto. La implementación de guantes anticorte, gafas de seguridad, protección auditiva y cascos industriales permitiría disminuir las posibles lesiones mecánicas en aproximadamente 40% durante las actividades operativas y de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

El impacto positivo que tendría poner en marcha un programa de inspecciones técnicas cada tres meses, cubriendo absolutamente toda la maquinaria, esto permitiría reducir al menos un 30 % de los escenarios inseguros que hemos identificado y nos daría mucha más tranquilidad en el día a día.

De igual forma se plantea actualizar el inventario técnico de equipos de manera anual con el fin de mantener un control total sobre las herramientas y la maquinaria disponible.

Además, sería de gran ayuda aplicar listas de verificación de seguridad en todas las líneas de producción ya que esto contribuiría a mejorar el nivel de cumplimiento desde el 44 % actual hasta valores superiores al 80 % en controles de seguridad.

El realizar una programación de actualización anual de la matriz de riesgos, con esto podríamos bajar los riesgos no aceptables del 23 % a un valor cercano al 5 % mediante la aplicación de controles técnicos y administrativos que realmente marquen la diferencia.

Asimismo, se plantea fortalecer la evaluación de conformidad normativa para mejorar el cumplimiento de estándares internacionales pasando del 50 % actual a al menos un 85 % a través de auditorías técnicas y mejoras en los sistemas de protección de la maquinaria.

Es importante la implementación de manera progresiva de un sistema de gestión preventiva priorizando los equipos con mayor nivel de criticidad de esta forma lograríamos una reducción inicial del 60 % de los riesgos mecánicos identificados.

De igual manera se recomienda capacitar al 100 % del personal operativo en procedimientos de seguridad y en el uso adecuado de los equipos de protección personal buscando elevar el cumplimiento de normas de seguridad por encima del 90 % y contribuir a la tan necesaria disminución de la accidentabilidad en la línea de producción de tés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial 013. (1998). *AM 013 Reglamento de Riesgos de Trabajo en Instalaciones Eléctricas*. <https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/AM%20013%20REGLAMENTO%20DE%20RIESGOS%20DE%20TRABAJO%20EN%20INSTALACIONES%20EL%20EL%20CTRICAS.pdf>
- Acuerdo Ministerial 122. (2025). *Acuerdo Ministerial Nro. MDT 122*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2025/09/Acuerdo-Ministerial-Nro.-MDT-2025-122-signed.pdf>
- Adam, A. (2025). *Guía de embalaje primario, secundario y terciario*.
- Adamopoulos, I. P., & Syrou, N. F. (2022). La seguridad en el lugar de trabajo y la salud laboral Riesgos de riesgo en el sector de la salud pública en Grecia. *European Journal of Environment and Public Health*, 6(2), em0118. <https://doi.org/10.21601/ejeph/12229>
- AENOR. (s. f.). *Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección*.
- Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Cinta de moebio*, (53), 175-189. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2015000200006>
- Almeida, J. (2025). Aplicación de la jerarquía de controles de la norma ISO 45001 en la prevención de riesgos laborales. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*, 2(4), 7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10359686>
- Ávila, C., Astete, J., & Gutierrez Pablo. (2023). *Exposición Ocupacional a factores de riesgo mecánico y eléctrico* [Univerdidad Peruana Cayetano Heredia].

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/15077/Exposicion_AvilaCuba_Carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Belkher, A. A. A., & Masood, M. A. (2023). Salud y seguridad en el trabajo, evaluación y gestión de riesgos en el sector de la maquinaria. *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences*, 187-198. <https://doi.org/10.65418/ajapas.v2i3.472>

BOE. (1997). *Real Decreto 1215*. <https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-17824-consolidado.pdf>

Burgos Gómez, A., Calderón Ballen, J., & Montaña Oviedo, K. (2024). Programa de prevención de riesgos mecánicos en una empresa automotriz ubicada en Bogotá, Colombia. *Germina*, 6(6), 88-100. <https://doi.org/10.52948/germina.v6i6.1024>

Código del Trabajo. (2005). *Código del Trabajo*. <https://www.cancilleria.gob.ec/bolivia/wp-content/uploads/2020/07/CODIGO-DEL-TRABAJO.pdf>

Constitución de la república del Ecuador. (2008). *Constitución de la república del Ecuador*. <https://jprf.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador-2.pdf>

Decisión 584. (2004). *Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/12/decision584.pdf>

Decreto Ejecutivo Nro. 255. (2024). *Decreto Ejecutivo Nro. 255*.

Díaz, J. M. C. (2025). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales (12ª ed.)*. Editorial Tebar.

Díaz-Contreras, C. A., Catari-Vargas, D. A., Murga-Villanueva, C. D. J., Díaz-Vidal, G. A., & Quezada-Lara, V. F. (2020). Efectividad General De Equipos (oe) Ajustado Por Costos. *Interciencia*, 45(3), 158-163.

https://www.redalyc.org/journal/339/33962773006/?trk=public_post_comment-text

Donado, I. R. L., Palacio, G. S. G., & Cifuentes, C. C. R. (2020). *Consecuencias en la salud de los colaboradores derivadas del uso de herramientas manuales y mecánicas en FURIMA S.A.S durante el año 2019.*

<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/538a82bc-653a-487b-9449-bd245331b58b/content>

Escuela de Postgrado Industrial. (2020). *Tipos de riesgos laborales y definición.* <https://postgradoindustrial.com/tipos-riesgos-laborales/>

Escuela Europea. (2022). *Controles de riesgos en ISO 45001: Jerarquía y pasos para aplicarlos.*

EXTOL. (2012). *Consejos esenciales de seguridad para herramientas eléctricas.*

Fellows, P. (2019). *Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y práctica. Tercera edición—Editorial Acribia, S.A. Acribia.*

Figuerola, A. I. N. (2024). *REPÚBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DEL TRABAJO ACUERDO MINISTERIAL Nro. MDT-2024-196.* <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>

Flores Balseca, S. D., & Vallejo Tejada, P. A. (2023). Control de riesgos mecánicos y químicos en la etapa de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E2), 1287-1307. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/220>

Franco, G. A. A., & Vela, C. M. G. (2021). *Manipulación de herramientas manuales en un área de mantenimiento*.

FREMM. (2010). *Seguridad y salud en el uso de maquinaria y herramientas*.
http://www.fremm.es/portal/pagina/4223/Seguridad_y_salud_en_el_uso_de_maquinaria_y_herramientas.html

Fuentes, D. D., Toscano, A. E., Malvaceda, E., Díaz, J. L., & Díaz, L. (2020). *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
<https://doi.org/10.18566/978-958-764-879-9>

Fu-López, J. S., Valarezo, J. D. C., Benítez, H. A. P., Rocafuerte, F. V. L., & Aguilar, J. P. F. (2024). Evaluación de riesgos y medidas de control en maquinaria en una empresa de producción de alimentos. *INQUIDE - Ingeniería Química y Desarrollo*, 6(02), 31-40.
<https://doi.org/10.53591/iqd.v6i02.371>

González, A. P., Cervantes, P. J. R., & Brú, J. L. S. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas*. Publicacions de la Universitat Jaume I.

Hansen. (2001). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Blue Eagle Group.

Hernández, R., & Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.

Hurtado Hurtado, H. P. (2023). Salud ocupacional: Rol del personal de enfermería en la evaluación y prevención de riesgos: Occupational health: role of nurses in risk assessment and prevention. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.580>

IMSS. (2017). *Peligros mecánicos*.

INCONTEC. (1997). *Guía Técnica Colombiana*.

<https://saludocupacionalunad.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/07/gtc-45-1997.pdf>

INSST, O.A, & M.P. (2025). *Movimientos repetitivos de alta frecuencia: Concepto, identificación y evaluación*. (07). <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/movimientos-repetitivos-de-alta-frecuencia-concepto-identificacion-y-evaluacion-2025>

Instituto de Seguridad Social. (2015). *Resolución C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo*.

https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1990). *NTP 235: Medidas de seguridad en máquinas: Criterios de selección*. <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/NTP-235.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1996). *NTP 391: Herramientas manuales (I): Condiciones generales de seguridad*. https://cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20391%20-%20Herramientas%20manuales%20%28I%29%20condiciones%20generales%20de%20seguridad.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2000). *NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: Resguardos*.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2023). *Accidentes de trabajo investigados*. https://www.insst.es/documents/94886/791388/BINVAC_030.pdf/6a0dcd3d-6daf-4888-a6b6-fb1abf3b7da2?t=1663232610129

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2025). *Concepto de condiciones de trabajo y puesto de trabajo. Daños derivados del trabajo. Objeto y necesidad de la prevención de riesgos laborales. Los principios de la acción preventiva. Prevención de riesgos laborales y relaciones con otros ámbitos normativos: Industrial, sanitario, educativo y medioambiental.* 12.

<https://www.insst.es/documents/94886/4154780/Tema+1.+Concepto+de+Condiciones+de+Trabajo.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2025). *Riesgos Físicos en el Trabajo.* Portal INSST. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos>

ISASTUR. (2010). *Manual Seguridad.*

ISO Adamopoulos, A., & Syrou, N. (2022). 13849-1:2015. (s. f.). ISO. Recuperado 8 de febrero de 2026, de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/98/69883.html>

Lui, R., Lui, C.-H., Shi, H., & Gu, X. (2023). Evaluación de riesgos de salud y seguridad en el trabajo: Una revisión sistemática de la literatura sobre modelos, métodos y aplicaciones. *Safety Science, 160*, 106050. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106050>

Martínez, S. (2015). *Identificación y evaluación de riesgos mecánicos y ergonómicos en el personal de la Empresa Distribuidora Víctor Moscoso e Hijos de la ciudad de Cuenca.* Universidad Politécnica Salesiana.

Meza, M. (2020). *Identificación y control de los Riesgos Mecánicos en el personal de Servicios Generales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, año 2019* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dede10b3-eb89-4639-b9b4-ec189fe3a7a2/content>

Mill Powder Tech. (2015). *Sistema de Molienda de Granos y Alimentos | Equipo Industrial para Molienda de Arroz, Maíz y Cebada.*

Ministerio del Trabajo. (2024). *Anexo 2: Tabla de Clasificación de nivel de riesgo de las actividades económicas en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales.*
https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Anexo-2_-Nivel-de-Riesgo-signed-signed.pdf

Miranda, J. S. B., Giraldo, B. V., & Salazar, C. F. C. (2022). *Análisis y remediación de riesgos en máquinas industriales según las normas ISO 12100—ISO13849-1.*
<https://publicaciones.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/view/6804>

Montalván, P. E. C., Eudes, M. P., & Torres, R. I. T. (2021). Evaluación de riesgos mecánicos en la empresa balseira y su incidencia en la accidentabilidad en el área de aserrío. *Centro Sur.*

Nates, F. (2012). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.*
http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC_45_DE_2012.pdf

NTP 235. (1987). *Medidas de seguridad en máquinas: Criterios de selección.*
https://autoescuelasprl2016.saludlaboral.org/wp-content/uploads/2017/01/ntp_235.pdf

NTP 552. (2000). *NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.* Portal INSST. [https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/16-serie-ntp-numeros-541-a-575-ano-2001/ntp-552-proteccion-de-maquinas-frente-a-peligros-mecanicos-resguardos.](https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/16-serie-ntp-numeros-541-a-575-ano-2001/ntp-552-proteccion-de-maquinas-frente-a-peligros-mecanicos-resguardos)

Ochoa, J., & Yunkor, Y. (2019). El estudio descriptivo en la investigación científica. *ACTA JURÍDICA PERUANA*, 2(2).

<http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>

Organización Internacional del trabajo. (2024). *Seguridad y salud en el trabajo*.
<https://www.ilo.org/es/temas-y-sectores/seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

Organización Mundial de la Salud. (2012). *Guía de la FAO/OMS para desarrollar y mejorar sistemas nacionales de retiro de alimentos*. FAO/OMS.

Pantoja-Rodríguez, J., Vera-Gutiérrez, S., & Aviles, T. (2017). Riesgos laborales en las empresas. *Polo del Conocimiento*, 2, 833. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i5.98>

Peña, N., & Duman, R. (2022). *Riesgos mecánicos y su influencia en la generación de accidentes laborales en trabajadores de mantenimiento mecánico en Distralsa S.A.C. - 2021* [Univerdidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4a33c5d4-4ef0-4291-ab34-d6d3eb3e6a4f/content>

Pereyra, L. E. (2022). *Metodología de la investigación*. Klik.

Resolución 957. (2005). *Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*.

Reyes, L., & Carmona, F. (2020). *La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio*. <https://hdl.handle.net/20.500.12442/6630>

Robledo, F. H. (2012). *Diagnóstico integral de las condiciones de trabajo y salud—2da edición*. Ecoe Ediciones.

Romero, J. C. R. (2005). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*. Ediciones Díaz de Santos.

Romeu, B. (2018). Paletizado de mercancías. *TIBA*.
<https://www.tibagroup.com/es/logistica/distribucion-almacenes/paletizado-mercancias>

Ruales, J., & Álvarez, J. (2022). *Estudio del Riesgo Mecánico y Prevención de Accidentes Laborales en los Puestos de Trabajo en el Área de Paneles de la Empresa Novacero S.A.*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23939/1/UPS-GT004124.pdf>

Ruiz, L. R. (2011). *MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS GUÍA TÉCNICA DEL INSHT*. <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

Sacristán, F. R. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. FC Editorial.

Salazar, A. (2022). *Prácticas de embalaje*.

Salazar, B. (2019). *Gestión de Almacenes. Logística y Cadena de Suministro*.

Tinillo, D. (2023). *Los riesgos mecánicos*.

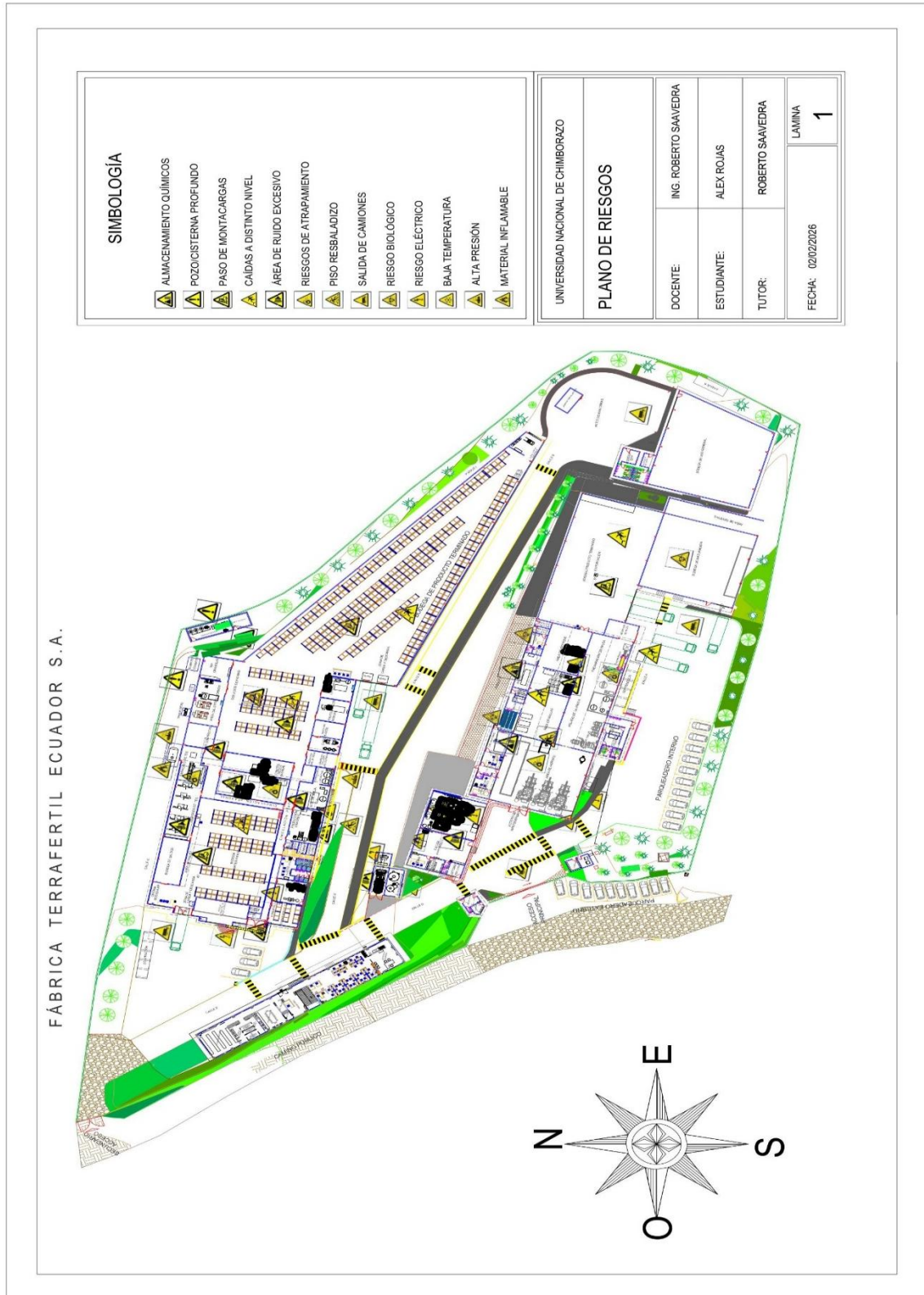
Twind. (2018). *Jerarquía de Control de Riesgos ISO 45001: Guía Completa*.

Universidad Militar Nueva Grana. (2010). *Matriz de riesgos*.
http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/asso/higiene_y_seguridad_industrial_i/unidad_3/medios/documentacion/p14.php


Universidad Nacional Autónoma de México. (2013). *Mantenimiento a equipos industriales*.
https://www.campus-virtual.mineria.unam.mx/Mineria/Cursos/MIndustriales/Documentos/Unidad3/PDF_U3_MEI.pdf

APÉNDICE

Apéndice A. Plano de la planta TERRAFERTIL S.A.



Apéndice B. Identificación de los puestos de trabajo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	Código:	R-MA-01-42
	Identificación de puestos de trabajo y condiciones operativas	Versión:	1
		Página:	1 de 1

Ord.	Puesto de trabajo	Área / Proceso	Equipo asociado	Actividades operativas	Condiciones de operación	Interacción operador-máquina
1	Operador de envasadora 1	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°1	Alimentación de material, control del proceso de llenado y sellado	Operación continua, turnos de producción	Manipulación directa de controles y supervisión de partes móviles
2	Operador de envasadora 2	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°2	Ajuste de parámetros de envasado y supervisión del proceso	Operación automática con supervisión del operador	Acceso a panel de control y zonas cercanas a mecanismos de sellado
3	Operador de envasadora 3	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°3	verificación del llenado de bolsas y funcionamiento del	Trabajo repetitivo durante la jornada	interacción con transportadores y sistemas de
4	Operador de envasadora 4	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°4	Supervisión del proceso de empaquetado	Operación continua en línea de producción	Interacción con mecanismos de corte y sellado
5	Operador de envasadora 5	Línea de envasado de té	Envasadora de té N°5	Alimentación de insumos y verificación del producto terminado	Trabajo en turnos con operación continua	Interacción con rodillos y sistemas de transporte
6	Operador de empacadora	Área de empaque	Empacadora RX20	Empaque final del producto y control de calidad	Operación semiautomática	Interacción con sistema de empaquetado y manipulación de cajas
7	Operador de transporte interno	Logística interna	Bandas transportadoras	Transporte de producto entre procesos	Flujo continuo de materiales	Supervisión de bandas transportadoras
8	Técnico de mantenimiento	Área de mantenimiento	Equipos de la línea de envasado	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria	Intervención durante paradas programadas	Acceso directo a componentes mecánicos y eléctricos

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
ALEX ROJAS	MAYRA SANDOVAL	CHRISTIAN MENDEZ


Apéndice C. Lista de máquinas del área de té







	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO		Código:	R-MA-01-42
	Lista de maquinas del area de Tes		Versión:	1
			Página:	1 de 1





Ord	Nombre_maqui	Ano	Modelo	Imagen
1	RX-20 PLUS	2013	RX 20 PLUS	
2	ENVASADORA DE TE 1 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B E	
3	ENVASADORA DE TE 2 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B	
4	ENVASADORA DE TE 3 ACTUALIZADA	2009	EC 12/B	
5	ENVASADORA DE TE 4 (DP) ACTUALIZADA	2007	EC 12	
6	ENVASADORA DE TE 5 ACTUALIZADA	2022	EC12/B E	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
ALEX ROJAS	MAYRA SANDOVAL	CHRISTIAN MENDEZ

Apéndice D. Lista de herramientas manuales


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO		Código:	R-MA-01-42.2
	Lista de herramientas manuales		Versión:	1
			Página:	1 de 1

Ord.	Nombre de la herramienta	Marca / Modelo	Operativa	Defectuosa	Cnt.	imagen
1	Juego de llaves combinadas	Stanley	1		1 set	
2	Juego de dados y ratchet	Truper		1	1 set	
3	Llaves Allen (hexagonales)	Bosch		1	1 set	
4	Destornilladores planos y estrella	Stanley		1	1 set	
5	Alicate	Truper	1		2	
6	Alicate de corte	Truper		1	2	

7	Llave ajustable (francesa)	Stanley	1		2	
8	Martillo mecánico	Stanley	1		2	
9	Martillo de goma	Truper		1	1	
10	Extractor de rodamientos	SKF		1	1	
			4	6		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
ALEX ROJAS	MAYRA SANDOVAL	CHRISTIAN MENDEZ

Apéndice E. Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas ntp 325

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	Código:	R-MA-01-43
	Cuestionario de chequeo para el control de riesgo de atrapamiento en máquinas NTP 325	Versión:	1
		Página:	1 de 1

A.1 Elementos móviles de transmisión

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	Los elementos móviles de transmisión son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación). Si la respuesta es SI, pase a A2.		1	
2	Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 8.		1	
3	Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar.		1	
4	Para su apertura se precisa utilizar herramientas.		1	
5	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.		1	
6	Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.		1	
7	Si existen aberturas en los resguardos, éstas están a suficiente distancia de la zona peligrosa.		1	
8	Existen resguardos móviles que impiden el acceso a los órganos de transmisión cuando se prevén intervenciones frecuentes. Si la respuesta es NO, pase a A2.		1	
9	Los resguardos móviles están asociados a un dispositivo de enclavamiento que impide que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a ellos y que provoca la parada cuando los resguardos sean abiertos.		1	
10	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.		1	
11	Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.		1	
12	Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.		1	
TOTAL		0	12	0

A.2 Elementos móviles que intervienen en el trabajo

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	Los elementos móviles que intervienen en el trabajo son intrínsecamente seguros (inaccesibles por diseño, fabricación y/o ubicación). Si la respuesta es SI, pase a A3.		1	
2	Existen resguardos fijos que impiden el acceso a tales elementos móviles. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 8.		1	
3	Los resguardos fijos están sólidamente sujetos en su lugar.		1	
4	Para su apertura se necesita utilizar herramientas.		1	
5	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.		1	
6	Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.		1	
7	Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.		1	
8	Existen resguardos móviles que impiden el acceso a los elementos móviles que puedan ocasionar un daño al operario. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 15.		1	
9	Es imposible que los elementos móviles estén en funcionamiento si el resguardo móvil no está correctamente dispuesto.		1	
10	Se precisa una acción voluntaria (por ejemplo la utilización de una herramienta) para regular el resguardo móvil.		1	
11	La ausencia o el fallo de uno de sus órganos, impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.		1	
12	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.		1	
13	Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.		1	
14	Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.		1	
15	Existen resguardos regulables para limitar el acceso a las partes de los elementos móviles estrictamente necesarias para el trabajo en aquellas operaciones que exijan la intervención del operador en su proximidad. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 20.		1	

16	Los resguardos regulables pueden reglarse fácilmente y sin herramientas.		1	
17	Los resguardos son de fabricación sólida y resistente.		1	
18	Los resguardos no ocasionan riesgos suplementarios.		1	
19	Si existen aberturas en los resguardos, éstos están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.		1	
20	Existen dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas expuestas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles que intervienen en el trabajo. Si la respuesta es NO, pase a A3.		1	
21	Los dispositivos de protección imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles mientras el operario pueda entrar en contacto con ellos.		1	
22	La ausencia o fallo de uno de sus órganos impide la puesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.		1	
23	Para regularlos se precisa una acción voluntaria.		1	
TOTAL		0	23	0

A.3 Mandos

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	Los órganos de mando (accionamiento/parada y control) son claramente visibles e identificables.		1	
2	Son maniobrables con seguridad y de forma inequívoca.		1	
3	Están colocados fuera de las zonas peligrosas, salvo excepciones en caso de necesidad (p.e. paro de emergencia).		1	
4	Su accionamiento exigirá siempre una maniobra intencionada.		1	
5	Si desde el punto de mando principal, el operador no controla todas las zonas peligrosas, existe una alarma acústica previa a la puesta en marcha de la máquina que permita a la persona expuesta disponer de tiempo para abandonar la zona peligrosa o de medios para oponerse a la puesta en marcha efectiva de la máquina.		1	
6	Si la máquina dispone de varios órganos de accionamiento para su puesta en marcha, dispone de selectores u otros dispositivos de validación para evitar la puesta en marcha intempestiva desde algunos de los órganos de accionamiento.	1		
7	Si un solo órgano de accionamiento puede poner en funcionamiento a distintas máquinas-herramientas, dispone de selector que permite la puesta en marcha y paro individual de cada una de ellas.	1		
8	La orden de parada de máquina tiene la prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.	1		
9	La máquina está provista de dispositivo de paro de emergencia con órganos de accionamiento claramente identificables, visibles y accesibles desde cualquier zona de riesgo (quedan excluidas las máquinas en las que dicho dispositivo no puede reducir el riesgo).		1	
10	Su accionamiento provoca la parada del proceso peligroso en un tiempo suficientemente corto como para evitar consecuencias graves.	1		
11	El accionamiento del mando de parada de emergencia implica su bloqueo. Para su desbloqueo se precisa de una maniobra intencionada.		1	
12	El desbloqueo del mando de parada de emergencia no pone la máquina en marcha de nuevo.	1		
13	Si la máquina puede utilizarse según varios modos de funcionamiento, el modo de mando seleccionado tiene prioridad sobre todos los demás, a excepción de la parada de emergencia.		1	
14	La interrupción o el restablecimiento tras una interrupción de la alimentación de energía de la máquina, no provoca situación alguna de peligro (por ejemplo, puesta en marcha intempestiva, ineficacia de los dispositivos de protección, etc.).	1		
15	El circuito de mando de la máquina garantiza que posibles fallos o averías en el mismo serán detectadas sin provocar situación alguna de peligro (seguridad autocontrolada).		1	
16	Existen dispositivos de consignación de la máquina o de sus partes peligrosas, que garanticen la ejecución segura de operaciones de reparación, limpieza, engrase, etc., en la misma.		1	
TOTAL		6	10	0

B. Organización

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	Existe manual de instrucciones y está en todo momento a disposición del operario de las máquinas. Si la respuesta es NO, pase a la cuestión 10.	1		
2	En dicho manual se especifica: Cómo efectuar sin riesgo la manutención.		1	
3	En dicho manual se especifica: Cómo efectuar sin riesgo la instalación.		1	
4	En dicho manual se especifica: Cómo efectuar sin riesgo la puesta en servicio.		1	
5	En dicho manual se especifica: Cómo efectuar el reglaje.			1
6	En dicho manual se especifica: Cómo utilizar sin riesgo la máquina.			1
7	En dicho manual se especifica: Cómo utilizar sin riesgo el mantenimiento.	1		
8	En el manual se contemplan instrucciones de aprendizaje.	1		
9	En el manual se advierten las contraindicaciones de uso.			1
10	Los riesgos residuales de la máquina tras aplicar las medidas de prevención pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.		1	
11	El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.		1	
12	Está establecido un programa de mantenimiento y revisiones periódicas de los elementos clave de seguridad.	1		
13	Existe un control estricto de que las operaciones de mantenimiento se realizan dentro de los plazos fijados por el fabricante.	1		
14	Se facilitan los medios materiales necesarios para la minimización del riesgo y la realización correcta del trabajo (herramientas, protecciones personales...).	1		
15	El ritmo de trabajo generado por la máquina permite efectuar las operaciones con riesgo sin celeridad.	1		
TOTAL		7	5	3


C. Entorno ambiental

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	La iluminación ambiental normal permite realizar con perfecta distinción de detalles las distintas operaciones de trabajo, puesta a punto, reglaje, limpieza y mantenimiento. Si la respuesta es SI, pase a la cuestión 3.	1		
2	La máquina va dotada de iluminación localizada en las zonas en que la iluminación ambiental no es suficiente.			1
3	Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras que pueden producir peligro.			1
4	Cuando una máquina va dotada de alarma acústica previa a la puesta en marcha, se garantiza que la misma será audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas).			1
5	El entorno de la máquina permanece limpio de residuos, retales, manchas de aceite o grasa, etc.	1		
6	La máquina está claramente delimitada de zonas de almacenamiento o de tránsito.		1	
TOTAL		2	1	3

D. Características personales

#	Pregunta	Cumple	No cumple	N/A
1	El operario tiene las aptitudes necesarias para trabajar en la máquina (cualificación necesaria).	1		
2	Se observan hábitos correctos (se siguen los métodos de trabajo establecidos, se ubican y ajustan los resguardos regulables a las necesidades de cada operación, se usan las protecciones personales cuando se precisan, etc.).		1	
TOTAL		1	1	0
SUMA TOTAL		16	52	6

Apéndice F. Matriz gtc 45 para la evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de tés

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	Código:	R-MA-01-43
	Matriz GTC 45 para la evaluación de riesgos mecánicos en la línea de producción de tés	Versión:	1
		Página:	1 de 1


PROCESO	Equipo	Actividad	Zona / Parte	Peligro	Tipo de Riesgo	Consecuencia	ND	NE	NC	NR Inicial	Nivel Inicial	Medida de Control Propuesta	NR Residual	Nivel Residual
ENVASADO DE TÉS	Envasador de tés 1 - 2 - 3 - 4 - 5	Operación	Rodillos	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Operación	Bandas	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Operación	Área de alimentación	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Rodillos	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Zona eléctrica	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Área de alimentación	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Ajuste	Ejes y poleas	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Ajuste	Zona eléctrica	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Mantenimiento	Sistema de sellado	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Mantenimiento	Ejes y poleas	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Operación	Bandas	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Operación	Sistema de sellado	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Rodillos	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Bandas	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TÉS		Limpieza	Área de alimentación	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE

ENVASADO DE TES	Ajuste	Rodillos	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Ajuste	Zona eléctrica	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Ajuste	Área de alimentación	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Mantenimiento	Ejes y poleas	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Mantenimiento	Zona eléctrica	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Operación	Sistema de sellado	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Operación	Ejes y poleas	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Limpieza	Bandas	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Limpieza	Sistema de sellado	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Ajuste	Rodillos	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Ajuste	Bandas	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Ajuste	Área de alimentación	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Mantenimiento	Rodillos	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Mantenimiento	Zona eléctrica	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	3	25	750	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	187	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Mantenimiento	Área de alimentación	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	3	10	300	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	75	ACEPTABLE
ENVASADO DE TES	Operación	Ejes y poleas	Atrapamiento	Mecánico	Amputación / fracturas	10	4	25	1000	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	250	TOLERABLE
ENVASADO DE TES	Operación	Zona eléctrica	Corte	Mecánico	Cortes graves	10	4	10	400	NO ACEPTABLE	Diseño de guarda + enclavamiento + paro de emergencia	100	ACEPTABLE

Envasador de tes 1 - 2 - 3 - 4 - 21

Apéndice G. Matriz de riesgos mecánicos con análisis de criticidad basada en normas

ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	Código:	R-MA-01-44
	Matriz de riesgos mecánicos basada en normas ISO 12100, ISO 13849-1 e ISO 14119 aplicada a la línea de producción de Terrafertil S.A.	Versión:	1
		Página:	1 de 1

Ord.	Pregunta de verificación	Máquina	Cumple	Tipo de riesgo	ND	NE	NC	NR Inicial	Nivel Inicial	Acción requerida	NR Residual	Nivel Residual
1	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
2	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
3	¿Existe paro de emergencia conforme ISO 13850?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
4	¿El sistema neumático tiene bloqueo según ISO 4414?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
5	¿Los actuadores cuentan con resguardos según ISO 4414?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
6	¿Existe señalización conforme ISO 7010?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
7	¿El sistema neumático cumple condiciones seguras ISO 4414?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
8	¿Las conexiones eléctricas cumplen IEC 60204?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
9	¿Existe sistema de control seguro según ISO 13849?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
10	¿Las guardas cumplen ISO 14120?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
11	¿Existen sensores de seguridad ISO 13849?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
12	¿Se previene arranque inesperado ISO 14118?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
13	¿El tablero cumple NFPA/IEC?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
14	¿La tolva tiene protección ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
15	¿Sistema de dosificación protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
16	¿Sistema de envoltura protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
17	¿Rodillos protegidos ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
18	¿Transporte protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
19	¿Conjunto formador protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
20	¿Rodillo moleteado protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
21	¿Empujador protegido ISO 12100?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
22	¿Guardas con enclavamiento ISO 14119?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
23	¿Guardas superiores seguras ISO 14120?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
24	¿Escalera cumple ISO 14122?	Env. 1	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
25	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
26	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
27	¿Existe paro de emergencia conforme ISO 13850?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
28	¿El sistema neumático tiene bloqueo según ISO 4414?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio

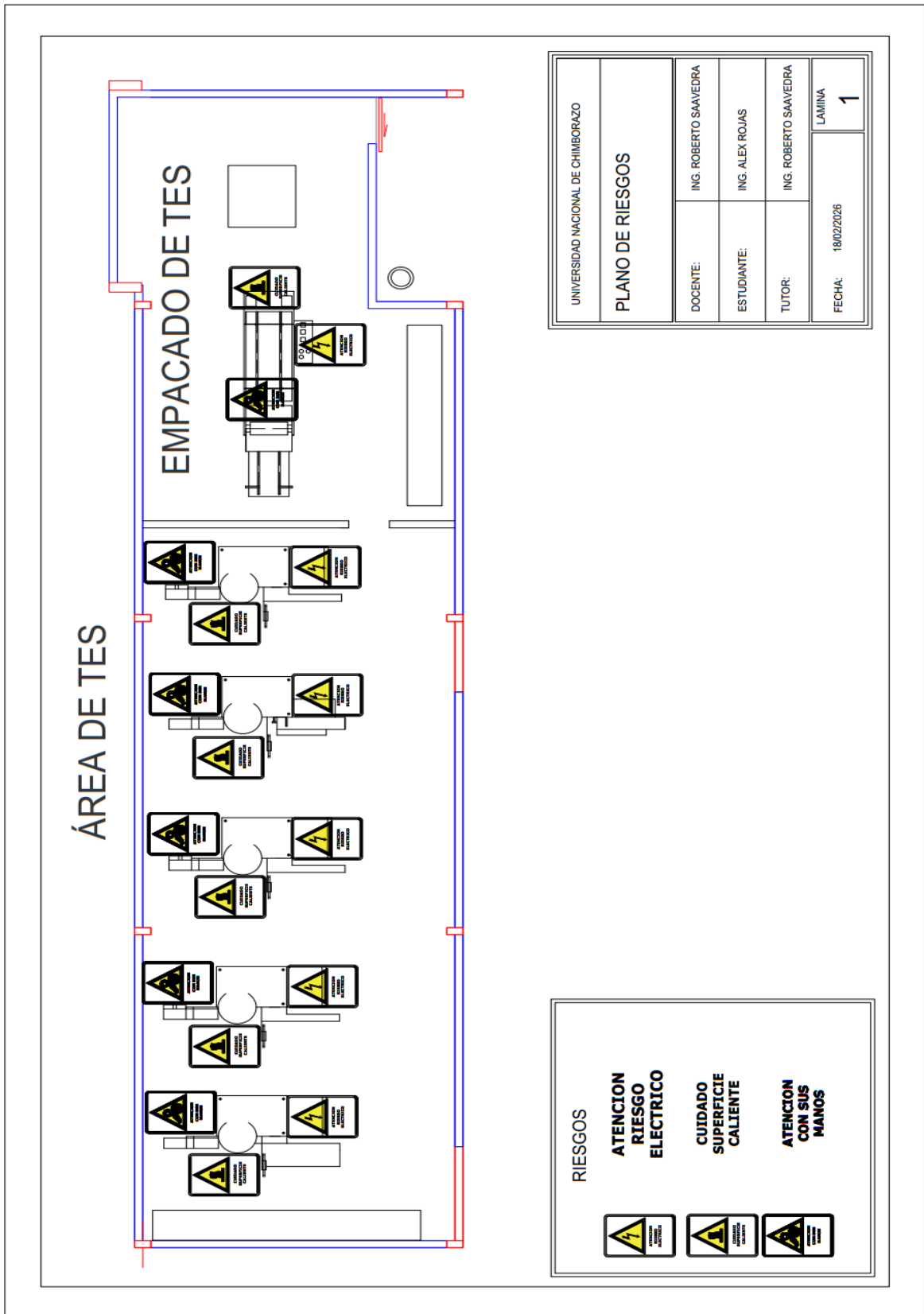
29	¿Los actuadores cuentan con resguardos según ISO 4414?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
30	¿Existe señalización conforme ISO 7010?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
31	¿El sistema neumático cumple condiciones seguras ISO 4414?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
32	¿Las conexiones eléctricas cumplen IEC 60204?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
33	¿Existe sistema de control seguro según ISO 13849?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
34	¿Las guardas cumplen ISO 14120?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
35	¿Existen sensores de seguridad ISO 13849?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
36	¿Se previene arranque inesperado ISO 14118?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
37	¿El tablero cumple NFPA/IEC?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
38	¿La tolva tiene protección ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
39	¿Sistema de dosificación protegido ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
40	¿Sistema de envoltura protegido ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
41	¿Rodillos protegidos ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
42	¿Transporte protegido ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
43	¿Conjunto formador protegido ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
44	¿Rodillo moleteado protegido ISO 12100?	Env. 2	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
45	¿Empujador protegido ISO 12100?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
46	¿Guardas con enclavamiento ISO 14119?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
47	¿Guardas superiores seguras ISO 14120?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
48	¿Escalera cumple ISO 14122?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
49	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
50	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
51	¿Existe paro de emergencia conforme ISO 13850?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
52	¿El sistema neumático tiene bloqueo según ISO 4414?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
53	¿Los actuadores cuentan con resguardos según ISO 4414?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
54	¿Existe señalización conforme ISO 7010?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
55	¿El sistema neumático cumple condiciones seguras ISO 4414?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
56	¿Las conexiones eléctricas cumplen IEC 60204?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
57	¿Existe sistema de control seguro según ISO 13849?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
58	¿Las guardas cumplen ISO 14120?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
59	¿Existen sensores de seguridad ISO 13849?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
60	¿Se previene arranque inesperado ISO 14118?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
61	¿El tablero cumple NFPA/IEC?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio

62	¿La tolva tiene protección ISO 12100?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
63	¿Sistema de dosificación protegido ISO 12100?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
64	¿Sistema de envoltura protegido ISO 12100?	Env. 3	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
65	¿Rodillos protegidos ISO 12100?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
66	¿Transporte protegido ISO 12100?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
67	¿Conjunto formador protegido ISO 12100?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
68	¿Rodillo moleteado protegido ISO 12100?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
69	¿Empujador protegido ISO 12100?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
70	¿Guardas con enclavamiento ISO 14119?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
71	¿Guardas superiores seguras ISO 14120?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
72	¿Escalera cumple ISO 14122?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
73	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
74	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
75	¿Existe paro de emergencia conforme ISO 13850?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
76	¿El sistema neumático tiene bloqueo según ISO 4414?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
77	¿Los actuadores cuentan con resguardos según ISO 4414?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
78	¿Existe señalización conforme ISO 7010?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
79	¿El sistema neumático cumple condiciones seguras ISO 4414?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
80	¿Las conexiones eléctricas cumplen IEC 60204?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
81	¿Existe sistema de control seguro según ISO 13849?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
82	¿Las guardas cumplen ISO 14120?	Env. 4	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
83	¿Existen sensores de seguridad ISO 13849?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
84	¿Se previene arranque inesperado ISO 14118?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
85	¿El tablero cumple NFPA/IEC?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
86	¿La tolva tiene protección ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
87	¿Sistema de dosificación protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
88	¿Sistema de envoltura protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
89	¿Rodillos protegidos ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
90	¿Transporte protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
91	¿Conjunto formador protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
92	¿Rodillo moleteado protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
93	¿Empujador protegido ISO 12100?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
94	¿Guardas con enclavamiento ISO 14119?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
95	¿Guardas superiores seguras ISO 14120?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio

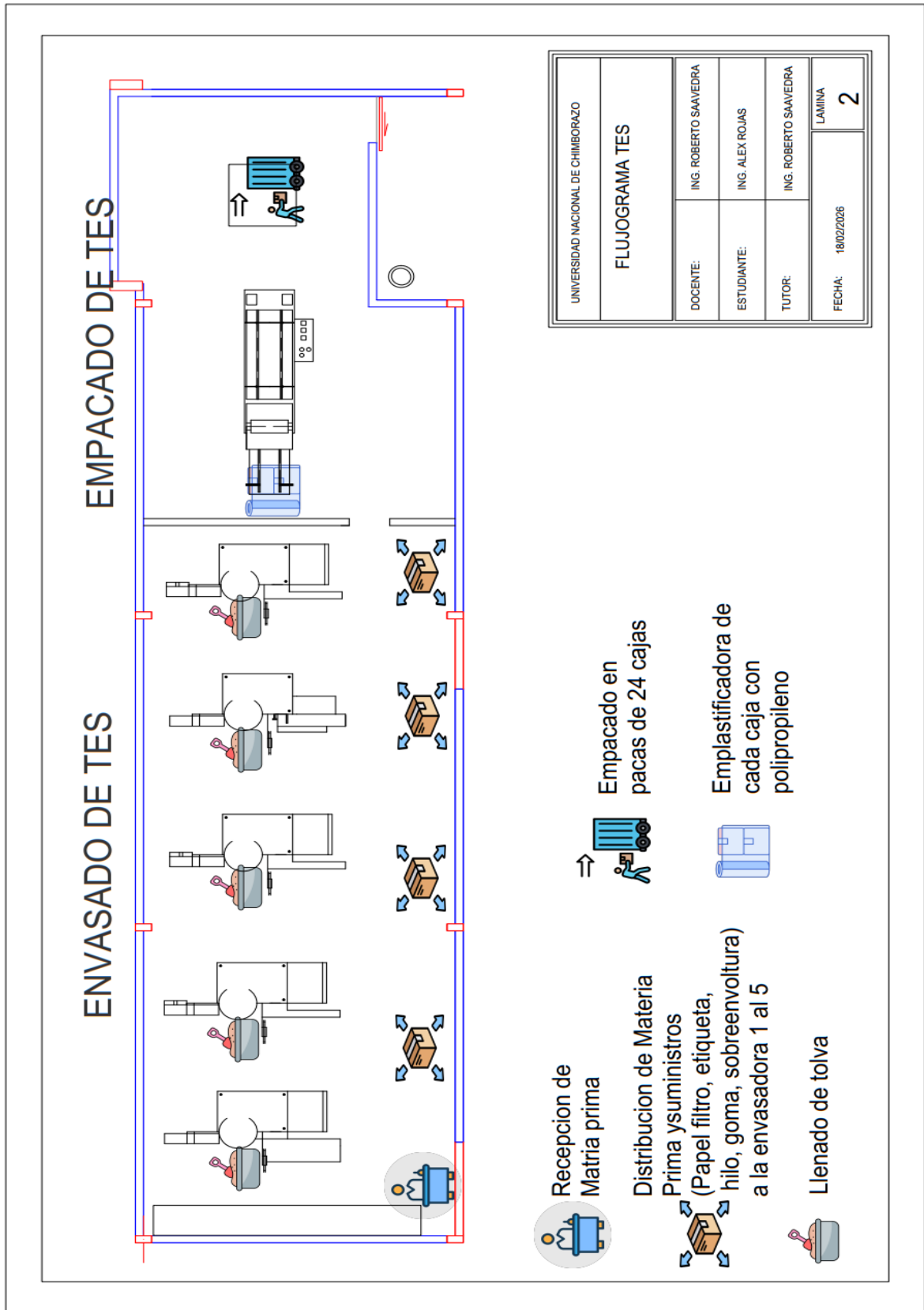
96	¿Escalera cumple ISO 14122?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
97	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
98	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
99	¿Existe paro de emergencia conforme ISO 13850?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
100	¿El sistema neumático tiene bloqueo según ISO 4414?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
101	¿Los actuadores cuentan con resguardos según ISO 4414?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
102	¿Existe señalización conforme ISO 7010?	Env. 5	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
103	¿El sistema neumático cumple condiciones seguras ISO 4414?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
104	¿Las conexiones eléctricas cumplen IEC 60204?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
105	¿Existe sistema de control seguro según ISO 13849?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
106	¿Las guardas cumplen ISO 14120?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
107	¿Existen sensores de seguridad ISO 13849?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
108	¿Se previene arranque inesperado ISO 14118?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
109	¿El tablero cumple NFPA/IEC?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
110	¿La tolva tiene protección ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
111	¿Sistema de dosificación protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
112	¿Sistema de envoltura protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
113	¿Rodillos protegidos ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
114	¿Transporte protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
115	¿Conjunto formador protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
116	¿Rodillo moleteado protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
117	¿Empujador protegido ISO 12100?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
118	¿Guardas con enclavamiento ISO 14119?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
119	¿Guardas superiores seguras ISO 14120?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
120	¿Escalera cumple ISO 14122?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
121	¿El sistema LOTO está implementado conforme OSHA 1910.147?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio
122	¿Los modos de operación están definidos según ISO 14119?	Empacadora	No	Riesgo mecánico	10	4	10	400	Alto	Guardas/LOTO/Enclavamiento	100	Medio

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
ALEX ROJAS	MAYRA SANDOVAL	CHRISTIAN MENDEZ

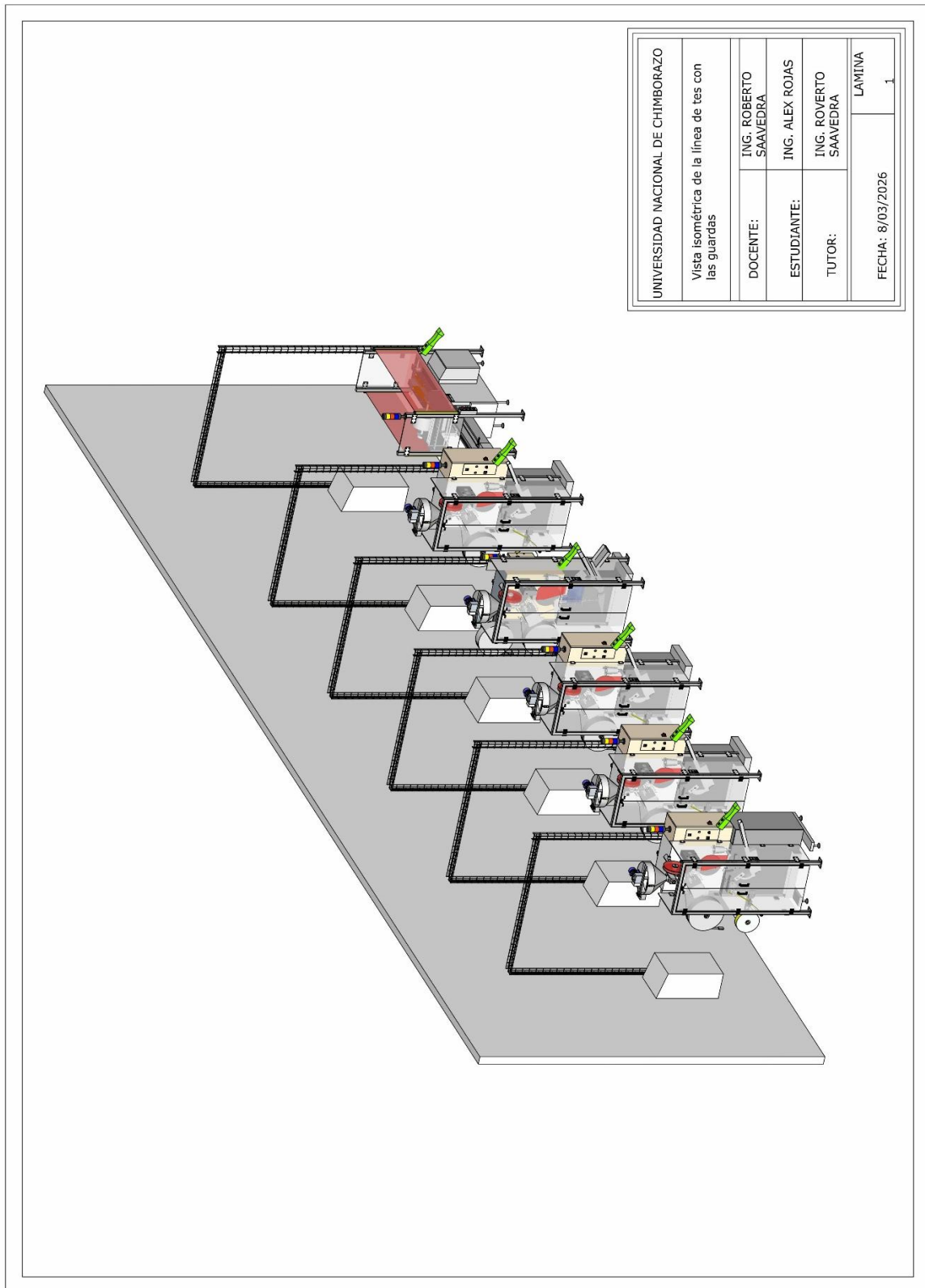
Apéndice H. Mapa de riesgos área de té



Apéndice I. Flujograma de tés



Apéndice J. Vista isométrica de la línea de tés con la propuesta.



Apéndice K. Propuestas de guardas de seguridad envasadoras de té.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
PROPUESTA PARA LA CONSTRUCCION DE GUARDAS DE SEGURIDAD	
DOCENTE:	ING. ROBERTO SAAVEDRA
ESTUDIANTE:	ING. ALEX ROJAS
TUTOR:	ING. ROBERTO SAAVEDRA
FECHA: 8/03/2026	LAMINA 1

Apéndice L. Propuestas de guardas para la empacadora de té.

