



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO Y DESARROLLO DE INDUMENTARIA IGNÍFUGA Y DIELECTRICA
CONFORME A NORMAS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE
TRABAJADORES EN ENTORNOS INDUSTRIALES DE ALTO RIESGO ELÉCTRICO
Y TÉRMICO.**

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

Autor: Cristhian José Ramírez Torres

Tutor: Ing. Luis Enrique Morán Reyes, Msc

Guayaquil-Ecuador

2026

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Yo, Cristhian José Ramírez Torres con documento de identificación N° 0750822165 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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.

Guayaquil, 9 de febrero del año 2026

Atentamente,

Cristhian R.

Cristhian José Ramírez Torres

0750822165

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

Yo, Cristhian José Ramírez Torres con documento de identificación No. 0750822165, 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 autor del Proyecto técnico: "DISEÑO Y DESARROLLO DE INDUMENTARIA IGNÍFUGA Y DIELECTRICA CONFORME A NORMAS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES EN ENTORNOS INDUSTRIALES DE ALTO RIESGO ELÉCTRICO Y TÉRMICO." El cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero 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.

Guayaquil, 9 de febrero del año 2026

Atentamente,

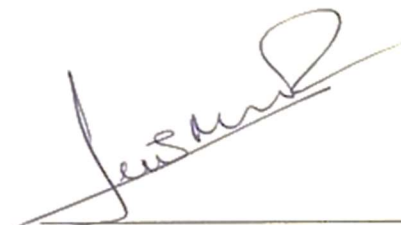
Cristhian R.
Cristhian José Ramírez Torres
0750822165

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Enrique Morán Reyes con documento de identificación N° 0603117300, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DISEÑO Y DESARROLLO DE INDUMENTARIA IGNÍFUGA Y DIELECTRICA CONFORME A NORMAS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES EN ENTORNOS INDUSTRIALES DE ALTO RIESGO ELÉCTRICO Y TÉRMICO.", realizado por Cristhian José Ramírez Torres con documento de identificación N° 0750822165, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de Febrero del año 2026

Atentamente,



Ing. Luis Enrique Morán Reyes Msc
0603117300

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, a mi padre, a mis hermanas y a mis demás familiares y amigos cercanos, quienes me brindaron su apoyo constante, confianza y motivación a lo largo de mi formación académica. Su acompañamiento, especialmente en los momentos difíciles, fue fundamental para fortalecer mi profesionalismo, disciplina y perseverancia, permitiéndome alcanzar este logro y proyectarme hacia nuevos retos y éxitos profesionales.

Cristhian José Ramírez Torres

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para afrontar cada etapa de este proceso académico y culminarlo con éxito.

Expreso mi sincero agradecimiento a mis padres, hermanas y demás familiares, por su apoyo constante, confianza y motivación a lo largo de mi formación profesional. Los valores que me inculcaron desde temprana edad, como el esfuerzo, la responsabilidad y la constancia, fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

A la Universidad Politécnica Salesiana, agradezco por brindarme la formación académica que permitió desarrollar mis conocimientos, aptitudes y habilidades, preparándome para desempeñarme de manera responsable y ética en el ámbito profesional.

De manera especial, agradezco a la empresa Geology Tools por facilitar el desarrollo del presente proyecto, permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos en beneficio de los profesionales del sector industrial y contribuir al fortalecimiento de la seguridad industrial en el Ecuador.

Finalmente, extiendo mi agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing. Luis Moran, por su orientación, acompañamiento y aporte técnico durante el desarrollo de este trabajo, cuya guía fue determinante para la correcta ejecución y culminación del proyecto.

Cristhian José Ramírez Torres

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como objetivo el diseño y desarrollo de indumentaria ignífuga y dieléctrica conforme a normas internacionales de seguridad industrial, con la finalidad de proteger a los trabajadores que desempeñan sus actividades en entornos industriales expuestos a riesgos eléctricos y térmicos. Esta investigación está orientada a responder las necesidades de protección personal identificadas en sectores de alto riesgo, con énfasis en: Hidrocarburos, Eléctrico, Minero, Metalmeccánica.

Para la ejecución del proyecto se implementó el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), lo que permitió estructurar de manera sistemática las etapas de planificación, desarrollo, validación y mejora del producto, hasta su implementación, con la colaboración de la empresa Geology Tools, especialista en la confección de indumentaria para el sector industrial, quienes facilitaron los talleres e insumos para el desarrollo de este proyecto. Este enfoque facilitó la identificación de oportunidades de mejora en cada fase del proceso, asegurando el cumplimiento de requisitos técnicos.

Como resultado del proyecto, se desarrolló indumentaria, específicamente camisas, pantalones y overoles dieléctricos e ignífugos, que cumplen con las normativas internacionales NFPA 2112, ASTM F1506, ISO 11612, ISO 11611, IEC 61482-1-2 e IEC 61482-2. Estas prendas ofrecen una solución técnica orientada a mejorar la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores, así como una oportunidad de expansión para la empresa Geology Tools.

Palabras clave: Arco eléctrico, Ignífuga, Dieléctrica, IEC, ISO, NFPA, ASTM

ABSTRACT

This technical project aims to design and develop flame-resistant and dielectric industrial clothing in accordance with international occupational safety standards, with the purpose of protecting workers who perform their activities in industrial environments exposed to electrical and thermal hazards. The research is focused on addressing personal protective equipment needs identified in high-risk sectors, with particular emphasis on the hydrocarbons, electrical, mining, and metal-mechanical industries.

For the execution of the project, the continuous improvement cycle PDCA (Plan–Do–Check–Act) was implemented, allowing for a systematic structuring of the planning, development, validation, and improvement stages of the product, leading to its implementation in collaboration with the company Geology Tools, a specialist in the manufacturing of industrial workwear, which provided technical workshops and materials required for the development of the project. This approach facilitated the identification of improvement opportunities at each phase of the process, ensuring compliance with technical requirements.

As a result of the project, industrial garments—specifically flame-resistant and dielectric shirts, trousers, and coveralls—were developed in compliance with international standards such as NFPA 2112, ASTM F1506, ISO 11612, ISO 11611, IEC 61482-1-2, and IEC 61482-2. These garments provide a technical solution aimed at enhancing occupational safety and health for workers, while also representing a potential growth and market expansion opportunity for the company Geology Tools.

Keywords: Arc flash, Flame-resistant clothing, Dielectric clothing, IEC, ISO, NFPA, ASTM

Índice de contenido

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I – EL PROBLEMA.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Descripción del problema	5
1.3 Justificación del problema	5
1.4 Delimitación.....	6
1.4.1 Delimitación Geográfica.....	7
1.4.2 Delimitación Temporal	7
1.4.3 Delimitación metodológica.....	7
1.5 Objetivo	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	9
2.1 Marco contextual Empresa Geology Tools.....	9
2.2 Normativa aplicable al proyecto	10
2.2.1 Normativa Nacional.....	10
2.2.2 Normativa internacional.....	13
2.3 Unidades de medida.....	24
2.4 Riesgos laborales asociados a actividades con riesgo eléctrico y térmico.....	25
2.5 Indumentaria de protección personal.....	26

2.5.1. Camisas.....	26
2.5.2. Pantalones.....	27
2.5.3. Overoles.....	27
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA.....	28
3.1. Alcance de estudio.....	28
3.2. Tipo de investigación.....	29
3.3. Método y herramientas.....	30
3.4. Situación Inicial.....	31
3.4.1. Población y Muestra.....	31
3.4.2. Tipo de muestreo.....	32
CAPÍTULO IV – ANÁLISIS.....	34
4.1. Análisis FODA.....	34
4.2. Análisis FO, DO, FA, DA.....	36
4.2.1 Análisis FO.....	36
4.2.2 Análisis DO.....	37
4.2.3 Análisis FA.....	37
4.2.4 Análisis DA.....	38
4.3 Diseño.....	38
4.4 Insumos.....	40
4.4.1 Tipo de Tela.....	40
4.4.2 Hilos.....	46
4.4.3 Botones.....	48
4.4.4 Cierres.....	49
4.4.5 Velcro.....	50
4.4.6 Cinta Reflectiva.....	52
CAPÍTULO V – RESULTADOS.....	54
5.1 Resultados del análisis.....	54

Propuesta para la implementación de ropa ignífuga y dieléctrica.....	54
5.1.1. Etapa 1: Planificar.....	54
5.1.2. Etapa 2: Hacer.....	55
5.1.3. Etapa 3: Verificar.....	56
5.1.4. Etapa 4: Actuar	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

INTRODUCCIÓN

La seguridad en el trabajo constituye un elemento fundamental para el desarrollo sostenible del país y para la protección de la integridad física de los trabajadores. No obstante, en el contexto ecuatoriano, la cultura de prevención en materia de seguridad y salud ocupacional ha presentado históricamente debilidades, tanto a nivel organizacional como individual. Esta situación se evidencia en los informes emitidos por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), los cuales registran miles de accidentes laborales anualmente, muchos de ellos asociados a riesgos eléctricos y térmicos.

El crecimiento poblacional y económico del Ecuador ha impulsado el aumento de actividades productivas que implican la exposición a peligros como el arco eléctrico y el fuego repentino. De manera particular, la disponibilidad de recursos naturales ha favorecido la inversión de empresas extranjeras en sectores estratégicos como la minería y el petróleo. Estas organizaciones suelen implementar políticas de seguridad industrial alineadas con estándares internacionales, lo que representa una oportunidad para fortalecer el aprendizaje y la adopción de buenas prácticas en el ámbito nacional.

En este contexto de expansión del mercado y aumento de los riesgos laborales, surge el presente proyecto técnico, cuyo objetivo es contribuir a la mejora de la seguridad de los profesionales que laboran en entornos industriales de alto riesgo. Para ello, se plantea el diseño y confección de prendas dieléctricas e ignífugas que cumplan con certificaciones internacionales, garantizando niveles adecuados de protección sin dejar de considerar las condiciones económicas y productivas del país.

Adicionalmente, el proyecto busca generar un impacto positivo en el ámbito social y económico, mediante la creación de empleo local a través de la producción de las prendas en talleres ubicados en el sur del país. Esta estrategia permite dinamizar la economía local y fortalecer el desarrollo del sector productivo, integrando la innovación técnica con la responsabilidad social.

La difusión del proyecto se contempla mediante un enfoque dual. Por un lado, se implementarán campañas informativas a través de las redes sociales de la empresa Geology Tools, con el propósito de alcanzar a un amplio segmento del público objetivo. Por otro lado, se desarrollarán acciones presenciales, tales como visitas a empresas, orientadas a dar a conocer las características técnicas de las prendas y a promover campañas de concientización sobre la importancia de la seguridad industrial, especialmente frente a riesgos como el arco eléctrico y el fuego repentino.

El desarrollo del proyecto se estructuró bajo la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), lo que permitió ejecutar cada una de las etapas de manera ordenada y sistemática, garantizando la mejora continua del producto. Finalmente, la proyección del proyecto se orienta a la innovación permanente, con el propósito de incorporar nuevas tecnologías y ampliar la oferta de opciones nacionales en indumentaria de protección, que brinden a los trabajadores mayores niveles de seguridad con prendas accesibles económicamente para los empleadores.

CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

De acuerdo con los registros estadísticos del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), los accidentes laborales continúan representando una problemática relevante en el Ecuador. Durante el año 2023 se reportaron aproximadamente 20.597 accidentes de trabajo; en el año 2024 la cifra superó los 20.000 casos, y hasta octubre del año 2025 se registraron 12.863 accidentes laborales. Una parte significativa de estos eventos se encuentra asociada a condiciones y acciones inseguras en los entornos de trabajo, especialmente aquellas relacionadas con riesgos de origen eléctrico y térmico, tales como el arco eléctrico, el fuego repentino y la exposición a material ferroso fundido.

Estos accidentes evidencian deficiencias estructurales en la gestión de la seguridad y salud ocupacional, particularmente en sectores de alto riesgo como la minería, el petróleo, la energía eléctrica, las telecomunicaciones y la industria metalmecánica. Si bien en los últimos años se ha observado un avance progresivo en la adopción de programas de capacitación, certificaciones y mejoras en las condiciones laborales por parte de ciertas empresas, los índices de siniestralidad continúan siendo elevados, lo que demuestra que dichas acciones aún resultan insuficientes o no se aplican de manera uniforme en todo el territorio nacional.

Un factor adicional que incrementa la exposición al riesgo eléctrico en el país es la cercanía y el desorden en la infraestructura de redes eléctricas, especialmente en zonas urbanas y rurales, donde los conductores energizados se encuentran próximos a viviendas y espacios de trabajo. Esta situación aumenta la probabilidad de contactos accidentales durante labores de mantenimiento, construcción o reparación, generando consecuencias graves que pueden derivar en lesiones

permanentes o incluso la pérdida de la vida.

Asimismo, se han identificado accidentes ocasionados por intentos de rescate improvisados, en los que trabajadores o personas cercanas buscan auxiliar a individuos que han sufrido una descarga eléctrica sin contar con el equipo de protección personal adecuado. Estas acciones, realizadas sin el conocimiento técnico ni las medidas de seguridad necesarias, suelen agravar la situación, incrementando el número de personas lesionadas o fallecidas.

La problemática de los accidentes laborales no recae exclusivamente en la responsabilidad de las empresas, sino que también involucra el compromiso individual de los trabajadores en la correcta utilización del equipo de protección personal, el respeto a los procedimientos de seguridad y la adopción de una cultura preventiva orientada a la minimización de riesgos. La ausencia, el uso incorrecto o la selección inadecuada de los equipos de protección personal ha sido un factor recurrente en múltiples accidentes registrados en el país.

Un ejemplo representativo de esta situación ocurrió en la provincia de Zamora Chinchipe, donde un trabajador que realizaba labores en un poste de energía eléctrica sin el uso de casco, ropa dieléctrica ni calzado de seguridad, y con el suministro eléctrico activo, sufrió una descarga eléctrica. Al intentar auxiliarlo, su compañero ascendió al mismo poste sin contar con los equipos de protección requeridos, recibiendo igualmente una descarga, lo que ocasionó el fallecimiento de ambos trabajadores. De manera similar, en el año 2023 se reportó un accidente en el sector de El Quinche, donde una persona perdió la vida mientras realizaba trabajos de mantenimiento eléctrico, producto de una descarga eléctrica.

Estos antecedentes ponen en evidencia la necesidad de fortalecer las medidas de prevención, capacitación y control, así como de promover el uso adecuado de prendas y equipos

de protección personal certificados, en particular aquellos destinados a la protección contra riesgos eléctricos y térmicos. En este contexto, la investigación y selección de telas adecuadas para la confección de ropa ignífuga y dieléctrica adquiere una relevancia fundamental para la reducción de accidentes laborales y la protección efectiva de los trabajadores en industrias de alto riesgo en el Ecuador.

1.2 Descripción del problema

En Ecuador, la cultura de seguridad laboral aún es limitada, y muchos trabajadores en sectores de alto riesgo no utilizan ropa de protección adecuada ni certificada. La falta de indumentaria ignífuga y dieléctrica basada en normas internacionales y el alto costo de adquisición de las mismas, incrementa el riesgo de accidentes por exposición a calor extremo o descargas eléctricas.

Esta problemática afecta principalmente a trabajadores de minería, compañías de telecomunicaciones e internet (instalación y mantenimiento de redes), electricistas, técnicos de mantenimiento industrial, personal de subestaciones eléctricas, bomberos, trabajadores petroleros, soldadores y operarios de plantas industriales, quienes realizan labores en condiciones peligrosas sin la protección adecuada, poniendo en riesgo su integridad física y su vida.

La implementación de este tipo de prendas no solo contribuirá a reducir accidentes laborales, sino que también representa una oportunidad para fomentar la industria textil nacional, generando empleo local mediante el diseño y la fabricación de prendas especializadas bajo estándares de calidad y seguridad reconocidos internacionalmente.

1.3 Justificación del problema

El desarrollo de indumentaria ignífuga y dieléctrica basada en normas internacionales responde a

una necesidad urgente de mejorar la seguridad laboral en Ecuador, especialmente en sectores con alto riesgo eléctrico y térmico. Actualmente, muchos trabajadores están expuestos a condiciones peligrosas sin la protección adecuada, debido a la falta de cultura preventiva y al escaso acceso a prendas certificadas.

Implementar este tipo de indumentaria técnica permitirá reducir accidentes laborales, cumplir con estándares internacionales como NFPA 70E, ASTM F1506 o ISO 11612, y contribuir al fortalecimiento de la cultura de seguridad industrial en el país. Además, el diseño y la fabricación nacional de estas prendas impulsará la generación de empleo local, fomentando el desarrollo del sector textil técnico ecuatoriano.

Como parte del proyecto, se realizará un estudio de mercado para evaluar la viabilidad de implementar esta línea de ropa en el país, identificando la demanda potencial, los sectores prioritarios, y las condiciones necesarias para su producción y comercialización a nivel nacional.

El uso de ropa ignífuga no solo está orientado a la protección individual, sino que representa un componente clave dentro de la gestión integral de seguridad industrial. Investigaciones realizadas por la European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA, 2020) indican que cerca del 40 % de los accidentes por quemaduras en la industria podrían evitarse mediante la utilización de prendas certificadas.

1.4 Delimitación

La presente investigación se delimita en el ámbito del diseño y desarrollo de indumentaria de protección personal con características ignífugas y dieléctricas, orientada a trabajadores que desempeñan sus actividades en entornos industriales de alto riesgo eléctrico y térmico en el Ecuador. El estudio se enfoca específicamente en sectores productivos como la minería, el petróleo, la energía eléctrica, las telecomunicaciones y otras actividades industriales afines, donde la exposición a riesgos como el arco eléctrico, el fuego repentino y el calor extremo es recurrente.

1.4.1 Delimitación Geográfica

Desde el punto de vista geográfico, el proyecto se desarrolla en el territorio ecuatoriano, considerando las condiciones climáticas, económicas y productivas propias del país, así como la normativa vigente en materia de seguridad y salud ocupacional aplicable a los sectores analizados. En este contexto, se toma en cuenta que el Ecuador presenta una diversidad geográfica marcada, conformada por regiones como la Costa, la Sierra y la Amazonía (Oriente), cada una con características climáticas diferenciadas en cuanto a temperatura, humedad y condiciones ambientales. Estas variaciones influyen directamente en el desempeño y confort de la indumentaria de protección, por lo que resulta necesario contemplarlas en el diseño y selección de los materiales, a fin de garantizar una protección eficaz y adecuada a las distintas realidades operativas del país.

1.4.2 Delimitación Temporal

En cuanto a la delimitación temporal, la investigación comprende el período correspondiente al desarrollo, validación y puesta en marcha del proyecto técnico, abarcando las etapas de planificación, ejecución, verificación y mejora continua, conforme a la metodología PHVA aplicada en el estudio, desarrollado en el periodo académico segundo semestre del año 2025. No obstante, al tratarse de un producto innovador dentro del portafolio de la empresa Geology Tools, se prevé que el proyecto continúe evolucionando más allá del horizonte temporal de la presente investigación, incorporando procesos permanentes de mejora orientados al incremento de la calidad del producto y a la optimización de los costos, con el objetivo de ofrecer alternativas de protección cada vez más accesibles para los trabajadores, sin comprometer los estándares de seguridad establecidos.

1.4.3 Delimitación metodológica

La investigación adopta un enfoque aplicado, apoyado en técnicas de recolección de

información cualitativa mediante entrevistas y sondeos a profesionales del sector industrial para la elaboración de prendas de trabajo ignífugas y dieléctricas, así como en procesos de validación del producto, basado en la investigación descriptiva de fichas técnicas para la caracterización de materiales y el análisis comparativo de normativa nacional e internacional. El estudio no persigue la generalización estadística de los resultados, sino la generación de una propuesta técnica viable para una empresa local y contextualizada a la realidad del mercado ecuatoriano.

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo General

Diseñar y desarrollar indumentaria ignífuga y dieléctrica conforme a normas internacionales, que brinde protección a los trabajadores expuestos a riesgos eléctricos y térmicos en entornos industriales del Ecuador, impulsando además la producción nacional y evaluando su viabilidad mediante entrevistas a involucrados.

1.5.2 Objetivos Específicos

Investigar las normativas nacionales e internacionales aplicables a ropa de protección ignífuga y dieléctrica.

Analizar las condiciones laborales y riesgos a los que están expuestos los trabajadores en sectores industriales de alto riesgo en Ecuador.

Analizar costos y presupuesto para implementarlas en un negocio local para crear empleo en talleres textiles ecuatorianos.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1 Marco contextual Empresa Geology Tools

Geology Tools es una empresa ecuatoriana con cinco años de trayectoria, surgida como un emprendimiento de carácter familiar, cuyo crecimiento sostenido se ha fundamentado en la confianza generada entre estudiantes, docentes y profesionales vinculados principalmente a los sectores de la geología y la minería. Desde sus inicios, la empresa ha orientado su actividad a la provisión de herramientas especializadas para trabajo de campo, tales como martillos geológicos, brújulas, lupas y otros implementos técnicos indispensables para la formación académica y el ejercicio profesional.

A lo largo de su evolución, Geology Tools ha desarrollado un enfoque centrado en la identificación de las necesidades reales de los usuarios, tanto en el ámbito académico como en el profesional. Esta cercanía con el mercado permitió detectar una demanda creciente de prendas de vestir técnicas que, además de cumplir con estándares de seguridad industrial, ofrecieran confort, durabilidad y precios acordes a la realidad del mercado nacional. Como respuesta a esta necesidad, la empresa decidió ampliar su portafolio hacia la confección de indumentaria especializada, incorporando criterios de certificación, funcionalidad y ergonomía.

El proceso de mejora continua ha sido un eje transversal en el desarrollo de la empresa, priorizando la selección de materiales de alta calidad y el cumplimiento de normas técnicas internacionales aplicables a la protección de los trabajadores expuestos a riesgos eléctricos y térmicos. En este contexto, el proyecto técnico denominado *Diseño y desarrollo de indumentaria ignífuga y dieléctrica conforme a normas internacionales para la protección de trabajadores en*

entornos industriales de alto riesgo eléctrico y térmico surge como una iniciativa que trasciende el objetivo comercial, al enfocarse en la contribución efectiva a la seguridad y salud ocupacional.

La implementación de este proyecto busca generar un impacto positivo en la reducción de accidentes laborales asociados a fenómenos como el arco eléctrico y el fuego repentino, mediante el uso de prendas certificadas y adecuadamente diseñadas para las condiciones de trabajo presentes en el Ecuador. Asimismo, esta propuesta pretende ampliar la oferta de soluciones técnicas disponibles para las empresas ecuatorianas, las cuales, en los últimos años, han mostrado un interés creciente por fortalecer sus sistemas de prevención de riesgos laborales y mejorar las condiciones de seguridad de sus trabajadores.

2.2 Normativa aplicable al proyecto

El presente proyecto técnico se fundamenta en el cumplimiento de un conjunto de normas nacionales e internacionales relacionadas con la seguridad y salud ocupacional, así como con la fabricación y uso de indumentaria de protección personal frente a riesgos eléctricos y térmicos. La aplicación de estas normas garantiza que las prendas diseñadas y confeccionadas cumplan con estándares reconocidos de protección, calidad y desempeño, alineándose con las exigencias del entorno industrial ecuatoriano.

2.2.1 Normativa Nacional

El Decreto Ejecutivo N.º 255 refuerza el marco normativo ecuatoriano en materia de seguridad y salud en el trabajo, al establecer disposiciones orientadas a la gestión preventiva de los riesgos laborales y al fortalecimiento de las responsabilidades de los empleadores en la protección de los trabajadores. Este decreto complementa las disposiciones del Decreto Ejecutivo N.º 2393 y se enmarca en la política pública de prevención de accidentes y enfermedades

profesionales.

Entre sus principales aportes, el Decreto Ejecutivo N.º 255 promueve la implementación de mecanismos de control y vigilancia en los centros de trabajo, así como la obligación de adoptar medidas técnicas y organizativas que permitan reducir la exposición de los trabajadores a riesgos físicos, eléctricos, térmicos y mecánicos. Asimismo, enfatiza la importancia de la identificación y evaluación de riesgos, la capacitación del personal y el uso adecuado de equipos de protección personal conforme a la naturaleza de cada actividad laboral.

La aplicación de este decreto resulta relevante para el presente proyecto, ya que respalda la necesidad de incorporar indumentaria dieléctrica e ignífuga certificada como parte de las medidas preventivas exigidas en entornos industriales de alto riesgo. De esta manera, el diseño y desarrollo de prendas de protección personal alineadas con estándares internacionales contribuye al cumplimiento de las disposiciones establecidas en la normativa nacional vigente y al fortalecimiento de la seguridad y salud ocupacional en el Ecuador.

La Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de las personas a desarrollar sus actividades laborales en un entorno seguro y saludable, así como la obligación del Estado y de los empleadores de garantizar condiciones que protejan la integridad física, mental y social de los trabajadores.

El Código del Trabajo establece la responsabilidad del empleador de adoptar las medidas

necesarias para asegurar la salud y seguridad de los trabajadores, incluyendo la provisión de equipos de protección personal adecuados a los riesgos presentes en cada actividad laboral.

La Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) establece el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual es de aplicación obligatoria para el Ecuador y define principios generales, derechos y deberes en materia de prevención de riesgos laborales, promoviendo condiciones de trabajo seguras y saludables en la región andina.

El Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, administrado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), regula la cobertura, prevención y atención de los riesgos laborales, así como la obligación de las empresas de implementar medidas preventivas para reducir la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales.

La Normativa emitida por el Ministerio del Trabajo, que incluye acuerdos ministeriales, resoluciones y lineamientos técnicos, regula la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional en los centros de trabajo, la conformación de comités de seguridad, la capacitación del personal y el control del cumplimiento de las disposiciones legales en esta materia.

Asimismo, se consideran las normas técnicas y guías emitidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), en lo que respecta a equipos de protección personal y condiciones de

seguridad, las cuales complementan el marco regulatorio nacional y sirven como referencia para la adopción de estándares técnicos aplicables a la indumentaria de protección.

En conjunto, este marco normativo nacional sustenta la pertinencia del proyecto, al establecer la obligación legal de proteger a los trabajadores frente a riesgos eléctricos y térmicos, y respalda el diseño y desarrollo de prendas dieléctricas e ignífugas como una medida preventiva alineada con las políticas de seguridad y salud ocupacional vigentes en el Ecuador.

2.2.2 Normativa internacional

Las normas internacionales consideradas en el desarrollo del proyecto son las siguientes:

NFPA National Fire Protection Association: La National Fire Protection Association (NFPA) es una organización internacional sin fines de lucro dedicada al desarrollo de códigos y normas técnicas orientadas a la prevención de incendios, la mitigación de riesgos eléctricos y térmicos, y la protección de la vida, la propiedad y el medio ambiente. Fundada en 1896, la NFPA elabora y actualiza periódicamente un amplio conjunto de estándares reconocidos a nivel mundial, los cuales son utilizados como referencia en sectores industriales, energéticos, mineros, petroleros y de servicios de emergencia.

Las normas NFPA se caracterizan por ser desarrolladas mediante un proceso técnico y consensuado, en el que participan expertos de distintas áreas, representantes de la industria, autoridades reguladoras y usuarios finales. Este proceso permite que los estándares reflejen las mejores prácticas disponibles, incorporando avances tecnológicos, experiencias operativas y lecciones aprendidas de incidentes reales. Aunque las normas NFPA no siempre tienen carácter obligatorio, su adopción es ampliamente recomendada y, en muchos países, forman parte de la

normativa nacional o de los requisitos exigidos por las empresas para garantizar condiciones seguras de trabajo.

En el ámbito de la seguridad industrial, las normas NFPA relacionadas con la ropa de protección ignífuga y dieléctrica, como la NFPA 2112 y la NFPA 70E, constituyen una referencia fundamental para el diseño, selección y uso de indumentaria destinada a proteger a los trabajadores frente a exposiciones térmicas de corta duración, arco eléctrico y fuego repentino. La aplicación de estos estándares en el presente proyecto permite asegurar que las prendas desarrolladas cumplan con criterios reconocidos internacionalmente de desempeño, confiabilidad y protección, contribuyendo a la reducción de accidentes laborales en entornos industriales de alto riesgo.

NFPA 2112: La norma NFPA 2112, denominada Standard on Flame-Resistant Clothing for Protection of Industrial Personnel Against Short-Duration Thermal Exposures from Fire, establece los requisitos mínimos de desempeño para la ropa resistente al fuego destinada a proteger al personal industrial frente a exposiciones térmicas de corta duración ocasionadas por incendios o fuego repentino (flash fire). Esta norma es una referencia fundamental para sectores industriales donde existe riesgo de ignición súbita, tales como la industria petrolera, minera, química y energética.

NFPA 2112 define criterios técnicos relacionados con el comportamiento de los materiales ante la llama, la resistencia al encogimiento, la propagación del fuego y el nivel de protección térmica que debe ofrecer la prenda. Asimismo, contempla ensayos específicos que permiten evaluar el porcentaje de quemadura corporal que podría sufrir un usuario durante una exposición térmica controlada, estableciendo límites máximos aceptables para garantizar un nivel adecuado de protección.

Un aspecto relevante de esta norma es que no solo se enfoca en el textil principal, sino que también considera los componentes que conforman la prenda, tales como costuras, cierres, botones y otros accesorios, los cuales deben ser compatibles con las propiedades ignífugas del conjunto. De esta manera, se evita que existan puntos vulnerables que puedan comprometer la integridad de la prenda durante un evento térmico.

NFPA 70E: La aplicación de la norma NFPA 2112 en el presente proyecto permite asegurar que la indumentaria ignífuga desarrollada cumpla con estándares internacionales reconocidos de seguridad industrial, proporcionando una protección efectiva frente al fuego repentino. Su adopción contribuye a reducir la gravedad de las lesiones por quemaduras y a fortalecer los sistemas de prevención de riesgos laborales en entornos industriales de alto riesgo, alineándose con los objetivos de seguridad y salud ocupacional planteados en esta investigación.

La norma NFPA 70E, titulada Standard for Electrical Safety in the Workplace, establece los lineamientos técnicos y procedimentales para la seguridad eléctrica en los lugares de trabajo, con el objetivo de reducir el riesgo de lesiones y fatalidades ocasionadas por descargas eléctricas, arco eléctrico y explosiones asociadas. Esta norma, desarrollada por la National Fire Protection Association, constituye una referencia esencial para actividades realizadas en instalaciones eléctricas energizadas o con potencial de energización.

NFPA 70E define requisitos relacionados con la identificación de peligros eléctricos, la evaluación del riesgo, la clasificación de niveles de energía incidente y la selección adecuada del equipo de protección personal (EPP). En particular, la norma establece categorías de riesgo basadas en el valor de energía térmica generada por un arco eléctrico, expresada en calorías por

centímetro cuadrado (cal/cm^2), lo que permite determinar el nivel mínimo de protección térmica que debe proporcionar la indumentaria utilizada por el trabajador.

Un componente central de NFPA 70E es la exigencia de utilizar ropa con resistencia al arco eléctrico (arc-rated clothing), la cual debe ser evaluada y ensayada conforme a métodos estandarizados para garantizar su desempeño frente a exposiciones térmicas de corta duración. La norma también contempla aspectos relacionados con prácticas de trabajo seguro, señalización, capacitación del personal y mantenimiento de los equipos, integrando la protección del trabajador desde un enfoque preventivo y sistemático.

La aplicación de la norma NFPA 70E en el presente proyecto permite establecer criterios técnicos claros para la selección y diseño de prendas dieléctricas e ignífugas destinadas a trabajadores expuestos a riesgos eléctricos. Su incorporación asegura que la indumentaria desarrollada ofrezca un nivel de protección acorde con la energía incidente esperada, contribuyendo a la reducción de lesiones por arco eléctrico y fortaleciendo los sistemas de seguridad y salud ocupacional en entornos industriales de alto riesgo.

ASTM American Society for Testing and Materials: La ASTM (American Society for Testing and Materials), actualmente conocida como ASTM International, es una organización internacional dedicada al desarrollo de normas técnicas consensuadas para materiales, productos, sistemas y servicios. Sus estándares son ampliamente reconocidos y utilizados a nivel mundial como referencia para la evaluación del desempeño, calidad y seguridad de distintos componentes industriales, incluyendo textiles técnicos y equipos de protección personal.

En el ámbito de la seguridad industrial, las normas ASTM establecen métodos de ensayo y especificaciones de desempeño que permiten evaluar el comportamiento de los materiales frente

a riesgos térmicos, eléctricos y mecánicos. Estas normas proporcionan criterios objetivos para verificar propiedades como la resistencia a la llama, la estabilidad dimensional, la durabilidad del material y su respuesta ante exposiciones térmicas de corta duración, lo que resulta fundamental para garantizar la confiabilidad de la indumentaria de protección.

La aplicación de normas ASTM en proyectos relacionados con ropa ignífuga y dieléctrica permite asegurar que los materiales empleados cumplan con requisitos técnicos verificables, respaldados por procedimientos de prueba estandarizados. De esta manera, se facilita la selección adecuada de textiles y componentes, y se fortalece el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad, contribuyendo a la reducción de riesgos laborales en entornos industriales de alto peligro.

En el presente proyecto, las normas ASTM constituyen un soporte técnico esencial para la validación del desempeño de los materiales utilizados en la confección de las prendas, complementando otras normativas internacionales y garantizando que la indumentaria desarrollada responda de manera efectiva a los riesgos eléctricos y térmicos analizados.

ASTM F1506: La norma ASTM F1506, titulada Standard Performance Specification for Flame Resistant and Arc Rated Textile Materials for Wearing Apparel for Use by Electrical Workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards, establece los requisitos de desempeño que deben cumplir los materiales textiles utilizados en prendas de vestir destinadas a trabajadores expuestos a riesgos de arco eléctrico y peligros térmicos asociados. Esta norma es emitida por la ASTM International y constituye una referencia técnica fundamental para la evaluación de telas empleadas en indumentaria dieléctrica e ignífuga.

ASTM F1506 define criterios específicos relacionados con la resistencia a la llama, la estabilidad dimensional, la durabilidad del material y el comportamiento frente a exposiciones térmicas de corta duración. Asimismo, exige que los textiles sean sometidos a ensayos normalizados que permitan determinar su desempeño ante el arco eléctrico, garantizando que el material no continúe ardiendo ni se derrita, y que mantenga sus propiedades protectoras durante el uso previsto de la prenda.

Un elemento central de esta norma es la evaluación del valor de desempeño térmico frente al arco eléctrico (ATPV) o de la energía incidente que el material puede soportar sin provocar quemaduras de segundo grado. Este parámetro resulta esencial para clasificar las prendas según su nivel de protección y para asegurar su compatibilidad con los requerimientos establecidos en normas complementarias como NFPA 70E.

La aplicación de la norma ASTM F1506 en el presente proyecto permite validar técnicamente la idoneidad de los textiles seleccionados para la confección de prendas dieléctricas e ignífugas, asegurando que los materiales cumplan con estándares internacionales reconocidos en cuanto a protección frente al arco eléctrico y riesgos térmicos. De esta manera, se fortalece la confiabilidad y seguridad de la indumentaria desarrollada, contribuyendo a la prevención de accidentes laborales en entornos industriales de alto riesgo.

ISO International Organization for Standardization: La ISO (International Organization for Standardization), conocida en español como Organización Internacional de Normalización, es un organismo internacional independiente dedicado al desarrollo de normas técnicas que promueven la calidad, seguridad, eficiencia e interoperabilidad de productos, servicios y sistemas a nivel global. Las normas ISO se elaboran mediante procesos consensuados entre expertos de distintos países y sectores, lo que garantiza su aplicabilidad y reconocimiento

internacional.

En el ámbito de la seguridad industrial, las normas ISO proporcionan criterios técnicos para el diseño, evaluación y desempeño de equipos de protección personal, incluyendo la indumentaria destinada a proteger a los trabajadores frente a riesgos térmicos, mecánicos y ambientales. Estas normas establecen requisitos mínimos que deben cumplir los materiales, el diseño y la confección de las prendas, permitiendo asegurar niveles adecuados de protección y confiabilidad durante su uso en condiciones reales de trabajo.

La aplicación de normas ISO en proyectos relacionados con ropa ignífuga y dieléctrica resulta fundamental para garantizar que las prendas desarrolladas cumplan con estándares internacionales reconocidos, facilitando su aceptación en distintos sectores productivos y su compatibilidad con otros sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. Asimismo, estas normas permiten evaluar aspectos como la resistencia al calor y la llama, la durabilidad del material y la estabilidad dimensional de las prendas.

En el presente proyecto, las normas ISO constituyen un soporte técnico esencial para la selección de materiales y el diseño de la indumentaria de protección, complementando otras normativas internacionales y contribuyendo a asegurar que las prendas desarrolladas respondan de manera eficaz a los riesgos eléctricos y térmicos presentes en entornos industriales de alto riesgo.

ISO 11612: La norma ISO 11612 establece los requisitos técnicos que debe cumplir la ropa de protección destinada a salvaguardar al trabajador frente a los riesgos derivados de la exposición al calor y a la llama. Esta norma internacional es aplicable a prendas utilizadas en entornos industriales donde existen peligros asociados a fuego repentino, radiación térmica, calor

convectivo y contacto con superficies calientes.

ISO 11612 clasifica los niveles de protección de las prendas en función de los distintos tipos de transferencia de calor, permitiendo evaluar de manera específica el desempeño del material frente a cada riesgo térmico. Para ello, define métodos de ensayo estandarizados que garantizan que los textiles y las prendas confeccionadas mantengan un comportamiento seguro durante exposiciones térmicas de corta duración, sin generar combustión, goteo o degradación que comprometa la integridad del usuario.

Un aspecto relevante de esta norma es su enfoque integral sobre la prenda, ya que no evalúa únicamente el tejido principal, sino también elementos complementarios como costuras, componentes y estabilidad dimensional. Esto permite asegurar que la indumentaria conserve sus propiedades protectoras, su resistencia mecánica y su funcionalidad a lo largo del tiempo y bajo condiciones normales de uso y mantenimiento.

En el presente proyecto, la aplicación de la norma ISO 11612 permite garantizar que las prendas ignífugas desarrolladas cumplan con estándares internacionales reconocidos en materia de protección térmica, contribuyendo a la reducción del riesgo de lesiones por quemaduras y fortaleciendo las condiciones de seguridad y salud ocupacional en entornos industriales de alto riesgo.

ISO 11611: La norma ISO 11611, titulada Protective clothing for use in welding and allied processes, establece los requisitos de desempeño que debe cumplir la ropa de protección destinada a trabajadores expuestos a riesgos generados durante procesos de soldadura y actividades afines. Esta norma internacional se aplica a prendas utilizadas en entornos industriales donde existe exposición a chispas, proyecciones de metal fundido, calor radiante y llamas de corta duración.

ISO 11611 define criterios técnicos orientados a garantizar que las prendas proporcionen una barrera eficaz frente a los riesgos térmicos propios de los procesos de soldadura, sin comprometer la movilidad ni la seguridad del usuario. La norma clasifica la ropa de protección en diferentes clases, de acuerdo con el nivel de exposición previsto y la intensidad de los riesgos, permitiendo seleccionar la prenda adecuada según las condiciones específicas del trabajo a realizar.

Asimismo, la norma contempla la evaluación integral de la prenda, considerando no solo el material principal, sino también las costuras, componentes y diseño general. Este enfoque asegura que la indumentaria mantenga su resistencia al calor, estabilidad dimensional y durabilidad durante su uso, evitando fallas que puedan comprometer la protección del trabajador.

En el presente proyecto, la aplicación de la norma ISO 11611 resulta relevante para validar el desempeño de las prendas ignífugas frente a riesgos asociados a salpicaduras de metal fundido y calor intenso, complementando otras normativas internacionales aplicables y fortaleciendo el nivel de protección térmica ofrecido por la indumentaria desarrollada para entornos industriales de alto riesgo.

IEC 61482-1-2: La norma IEC 61482-1-2, titulada Live working — Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc — Part 1-2: Test methods — Box test, establece un método de ensayo específico para evaluar el comportamiento de la ropa de protección frente a los efectos térmicos generados por un arco eléctrico. Esta norma internacional es ampliamente utilizada para verificar la resistencia y el desempeño de las prendas destinadas a trabajadores que realizan labores en instalaciones eléctricas energizadas o con riesgo de arco eléctrico.

El ensayo definido en la IEC 61482-1-2, conocido como Box Test, simula una condición controlada de arco eléctrico dentro de una caja cerrada, permitiendo evaluar la capacidad de la prenda para proteger al usuario frente a la exposición térmica generada durante un evento de arco. A partir de este método, las prendas son clasificadas en diferentes clases de protección, de acuerdo con el nivel de energía del arco que pueden soportar sin provocar lesiones graves al usuario.

Esta norma no solo evalúa la resistencia del material frente al calor extremo, sino también el comportamiento de la prenda durante la exposición, considerando aspectos como la ausencia de fusión, goteo o combustión que puedan incrementar el riesgo de quemaduras. De esta manera, se asegura que la indumentaria mantenga un desempeño seguro y confiable durante eventos de arco eléctrico de corta duración.

En el presente proyecto, la aplicación de la norma IEC 61482-1-2 permite validar técnicamente la idoneidad de las prendas dieléctricas e ignífugas desarrolladas para la protección frente a riesgos térmicos derivados del arco eléctrico. Su incorporación contribuye a garantizar que la indumentaria cumpla con estándares internacionales reconocidos, reforzando la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en entornos industriales de alto riesgo eléctrico.

ANSI American National Standard for High-Visibility Safety Apparel

ANSI 107: La norma ANSI/ISEA 107, conocida como American National Standard for High-Visibility Safety Apparel, establece los requisitos para la clasificación, diseño y desempeño de la ropa de alta visibilidad destinada a mejorar la detección visual de los trabajadores en entornos con riesgos asociados al tránsito vehicular, maquinaria pesada y condiciones de iluminación reducida. Esta norma es desarrollada bajo el marco del American National Standards Institute, en conjunto con la International Safety Equipment Association (ISEA), y es ampliamente reconocida a nivel internacional.

ANSI 107 define criterios técnicos relacionados con el color de fondo del material, el uso y la disposición de elementos retrorreflectivos y combinados, así como los niveles mínimos de área visible que debe presentar la prenda. A partir de estos parámetros, la norma clasifica la indumentaria en distintos tipos y clases, según el entorno de trabajo y el nivel de riesgo, permitiendo seleccionar la prenda adecuada para actividades realizadas en carreteras, zonas industriales, áreas de construcción y espacios con tránsito de equipos móviles.

Un aspecto relevante de ANSI 107 es su enfoque en la visibilidad integral del trabajador, considerando la identificación desde múltiples ángulos y distancias, tanto de día como de noche. La correcta aplicación de cintas reflectivas y colores de alta visibilidad contribuye a reducir la probabilidad de accidentes por atropellamiento o colisión, especialmente en escenarios donde coexisten personas y maquinaria.

En el presente proyecto, la incorporación de los lineamientos de la norma ANSI 107 resulta

fundamental para el diseño de prendas dieléctricas e ignífugas que integran cintas reflectivas y colores de alta visibilidad, sin comprometer las propiedades de protección térmica y eléctrica. Su aplicación complementa las normativas de seguridad industrial analizadas, fortaleciendo la protección del trabajador y mejorando las condiciones de seguridad operativa en entornos industriales de alto riesgo.

2.3 Unidades de medida

ATPV (Arc Thermal Performance Value) es una unidad de medida utilizada para cuantificar el nivel de protección térmica que ofrece un material o una prenda frente a los efectos del arco eléctrico. Este valor representa la cantidad de **energía térmica incidente**, expresada en **calorías por centímetro cuadrado (cal/cm²)**, que un material puede soportar antes de que exista una probabilidad del 50 % de que se produzca una quemadura de segundo grado en la piel del usuario.

El ATPV se determina mediante ensayos normalizados realizados en condiciones controladas, en los cuales se expone el material a un arco eléctrico simulado. Durante la prueba se evalúa la transferencia de energía térmica a través del tejido, permitiendo establecer un valor numérico que sirve como referencia para clasificar el nivel de protección de la indumentaria.

Este indicador es fundamental en la selección de ropa dieléctrica e ignífuga, ya que permite relacionar el nivel de riesgo eléctrico presente en una actividad determinada con la capacidad de protección de la prenda. A mayor valor de ATPV, mayor es la resistencia del material frente a la energía térmica generada por un arco eléctrico. Por esta razón, el ATPV constituye un criterio técnico clave en normas internacionales como ASTM F1506, IEC 61482 y NFPA 70E.

En el presente proyecto, el uso del valor ATPV permite asegurar que las prendas

desarrolladas proporcionen un nivel de protección adecuado frente a los riesgos eléctricos identificados, contribuyendo a la prevención de lesiones por quemaduras y fortaleciendo las condiciones de seguridad y salud ocupacional en entornos industriales de alto riesgo.

2.4 Riesgos laborales asociados a actividades con riesgo eléctrico y térmico

Las actividades desarrolladas en entornos industriales con presencia de energía eléctrica y fuentes térmicas implican una exposición constante a riesgos laborales que pueden comprometer gravemente la seguridad y salud de los trabajadores. Estos riesgos se presentan con mayor frecuencia en sectores como la minería, la industria petrolera, la generación y distribución de energía eléctrica, la metalurgia, la construcción y las telecomunicaciones, donde el contacto directo o indirecto con equipos energizados y altas temperaturas forma parte de las operaciones diarias.

El riesgo eléctrico se manifiesta principalmente a través de eventos como descargas eléctricas, arco eléctrico y explosiones asociadas, los cuales pueden producir lesiones severas, quemaduras profundas e incluso la muerte. El arco eléctrico, en particular, genera una liberación repentina de energía térmica extremadamente elevada, capaz de provocar quemaduras de segundo y tercer grado en fracciones de segundo, además de proyectar partículas incandescentes y ondas de presión que incrementan el peligro para el trabajador.

Por otro lado, el riesgo térmico está asociado a la exposición a altas temperaturas, fuego repentino, radiación térmica y salpicaduras de metal fundido. Estas condiciones pueden generar quemaduras, deshidratación, estrés térmico y daños permanentes en la piel y tejidos del trabajador. En muchos entornos industriales, ambos riesgos se presentan de manera simultánea, lo que incrementa la probabilidad y gravedad de los accidentes laborales.

La materialización de estos riesgos suele estar relacionada con factores como la manipulación de equipos energizados, el uso inadecuado o la ausencia de equipos de protección personal, la falta de capacitación, condiciones ambientales adversas y el incumplimiento de normas de seguridad industrial. En este contexto, la indumentaria de protección juega un papel fundamental como barrera preventiva, al reducir la transferencia de energía térmica al cuerpo y minimizar el impacto de un evento eléctrico o térmico.

En consecuencia, la identificación y análisis de los riesgos eléctricos y térmicos resulta esencial para la selección adecuada de medidas de prevención y control, entre las cuales se destaca el uso de ropa dieléctrica e ignífuga certificada conforme a normas internacionales. La correcta aplicación de estas medidas contribuye a disminuir la severidad de las lesiones, mejorar las condiciones de trabajo y fortalecer los sistemas de seguridad y salud ocupacional en entornos industriales de alto riesgo.

2.5 Indumentaria de protección personal

Las prendas de vestir con características dieléctricas e ignífugas destinadas a entornos industriales de alto riesgo deben cumplir con un conjunto de normas técnicas internacionales que garanticen la protección del trabajador frente a peligros eléctricos y térmicos, tales como el arco eléctrico, el fuego repentino y la posible exposición a salpicaduras de metal fundido. El cumplimiento de estas normativas permite asegurar que la indumentaria proporcione un nivel adecuado de seguridad, desempeño y confiabilidad durante su uso en condiciones reales de trabajo.

2.5.1. Camisas

Las camisas dieléctricas e ignífugas constituyen una prenda esencial dentro del sistema de protección personal para trabajadores expuestos a riesgos eléctricos y térmicos, ya que cubren el torso y las extremidades superiores, zonas altamente vulnerables frente a eventos como el arco eléctrico, el fuego repentino y la radiación térmica. Su diseño debe garantizar un equilibrio entre protección, comodidad y funcionalidad, permitiendo un uso continuo durante la jornada laboral sin afectar el desempeño del trabajador.

2.5.2. Pantalones

Los pantalones de protección dieléctrica e ignífuga cumplen un rol determinante en la seguridad del trabajador, ya que resguardan las extremidades inferiores frente a fuentes de calor, chispas, llamas, arco eléctrico indirecto y posibles contactos térmicos durante el desarrollo de actividades industriales. En muchos escenarios operativos, las piernas se encuentran expuestas de manera constante a riesgos derivados del entorno, por lo que la selección adecuada de esta prenda resulta fundamental dentro del sistema de protección personal.

2.5.3. Overoles

Los overoles dieléctricos e ignífugos constituyen una prenda de protección integral diseñada para cubrir simultáneamente el torso, las extremidades superiores e inferiores del trabajador, reduciendo la exposición directa a riesgos eléctricos y térmicos presentes en entornos industriales de alto peligro. A diferencia de las prendas separadas, el overol ofrece una barrera continua de protección, minimizando puntos de ingreso de calor, chispas o llamas, lo que resulta especialmente relevante en actividades donde existe riesgo elevado de arco eléctrico, fuego repentino o radiación térmica.

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA

3.1. Alcance de estudio

El presente estudio tiene un alcance aplicado y descriptivo, orientado al diseño y desarrollo de indumentaria dieléctrica e ignífuga conforme a normas nacionales e internacionales de seguridad industrial, destinada a trabajadores que desempeñan sus actividades en entornos industriales de alto riesgo eléctrico y térmico en el Ecuador. El proyecto se enfoca en la identificación de necesidades reales del mercado y en la elaboración de una propuesta técnica viable que responda a dichas exigencias.

El alcance del estudio comprende el análisis del contexto normativo, la selección de materiales certificados, el diseño de prendas específicas como camisas, pantalones y overoles, así como la validación funcional de los prototipos mediante procesos de evaluación técnica y retroalimentación de profesionales del sector industrial. Estas actividades permiten verificar la pertinencia y funcionalidad de la indumentaria desarrollada, sin que el estudio pretenda realizar ensayos de laboratorio propios ni certificaciones oficiales de los materiales.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se apoya en la aplicación del ciclo de mejora continua PHVA, lo que permite estructurar las etapas del proyecto desde la planificación hasta la implementación y mejora del producto. No se persigue la generalización estadística de los resultados, sino la obtención de conclusiones prácticas y contextualizadas que aporten al fortalecimiento de la seguridad industrial y al desarrollo de soluciones de protección personal adaptadas a la realidad nacional.

Finalmente, el alcance del estudio se limita al análisis técnico, estratégico y productivo del proyecto dentro del contexto ecuatoriano, sin abordar evaluaciones clínicas, estudios médicos ni análisis financieros de largo plazo. No obstante, los resultados obtenidos sientan las bases para futuras investigaciones y mejoras orientadas a la innovación continua en indumentaria de protección personal.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca en un tipo de investigación aplicada, debido a que está orientada a la solución de un problema práctico relacionado con la seguridad y salud ocupacional en entornos industriales de alto riesgo. En particular, el estudio busca diseñar y desarrollar indumentaria dieléctrica e ignífuga que cumpla con normas nacionales e internacionales, con el propósito de mejorar las condiciones de protección de los trabajadores frente a riesgos eléctricos y térmicos.

Desde el enfoque del análisis, la investigación es de carácter descriptivo, ya que permite identificar y caracterizar las necesidades del mercado, las condiciones de trabajo y los requerimientos técnicos asociados al uso de prendas de protección personal. Este tipo de investigación facilita la descripción de los elementos normativos, técnicos y funcionales que intervienen en el diseño de la indumentaria propuesta, sin pretender establecer relaciones causales ni realizar inferencias estadísticas.

Asimismo, el estudio presenta un enfoque cualitativo, sustentado en la recolección de información mediante entrevistas, sondeos y retroalimentación de profesionales vinculados a sectores industriales de alto riesgo. La información obtenida permitió comprender las experiencias, percepciones y expectativas de los usuarios finales, contribuyendo a la toma de decisiones técnicas durante el desarrollo del proyecto.

En conjunto, el tipo de investigación adoptado resulta coherente con los objetivos planteados, ya que permite generar una propuesta técnica viable, contextualizada a la realidad ecuatoriana y orientada a la mejora de la seguridad industrial, sin que el estudio se limite a un análisis teórico, sino que se traduzca en un producto concreto y funcional.

3.3. Método y herramientas

Para el desarrollo del presente proyecto se empleó un enfoque metodológico de tipo aplicado, orientado al diseño y desarrollo de indumentaria de protección personal conforme a normas de seguridad industrial. Como parte del proceso de análisis, se utilizaron diversas herramientas que permitieron evaluar tanto el contexto interno como el entorno externo del proyecto.

Entre las herramientas aplicadas se incluye el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), el cual permitió identificar los factores internos y externos que influyen en la viabilidad, competitividad y sostenibilidad del proyecto. Esta herramienta facilitó la comprensión del entorno empresarial y del mercado, sirviendo como base para la formulación de estrategias orientadas al aprovechamiento de las oportunidades, la mitigación de riesgos y el

fortalecimiento del proyecto.

Dentro de estas herramientas se utilizó el análisis FODA, a partir del cual se formularon estrategias FO, DO, FA y DA, orientadas a aprovechar las fortalezas y oportunidades identificadas, así como a mitigar las debilidades y amenazas que pueden afectar la viabilidad del proyecto. Este análisis permitió definir líneas estratégicas coherentes con el contexto del mercado y con los objetivos técnicos y empresariales del proyecto.

Asimismo, se emplearon técnicas complementarias como entrevistas y sondeos dirigidos a profesionales del sector industrial, con el fin de recopilar información relevante sobre las necesidades reales de los usuarios y las condiciones de trabajo en entornos de alto riesgo. Estas herramientas, en conjunto, permitieron sustentar de manera técnica y estratégica el desarrollo del proyecto.

3.4. Situación Inicial

3.4.1. Población y Muestra

La población objeto de estudio del presente proyecto está conformada por trabajadores que desarrollan sus actividades en entornos industriales de alto riesgo en el Ecuador. Este grupo incluye, entre otros, electricistas, operarios de plantas de generación eléctrica, técnicos en subestaciones, personal de las industrias petrolera, minera y metalúrgica, así como trabajadores del sector de la construcción y miembros de brigadas de emergencia. Estos profesionales se encuentran expuestos de manera constante a riesgos asociados a altas temperaturas, fuego repentino y descargas eléctricas, lo que hace indispensable el uso de indumentaria de protección especializada y certificada conforme a normas internacionales de seguridad industrial.

La selección de esta población responde a la necesidad de analizar y atender las condiciones reales de trabajo de los sectores con mayor nivel de exposición a riesgos eléctricos y térmicos, permitiendo que el diseño y desarrollo de las prendas propuestas se ajuste de forma adecuada a los requerimientos técnicos y operativos de los usuarios finales. Asimismo, la información recopilada de este grupo constituye un insumo fundamental para evaluar la pertinencia, funcionalidad y aceptación de la indumentaria ignífuga y dieléctrica desarrollada en el marco del proyecto.

De manera complementaria, el alcance del proyecto beneficia indirectamente a empresas e instituciones públicas y privadas que buscan fortalecer sus sistemas de seguridad y salud ocupacional, mejorar el cumplimiento de la normativa vigente y reducir la ocurrencia de accidentes laborales. Igualmente, el proyecto impacta de forma positiva en emprendedores, fabricantes y talleres textiles nacionales, al promover la producción local de ropa técnica especializada, lo que contribuye a la generación de empleo directo e indirecto y al fortalecimiento del sector productivo ecuatoriano.

3.4.2. Tipo de muestreo

Para el desarrollo del presente proyecto se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, también conocido como muestreo por conveniencia, debido a que la selección de los participantes se realizó en función de su relación directa con el objeto de estudio y su experiencia en entornos industriales de alto riesgo. Este tipo de muestreo resulta adecuado cuando se busca obtener información específica de un grupo de individuos que poseen conocimientos técnicos y

vivencias relevantes en relación con los riesgos eléctricos y térmicos analizados.

La selección de la muestra se centró en trabajadores pertenecientes a sectores como la minería, el petróleo, la energía eléctrica, las telecomunicaciones y la industria metalmeccánica, así como en profesionales vinculados a la seguridad industrial. Estos participantes fueron elegidos considerando criterios como su nivel de exposición a riesgos, el uso habitual de equipos de protección personal y su disposición a aportar información basada en su experiencia laboral.

El uso de un muestreo no probabilístico permitió acceder de manera eficiente a informantes clave, facilitando la recolección de datos cualitativos relevantes para el diseño y desarrollo de las prendas dieléctricas e ignífugas propuestas. Asimismo, este enfoque metodológico fue coherente con los objetivos del proyecto, al priorizar la profundidad y pertinencia de la información obtenida sobre la representatividad estadística, contribuyendo así a mejor una comprensión de las necesidades reales de los usuarios finales.

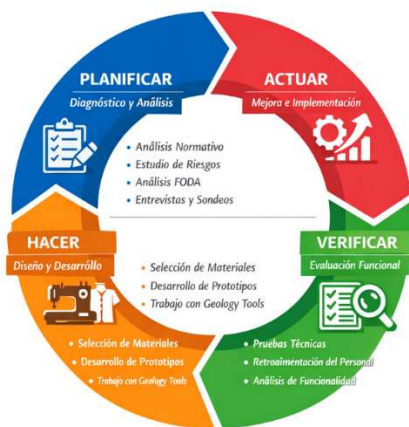


Figura. 1. Ciclo PHVA

CAPÍTULO IV – ANÁLISIS

4.1. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>Entre las principales fortalezas del proyecto se destaca la existencia de una comunidad sólida de clientes fieles, construida a lo largo del tiempo por la empresa Geology Tools, así como un alcance significativo en redes sociales, lo que facilita la difusión de nuevos productos y campañas informativas. Adicionalmente, la atención al cliente de lunes a domingo representa una ventaja competitiva, al brindar mayor accesibilidad y flexibilidad a los usuarios, fortaleciendo la relación empresa–cliente y mejorando la experiencia de compra.</p>	<p>El proyecto presenta oportunidades relevantes en el mercado, entre las cuales se encuentra la posibilidad de implementar una tienda física que permita ampliar la cobertura geográfica y llegar a un mayor número de clientes. Asimismo, el lanzamiento de una nueva línea de prendas dieléctricas e ignífugas abre la puerta a la captación de nuevos segmentos de mercado, especialmente en sectores industriales que demandan productos certificados. De igual manera, existe la oportunidad de establecer vínculos comerciales con empresas reconocidas, interesadas en fortalecer sus sistemas de seguridad y salud ocupacional, lo que contribuiría al posicionamiento de la marca en</p>

	el ámbito de la seguridad industrial.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Dentro de las debilidades identificadas se encuentra el hecho de que las prendas desarrolladas presentan un precio superior al de productos convencionales disponibles en el mercado, lo que puede limitar su adquisición en ciertos segmentos. A esto se suma una logística más compleja, derivada de los tiempos de importación de telas e insumos especializados. Además, la difusión del producto se concentra principalmente en las redes sociales de Geology Tools, lo que reduce la visibilidad en otros canales comerciales. Finalmente, la capacidad productiva de los talleres locales puede verse limitada frente a una alta demanda, generando retrasos en los tiempos de entrega.</p>	<p>Entre las principales amenazas externas que enfrenta el proyecto se identifica la creciente competencia de empresas nacionales que fabrican y comercializan prendas de protección personal similares, lo que incrementa la presión sobre el mercado y obliga a mantener altos estándares de calidad, certificación y diferenciación para sostener la competitividad.</p> <p>Adicionalmente, se considera como una amenaza relevante la inestabilidad política y comercial existente en el contexto regional, particularmente en las relaciones entre el Ecuador y países proveedores como Colombia. Las decisiones gubernamentales relacionadas con la imposición de medidas arancelarias, como el establecimiento de un impuesto del 30 % a las importaciones provenientes de Colombia, generan un impacto directo en los costos de adquisición</p>

	<p>de materias primas e insumos especializados.</p> <p>Esta situación puede afectar la estructura de costos del proyecto, encarecer el producto final y limitar la capacidad de mantener precios accesibles para el mercado nacional, constituyéndose en un factor de riesgo para la sostenibilidad del proyecto a mediano y largo plazo.</p>
--	---

Tabla 2. FODA

4.2. Análisis FO, DO, FA, DA

4.2.1 Análisis FO

(Aprovechar las fortalezas para potenciar las oportunidades)

Se propone utilizar la amplia comunidad de clientes fieles y el alcance consolidado en redes sociales para impulsar la nueva línea de prendas dieléctricas e ignífugas, orientándola a sectores industriales que buscan mejorar sus estándares de seguridad laboral. La atención continua de lunes a domingo permitirá ofrecer un servicio diferenciado y personalizado, facilitando la captación de nuevos clientes empresariales y el fortalecimiento de relaciones comerciales con organizaciones interesadas en cumplir normas internacionales de seguridad industrial. Asimismo, el

posicionamiento digital de la marca puede ser aprovechado para generar alianzas estratégicas con empresas reconocidas, incrementando la visibilidad y credibilidad del proyecto en el mercado nacional.

4.2.2 Análisis DO

(Superar debilidades aprovechando las oportunidades)

Con el fin de mitigar el impacto del precio elevado frente a prendas convencionales, se plantea aprovechar la expansión del mercado y la diversificación de clientes para optimizar los volúmenes de producción, lo que permitiría reducir costos unitarios a mediano plazo. La implementación de una tienda física complementaria a los canales digitales contribuiría a ampliar la difusión del producto y disminuir la dependencia exclusiva de las redes sociales. De igual manera, la creciente demanda por prendas certificadas representa una oportunidad para planificar la ampliación de la capacidad productiva de los talleres locales, mejorando los tiempos de entrega y la respuesta al mercado.

4.2.3 Análisis FA

(Usar las fortalezas para enfrentar las amenazas)

Frente a la competencia de otras empresas nacionales que comercializan productos similares, se propone reforzar la diferenciación del proyecto mediante el énfasis en la calidad del producto, el cumplimiento de certificaciones internacionales y el enfoque en la seguridad industrial como valor agregado. El respaldo de una comunidad consolidada de clientes y una comunicación activa en redes sociales permitirá posicionar las prendas como una solución técnica confiable y

especializada, reduciendo el impacto de la competencia basada únicamente en precios. Asimismo, la atención permanente al cliente fortalecerá la fidelización y la preferencia por la marca.

4.2.4 Análisis DA

(Reducir debilidades y evitar amenazas)

Para minimizar los riesgos asociados a la competencia y a las limitaciones logísticas, se plantea desarrollar una planificación progresiva de importaciones y producción, que permita anticipar la demanda y reducir retrasos en la entrega. Paralelamente, se recomienda diversificar los canales de comercialización y comunicación, incorporando visitas técnicas a empresas y campañas presenciales de concientización en seguridad industrial, con el objetivo de disminuir la dependencia de un único medio de difusión. Estas acciones permitirán fortalecer la posición del proyecto frente a competidores y reducir las vulnerabilidades identificadas.

4.3 Diseño

Con base en la experiencia previa de la empresa y en la información recopilada durante las etapas iniciales del proyecto, se procedió al diseño y confección de las camisas utilizando tela ignífuga certificada y los insumos necesarios para garantizar una protección integral frente a riesgos eléctricos y térmicos. El proceso de diseño consideró no solo los requerimientos normativos y de seguridad industrial, sino también aspectos relacionados con la funcionalidad, ergonomía y presentación de la prenda.

Las camisas fueron desarrolladas con un enfoque orientado a brindar comodidad y confort

durante la jornada laboral, incorporando acabados de alta calidad que contribuyen a la durabilidad y correcta adaptación al cuerpo del usuario. Asimismo, el diseño contempla una estética sobria y profesional, permitiendo que la prenda mantenga una apariencia adecuada para su uso en distintos entornos industriales, sin sacrificar sus características técnicas de protección.

Adicionalmente, se estableció el uso de tallas estandarizadas con el fin de facilitar la producción, distribución y ajuste adecuado de las prendas a diferentes contextos de trabajo. El diseño incorpora también cintas reflectivas estratégicamente ubicadas, las cuales mejoran la visibilidad del trabajador en condiciones de baja iluminación o en zonas de riesgo, permitiendo su utilización en diversos campos laborales y reforzando la seguridad operativa.

En conjunto, el diseño de las camisas responde a un enfoque integral que combina protección, funcionalidad, confort y presentación, alineándose con los objetivos del proyecto de desarrollar indumentaria ignífuga y dieléctrica adaptada a las necesidades reales del entorno industrial ecuatoriano.



Figura. 3. Diseño de camisa



Figura. 4. Diseño de pantalón



Figura. 5. Diseño Overall

4.4 Insumos

4.4.1 Tipo de Tela

Para el desarrollo del presente proyecto se seleccionó el textil Westex DH 6.5 oz, debido a que cumple con estándares internacionales ampliamente reconocidos en materia de seguridad

industrial, entre los que se incluyen las normas NFPA 2112, ASTM F1506, ISO 11612, ISO 11611, IEC 61482-1-2 e IEC 61482-2. Estas certificaciones avalan su idoneidad para la confección de prendas diseñadas para la protección contra riesgos térmicos y eléctricos, especialmente en actividades desarrolladas en sectores como la minería, el petróleo, la energía eléctrica y las telecomunicaciones.

El tejido presenta una estructura tipo drill, lo que contribuye a una adecuada resistencia mecánica y durabilidad sin comprometer la comodidad del usuario. Su composición combina fibras de Tencel (lyocell), modacrílico y aramida, lo que permite integrar confort y protección en un solo material. El Tencel, además de ser una fibra de origen sostenible, aporta propiedades de frescura, suavidad y adecuada gestión de la humedad, características especialmente relevantes para climas cálidos como el ecuatoriano. Por su parte, el modacrílico y la aramida proporcionan protección térmica mediante fibras inherentemente ignífugas, lo que garantiza que las propiedades de resistencia al fuego se mantengan durante toda la vida útil de la prenda.

Desde el punto de vista del desempeño térmico, el textil seleccionado presenta un valor de protección frente al arco eléctrico (ATPV) de 9,4 cal/cm², lo que lo hace adecuado para labores con exposición moderada a este tipo de riesgo. En relación con el fuego repentino, cumple con los requisitos de la norma NFPA 2112, registrando un porcentaje de quemadura corporal aproximado del 16 %, valor que se encuentra dentro de los parámetros aceptables establecidos por la normativa. Asimismo, el material ofrece resistencia frente a riesgos térmicos asociados a procesos industriales, contribuyendo a la protección integral del trabajador.

Adicionalmente, el color amarillo del portafolio cumple con los requisitos de la norma ANSI 107, lo que permite mejorar la visibilidad del usuario en entornos de trabajo donde se requiere alta identificación visual, incrementando así la seguridad operativa. En conjunto, estas

características convierten al tejido Westex DH 6.5 oz en una opción técnicamente adecuada para la confección de prendas dieléctricas e ignífugas orientadas a la protección de trabajadores en entornos industriales de alto riesgo en el Ecuador.

Riesgo	Categoría de EPP	ATPV mínimo requerido para la prenda (cal/cm²)
Leve	1	0,0 - 7,9 cal/cm ²
Moderado	2	8,0 - 24,9 cal/cm ²
Elevado	3	25- 39,9 cal/cm ²
Elevadísimo	4	40 - en adelante

Tabla. 2. Categoría de Riesgos por ATPV

CAMISAS

En el presente proyecto, las camisas se diseñan para ser confeccionadas con el tejido Westex DH 6.5 oz, seleccionado por cumplir con normas internacionales de seguridad industrial y por ofrecer propiedades de protección inherente frente al fuego y al calor. La composición del material permite mantener sus características ignífugas durante toda la vida útil de la prenda, lo que resulta fundamental para trabajos en entornos industriales de alto riesgo.

Desde el punto de vista ergonómico, las camisas con tejido tipo drill, presentan un corte que facilita la movilidad del usuario y reduce la fatiga en actividades de campo. La incorporación de fibras de Tencel (lyocell) favorece la transpirabilidad y la disipación del calor corporal, lo que resulta especialmente relevante en las condiciones climáticas del Ecuador, donde las altas temperaturas pueden influir en el uso adecuado del equipo de protección personal.

Adicionalmente, las camisas incorporan cintas reflectivas estratégicamente ubicadas en el contorno del torso y en las mangas, con el objetivo de mejorar la visibilidad del trabajador en entornos de baja iluminación, trabajos nocturnos o zonas con presencia de maquinaria pesada y tránsito vehicular. La inclusión de estos elementos contribuye a incrementar la seguridad operativa, facilitando la identificación visual del usuario y reduciendo el riesgo de accidentes por atropellamiento o colisión. Las cintas reflectivas se integran de manera compatible con las propiedades ignífugas de la prenda, sin comprometer su desempeño térmico ni eléctrico.

Asimismo, el diseño de las camisas contempla su correcta integración con otros equipos de protección personal, tales como chalecos, arneses, cascos y sistemas de sujeción, asegurando que la prenda no genere interferencias ni puntos de riesgo adicionales. De esta manera, las camisas dieléctricas e ignífugas propuestas se consolidan como una prenda adecuada para trabajadores de sectores como la minería, la energía eléctrica, el petróleo y las telecomunicaciones, al combinar protección normativa, visibilidad, confort térmico y funcionalidad, en concordancia con los objetivos de prevención y seguridad establecidos en la presente investigación

PANTALONES

Para el desarrollo de los pantalones considerados en este proyecto se emplea el tejido Westex DH 6.5 oz, seleccionado por sus propiedades de protección inherente y su conformidad con normas internacionales aplicables a riesgos eléctricos y térmicos. El uso de fibras resistentes al fuego integradas en la estructura del material permite que la prenda conserve sus características de seguridad a lo largo del tiempo, incluso bajo condiciones de trabajo exigentes y exposición frecuente a agentes térmicos.

Desde la perspectiva del diseño técnico, los pantalones han sido concebidos para soportar un uso intensivo en actividades que implican desplazamientos constantes, posturas forzadas y contacto con superficies irregulares. Su confección prioriza la resistencia mecánica y la estabilidad dimensional del tejido, asegurando un desempeño adecuado sin restringir la movilidad del usuario. La inclusión de fibras de Tencel (lyocell) contribuye a mejorar la sensación térmica, favoreciendo la evacuación del calor corporal y el confort durante jornadas prolongadas, aspecto especialmente relevante en entornos de clima cálido.

En términos de seguridad adicional, los pantalones incorporan cintas reflectivas dispuestas en zonas estratégicas de las extremidades inferiores, lo que permite aumentar la visibilidad del trabajador en áreas de operación con iluminación deficiente, trabajos nocturnos o espacios compartidos con equipos móviles y maquinaria pesada. Esta característica contribuye a reducir el riesgo de accidentes asociados a atropellamientos, golpes o colisiones, reforzando el enfoque preventivo de la prenda.

Finalmente, el diseño de los pantalones considera su integración con otros elementos del equipo de protección personal, tales como botas dieléctricas, polainas y arneses de seguridad, evitando interferencias que puedan comprometer la seguridad del usuario. En conjunto, los pantalones dieléctricos e ignífugos propuestos representan una prenda clave dentro del sistema de indumentaria técnica desarrollada en este proyecto, al combinar protección térmica y eléctrica, visibilidad, resistencia y confort, en coherencia con los objetivos de seguridad y prevención

establecidos en la investigación.

OVERALES

En el desarrollo del presente proyecto, los overoles se conciben como una solución de protección completa, confeccionados con el tejido Westex DH 6.5 oz, seleccionado por su comportamiento confiable frente a riesgos térmicos y eléctricos y por su cumplimiento con normas internacionales de seguridad industrial. La utilización de fibras inherentemente ignífugas en la composición del material permite que la prenda conserve sus propiedades de protección a lo largo del tiempo, sin depender de tratamientos superficiales que puedan degradarse con el uso o el lavado.

Desde el punto de vista funcional, el overol está diseñado para facilitar el desempeño del trabajador en labores que requieren movimientos amplios, posturas prolongadas y contacto frecuente con superficies industriales. Su estructura permite una distribución uniforme del peso de la prenda, evitando concentraciones de tensión en zonas específicas del cuerpo. La incorporación de fibras de Tencel (lyocell) aporta mayor confort térmico, favoreciendo la transpirabilidad y la regulación de la temperatura corporal, lo que resulta fundamental para jornadas extensas en climas cálidos como los del Ecuador.

Como medida complementaria de seguridad, los overoles incluyen cintas reflectivas ubicadas estratégicamente en el torso, mangas y piernas, con el objetivo de incrementar la visibilidad del trabajador en condiciones de baja iluminación, trabajos nocturnos o áreas con tránsito de maquinaria pesada. Esta característica contribuye a una identificación visual rápida

desde distintos ángulos, reduciendo el riesgo de accidentes operativos y reforzando el enfoque preventivo de la prenda.

Asimismo, el diseño del overol considera su compatibilidad con otros elementos del equipo de protección personal, tales como cascos, guantes, arneses y botas dieléctricas, asegurando que la prenda no interfiera con el correcto uso de estos dispositivos. En conjunto, los overoles dieléctricos e ignífugos propuestos representan una alternativa eficiente y segura para trabajadores de sectores como la minería, el petróleo, la energía eléctrica y la industria pesada, al ofrecer una protección integral, visibilidad adecuada y confort, en concordancia con los objetivos de seguridad y prevención planteados en la presente investigación.

4.4.2 Hilos

El hilo de coser seleccionado para la confección de las prendas dieléctricas e ignífugas del presente proyecto corresponde a un hilo técnico de alta resistencia, diseñado específicamente para aplicaciones en indumentaria de protección personal. La correcta elección del hilo resulta un aspecto crítico, ya que las costuras constituyen puntos estructurales que deben mantener un comportamiento térmico y mecánico coherente con el desempeño del tejido principal.

En este proyecto se optó por un hilo fabricado con 100 % fibra de meta-aramida, el cual presenta propiedades inherentes de resistencia al calor, a la llama y al arco eléctrico. Este tipo de fibra no se derrite ni gotea cuando es expuesta a altas temperaturas, y posee un punto de fusión aproximado de 371 °C, lo que garantiza la integridad de las costuras durante eventos de fuego repentino o exposición térmica de corta duración.

El hilo seleccionado cuenta con certificación como componente reconocido por UL

(Underwriters Laboratories) para su uso en ropa de protección, lo que respalda su desempeño conforme a estándares internacionales de seguridad industrial. Asimismo, cumple con los requisitos de desempeño establecidos en normas como NFPA 2112, ASTM F1506, NFPA 1971, NFPA 1975 y NFPA 1951, lo que evidencia su idoneidad para aplicaciones en prendas ignífugas y resistentes al arco eléctrico.

Adicionalmente, el hilo presenta un acabado lubricado que mejora la cosibilidad y la uniformidad de la puntada, reduciendo la fricción durante el proceso de confección y contribuyendo a la durabilidad de las costuras. Mantiene estabilidad dimensional, resistencia a múltiples ciclos de lavado y solidez del color, aspectos fundamentales para garantizar una vida útil adecuada de la prenda en condiciones de uso industrial exigente.

La incorporación de hilos certificados y compatibles con las propiedades del tejido ignífugo permite asegurar que la prenda funcione como un sistema integral de protección, evitando fallas estructurales que puedan comprometer la seguridad del trabajador. De esta manera, el uso de hilos de meta-aramida refuerza el cumplimiento normativo del proyecto y contribuye a ofrecer un mayor nivel de confiabilidad y protección en entornos industriales de alto riesgo eléctrico y térmico.



Figura. 5. Diseño Hilo

4.4.3 Botones

Los botones utilizados en la confección de las prendas dieléctricas e ignífugas constituyen un componente crítico dentro del sistema de protección personal, ya que su desempeño debe ser coherente con las características de seguridad del textil principal. En este sentido, los elementos de sujeción seleccionados para el presente proyecto corresponden a herrajes certificados conforme a normas internacionales aplicables a la ropa de protección para uso industrial y de emergencia.

Específicamente, los botones y componentes metálicos empleados cumplen con los requisitos establecidos en la norma NFPA 2112, correspondiente a la ropa resistente al fuego para la protección del personal industrial frente a exposiciones térmicas de corta duración ocasionadas por incendios. Asimismo, estos elementos se encuentran certificados de acuerdo con la norma NFPA 1975, que regula los componentes de la vestimenta de trabajo para servicios de emergencia, garantizando su desempeño bajo condiciones operativas exigentes. De igual manera, cumplen con la norma NFPA 1977, relativa a la ropa y equipos de protección utilizados en actividades de combate de incendios forestales, lo que respalda su resistencia térmica y durabilidad en entornos de alto riesgo.

La incorporación de botones certificados conforme a estas normativas permite asegurar que los sistemas de cierre de las prendas no representen puntos vulnerables frente a la exposición al fuego o al calor, evitando fallas que puedan comprometer la integridad de la prenda y la seguridad del usuario. De esta manera, se garantiza una protección integral, coherente con los estándares internacionales de seguridad industrial y alineada con los objetivos del presente

proyecto técnico.



Figura. 6. Botones

4.4.4 Cierres

Las prendas desarrolladas en el presente proyecto incorporan cremalleras ignífugas como sistema de cierre principal, seleccionadas por su compatibilidad con los requisitos de seguridad térmica y eléctrica exigidos en entornos industriales de alto riesgo. La elección de este componente responde a la necesidad de garantizar un cierre seguro, funcional y duradero, sin comprometer las propiedades de protección de la indumentaria.

La cremallera ignífuga utilizada está compuesta por cinta de meta-aramida al 100 %, lo que le confiere propiedades inherentes de resistencia al calor y a la llama. Los dientes están fabricados en resina de melamina, material que presenta un comportamiento estable frente a exposiciones térmicas elevadas, evitando la fusión, el goteo o la generación de llama durante eventos de fuego repentino. Este tipo de cremallera se encuentra disponible en calibres número 3 y 5, lo que permite su aplicación en diferentes tipos de prendas y zonas de cierre.

Desde el punto de vista normativo, la cremallera ignífuga cumple con estándares internacionales reconocidos, tales como NFPA 2112, NFPA 70E y ASTM F6413, lo que respalda su idoneidad para su uso en prendas de protección contra riesgos térmicos y eléctricos.

Asimismo, ha sido diseñada para mantener sus características físicas y mecánicas durante exposiciones a temperaturas de hasta 260 °C por períodos de corta duración, sin pérdida significativa de funcionalidad.

En cuanto a su aplicación, estas cremalleras son ampliamente utilizadas en ropa de trabajo resistente a la llama, prendas con protección frente al arco eléctrico y vestimenta destinada a industrias como la eléctrica, petrolera y de gas. Su comportamiento ignífugo y dieléctrico contribuye a evitar fallas estructurales en los sistemas de cierre, reforzando el concepto de protección integral de la prenda.

La incorporación de cremalleras ignífugas certificadas asegura que todos los componentes de la indumentaria desarrollada mantengan un desempeño coherente con el tejido principal, evitando puntos vulnerables que puedan comprometer la seguridad del trabajador. De esta manera, el sistema de cierre seleccionado se alinea con los objetivos del proyecto y con los estándares internacionales de seguridad industrial aplicables.



Figura. 7. Cierre

4.4.5 Velcro

El sistema de cierre seleccionado para las prendas dieléctricas e ignífugas del presente proyecto corresponde a velcro ignífugo de contacto, el cual cumple una función esencial dentro del diseño de la indumentaria, al permitir un ajuste seguro, rápido y funcional, sin comprometer las propiedades de protección térmica y eléctrica de la prenda.

El velcro ignífugo se caracteriza por su resistencia al calor, presentando un comportamiento controlado ante exposiciones térmicas de corta duración. El material mantiene su funcionalidad hasta temperaturas elevadas, evitando la fusión inmediata o el goteo, lo que resulta fundamental en prendas destinadas a entornos con riesgo de fuego repentino o calor extremo. Asimismo, este sistema de cierre ofrece un desempeño adecuado en condiciones de bajas temperaturas, conservando su resistencia mecánica y capacidad de sujeción en distintos escenarios climáticos.

Desde el punto de vista mecánico, el velcro seleccionado presenta elevados valores de resistencia a la tracción lateral y fuerza de despegue vertical, lo que garantiza una fijación firme durante el uso continuo de la prenda. Estas características permiten mantener el ajuste correcto de puños, solapas o tapetas, evitando aperturas accidentales que puedan afectar la seguridad o la comodidad del trabajador.

Adicionalmente, el velcro ignífugo ha sido diseñado para soportar múltiples ciclos de apertura y cierre, manteniendo un nivel aceptable de desempeño a lo largo del tiempo. Aunque la fuerza de cierre puede disminuir de forma progresiva con el uso, esta reducción se mantiene dentro de rangos controlados, asegurando una vida útil adecuada bajo condiciones de trabajo industrial intensivo.

La incorporación de velcro ignífugo como sistema de cierre contribuye al concepto de

protección integral de la prenda, al asegurar que todos los componentes utilizados sean compatibles con las propiedades ignífugas y dieléctricas del tejido principal. De esta manera, se evita la presencia de elementos vulnerables y se refuerza el cumplimiento de los estándares internacionales de seguridad industrial considerados en el desarrollo del proyecto.



Figura. 7. Velcro

4.4.6 Cinta Reflectiva

La selección de las cintas reflectivas utilizadas en el presente proyecto responde a un enfoque de protección integral del trabajador, considerando tanto la visibilidad como la compatibilidad con prendas dieléctricas e ignífugas. La incorporación de cintas reflectivas gris plata y cintas bicolor de alta visibilidad para uso diurno y nocturno permite mejorar de manera significativa la detección visual del usuario en distintos entornos industriales, condiciones de iluminación y escenarios operativos.

Ambos tipos de cintas cumplen con normas internacionales de alta visibilidad, como ANSI/ISEA 107, así como con requisitos de resistencia al fuego conforme a NFPA 2112, lo que

garantiza que su desempeño sea coherente con las propiedades ignífugas de la indumentaria. La posibilidad de detección del trabajador en ángulos de 360° y 180°, junto con su adecuado comportamiento frente al lavado doméstico e industrial, refuerza su idoneidad para aplicaciones en sectores de alto riesgo.

El uso combinado de cintas reflectivas monocromáticas y bicolor permite adaptar el diseño de las prendas a diferentes necesidades operativas y normativas, sin comprometer la seguridad, durabilidad ni el confort del usuario. En consecuencia, la integración de ambos tipos de cintas contribuye a reducir la probabilidad de accidentes laborales, fortalecer la seguridad y salud ocupacional, y asegurar que las prendas desarrolladas cumplan con los estándares internacionales exigidos para trabajos en entornos industriales de riesgo eléctrico y térmico.



Figura. 8. Cinta Reflectiva

CAPÍTULO V – RESULTADOS

5.1 Resultados del análisis

Propuesta para la implementación de ropa ignífuga y dieléctrica

5.1.1. Etapa 1: Planificar

La etapa de planificación constituye la fase inicial y estratégica del desarrollo del presente proyecto, ya que en ella se establecieron las bases técnicas, metodológicas y operativas necesarias para su ejecución. La formulación de la idea surge a partir de la identificación de una demanda creciente por parte de los clientes de la empresa Geology Tools, quienes manifestaron la necesidad de contar con prendas de vestir de protección que incorporen un mayor número de certificaciones y cumplan con normas internacionales de seguridad industrial aplicables a riesgos eléctricos y térmicos.

Con el propósito de comprender de manera objetiva las necesidades del mercado, se realizó un proceso de levantamiento de información que incluyó sondeos y entrevistas dirigidas a profesionales vinculados a sectores industriales de alto riesgo, tales como la minería, el petróleo, la seguridad industrial, la energía eléctrica y las telecomunicaciones. Las respuestas obtenidas permitieron identificar expectativas concretas en cuanto a niveles de protección, confort, durabilidad y cumplimiento normativo, proporcionando una visión clara de los requerimientos técnicos que debían ser considerados en el diseño de las prendas.

A partir de esta información, se inició la búsqueda y evaluación de proveedores tanto nacionales como internacionales, priorizando aquellos capaces de suministrar telas e insumos que cumplan con los estándares técnicos y normativos exigidos. Este proceso se desarrolló con el acompañamiento y asesoramiento de profesionales especializados en seguridad industrial y materiales textiles, lo que permitió realizar una selección técnica fundamentada, orientada a garantizar la calidad y confiabilidad de los insumos utilizados.

Posteriormente, una vez definidos los materiales más adecuados, se procedió a la gestión de adquisición e importación de los textiles seleccionados, así como al desarrollo de los diseños preliminares correspondientes a los distintos tipos de prendas contempladas en el proyecto. Estos diseños fueron sometidos a revisión y retroalimentación por parte de los profesionales previamente entrevistados, lo que permitió realizar ajustes orientados a mejorar la funcionalidad, ergonomía y seguridad de las prendas antes de avanzar a las siguientes etapas del proceso.

5.1.2. Etapa 2: Hacer

La etapa de ejecución, correspondiente a la fase Hacer, se orientó a la materialización de los lineamientos definidos durante la etapa de planificación. En esta fase se procedió al desarrollo técnico de las prendas, iniciando con la elaboración de moldes y patrones de confección, los cuales se basaron en una tabla de medidas estándar que permitió garantizar uniformidad, ergonomía y consistencia en la producción inicial.

Una vez definidos los moldes, se llevó a cabo la confección de las prendas en el taller, aplicando criterios de calidad en los procesos de corte, ensamblaje y acabado, con especial atención a la correcta manipulación de los textiles técnicos seleccionados. Durante esta etapa se consideraron aspectos como la disposición de costuras, la integración de elementos funcionales y la correcta aplicación de componentes complementarios, con el fin de asegurar que las prendas cumplan con los requerimientos de seguridad, confort y durabilidad establecidos en el proyecto.

Posteriormente, las prendas confeccionadas fueron sometidas a un proceso de evaluación externa, mediante el envío de modelos a distintas empresas y profesionales del sector industrial. Este procedimiento tuvo como finalidad validar la calidad del producto desarrollado, así como obtener observaciones y comentarios técnicos relacionados con su desempeño, funcionalidad y adecuación a las condiciones reales de trabajo. La retroalimentación recibida permitió identificar oportunidades de mejora y ajustes necesarios, orientados a optimizar el diseño y elevar el nivel de calidad de las prendas, antes de avanzar a las etapas posteriores del proyecto.

5.1.3. Etapa 3: Verificar

La etapa de verificación tuvo como objetivo comprobar el cumplimiento de los requisitos técnicos, funcionales y de calidad definidos para las prendas desarrolladas en el proyecto. En esta fase, los prototipos confeccionados fueron sometidos a un proceso de

evaluación externa, mediante su envío a empresas y profesionales vinculados a sectores industriales de alto riesgo, quienes cuentan con experiencia directa en el uso de indumentaria de protección personal.

Este proceso de validación permitió analizar el desempeño de las prendas en condiciones reales o simuladas de trabajo, considerando aspectos como la funcionalidad, la comodidad, la resistencia del material, la correcta integración de los componentes y la adecuación del diseño a las exigencias operativas del usuario. Asimismo, se realizaron pruebas de calidad orientadas a identificar posibles fallas en la confección, en los acabados o en la disposición de los elementos de seguridad, con el fin de asegurar un producto confiable y acorde a los estándares establecidos.

La retroalimentación técnica obtenida a partir de estas evaluaciones fue sistematizada y analizada, lo que permitió detectar errores de diseño, confección o ajuste, así como oportunidades de mejora en los procesos productivos. Con base en estos resultados, se procedió a corregir las deficiencias identificadas y a realizar los ajustes necesarios, garantizando que las prendas cumplan de manera adecuada con los objetivos de protección, calidad y funcionalidad previstos, antes de avanzar a la etapa final del ciclo de mejora.

5.1.4. Etapa 4: Actuar

Una vez concluidas las fases de pruebas, rectificaciones y verificaciones, se procedió a la implementación de las acciones finales orientadas a la introducción de las prendas dieléctricas e ignífugas en el mercado. Esta etapa tuvo como finalidad consolidar los

resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo y trasladarlos a una aplicación práctica, asegurando que el producto final cumpla con los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad establecidos en el proyecto.

El lanzamiento de las prendas se realizó a través de los canales de comunicación digital de la empresa Geology Tools, utilizando plataformas como LinkedIn, Instagram y TikTok, con el objetivo de difundir información técnica y preventiva relacionada con la seguridad industrial. Estas acciones no se enfocaron únicamente en la comercialización del producto, sino también en la generación de conciencia sobre la importancia del uso adecuado del equipo de protección personal como medida fundamental para la prevención de accidentes laborales.

Adicionalmente, se desarrollaron campañas de sensibilización orientadas a resaltar el impacto que una correcta selección y utilización del EPP puede tener en la reducción de riesgos eléctricos y térmicos, enfatizando que la prevención constituye un factor determinante para la protección de la vida y la integridad física de los trabajadores. En este sentido, cada proceso de comercialización fue concebido como una oportunidad para promover una cultura de seguridad industrial responsable y sostenible.

Como parte de esta etapa, se realizaron visitas técnicas a empresas pertenecientes a sectores industriales de alto riesgo, con el propósito de presentar el producto, explicar sus características técnicas y fomentar la adecuada implementación de prendas certificadas dentro de sus sistemas de seguridad y salud ocupacional. Estas acciones permitieron fortalecer la relación con el sector productivo y contribuir a que las empresas equipen de manera adecuada a sus trabajadores

CONCLUSIONES

El desarrollo del presente proyecto permitió evidenciar la importancia de la indumentaria dieléctrica e ignífuga como un elemento fundamental dentro de los sistemas de seguridad y salud ocupacional, especialmente en entornos industriales de alto riesgo eléctrico y térmico. La correcta selección de materiales y el cumplimiento de normas internacionales contribuyen de manera significativa a la reducción de accidentes laborales y a la protección de la integridad física de los trabajadores.

A partir del análisis del contexto nacional, se identificó que en el Ecuador persiste la necesidad de fortalecer la cultura de prevención en materia de seguridad industrial, considerando el incremento de actividades productivas asociadas a la minería, el petróleo, la energía eléctrica y otros sectores de riesgo. En este sentido, el proyecto responde a una demanda real del mercado, alineándose con la normativa nacional vigente y con estándares internacionales reconocidos.

La aplicación de la metodología PHVA permitió estructurar el proyecto de manera ordenada y sistemática, facilitando la planificación, ejecución, verificación y mejora continua de las prendas desarrolladas. Este enfoque metodológico resultó adecuado para garantizar la calidad del producto final y su correcta adaptación a las necesidades del usuario final.

El diseño y confección de camisas, pantalones y overoles dieléctricos e ignífugos, utilizando telas y componentes certificados, demostró que es posible integrar protección, funcionalidad, confort y presentación estética en una misma prenda, sin comprometer los niveles de seguridad requeridos para trabajos en entornos industriales de alto riesgo.

La incorporación de normas internacionales como NFPA, ASTM, ISO, IEC y ANSI en el desarrollo del proyecto permitió asegurar que las prendas cumplan con criterios técnicos de desempeño ampliamente aceptados a nivel global, lo que incrementa su confiabilidad y potencial de aceptación por parte de empresas que buscan elevar sus estándares de seguridad laboral.

El proyecto evidencia que la producción local de indumentaria técnica especializada representa una oportunidad para dinamizar la economía nacional, generar empleo y fortalecer el sector textil, al tiempo que se contribuye a mejorar las condiciones de seguridad industrial en el país.

Finalmente, se concluye que el proyecto constituye una base sólida para la innovación continua dentro de la empresa Geology Tools, permitiendo la mejora progresiva de la calidad, la ampliación del portafolio de productos y el desarrollo de soluciones de protección cada vez más accesibles, sin perder de vista el cumplimiento normativo y la prevención de riesgos laborales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que, previo al diseño y confección de prendas dieléctricas e ignífugas, se realice un proceso de investigación directa con los usuarios finales, a fin de identificar de manera precisa las características técnicas que requiere cada tipo de actividad laboral. Esto resulta fundamental debido a que los riesgos presentes varían significativamente entre las distintas industrias; por ejemplo, los peligros asociados a la minería no son los mismos que aquellos existentes en el sector petrolero, eléctrico o de telecomunicaciones. En consecuencia, la comprensión detallada de estas diferencias permite desarrollar prendas ajustadas a las condiciones reales de trabajo, garantizando una protección más eficaz y adecuada para los trabajadores.

Asimismo, se recomienda que el enfoque de protección no se limite únicamente al uso de telas certificadas, sino que se extienda a la selección integral de todos los insumos que conforman la prenda y el equipo de protección personal. Elementos como hilos, cierres, botones, cintas reflectivas y accesorios deben contar con propiedades dieléctricas y compatibles con las normas de seguridad industrial, ya que la utilización de componentes no certificados puede comprometer la efectividad global de la protección, generando puntos vulnerables en la indumentaria.

De igual manera, se sugiere promover una visión integral del sistema de protección personal, incorporando otros equipos complementarios como botas dieléctricas, guantes aislantes y accesorios de seguridad certificados, los cuales, en conjunto con la ropa ignífuga y dieléctrica, permiten reducir de manera significativa el riesgo de accidentes laborales. La

correcta selección, uso y mantenimiento de estos elementos contribuye a fortalecer la seguridad y salud ocupacional, favoreciendo la protección de la vida y la integridad física de los trabajadores en entornos industriales de alto riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM F1506 - Westex: a Milliken brand. (2018, 16 febrero). Westex: A Milliken Brand.

<https://es.westex.com/understand-the-hazards/arc-flash-protection/astm-f1506/>

Cadena, R. (2025, 5 agosto). Tragedia en poste eléctrico: dos trabajadores mueren electrocutados en Zamora Chinchipe. *Metro Ecuador*.

<https://www.metroecuador.com.ec/noticias/2025/08/05/tragedia-en-poste-electrico-dos-trabajadores-mueren-electrocutados-en-zamora-chinchipe>

EN ISO 11611 – Protección frente a soldaduras y procesos similares. (s. f.).

<https://www.mascot.es/es/en-iso-11611>

Equipo Empretext. (2023, 26 agosto). *¿Qué es la NFPA 2112 y para qué sirve en la protección ignífuga?* Empretext | Protección, Innovación y Confort Para el Talento

Humano. <https://empretext.com/que-es-la-nfpa-2112-y-para-que-sirve/>

Hernández, M. J. (2025, 7 julio). *Decreto 255 mayo 2024: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.* CONSE | Psicología Organizacional.

<https://www.seguridadecuador.com/decreto-255-mayo-2024-reglamento-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

Holguin, J. C. (2023, 4 enero). Un trabajador falleció tras sufrir descarga eléctrica en El

Quinche. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/trabajador-fallecio-descarga-electrica-quinche/>

Instagram. (s. f.). https://www.instagram.com/geologytools_ec/?hl=es-la

NFPA | LA National Fire Protection Association. (s. f.). <https://www.nfpa.org/es>

NFPA 70E - OSHA NFPA 70E Clothing | Westex. (2018, 16 febrero). Westex: A Milliken Brand. <https://es.westex.com/understand-the-hazards/arc-flash-protection/nfpa-70e/>

Stepka, E. (2025, 16 julio). *ANSI/ISEA 107-2020: High-Visibility Safety Apparel*. The

ANSI Blog. <https://blog.ansi.org/ansi/ansi-isea-107-2020-high-visibility-apparel/>