



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE RIESGOS MAYORES Y ELABORACIÓN DE PLAN DE  
EMERGENCIAS PARA UNA MECÁNICA INDUSTRIAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial

AUTORA: MIRELLA COLLAGUAZO SIMBAÑA

TUTOR: HUGO OSWALDO SALAZAR YÁNEZ

Quito-Ecuador

2026

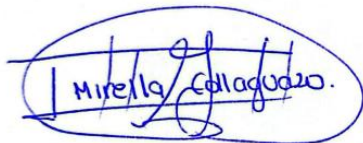
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mirella Collaguazo Simbaña con documento de identificación N° 1726742198; manifestó que:

Soy la autora y responsables del presente trabajo, y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 5 Febrero del 2026

Atentamente,



Mirella Collaguazo Simbaña

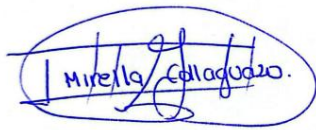
1726742198

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Mirella Collaguazo Simbaña con documento de identificación N°1726742198, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Proyecto Técnico: " ANÁLISIS DE RIESGOS MAYORES Y ELABORACIÓN DE PLAN DE EMERGENCIAS PARA UNA MECÁNICA INDUSTRIAL", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 5 de Febrero 2026



Mirella Collaguazo Simbaña

1726742198

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Hugo Oswaldo Salazar Yánez con documento de identificación N° 1802802254, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE RIESGOS MAYORES Y ELABORACIÓN DE PLAN DE EMERGENCIAS PARA UNA MECÁNICA INDUSTRIAL, realizado por Mirella Collaguazo Simbaña N.º 1726742198 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 5 de Febrero del 2026



Ing. Hugo Oswaldo Salazar Yánez Msc.  
1802802254

## DEDICATORIA

Gracias a Dios, porque fue Él quien me sostuvo cuando las fuerzas parecían acabarse, quien me levantó en los momentos más difíciles y quien fue mi consuelo en cada momento de incertidumbre. Hoy, al llegar a la recta final, reconozco que nada de esto habría sido posible sin su guía, su amor y su fidelidad. Inicié este camino aferrada a su promesa: *“Pídeme, y como herencia te entregaré las naciones; tuyos serán los confines de la tierra”* (Salmos 2:8), y hoy veo cumplido ese sueño tan anhelado que nació en lo más profundo de mi corazón.

A mi mamá, Zoila Simbaña, por ser mi fortaleza y mi refugio. Gracias por pelear incansablemente, por las veces en que dejaste de pensar en ti para darme lo mejor, por nunca rendirte y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Gracias por tus cuidados, tus abrazos y por cada palabra que me recordó que sí se puede.

A mi papá, Fabián Collaguazo, gracias porque trabajaste día y noche para darnos lo mejor y porque nos enseñaste, con tu ejemplo, a luchar y a trabajar por nuestros sueños. Gracias, por tu preocupación constante y por darme esa fortaleza que muchas veces necesité para seguir adelante. Tu apoyo fue fundamental en este proceso.

Gracias a mis hermanos Geovanna, Jazmín, Sonia y Fabián, por caminar conmigo en esta etapa, por su apoyo, su paciencia y por no dejarme sola ni un solo momento. A mis sobrinos Antonio y Victoria, que durante el transcurso de la carrera fueron una bocanada de aire fresco, llenando mis días de alegría, risas y motivación con sus ocurrencias.

Gracias Tivensito, por ser mi compañero de vida, por tu respaldo inquebrantable y por convertirte en un pilar esencial en este camino. Tu presencia ha sido fundamental en todo este proceso.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	19
1.1. Plan de emergencia .....	19
1.1.1. Características del plan de emergencia .....	20
1.2. Amenaza .....	20
1.3. Desastre.....	21
1.4. Riesgo .....	22
1.5. Riesgo Mayor.....	23
1.6. Clasificación de Riesgos Mayores .....	23
1.6.1. Riesgos Naturales .....	23
1.6.1.1. Terremotos.....	24
1.6.1.2. Erupciones Volcánicas .....	25
1.6.2. Riesgos Antrópicos: .....	26
1.6.3. Riesgos Tecnológicos.....	27
1.7. Vulnerabilidad.....	27
1.8. Brigadas .....	28
1.8.1. Tipos de Brigadas.....	29
1.8.1.1. Brigada de prevención y control de incendios.....	29
1.8.1.2. Brigada de evacuación y rescate.....	29
1.8.1.4. Brigada de comunicación y de seguridad .....	29
1.9. Metodología de William Fine .....	30
1.10. Calculo y análisis del método de William Fine.....	30
1.10.1. Consecuencias: .....	31
1.10.2. Exposición:.....	31
1.10.3. Probabilidad: .....	32
1.11. Métodos para el análisis de carga calórica .....	32
1.11.1. Método NFPA .....	32
1.11.2. Calculo y análisis del método NFPA .....	33
1.12. Método MESERI.....	33
1.12.1. Calculo y análisis del método MESERI.....	34
1.12.2. Factores que se evalúan en el Método MESERI.....	35
1.12.2.1. Altura de un edificio .....	35

1.12.2.2.	Mayor sector de incendio. ....	35
1.12.2.3.	Resistencia al fuego. ....	36
1.12.2.4.	Falsos techos.....	36
1.12.3.	Factores de situación. ....	37
1.12.3.1.	Distancia de los bomberos.....	37
1.12.3.2.	Accesibilidad al edificio.....	37
1.12.3.3.	Carga Combustible.....	37
1.12.3.4.	Orden e higiene del área.....	38
1.12.3.5.	Altura de almacenamiento.....	38
1.12.3.6.	Factor de concentración basada en la inversión monetaria por m2.....	39
1.12.3.7.	Factor de propagabilidad por sentido vertical y horizontal.....	39
1.12.3.8.	Factor de destructibilidad.....	39
1.13.	Referencias legales aplicables.....	40
1.13.1.	Constitución de la Republica del Ecuador.....	40
1.13.1.1.	Artículo 389.....	40
1.13.1.2.	Artículo 390.....	40
1.13.1.3.	Artículo 397, numeral 5.....	41
1.13.2.	Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	41
1.13.2.1.	Artículo 15.....	41
1.13.2.2.	Artículo 16.....	41
1.13.3.	Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	41
1.13.3.1.	Artículo 1.....	41
1.13.4.	ACUERDO MINISTERIAL Nro. MDT-2024-196.....	42
1.13.4.1.	Artículo 4, numeral 2.....	42
1.13.5.	REGLA TECNICA METROPOLITANA.....	42
1.13.5.1.	RTQ 1.....	42
1.13.5.2.	RTQ 2.....	42
<b>CAPITULO II.....</b>		<b>43</b>
<b>MARCO METODOLOGICO.....</b>		<b>43</b>
2.1.	Tipo de estudio.....	43
2.2.	Métodos de estudio.....	43
2.3.	Población y muestra.....	44
2.4.	Procedimientos.....	45

2.5.	Metodología de WILLIAM FINE.....	45
2.5.1.	Aplicación de la Metodología de William Fine. ....	47
2.6.	Metodología NFPA.....	48
2.6.1.	Aplicación de la metodología NFPA .....	49
2.6.2.	Resolución aplicando la metodología NFPA .....	52
2.7.	Metodología de MESERI.....	54
2.7.1.	Análisis de los factores constructivos de la edificación. ....	55
2.7.1.1.	Altura del edificio .....	55
2.7.1.2.	Mayor sector de incendio. ....	55
2.7.1.3.	Resistencia al fuego. ....	55
2.7.1.4.	Falsos techos.....	56
2.7.2.	Factores de situación .....	56
2.7.2.1.	Distancia de los bomberos .....	56
2.7.2.2.	Accesibilidad al edificio. ....	57
2.7.3.	Procesos.....	58
2.7.4.	Factor de concentración. ....	59
2.7.5.	Propagabilidad.....	60
2.7.6.	Destruibilidad .....	60
2.7.7.	Factores de protección.....	61
2.8.	Resolución aplicando la fórmula de la metodología MESERI .....	61
<b>CAPITULO III</b> .....		64
<b>RESULTADOS</b> .....		64
3.1.	Introducción .....	64
3.2.	Objetivos del plan de emergencia. ....	64
3.2.1.	Objetivo general. ....	64
3.2.2.	Objetivos específicos.....	64
3.3.	Plan de Emergencia.....	65
3.3.1.	Información general- Mecánica Industrial .....	65
3.3.2.	Información Geo-referencial- Mecánica Industrial.....	65
3.4.	Situación actual de la empresa ante situaciones emergentes. ....	66
3.4.1.	Antecedentes .....	66
3.4.2.	Justificación.....	66
3.4.3.	Determinar los factores de riesgo internos y externos de la organización. ....	67
3.4.3.1.	Factores de riesgo internos. ....	67

3.4.3.2.	Identificación de equipos que representan riesgo de explosión, fuga o derrame.	67
3.4.4.	Riesgos naturales.....	70
3.4.4.1.	Sismos.....	70
3.4.4.2.	Actividad volcánica y caída de ceniza.....	71
3.4.4.3.	Incendio.....	72
3.4.5.	Análisis de riesgos mayores mediante la Metodología de William Fine.....	72
3.4.5.1.	Análisis de la carga de fuego a través de la metodología de la NFPA.....	73
3.4.6.	Análisis de daños y pérdidas en caso de un incendio mediante la metodología de MESERI.....	76
3.4.6.1.	Mapa de riesgos de la mecánica industrial.....	77
3.4.6.2.	Prevención y control de riesgos.....	79
3.4.6.3.	Detalle de los recursos técnicos y materiales destinado a evitar y manejar incendios.	79
3.4.6.4.	Mapa de recursos mecánica industrial.....	80
3.4.7.	Mantenimiento.....	81
3.4.7.1.	Criterios de mantenimiento de equipos contra incendio.....	81
3.4.7.2.	Procedimiento para activar la alarma y reportar una emergencia.....	82
3.4.7.3.	Protocolos de intervención ante emergencias.....	83
3.4.7.4.	Composición de brigadas.....	85
3.4.7.6.	Procedimiento de respuesta ante la presencia de una emergencia.....	86
3.4.8.	Evacuación.....	90
3.4.8.1.	Extinción de incendios.....	91
3.4.8.2.	Señales de Prohibición.....	92
3.4.8.3.	Señalética De Prevención.....	93
3.4.8.4.	Señalética de Emergencia.....	93
3.4.8.5.	Procedimiento para la evacuación.....	94
3.5.	Informe de viabilidad del proceso de capacitación, dotación y señalética de evacuación.....	95
3.6.	Conclusiones:.....	98
3.7.	Recomendaciones:.....	100
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		<b>101</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles de Riesgo.....	33
<b>Tabla 2.</b> Factores de Construcción.[31].....	35
<b>Tabla 3.</b> Mayor sector de incendio.[31] .....	36
<b>Tabla 4.</b> Resistencia al fuego.[31] .....	36
<b>Tabla 5.</b> Falsos techos.[31].....	36
<b>Tabla 6.</b> Distancia de los bomberos.[31] .....	37
<b>Tabla 7.</b> Accesibilidad al edificio.[31] .....	37
<b>Tabla 8.</b> Carga de combustible.[31] .....	38
<b>Tabla 9.</b> Orden de higiene del área. [31] .....	38
<b>Tabla 10.</b> Almacenamiento en altura. [31] .....	38
<b>Tabla 11.</b> Inversión monetaria por m2. [31].....	39
<b>Tabla 12.</b> Factor de propagabilidad por sentido vertical y horizontal.[31] .....	39
<b>Tabla 13.</b> Factor de destructibilidad.[31] .....	40
<b>Tabla 14.</b> Factores de riesgo para una mecánica industrial. ....	45
<b>Tabla 15.</b> Área del establecimiento .....	49
<b>Tabla 16.</b> Peso de los materiales inflamables .....	50
<b>Tabla 17.</b> Peso global de cada material .....	51
<b>Tabla 18.</b> Detalle del poder calorífico de cada elemento .....	52
<b>Tabla 19.</b> Cálculo de las kilocalorías de cada elemento.....	53
<b>Tabla 20.</b> Información General- Mecánica Industrial. ....	65
<b>Tabla 21.</b> Mapa Geo-referencial.....	66
<b>Tabla 22.</b> Equipos que representan un riesgo.....	69
<b>Tabla 23.</b> Tareas preventivas y acciones de control para la empresa.....	79
<b>Tabla 24.</b> Inventario de los recursos disponibles en la empresa .....	80
<b>Tabla 25.</b> Composición de brigadas del personal de la empresa.....	85
<b>Tabla 26.</b> Detalle de la ejecución de actividades primera fase.....	96
<b>Tabla 27.</b> Presupuesto primera fase del plan de emergencias. ....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Relaciones entre los conceptos de riesgo, peligro y desastre [10].....	22
<b>Figura 2.</b> Ejemplos de Riesgos Antrópicos .....	26
<b>Figura 3.</b> Ejemplos de riesgos tecnológicos.....	27
<b>Figura 4.</b> Esquema del procedimiento de William Fine[23] .....	30
<b>Figura 5.</b> Valores del Método de William Fine- Consecuencia .....	31
<b>Figura 6.</b> Valores del Método de William Fine- Exposición .....	32
<b>Figura 7.</b> Valores del Método de William Fine- Probabilidad.....	32
<b>Figura 8.</b> Valores de categorización de la puntuación del valor P (riesgo).....	35
<b>Figura 9.</b> Aplicación de la metodología de William Fine- Mecánica Industrial .....	48
<b>Figura 10.</b> Procedimiento del Método NFPA .....	49
<b>Figura 11.</b> Niveles de riesgo para interpretación del método NFPA .....	54
<b>Figura 12.</b> Análisis para la altura del edificio. ....	55
<b>Figura 13.</b> Análisis del mayor sector de incendio. ....	55
<b>Figura 14.</b> Análisis de resistencia al fuego.....	56
<b>Figura 15.</b> Análisis de falsos techos.....	56
<b>Figura 16.</b> Ruta más corta de la mecánica industrial al Cuerpo de Bomberos.....	57
<b>Figura 17.</b> Análisis de la distancia de bomberos.....	57
<b>Figura 18.</b> Análisis de la accesibilidad del edificio.....	58
<b>Figura 19.</b> Análisis del coeficiente, parte de procesos de la Metodología de MESERI. ....	59
<b>Figura 20.</b> Análisis de la inversión monetaria.....	60
<b>Figura 21.</b> Análisis vertical y horizontal de los factores de la propagabilidad .....	60
<b>Figura 22.</b> Análisis de la destructibilidad, calor, humo, corrosión y agua.....	61
<b>Figura 23.</b> Análisis de factores de protección del establecimiento .....	61
<b>Figura 24.</b> Resultado de la variable X.....	62
<b>Figura 25.</b> Resultado de la variable Y .....	62
<b>Figura 26.</b> Análisis del resultado de la ecuación.....	63
<b>Figura 27.</b> Mapa de zonificación sísmica del Ecuador .....	71
<b>Figura 28.</b> Flujo de ceniza Volcán Guagua Pichincha .....	72
<b>Figura 29.</b> Aplicación de la Metodología de William Fine.....	73
<b>Figura 30.</b> Análisis de la metodología NFPA- Mecánica Industrial .....	74
<b>Figura 31.</b> Aplicación de la fórmula de la metodología NFPA.....	75
<b>Figura 32.</b> Análisis de la Metodología de MESERI –Mecánica Industrial .....	77
<b>Figura 33.</b> Mapa de riesgos de la mecánica industrial .....	78
<b>Figura 34.</b> Mapa de recursos disponibles mecánica industrial.....	81
<b>Figura 35.</b> Procedimiento para activar la alarma y reportar una emergencia.....	82
<b>Figura 36.</b> Grados de emergencia.....	83
<b>Figura 37.</b> Instrucciones del manejo del extintor .....	87
<b>Figura 38.</b> Flujograma plan de emergencias-incendio. ....	88
<b>Figura 39.</b> Flujograma plan de emergencia-sismo .....	89
<b>Figura 40.</b> Flujograma plan de emergencia- caída de ceniza erupción volcánica.....	90
<b>Figura 41.</b> Mapa de evacuación .....	91
<b>Figura 42.</b> Señalética de incendios.....	92
<b>Figura 43.</b> Señalética de prohibición.....	92

<b>Figura 44.</b> Señalética de prevención .....	93
<b>Figura 45.</b> Señalética de emergencia.....	94
<b>Figura 46.</b> Procedimiento de evacuación. ....	95

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo realizar el análisis de riesgos mayores y la elaboración de un plan de emergencias para una mecánica industrial, con el fin de identificar, evaluar y controlar los peligros que pudieran afectar la seguridad del personal, las instalaciones y los procesos productivos. El estudio se desarrolló mediante un enfoque descriptivo y aplicado, utilizando metodologías reconocidas para la evaluación de riesgos, como la metodología NFPA, WILLIAM FINE y MESERI, las cuales permitieron determinar el nivel de riesgo existente en la empresa.

Los resultados obtenidos evidenciaron que los riesgos identificados presentaron un nivel bajo y aceptable; sin embargo, se determinó la necesidad de fortalecer las medidas preventivas y de respuesta ante emergencias para garantizar una adecuada gestión de la seguridad industrial. En función de ello, se desarrolló un plan de emergencias que incluyó la organización de brigadas, procedimientos de actuación, rutas de evacuación y programas de capacitación dirigidos al personal.

Se concluyó que la aplicación de metodologías de análisis de riesgos, junto con el desarrollo de un plan de emergencias, contribuyó a mejorar la prevención de incidentes, proteger los recursos humanos y materiales, y promover un ambiente de trabajo seguro y alineado con la normativa vigente.

*Palabras claves:* análisis de riesgos, plan de emergencias, seguridad industrial, mecánica industrial

## **Abstract**

The present research aimed to carry out an analysis of major risks and the development of an emergency plan for an industrial mechanical workshop, in order to identify, evaluate, and control hazards that could affect personnel safety, facilities, and production processes. The study was conducted using a descriptive and applied approach, employing recognized risk assessment methodologies such as NFPA, William Fine, and MESERI, which made it possible to determine the level of risk existing in the company.

The results obtained showed that the identified risks presented a low and acceptable level; however, the need to strengthen preventive measures and emergency response actions was determined in order to ensure adequate industrial safety management. Based on this, an emergency plan was developed, which included the organization of emergency brigades, response procedures, evacuation routes, and training programs for personnel.

It was concluded that the application of risk analysis methodologies, together with the development of an emergency plan, contributed to improving incident prevention, protecting human and material resources, and promoting a safe working environment in accordance with current regulations.

*Keywords:* risk analysis, emergency plan, industrial safety, industrial mechanics

## **Introducción**

### **Antecedentes**

A nivel internacional, la gestión de riesgos mayores y la elaboración de planes de emergencia se han consolidado como herramientas fundamentales para la prevención de accidentes en entornos industriales. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de metodologías de evaluación de riesgos, como NFPA, William Fine y MESERI, permite identificar de manera sistemática los peligros asociados a incendios, explosiones y fallas operativas, contribuyendo a la reducción de incidentes y a la protección de los recursos humanos y materiales en instalaciones industriales.

En el ámbito regional, se ha evidenciado que las pequeñas y medianas empresas del sector mecánico presentan limitaciones en la implementación de sistemas formales de seguridad industrial, debido principalmente a la falta de capacitación del personal, recursos económicos limitados y escasa cultura preventiva. Investigaciones previas señalan que, aunque existen normativas de seguridad y salud en el trabajo, su aplicación no siempre es efectiva, lo que incrementa la vulnerabilidad ante la ocurrencia de emergencias.

En el contexto nacional, Ecuador cuenta con regulaciones orientadas a la prevención de riesgos laborales y a la gestión de emergencias en el sector industrial, emitidas por entidades como el Ministerio de Trabajo y el Cuerpo de Bomberos. No obstante, diversos estudios y reportes técnicos indican que muchas mecánicas industriales no cuentan con planes de emergencia actualizados ni con evaluaciones de riesgos estructuradas, lo que representa un riesgo significativo para la seguridad del personal y la continuidad operativa de las empresas.

En este sentido, la presente investigación se fundamenta en la necesidad de aplicar metodologías técnicas de análisis de riesgos y desarrollar un plan de emergencias adaptado a la realidad de una mecánica industrial, con el propósito de fortalecer la gestión de la seguridad industrial y contribuir a la prevención de riesgos mayores.

## **Problema de estudio**

A nivel mundial, las industrias mecánicas enfrentan crecientes riesgos con la operación de maquinaria, el problema radica en la falta de estandarización en la gestión de riesgos y la preparación de emergencias en diferentes sectores. Aunque existen normativas internacionales y otras regulaciones de seguridad, su implementación varía considerablemente según el contexto y los recursos disponibles. Esto refleja la necesidad de crear planes de emergencia que proporcionen una respuesta rápida a cualquier evento.

A nivel regional, las mecánicas industriales especialmente de pequeña y mediana escala, a menudo no cuentan con planes de emergencia actualizados ni con el personal capacitado para actuar de manera eficiente ante situaciones de riesgo, el cumplimiento insuficiente de normativas de seguridad y la limitada capacitación al personal. A pesar de que existen regulaciones nacionales como Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, la implementación sigue siendo un desafío debido a la falta de cultura preventiva en muchas empresas.

En Ecuador las mecánicas industriales forman parte del sector productivo más importante en el campo de la actividad técnica, pero también crean un entorno con alto riesgo, como incendios y explosiones. El Ministerio de Trabajo y el Cuerpo de bomberos establecen regulaciones que obligan a las empresas del sector industrial cumplir con las mismas, no obstante, en la práctica se evidencia que muchas empresas del sector industrial no cumplen adecuadamente estas normativas. Esta situación se agrava por la falta de inspecciones y el desconocimiento de la normativa.

La empresa tiene 7 años de haber sido consolidada, la ubicación de la mecánica industrial proporciona un escenario donde existe la posibilidad de suscitar daños o pérdidas de vidas humanas e infraestructura ante un grupo de amenazas naturales. La mecánica industrial carece de un plan de emergencias que ayude a garantizar la integridad de las personas en el caso de presentarse una emergencia, esto es así porque en el sector hay equipos eléctricos, que sin el manejo adecuado puede causar un incendio grande, sumado a los peligros propios de las instalaciones por su ubicación. Por esta razón es indispensable elaborar un análisis de riesgos y

plan de emergencias que incluya una guía de acciones a seguir para asegurar la integridad y la vida de las personas, así como también la continuidad de la prestación de sus servicios.

### **Justificación**

El presente proyecto propone realizar un correcto análisis de los riesgos mayores de los que se encuentran expuesta la empresa, así como salvaguardar los bienes materiales y la continuidad operativa de la empresa. Dado que las instalaciones se encuentran en un entorno vulnerable ante amenazas naturales, sin el manejo adecuado pueden generar incidentes graves, resulta indispensable contar con un instrumento que permita una respuesta rápida, organizada y eficiente frente a cualquier eventualidad

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Analizar los riesgos mayores y elaborar un plan de emergencias para una mecánica industrial.

#### **Objetivo Especifico**

- Identificar los riesgos mayores utilizando la metodología de William Fine para realizar la valoración de los riesgos a los que están expuestas las instalaciones de la mecánica industrial ubicada en el sector de Calderón.
- Evaluar los riesgos identificados con la metodología de la NFPA y MESERI para determinar cuáles de ellos podrían tener un impacto directo con las instalaciones de la mecánica industrial en el sector de Calderón.
- Elaborar el plan de emergencia de una mecánica industrial basándonos en un formato establecido para el plan de emergencias con el fin de orientar al personal sobre el modo de actuación ante posibles riesgos mayores y garantizar la protección de la infraestructura y de las personas

## **Metodología**

El desarrollo de la metodología, se realizará a través de una recopilación de datos, evaluación de riesgos, creación de técnicas de prevención y se llevara a cabo además un método conocido como Inspección INSITU, utilizaremos los métodos de investigación que se mencionan a continuación

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Plan de emergencia

El Plan de Emergencias es un instrumento que organiza y establece las acciones necesarias para la atención y control de situaciones de emergencia, definiendo la participación y responsabilidades de los distintos actores en las etapas previa, durante y posterior al evento.[1]

El plan de emergencia son documentos minuciosos que se enfocan en la preparación y la respuesta rápida en circunstancias de emergencia, inician con una valoración exhaustiva de las amenazas y peligros concretos que pueden impactar a la entidad, comunidad o sitio, identificando y evaluando eventos potenciales como los temblores, tormentas inundaciones, fuegos o incidentes químicos.[2]

Así, los planes de emergencia reducen el efecto económico de un suceso no deseado en la empresa pueda producir, y de esta forma garantizar la posibilidad de que la compañía sobreviva a diversas eventualidades, a través de la salvaguarda y preservación de todos los activos de la empresa en tales circunstancias de funcionamiento alteradas.[3]

Según Azcuénaga Linaza el plan de emergencia es una herramienta de gestión que permite organizar de manera anticipada los recursos humanos y materiales de una empresa, con el propósito de reducir la posibilidad de que ocurra un evento grave y, en caso de presentarse, limitar sus efectos mediante una respuesta inmediata y la evacuación oportuna del personal involucrado. [4]

En resumen, el Plan de Emergencia establece los lineamientos a seguir en caso de requerir la reacción frente a una emergencia, señalando como actuar y los recursos disponibles para dar respuesta en la situación específica y mitigar el riesgo.

### 1.1.1. Características del plan de emergencia

Los planes de emergencia constituyen materiales esenciales para la salud ocupacional y seguridad y tienen como características:

- **Evaluación de Riesgos:** Identificar amenazas relacionadas con la actividad de la empresa, y verificación de vulnerabilidades de sus instalaciones.
- **Organización y Roles:** Define las responsabilidades del personal de la empresa frente al suceso, delegando miembros de las brigadas de Comunicación, Primeros Auxilios.
- **Sencillo:** De fácil comprensión su lenguaje debe ser sencillo para su fácil entendimiento.
- **Comunicación:** Establece la cadena de comunicación tanto interna como externa.
- **Recursivo:** Establece los recursos a utilizar durante el suceso.
- **Comprobado:** Se debe probar su eficacia realizando simulacros periódicos.

Su meta primordial es prever y responder de manera efectiva a circunstancias extremas que tengan el potencial de amenazar el bienestar y la condición física del personal en un ambiente de trabajo. Estos planes se elaboran considerando varios factores y atributos que aseguran su pertenencia y efectividad en la salvaguardia del personal y los bienes de una entidad, bajo el enfoque de salud ocupacional y seguridad.[5]

### 1.2.Amenaza

Un peligro latente es una amenaza, que se expresa en la eventualidad de que un fenómeno riesgoso suceda, se produce por varias causas que pueden ser naturales, tecnológicas o humanas. En caso de presentarse, estos eventos pueden afectar la seguridad del personal, los recursos materiales, la prestación de servicios y el equilibrio ambiental, si es que llegan a concretarse. Por lo que es necesario elaborar la matriz de identificación de riesgos de la empresa, donde se reconocen todas las posibles amenazas que tiene la compañía. La detección de las amenazas en un plan de emergencias posibilita prever situaciones de riesgo y tomar medidas preventivas para su mitigación. La frecuencia, magnitud y localización del evento potencial se toman en

cuenta en su análisis. Así se busca disminuir la vulnerabilidad y reforzar la habilidad de reacción frente a eventuales emergencias.[6]

Es importante señalar que las amenazas se reconocen como fuentes de potencial daño a los bienes y recursos de la organización, por lo que el plan de emergencia debe identificarlas y busca mitigar su impacto, protegiendo al recurso humano en primer lugar y los activos de la empresa. Las causas de las posibles amenazas son externas, entre las que tenemos:

- Fenómenos Naturales (Terremotos, Inundaciones, Tormentas, etc.)
- Tecnológicos (Explosiones, Incendios, etc.)
- Antrópicas/ Sociales (Huelgas, Robos, Asaltos, etc.)

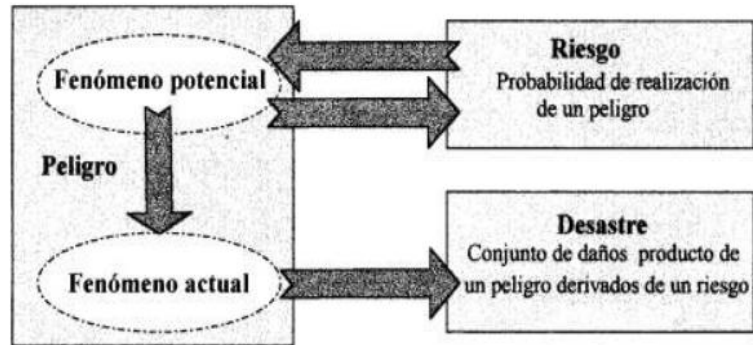
La amenaza es un riesgo que se puede materializar en un suceso, y cuya aparición podría dar lugar a consecuencias negativas en la sociedad y la economía, que impactan tanto al entorno natural como a la propiedad.[7]

### **1.3. Desastre**

Según Mcilwaine, un desastre es un acontecimiento grave que puede presentarse de manera súbita, y que interrumpe de forma significativa la vida y las actividades de una comunidad o sociedad. Este tipo de evento puede ocasionar pérdidas humanas, daños materiales, impactos económicos y efectos sobre el medio ambiente que superan los recursos disponibles para enfrentarlo. Los desastres se pueden clasificar de acuerdo con su origen, ya sea natural o tecnológico.[8]

Desde esta perspectiva, en el ámbito organizacional los desastres constituyen eventos inesperados que pueden afectar de manera considerable la continuidad de las operaciones y la seguridad del personal. En consecuencia, la preparación ante desastres se fundamenta en la identificación y análisis de los riesgos, la evaluación de los recursos disponibles y el diseño de estrategias de prevención, respuesta y recuperación, orientadas a minimizar los impactos negativos y fortalecer la capacidad de gestión antes situaciones de emergencia.[9]

Existe una relación entre conceptos del riesgo y el desastre tal como se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Relaciones entre los conceptos de riesgo, peligro y desastre [10]

Para la empresa, es importante la preparación, la planificación, capacitación sobre los riesgos y amenazas de la compañía, con el fin de mitigar sus efectos; reduciendo así la vulnerabilidad de sus recursos y operatividad.

#### 1.4.Riesgo

Se define como el resultado de la probabilidad de que se produzca una situación de riesgo y la severidad de los resultados que dicho evento puede generar.[11]

Se trata de un proceso orientado a la cuantificación y valoración técnica de los impactos sobre la población, los daños a la propiedad y a los bienes materiales, así como la economía, ocurridos en un área determinada durante un periodo específico y en el marco de una circunstancia concreta de emergencia. Se evalúa basándose en la vulnerabilidad y el riesgo. La disponibilidad y confiabilidad de la información existente, así como la percepción que las personas tienen el riesgo, son los factores principales que determinan el nivel de conocimiento acerca del riesgo.[8]

$$\text{Riesgo} = \text{Amenazas} \times \text{Vulnerabilidad Ec. (1)}$$

## 1.5. Riesgo Mayor

Hace referencia a escenarios donde esta una alta posibilidad de ocurrencia de eventos adversos capaces de generar impactos severos en la empresa, mismo que puede relacionarse con daños humanos como también con las pérdidas de bienes, por su potencial catastrófico, estos riesgos necesitan ser identificados, valorados, manejados con especial atención y precisión técnica.[12]

El riesgo mayor se caracteriza por estar ligado a salud, a medio ambiente, factores externos que en ocasiones no pueden ser controlados ni previstos por la empresa.

## 1.6. Clasificación de Riesgos Mayores

Implica la identificación y análisis de diversos eventos capaces de producir consecuencias relevantes sobre la población, los bienes y el entorno natural. Comprende el estudio de peligros de origen humano, natural y tecnológico, además de establecer su grado de severidad.[13]

La clasificación de los Riesgos Mayores comprende:

- **Riesgos Naturales:** Sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, incendios naturales, tormentas, fenómenos naturales.
- **Riesgos Antrópicos:** Son aquellos peligros generados a causa de la humanidad intencional o accidentalmente; los mismos que afectan a la operatividad de la empresa, entre los que tenemos: Incendios provocados, contaminación de medio ambiente, accidentes industriales, terrorismo, entre otros.
- **Riesgos Tecnológicos:** Son posibles daños o pérdidas derivados del mal uso de herramientas o de recursos tecnológicos, como por ejemplo ciberataques.

### 1.6.1. Riesgos Naturales

Son aquellos en las que las pérdidas potenciales se producen a causa de fenómenos propios de la naturaleza. Surgen a partir de fuerzas naturales que tienen la capacidad de impactar a las personas, bienes o el medioambiente. La magnitud de su impacto depende tanto de la vulnerabilidad del territorio afectado como la intensidad del fenómeno.[14]

Aunque existen centros especializados para monitorear, los riesgos naturales se pueden presentar en cualquier momento. En el plan de emergencia hay que definir roles para cada miembro de la empresa para mitigar el impacto en sus recursos, por ejemplo, la brigada de primeros auxilios verificará que la empresa cuente con un kit de primeros auxilios bien dotado para atender la emergencia si se requiere. Adicional es importante que durante el desastre los miembros de la empresa sepan cómo actuar.

### **1.6.1.1. Terremotos**

Los terremotos corresponden a eventos de origen natural que se presentan de manera repentina y sin señales previas. Se definen como vibraciones súbitas de la superficie terrestre, originadas por la liberación de energía acumulada en el interior de la Tierra, la cual puede estar asociada a procesos naturales, como la actividad volcánica o a la fisuración de las rocas, así como a acciones de origen antrópico, entre ellas explosiones.[15]

A pesar de que los terremotos ocurren sin previo aviso, es posible monitorear los movimientos para conocer sus posibles efectos a través de los patrones, estos estudios los realizan centros especializados con equipos y personal altamente calificado. Tanto los terremotos como sus réplicas podrían provocar daños potenciales en la infraestructura de la empresa, así como en las viviendas del personal vinculado a la organización, lo que podría derivar en una catástrofe mayor magnitud.

Una consideración relevante ante la ocurrencia de terremotos es que estos constituyen una interacción entre riesgos de origen natural, tecnológico y humano, debido a que, como consecuencia de sus efectos, pueden generar derrames de sustancias químicas, colapsos estructurales e interrupciones en los sistemas de comunicación.

En resumen, los eventos sísmicos pueden generar afectaciones significativas en edificaciones e infraestructuras debido a la acción de las ondas sísmicas sobre las zonas habitadas. Las

alteraciones en la infraestructura, tales como interrupciones de servicios, colapso de puentes, descarrilamientos en redes ferroviarias o el deterioro de vías de comunicación, pueden dificultar de manera considerable la actuación de los servicios de emergencia, incrementando el riesgo y el número de víctimas.[16]

### **1.6.1.2.Erupciones Volcánicas**

En Ecuador se encuentran varios volcanes activos, el Instituto Geofísico es el centro especializado, encargado de monitorear la actividad de los volcanes ecuatorianos. Actualmente, los que han reportado más actividad y requieren de mayor monitoreo son el Reventador, Guagua Pichincha, Tungurahua y Sangay.

Los riesgos frente a las erupciones volcánicas incluyen riesgos peligrosos directos como indirectos, entre los cuales señalo los siguientes:

- **Peligros Directos.** - Flujos Piroclásticos, gases tóxicos, lava, ceniza volcánica y rocas.
- **Peligros Indirectos.** - Lahares, deslizamientos, tsunamis, incendios, terremotos, sismos, afectaciones a la salud por enfermedades de vías respiratorias, se vería afectada la agricultura y daños en la infraestructura.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) señala que los volcanes presentan diferentes tipos de erupción. Algunos producen flujos de material ardiente o lanzas rocas y ceniza que pueden descender sobre las localidades. Entre los problemas de salud más comunes provocados por las erupciones volcánicas abarcan heridas traumáticas, quemaduras y falta de aire. Para reducir los efectos negativos es esencial que la preparación ante una erupción incluya un plan de vigilancia, información sobre los diferentes tipos de eventos eruptivos, comunicación constante con los organismos y un personal capacitado y adecuadamente equipado.[17]

Por esta razón, ante la presencia de riesgos naturales generan la necesidad de control a través de las brigadas de emergencia, ya que este personal está capacitado para responder ante cualquier desastre natural y reducir las pérdidas de vidas humanas y los daños a los bienes de la empresa.

### 1.6.2. Riesgos Antrópicos:

La intervención directa de las personas y comprenden distintos ámbitos causando estos riesgos, debido a consecuencia negativa sobre el medio ambiente y la sociedad. Este tipo de riesgos abarca efectos de contaminación, deforestación, accidentes industriales, entre otros. También se incluyen a los accidentes los daños ocasionados al medio ambiente por derrames, también a los efectos de huelgas, terrorismo, todos aquellos actos ocasionados por la mala mano del hombre.

Estos riesgos tienen gran impacto en la salud, en la economía; provocando inestabilidad social; por lo que su importancia para incluirla en el plan de emergencia. Con el propósito de reducir sus efectos, el protocolo de respuesta ante emergencias deberá: [14]

- Implementar medidas de seguridad en el sector de transporte.
- Controlar y reducir la contaminación
- Gestionar adecuadamente los residuos contaminados y no contaminados.
- Elaborar un Plan de emergencia claro que incluya evacuación.

Lo anteriormente mencionado ayudará a disminuir el efecto negativo del riesgo. [14]

Algunos ejemplos de riesgos antrópicos se pueden observar en la Figura 2.



**Figura 2.** Ejemplos de Riesgos Antrópicos

### 1.6.3. Riesgos Tecnológicos

Son peligros asociados al mal uso y mal funcionamiento de la tecnología, no solo incluyen los fallos en sistemas tecnológicos dentro de los cuales tenemos Ciberataques, software, hardware. También son riesgos asociados con impactos sociales como son la desinformación social, la adicción a la tecnología por parte de las comunidades. Además, no sin menos importancia también se incluye en este tipo de riesgos los riesgos asociados al medio ambiente como son peligros químicos.

Los Riesgos Tecnológicos afectan en gran escala ya que la tecnología es un recurso utilizado por varias empresas, de gran importancia por lo que su afectación negativa es mayor en la empresa, en caso de suceder.

A continuación, se presentan ejemplos de riesgos tecnológicos en la Figura 3.

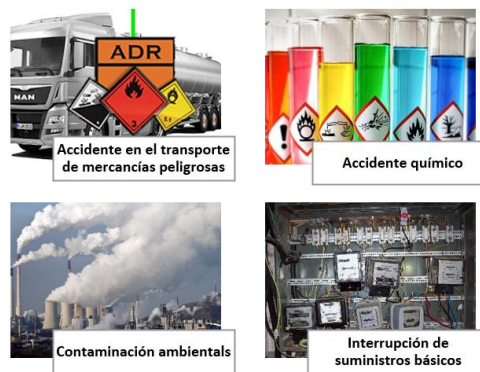


Figura 3. Ejemplos de riesgos tecnológicos.

### 1.7. Vulnerabilidad

Se entiende como la posibilidad de que las personas y las condiciones que permitan su bienestar sufran daños o pérdidas cuando ocurre un evento peligroso. Esto incluye los aspectos sociales, físicos y económicos que puedan verse afectados ante una situación de riesgo.[18]

La vulnerabilidad es aplicable a todos los miembros de una sociedad, así también a todo tipo de industria. El Plan de Emergencia quiere vulnerabilidad el mitigar el impacto mediante estrategias que fortalezcan las capacidades de la empresa y reduciendo los riesgos y el impacto en caso de presentarse.

La vulnerabilidad se mitiga de manera significativa a través de la organización de brigadas, ya que estos equipos tienen la capacidad de prevenir, preparar y dar una respuesta de manera inmediata ante diferentes situaciones de riesgo, según los tipos de riesgo explicados anteriormente.

### **1.8. Brigadas**

Las brigadas son grupos organizados, conformados de los diferentes miembros de la empresa; claramente estructurada, de acuerdo con las capacidades del personal que conforma las distintas brigadas.

Los brigadistas deben estar claramente identificados con chalecos dependiendo su rol dentro de la brigada. Los tipos comunes de brigadas de emergencia son:

- Brigada de Prevención y Control de Incendios.
- Brigada de Evaluación y Rescate
- Brigada de Primeros Auxilios
- Brigada de Comunicación y Seguridad

Una definición pertinente de Mauricio Cattaneo es. “Las brigadas están formadas por individuos que son miembros de la compañía y que han sido formados y capacitados específicamente, de acuerdo con un programa de formación diseñado específicamente.”[19]

### **1.8.1. Tipos de Brigadas**

#### **1.8.1.1. Brigada de prevención y control de incendios**

Según Esta brigada actúa cuando surge un conato o incendio y se encarga de extinguir el siniestro. Realizar la limpieza y el desescombro de zonas para ayudar a la brigada de rescate y evacuación para asistir a las personas, si se puede proteger los bienes, equipos y maquinarias relevantes. De igual manera, se encarga de aplicar acciones preventivas mediante la revisión constante de los implementos utilizados para la atención de incendios, garantizando su correcto funcionamiento y conservación.[20]

#### **1.8.1.2. Brigada de evacuación y rescate**

Su tarea es tratar de mantener libres las rutas de evacuación en los distintos lugares de trabajo. Si al finalizar la evacuación hay personas heridas o atrapadas, es necesario proceder de manera segura a su rescate. Para ello, se debe llevar un proceso de evacuación organizados y correcto, evitando aglomeraciones y estados de pánico que puedan surgir.[20]

#### **1.8.1.3. Brigada de primeros auxilios**

Su tarea es asistir al personal afectado y herido en un lugar seguro y sin riesgos, clasificando a los empleados antes según la gravedad de sus lesiones para proporcionar una atención más efectiva y adecuada; estar listos para evacuar con rapidez a las víctimas de nivel prioritario hacia un hospital.[20]

#### **1.8.1.4. Brigada de comunicación y de seguridad**

Este grupo está dedicado únicamente a identificar y evitar cualquier posible riesgo que pueda causar un incendio, así como a intervenir de forma rápida cuando se detecte una situación de emergencia. Además, garantizan que tanto el material como la señalización estén en correcto estado.[21]

### 1.9. Metodología de William Fine

Es una herramienta empleada para evaluar riesgos dentro de una organización. Este método permite identificar peligros y determinar el nivel de riesgo mediante el análisis de la probabilidad de ocurrencia, el grado de exposición y la gravedad de las consecuencias. De esta forma mientras mayor sea la exposición de una persona ante una situación peligrosa, mayor será el riesgo asociado a dicha condición.[22]

A partir de esta evaluación, el método permite establecer prioridades de intervención y proponer medidas correctivas orientadas a reducir el riesgo hasta un nivel aceptable. En la siguiente Figura 4 se presenta el esquema del procedimiento de William Fine.



Figura 4. Esquema del procedimiento de William Fine[23]

### 1.10. Cálculo y análisis del método de William Fine

El objetivo del procedimiento es asignar un valor numérico al riesgo de la actividad en las condiciones iniciales que se denominara Factor de Riesgo para esto emplearemos la siguiente expresión:

$$GP = C \times E \times P \text{ Ec. (2)}$$

Siendo:

Grado de Peligro (GP): Nivel de riesgo.[24]

Consecuencia (C): La consecuencia más probable de un posible accidente.[24]

Exposición (E): La frecuencia con que puede suceder un evento riesgoso sea, el evento no deseado.[24]

Probabilidad (P): Es la probabilidad de que, una vez que se produce el suceso peligroso, continúe la secuencia completa del accidente.[24]

### 1.10.1. Consecuencias:

El resultado más probable de un posible incidente, fundamentado en mi evaluación de la situación global relacionada con el riesgo. En la figura 5 ilustra los puntajes establecidos por Fine en relación a la consecuencia.[24]

CONSECUENCIAS	PUNTOS
Catástrofe: numerosas muertes, grandes daños, daños y perjuicios superiores a 1000.000 dólares	100
Varias Muertes, daños desde 500.000 a 1000000 dólares	50
Muerte, daños desde 100.000 a 500.000 dólares	25
Lesiones graves, invalidez permanente o daños de 10.000 a 100.000 dólares	15
Lesiones con baja, daños desde 1000 a 10000 dólares	5
Lesiones sin baja, daños hasta 1000 dólares	1

Figura 5. Valores del Método de William Fine- Consecuencia

### 1.10.2. Exposición:

La frecuencia con la que puede suceder un acontecimiento riesgoso, es decir el acontecimiento no anhelado que podría dar inicio a la cadena del incidente, fundamentada en la observación, la experiencia y la comprensión de la actividad. En la Figura 6 expone los valores asignados según Fine para el criterio de la exposición.[24]

EXPOSICIÓN	PUNTOS
Continuamente, muchas veces al día.	10
Frecuentemente, aproximadamente una vez al día.	6
Ocasionalmente, de una vez a la semana a una vez al mes.	3
Irregularmente, de una vez al mes a una vez al año.	2
Raramente, se ha sabido que ocurre, cada bastante años.	1
Remotamente, no se sabe que haya ocurrido, pero no se descarta.	0,5

Figura 6. Valores del Método de William Fine- Exposición

### 1.10.3. Probabilidad:

La probabilidad de que, tras la ocurrencia del evento adverso se desarrolle toda la cadena del incidente, considerando cada fase de la secuencia del incidente, las diversas formas de resultados y fundamentada en la experiencia y el entendimiento de la actividad, además de mi propia observación. En la figura 7 se presentan los valores de Fine correspondientes a la probabilidad.[25]

PROBABILIDAD	PUNTOS
Es el resultado más probable y esperado si el evento peligroso ocurre, tiene una probabilidad superior al 85%	10
Es bastante posible, nada extraño, tiene una probabilidad superior al 50%	6
Sería una secuencia o coincidencia rar, tiene una probabilidad superior al 10%	3
Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido: tiene una probabilidad superior al 1%	1
Posibilidad extremadamente remota, pero concebible. Nunca ha ocurrido tras muchos años de exposición, tiene una probabilidad superior al 0,1%	0,5
Secuencia o coincidencia prácticamente imposible. No se ha producido nunca a pesar de muchísimos años de exposición, aunque es posible. Tiene una probabilidad superior a $0,001 \times 10$ ( una por millón).	0,1

Figura 7. Valores del Método de William Fine- Probabilidad

## 1.11. Métodos para el análisis de carga calórica

### 1.11.1. Método NFPA

Permite evaluar la carga calórica, entendida como la cantidad de energía que un material puede liberar al quemarse, considerando su potencial calorífico y el área que ocupa. Para la aplicación de este método se considera lo siguiente: [26]

- Tipo de material de combustible
- Cantidad de cada unidad de material

- Área sobre la que se distribuye el material.

### 1.11.2. Cálculo y análisis del método NFPA

Con el fin de analizar el nivel de riesgo de incendio, se emplea el método NFPA, que permite calcular la carga de combustible por unidad de área. Este cálculo considera las características de los materiales combustibles presentes, tales como su masa y poder calorífico, lo que facilita una evaluación técnica del riesgo asociado. [26]

$$Q_c = \frac{C_c \times M_g}{4500 \times A}; Q_c = \# \frac{Kg.Madera}{m^2} \text{ Ec. (3)}$$

En donde:

**Qc:** Carga de Combustible por unidad de área.[26]

**Cc:** Poder calorífico de cada material combustible (Kcal/Kg).[26]

**A:** Área que ocupa el material.[26]

**m:** Masa de cada material combustible en Kg. [26]

**4500:** Kilocalorías que genera un kilogramo de madera seca. [26]

En la Tabla 1 se presentan los resultados del nivel de riesgo según la carga de combustible calculada.

**Tabla 1.** Niveles de Riesgo

Nivel de Riesgos	Q (Kg. Madera seca /m <sup>2</sup> )
Bajo	$Q \leq 35$
Medio	$35 < Q \leq 75$
Alto	$Q \leq 75$

### 1.12. Método MESERI

Es una herramienta sencilla, veloz y eficiente que ofrece una valoración del nivel de peligro total en organizaciones medianas con cierto nivel de riesgo. Este procedimiento puede implementarse rápidamente en la zona elegida. Por ende, es una técnica exploratoria inicial con limitaciones obvias que solo sirve para obtener rápidamente una visión general del riesgo de

incendio en la zona analizada, toma en cuenta por un lado una variedad de elementos que puede causar o aumentar el peligro de incendio, como los asociados a las instalaciones mismas y, por otro lado, incorpora aquellos componentes que ayudan a protegerse contra tal riesgo.[27]

Según MAPRE señala que es una técnica de evaluación del riesgo de incendio basa en un sistema de puntuación. Su aplicación consiste en analizar de manera separada los elementos que pueden originar o incrementar la posibilidad de un incendio, así como aquellos factores de protección que contribuyen a disminuir sus efectos de una instalación.[28]

### 1.12.1. Calculo y análisis del método MESERI

Una vez aplicadas las matrices de evaluación se continua, a sustituir los datos en la ecuación correspondiente al cálculo del índice de riesgo de incendio. [29]

$$P = \frac{5x}{129} + \frac{5y}{26} + 1 (BCI) \text{ Ec. (4)}$$

**X:** Valor total de la puntuación correspondiente a los factores que incrementan el riesgo de incendio. [29]

**Y:** Valor global de los factores que reducen y protegen de los incendios. [29]

**BCI:** Puntuación que indica la existencia de las brigadas contra incendio. [29]

**P:** Valor resultante de riesgo de incendio. [29]

El riesgo se considera aceptable cuando  $P \geq 5$ [29]

El riesgo del fuego o incendio esta tomado en cuenta en el intervalo de 0 a 10, tal como se presenta en la Figura 8.[30]

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2.1 a 4	Riesgo grave
4.1 a 6	Riesgo medio
6.1 a 8	Riesgo leve
8.1 a 10	Riesgo muy leve

**Figura 8.** Valores de categorización de la puntuación del valor P (riesgo)

## 1.12.2. Factores que se evalúan en el Método MESERI.

### 1.12.2.1. Altura de un edificio

La altura de un edificio corresponde a la distancia vertical comprendida entre el nivel superior de la estructura (techo) y el nivel inferior, que puede ser el sótano final. Para su determinación, se toma el menor valor entre la altura total del inmueble y el valor asociado al número de pisos existentes.[31]

En la Tabla 2, se describen los factores de construcción.

**Tabla 2.** Factores de Construcción.[31]

No DE PISOS	ALTURA	COEFICIENTE
1 o 2	menor que 6 m	3
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27 m	1
10 o más	más de 27m	0

### 1.12.2.2. Mayor sector de incendio.

Construcción limitada mediante componentes con resistencia al fuego al menos un periodo de 2 horas. En la Tabla 3 detalla los rangos del mayor sector de incendio.[31]

**Tabla 3.** Mayor sector de incendio.[31]

<b>SUPERFICIE DEL INMUEBLE (Área Útil)</b>	<b>COEFICIENTE</b>
de 0 a 500m <sup>2</sup>	5
de 501 a 1.500m <sup>2</sup>	4
de 1.501 a 2.500m <sup>2</sup>	3
de 2.501 a 3.500m <sup>2</sup>	2
de 3.501 a 4.500m <sup>2</sup>	1
más de 4.500m <sup>2</sup>	0

**1.12.2.3. Resistencia al fuego.**

Se refiere a la capacidad de los elementos estructurales para soportar el fuego, será alta para una estructura de concreto. En la Tabla 4 presenta los valores establecidos.[31]

**Tabla 4.** Resistencia al fuego.[31]

<b>RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Resistente al fuego(hormigón)	10
No combustible (metálico)	5
Combustible (maderas)	0

**1.12.2.4. Falsos techos**

Se ubican en lo alto de cualquier construcción situadas debajo del techo principal donde se acumulan desechos, favoreciendo la propagación del fuego.[31] En la Tabla 5 detallan los parámetros correspondientes.

**Tabla 5.** Falsos techos.[31]

<b>FALSOS TECHOS</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Sin falsos techos	5
Con falso techo incombustible	3
Con falso techo combustible	0

### 1.12.3. Factores de situación.

#### 1.12.3.1. Distancia de los bomberos

Este factor está relacionado con el tiempo estimado de respuesta del cuerpo de bomberos, considerando la proximidad de la estación y la disponibilidad durante 24 horas. En la Tabla 6 presentan coeficientes asociados a la distancia de los bomberos.[31]

Tabla 6. Distancia de los bomberos.[31]

<b>DISTANCIA DE LOS BOMBEROS</b>		<b>COEFICIENTE</b>
Menor de 5 km	5 minutos	10
Entre 5 y 10 km	5 y 10 minutos	8
Entre 10 y 15 km	10 y 15 minutos	6
Entre 15 y 25 km	15 y 25 minutos	2
Más de 25km	Más de 25 minutos	0

#### 1.12.3.2. Accesibilidad al edificio

Este factor evalúa las vías de acceso que posibilitan la entrada de los bomberos al edificio durante una situación de emergencia.[31] En la Tabla 7 presenta los valores asignados para el punto de accesibilidad del edificio.

Tabla 7. Accesibilidad al edificio.[31]

<b>ACCESIBILIDAD EDIFICIO</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Buena	5
Media	3
Mala	1
Muy mala	0

#### 1.12.3.3. Carga Combustible

Corresponde a la cantidad total de energía térmica que liberan los elementos inflamables que se encuentran en el edificio.[31]

Tabla 8 presenta los coeficientes asociados a este parámetro.

**Tabla 8.** Carga de combustible.[31]

<b>CARGA COMBUSTIBLE</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Riesgo leve (bajo) (<1000 MJ/ m <sup>2</sup> )	10
Riesgo ordinario (moderado) (Entre 1000 y 2000 MJ/m <sup>2</sup> )	5
Alto (Entre 2000 y 5000 MJ/m <sup>2</sup> )	2
Riesgo extra (alto) (>5000 MJ/m <sup>2</sup> )	0

#### **1.12.3.4. Orden e higiene del área**

Acciones preventivas que implican mantener el área limpia y organizada de elementos innecesarios que podrían presentar peligros.[31] Se muestra los coeficientes para el orden e higiene del área en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Orden de higiene del área. [31]

<b>ORDEN Y LIMPIEZA DEL LUGAR</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Bajo (Lugares sucios y desordenados)	0
Medio (Procedimientos de limpieza y orden irregular)	5
Alto (Tiene buenos programas y los aplica constantemente, ej. 5S, otros)	10

#### **1.12.3.5. Altura de almacenamiento**

Nivel de almacenamiento de los materiales, ya que un almacenamiento a mayor elevación puede aumentar la probabilidad de un incendio. En la Tabla 10 presentan los valores asignados al criterio.

**Tabla 10.** Almacenamiento en altura. [31]

<b>ALMACENAMIENTO EN ALTURA</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Menor de 2m	3
Entre 2 y 4m	3
Más de 4 m	0

### 1.12.3.6. Factor de concentración basada en la inversión monetaria por m2

Revisa el gasto que se destina al mantenimiento del edificio para determinar si el presupuesto es suficiente para conservar las condiciones adecuadas. En la Tabla 11. Se muestra los coeficientes para el costo económico por m2.

**Tabla 11.** Inversión monetaria por m2. [31]

<b>INVERSION MONETARIA POR m2</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Menor de \$400/m2	3
Entre \$400 y \$1.600 /m2	2
Más de \$1.600/m2	0

### 1.12.3.7. Factor de propagabilidad por sentido vertical y horizontal

Muestran la rapidez con la que el fuego puede propagarse en una zona de manera vertical y horizontal.[32] En la Tabla 12. Detallan los coeficientes correspondientes a los factores de propagabilidad por sentido vertical y horizontal.

**Tabla 12.** Factor de propagabilidad por sentido vertical y horizontal.[31]

<b>POR SENTIDO VERTICAL</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	5
Media	3
Alta	0
<b>POR SENTIDO HORIZONTAL</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	5
Media	3
Alta	0

### 1.12.3.8. Factor de destructibilidad

Se identifica la capacidad de destrucción relacionados con el proceso productivo y los recursos primarios. También se incluyen artículos elaborados y semi fabricados. El riesgo de fuego se evaluará con un 10 si el riesgo es bajo y con 0 si hay grandes posibilidades de destrucción.[32] En la Tabla 13 se observa los valores asignados al criterio de destructibilidad.

**Tabla 13.** Factor de destructibilidad.[31]

<b>POR CALOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	10
Media	5
Alta	0

<b>POR HUMO</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	10
Media	5
Alta	0

<b>POR CORROSIÓN</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	10
Media	5
Alta	0

<b>POR AGUA</b>	<b>COEFICIENTE</b>
Baja	10
Media	5
Alta	0

### **1.13. Referencias legales aplicables**

#### **1.13.1. Constitución de la Republica del Ecuador**

##### **1.13.1.1. Artículo 389**

El estado salvaguardara a las personas, la sociedad y la naturaleza de los efectos adversos, catástrofes de origen natural o antrópico, previniendo riesgos, mitigando los desastres, enfocándose en la rehabilitación y el fortalecimiento del entorno social.[33]

##### **1.13.1.2. Artículo 390**

Las amenazas serán administradas según el principio de descentralización de la subsidiariedad, lo que creara obligación inmediata de las instituciones de su área geográfica. Si su capacidad de gestión de riesgos fuera insuficiente, la entidad de mayor facultad operativa y presupuestaria deberán suministrar el apoyo necesario en cuanto a sus competencias en el territorio y sin eximir las de sus obligaciones.[33]

#### **1.13.1.3. Artículo 397, numeral 5.**

En situaciones de daños al entorno, el gobierno tomara medidas de forma rápida. Establecerá un sistema a nivel nacional para la prevención y manejo de catástrofes naturales, dicho mecanismo se sustentará en los valores de rapidez, eficacia y apoyo mutuo.[33]

#### **1.13.2. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

##### **1.13.2.1. Artículo 15**

Establece que el contratista tiene la obligación de certificar estos derechos asegurando la provisión de fondos, trabajadores capacitados y medios de asistencia apropiados dentro del plan de emergencia, garantizando una intervención pronta ante contingencias que atente contra la salud o integridad física del empleado. [34]

##### **1.13.2.2. Artículo 16**

Establece que cualquier organización, sin considerar su magnitud o volumen, están obligadas a disponer de mecanismos de contingencia. La parte patronal tiene la responsabilidad de ejecutar un plan de emergencia que permitirá actuar oportuna y organizadamente en caso de catástrofes naturales y situaciones imprevistas.[34]

#### **1.13.3. Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

##### **1.13.3.1. Artículo 1**

Los países que lo conforman desarrollaran los Sistemas de gestión de calidad y Salud del Trabajo, conforme el artículo 9 Decreto 584. Esto se hará mediante la ejecución de planes emergentes, con los cuales lograrán controlar la mayor parte.[35]

#### **1.13.4. ACUERDO MINISTERIAL Nro. MDT-2024-196**

##### **1.13.4.1. Artículo 4, numeral 2**

Menciona que el empleador tiene la obligación de reconocer los peligros y analizar los riesgos laborales tanto al inicio como de manera continua, con el fin de implementar acciones preventivas y medidas de protección adecuadas. Para ello, es fundamental seguir la priorización de intervenciones de seguridad, dándole prioridad a la eliminación de los peligros ya sean biológicos físicos o químicos.[36]

#### **1.13.5. REGLA TECNICA METROPOLITANA**

##### **1.13.5.1. RTQ 1**

###### **Numeral 5. Parte 1- Seguridad General Contra Incendio**

El dueño del edificio tiene la obligación de conservar los documentos relacionados con el mantenimiento, las inspecciones y las pruebas de los mecanismos de seguridad contra incendios y plan de emergencias.[37]

###### **Numeral 7. Parte 1- Planes de Emergencia**

Se implementará un plan de emergencia por incendios en todas las ocupaciones conforme los estándares que se encuentran en la normativa RTQ3 y RTQ4 actual.[37]

##### **1.13.5.2. RTQ 2**

###### **Numeral 3. Parte 3.- Sistemas de protección contra incendios.**

(a) El desarrollo y la colocación de los sistemas permanentes de supresión deben ajustarse a la normativa RTQ7 actual.[38]

## CAPITULO II

### MARCO METODOLOGICO

#### **2.1. Tipo de estudio**

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto ya que combina métodos cualitativos y cuantitativos, lo que permitirá obtener una visión general de los riesgos de la mecánica industrial. El estudio es descriptivo y exploratorio, orientado a describir las condiciones reales de seguridad y realizar un análisis de riesgos mayores en este tipo de empresas.

Desde el enfoque descriptivo, la investigación permitirá observar y caracterizar los procesos, instalaciones, la maquinaria y los equipos, analizando los riesgos mayores tal como se presentan en el entorno laboral. El enfoque exploratorio se consideró pertinente debido a la limitada información local relacionada con la evaluación de riesgos en una mecánica industrial.

La investigación se sustentó principalmente en la revisión de información documental, mediante la consulta de libros, normas técnicas, artículos, tesis, entre otros; documentos vinculados con la seguridad industrial y la gestión de riesgos, mismos que fueron de utilidad como base del desarrollo del estudio.

#### **2.2. Métodos de estudio**

En la ejecución del presente trabajo académico se consideraron tres perspectivas metodológicas integrales: el inductivo, el deductivo y el analítico; métodos que permiten abordar la evaluación de riesgos, así como también la propuesta del plan de emergencias desde distintas perspectivas. La aplicación conjunta de estos métodos contribuye a una comprensión clara y ordenada de la problemática existente en la mecánica industrial.

El método inductivo, se aplicó a partir del examen presencial de las circunstancias reales del trabajo, abarcando la infraestructura, los procedimientos operativos y el equipo técnico, método

que permitió identificar los riesgos existentes y la obtención de resultados específicos a partir de situaciones observadas en el entorno laboral.

El método deductivo permite partir de principios generales, teorías y normativas relacionadas al ámbito de la prevención laboral y el control de amenazas, tales como la metodología de William Fine, la NFPA y MESERI. Con el propósito de evaluar el contexto específico de la organización y analizar la dimensión de impacto de los riesgos identificados.

Finalmente, el método analítico-sintético fue utilizado para analizar de manera detallada cada uno de los factores de riesgo, considerando la probabilidad, consecuencia y exposición, posteriormente integrar los hallazgos alcanzados, lo que permitirá establecer el grado de riesgo general y sustentar la propuesta de medidas preventivas.

### **2.3.Población y muestra**

La localidad de estudio la conforma el personal que labora en la mecánica industrial, en el sector de Calderón. Este grupo está integrado por 10 personas, quienes desempeñan actividades operativas y administrativas, realizan sus labores diarias utilizando maquinaria y equipos industriales.

Debido a que el número de trabajadores es reducido, se considera a la totalidad del personal como muestra de estudio. La participación de los colaboradores es fundamental, ya que están relacionados con los riesgos del entorno laboral.

## 2.4.Procedimientos

### 2.5.Metodología de WILLIAM FINE

Se determina que este enfoque se use como una primera valoración cualitativa de todos los riesgos, ya que sirve como base para una valoración más completa y detallada. Con esta técnica se reconocen los riesgos más relevantes lo que permite evaluarlos con métodos más concretos. En la Tabla 14 se muestra una compilación de las variables de riesgo vinculadas a siniestros de gran magnitud que se presentan en una mecánica industrial. Dicha metodología se realiza en la mecánica industrial para identificar los riesgos mayores que se encuentran presentes.

**Tabla 14.** Factores de riesgo para una mecánica industrial.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Definición</b>
Terremoto (origen natural)	Fenómenos capaces de ocasionar daños graves de la infraestructura y pérdidas humanas.
Erupción volcánica (origen natural)	Libera magma, ceniza y gases ocasiona pérdidas humanas y de la infraestructura.
Inundaciones (origen natural)	Acumulación de agua que afectan a lugares cerca del río ocasionando pérdidas humanas y daños materiales.
Incendios (origen tecnológico)	Se genera por dispositivos tecnológicos incluyendo sistemas electrónicos o maquinaria avanzada que puede causar incendios.

En este caso se ejecuta un estudio de la mecánica industrial, cada valor fue seleccionado en función de las condiciones reales de la empresa, considerando su entorno natural en el que opera y se detalla a continuación el análisis:

En el actual procedimiento se efectúa el análisis de riesgo de la mecánica industrial. La asignación de cada valor se efectuó con base en contexto actual de la empresa considerando su entorno natural en el que opera. A partir de este análisis se detallan a continuación los criterios utilizados con el fin de valorar los riesgos de cada componente de acuerdo a la metodología de William Fine.

**Consecuencias:**

Según la Figura 9, en el factor consecuencia correspondiente a los terremotos se asignó el valor de 25, debido a que este evento puede ocasionar daños estructurales, lesiones graves o pérdidas humanas.

En el caso de las inundaciones, se establece un valor bajo de 5, ya que los daños que podrían generarse serían principalmente materiales, como el daño a herramientas, equipos y áreas de trabajo, reduce el riesgo ya que la organización se sitúa en zonas cercanas a ríos ni en áreas propensas a inundaciones.

Para la erupción volcánica, se estableció un valor bajo de 5, debido a que su impacto sería indirecto o de menor severidad para las actividades de la mecánica industrial.

Finalmente, en el caso de los incendios, se asignó un valor de 15, ya que pueden provocar más daños graves a la maquinaria e instalaciones, interrupciones en la operación y un riesgo directo al personal.

**Exposición:**

Según la metodología de evaluación del factor de exposición, para los terremotos, inundaciones y erupción volcánica se asignó un valor de 0,5, debido a que los trabajadores no se encuentran expuestos de manera constante a estos eventos, ya que su ocurrencia es ocasional y depende de factores externos, en cambio en el caso de los incendios se asignó un valor de 2, debido a que el personal se encuentra en contacto permanente con maquinaria y equipos eléctricos durante la jornada laboral.

**Probabilidad:**

Según la figura, para el factor de probabilidad en el caso de los terremotos se determinó un valor de 6, debido a la ubicación geográfica del país siendo una zona de alta actividad sísmica lo que incrementa la probabilidad de que tales sucesos tengan lugar. En las inundaciones y la

erupción volcánica se estableció el valor de 1 y que la empresa no está en zonas propensas a estos fenómenos. Por otro lado, para los incendios de origen se valoró un nivel de 6 debido a la presencia constante de maquinaria y equipos eléctricos dentro de la empresa.

En función de los criterios previamente analizados para los factores de probabilidad, consecuencia, exposición y considerando las condiciones reales de la operación de la empresa se procedieron a la valoración de los riesgos empleando la metodología de William Fine. Los valores determinados permiten reflejar de manera objetiva el grado del riesgo vinculado a cada suceso detectado, lo cual se presenta de forma consolidada para su análisis.

#### **2.5.1. Aplicación de la Metodología de William Fine.**

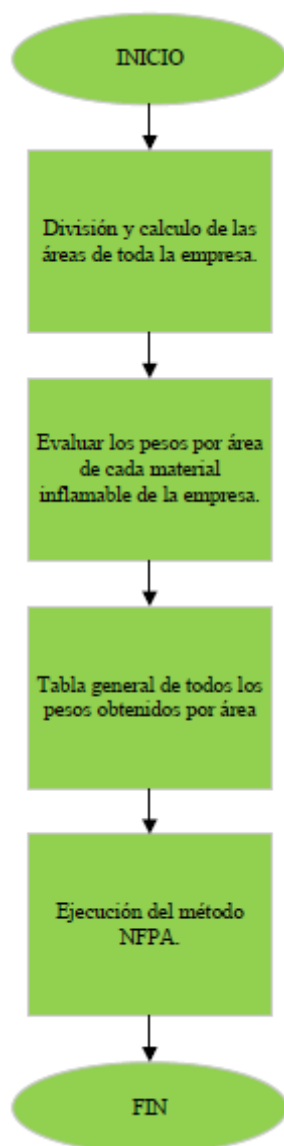
La Figura 9. Presenta la aplicación de la metodología de William Fine, lo que posibilita identificar el alto riesgo que existe en la posibilidad de ocurrencia de incendios, riesgo mayor que se podría presentar en la mecánica industrial. Dicha metodología, contempla factores importantes como la consecuencia, probabilidad y el nivel de exposición que se asocia con el factor de riesgo, lo cual facilita una perspectiva integral y poder prevenir cualquier evento que ocasione pérdidas de infraestructura y humanas, eventos que son calificados como riesgo mayor.

METODOLOGÍA DE WILLIAM FINE							
NOMBRE DE LA EMPRESA:				MECÁNICA INDUSTRIAL			
	FACTOR DE RIESGO		Probabilidad y/o Valor de referencia	Consecuencia y/o valor medido	Exposición	Valoración del GP o Dosis	
FACTORES DE RIESGOS MAYORES	Terremotos (origen natural)	Los terremotos, como fenómenos naturales, sabemos que tienen la capacidad de generar impactos sumamente devastadores en personas y comunidades. Estos eventos pueden provocar varios daños tanto estructurales o pérdidas de vidas humanas.	6	25	0,5	75	Medio
	Inundaciones (origen natural)	EL termino inundación hace referencia a la sobreacumulación de agua por lo tanto puede afectar a poblaciones que residan cerca de ríos o en áreas que estén propensas a acumulación de agua, dejando así daños materiales, riesgos para la salud pública y en última instancia puede propiciar la propagación de enfermedades.	1	5	0,5	2,5	Bajo
	Erupción volcánica (origen natural)	Una erupción volcánica puede contener la liberación de magma, ceniza y gases desde el interior de un volcán así dejando varias afectaciones a comunidades como la destrucción de propiedades, infraestructura e incluso pérdidas humanas dependiendo de la magnitud de la erupción.	1	5	0,5	2,5	Bajo
	Incendios (origen tecnológico)	Los incendios tecnológicos se refieren a los siniestros o eventos de fuego que tienen su origen en dispositivos, equipos o sistemas tecnológicos. Estos pueden involucrar componentes electrónicos, maquinaria avanzada, instalaciones informáticas o cualquier otro elemento tecnológico susceptible de provocar un incendio.	3	15	2	90	Alto

Figura 9. Aplicación de la metodología de William Fine- Mecánica Industrial

## 2.6. Metodología NFPA

La metodología NFPA establece la carga de fuego existente en los alrededores de una mecánica industrial, permitiendo así la caracterización y cuantificación de materiales inflamables presentes, facilitando un resultado real, con el objetivo de realizar un análisis del nivel de riesgo ante un posible incendio. La etapa de recopilación de información conforme a los detalles expuestos en la Figura 10.



**Figura 10.** Procedimiento del Método NFPA

### 2.6.1. Aplicación de la metodología NFPA

En la Tabla 15 se toma las medidas del establecimiento.

**Tabla 15.** Área del establecimiento

<b>Sección</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Taller-Oficinas	121m <sup>2</sup>

Análisis del procedimiento detallado del método NFPA, según Tabla 16, donde evidenciamos el peso de los materiales inflamables que forman parte de la mecánica industrial.

**Tabla 16.** Peso de los materiales inflamables

<b>Detalle</b>	<b>Numero</b>	<b>Peso Individual en (Kg)</b>	<b>Peso de materiales inflamables, incluyendo mobiliario, cortinas, ventanas entre otros</b>
Muebles de madera	12	50	600
Escritorios de madera	7	40	280
Sillas giratorias	7	15	105
Resmas de papel bond	40	2,7	108
Carpetas	250	0,4	100
Basureros	7	1	7
Cortinas	7	3	21
Televisión	1	15	15
Vasos	7	1	7
Platos desechables	10	0,8	8
Refrigeradora	1	60	60
Cables de conexión	20	0,4	8
Vestimenta	7	1	7
Cafetera	1	4	4
Servilletas	2	0,6	1,2
Monitores	7	6	42
Laptops	6	2,5	15
Bases de mesa de trabajo (Madera)	5	40	200
Tableros de herramientas(Madera)	3	20	60
Puertas (Madera)	2	25	50
Recipientes WD-40	40	0,45	18
Limpia contactos	50	0,4	20
Pintura en spray	30	0,5	15
Suelda autógena	2	30	60
Tableros eléctricos	3	50	150
Suelda eléctrica	2	35	70
Compresor	1	60	60
<b>Total</b>		<b>464,75</b>	<b>2091,2</b>

Se realiza un cuadro general de todos los pesos obtenidos de cada material, con el fin de lograr un resultado global de la mecánica industrial, como se detalla en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Peso global de cada material

<b>Detalle</b>	<b>Peso (Kg)</b>
Madera	1190,00
Poliétileno de baja densidad (Monitor, Laptops)	57,00
Poliéster (Televisión)	15,00
Nylon (Cortinas)	21,00
PVC (Cables)	8,00
Polipropileno (sillas giratorias)	105,00
Resmas de papel, carpetas, servilletas	209,20
Plástico( basureros, vasos, platos desechables)	22,00
Refrigeradora	60,00
Vestimenta	7,00
Cafetera	4,00
Recipientes WD-40 (Líquido combustible)	18,00
Limpia contactos (Líquido altamente inflamable)	20,00
Pintura en spray (Aerosol inflamable)	15,00
Suelda autógena (Gas inflamable)	60,00
Tableros eléctricos (Plásticos y aislantes eléctricos)	150,00
Suelda eléctrica (Plásticos aislantes + cables)	70,00
Compresor (Aceite lubricante residual)	60,00

En la Tabla 18. Se muestra el poder calorífico en kcal/kg de cada elemento.

**Tabla 18.** Detalle del poder calorífico de cada elemento

<b>Detalle</b>	<b>Poder calorífico kcal/kg</b>
Madera	4400
Polietileno de baja densidad (Monitor, Laptops)	11000
Poliéster (Televisión)	9500
Nylon (Cortinas)	9000
PVC (Cables)	5000
Polipropileno (sillas giratorias)	11000
Resmas de papel, carpetas, servilletas	4000
Plástico( basureros, vasos, platos desechables)	10000
Equipos eléctricos con plásticos (Refrigeradora)	8000
Textiles (Vestimenta)	4500
Equipos eléctricos menores (Cafetera)	8000
Recipientes WD-40 (Líquido combustible)	10300
Limpia contactos (Líquido altamente inflamable)	11000
Pintura en spray (Aerosol inflamable)	9500
Suelda autógena (Gas inflamable)	11900
Tableros eléctricos (Plásticos y aislantes eléctricos)	4500
Suelda eléctrica (Plásticos aislantes + cables)	4500
Compresor (Aceite lubricante residual)	1000

### **2.6.2. Resolución aplicando la metodología NFPA**

Después de consolidar todos los datos necesarios tanto en áreas como en el peso de cada componente, se desarrolla el cálculo de la carga de fuego, es necesario determinar la capacidad calorífica de cada elemento, dicho cálculo se efectúa mediante la siguiente expresión.

$$Kcal = Mg * Cc$$

Donde:

Kcal: Kilocalorías del material

Mg: Peso de cada inmueble en kg

Cc: Calor combustible de cada material en kilocalorías

En la Tabla 19. Se detalla el cálculo de las kilocalorías de cada elemento.

**Tabla 19.** Cálculo de las kilocalorías de cada elemento.

<b>Detalle</b>	<b>Cc-Calor de Combustión (kcal/kg)</b>	<b>Mg-Peso(kg)</b>	<b>Kilocalorías</b>
Madera	4400	1190,00	5236000
Polietileno de baja densidad (Monitor, Laptops)	11000	57,00	627000
Poliéster (Televisión)	9500	15,00	142500
Nylon (Cortinas)	9000	21,00	189000
PVC (Cables)	5000	8,00	40000
Polipropileno (sillas giratorias)	11000	105,00	1155000
Resmas de papel, carpetas, servilletas	4000	209,20	836800
Plástico( basureros, vasos, platos desechables)	10000	22,00	220000
Equipos eléctricos con plásticos (Refrigeradora)	8000	60,00	480000
Textiles (Vestimenta)	4500	7,00	31500
Equipos eléctricos menores (Cafetera)	8000	4,00	32000
Recipientes WD-40 (Líquido combustible)	10300	18,00	185400
Limpia contactos (Líquido altamente inflamable)	11000	20,00	220000
Pintura en spray (Aerosol inflamable)	9500	15,00	142500
Suelda autógena (Gas inflamable)	11900	60,00	714000
Tableros eléctricos (Plásticos y aislantes eléctricos)	4500	150,00	675000
Suelda eléctrica (Plásticos aislantes + cables)	4500	70,00	315000
Compresor (Aceite lubricante residual)	1000	60,00	60000
<b>TOTAL</b>			<b>11301700</b>

El procedimiento se basa en la adición de los valores calóricos registrados en cada zona.

**Kcal Total:** 11301700

A continuación, se aplica la siguiente formula:

$$Qc \frac{\Sigma(Cc \times Mg)}{4500 \times A}$$

Resolución:

$$Qc \frac{11301700}{4500 \times 121}$$

$$Qc = 20,75$$

El resultado de carga de combustible es 20,75 kg/m<sup>2</sup>.

Según muestra la Figura 11. En virtud de los resultados de la carga de combustible y el cuadro de clasificación de riesgo el área total se considera riesgo bajo por encontrarse en el límite de hasta 35kg/m<sup>2</sup>.

Riesgo bajo	hasta 35 Kg. /M2
Riesgo medio	De 35 a 75 Kg. /M2
Riesgo alto	Mas de 75 Kg. /M2

**Figura 11.** Niveles de riesgo para interpretación del método NFPA

## 2.7. Metodología de MESERI

La metodología de MESERI es complementaria con la metodología NFPA, ya que ambos evalúan el riesgo de incendio que puede existir en la organización. El sistema de MESERI se enfoca en analizar la estructura del edificio y sus condiciones mientras que el sistema NFPA evalúa el material combustible y las sustancias peligrosas que puedan encontrarse dentro de la edificación. Ambos permiten tener un análisis más completo del riesgo de incendio.

## 2.7.1. Análisis de los factores constructivos de la edificación.

### 2.7.1.1. Altura del edificio

Se considera desde la planta baja hasta la parte superior del mismo, a mayor elevación más fácil será la difusión del fuego, y se incrementa la complejidad en los procesos de evacuación. En este caso en la mecánica industrial consta de 1 pisos y el análisis se detalla en la Figura 12.

Numero de pisos	Altura	Coeficiente	Puntos
1 ó 2	menor que 6 m	3	<b>3</b>
3, 4 ó 5	entre 6 y 12 m	2	
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 20 m	1	
10 o más	más de 30 m	0	

Figura 12. Análisis para la altura del edificio.

### 2.7.1.2. Mayor sector de incendio.

Se entiende por sector de incendio al espacio de una edificación, que se encuentra separados por elementos con resistencia al fuego. En este caso en la mecánica industrial al tratarse de una edificación aislada, se considera como sector de incendio la totalidad de su superficie, tal como se ilustra en la Figura 13.

Superficie mayor sector de incendio	Coeficiente	Puntos
de 0 a 500 m <sup>2</sup>	5	<b>2</b>
de 501 a 1.500 m <sup>2</sup>	4	
de 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup>	3	
de 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup>	2	
de 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup>	1	
más de 4.500 m <sup>2</sup>	0	

Figura 13. Análisis del mayor sector de incendio.

### 2.7.1.3. Resistencia al fuego.

Se refiere al tipo de material que está compuesta la estructura de la mecánica industrial. En este caso el material es de en este caso la estructura es metálica y se considera no combustible. En la Figura 14. Se muestra la evaluación del material compuesto para la resistencia al fuego.

Resistencia al fuego	Coeficiente	Puntos
Resistente al fuego (hormigón)	10	<b>5</b>
No combustible	5	
Combustible	0	

**Figura 14.** Análisis de resistencia al fuego

#### 2.7.1.4.Falsos techos.

En este caso se analiza el material compuesto en la cobertura de la parte superior de la estructura, considerando el tipo de falso techo existente. El análisis se lleva a cabo considerando el material y las características propias de estos elementos. En la Figura 15 se presenta el coeficiente correspondiente a los falsos techos, de acuerdo al análisis efectuado.

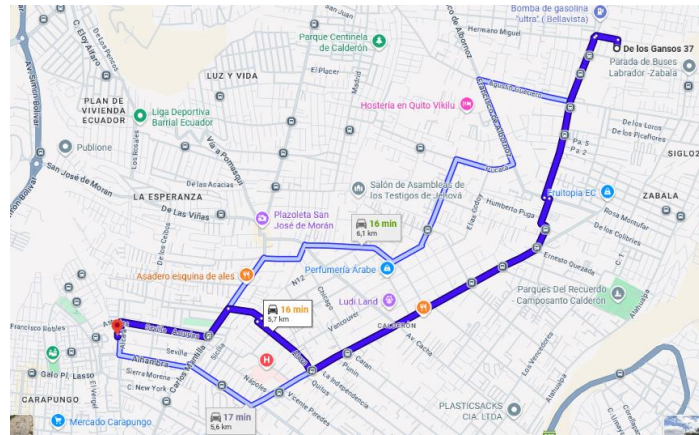
Falsos techos	Coeficiente	Puntos
Sin falsos techos	5	<b>3</b>
Con falsos techos incombustibles	3	
Con falsos techos combustibles	0	

**Figura 15.** Análisis de falsos techos.

### 2.7.2. Factores de situación

#### 2.7.2.1.Distancia de los bomberos

Se analiza el tiempo de respuesta por parte de los bomberos, en este caso el trayecto en kilómetros y el tiempo de desplazamiento del Cuerpo de Bomberos más cercanos a la mecánica industrial. En la Figura 16. Se muestra la ruta más corta al Cuerpo de Bomberos más cercano con un recorrido de 5.7km.



**Figura 16.** Ruta más corta de la mecánica industrial al Cuerpo de Bomberos

Con el análisis realizado anteriormente de la ruta más corta de llegada del Cuerpo de Bomberos a la mecánica industrial. Se puede concluir que el resultado del coeficiente es de 8 ya que se encuentra en el rango de 5 y 10km detallado en la Figura 17.

Distancia de bomberos	Tiempo	Coficiente	Puntos
Menor de 5km	5 minutos	10	<b>8</b>
Entre 5 y 10 km	5 y 10 min	8	
Entre 10 y 15 km	10 y 15 min	6	
Entre 15 y 15 km	15 y 25 min.	2	
Más de 25 km	25 min.	0	

**Figura 17.** Análisis de la distancia de bomberos.

### 2.7.2.2. Accesibilidad al edificio.

El acceso principal a la empresa tiene una medida 4 metros de altura y 6 metros de anchos, lo que permite un ingreso adecuado para personas como para vehículos. Asimismo, en la parte posterior de la empresa existe una salida de emergencia con dimensiones aproximadas de 5 metros de ancho y 3 metros de altura. Con el análisis realizado se llega a la conclusión que se muestra en la Figura 18. Donde el coeficiente es 5 y es buena la accesibilidad al edificio.

ACCEBILIDAD DE EDIFICIOS	Coeficiente	Puntos
Buena	5	<b>5</b>
Media	3	
Mala	1	
Muy mala	0	

**Figura 18.** Análisis de la accesibilidad del edificio.

### 2.7.3. Procesos

En este caso se evalúa el peligro del proceso productivo desde el punto del riesgo de incendio en la infraestructura, componentes de características de inflamabilidad y generación de calor, con esto definimos el nivel de calor dentro del desarrollo productivo de la empresa. En la Figura 19. Se detalla el análisis de la carga de combustible, el tipo de combustible, orden y almacenamiento de la empresa.

<b>PROCESOS</b>		
<b>Peligro de activación por materiales de revestimiento</b>		
Bajo (tiene elementos no combustibles o retardantes)	10	<b>10</b>
Medio (tiene madera)	5	
Alto (tiene textiles, papeles, pintura flamantes, otros)	0	
<b>CARGA COMBUSTIBLE</b>		
Riesgo Leve (Bajo): Menos de 160000 Kcal/m <sup>2</sup> menos de 35 kg/m <sup>2</sup>	10	<b>10</b>
Riesgo Ordinario (Moderado): Entre 160000 y 340000 Kcal/m <sup>2</sup> ó entre 35 y 75 kg/m <sup>2</sup>	5	
Riesgo Extra (Alto): Más de 340000Kcal/m <sup>2</sup> ó más de 75 kg/m <sup>2</sup>	0	
<b>TIPO DE COMBUSTIBLES DE MATERIALES, MATERIA PRIMA, OTROS USADOS EN LA PRODUCCIÓN O</b>		
Baja sólidos no combustibles en condiciones normales, materiales étreo, metales, hierro, acero.	5	<b>5</b>
Media sólidos combustibles, madera, plástico.	3	
Alta gases y líquidos combustibles a T° ambiente.	0	
<b>ORDEN Y LIMPIEZA</b>		
Bajo (Lugares sucios y desordenados)	0	<b>10</b>
Medio (Procedimientos de limpieza y orden irregular)	5	
Alto (Tiene buenos programas y los aplica costantemente, ejem. 5S, otro)	10	
<b>ALMACENAMIENTO EN ALTURA</b>		
menor de 2 m	3	<b>3</b>
entre 2 y 4 m	2	
más de 6 m	0	

**Figura 19.** Análisis del coeficiente, parte de procesos de la Metodología de MESERI.

#### **2.7.4. Factor de concentración.**

Corresponde al contenido de las instalaciones objeto de evaluación, considerando la inversión realizada, incluido el valor acumulado de los equipos. Esta variable permite calcular los daños materiales potenciales frente a un evento no deseado, así como para establecer los activos o equipos considerados prioritarios para la organización. El análisis de la inversión monetaria como resultado de coeficiente 2 detallado en la Figura 20.

INVERSIÓN MONETARIA POR m <sup>2</sup>	Coeficiente	
menor de \$400/m <sup>2</sup>	3	<b>2</b>
entre \$400 y \$1600/m <sup>2</sup>	2	
más de 1600/m <sup>2</sup>	0	

**Figura 20.** Análisis de la inversión monetaria.

### 2.7.5. Propagabilidad

En este caso se evalúa la facilidad que tiene el fuego de propagarse dentro instalaciones. Para ello es fundamental considerar los elementos existentes, la forma de almacenaje y los espacios libres de bienes combustibles. En la Figura 21. Se muestra los factores que componen la propagabilidad tanto vertical como horizontal.

VERTICAL	Coeficiente	
Baja	5	<b>5</b>
Media	3	
Alta	0	
HORIZONTAL	Coeficiente	
Baja	5	<b>5</b>
Media	3	
Alta	0	

**Figura 21.** Análisis vertical y horizontal de los factores de la propagabilidad

### 2.7.6. Destructibilidad

En este apartado se analizan los factores que afectan la integridad de la empresa, tales como daños causados por el humo, el calor, la corrosión y el agua, así como la estructura del edificio y sus componentes principales, entre ellos muros, techos y demás materiales que conforman la edificación. Esta evaluación permite identificar posibles vulnerabilidades y establecer medidas preventivas. En la Figura 22 se presenta el puntaje correspondiente a los efector del humo, el calor, la corrosión y el agua.

<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>		
<b>POR CALOR</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Puntos</b>
Baja	10	<b>10</b>
Media	5	
Alta	0	
<b>POR HUMO</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Puntos</b>
Baja	10	<b>10</b>
Media	5	
Alta	0	
<b>POR CORROSIÓN</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Puntos</b>
Baja	10	<b>10</b>
Media	5	
Alta	0	
<b>POR AGUA</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Puntos</b>
Baja	10	<b>10</b>
Media	5	
Alta	0	

**Figura 22.** Análisis de la destructibilidad, calor, humo, corrosión y agua

### 2.7.7. Factores de protección

Este parámetro evalúa la disponibilidad de medio de protección con los que cuenta la empresa para prevenir y atender emergencia. El análisis realizado indica que la mecánica industrial no dispone de elementos esenciales, por lo que se asigna una puntuación de 0, como se indica en la Figura 23.

<b>CONCEPTO</b>	<b>SIN VIGILANCIA</b>	<b>CON VIGILANCIA</b>	<b>PUNTOS</b>
Extintores portátiles (EXT)	1	2	<b>2</b>
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	<b>0</b>
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	<b>0</b>
Detección automática (DET)	0	4	<b>4</b>
Rociadores automáticos (ROC)	0	0	<b>0</b>
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	0	0	<b>0</b>

**Figura 23.** Análisis de factores de protección del establecimiento

### 2.8. Resolución aplicando la fórmula de la metodología MESERI

Una vez efectuado el análisis de todos los parámetros, se procede a aplicar la siguiente fórmula.

$$P = \frac{5x}{129} + \frac{5y}{26} + 1 (BCI)$$

Donde:

X: Corresponde a la suma de los coeficientes asociados a las condiciones propias de las instalaciones. En la Figura 24 se presenta el valor obtenido por la variable X.

SUBTOTAL (X) .....	<b>116</b>
--------------------	------------

**Figura 24.** Resultado de la variable X.

Y: Corresponde a la suma de los coeficientes asociados a los factores de protección. El valor obtenido para la variable Y se presenta en la Figura 25.

SUBTOTAL (Y) .....	<b>6</b>
--------------------	----------

**Figura 25.** Resultado de la variable Y

Reemplazando los datos en la siguiente formula. De esta manera se puede interpretar con mayor claridad el nivel de riesgo evaluado en el área de la mecánica industrial.

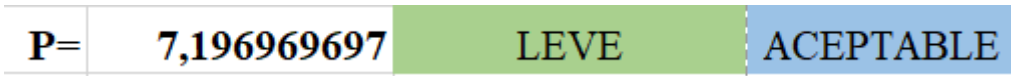
$$P = \frac{5(116)}{120} + \frac{5(6)}{22} + 1$$

$$P = 7,19$$

En la Figura 26. Muestra el análisis del resultado siendo leve, aceptable. Con un puntaje de 7,19. Del análisis realizado se concluye que no resulta prioritario aplicar mejoras inmediatas en el control del riesgo, debido a que este se encuentra dentro de un rango aceptable. No obstante, la mecánica industrial, con el propósito de salvaguardar el talento humano y los recursos

económicos de la empresa, considera conveniente la propuesta de un plan de emergencia. Se plantean alternativas de bajo costo que no representen un impacto económico significativo, las cuales se detallan a continuación:

- Capacitación al personal de en prevención de incendios.
- Mantener el orden y limpieza en los espacios de trabajo.
- Verificar la señalización contra incendios se encuentre visible y en buen estado.
- Controlar periódicamente el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos.



**Figura 26.** Análisis del resultado de la ecuación

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS**

#### **3.1. Introducción**

En el presente capítulo se propone el plan de emergencia obtenido a partir del análisis de riesgos de los principales riesgos identificados en una empresa de mecánica industrial. La empresa se encuentra ubicada en Calderón, fue constituida en el año 2018 y tiene como actividad principal es el servicio de maquinado de metales.

Actualmente, la empresa cuenta con 10 trabajadores y se organiza en diferentes departamentos financiero, comercial, compras y taller. Cada área desempeña un rol importante para el desarrollo eficiente de las funciones empresariales.

Finalmente se detalla los componentes de un plan de emergencia orientados a avalar una respuesta eficaz ante situaciones críticas, salvaguardando la integridad del personal, las instalaciones y reduciendo posibles daños.

#### **3.2. Objetivos del plan de emergencia.**

##### **3.2.1. Objetivo general.**

Elaborar el plan de emergencias para una mecánica industrial.

##### **3.2.2. Objetivos específicos.**

- Delegar la responsabilidad a las brigadas debidamente conformadas, para el desarrollo del plan de emergencia.
- Mitigar el impacto negativo que pueda ocasionar a la empresa la presencia de la emergencia, o suceso negativo.

- Reducir los impactos de riesgo hacia la infraestructura y proteger la integridad de las personas.

### 3.3. Plan de Emergencia.

#### 3.3.1. Información general- Mecánica Industrial

En la Tabla 20. Se detalla la descripción general correspondiente a la empresa.

**Tabla 20.** Información General- Mecánica Industrial.

<b>INFORMACION GENERAL</b>	
Razón Social	SERTIN-MECANICA INDUSTRIAL
Cantón	Quito
Parroquia	Calderón
Sector	Carapungo
Calle principal	Pasaje B 17
Calle Secundaria	Los Gansos
Ruc	1723123475001
Actividad económica	Actividades de servicio de maquinado de metales: taladrado, torneado, fresado, erosión, alisado, lapidado, brochado, aplanado, aserrado, esmerilado, afilado, soldadura, empalme, cortado, grabado, etcétera, de piezas de metal realizadas a cambio de una retribución o por contrato.
Superficie Total	121m <sup>2</sup>

#### 3.3.2. Información Geo-referencial- Mecánica Industrial

En la Tabla 21. Se muestra la información geo-referencial correspondiente a la mecánica industrial.

**Tabla 21.** Mapa Geo-referencial

---

**MAPA GEO-REFERENCIAL**

---

**Longitud y latitud: -0.07071519070601896, -78.41346436771583**



### **3.4. Situación actual de la empresa ante situaciones emergentes.**

#### **3.4.1. Antecedentes**

Las situaciones emergentes que se pueden presentarse en el transcurso de la jornada laboral en una mecánica industrial afectan al personal, así como también los equipos e infraestructura de la empresa. Se considera importante establecer criterios para orientar al personal sobre el modo de actuación ante emergencias y minimizar los daños. En la empresa se han presentado situaciones de riesgo y emergencias menores principalmente relacionadas con la maquinaria y herramientas, las cuales han generado la necesidad de mejoras en la seguridad.

La empresa pretende establecer las responsabilidades del personal definidas en la mecánica industrial, para garantizar condiciones de trabajos más seguros y como la actualización de capacitaciones al personal que permitan reducir situaciones de riesgo.

#### **3.4.2. Justificación**

El presente plan de emergencia tiene como meta orientar al personal para prevenir acciones incorrectas durante una emergencia. La planificación anticipada nos permitirá dar una respuesta efectiva ante una situación crítica. Resulta indispensable que los equipos de respuesta ante eventualidades estén debidamente capacitados y actúen de forma oportuna y eficiente.

Con el propósito de proteger la integridad del personal que labora en la empresa, ante eventuales situaciones de emergencia, resulta fundamental que la infraestructura disponga de elementos como rutas de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro seguros, los cuales deben estar correctamente señalados y difundidos entre todos los trabajadores.

### **3.4.3. Determinar los factores de riesgo internos y externos de la organización.**

#### **3.4.3.1. Factores de riesgo internos.**

##### **Tipo de edificación y años de construcción.**

La mecánica industrial fue constituida en el año 2018, su edificación consta por muros contruidos en bloque, el segundo piso el techo está elaborado de gypsum y el área de taller tiene su estructura metálica.

#### **3.4.3.2. Identificación de equipos que representan riesgo de explosión, fuga o derrame.**

En la mecánica industrial se identificaron equipos, materiales y sustancias que pueden representar un riesgo de derrame, fuga, incendio y explosión, debido a sus características físicas, químicas y a las condiciones de operación del taller.

La suelda eléctrica representa un riesgo de explosión debido a la generación de chispas, arcos eléctricos y altas temperaturas durante su operación. Este riesgo incrementa en el entorno del taller por la presencia sustancias inflamables, como lubricantes y limpiadores en aerosol. De manera similar el compresor también constituye un riesgo de explosión, ya que trabaja con aire comprimido a alta presión. Un falla mecánica, mantenimiento inadecuado o sobrepresión en el sistema puede provocar una ruptura del equipo o de las mangueras, generando una explosión o proyección de fragmentos.

Por otra parte, la soldadura autógena presenta riesgo de fuga debido a posibles fallas en válvulas, mangueras o conexiones. La liberación de gases inflamables puede generar una atmósfera peligrosa dentro del taller, aumentando el riesgo de incendio o explosión.

Finalmente, los productos químicos tales como WD-40, limpia contactos y pintura en spray representan un riesgo de derrame debido a su estado líquido y carácter inflamable. La manipulación incorrecta, el almacenamiento inadecuado o el deterioro de los envases pueden ocasionar derrames, los cuales generan superficies resbalosas, contaminación del área de trabajo y un incremento del riesgo de incendio, afectado tanto a la seguridad del personal como las instalaciones.

En la Tabla 22. Se muestra los equipos, materiales que representan un riesgo.

**Tabla 22.** Equipos que representan un riesgo.

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Derrame</b>	<b>Fugas</b>	<b>Incendios</b>	<b>Explosión</b>
Muebles de madera	12			x	
Escritorios de madera	7			x	
Sillas giratorias	7			x	
Resmas de papel bond	40			x	
Carpetas	250			x	
Basureros	7			x	
Cortinas	7			x	
Televisión	1			x	
Vasos	7			x	
Platos desechables	10			x	
Refrigeradora	1			x	
Cables de conexión	20			x	
Vestimenta	7			x	
Cafetera	1			x	
Servilletas	2			x	
Monitores	7			x	
Laptops	6			x	
Bases de mesa de trabajo (Madera)	5			x	
Tableros de herramientas (Madera)	3			x	
Puertas (Madera)	2			x	
Recipientes WD-40	40	x		x	x
Limpia contactos	50	x		x	x
Pintura en spray	30	x		x	x
Suelda autógena	2		x	x	x
Tableros eléctricos	3			x	x
Suelda eléctrica	2		x	x	x
Compresor	1				x

### 3.4.3.3. Factores de riesgos externos.

El análisis de los factores de riesgo externos se basa en la ubicación georreferencial de la empresa y en los límites que la rodean, ya que estos influyen en el nivel de exposición ante un posible incendio tecnológico propio de la actividad de la mecánica industrial.

### **Análisis de límites que rodean a la empresa**

La empresa limita al norte con el Parque Comunal Nuevo Amanecer, el cual cuenta con canchas deportivas y juegos infantiles, lo que implica una afluencia frecuente de personas. En caso de un incendio tecnológico, el humo y el calor podrían afectar a los usuarios del parque.

Al sur la empresa limita con la Av. De los Gansos y viviendas residenciales, mientras que al este el Pasaje B 17 y al oeste la Av. El Condor, también presentan zonas habitadas y tránsito peatonal y vehicular.

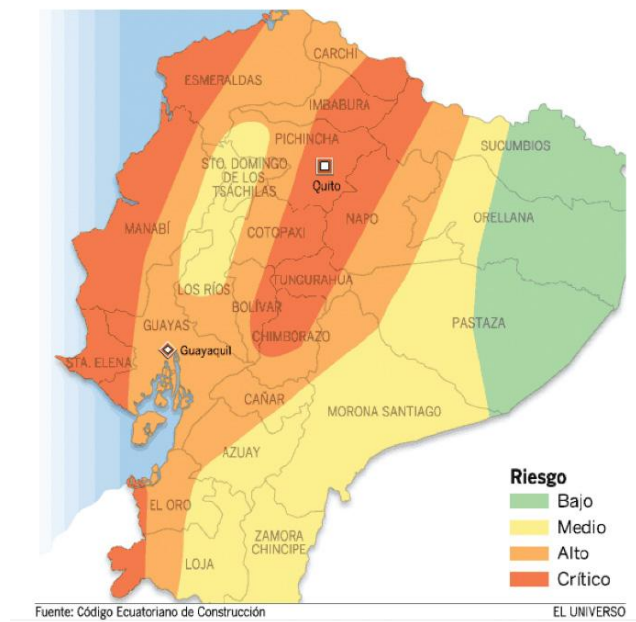
Debido a la cercanía con áreas residenciales y espacios de uso público, un incendio tecnológico podría generar afectación directa a personas externas y dificultar las labores de evacuación y respuesta, lo que incrementa el nivel de riesgo y justifica su consideración dentro del plan de emergencias.

#### **3.4.4. Riesgos naturales.**

En el siguiente apartado se presentan los principales riesgos de origen natural que podrían generar afectaciones relevantes en las operaciones de la empresa, los cuales han sido identificados a partir del análisis de las condiciones ambientales y climáticas propias del área donde se ubica la mecánica industrial.

##### **3.4.4.1.Sismos.**

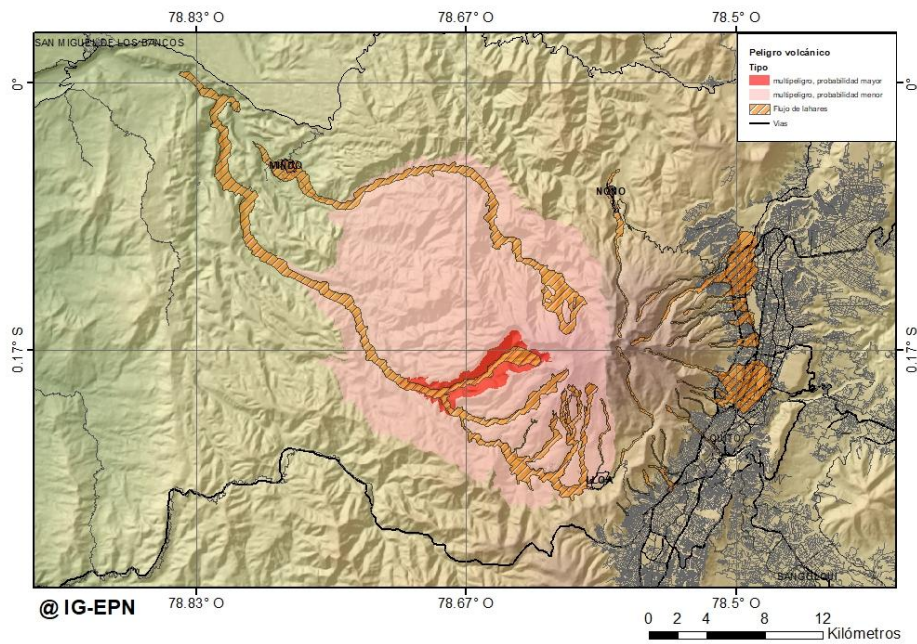
En la provincia de Pichincha el riesgo de un sismo o un terremoto se cataloga como alto, generando movimientos bruscos de la superficie terrestre y generando sismos de diferentes magnitudes. Como se detalla en la Figura 27.



**Figura 27.** Mapa de zonificación sísmica del Ecuador

#### **3.4.4.2. Actividad volcánica y caída de ceniza.**

La mecánica industrial se encuentra dentro de una región con presencia de volcanes activos, el riesgo mayor que existe es precipitación de ceniza como consecuencia de una erupción volcánica, lo cual podría verse afectado la continuidad de las operaciones, la disponibilidad del personal y la ejecución de las actividades productivas. En la Figura 28. Se muestra el flujo de ceniza del volcán Guagua Pichincha.



**Figura 28.** Flujo de ceniza Volcán Guagua Pichincha

### 3.4.4.3. Incendio.

La ocurrencia de un incendio en la empresa, podría originarse a través una posible falla eléctrica en las instalaciones, a pesar de que se encuentran correctamente conectadas la empresa podría enfrentar el riesgo de un incendio, lo cual ocasionaría graves daños materiales y, en situaciones extremas, pérdida de vidas humanas.

### 3.4.5. Análisis de riesgos mayores mediante la Metodología de William Fine.

Se utiliza para valorar y cuantificar los riesgos mayores, se enfoca en identificar la probabilidad de que ocurra una catástrofe natural. Este método nos permite mitigar los riesgos más críticos de la empresa.

Para la mecánica industrial, el riesgo de mayor coeficiente es el incendio tecnológico debido a los riesgos eléctricos asociados al tipo de maquinaria que se maneja en la empresa. En la Figura 29 se expone la Metodología de William Fine.

METODOLOGÍA DE WILLIAM FINE						
NOMBRE DE LA EMPRESA:			MECÁNICA INDUSTRIAL			
	FACTOR DE RIESGO		Probabilidad y/o Valor de referencia	Consecuencia y/o valor medido	Exposición	Valoración del GP ó Dosis
FACTORES DE RIESGOS MAYORES	Terremotos (origen natural)	Los terremotos, como fenómenos naturales, sabemos que tienen la capacidad de generar impactos sumamente devastadores en personas y comunidades. Estos eventos pueden provocar varios daños tanto estructurales o pérdidas de vidas humanas.	6	25	0,5	75 Medio
	Inundaciones (origen natural)	EL termino inundación hace referencia a la sobreacumulación de agua por lo tanto puede afectar a poblaciones que residan cerca de ríos o en áreas que estén propensas a acumulación de agua, dejando así daños materiales, riesgos para la salud pública y en última instancia puede propiciar la propagación de enfermedades.	1	5	0,5	2,5 Bajo
	Erupción volcánica (origen natural)	Una erupción volcánica puede contener la liberación de magma, ceniza y gases desde el interior de un volcán así dejando varias afectaciones a comunidades como la destrucción de propiedades, infraestructura e incluso pérdidas humanas dependiendo de la magnitud de la erupción.	1	5	0,5	2,5 Bajo
	Incendios (origen tecnológico)	Los incendios tecnológicos se refieren a los siniestros o eventos de fuego que tienen su origen en dispositivos, equipos o sistemas tecnológicos. Estos pueden involucrar componentes electrónicos, maquinaria avanzada, instalaciones informáticas o cualquier otro elemento tecnológico susceptible de provocar un incendio.	3	15	2	90 Alto

Figura 29. Aplicación de la Metodología de William Fine.

### 3.4.5.1. Análisis de la carga de fuego a través de la metodología de la NFPA.

En este análisis se realiza por el material inflamable, el peso y la carga de combustión de cada área. En la Figura 30. Se visualiza los valores finales obtenidos.

Detalle	Cc-Calor de Combustión (kcal/kg)	Mg-Peso(kg)	Kilocalorias
Madera	4400	1190,00	5236000
Poliétileno de baja densidad (Monitor, Laptops)	11000	57,00	627000
Poliéster (Televisión)	9500	15,00	142500
Nylon (Cortinas)	9000	21,00	189000
PVC (Cables)	5000	8,00	40000
Polipropileno (sillas giratorias)	11000	105,00	1155000
Resmas de papel, carpetas, servilletas	4000	209,20	836800
Plástico( basureros, vasos, platos desechables)	10000	22,00	220000
Equipos eléctricos con plásticos (Refrigeradora)	8000	60,00	480000
Textiles (Vestimenta)	4500	7,00	31500
Equipos eléctricos menores (Cafetera)	8000	4,00	32000
Recipientes WD-40 (Líquido combustible)	10300	18,00	185400
Limpia contactos (Líquido altamente inflamable)	11000	20,00	220000
Pintura en spray (Aerosol inflamable)	9500	15,00	142500
Suelda autógena (Gas inflamable)	11900	60,00	714000
Tableros eléctricos (Plásticos y aislantes eléctricos)	4500	150,00	675000
Suelda eléctrica (Plásticos aislantes + cables)	4500	70,00	315000
Compresor (Aceite lubricante residual)	1000	60,00	60000
<b>TOTAL</b>			<b>11301700</b>

**Figura 30.** Análisis de la metodología NFPA- Mecánica Industrial

Se procede aplicar la formula, con el valor obtenido de carga calorífica, y considerando el área a evaluar de 121 metros cuadrados, como indica en la Figura 31.

AREA DEL LOCAL(m2)	121
--------------------	-----

QC=	20,75	
QC=	20,75KG/M2	Riesgo bajo

Riesgo bajo	hasta 35 Kg. /M2
Riesgo medio	De 35 a 75 Kg. /M2
Riesgo alto	Mas de 75 Kg. /M2

**Figura 31.** Aplicación de la fórmula de la metodología NFPA

Con base a la Tabla 22. El análisis de carga de fuego según la metodología NFPA se determina que una carga de 20.75 kg./M2 se considera aceptable debido a la naturaleza y cantidad de materiales presentes. Este resultado indica que las condiciones actuales de almacenamiento y uso de materiales combustibles no representan un riesgo significativo de incendio, siempre que se mantengan las medidas preventivas existentes.

La inclusión de procesos de soldadura autógena y eléctrica incrementan la peligrosidad del entorno, dado que estos generan altas temperaturas y chispas, aumentando la posibilidad de ignición de materiales inflamables cercanos.

Desde la ingeniería, esto implica la necesidad de implementar estrictos protocolos de seguridad, como ventilación adecuada, separación de materiales combustibles, uso de equipos de protección personal y sistema de detección temprana de incendios, además de un mantenimiento riguroso de los equipos y capacitación constante del personal. .

#### **3.4.6. Análisis de daños y pérdidas en caso de un incendio mediante la metodología de MESERI.**

A través de esta metodología se puede evaluar de manera objetiva y sencilla el riesgo de incendio en la empresa, lo que permite identificar su nivel y establecer medidas de prevención. Para esta evaluación se toma en cuenta tanto las características propias de la empresa como las medidas de protección existentes en la misma. Al aplicar las fórmulas correspondientes se obtiene como indica en la Figura 32.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MESERI									
MECÁNICA INDUSTRIAL									
CONSTRUCCIÓN		COEFICIENTE	PUNTOS	PROPAGABILIDAD		COEFICIENTE	PUNTOS		
<b>NUMERO DE PISOS</b>		<b>ALTURA</b>		<b>VERTICAL</b>					
1 o 2	menor de 6 m	3	<b>3</b>	Baja		5	<b>5</b>		
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2		Media		3			
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27	1		Alta		0			
10 o más	más de 30 m	0		<b>HORIZONTAL</b>					
<b>SUPERFICIE MAYOR. SECTOR INCENDIOS</b>				Baja		5	<b>5</b>		
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	Media		3				
de 501 a 1.500 m <sup>2</sup>		4	Alta		0				
<b>RESISTENCIA AL FUEGO</b>				<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>					
Resistente al fuego (hormigón)		10	<b>5</b>	<b>POR CALOR</b>					
No combustible		5		Baja		10	<b>10</b>		
Combustible		0		Media		5			
<b>TECHOS FALSOS</b>			Alta		0				
Sin falsos techos		5	<b>3</b>	<b>POR HUMO</b>					
Con falsos techos incombustibles		3		Baja		10	<b>10</b>		
Con falsos techos combustibles		0		Media		5			
<b>FACTORES DE SITUACIÓN</b>			Alta		0				
<b>DISTANCIA DE LOS BOMBEROS</b>		<b>TIEMPO</b>		<b>CORROSIÓN</b>					
menor de 5 km		5 minutos	10	<b>POR AGUA</b>					
entre 5 y 10 km		5 y 10 min.	8	Baja		10	<b>10</b>		
entre 10 y 15 km		10 y 15 min.	6	Media		5			
entre 15 y 25 km		15 y 25 min.	2	Alta		0			
más de 25 km		25 min.	0	<b>SUBTOTAL (X)</b>				<b>116</b>	
<b>ACEBILIDAD DE EDIFICIOS</b>				<b>CONCEPTO</b>		<b>SIN VIGILANCIA</b>	<b>CON VIGILANCIA</b>	<b>PUNTOS</b>	
Buena		5	<b>5</b>	Extintores portátiles (EXT)	1	2	2		
Media		3		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0		
Mala		1		Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0		
Muy mala		0		Detección automática (DET)	0	4	4		
<b>PROCESOS</b>				Rociadores automáticos (ROC)	0	0	0		
<b>Peligro de activación por materiales de revestimiento</b>				Extinción por agentes gaseosos (IFE)	0	0	0		
Bajo (tiene elementos no combustibles o retardantes)		10	<b>10</b>	<b>SUBTOTAL (Y)</b>				<b>6</b>	
Medio (tiene madera)		5		<b>CONCLUSION (Indicar en el Informe de Inspección)</b>					
Alto (tiene textiles, papeles, pintura flamantes, otros)		0		$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1(BCI)$ <p style="text-align: right;">Se suma el número 1, únicamente cuando la entidad tiene Brigadas Contra Incendios.</p>					
<b>CARGA COMBUSTIBLE</b>				<p style="text-align: right;">P= 7,196969697    <b>LEVE</b>    <b>ACEPTABLE</b></p>					
Riesgo Leve (Bajo): Menos de 160000 Kcal/m <sup>2</sup> menos de 35 kg/m <sup>2</sup>		10	<b>10</b>	<b>OBSERVACIONES:</b> Con el resultado obtenido se concluye que no es necesario aplicar controles adicionales de riesgo. Sin embargo se considera soluciones más rentables o mejoras que no representen una carga financiera elevada. Asimismo; es importante realizar verificaciones periódicas para asegurar que las medidas existentes continúen siendo efectivas.					
Riesgo Ordinario (Moderado): Entre 160000 y 340000 Kcal/m <sup>2</sup> ó entre 35 y 75 kg/m <sup>2</sup>		5							
Riesgo Extra (Alto): Más de 340000Kcal/m <sup>2</sup> ó más de 75 kg/m <sup>2</sup>		0							
<b>TIPO DE COMBUSTIBLES DE MATERIALES, MATERIA PRIMA, OTROS USADOS EN LA PRODUCCIÓN O SERVICIOS</b>									
Baja sólidos no combustibles en condiciones normales, materiales étreo, metales, hierro, acero.		5	<b>5</b>						
Media sólidos combustibles, madera, plástico.		3							
Alta gases y líquidos combustibles a T° ambiente.		0							
<b>ORDEN Y LIMPIEZA</b>									
Bajo (Lugares sucios y desordenados)		0	<b>10</b>						
Medio (Procedimientos de limpieza y orden irregular)		5							
Alto (Tiene buenos programas y los aplica constantemente, ejem. 5S, otro)		10							
<b>ALMACENAMIENTO EN ALTURA</b>									
menor de 2 m		3	<b>3</b>						
entre 2 y 4 m		2							
más de 6 m		0							
<b>FACTOR DE CONCENTRACION</b>									
<b>INVERSIÓN MONETARIA POR m<sup>2</sup></b>									
menor de \$400/m <sup>2</sup>		3	<b>2</b>						
entre \$400 y \$1600/m <sup>2</sup>		2							
más de 1600/m <sup>2</sup>		0							

Figura 32. Análisis de la Metodología de MESERI –Mecánica Industrial

### 3.4.6.1. Mapa de riesgos de la mecánica industrial.

Con el propósito de identificar los riesgos presentes en las diferentes áreas de la mecánica industrial, se elaboró un mapa de riesgos que permite visualizar de manera general los peligros existentes en cada área de trabajo. Este mapa facilita la comprensión de las zonas con mayor

exposición a riesgos y contribuye a la prevención de accidentes laborales. En la Figura 33 se muestra el mapa de riesgos de la mecánica industrial, donde se identifican las áreas y la señalización correspondiente.

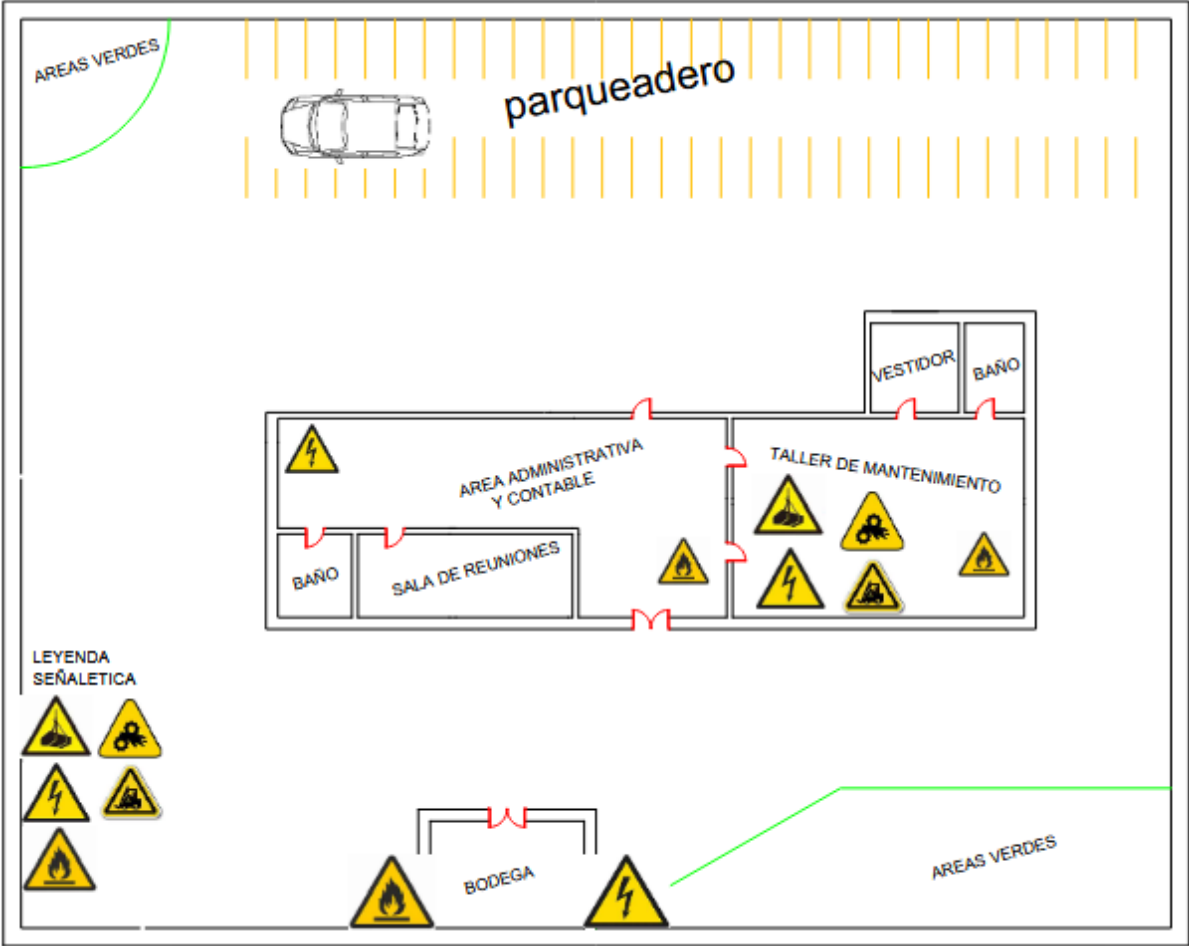


Figura 33. Mapa de riesgos de la mecánica industrial

### 3.4.6.2. Prevención y control de riesgos.

A partir de la valoración de las acciones que se realiza regularmente en la empresa, se definieron diversas acciones preventivas y medidas de control enfocadas en reducir riesgos. A continuación, en el detalle de la Tabla 23.

**Tabla 23.** Tareas preventivas y acciones de control para la empresa

<b>Tareas preventivas</b>	<b>Acciones de control</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se establecen rutas de evacuación identificadas mediante señalización.</li><li>• Se colocan extintores de acuerdo al tipo de incendio que puede presentarse.</li><li>• Capacitación del personal del uso de los equipos contra incendios disponibles</li><li>• Se define la salida de emergencia asegurando que tenga la capacidad adecuada según el número de personas que se encuentran laborando.</li><li>• Mantener vigentes los permisos de funcionamiento otorgados por las entidades correspondientes</li><li>• Planos de evacuación visibles para el personal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se verifica de manera periódica la señalética de la empresa.</li><li>• Se realiza el mantenimiento del extintor anual.</li><li>• Se realiza pruebas y simulacros para comprobar que el personal esté preparado ante emergencias.</li></ul>

### 3.4.6.3. Detalle de los recursos técnicos y materiales destinado a evitar y manejar incendios.

En la Tabla 24. A partir del análisis de riesgos de incendio, se realizó un inventario de los recursos disponibles en la empresa.

**Tabla 24.** Inventario de los recursos disponibles en la empresa

<b>Elemento</b>	<b>Imagen</b>	<b>Cantidad</b>
Extintor		3
Detector de humo		7
Luces de emergencia		4

#### **3.4.6.4. Mapa de recursos mecánica industrial**

En la figura 34 corresponde a la distribución espacial de las instalaciones de la empresa, donde se identifican las áreas administrativas, talleres, bodegas, baño. Se destaca la correcta señalización de los elementos de prevención y protección contra incendios.

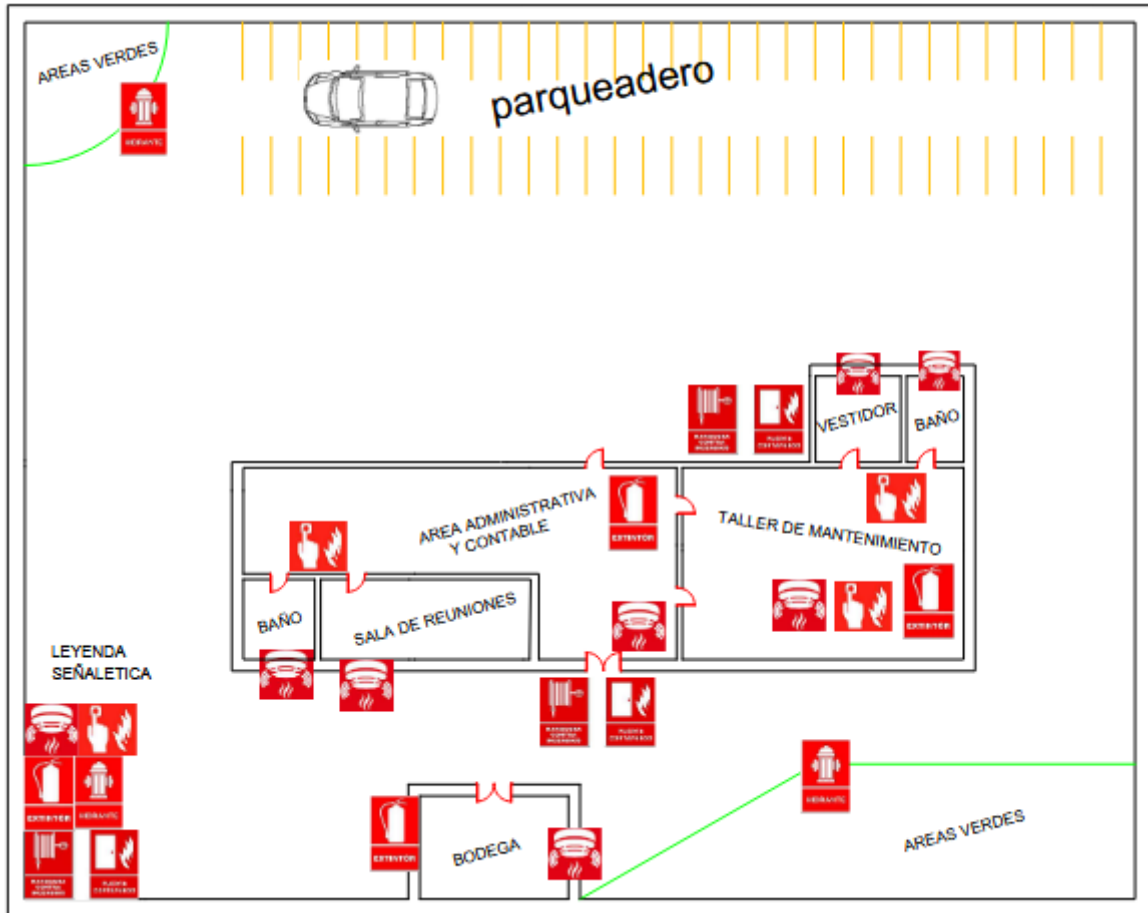


Figura 34. Mapa de recursos disponibles mecánica industrial

### 3.4.7. Mantenimiento.

#### 3.4.7.1. Criterios de mantenimiento de equipos contra incendio.

##### Extintor.

Se debe verificar que los extintores estén visibles, señalados y de fácil acceso, como también realizar el mantenimiento anualmente y la recarga conforme a la fecha indicada por el proveedor. Adicional se debe capacitar al personal del uso correcto del extintor. El responsable es el proveedor externo.

### **Detector de humo.**

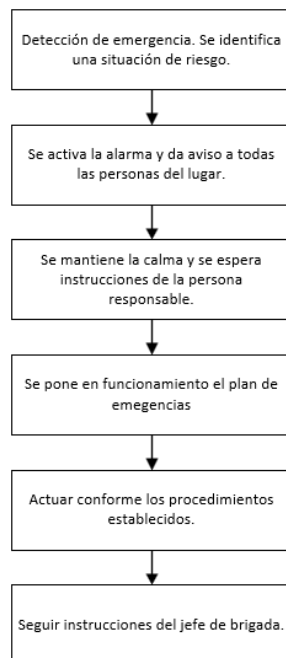
Se debe verificar que funcionen correctamente mediante pruebas periódicas, limpiar con el fin de prevenir la acumulación de polvo y cambiar las baterías cuando sea necesario. El responsable es el proveedor externo

### **Lámparas de emergencia.**

Se debe verificar que las lámparas de emergencia enciendan al momento de cortar el suministro eléctrico, comprobar que la iluminación sea suficiente para guiar la evacuación y se debe realizar mantenimientos periódicos conforme lo que recomiende el proveedor. El responsable es el administrador de la empresa.

### **3.4.7.2. Procedimiento para activar la alarma y reportar una emergencia.**

Este procedimiento nos permite establecer acciones a seguir para activar la alarma y avisar a tiempo ante una emergencia, tal como se ilustra en la Figura 35.



**Figura 35.** Procedimiento para activar la alarma y reportar una emergencia.

Al final del procedimiento se solicita seguir las instrucciones del jefe de brigada las cuales se realizan de acuerdo con los grados de emergencia detallados en la Figura 36.



**Figura 36.** Grados de emergencia.

### **3.4.7.3. Protocolos de intervención ante emergencias.**

#### **Estructura organizacional de las brigadas de acuerdo con el personal de la empresa.**

La estructura organizacional de las brigadas, es conformada según la cantidad de empleados que integran la empresa. Las Brigadas tienen bajo su responsabilidad realizar los simulacros necesarios y llevar un registro; con el fin de monitorear los tiempos de respuesta frente a un posible suceso que podría comprometer la seguridad y el bienestar de la compañía.

Las Brigadas reciben además capacitación para saber que hacer frente a la presencia de un siniestro, y actuar de manera rápida y eficaz.

A fin de minimizar el impacto desfavorable que pudiese tener un suceso, los directos de la empresa tienen el compromiso de asignar recursos y de apoyar la ejecución de las brigadas, durante las siguientes fases:

- **Primera Fase – Etapa de Prevención y Preparación:**
  - Elaboración, Revisión y Aprobación presupuestaria.
  - Designación de los miembros de las brigadas.
  - Dotación de Chalecos para identificar a los miembros de las brigadas.
  - Elaboración cronograma de capacitación para personal de brigadas.
  - Elaboración de Cronogramas para simulacros.
  - Elaboración de Mapa de Evacuación
  - Instalación de Señalética acorde con el Mapa de Evacuación.
  - Socializar el Plan de Emergencia
  
- **Segunda Fase – Etapa de respuesta durante el evento.**
  - Seguir el plan de emergencia aprobado
  - Las brigadas deberán buscar el apoyo de los organismos de ayuda en caso de requerir.
  
- **Tercera Fase- Etapa de Reconstrucción después del evento.**
  - Informar los efectos del suceso a la gerencia.
  - Confirmar que sea seguro el retorno a las instalaciones.
  - Continuar con la jornada laboral.

#### 3.4.7.4. Composición de brigadas.

La Brigada está compuesta en base a la cantidad de los trabajadores de la organización, los mismos que laboran en el horario de 9h00 a 18h00, en la semana con cuarenta horas laborales; por lo que se asigna los responsables de las diferentes Brigadas, de acuerdo con la siguiente Tabla 25:

**Tabla 25.** Composición de brigadas del personal de la empresa

Cargo	Brigada	Cantidad
Administrador Mecánica industrial	Jefe de Brigadas	1
Jefe de compras	Brigada contra incendios	1
Contabilidad	Brigada de primeros auxilios	1
Mecánicos industriales	Brigadas de evacuación y rescate	5
Ventas	Brigadas de comunicación	1
Caja	Brigadas de comunicación	1

#### 3.4.7.5. Coordinación con organizaciones de apoyo

La brigada de Comunicación, dentro de sus responsabilidades está la de contactar a las entidades de apoyo, en caso de requerir asistencia durante la emergencia, las mismas que están realizadas de acuerdo con la ubicación del domicilio de la compañía en caso de requerir.

En este caso para la empresa de estudio, el número de emergencia es el del ECU 911, la central telefónica que está al servicio de la comunidad y canaliza las emergencias reportadas.

### **3.4.7.6. Procedimiento de respuesta ante la presencia de una emergencia**

#### ***Incendio***

Ante la activación de la alarma, por presencia de un Conato de Incendio, el encargado de la Brigada de Comunicación tendrá que asegurarse de la veracidad de la emergencia, y coordinar la evacuación con las diferentes brigadas.

La Brigada de Incendios será la encargada de implementar y guiar al personal de la empresa de acuerdo con el Plan de Emergencia y a los simulacros realizados, con el fin de enfrentar de manera eficaz cualquier conato de incendio que se pueda presentar, priorizará la seguridad propia y la de sus compañeros.

La empresa cuenta para mitigar el impacto de un incendio y precautelar la seguridad del recurso humano, con lo siguiente:

- Detectores de Incendio
- Alarma de Incendio
- Aspersores de agua
- Extintores ubicados estratégicamente.
- Señalética
- Salidas de emergencia.

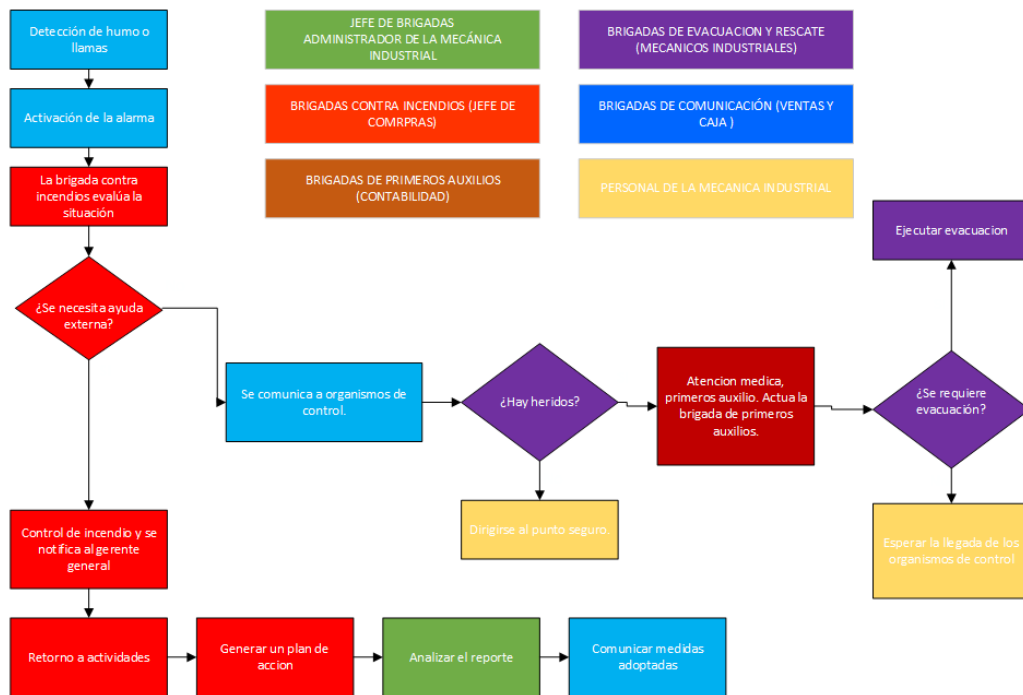
En la Figura 37, se muestra la instrucción HAPA, que tienen como definición Hale, Apunte, Presione y Abanique.



Figura 37. Instrucciones del manejo del extintor

Durante los simulacros el personal de la empresa se ha familiarizado con el uso de los recursos proporcionados por la directiva de la compañía para mitigar el riesgo ocasionado por incendios.

En la Figura 38, el flujograma de actuación frente a la emergencia por incendio.

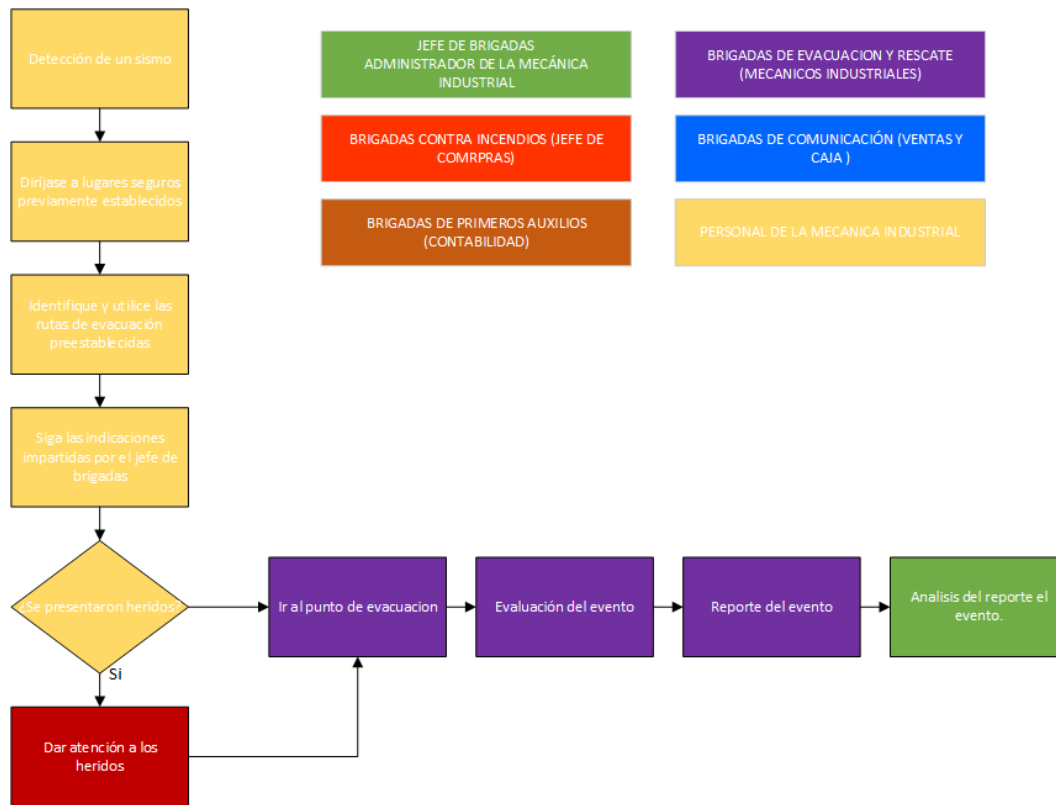


**Figura 38.** Flujograma plan de emergencias-incendio.

***Sismos – temblores***

En caso de que ocurra un movimiento telúrico durante el horario laboral, las brigadas toman la responsabilidad para evacuar a sus compañeros de las instalaciones de la empresa, manteniendo la calma, de acuerdo con el plan de emergencia, con los simulacros y capacitación recibida.

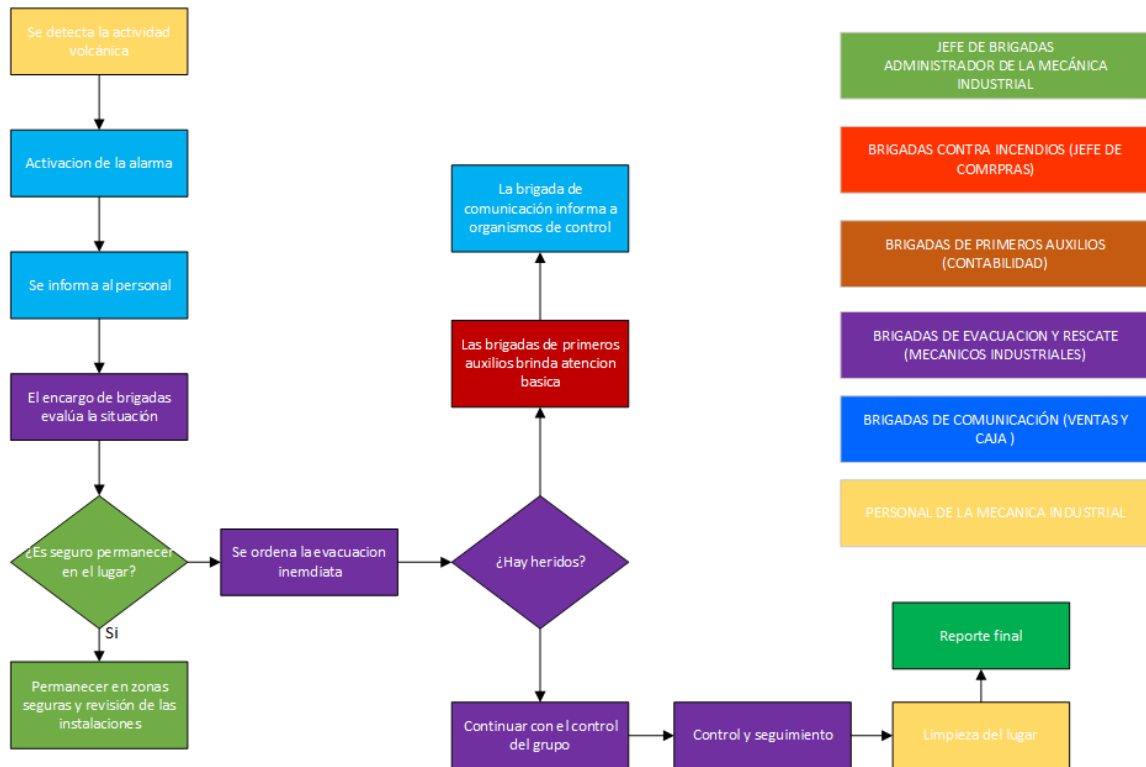
En la Figura 39, el flujo grama detallado del procedimiento a seguir en caso de emergencia por movimientos telúricos (sismos, terremotos).



**Figura 39.** Flujograma plan de emergencia-sismo

### ***Erupción volcánica – presencia de caída de ceniza***

La empresa se ubica en Quito, cuya ciudad tiene la cercanía de volcanes activos como: Ruco Pichincha, Guagua Pichincha, el Cotopaxi, dentro de los más cercanos; por lo que el Plan de Emergencia y el Flujograma del Procedimiento frente a este suceso, está detallado en la siguiente Figura 40.



**Figura 40.** Flujograma plan de emergencia- caída de ceniza erupción volcánica

### 3.4.8. Evacuación.

La persona designada como jefe de Brigadas, es el responsable de emitir la orden de evacuación frente a cada suceso, una vez evaluado el Riesgo según la brigada de comunicación y de las demás brigadas debidamente conformadas. En la Figura 41 se muestra el mapa de evacuación de la mecánica industrial.

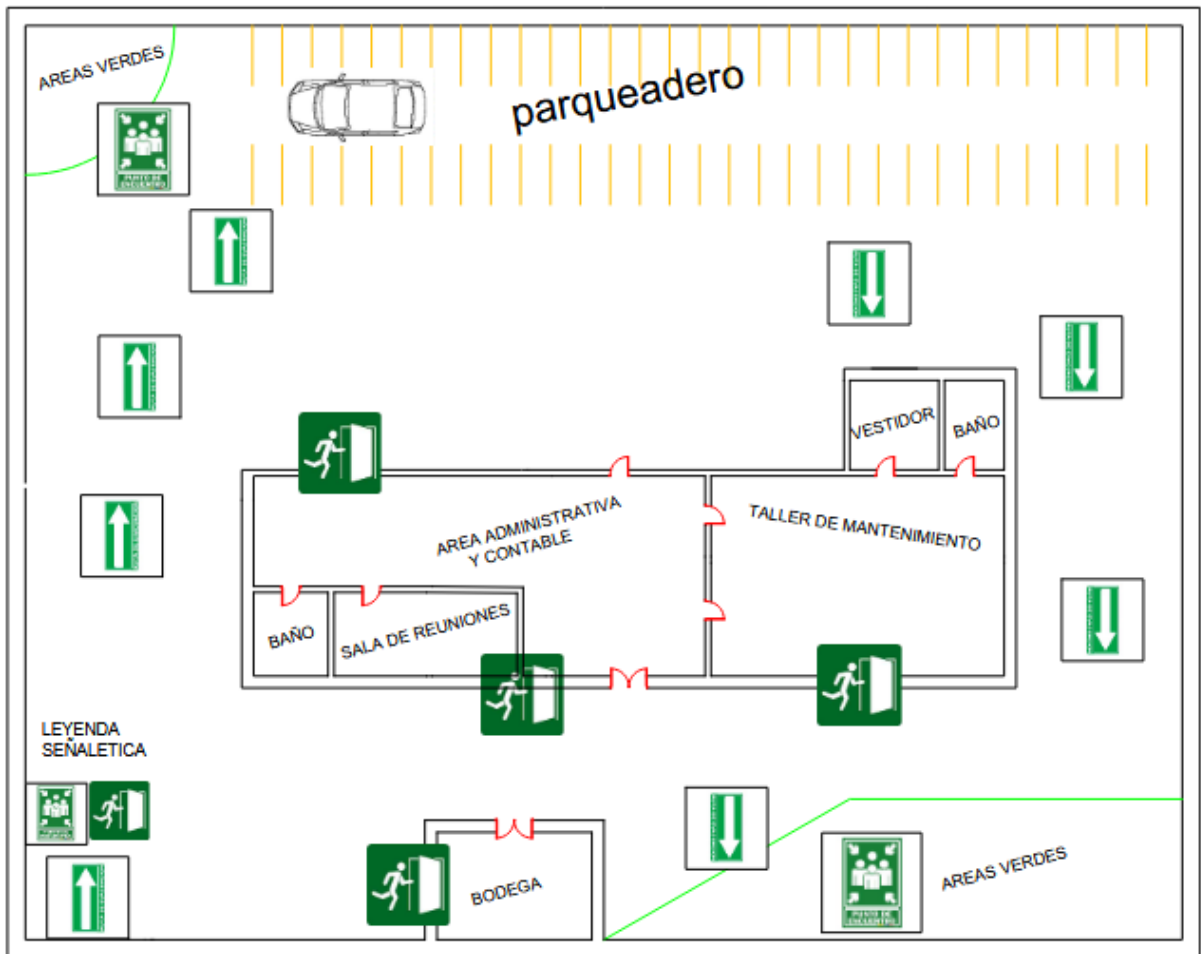


Figura 41. Mapa de evacuación

## Señalética

### 3.4.8.1. Extinción de incendios

Se disponen estratégicamente donde se encuentre medios de protección contra incendios; como son: extintores, gabinetes, luces de señalización, manguera bomberos, entre otros. La Figura 42, a continuación, señala los diferentes tipos de señalización utilizados para el riesgo de incendio.



Figura 42. Señalética de incendios

### 3.4.8.2. Señales de Prohibición

La señalética de prohibición es de color rojo, su ubicación en sitios estratégicos, ayudan a identificar la posibilidad de ocurrencia. A continuación, se muestran en la Figura 43, ejemplos de este tipo de señalización:



Figura 43. Señalética de prohibición

### 3.4.8.3. Señalética De Prevención

Este tipo de señalética se usa para indicar sobre los riesgos existentes en el área de trabajo, esta señalética es de color amarillo. En la Figura 44 se muestra ejemplos de señalética de prevención.



Figura 44. Señalética de prevención

### 3.4.8.4. Señalética de Emergencia

Esta señalización es de color verde y debe estar claramente identificada en el Mapa de Evacuación, ya que brindan seguridad y confianza al momento de evacuar durante una emergencia.

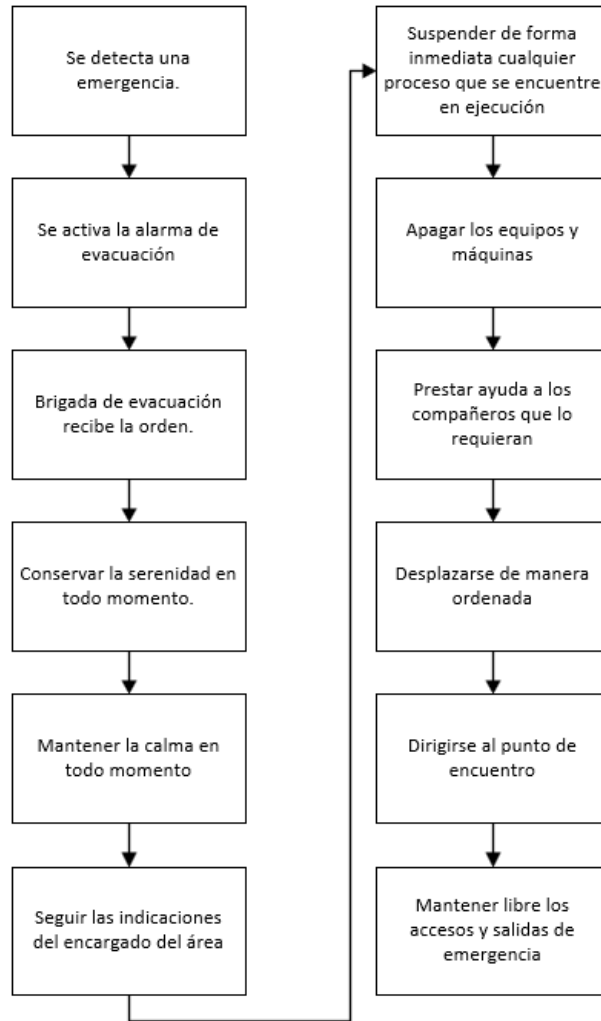
La siguiente Figura 45, es un ejemplo de la señalética de emergencia.



**Figura 45.** Señalética de emergencia

#### **3.4.8.5. Procedimiento para la evacuación**

Una vez identificada la necesidad de evacuar con el fin de resguardar el bienestar del recurso humano de la empresa, el jefe de las Brigadas autoriza la evacuación tanto del personal como de los visitantes del establecimiento. El modo para seguir se muestra en la siguiente Figura 46.



**Figura 46.** Procedimiento de evacuación.

### **3.5. Informe de viabilidad del proceso de capacitación, dotación y señalética de evacuación.**

A continuación, se presenta un análisis del tiempo de ejecución de las actividades correspondientes a la primera fase del plan de emergencia. Los tiempos estimados fueron definidos considerando la naturaleza operativa de la mecánica industrial, la disponibilidad de los recursos internos y la posibilidad de ejecutar las actividades sin interrumpir las labores productivas del taller. El detalle se muestra en la siguiente Tabla 26.

**Tabla 26.** Detalle de la ejecución de actividades primera fase

<b>Concepto</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Justificación</b>
Aprobación presupuestaria	1 semana	Proceso administrativo interno
Designación de brigadas	1 semana	Selección del personal operativo
Chalecos	2 semana	Disponibilidad del mercado local
Capacitación de brigadas	1 semana	Por turnos, sin parar la producción
Elaboración del mapa de evacuación	1 semana	Según layout del taller
Instalación de señalética	2 días	Fuera del horario laboral
Socializar el plan de emergencia	1 día	Programado con antelación

La proyección de costos asociada a la ejecución de las actividades correspondientes a la primera fase del plan de emergencia, considerando un total de 10 trabajadores, se determinaron en función del uso de recursos internos, la adquisición de elementos básicos de seguridad y la ejecución de las actividades sin afectar el normal desarrollo de las operaciones del taller. En la Tabla 27 se muestra el detalle:

**Tabla 27.** Presupuesto primera fase del plan de emergencias.

<b>Concepto</b>	<b>Cant</b>	<b>Costo Estimado</b>	<b>Total</b>
Aprobación presupuestaria	0,00	0,00	0,00
Designación de brigadas	0,00	0,00	0,00
Chalecos	10,00	10,00	100,00
Capacitación de brigadas	10,00	55,00	550,00
Implementación de señalética	1,00	150,00	150,00
Socializar el plan de emergencia	1,00	100,00	100,00
<b>TOTAL</b>			<b>900,00</b>

La proyección de costos indica que requiere una inversión de \$900, lo cual resulta económicamente viable, considerando la magnitud de la empresa y los beneficios

asociados a la prevención de riesgos laborales.

La inversión económica es viable ya que el costo total estimado es bajo en relación con los riesgos propios de una mecánica industrial. A largo plazo, la implementación de la primera fase permitirá reducir significativamente la probabilidad de accidentes laborales, lesiones del personal y daños a la infraestructura y equipos propios de la mecánica industrial. Asimismo, contribuirá a disminuir los tiempos de respuesta ante situaciones de emergencia y evitará pérdidas económicas.

Desde el punto de vista técnico, se estima que la ejecución de la primera fase del plan de emergencias permitirá reducir los riesgos en aproximadamente un 70% a 75%, principalmente aquellos relacionados con la falta de organización de evacuaciones y la ausencia de respuesta oportuna ante incidentes.

### 3.6.Conclusiones:

- Gracias a la aplicación del método propuesto por William Fine, permitió identificar y evaluar los principales riesgos a los que está expuesta la mecánica industrial. Los resultados obtenidos indican que los riesgos de origen natural presentan niveles de valoración entre medio y bajo, lo que refleja una menor probabilidad de impacto directo sobre las operaciones. Sin embargo, el riesgo de incendio alcanza una valoración alta debido a la presencia de maquinaria y materiales asociados al proceso productivo. De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que los riesgos identificados en la mecánica industrial son controlables con los recursos actuales de la empresa, siempre que se mantenga y refuerce la aplicación de las medidas preventivas y correctivas existentes.
- La aplicación de la metodología NFPA, permitió determinar la carga por un valor de 20.75 kg/m<sup>2</sup>, en una superficie total de 121m<sup>2</sup>. De acuerdo con los rangos de clasificación establecidos por la NFPA, este resultado se ubica dentro del nivel de riesgo bajo, no se requiere una implementación inmediata de medidas correctivas mayores. Sin embargo, se considera necesario mantener y fortalecer las acciones preventivas como el control periódico de los materiales combustibles y la capacitación continua del personal, con el fin de conservar las condiciones de seguridad actuales y evitar el incremento de riesgos ante cambios en las condiciones operativas.
- La evaluación realizada mediante el método MESERI indica un valor de  $P = 7.19$  el cual corresponde a un nivel de riesgo leve aceptable. Este resultado indica que las condiciones actuales de seguridad no representan un riesgo significativo para el personal y las instalaciones.

- La aplicación conjunta de las metodologías NFPA y MESERI evidencia que el nivel de riesgo presente en el área evaluada no es crítico ni alto, si no que se mantiene dentro de rangos aceptables para la operación de la mecánica industrial. Desde el punto de vista de la inversión en seguridad, estos resultados implican que no es necesario realizar inversiones mayores o estructurales en los sistemas de protección contra incendios, si no que se debe priorizar el mantenimiento y la correcta gestión de los controles ya implementados. La inversión debe enfocarse en acciones preventivas de bajo costo como inspecciones periódicas, capacitación del personal, orden y limpieza.
- Se concluye que el desarrollo del Plan de Emergencia, así como la propuesta de este en la mecánica industrial mitiga el impacto en los recursos de la empresa; resguardando los activos y principalmente el recurso humano, frente a la ocurrencia de uno de los riesgos identificados en este estudio.

### **3.7.Recomendaciones:**

- Se recomienda implementar el plan de capacitación para los miembros de las brigadas, así como para los demás empleados de la empresa.
- Se recomienda implementar inspecciones realizadas por miembros de las brigadas, de los sitios de trabajo para asegurar que se mantenga el orden y limpieza en la mecánica para mitigar el riesgo de conato de incendio y asegurar el funcionamiento del Plan de Emergencias desarrollado.
- Se recomienda que el jefe de Brigadas implemente un plan de inspección del estado de los recursos existentes, así como su mantenimiento; para asegurar la buena operatividad y así mitigar el impacto del riesgo de incendios y emergencias, como son estado de luces de emergencia, cumplimiento de cronograma de cargas de extintores, buen estado de señaléticas, entre otras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agua y Transición Ecológica Ministerio del ambiente, “Instructivo de pausas activas del Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica,” 2023.
- [2] C. Ordonez, *Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil*. 2024.
- [3] J. Licto, ““PROPUESTA DE PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA Como requisito para la obtención del título de,” 2019.
- [4] “Elaboración de un plan de emergencia en la empresa. 2a edición - Luis María Azcuénaga Linaza - Google Libros.” Accessed: Nov. 27, 2025. [Online]. Available: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zLPJBJwCK1oC&oi=fnd&pg=PA46&dq=PLAN+DE+EMERGENCIA+EN+UNA+EMPRESA&ots=vXiNcu38Pv&sig=CS3lhxINmhhkHQzOIMRPZVDQDMtE&redir\\_esc=y#v=onepage&q=PLAN%20DE%20EMERGENCIA%20EN%20UNA%20EMPRESA&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zLPJBJwCK1oC&oi=fnd&pg=PA46&dq=PLAN+DE+EMERGENCIA+EN+UNA+EMPRESA&ots=vXiNcu38Pv&sig=CS3lhxINmhhkHQzOIMRPZVDQDMtE&redir_esc=y#v=onepage&q=PLAN%20DE%20EMERGENCIA%20EN%20UNA%20EMPRESA&f=false)
- [5] C. Ordonez, *Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil*. 2024.
- [6] “Texto Completo acta: 96BFA.” Accessed: Nov. 05, 2025. [Online]. Available: [https://www.pgrweb.go.cr/TextoCompleto/NORMAS/1/VIGENTE/L/2000-2009/2005-2009/2005/DB72/56178\\_144960-8.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.pgrweb.go.cr/TextoCompleto/NORMAS/1/VIGENTE/L/2000-2009/2005-2009/2005/DB72/56178_144960-8.html?utm_source=chatgpt.com)
- [7] Secretaria de Gestión de Riesgos, “GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES GUÍA DE CONSULTA,” GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES GUÍA DE CONSULTA. [Online]. Available: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-TÉRMINOS-DE-GESTIÓN-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>
- [8] U. De, E. Académica, Y. Profesionalización, and T. De Grado, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA”.
- [9] J. Mcilwaine, “Prevención de desastres y planes de emergencia: compendio de la IFLA,” 2006.
- [10] “Riesgos y peligros: una visión desde la geografía.” Accessed: Feb. 03, 2026. [Online]. Available: <https://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>
- [11] ISO Tools Excellence, “Norma ISO 45001: ¿Qué diferencias existen entre los peligros y riesgos?,” ISO Tools Excellence. Accessed: Nov. 05, 2025. [Online]. Available: <https://www.isotools.us/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/>
- [12] D. Alexandra, T. Betancourt, A. Rene, H. Oswaldo, and S. Yanez, “Análisis de riesgos mayores y actualización del plan de emergencia de una unidad educativa de Conocoto,” 2025, Accessed: Nov. 05, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/31498>

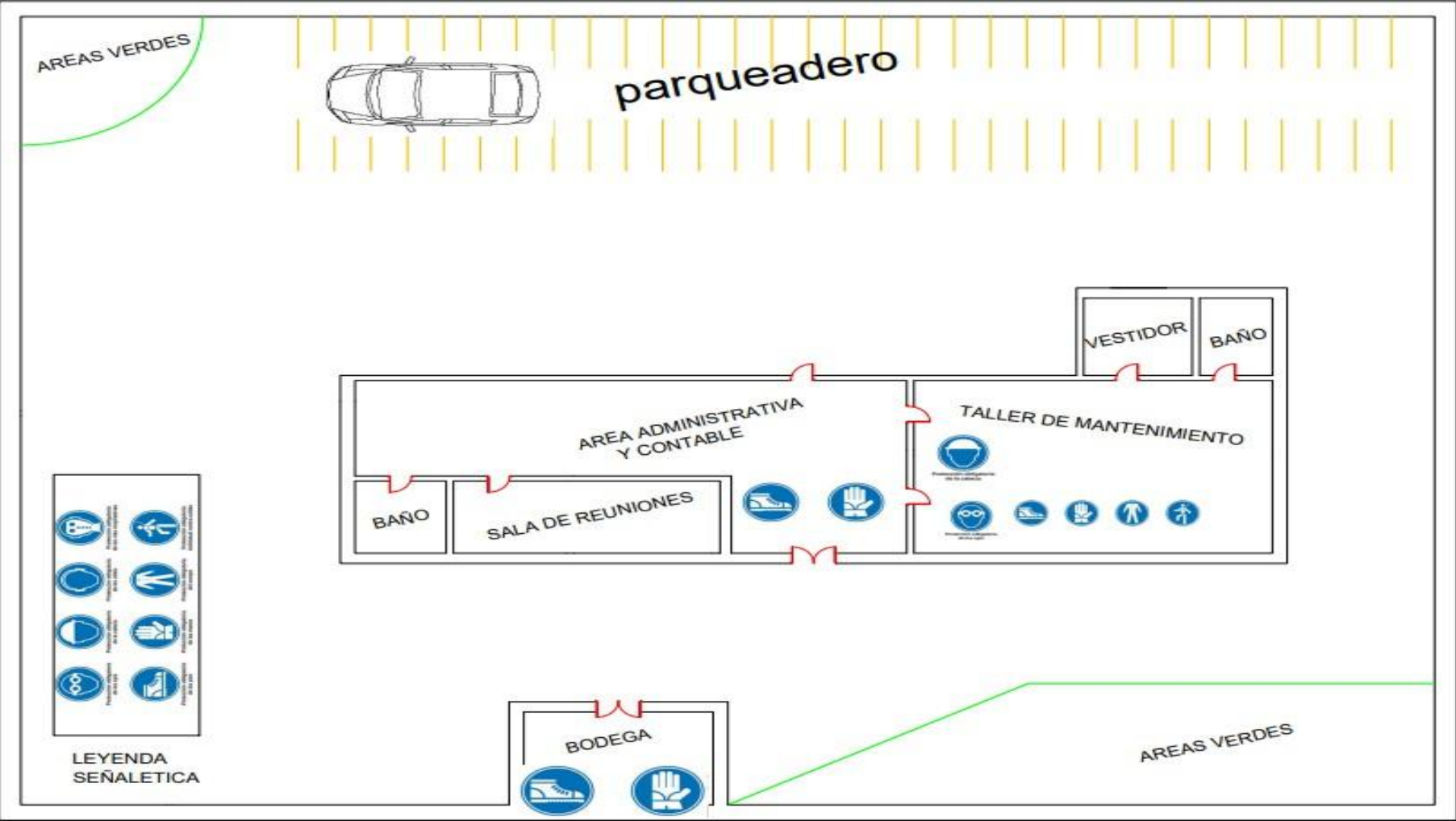
- [13] COE, “Gestión de Riesgos y Emergencias,” 2021, Accessed: Nov. 05, 2025. [Online]. Available: [https://www.udesperanza.org/gestion\\_de\\_riesgos.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.udesperanza.org/gestion_de_riesgos.html?utm_source=chatgpt.com)
- [14] “RIESGOS NATURALES GUIA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACION DE CARTOGRAFIAS EN ESPAÑA”.
- [15] “¿Qué son los Terremotos? - EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico.” Accessed: Nov. 10, 2025. [Online]. Available: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/que-son-los-terremotos/>
- [16] B. Benito Oterino, “E.M. n° 45 Septiembre-Diciembre 2013 GEOLOGÍA, TERREMOTOS Y RIESGO SÍSMICO: AVANCES Y PERSPECTIVAS”.
- [17] “Erupciones volcánicas - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.” Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/temas/erupciones-volcanicas>
- [18] “Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo -.” Accessed: Nov. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/>
- [19] M. Cattaneo, “ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIAS,” in *FISO*, 2021, pp. 1–6. Accessed: Aug. 26, 2025. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/7365321/ELABORACIÓN\\_DEL\\_PLAN\\_DE\\_EMERGENCIAS\\_Autor\\_Mauricio\\_Cattaneo](https://www.academia.edu/7365321/ELABORACIÓN_DEL_PLAN_DE_EMERGENCIAS_Autor_Mauricio_Cattaneo)
- [20] J. Samayoa, “DISEÑO DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PERMANENTE PARA LAS BRIGADAS DE EMERGENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE),” *Emecanica.Ingenieria.Usac.Edu.Gt*, no. 53, pp. 1–75, 2011, Accessed: Nov. 06, 2025. [Online]. Available: <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- [21] “Brigadas de emergencia | Puertas Asturmex.” Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: [https://puertasasturmex.com/blog/brigadas-de-emergencia/#Brigada\\_de\\_comunicacion](https://puertasasturmex.com/blog/brigadas-de-emergencia/#Brigada_de_comunicacion)
- [22] P. Vallejo Alexis Fabian Tutor and I. Córdova Suárez Manolo Alexander Riobamba, “Elaboración y ejecución de un plan de emergencia en el ECU-911 de la ciudad de Riobamba,” Jan. 2024, Accessed: Nov. 06, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12247>
- [23] I. Oliver Faubel and E. Bolufer Catalá, “Evaluación de riesgos laborales con el método de William T. FINE,” pp. 1–9, 2024.
- [24] I. Oliver Faubel and E. Bolufer Catalá, “Evaluación de riesgos laborales con el método de William T. FINE,” pp. 1–9, 2024, Accessed: Nov. 06, 2025. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/b631d470-ad8d-4cfe-8c11-839d1cd0d168/content>

- [25] B. Catalá, “Ejemplo de evaluación de riesgos con el método de William T. FINE Apellidos, nombre Oliver Faubel, Inmaculada (inolfau@csa.upv.es)”.
- [26] A. Achig Vela and A. Eduardo Jacob Vacacela Tufiño, “Análisis de riesgo de incendio aplicando los métodos de evaluación NFPA y Gretener en la empresa Loren Publicidad y comparación de resultados,” 2014, Accessed: Sep. 01, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/3859>
- [27] J. Fuertes Peña and J. C. Rubio Romero, “Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incendio,” *Sección Técnica*, vol. 25, pp. 12–17, 2003.
- [28] “Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI”.
- [29] G. E. Moscoso Moreno, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA APLICANDO EL MÉTODO MESERI EN LA COMPAÑÍA ASISTECNICA LTDA,” 2021.
- [30] M. Alulema Julio, L. Chulli Juan, G. Lozano Ángel, G. Flores Alcides, and G. Miño, “Medologías MESERI, índice de incendio y explosión, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles/Methodologies MESERI, fire and explosion index, ALOHA, to determine safety zones in gas service stations,” *KnE Engineering*, vol. 2020, pp. 329–346, 2020, doi: 10.18502/keg.v5i2.6251.
- [31] L. V. Gagñay Sagñay, “Gestión de riesgos mayores en las instalaciones de la dependencia del Consejo de la Judicatura del cantón Guano: Plan de contingencia,” Jul. 2025, Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15538>
- [32] “UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS CARRERA DE ATENCIÓN PREHOSPITALARIA Y EN EMERGENCIAS”.
- [33] D. Legislativo, “CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,” *Registro Oficial*, vol. 449, no. 20, pp. 25–2021, 2008, Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- [34] “Microsoft Word - Decisi.n 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.doc | Enhanced Reader.”
- [35] I. L. ANDINO, “Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, p. 160, 1989.
- [36] I. Núñez, “Acuerdo-Ministerial-Nro.-MDT-2024-196,” *Ministerio del Trabajo*, pp. 2–12, 2024, [Online]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>

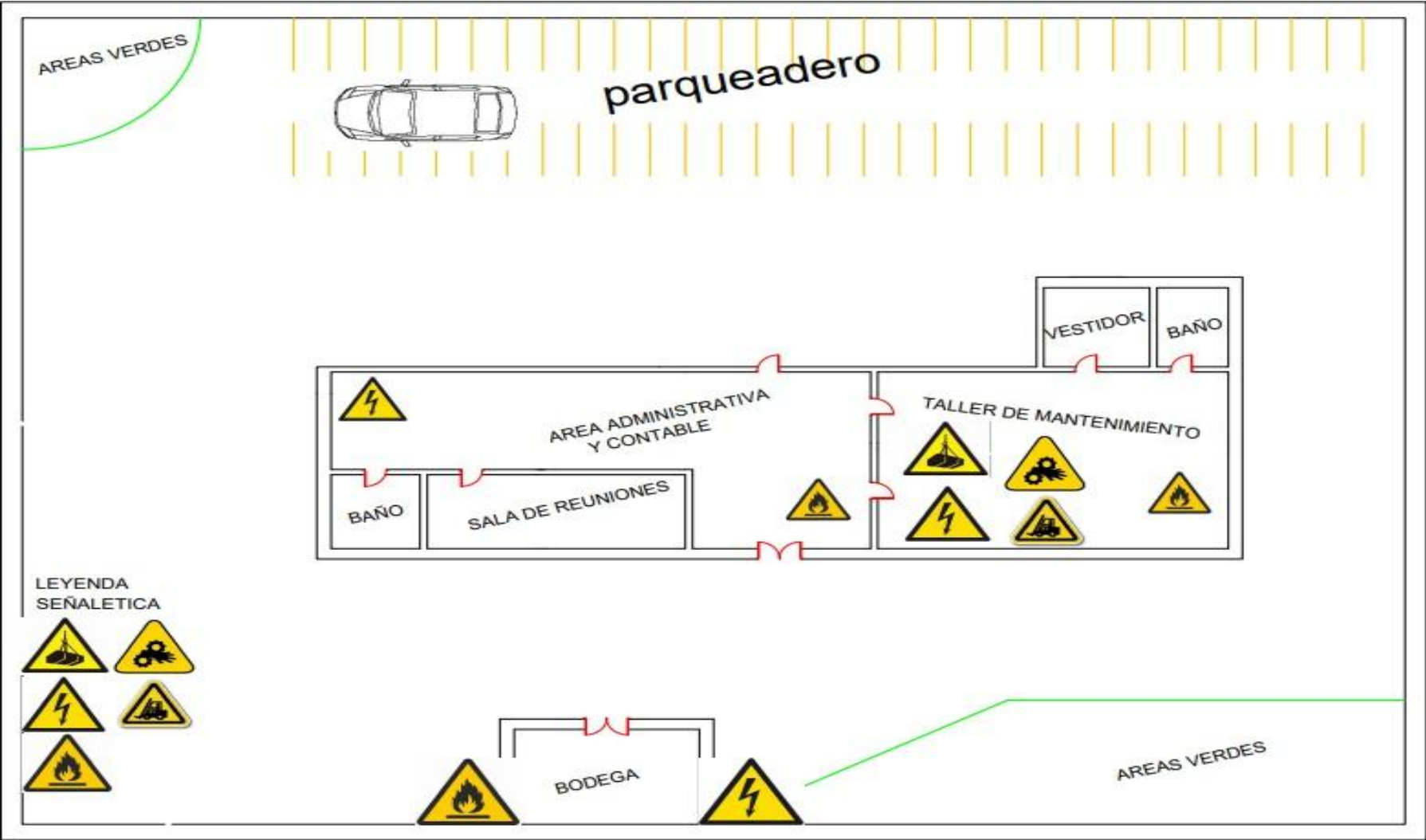
- [37] Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, “Regla Técnica Metropolitana,” pp. 13–13, 2021, [Online]. Available: <https://www.bomberosquito.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/resolucion042-2021.pdf>
- [38] BOMBEROS QUITO, “Regla Técnica Metropolitana RTQ 2/2021 Prevención de incendios: Reglas técnicas de edificación,” 2021.

# **ANEXOS**

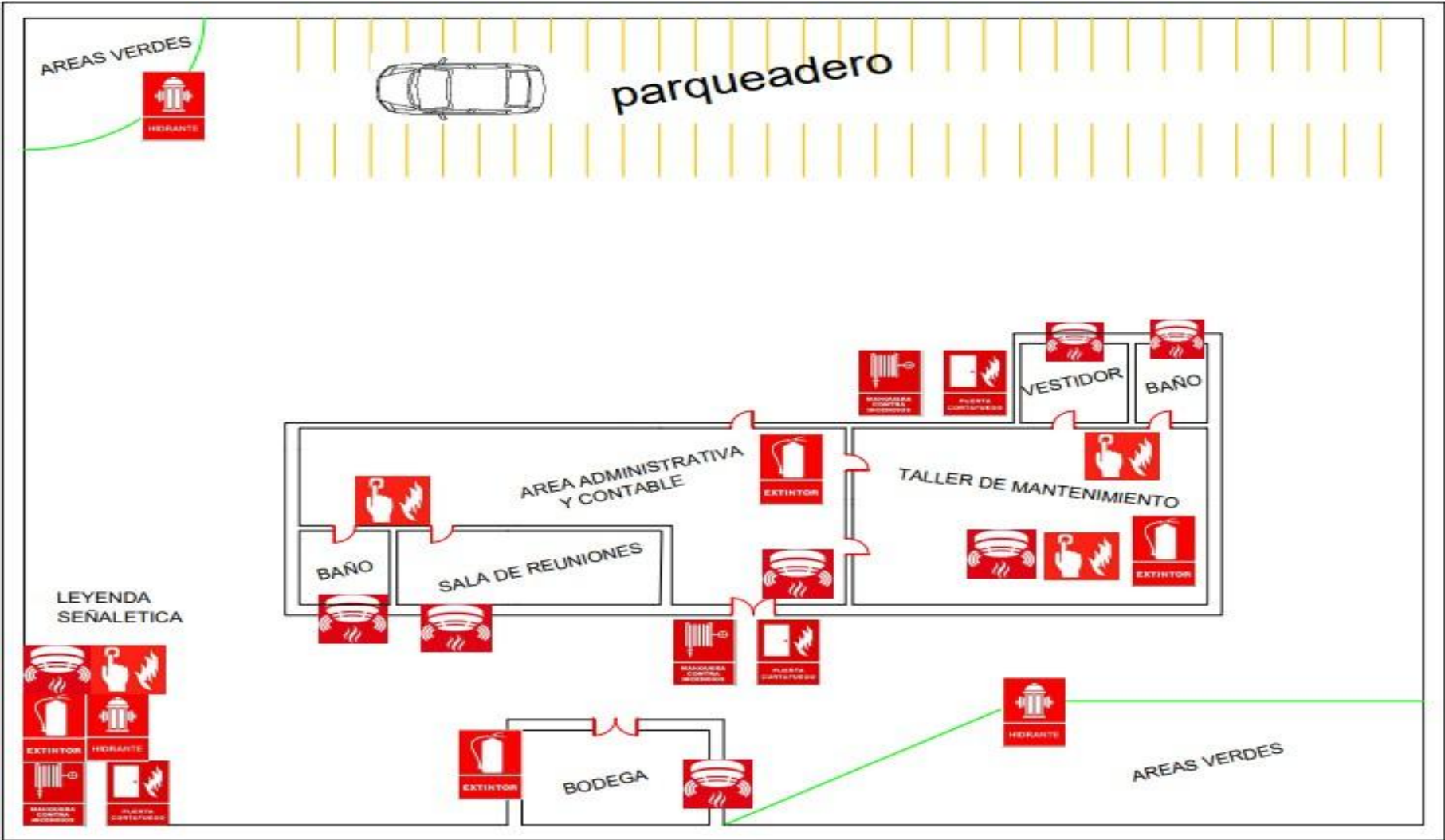
Anexo 1. Mapa de uso obligatorio EPP



Anexo 2. Mapa de riesgos Mecánica Industrial



Anexo 3. Mapa de equipos de detección contra incendios



#### Anexo 4. Mapa de evacuación

