



## Análisis ergonómico de los equipos de protección personal y su incidencia en la salud laboral del personal operativo y voluntarios en bomberos.

*Ergonomic analysis of personal protective equipment and its impact on the occupational health of operational personnel and volunteers in firefighter.*

Christian Patricio Paredes Zaruma<sup>1</sup> 

cpparedes@itsoriente.edu.ec.

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez<sup>2</sup> 

benjaminquito@bqc.com.ec

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Daniela Fernanda Vásconez Duchicela<sup>3</sup> 

danielavasconez@bqc.com.ec

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Recepción: 05-01-2026

Aceptación: 09-02-2026

Publicación: 30-03-2026

**Como citar este artículo:** Paredes, C. Quito, B. Vásconez, D. (2026). **Análisis ergonómico de los equipos de protección personal y su incidencia en la salud laboral del personal operativo y voluntarios en bomberos.** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 7 (1), pp. 2467-2511.

<sup>1</sup> Tecnólogo En Seguridad Y Salud Ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO); Maestrante En Herramientas De Seguridad Industrial Y Salud En El Trabajo. (ITSO); Bombero De Profesión Con Varios Cursos Y Capacitaciones Desarrolladas Y Adquiridas En El Ámbito De Incendios, Paramedicina, Dentro De La Arte Operativa En Bomberos De La Ciudad De Cuenca.

<sup>2</sup> Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Magister en Ciencias Gerenciales (Universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (UBA) Venezuela, Doctor en Ciencias Gerenciales PHD (universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Postdoctorado en Ciencias de la Educación (UBA) Venezuela.

<sup>3</sup> Ingeniera Mecánica mención Automotriz (Universidad Tecnológica América), Magister en Talento Humano (Universidad Internacional SEK), Magister en Administración de Empresas (Universidad Internacional del Ecuador), Doctor en Ciencias de la Educación PHD por la Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela.





### Resumen

La investigación aborda la problemática de la ergonomía de los equipos de protección personal (EPP) utilizados por el personal operativo y voluntario de los cuerpos de bomberos, considerando que, si bien estos equipos son indispensables para la protección frente a riesgos físicos, térmicos y químicos, su diseño y condiciones de uso pueden generar efectos adversos sobre la salud laboral. El objetivo general del estudio fue analizar la incidencia de las condiciones ergonómicas del EPP en la salud laboral del personal bomberil, para la identificación de las necesidades de mejora orientadas a la prevención de riesgos. Se desarrolló bajo un enfoque mixto, con predominio cuantitativo, mediante un diseño observacional, analítico y de corte transversal, aplicando una encuesta estructurada a 41 participantes de diferentes estaciones, lo que permitió recopilar información sobre ajuste, peso, confort, ventilación y efectos en la salud. Entre los principales hallazgos se evidenció que el peso del EPP, la falta de flexibilidad y las deficiencias en la ventilación térmica se asocian con fatiga física, molestias musculoesqueléticas especialmente en la región lumbar y una percepción de limitación en la movilidad y la capacidad de respuesta. Además, componentes como guantes, botas, chaquetón y el equipo de respiración autónoma fueron identificados como prioritarios para intervención ergonómica. En conclusión, el estudio confirma que el EPP cumple una función protectora esencial, pero requiere mejoras ergonómicas y una gestión institucional más sólida para reducir riesgos laborales y promover condiciones de trabajo más seguras y saludables para el personal bomberil. **Palabras claves:** Ergonomía, EPP, Riesgos ocupacionales, Bomberos, Salud laboral.

### Abstract

The research addresses the problem of the ergonomics of personal protective equipment (PPE) used by operational and volunteer personnel of fire departments, considering that, although this equipment is essential for protection against physical, thermal and chemical risks, its design and conditions of use can generate adverse effects on occupational health. The general objective of the study was to analyze the incidence of the ergonomic conditions of PPE on the occupational health of firefighting personnel, in order to identify the needs for improvement aimed at risk prevention. It was developed under a mixed approach, with a quantitative predominance, through an observational, analytical and cross-sectional design, applying a structured survey to 41 participants from different seasons, which allowed collecting information on fit, weight, comfort, ventilation and health effects. Among the main findings, it was evidenced that the weight of PPE, lack of flexibility and deficiencies in thermal ventilation are associated with physical fatigue, musculoskeletal discomfort especially in the lumbar region and a perception of limitation in mobility and responsiveness. In addition, components such as gloves, boots, jackets and self-contained breathing equipment were identified as priorities for ergonomic intervention. In conclusion, the study confirms that PPE fulfills an essential protective function, but requires ergonomic improvements and stronger institutional management to reduce occupational risks and promote safer and healthier working conditions for firefighters. **Keywords:** Ergonomics, PPE, Occupational risks, Firefighters, Occupational health.





## **Introducción.**

La ergonomía de los equipos de protección personal (EPP) en el ámbito de los bomberos constituye un área de estudio fundamental dentro de la salud laboral, dada la naturaleza exigente y peligrosa de sus tareas. Los bomberos se enfrentan a entornos hostiles, temperaturas extremas, exposición a sustancias tóxicas y riesgos físicos constantes, lo que hace imprescindible el uso de EPP para salvaguardar su integridad física y reducir la incidencia de lesiones y enfermedades profesionales (Mandal et al., 2019;

Tomaskova & Krajňák, 2023). Sin embargo, la protección que ofrecen estos equipos no está exenta de desafíos como: el diseño, el peso, la rigidez y la falta de adaptación a las características antropométricas de los usuarios pueden convertirse en factores de riesgo adicionales, afectando la movilidad, el equilibrio, la eficiencia operativa y el bienestar general de los bomberos (Kis et al., 2023; McQuerry & Schofield, 2023; Moraes, 2020; Tomaskova & Krajňák, 2023)

El desarrollo tecnológico ha permitido avances significativos en los materiales y la capacidad de protección de los EPP, pero la ergonomía y el confort siguen siendo aspectos críticos y, en muchos casos, insuficientemente abordados (Mandal et al., 2019; Moraes, 2020). Problemas como el ajuste inadecuado, especialmente en mujeres bombero, la restricción de movimientos, el sobrecalentamiento y la incomodidad durante largas jornadas, pueden incrementar el riesgo de accidentes, lesiones musculoesqueléticas y estrés físico y psicológico (Horváth, 2022; McQuerry et al., 2023). Además, la interacción entre los diferentes componentes del EPP (casco, guantes, botas, ropa térmica, equipos de respiración autónoma) puede generar puntos de presión, limitar la





destreza manual y dificultar la comunicación y la percepción sensorial, comprometiendo la seguridad y la eficacia en las intervenciones (Wang et al., 2022).

En el contexto de Cuenca - Ecuador, y en estudios internacionales, se ha documentado que el uso de EPP incrementa la carga fisiológica, limita la movilidad, afecta el equilibrio y eleva el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, caídas y fatiga (Tahernejad et al., 2024). Además, el ajuste inadecuado, especialmente en mujeres bombero, y la falta de confort pueden aumentar la incomodidad, el estrés térmico y el riesgo de exposición a contaminantes (Mayer et al., 2022; Ticlo & Rao, 2024).

La investigación desarrollada emplea una investigación bajo un enfoque mixto de tipo cuantitativo y cualitativo, con predominio del componente cuantitativo y un diseño observacional y de corte transversal. Este diseño permitió describir y analizar la relación entre los factores ergonómicos asociados al uso de equipos de protección personal (EPP) y los efectos sobre la salud laboral de los bomberos de la ciudad de Cuenca. La naturaleza transversal del estudio posibilitó la recolección de datos en un único momento, garantizando una evaluación integral de las condiciones ergonómicas y de los síntomas musculoesqueléticos presentes, complementada con la exploración cualitativa de las percepciones de los participantes sobre el confort, ajuste y limitaciones del EPP durante las labores operativas. La recolección de información de investigación se realizó en tres fases: preparación, levantamiento de datos y sistematización.

La importancia de la investigación se concentra en acoger los resultados obtenidos en diagnóstico situacional del problema con respecto a la





ergonomía equipos de protección personal de bomberos de la ciudad de Cuenca para determinar propuestas de solución. Por ello, el objetivo general se enfatiza en diseñar una propuesta de mejora orientada a la optimización de la ergonomía de los equipos de protección personal, considerando lineamientos técnicos, normativos y preventivos que reduzcan riesgos laborales en los bomberos de Cuenca. En consecuencia, con base a los antecedentes problemáticos analizados se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera las condiciones ergonómicas asociadas al uso de los equipos de protección personal inciden en la salud laboral de los bomberos de la ciudad de Cuenca?

### **Marco Teórico.**

La ergonomía es la disciplina que estudia la adaptación de las condiciones de trabajo a las capacidades y limitaciones del ser humano, con el objetivo de optimizar el bienestar, la seguridad y el rendimiento laboral. En el caso de los bomberos, la ergonomía aplicada al diseño y uso de los equipos de protección personal (EPP) es fundamental, porque estos profesionales enfrentan ambientes extremos, altas temperaturas, exposición a sustancias tóxicas y exigencias físicas intensas (Mandal et al., 2019; Ticlo & Rao, 2024).

El EPP de los bomberos incluye ropa térmica, casco, guantes, botas y equipos de respiración autónoma. Si bien estos elementos son esenciales para la protección frente a riesgos térmicos, químicos y mecánicos, su diseño y características pueden generar cargas físicas adicionales, afectar la movilidad y limitar la funcionalidad durante las operaciones (Mandal et al., 2019; Taylor et al., 2012).

El uso de EPP incrementa la carga fisiológica, reduce la tolerancia al ejercicio y aumenta la fatiga. El peso y la rigidez de botas y ropa térmica





son los principales responsables del aumento en el consumo de oxígeno y la disminución del rendimiento físico, lo que puede traducirse en un mayor riesgo de lesiones y accidentes. Por ejemplo, se ha reportado que el EPP puede reducir la tolerancia al ejercicio hasta en un 56% y aumentar la percepción de esfuerzo durante tareas simuladas (Lesniak et al., 2020; Taylor et al., 2012).

Además, el EPP, especialmente cuando incluye equipos de respiración autónoma y botas pesadas, altera el centro de masa del bombero, restringe el rango de movimiento y dificulta el equilibrio, incrementando el riesgo de caídas y lesiones musculoesqueléticas (Kis et al., 2023; Lesniak et al., 2020; S. Wang et al., 2021). Por tal razón, se han generado limitaciones en la movilidad del personal bomberil, lo cual afectan la eficiencia operativa y pueden comprometer la seguridad en situaciones de emergencia (H. Park et al., 2015). La prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en bomberos es alta (hasta 46%), especialmente en la zona lumbar, cuello y hombros, asociada al uso prolongado de EPP y tareas de carga (Tahernejad et al., 2024; Yunus et al., 2022).

También, el ajuste inadecuado del EPP, particularmente en mujeres bombero, genera incomodidad, restringe la movilidad y aumenta el riesgo de exposición a contaminantes y lesiones (Brisbine et al., 2022; McQuerry et al., 2023). En consecuencia, la falta de adaptación a las diferencias antropométricas puede llevar a que parte del EPP no se utilice correctamente, comprometiendo la protección y la salud (McQuerry et al., 2023; H. Park et al., 2015). Por ende, el diseño y ajuste inadecuado del EPP contribuyen a la aparición de dolor y lesiones, particularmente durante





actividades de levantamiento y rescate (McQuerry, 2020; S. Wang et al., 2023).

Es necesario mencionar que, el EPP incrementa el estrés térmico, elevando la temperatura corporal y la frecuencia cardíaca, lo que puede derivar en agotamiento, accidentes y disminución del rendimiento (Darabont et al., 2024; Ghiyasi et al., 2020). Además, el uso prolongado de EPP está vinculado a un aumento del estrés físico y mental, incrementando la ansiedad y el malestar psicológico (Darabont et al., 2024). Por ello, el enfoque ergonómico dirigido hacia las EPP contribuye a reducir la incidencia de lesiones y enfermedades laborales, mejora el rendimiento y promueve la salud integral de los bomberos (Horváth, 2022).

Por tal razón, el diseño ergonómico debe priorizar la movilidad y la destreza, permitiendo a los bomberos manipular herramientas, operar equipos y realizar tareas complejas con precisión. Las limitaciones en la movilidad y la destreza manual, especialmente por el diseño de guantes y la integración de los diferentes componentes del EPP, pueden comprometer la seguridad y la eficiencia operativa (Moraes, 2020; Ticlo & Rao, 2024). Además, el uso de EPP no ergonómico está asociado a un mayor riesgo de lesiones musculoesqueléticas, fatiga, caídas, trastornos por calor y estrés psicológico, lo que repercute negativamente en la salud laboral y la productividad de los bomberos (H. Park et al., 2015; Taylor et al., 2012). Debido a los riesgos mencionados, se enfatiza que la mejora ergonómica del EPP es esencial para reducir estos riesgos y promover el bienestar integral de los bomberos.

La ergonomía del EPP es un factor determinante en la salud y seguridad de los bomberos. Un diseño deficiente puede incrementar la carga fisiológica,





limitar la movilidad, aumentar el riesgo de lesiones y afectar el bienestar físico y mental. Por ello, la mejora continua del EPP desde una perspectiva ergonómica es esencial para la seguridad y el desempeño de los bomberos (Brisbine et al., 2022; Darabont et al., 2024).

De acuerdo, a la literatura científica resalta la importancia de integrar principios ergonómicos en el diseño y selección de los EPP, considerando tanto la diversidad de los usuarios como las demandas específicas de las tareas de los bomberos (Horváth, 2022). Por ello, un enfoque ergonómico no solo contribuye a reducir la incidencia de lesiones y enfermedades laborales, sino que también mejora el rendimiento, la satisfacción y la salud integral de los bomberos, promoviendo entornos de trabajo más seguros y sostenibles (Ticlo & Rao, 2024; Tomaskova & Krajňák, 2023).

## **Estado del Arte**

En este apartado se analizan los trabajos académicos que resaltan estudios sobre la ergonomía de los equipos de protección personal y las implicaciones de salud de los bomberos con enfoque en los posibles riesgos a corto, mediano y largo plazo, además de los efectos generados en el rendimiento de las diversas actividades que desempeñan.

Ghiyasi et al. (2020) en su estudio titulado “The effect of personal protective equipment on thermal stress: An experimental study on firefighters”, plantearon como objetivo analizar el efecto del uso del equipo de protección personal (EPP) sobre el estrés térmico en bomberos durante actividades físicas simuladas. Para ello, emplearon una metodología con un diseño experimental con participación de bomberos que realizaron ejercicios controlados bajo diferentes condiciones de temperatura y niveles de esfuerzo. Se midieron variables fisiológicas como la temperatura





corporal, la frecuencia cardíaca y la percepción del calor, utilizando instrumentos biomédicos estandarizados. De lo cual, entre los resultados se revelaron que el EPP incrementa significativamente el estrés térmico, afectando el rendimiento y aumentando el riesgo de fatiga y deshidratación. Por tal razón, concluyeron que el diseño del EPP debe optimizarse para mejorar la ventilación y reducir la carga térmica, garantizando la seguridad y eficiencia de los bomberos durante sus labores operativas.

Según Wu (2020), en su investigación titulada “Function Design of Firefighting Personal Protective Equipment: A Systematic Review”, la cual tuvo por objetivo analizar de manera sistemática las funciones, limitaciones y avances tecnológicos en el diseño del equipo de protección personal para bomberos, con el fin de mejorar su seguridad, comodidad y desempeño operativo. Se desarrolló mediante una revisión sistemática de la literatura en bases de datos científicas internacionales, considerando estudios empíricos, normativos y de innovación tecnológica sobre diseño ergonómico, materiales térmicos y sistemas de ventilación. Se aplicaron criterios PRISMA para la selección y análisis de los documentos. En la cual se identificó que los avances en materiales inteligentes, sensores térmicos y diseño ergonómico contribuyen significativamente a disminuir el estrés térmico y mejorar la movilidad. Concluyendo que existe necesidad de integrar tecnologías inteligentes y enfoques centrados en el usuario para desarrollar EPP más funcionales, cómodos y seguros en contextos de alto riesgo para el personal de bomberos.

Mientras que en el estudio realizado por Choi et al. (2023), titulado “Exposure and Risk Assessment of Korean Firefighters to PBDEs and PAHs





via Fire Vehicle Dust and Personal Protective Equipment”; cuyo objetivo fue evaluar la exposición y los riesgos asociados a compuestos bromados (PBDEs) y policíclicos aromáticos (PAHs) en bomberos coreanos, derivados del polvo en vehículos de emergencia y del uso del equipo de protección personal. Para lo cual, emplearon un enfoque cuantitativo analítico, recolectando muestras de polvo y residuos en equipos de protección utilizados por bomberos activos.

Posteriormente, se aplicaron técnicas de cromatografía y espectrometría de masas para determinar los niveles de contaminantes y su potencial toxicidad. Revelando en los resultados que la acumulación significativa de PBDEs y PAHs tanto en el interior de los vehículos como en el EPP, representa un riesgo potencial para la salud a largo plazo.

Concluyendo que es necesario implementar protocolos de descontaminación periódica y rediseñar los materiales del EPP para reducir la exposición química y mejorar la seguridad ocupacional de los bomberos.

En el caso del Ecuador de acuerdo al estudio realizado por Betancourt et al. (2025) en su obra “La Seguridad Ergonómica en el Uso de Equipos de Protección Estructurales Para Personal Operativo del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pastaza”, que tuvo por objetivo evaluar la seguridad ergonómica del uso de equipos de protección estructural por el personal operativo del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pastaza, identificando factores físicos, psicológicos y sociales asociados a su uso inadecuado. Para ello, emplearon diagnóstico documental complementado con análisis descriptivo del uso del equipamiento por los bomberos del Cantón Pastaza, evaluando condiciones de ajuste, confort, frecuencia de





uso, desgaste y factores ergonómicos que afectan al personal operativo. Obtuvieron como resultado una incidencia recurrente de problemas de salud relacionados con la ergonomía inadecuada del EPP incluyendo fatiga, molestias musculoesqueléticas y estrés psicológico lo que a su vez afecta el desempeño operativo del personal. De lo cual, concluyeron que mejorar la ergonomía del diseño y uso del equipo de protección estructural es fundamental no solo para preservar la salud física y mental de los bomberos, sino también para optimizar su eficacia en la intervención de emergencias, recomendando un programa de capacitación especializada y revisión del equipo.

En otro estudio realizado en territorio ecuatoriano por Castillo (2023), titulado “Alteraciones ergonómicas que originan afecciones musculares en el personal operativo del cuerpo de bomberos de Loja”, el cual tuvo por objetivo determinar las alteraciones ergonómicas que originan daños musculares en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Loja. Empleó un estudio observacional en 61 trabajadores, desarrollado en dos fases: análisis documental de historias clínicas ocupacionales y aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka para identificar sintomatología músculo-esquelética por regiones corporales y su severidad. Evidenciando en los resultados una alta prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos, con predominio de lumbalgia/dolor dorso-lumbar entre 22-23 casos, seguida de molestias en hombro y cuello; la intensidad fue principalmente moderada a severa y generó impedimentos laborales de 1 a 7 días, especialmente en región lumbar. Concluyendo que, la carga postural, posiciones estáticas y manipulación de cargas pesadas son factores críticos; se recomienda intervención ergonómica integral por lo cual, es





necesario el rediseño de tareas y equipos, capacitación y vigilancia de salud para disminuir la morbilidad y el ausentismo.

También en la investigación “Factores ergonómicos que originan alteraciones músculo-esqueléticas en el personal del cuerpo de bomberos en la ciudad de Loja” desarrollada por Castillo & Ochoa (2023), que tuvieron por objetivo determinar los factores ergonómicos asociados a la aparición de trastornos músculo-esqueléticos en el personal operativo. Para lo cual, emplearon un estudio observacional y descriptivo en 61 bomberos, con revisión de historias clínicas ocupacionales y aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka para identificar regiones afectadas, intensidad del dolor e impedimentos laborales.

Obteniendo como resultados la alta prevalencia de lumbalgia/dolor dorso-lumbar (23 casos), seguida de molestias en cuello y hombro; los impedimentos se concentraron entre 1 y 7 días, y la mala postura fue el factor más atribuido de lo cual el 74%, evidenciando carga postural y manipulación de cargas como riesgos dominantes.

Finalmente, plantean que se recomienda una intervención ergonómica integral rediseño de tareas y equipos, capacitación postural y vigilancia de salud para reducir morbilidad y ausentismo en el cuerpo de bomberos.

La revisión de la literatura evidencia que la ergonomía de los equipos de protección personal (EPP) constituye un factor determinante en la salud laboral y el rendimiento operativo de los bomberos. Por lo tanto, los estudios internacionales y nacionales coinciden en que el uso prolongado del EPP, si bien garantiza la protección ante riesgos térmicos y químicos, genera importantes cargas fisiológicas y musculoesqueléticas que afectan





el bienestar físico y psicológico del personal. Mientras que, en las investigaciones experimentales, como las de Ghiyasi et al. y Wu, destacan la necesidad de rediseñar los equipos con materiales inteligentes y sistemas de ventilación que reduzcan el estrés térmico y mejoren la movilidad. Por su parte, los estudios de Choi et al., Betancourt y Castillo evidencian la exposición a contaminantes, la presencia de fatiga, lumbalgia y estrés postural derivados del uso inadecuado del equipo o de su diseño deficiente. En conjunto, estos hallazgos subrayan la urgencia de integrar la ergonomía en el diseño, mantenimiento y capacitación sobre el uso del EPP, promoviendo una gestión preventiva que preserve la salud integral de los bomberos y fortalezca la eficiencia en la atención de emergencias.

## **Desarrollo.**

El levantamiento de información a la población de estudio permitió obtener información de 41 participantes, referente a la salud laboral del personal operativo y voluntarios en bomberos de diferentes estaciones del Azuay. De lo cual, permitió establecer las necesidades y potencialidades existentes para el planteamiento de estrategias de solución.

## **Análisis de los datos cuantitativos obtenidos en las encuestas**

### **Caracterización de la población encuestada**

En la tabla 1, se establece un análisis de los resultados que permite comprender la composición sociodemográfica y laboral del personal operativo y voluntario de los cuerpos de bomberos participantes, lo cual constituye un elemento clave para interpretar de forma contextualizada los posteriores resultados ergonómicos. En primer lugar, la distribución por edad muestra un predominio claro del grupo de 36 a 45 años, lo que





evidencia que la fuerza laboral analizada se encuentra en una etapa de madurez física y profesional. Este segmento etario suele experimentar una mayor susceptibilidad a molestias musculoesqueléticas acumulativas, particularmente cuando existe exposición prolongada a cargas físicas exigentes como las que implica el uso del EPP. Sin embargo, existe la presencia de grupos más jóvenes, aunque menor, pero aporta una visión comparativa respecto a tolerancia física y capacidad de adaptación al equipo, lo cual enriquece el análisis.

En cuanto al género, se identifica un perfil altamente masculinizado, con casi nueve de cada diez participantes pertenecientes al género masculino. Esto refleja la composición tradicional del personal operativo en cuerpos de bomberos y, al mismo tiempo, evidencia la necesidad de considerar que la ergonomía del EPP podría no estar diseñada de forma equitativa para ambos géneros. También, se cuenta con la participación femenina, aunque minoritaria, pero es importante porque permite identificar potenciales limitaciones en ajuste, tallaje y movilidad, variables particularmente sensibles cuando los equipos no contemplan una diversidad antropométrica adecuada.

La experiencia profesional revela una estructura bimodal, donde se concentra un grupo significativo con pocos años de servicio concentrado en 1-5 años y otro igualmente importante con más de 15 años. Este comportamiento sugiere la coexistencia de personal en fases iniciales de adaptación operativa y trabajadores con alta exposición acumulada al uso de EPP, lo que influye directamente en la percepción de comodidad, peso, ventilación y fatiga. Los bomberos con menor experiencia tienden a presentar menor desgaste físico, pero mayor sensibilidad a incomodidades





iniciales del equipo; mientras que quienes superan una década de servicio pueden manifestar síntomas crónicos derivados del uso prolongado del EPP, convirtiendo su perspectiva en un insumo esencial para identificar fallas ergonómicas estructurales.

Finalmente, la distribución por cargo confirma que la mayoría de participantes corresponde al personal operativo, lo cual fortalece la validez del estudio. Este grupo es el que utiliza con mayor frecuencia y bajo las condiciones más demandantes todos los componentes del EPP, permitiendo obtener una evaluación realista de su comportamiento ergonómico. Por ello, la presencia de jefes de guardia, conductores y paramédicos, aunque en menor proporción, complementa el panorama con percepciones asociadas a roles de apoyo o mando, que igualmente enfrentan riesgos laborales, pero con exigencias físicas diferenciadas.

**Tabla 1:** Distribución sociodemográfica y laboral

Variable	Categorías	Total %
Edad	36-45 años	48.8%
	26-35 años	24.4%
	18-25 años	19.5%
	46-55 años	4.8%
	Más de 55 años	2.4%
Género	Masculino	87.8%
	Femenino	12.2%
Años de experiencia	1-5 años	31.7%
	Más de 15 años	29.3%
	11-15 años	14.6%
	6-10 años	14.6%
	Menos de 1 año	9.8%
Cargo	Bombero operativo	78%
	Jefe de guardia	7.3%
	Conductor	7.3%
	Paramédico	7.3%





**Nota:** la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.

## **Condiciones de uso y ergonomía de los EPP**

De acuerdo a la primera variable relacionada con el ajuste del EPP a la talla y textura física presenta una valoración mayoritariamente positiva, con un 68,30% de los encuestados ubicados entre “Muy de acuerdo” y “De acuerdo”. Sin embargo, un 14,6% expresa algún nivel de desacuerdo y un 17,10% permanece neutral, lo que indica que, si bien la mayoría percibe un ajuste adecuado, existe un grupo significativo que experimenta incompatibilidades biomecánicas que podrían influir en la movilidad y seguridad durante las intervenciones. Este hallazgo se complementa con la percepción sobre el peso del EPP, donde un 58,5% está de acuerdo en que éste dificulta la movilidad, y un 31,70% adicional se mantiene neutral. El hecho de que las respuestas “Muy en desacuerdo” representen solo el 2,40% evidencia que el peso del EPP constituye una carga real y cotidiana para la mayoría del personal bomberil.

En cuanto a los componentes específicos del EPP, el casco es uno de los elementos mejor valorados: el 75,70% se ubica entre “Muy de acuerdo” y “De acuerdo”, lo cual sugiere un adecuado diseño en términos de estabilidad y confort. No obstante, en el caso del chaquetón, el pantalón y las botas, aunque prevalece la percepción positiva entre 53,70% y 58,50% con la escala de acuerdo, también se observa una proporción no despreciable de desacuerdo entre 9,80% y 12,20%, especialmente en el soporte brindado por las botas, donde un 12,20% manifiesta estar “Muy en desacuerdo”. Esto indica que ciertos elementos del EPP no se pueden





adaptar de forma óptima a las exigencias biomecánicas de los usuarios ni a la diversidad de anatomías presentes en el personal operativo.

El equipo de respiración autónoma (SCBA) destaca como uno de los componentes más críticos desde la perspectiva ergonómica. Aunque el 48,70% está de acuerdo en que no genera incomodidad excesiva, un 29,20% expresa desacuerdo, y un 22% se mantiene en una posición neutral. Esta distribución evidencia que casi un tercio del personal percibe molestias asociadas al SCBA, lo que podría repercutir en la fatiga, la sobrecarga lumbar y la eficiencia respiratoria durante operaciones prolongadas.

Por otra parte, la percepción sobre la distribución del peso del EPP y el proceso de colocación y retiro revela un equilibrio entre valoraciones positivas cerca del 60% y niveles importantes de neutralidad con el 24,40% y 29,30%, respectivamente. Estos resultados sugieren que, si bien el EPP es funcional en términos operativos, existen oportunidades de mejora relacionadas con la redistribución de pesos, la simplificación de los procedimientos de colocación y el refinamiento del diseño para facilitar la transición entre estados de preparación y acción.

Un aspecto crítico se identifica en la ventilación y el manejo térmico del EPP, aunque el 53,60% percibe que los materiales permiten una correcta ventilación, un 31,70% está en desacuerdo, destacando la percepción de acumulación de calor y la consecuente incomodidad térmica durante las intervenciones. Este hallazgo coincide con la evidencia previa sobre el impacto del calor interno en el rendimiento físico y en el incremento del estrés térmico entre el personal de primera respuesta.





Finalmente, respecto al cumplimiento de normas técnicas, un 65,90% afirma estar de acuerdo en que el EPP responde a estándares actualizados relacionados con NFPA, INEN, ISO. No obstante, el 19,50% expresa desacuerdo, lo que refleja la percepción de que, en algunos casos, la normativa formal podría no alinearse completamente con la experiencia práctica de uso, ya sea por desgaste, antigüedad del equipo o variación en los modelos disponibles.

Por lo tanto, los resultados revelan que, aunque el EPP cumple parcialmente con criterios ergonómicos fundamentales, persisten desafíos significativos asociados al peso, la ventilación, la comodidad de ciertos componentes y el impacto del SCBA en la zona lumbar. Estos elementos deben ser considerados prioritariamente para la mejora del diseño del EPP y la implementación de estrategias institucionales orientadas a la salud laboral y la eficiencia operativa del personal bomberil. En la tabla 2 se pueden evidenciar los resultados.

Tabla 2: Condiciones de uso y ergonomía del EPP

Ítem	Muy de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo (%)	Muy en desacuerdo (%)
El EPP actual se ajusta adecuadamente a mi talla y contextura física.	17,10%	51,20%	17,10%	7,30%	7,30%
El peso total del EPP dificulta la movilidad durante las operaciones	2,40%	58,50%	31,70%	4,90%	2,40%
El casco es cómodo y mantiene una adecuada estabilidad durante las intervenciones.	22,0%	53,70%	9,80%	9,80%	4,90%
El chaquetón y los pantalones poseen buena flexibilidad al realizar movimientos exigentes.	4,90%	53,70%	24,40%	12,20%	4,90%





Las botas brindan un soporte adecuado al pie y al tobillo.	9,80%	48,80%	19,50%	9,80%	12,20%
El equipo SCBA no genera incomodidad excesiva en la espalda.	2,40%	46,30%	22%	26,80%	2,40%
La distribución del peso del EPP es equilibrada.	4,90%	56,10%	24,40%	12,20%	2,40%
El proceso de colocación y retiro del EPP es ergonómicamente adecuado.	7,30%	53,70%	29,30%	7,30%	2,40%
Los materiales del EPP permiten una correcta ventilación y reducción del calor	2,40%	51,20%	12,20%	31,70%	2,40%
El EPP utilizado cumple con normas técnicas actualizadas (NFPA, INEN, ISO)	24,40%	41,50%	14,60%	12,20%	7,30%

**Nota:** Nota: la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.

### **Incidencia en la salud laboral**

En la tabla 3, los resultados evidencian que el uso del equipo de protección personal (EPP) genera una serie de efectos fisiológicos y musculoesqueléticos que inciden de manera directa en la salud laboral del personal operativo y voluntario. En primer lugar, la presencia de dolor o molestias musculares durante o después de las jornadas es altamente prevalente, con un 73,20% de los encuestados que reporta esta condición “a veces”, mientras que un 12,20% la experimenta “casi nunca” y un 2,40% “nunca”.

Aunque, los valores extremos de frecuencia son bajos, el predominio de la categoría “a veces” sugiere que el malestar es recurrente y está fuertemente asociado a la carga física y al esfuerzo operativo que exige el





uso prolongado del EPP. Un patrón similar se observa en la zona lumbar, donde el 53,70% manifiesta molestias “a veces” y un 9,80% “casi siempre”, lo que reafirma que los factores ergonómicos del EPP, particularmente aquellos vinculados al peso y la distribución de cargas, ejercen un impacto relevante sobre esta región anatómica, considerada una de las más vulnerables en actividades de alto esfuerzo físico.

La fatiga excesiva asociada al peso del equipo representa otro hallazgo significativo está relacionado con el 63,40% que indica que la experimenta “a veces”, mientras que un 9,80% la presenta de forma frecuente “siempre” o “casi siempre”. Esta distribución revela que la sensación de fatiga no es un evento aislado, sino un factor persistente que puede afectar el rendimiento, la toma de decisiones y la resistencia física en situaciones operativas prolongadas.

Además, la afectación de la respiración o capacidad cardiorrespiratoria, aunque menos pronunciada, se manifiesta en un 46,30% que la experimenta “a veces” y un 4,9% “casi siempre”. Estos resultados sugieren que, si bien este síntoma no es tan dominante como la fatiga muscular o el dolor lumbar, constituye un elemento relevante que puede comprometer la seguridad y eficiencia del personal, particularmente en escenarios de alta demanda física o exposición a ambientes calurosos y contaminados.

El calor generado dentro del EPP es percibido como un factor que afecta el desempeño físico, con un 56,10% que reporta esta afectación “a veces” y un 17,10% que la experimenta entre “siempre” y “casi siempre”. Esta tendencia demuestra que la acumulación térmica es un problema estructural del EPP, el cual incrementa la carga fisiológica y puede predisponer al personal al





agotamiento, la deshidratación o el deterioro del desempeño cognitivo en acciones tácticas.

No obstante, cuando se analizan lesiones musculoesqueléticas diagnosticables o reportadas como esguinces, contracturas o tendinitis, el 56,10% indica “Nunca” haberlas experimentado y un 14,60% “casi nunca”. Esto sugiere que, aunque los síntomas de incomodidad y dolor son frecuentes, solo una parte de ellos progresa hacia lesiones clínicas identificables, lo cual podría deberse a la capacidad de adaptación del personal, a la intervención temprana de molestias o al carácter intermitente de la exposición.

En cuanto a la limitación en el tiempo de reacción o capacidad de respuesta debido al uso del EPP, el 48,80% señala que esto ocurre “a veces” y un 4,80% lo experimenta con mayor frecuencia. Esta percepción es especialmente importante, porque la capacidad de reacción constituye un componente crítico en situaciones de emergencia donde la eficacia operativa puede determinar la magnitud del daño o el desenlace de un rescate.

Finalmente, la influencia del EPP en la seguridad durante operaciones de alto riesgo es reconocida como significativa, porque de acuerdo al 48,80% indica que esta influencia está presente “siempre” y un 17,10% “casi siempre”, mostrando que el personal percibe el EPP tanto como una herramienta protectora esencial como un factor que condiciona su movilidad, tolerancia al esfuerzo y capacidad de maniobra.

En síntesis, los resultados revelan que el uso del EPP, aunque es indispensable para la protección del personal bomberil, genera una serie de impactos fisiológicos y ergonómicos que requieren una atención





prioritaria. Por ello, la alta prevalencia de molestias musculares, la fatiga relacionada con el peso, la acumulación térmica y las limitaciones en la capacidad cardiorrespiratoria confirman la necesidad de implementar mejoras en el diseño del EPP, optimizar su ergonomía y fortalecer las estrategias de formación y autocuidado dentro de la institución. Esta evidencia constituye un insumo fundamental para orientar intervenciones preventivas y promover entornos laborales más seguros y saludables para el personal de primera respuesta.

**Tabla 3:** Incidencia en la salud laboral asociada al uso del EPP

Ítem	Siempre (%)	Casi siempre (%)	A veces (%)	Casi nunca (%)	Nunca (%)
Durante o después de las jornadas con EPP, experimento dolor o molestia muscular.	2,40%	9,80%	73,20%	12,20%	2,40%
Ha presentado molestias en la zona lumbar asociadas al uso del EPP	0,0%	9,80%	53,70%	19,50%	17,10%
Ha experimentado fatiga excesiva relacionada al peso del equipo	4,90%	4,90%	63,40%	22%	4,90%
El uso prolongado del EPP afecta su respiración o capacidad cardiorrespiratoria.	0,0%	4,90%	46,30%	34,10%	14,60%
Considero que el calor generado dentro del EPP afecta en su desempeño físico.	4,90%	12,20%	56,10%	19,50%	7,30%
Ha sufrido lesiones musculo-esqueléticas asociables al uso del EPP (esguinces, contracturas, tendinitis).	0,0 %	2,40%	26,80%	14,60%	56,10%
El EPP limita parcialmente su tiempo de reacción o capacidad de respuesta	2,40%	2,40%	48,80%	34,10%	12,20%
El uso del EPP influye en su seguridad durante operaciones de alto riesgo	48,80%	17,10%	14,60%	14,60%	4,90%

**Nota:** la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.





## **Valoración global y propuestas de mejora**

Los resultados de la tabla 4, evidencian una percepción mayoritariamente crítica respecto a la ergonomía del equipo de protección personal (EPP) y a los procesos institucionales asociados a su evaluación y uso. En primer lugar, se observa un consenso amplio en cuanto a la necesidad de modificar o mejorar el EPP vigente, de lo cual, el 26,80% de los encuestados manifiesta estar “muy de acuerdo” y el 56,10% “de acuerdo” con esta afirmación, lo que acumula un 82,90% de aceptación explícita hacia la urgencia de introducir ajustes ergonómicos.

Este nivel de acuerdo, acompañado de un porcentaje nulo en la categoría “en desacuerdo”, constituye un indicio contundente de que el personal identifica deficiencias claras en los componentes del equipo, las cuales afectan su comodidad, movilidad y desempeño durante las labores operativas. Además, el hecho de que solo el 2,40% se ubique en “muy en desacuerdo” sugiere que la percepción de adecuación del EPP es excepcional y no representativa de la experiencia general de los usuarios.

Por otro lado, la valoración institucional sobre la evaluación ergonómica del EPP revela una situación más compleja. Aunque el 22% se muestra “de acuerdo” y un 9,80% “muy de acuerdo” en que la institución realiza evaluaciones adecuadas, estos porcentajes se ven opacados por la suma de respuestas en desacuerdo, mientras que, el 14,60% indica estar “en desacuerdo” y un 19,50% “muy en desacuerdo”, lo que evidencia una percepción de insuficiencia o ausencia de procesos sistemáticos de revisión ergonómica.





También, el 34,10% que se ubica en “ni de acuerdo ni en desacuerdo” refuerza la idea de una falta de información o poca claridad respecto a la existencia, frecuencia o efectividad de estas evaluaciones. Esta distribución sugiere que, desde la perspectiva del personal, las acciones institucionales dirigidas a monitorear el estado ergonómico del EPP no son visibles, no se comunican adecuadamente o no se realizan con regularidad, lo cual constituye una brecha importante en la gestión de riesgos laborales.

En relación con la capacitación sobre el uso correcto y los ajustes ergonómicos del EPP, se observa una tendencia intermedia. Si bien el 36,60% de los participantes está “de acuerdo” y un 12,20% expresa estar “muy de acuerdo”, existe también un 29,30% que se distribuye entre “en desacuerdo” y “muy en desacuerdo”. Este resultado sugiere que la formación entregada por la institución es percibida como insuficiente o no suficientemente accesible para todo el personal operativo y voluntario.

Por lo tanto, la capacitación constituye un componente fundamental para el uso adecuado del EPP, porque permite optimizar su ajuste, reducir molestias físicas y prevenir lesiones derivadas de un manejo inadecuado; por ello, la presencia de casi un tercio de los encuestados con una opinión negativa evidencia una necesidad de fortalecimiento en este ámbito. El 22% que se ubica en una posición neutral indica, además, posibles inconsistencias en la frecuencia, contenido o alcance de las capacitaciones impartidas.

En tanto que, los resultados revelan una percepción clara de la necesidad de mejorar tanto el diseño y características del EPP como los procesos institucionales que acompañan su uso. El alto nivel de acuerdo respecto a introducir modificaciones en el equipo, junto con las valoraciones mixtas





sobre evaluación ergonómica y capacitación, pone de manifiesto que la mejora del EPP no debe limitarse al reemplazo o rediseño de materiales, sino que debe incorporarse dentro de una estrategia de gestión integral que promueva la supervisión continua, la educación permanente y la participación activa del personal en la identificación de necesidades y soluciones ergonómicas. Estos hallazgos constituyen un insumo relevante para orientar decisiones institucionales y promover un entorno laboral más seguro, eficiente y acorde con las exigencias operativas del servicio bomberil.

**Tabla 4:** Valoración global del EPP y gestión institucional

Ítem	Muy de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (%)	En desacuerdo (%)	Muy en desacuerdo (%)
Considero que el EPP actual requiere modificaciones para mejorar su ergonomía.	26,80%	56,10%	14,60%	0,00%	2,40%
La institución realiza una adecuada evaluación periódica del estado ergonómico de los EPP.	9,80%	22%	34,10%	14,60%	19,50%
Recibo capacitación sobre el uso correcto y ajustes	12,20%	36,60%	22%	12,20 %	17,10%

**Nota:** la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.

### Elementos del EPP que requieren mayor mejora ergonómica

En la figura 1, los resultados evidencian que la percepción del personal operativo y voluntario respecto a la ergonomía del equipo de protección





personal (EPP) no se concentra en un único componente, sino que abarca diversos elementos que intervienen de manera directa en el desempeño y la seguridad durante las operaciones. Además, los guantes se identifican como el elemento que requiere mayor mejora ergonómica, al ser señalados por el 70,70% de los encuestados, lo que sugiere dificultades asociadas al ajuste, la destreza manual y la sensibilidad táctil necesarias para la manipulación de herramientas y la ejecución de maniobras precisas.

De manera complementaria, las botas y el chaquetón, ambos con un 51,20% de menciones, reflejan preocupaciones relacionadas con la movilidad, el soporte y la rigidez de los materiales, factores que pueden limitar la estabilidad postural, el desplazamiento seguro y la comodidad durante jornadas prolongadas o intervenciones de alta exigencia física.

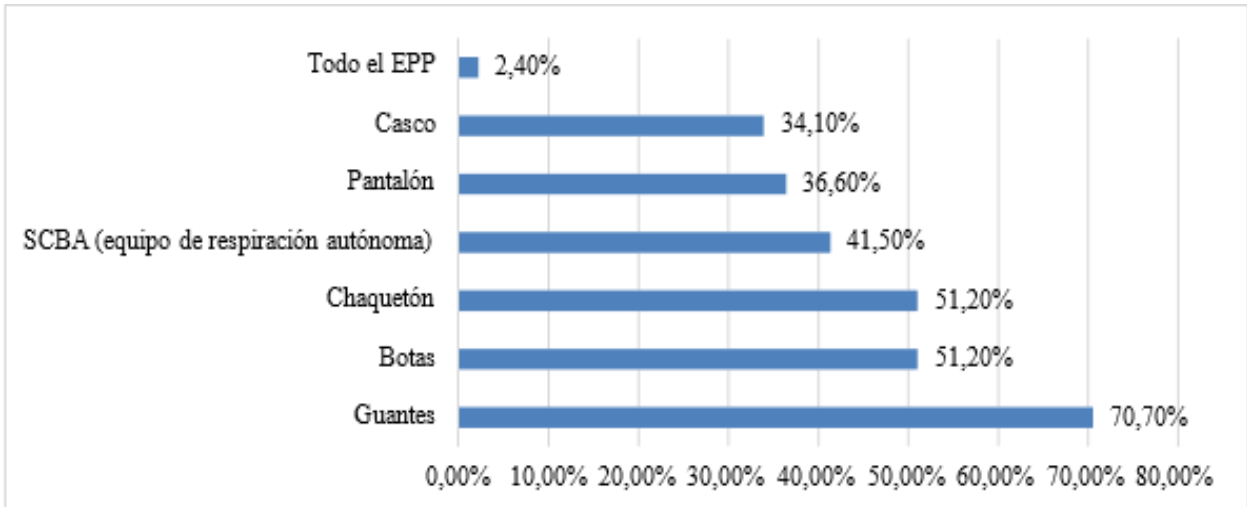
Asimismo, el equipo de respiración autónoma (SCBA) es señalado por el 41,50% del personal, lo que pone de manifiesto su impacto en la carga física, especialmente en la región dorsal y lumbar, así como en la tolerancia al esfuerzo durante operaciones prolongadas. De acuerdo a los resultados del 36,60% y el casco 34,10%, el pantalón también presenta porcentajes relevantes, lo que evidencia que incluso los componentes tradicionalmente considerados estandarizados requieren ajustes que respondan mejor a la diversidad antropométrica del personal y a las condiciones reales de uso.

Estos resultados indican que las deficiencias ergonómicas del EPP son percibidas de forma integral y no aislada, lo cual refuerza la necesidad de abordar la mejora del equipamiento desde una perspectiva sistémica, que considere la interacción entre los distintos componentes, la carga acumulativa sobre el cuerpo y la adaptación del diseño a las demandas operativas del servicio bomberil.





**Figura 1:** Análisis de los elementos del EPP que requieren mayor mejora ergonómica



**Nota:** la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.

### Tipo de mejoras consideradas necesarias en los EPP

Los resultados de la figura 2, permiten identificar con claridad las principales áreas de mejora que el personal operativo y voluntario considera prioritarias en relación con el equipo de protección personal (EPP). Entre ellas, la reducción del peso del equipo es la mejora más señalada, con un 70,70% de las respuestas, lo que evidencia que la carga física asociada al uso del EPP constituye una de las principales fuentes de fatiga y malestar durante las operaciones.

A esta necesidad se suma la demanda de mayor flexibilidad con el 68,30% y de ajustes adecuados de tallas dado por el 63,40%, aspectos que reflejan la importancia de un





diseño que facilite la movilidad, se adapte a la diversidad antropométrica del personal y permita ejecutar maniobras complejas sin restricciones. Estos resultados sugieren que el EPP actual no responde de manera óptima a las exigencias biomecánicas del trabajo bomberil, caracterizado por movimientos amplios, esfuerzos sostenidos y posturas forzadas.

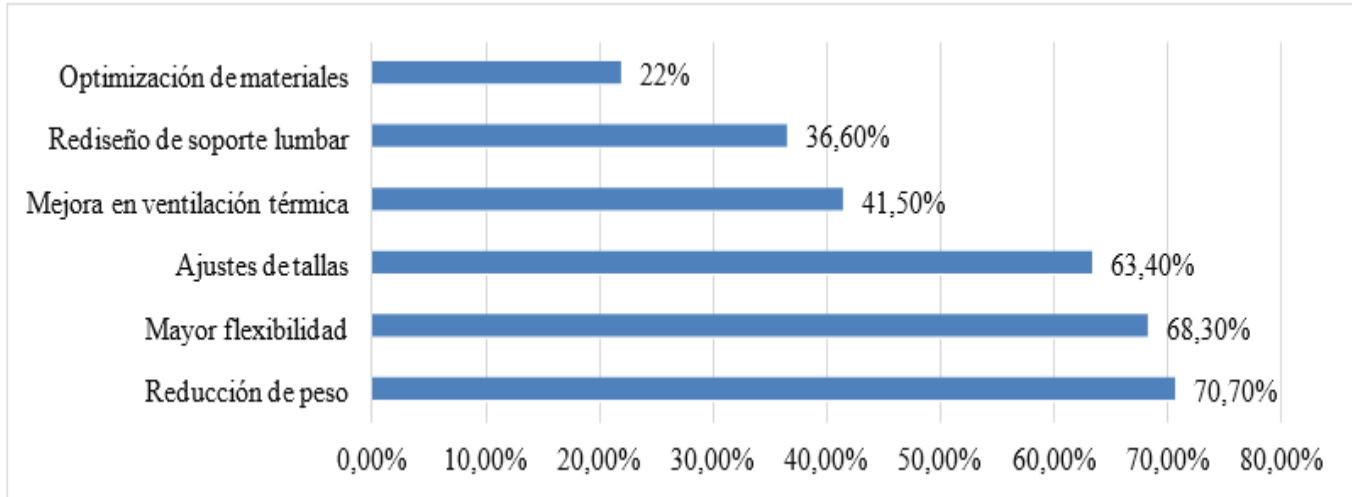
Por otro lado, un porcentaje relevante de participantes identifica la necesidad de mejorar la ventilación térmica del EPP expresado por el 41,50%, lo que pone de manifiesto la presencia de problemas asociados a la acumulación de calor y al estrés térmico durante las intervenciones. Asimismo, el rediseño del soporte lumbar es señalado por el 36,60% de los encuestados, lo que se vincula con las molestias musculoesqueléticas reportadas en secciones previas y con la carga que genera el equipo de respiración autónoma y otros componentes pesados del EPP.

También, se aborda la optimización de los materiales el cual representa el 22%, aunque con menor frecuencia, sugiere la percepción de que ciertos elementos podrían beneficiarse de avances tecnológicos que permitan mejorar simultáneamente el peso, la flexibilidad y la capacidad de disipación del calor. En conjunto, estos hallazgos evidencian que las mejoras requeridas no se limitan a un solo aspecto, sino que responden a una necesidad integral de rediseño ergonómico orientado a proteger la salud laboral, optimizar el rendimiento operativo y reducir los riesgos asociados al uso prolongado del EPP.





**Figura 2:** Análisis del tipo de mejoras consideradas necesarias en los EPP



**Nota:** la información presentada en esta figura es el resultado de la aplicación de una encuesta al personal de bomberos de diferentes estaciones.

### **Riesgos laborales se incrementan por deficiencias ergonómicas del EPP**

Los resultados de la figura 3, evidencian que las deficiencias ergonómicas del equipo de protección personal (EPP) se asocian con un incremento significativo de diversos riesgos laborales percibidos por el personal operativo y voluntario. La fatiga extrema, la sobrecarga térmica y los golpes o caídas son los riesgos más frecuentemente señalados, cada uno con un 56,10% de las respuestas, lo que pone de manifiesto una relación directa entre las características físicas del EPP y el desempeño seguro durante las operaciones.

Además, la fatiga extrema se vincula principalmente al peso del equipo, a la distribución inadecuada de las cargas y al esfuerzo sostenido que exige el trabajo bomberil, mientras que la sobrecarga térmica refleja limitaciones





en la capacidad del EPP para disipar el calor corporal, especialmente en escenarios de alta exigencia física o exposición prolongada. Por su parte, el incremento de golpes o caídas sugiere que las restricciones de movilidad, la rigidez de los materiales y la posible alteración del equilibrio pueden comprometer la estabilidad y la seguridad del personal en entornos complejos y de alto riesgo.

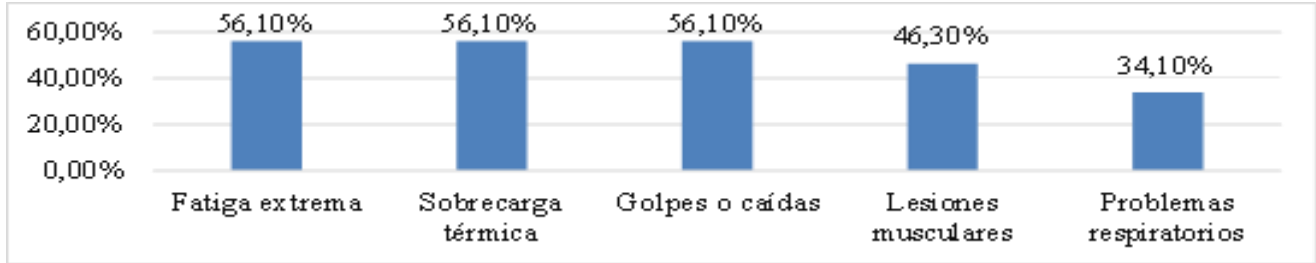
Adicionalmente, un porcentaje considerable de los encuestados identifica un aumento de lesiones musculares siendo este el 46,30%, lo que coincide con la presencia de molestias musculoesqueléticas reportadas en otras secciones del estudio y refuerza la idea de una carga ergonómica acumulativa derivada del uso continuo del EPP. También, los problemas respiratorios, señalados por el 34,10% de los participantes, constituyen otro riesgo relevante, particularmente asociado al uso del equipo de respiración autónoma y a las condiciones térmicas internas del EPP.

Estos resultados evidencian que las deficiencias ergonómicas no solo afectan la comodidad del usuario, sino que incrementan de manera tangible la probabilidad de eventos adversos y deterioro de la salud laboral. Por ello, se reafirma la necesidad de incorporar criterios ergonómicos avanzados en el diseño, selección y mantenimiento del EPP, así como de implementar estrategias preventivas orientadas a reducir estos riesgos y fortalecer la seguridad integral del personal bomberil.





**Figura 3:** Análisis de los riesgos laborales se incrementan por deficiencias ergonómicas del EPP



Nota: elaboración propia

### **Análisis cualitativo de las entrevistas obtenidas al personal de mayor experiencia operativa bomberil**

El análisis de las entrevistas realizadas al personal operativo del Cuerpo de Bomberos evidencia una valoración general positiva del equipo de protección personal (EPP) en cuanto a su función protectora; sin embargo, ponen de manifiesto limitaciones ergonómicas que afectan la comodidad y el desempeño durante las operaciones. Los entrevistados coinciden en que el uso del EPP implica una carga física adicional, caracterizada por sensación de pesadez y rigidez, especialmente en intervenciones prolongadas o de alta exigencia, lo que refuerza los hallazgos cuantitativos del estudio relacionados con el impacto del peso del equipo en la movilidad y el esfuerzo físico.

En relación con los componentes específicos, el equipo de respiración autónoma, las botas y los guantes son identificados como los elementos que generan mayor incomodidad. El SCBA es asociado principalmente con sobrecarga lumbar y fatiga temprana, mientras que las botas son percibidas como rígidas y limitantes para el desplazamiento ágil en terrenos irregulares. Los guantes, por su parte, dificultan la destreza manual en





tareas que requieren precisión. Asimismo, los entrevistados señalan la presencia recurrente de molestias musculares, especialmente en la región lumbar y en grupos musculares sometidos a esfuerzo sostenido, las cuales, aunque no siempre derivan en lesiones diagnosticadas, se acumulan con el tiempo y afectan el bienestar físico.

Finalmente, desde la perspectiva del desempeño y la seguridad, el personal reconoce el carácter dual del EPP y constituye una barrera esencial frente a riesgos críticos, pero al mismo tiempo introduce limitaciones que pueden influir en la capacidad de respuesta, la agilidad y la resistencia física durante emergencias. En cuanto a las mejoras necesarias, existe consenso en priorizar la reducción del peso del equipo, el incremento de la flexibilidad de los materiales y una mejor ventilación térmica, así como en fortalecer la capacitación sobre el uso y ajuste adecuado del EPP.

En conclusión, los resultados del estudio evidencian de manera consistente que, si bien el equipo de protección personal (EPP) cumple una función esencial en la protección del personal operativo y voluntario de los cuerpos de bomberos, presenta limitaciones ergonómicas significativas que inciden directamente en la salud laboral y en el desempeño operativo. Se identificó que el peso del EPP, el ajuste incompleto a la diversidad antropométrica y las deficiencias en la ventilación térmica constituyen los principales factores generadores de fatiga física, molestias musculoesqueléticas y estrés térmico recurrente.

En tanto que, los componentes específicos como guantes, botas, chaquetón y el equipo de respiración autónoma fueron señalados como prioritarios para intervención, debido a su impacto en la movilidad, la destreza manual y la sobrecarga lumbar. Asimismo, se evidenció que estas





limitaciones incrementan riesgos laborales relevantes, tales como la fatiga extrema, las caídas y la disminución de la capacidad de respuesta en escenarios de alto riesgo.

De manera complementaria, los hallazgos resaltan las debilidades en la gestión institucional del EPP, particularmente en los procesos de evaluación ergonómica y capacitación del personal, lo que refuerza la necesidad de un enfoque integral que combine rediseño ergonómico, actualización tecnológica y fortalecimiento de la gestión preventiva para garantizar condiciones de trabajo más seguras, eficientes y acordes a las exigencias del servicio bomberil.

## **Discusión**

Los resultados obtenidos en la investigación realizada, confirman que la ergonomía de los equipos de protección personal (EPP) constituye un factor determinante en la salud laboral y en el desempeño operativo del personal bomberil, en concordancia con los planteamientos desarrollados en el marco teórico. Tal como señalan Mandal et al. (2019) y Ticlo y Rao (2024), los bomberos se desempeñan en entornos caracterizados por exigencias físicas extremas, exposición a altas temperaturas y riesgos constantes, lo que hace imprescindible el uso de EPP; sin embargo, cuando estos equipos no se encuentran adecuadamente diseñados desde un enfoque ergonómico, pueden convertirse en una fuente adicional de riesgo. Por lo cual, se evidencian que, aunque el EPP cumple una función protectora esencial, su uso genera efectos secundarios que inciden negativamente en la comodidad, la movilidad y la seguridad del personal, reforzando la necesidad de evaluar la protección desde una perspectiva integral que considere tanto la normativa como la adaptación al usuario.





En relación con las condiciones de uso y ergonomía del EPP, los resultados muestran que una proporción importante del personal percibe un ajuste adecuado del equipo a su talla y contextura física; no obstante, la presencia de respuestas neutrales y de desacuerdo evidencia que este ajuste no es uniforme para todos los usuarios. Esta situación coincide con lo descrito por Mayer et al. (2022) y Ticlo y Rao (2024), quienes señalan que el ajuste inadecuado del EPP, especialmente en ciertos grupos del personal, incrementa la incomodidad, limita la movilidad y eleva el riesgo de exposición a factores nocivos.

Entonces, la ergonomía busca precisamente adaptar los equipos a las capacidades y limitaciones del ser humano, por lo que los resultados sugieren la existencia de brechas entre el diseño del EPP y las necesidades reales del personal bomberil.

La mayoría de los participantes coincide en que el peso del equipo dificulta la movilidad durante las operaciones, lo cual es coherente con lo expuesto por Mandal et al. (2019) y Taylor et al. (2012), quienes documentan que el uso de EPP incrementa la carga fisiológica, reduce la tolerancia al ejercicio y aumenta la percepción de esfuerzo.

Asimismo, Lesniak et al. (2020) señalan que el EPP puede disminuir de forma significativa el rendimiento físico, lo que se traduce en una mayor probabilidad de fatiga y errores operativos. Esta percepción adquiere especial relevancia, porque la movilidad y la rapidez de respuesta son elementos clave para la seguridad y eficacia en las intervenciones de emergencia.





El análisis por componentes específicos del EPP permite identificar diferencias relevantes en su valoración ergonómica. El casco es percibido como un elemento relativamente cómodo y estable, lo que sugiere avances en su diseño; sin embargo, otros componentes como botas, chaquetón y pantalones presentan porcentajes considerables de desacuerdo. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Kis et al. (2023) y Wang et al. (2021), quienes indican que la rigidez de ciertos elementos del EPP y su diseño poco flexible pueden restringir el rango de movimiento, afectar el equilibrio y aumentar el riesgo de caídas. Estas limitaciones adquieren especial relevancia considerando la naturaleza impredecible y dinámica de los escenarios en los que intervienen los bomberos.

El equipo de respiración autónoma (SCBA) se consolida como uno de los componentes con mayor impacto negativo desde la perspectiva ergonómica, especialmente por la incomodidad y la sobrecarga percibida en la región dorsal y lumbar. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Kis et al. (2023) y Park et al. (2015), quienes evidencian que el SCBA altera el centro de masa del cuerpo, incrementa la carga sobre la columna vertebral y dificulta el equilibrio. Este tipo de carga adicional sostenida se asocia con un mayor riesgo de fatiga y trastornos musculoesqueléticos, lo cual se ve reflejado en las molestias reportadas por el personal encuestado.

Otro aspecto relevante identificado en el estudio es la ventilación y el manejo térmico del EPP. Si bien una parte del personal considera adecuada la ventilación de los materiales, un porcentaje significativo manifiesta desacuerdo, señalando problemas de acumulación de calor. Este hallazgo se alinea con lo expuesto por Tahernejad et al. (2024), quienes documentan





que el uso prolongado de EPP incrementa la carga térmica y contribuye al estrés fisiológico. Por tal razón, la literatura revisada indica que el estrés térmico no solo afecta el confort, sino que también incrementa la fatiga y puede comprometer el desempeño físico y cognitivo, lo cual resulta particularmente crítico en el contexto de las operaciones bomberiles.

En cuanto a la incidencia del EPP en la salud laboral, los resultados muestran una alta prevalencia de molestias musculares y lumbares, principalmente reportadas con una frecuencia intermedia. Este patrón coincide con los hallazgos de Castillo y Ochoa (2023), quienes reportan una elevada prevalencia de lumbalgia y molestias musculoesqueléticas en bomberos, asociadas a la carga postural y a la manipulación de cargas. Asimismo, Yunus et al. (2022) y Tahernejad et al. (2024) señalan que los trastornos musculoesqueléticos son frecuentes en este colectivo profesional, especialmente en la zona lumbar, cuello y hombros, lo cual refuerza la validez de los resultados obtenidos en el presente estudio.

La fatiga física relacionada con el peso del EPP y la sobrecarga térmica emergen como efectos persistentes que afectan el rendimiento operativo. Estos hallazgos coinciden con lo descrito por Lesniak et al. (2020) y Taylor et al. (2012), quienes señalan que la reducción de la tolerancia al ejercicio y el aumento de la percepción de esfuerzo son consecuencias directas del uso de EPP pesado y poco flexible. Los resultados del estudio sugieren que la fatiga no es un fenómeno aislado, sino una condición recurrente que puede incrementar el riesgo de errores y accidentes durante las intervenciones.

Desde la perspectiva de la seguridad operativa, los resultados evidencian que el EPP influye de manera directa en las operaciones de alto riesgo,





confirmando su carácter dual como elemento de protección y, al mismo tiempo, como factor que puede limitar la movilidad y la capacidad de respuesta. Esta dualidad ha sido ampliamente discutida en la literatura revisada, donde se señala que un EPP mal diseñado puede comprometer la eficacia operativa y aumentar la probabilidad de eventos adversos (Kis et al., 2023; Wang et al., 2021).

Finalmente, el consenso mayoritario respecto a la necesidad de mejorar el EPP, junto con las valoraciones críticas sobre la evaluación ergonómica institucional y la capacitación, pone de manifiesto una brecha entre la protección normativa y su aplicación práctica. Tal como señalan Mandal et al. (2019) y Moraes (2020), la ergonomía del EPP no debe limitarse al diseño del equipo, sino que debe integrarse en una gestión preventiva que incluya evaluación periódica, formación continua y participación del personal.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron determinar que el equipo de protección personal (EPP) es un elemento esencial para la seguridad del personal operativo y voluntario de los cuerpos de bomberos; no obstante, su diseño y condiciones de uso presentan limitaciones ergonómicas que influyen de manera directa en la salud laboral y en el desempeño operativo. Aunque el personal percibe un ajuste aceptable del EPP, los resultados evidencian que esta adecuación no es uniforme, lo que pone de visible la necesidad de considerar la diversidad antropométrica y las exigencias reales del trabajo bomberil en los procesos de selección y adquisición del equipamiento.

Los principales hallazgos se relacionan con el peso del EPP, identificado como un factor que dificulta la movilidad y contribuye significativamente a





la fatiga física. Esta condición, sumada a la rigidez de ciertos componentes y a deficiencias en la ventilación térmica, favorece la aparición de molestias musculoesqueléticas recurrentes, especialmente en la región lumbar. Aunque la mayoría del personal no reporta lesiones clínicas diagnosticadas, la presencia constante de dolor y malestar evidencia un riesgo ergonómico acumulativo que puede afectar la salud a mediano y largo plazo.

El análisis por componentes permitió identificar elementos prioritarios de intervención, entre ellos guantes, botas, chaquetón y el equipo de respiración autónoma, los cuales fueron señalados como los más problemáticos desde el punto de vista ergonómico. También, se evidenció que las deficiencias del EPP se asocian con el incremento de riesgos laborales relevantes, como la fatiga extrema, la sobrecarga térmica y la probabilidad de caídas, lo que compromete tanto la seguridad individual como la eficacia colectiva en situaciones de alto riesgo.

Finalmente, los resultados revelan la necesidad de fortalecer la gestión institucional del EPP, especialmente en lo referente a la evaluación ergonómica periódica y a la capacitación del personal. Abordar esta problemática desde una perspectiva integral, que combine mejoras en el diseño del EPP, actualización tecnológica y formación continua, permitirá no solo reducir los riesgos laborales, sino también mejorar el bienestar, el desempeño y la calidad de vida de quienes desempeñan una labor fundamental para la seguridad y protección de la comunidad.

## **Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados, se recomienda que las instituciones bomberiles incorporen criterios ergonómicos de manera prioritaria en los procesos de adquisición, renovación y mantenimiento del equipo de





protección personal (EPP). La selección del equipamiento debe considerar no solo el cumplimiento de normativas técnicas, sino también la adaptación a la diversidad antropométrica del personal, con el fin de garantizar un ajuste adecuado que reduzca restricciones de movimiento y sobrecargas físicas durante las operaciones.

Asimismo, resulta fundamental promover el rediseño o la mejora progresiva de los componentes del EPP identificados como más problemáticos, particularmente guantes, botas, chaquetón y el equipo de respiración autónoma. Se sugiere priorizar soluciones orientadas a la reducción del peso, el incremento de la flexibilidad y la optimización de la ventilación térmica, incorporando materiales más livianos y tecnologías que favorezcan la disipación del calor sin comprometer la protección. Estas acciones contribuirán a disminuir la fatiga, el estrés térmico y las molestias musculoesqueléticas asociadas al uso prolongado del equipo.

En el ámbito de la gestión institucional, se recomienda establecer programas sistemáticos de evaluación ergonómica del EPP, que incluyan la participación activa del personal operativo y voluntario. La retroalimentación directa de los usuarios permitirá identificar oportunamente deficiencias, ajustar procedimientos y orientar decisiones de mejora basadas en la experiencia real de uso. Además, es necesario fortalecer los procesos de capacitación continua, incorporando contenidos específicos sobre ergonomía, ajuste correcto del EPP, autocuidado y prevención de trastornos musculoesqueléticos.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en el análisis ergonómico del EPP mediante evaluaciones biomecánicas, estudios longitudinales y comparaciones entre distintos modelos o marcas de





equipamiento. Esta acción permitirá obtener evidencia más robusta que sustente intervenciones técnicas y políticas orientadas a mejorar la salud laboral, el desempeño operativo y la calidad de vida del personal bomberil, reconociendo el valor humano y social de su labor.

## Referencias

Betancourt, J., Quito Cortez, B. G., & Vásconez Espinoza, J. B. (2025). La Seguridad Ergonómica en el Uso de Equipos de Protección Estructurales Para Personal Operativo del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pastaza. *Revista de Estudios Globales Universitarios Metrópolis*, 6(1), 232-272. <http://metropolis.metrouni.us/index.php/metropolis/article/view/148/113>

Brisbine, B. R., Radcliffe, C. R., Jones, M. L. H., Stirling, L., & Coltman, C. E. (2022). Does the fit of personal protective equipment affect functional performance? A systematic review across occupational domains. *PLoS ONE*, 17(11 November). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278174>

Castillo Zaruma, R. V. (2023). Alteraciones ergonómicas que originan afecciones musculares en el personal operativo del cuerpo de bomberos de Loja. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.558>

Castillo Zaruma, R. V., & Ochoa Bernal, G. J. (2023). Factores ergonómicos que originan alteraciones músculo-esqueléticas en el personal del





cuerpo de bomberos en la ciudad de Loja. *Religación*, 8(38).  
<https://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1119>

Choi, S., Ekpe, O. D., Sim, W., Choo, G., & Oh, J. E. (2023). Exposure and Risk Assessment of Korean Firefighters to PBDEs and PAHs via Fire Vehicle Dust and Personal Protective Equipment. *Environmental Science and Technology*, 57(1). <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c06393>

Darabont, D. C., Cioca, L. I., Bejinariu, C., Badea, D. O., Chivu, O. R., & Chiș, T. V. (2024). Impact of Personal Protective Equipment Use on Stress and Psychological Well-Being Among Firefighters: Systematic Review and Meta-Analysis.

*Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 9666, 16(22), 1–23.  
<https://doi.org/10.3390/SU16229666>

Ghiyasi, S., Nabizadeh, H., Jazari, M. D., Soltanzadeh, A., Heidari, H., Fardi, A., & Movahed, E. (2020). The effect of personal protective equipment on thermal stress: An experimental study on firefighters. *Work*, 67(1).  
<https://doi.org/10.3233/WOR-203259>

Horváth, L. (2022). Examination of the Application of Currently Used, New or Additional Firefighting Personal Protective Equipment. *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 21(3). <https://doi.org/10.32565/aarms.2022.3.3>

Kis, P., Melton, B., Joyner, B., Munkasy, B., & Abel, M. (2023). Effects Of Occupational Tasks And Personal Protective Equipment On Static And Functional Balance Among Firefighters. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(9S).  
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000981988.62725.f0>





Lesniak, A. Y., Bergstrom, H. C., Clasey, J. L., Stromberg, A. J., & Abel, M. G. (2020).

The Effect of Personal Protective Equipment on Firefighter Occupational Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(8).  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003384>

Mandal, S., Camenzind, M., Annaheim, S., & Rossi, R. M. (2019). Firefighters' Protective Clothing and Equipment. En *Firefighters' Clothing and Equipment*. <https://doi.org/10.1201/9780429444876-2>

Mayer, A. C., Fent, K. W., Wilkinson, A., Chen, I. C., Kerber, S., Smith, D. L., Kesler, R. M., & Horn, G. P. (2022). Characterizing exposure to benzene, toluene, and naphthalene in firefighters wearing different types of new or laundered PPE. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 240.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113900>

McQuerry, M. (2020). Effect of structural turnout suit fit on female versus male firefighter range of motion. *Applied Ergonomics*, 82.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102974>

McQuerry, M., Kwon, C., & Poley-Bogan, M. (2023). Female firefighters' increased risk of occupational exposure due to ill-fitting personal protective clothing. *Frontiers in Materials*, 10.  
<https://doi.org/10.3389/fmats.2023.1175559>

McQuerry, M., & Schofield, S. (2023). Structural firefighter personal protective clothing user needs in the US: a mobility perspective. *Emergency Management Science and Technology*, 3.  
<https://doi.org/10.48130/EMST-2023-0015>





Moraes, A. (2020). Portuguese firefighters' boots: obtaining user input for an ergonomic redesign. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 6(1). <https://doi.org/10.15406/jteft.2020.06.00219>

Park, H., Kim, S., Morris, K., Moukperian, M., Moon, Y., & Stull, J. (2015). Effect of firefighters' personal protective equipment on gait. *Applied Ergonomics*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.11.001>

Park, H., Park, J., Lin, S. H., & Boorady, L. M. (2014). Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment. *En Fashion and Textiles (Vol. 1, N mero 1)*. <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0008-3>

Park, K., Rosengren, K. S., Horn, G. P., Smith, D. L., & Hsiao-Wecksler, E. T. (2011). Assessing gait changes in firefighters due to fatigue and protective clothing. *Safety Science*, 49(5). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.01.012>

Tahernejad, S., Farahi-Ashtiani, I., Veisani, Y., Ghaffari, S., Sahebi, A., & Makki, F. (2024). A systematic review and meta-analysis of musculoskeletal disorders among firefighters. *Journal of Safety Research*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.11.009>

Taylor, N. A. S., Lewis, M. C., Notley, S. R., & Peoples, G. E. (2012). A fractionation of the physiological burden of the personal protective equipment worn by firefighters. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8). <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2267-7>

Ticlo, T., & Rao, R. (2024). Enhancing Firefighter Safety: Evaluating Ppe For Comfort And Effectiveness. *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, 12(5), 1-





9.<https://www.granthaalayahpublication.org/journals/granthaalayah/article/view/5633/5463>

Tomaskova, M., & Krajňák, J. (2023). Features and Sustainable Design of Firefighting Safety Footwear for Fire Extinguishing and Rescue Operations. *Sustainability* (Switzerland), 15(20). <https://doi.org/10.3390/su152015108>

Wang, S., Feng, C., Chen, X., Shan, M., & Niu, W. (2023). A biomechanical evaluation of firefighters' musculoskeletal loads when carrying self-contained breathing apparatus in walking and running. *Journal of Safety Research*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.08.004>

Wang, S., Park, J., & Wang, Y. (2021). Cross-cultural comparison of firefighters' perception of mobility and occupational injury risks associated with personal protective equipment. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(3). <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1607027>

Wang, X., Chen, J., & Yu, R. (2022). Exploring the comfort of head personal protective equipment for Chinese firefighters: an interview study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4). <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.2024359>

Wu, Y. (2020). Function Design of Firefighting Personal Protective Equipment: A Systematic Review. *Journal of Textile Science & Fashion Technology*, 6(5). <https://doi.org/10.33552/jtsft.2020.06.000650>

Yunus, M. N. H., Jaafar, M. H., Mohamed, A. S. A., Azraai, N. Z., Amil, N., & Zein, R. M.





(2022). Biomechanics Analysis of the Firefighters' Thorax Movement on Personal Protective Equipment during Lifting Task Using Inertial Measurement Unit Motion Capture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph192114232>

