



## Importancia Del Uso De Equipos De Protección Respiratoria En El Cuerpo De Bomberos Del Cantón Sucúa.

*The Importance of Using Respiratory Protective Equipment in the Fire  
Department of the Sucúa Canton.*

Jeanmarco Amores Torres<sup>1</sup> 

[jamores@itsoriente.edu.ec](mailto:jamores@itsoriente.edu.ec)

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**


Riobamba, Ecuador

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

[benjaminquito@bqc.com.ec](mailto:benjaminquito@bqc.com.ec)

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Segundo Martin Quito Cortez<sup>3</sup> 

[martinquito@bqc.com.ec](mailto:martinquito@bqc.com.ec)

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**

Riobamba, Ecuador

Recepción: 05-01-2026

Aceptación: 05-02-2026

Publicación: 30-03-2026

**Como citar este artículo:** Amores, J. Quito, B. Quito, S. (2026). **Importancia Del Uso De Equipos De Protección Respiratoria En El Cuerpo De Bomberos Del Cantón Sucúa.** *Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios*, 7 (1), pp. 134-175.

<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), INSTRUCTOR 1041 PROBOARD, INSTRUCTOR EPHTC.

<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> Ingeniero Agrónomo (UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA), Magister en Desarrollo Local, Mención Planificación, Desarrollo y Ordenamiento Territorial (UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA); Doctor en Ciencias de la Educación (UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA) VENEZUELA, Rector Instituto Superior Tecnológico CIC YASUNI Docente.





### Resumen

La labor que desempeñan los cuerpos de bomberos se desarrolla en entornos de alto riesgo, caracterizados por la presencia de humo, gases tóxicos, partículas contaminantes y atmósferas con deficiencia de oxígeno, lo que representa una amenaza constante para la salud y seguridad del personal operativo. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar la importancia del uso de los equipos de protección respiratoria, en particular del equipo de respiración autónoma, en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. La metodología empleada corresponde a una revisión bibliográfica de tipo descriptivo y analítico, sustentada en normativa nacional e internacional, así como en estudios científicos relacionados con los riesgos respiratorios asociados a la actividad bomberil. Los resultados del análisis evidencian que la exposición respiratoria constituye uno de los principales riesgos ocupacionales de esta profesión, con efectos agudos y crónicos que pueden comprometer la salud respiratoria, cardiovascular y neurológica del personal. Asimismo, se identifica que el uso sistemático y adecuado del equipo de respiración autónoma reduce de manera significativa la probabilidad de intoxicaciones, enfermedades ocupacionales y eventos fatales durante la atención de emergencias. De igual forma, se determina que la eficacia de estos equipos no depende únicamente de su disponibilidad, sino también de la capacitación continua del personal, el mantenimiento preventivo y la aplicación disciplinada de los protocolos de seguridad. Finalmente, el análisis desarrollado permite establecer que la correcta implementación del equipo de protección respiratoria contribuye a la sostenibilidad operativa del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, al disminuir el ausentismo laboral y fortalecer la capacidad de respuesta institucional. **Palabras claves:** Bomberos, toxico, riesgos, respiración, humo.

### Abstract

The work carried out by fire departments takes place in high-risk environments, characterized by the presence of smoke, toxic gases, airborne particles, and oxygen-deficient atmospheres, which represent a constant threat to the health and safety of operational personnel. In this context, this article aims to analyze the importance of the use of respiratory protective equipment, particularly self-contained breathing apparatus, within the Fire Department of the Sucúa Canton. The methodology employed corresponds to a descriptive and analytical bibliographic review, based on national and international regulations, as well as scientific studies related to respiratory risks associated with firefighting activities. The results of the analysis indicate that respiratory exposure constitutes one of the main occupational risks in this profession, producing both acute and chronic effects that may compromise the respiratory, cardiovascular, and neurological health of firefighters. Furthermore, it is identified that the systematic and proper use of self-contained breathing apparatus significantly reduces the likelihood of intoxication, occupational diseases, and fatal incidents during emergency response operations. Likewise, the effectiveness of this equipment does not depend solely on its availability, but also on continuous personnel training, preventive maintenance, and the disciplined application of safety protocols. Finally, the analysis allows establishing that the proper implementation of respiratory protective equipment contributes to the operational sustainability of the Fire Department of the Sucúa Canton by reducing work absenteeism and strengthening institutional response capacity. In this regard, the consolidation of a strong preventive culture, based on operational leadership and strict





compliance with safety regulations, is essential to ensure safe and efficient emergency interventions for the benefit of the community. **Keywords:** Firefighters, toxic agents, risks, respiration, smoke

## Introducción.

El trabajo que desempeñan los cuerpos de bomberos constituye una de las actividades más riesgosas y demandantes en materia de seguridad y salud ocupacional. Sus intervenciones en incendios estructurales, forestales, industriales y en espacios confinados los exponen constantemente a condiciones adversas, donde el humo, los gases tóxicos, las partículas en suspensión y la deficiencia de oxígeno son factores determinantes para el deterioro de su salud respiratoria. En este contexto, la implementación de equipos de protección respiratoria (EPR) resulta fundamental para garantizar la supervivencia y el óptimo desempeño operativo del personal de primera respuesta, al proveer aire respirable en ambientes que de otra manera serían letales (Organización Internacional del Trabajo., 2021). La realidad del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa refleja esta necesidad, ya que, en la atención de emergencias locales, la utilización de dichos dispositivos marca la diferencia entre una intervención segura y una exposición directa a contaminantes peligrosos.

La importancia del uso de equipos de protección respiratoria ha sido respaldada por organismos internacionales que promueven estándares mínimos de seguridad en los entornos laborales. La NFPA 1981 establece los requisitos técnicos que deben cumplir los equipos de respiración autónoma (ERA/SCBA), considerando aspectos como resistencia a altas temperaturas, duración del suministro de aire y confiabilidad de los sistemas de alarma (NFPA, NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services, 2019). Este





marco normativo busca garantizar que los bomberos operen con dispositivos certificados y resistentes a las exigencias propias de la labor, minimizando así la probabilidad de fallas en momentos críticos. A nivel nacional, Ecuador ha fortalecido sus lineamientos legales con el Decreto Ejecutivo 255, que regula las responsabilidades del empleador en materia de prevención y provisión de equipos de protección personal, y con la Resolución 513 del IESS, que establece parámetros técnicos para la identificación y control de riesgos laborales en las instituciones, incluidas las de respuesta a emergencias (Ministerio del Trabajo, 2024).

El uso correcto de los equipos de protección respiratoria también se asocia a la prevención de enfermedades profesionales. Estudios recientes en América Latina han demostrado que la exposición prolongada al humo de incendios está vinculada con la aparición de enfermedades pulmonares crónicas, daño cardiovascular y trastornos respiratorios agudos, lo que resalta la relevancia de adoptar medidas de protección adecuadas (García & Romero, 2022). Asimismo, la inhalación de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles presentes en incendios estructurales puede provocar intoxicaciones graves e incluso la muerte, lo que convierte al EPR en un elemento no negociable en la seguridad del bombero (Cedeño M., 2021). De esta manera, su uso no solo cumple un requisito normativo, sino que responde a una necesidad vital de preservación de la vida y salud del personal operativo.

Por otro lado, la correcta utilización de los equipos de protección respiratoria requiere capacitación constante y entrenamiento en condiciones reales de operación. La literatura señala que el factor humano es determinante en la eficacia del EPR, pues el desconocimiento en el





ajuste, mantenimiento y tiempo de autonomía del equipo puede reducir su efectividad e incrementar los riesgos durante la emergencia (Salazar & Peña, 2020). En el caso del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, la inversión en programas de formación sobre el uso y cuidado del ERA se traduce en una mayor confianza operativa, reducción de accidentes laborales y cumplimiento de estándares de calidad y seguridad en la prestación del servicio.

Finalmente, la importancia del uso de los equipos de protección respiratoria se enmarca dentro de un enfoque integral de seguridad y salud en el trabajo, en el cual la protección personal constituye una barrera inmediata frente a los riesgos inevitables. El cumplimiento de normativas como la NFPA 1981, junto con los lineamientos del Ministerio del Trabajo en Ecuador, permiten fortalecer la cultura preventiva y garantizar la sostenibilidad de la capacidad operativa del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. Así, la adopción responsable de estas medidas no solo protege a los bomberos frente a riesgos inmediatos, sino que contribuye a la mejora de su salud a largo plazo, asegurando que puedan cumplir de manera segura y eficaz con su misión de proteger la vida, el ambiente y los bienes de la comunidad.

## **Marco Teórico.**

La relevancia del ERA no se limita a un aspecto técnico, sino que se vincula con un marco legal y normativo que hace obligatorio su uso y dotación. En el Ecuador, el Código del Trabajo establece en su Título V que el empleador está obligado a proteger la vida y la salud de sus trabajadores, debiendo proveer los equipos de protección personal adecuados de acuerdo con la naturaleza del riesgo. En el caso de los bomberos, cuya labor se desarrolla





en entornos de incendio con presencia de humo, gases tóxicos, deficiencia de oxígeno y altas temperaturas, el equipo de respiración autónoma es indispensable y su ausencia constituiría una infracción legal y un incumplimiento de las obligaciones patronales (Codigo de trabajo, 2021).

Complementariamente, la Resolución C.D. 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), que regula el Seguro General de Riesgos del Trabajo, señala la obligación de los empleadores de identificar peligros, evaluar riesgos y establecer controles, entre los cuales se incluye la provisión de equipos de protección personal certificados bajo normas técnicas reconocidas. Esta resolución enfatiza que, cuando los trabajadores se exponen a contaminantes químicos o biológicos en concentraciones superiores a los límites permisibles o cuando existe deficiencia de oxígeno, el empleador debe garantizar la entrega de equipos de respiración autónoma, asegurando además la capacitación en su uso, mantenimiento y conservación (IESS., 2016).

En el mismo sentido, el Decreto Ejecutivo 255 de 2024, que actualiza y refuerza el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, establece la obligación del empleador de garantizar condiciones de trabajo seguras, lo que incluye la dotación de equipos de protección respiratoria certificados. Este decreto señala que el empleador debe velar porque dichos equipos sean adecuados a la exposición real del trabajador, es decir, que cuenten con resistencia térmica, sean herméticos al paso de contaminantes y permitan el desempeño seguro de las actividades de emergencia (Presidencia de la Republica del Ecuador., 2024). Así, el Decreto 255 consolida la exigencia de que las instituciones bomberiles implementen sistemas de gestión de seguridad basados en la identificación de riesgos y en la provisión de





dispositivos como el ERA, cuya eficacia ha sido internacionalmente comprobada.

A nivel internacional, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), mediante el Convenio 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores, establece el deber de los Estados de formular, aplicar y revisar una política nacional coherente en materia de seguridad y salud ocupacional. Este convenio obliga a garantizar que los trabajadores cuenten con condiciones de trabajo seguras, lo cual en el caso de los bomberos implica protegerlos frente a la inhalación de contaminantes que pueden causar enfermedades respiratorias crónicas, cáncer de pulmón y patologías cardiovasculares derivadas de la exposición al humo de incendios y sustancias tóxicas (OIT., 1981). En este marco, el ERA se convierte no solo en un equipo técnico, sino en una obligación legal y un derecho del trabajador a la protección de su salud.

La importancia del ERA en los cuerpos de bomberos se refuerza por las condiciones a las que se enfrentan durante la atención de incendios estructurales, industriales y vehiculares. Estos escenarios producen gases como monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno y partículas ultrafinas, todos ellos con capacidad de provocar intoxicaciones agudas, daños pulmonares irreversibles o incluso la muerte. La NFPA 1981, al exigir estándares de resistencia y durabilidad, busca garantizar que el SCBA mantenga un suministro continuo de aire respirable aun en situaciones de altas temperaturas, impactos o esfuerzos físicos prolongados (NFPA., 2019) No obstante, la mera existencia del equipo no es suficiente, ya que su efectividad depende de la implementación de programas de capacitación permanente, alineados con normas complementarias como la NFPA 1404 sobre entrenamiento en protección





respiratoria.

En este sentido, la legislación ecuatoriana también establece la obligación de capacitar al personal en el uso de los equipos de protección personal, reconociendo que el desconocimiento o el uso incorrecto del ERA puede anular su efectividad. El Decreto Ejecutivo 255, en concordancia con la Resolución 513 del IESS, ordena que las instituciones implementen programas de formación continua y de simulacros, de manera que los bomberos no solo cuenten con los equipos, sino que dominen sus procedimientos de colocación, verificación de presión, control de alarmas y acciones de emergencia en caso de falla (IESS., 2016).

### **Estado del Arte**

El equipo de respiración autónoma (ERA), también conocido como Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA), constituye uno de los elementos más importantes de protección personal para los bomberos, al garantizar el suministro de aire respirable en atmósferas hostiles o deficientes en oxígeno. La importancia de su uso radica en que las operaciones de extinción de incendios y rescate suelen desarrollarse en ambientes catalogados como IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health), donde se encuentran presentes gases tóxicos, humo, partículas y temperaturas extremas que comprometen la integridad de las vías respiratorias y la salud de los trabajadores de emergencia (OIT., 1981). En este contexto, el ERA se convierte en una barrera fundamental frente a contaminantes como el monóxido de carbono, el cianuro de hidrógeno y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, que han demostrado ser altamente nocivos tanto a corto como a largo plazo (Teixeira, Silva, & Ferreira, 2025).





Diversos estudios recientes confirman la efectividad del ERA en la reducción de la exposición a contaminantes en incendios estructurales. Una investigación publicada en Fire demostró que los bomberos que utilizaron correctamente el SCBA presentaron niveles de exposición a hidrocarburos dentro de márgenes considerados seguros por organismos internacionales como OSHA y NIOSH, mientras que quienes lo retiraron prematuramente enfrentaron riesgos significativos de absorpci n de sustancias tóxicas (Teixeira et al., 2025). Sin embargo, la literatura también advierte que la eficacia del equipo puede verse limitada por factores como fugas en el sellado de la mascarilla o deterioro de los materiales frente a condiciones térmicas extremas, lo cual ha sido documentado como causa contributiva en incidentes fatales (IAFC, 2024).

Desde una perspectiva ergonómica, el SCBA representa un desafío para la condición física de los bomberos. Investigaciones biomecánicas recientes evidencian que el peso del equipo afecta la cinemática del tronco y la movilidad de la cadera, aumentando la fatiga y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en tareas como subir escaleras o avanzar con líneas de agua (Akbas, Dorman, & Toraman, 2024). Otro estudio plante  la necesidad de rediseñar la mochila del SCBA para distribuir mejor la carga y reducir la presión en la zona lumbar, lo que favorecería la eficiencia del movimiento y disminuiría el riesgo de lesiones durante intervenciones prolongadas (Kim, Park, & Lee, 2024). A estos hallazgos se suma la evidencia fisiológica que señala que el uso del ERA incrementa el gasto cardiometa bélico y reduce la tolerancia al calor, lo que puede limitar el tiempo de intervención segura en escenarios extremos (Mujika, 2021).





En el ámbito operativo, el SCBA debe emplearse en todas las fases de la intervención, incluso durante el proceso de remoción de escombros y revisión de focos de calor, donde se siguen liberando gases peligrosos. La normativa internacional establece el principio de seguridad conocido como “two-in, two-out”, que exige que dos bomberos ingresen juntos a la zona de riesgo con SCBA mientras otros dos permanecen en condiciones de apoyo externo para garantizar el rescate inmediato en caso de emergencia (NFPA 1401, 2018 ). En la misma línea, la NFPA 1404 establece estándares de capacitación para el uso del equipo, subrayando que la eficacia del ERA depende no solo de la calidad técnica del dispositivo, sino también de la formación del personal en su uso, mantenimiento y procedimientos de emergencia (NFPA 1404, 2018).

El marco normativo ecuatoriano respalda la obligatoriedad de dotar a los trabajadores de equipos de protección personal adecuados a los riesgos de la labor. El Decreto Ejecutivo 255 de 2024 refuerza la responsabilidad del empleador de garantizar condiciones seguras de trabajo, incluyendo la provisión y supervisión en el uso de equipos de protección respiratoria en ambientes contaminados (IESS, 2024) Por su parte, el Código del Trabajo establece en su Título V que los empleadores deben adoptar medidas de seguridad y salud en el trabajo, en concordancia con los convenios internacionales de la OIT (Código del Trabajo, 2021). La Resolución 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) regula la obligatoriedad de implementar programas de prevención y control de riesgos laborales, contemplando la dotación, mantenimiento y capacitación en el uso de equipos de protección personal especializados (IESS, 2016).





A nivel internacional, el Convenio 155 de la OIT obliga a los Estados miembros a garantizar condiciones seguras y saludables de trabajo, incluyendo la protección frente a contaminantes del aire en lugares de riesgo (OIT, 1981). En el caso de los bomberos, este mandato se materializa en la provisión del SCBA como un recurso vital para la prevención de enfermedades respiratorias ocupacionales, entre ellas la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), cáncer de pulmón y patologías cardiovasculares asociadas a la inhalación de partículas tóxicas.

En síntesis, el equipo de respiración autónoma constituye un elemento insustituible para la seguridad y salud de los bomberos en el cumplimiento de su labor. Su importancia trasciende la mera provisión de oxígeno, ya que protege frente a contaminantes letales, previene enfermedades ocupacionales y asegura la capacidad operativa en ambientes hostiles. No obstante, los estudios recientes demuestran que su uso debe complementarse con estrategias de diseño ergonómico, programas de capacitación continua, protocolos de mantenimiento y cumplimiento estricto de normativas nacionales e internacionales. De esta manera, el SCBA no solo es un dispositivo de supervivencia individual, sino una herramienta estratégica de gestión de riesgos en la actividad bomberil contemporánea.

## **Desarrollo.**

### **Riesgos respiratorios en la actividad bomberil**

#### **Naturaleza de los riesgos respiratorios en incendios**

La actividad bomberil se desarrolla en escenarios caracterizados por la presencia de atmósferas altamente peligrosas para la vida y la salud.





Durante la atención de incendios estructurales, forestales, industriales y vehiculares, los bomberos se exponen a entornos clasificados como inmediatamente peligrosos para la vida o la salud (IDLH), en los cuales la respiración sin protección adecuada puede provocar efectos agudos severos o la muerte en lapsos muy cortos (Trabajo O. I., 1981). Estas atmósferas se generan como resultado de la combustión incompleta de materiales orgánicos e inorgánicos, lo que produce una mezcla compleja de gases tóxicos, vapores irritantes y partículas sólidas suspendidas.

El riesgo respiratorio se ve intensificado por la variabilidad de los materiales involucrados en los incendios modernos, especialmente aquellos derivados del uso masivo de plásticos, espumas sintéticas y productos químicos industriales. Estos materiales liberan sustancias altamente tóxicas al combustionar, lo que incrementa la peligrosidad del ambiente para el personal de emergencia (Cedeño M., 2021). En consecuencia, el riesgo respiratorio debe considerarse uno de los peligros críticos en la evaluación de riesgos de la actividad bomberil.

### **Principales contaminantes presentes en el humo de incendios**

El humo generado durante un incendio contiene una amplia variedad de contaminantes que afectan directamente al sistema respiratorio. Entre los gases más peligrosos se encuentra el monóxido de carbono, el cual actúa como un asfixiante químico al unirse con la hemoglobina y desplazar el oxígeno, reduciendo drásticamente la oxigenación de los tejidos (García & Romero, 2022). Exposiciones breves a concentraciones elevadas pueden causar pérdida de la conciencia, daño neurológico irreversible e incluso la muerte.





Otro contaminante relevante es el cianuro de hidrógeno, liberado principalmente durante la combustión de materiales sintéticos como plásticos y textiles. Este gas inhibe la respiración celular, generando hipoxia tisular aun cuando exista oxígeno disponible en el ambiente (Cedeño M., 2021) A estos se suman los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y diversos compuestos orgánicos volátiles, muchos de ellos clasificados como carcinógenos.

Asimismo, el humo contiene partículas finas y ultrafinas (PM2.5 y PM1) capaces de penetrar profundamente en los pulmones y atravesar la barrera alveolar. Estudios recientes evidencian que estas partículas pueden ingresar al torrente sanguíneo y contribuir al desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares en bomberos expuestos de manera recurrente (Teixeira, Silva, & Ferreira, 2025).

### **Efectos agudos y crónicos de la exposición respiratoria**

La exposición a contaminantes respiratorios durante la actividad bomberil genera efectos tanto agudos como crónicos. En el corto plazo, los bomberos pueden experimentar irritación de las vías respiratorias, mareos, náuseas, cefaleas, dificultad respiratoria y pérdida de la conciencia. Estos efectos se agravan en ambientes cerrados o con ventilación limitada, donde la concentración de gases tóxicos aumenta rápidamente (Mujika, 2021).

A largo plazo, la evidencia científica ha demostrado que la exposición repetida al humo de incendios se asocia con un mayor riesgo de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, asma ocupacional, cáncer de pulmón y patologías cardiovasculares (García & Romero, 2022). Estos efectos acumulativos afectan no solo la salud del bombero, sino





también su capacidad operativa y su calidad de vida, lo que refuerza la necesidad de implementar medidas preventivas eficaces.

## **Riesgos respiratorios en las distintas fases de la intervención**

Un error frecuente en la práctica operativa es considerar que el riesgo respiratorio finaliza una vez extinguido el incendio. Sin embargo, estudios demuestran que durante las fases de remoción de escombros, ventilación y revisión de focos de calor persiste la liberación de gases y partículas tóxicas (NFPA 1981, 2019). La retirada prematura del equipo de protección respiratoria en estas etapas incrementa significativamente la exposición del personal a contaminantes peligrosos.

La NFPA y otros organismos internacionales recomiendan el uso continuo del equipo de respiración autónoma hasta que se confirme, mediante monitoreo atmosférico, que el ambiente es seguro (NFPA 1404, 2018) Esta recomendación es especialmente relevante en incendios estructurales y vehiculares, donde los materiales modernos continúan liberando sustancias tóxicas aun después de extinguido el fuego visible.

## **Gestión normativa del riesgo respiratorio en Ecuador**

En el contexto ecuatoriano, la normativa reconoce explícitamente el riesgo respiratorio como un peligro laboral prioritario. La Resolución C.D. 513 del IESS establece la obligación del empleador de identificar y controlar los riesgos derivados de la exposición a contaminantes químicos por inhalación, señalando la provisión de equipos de protección respiratoria como una medida de control esencial (IESS, Resolución C.D. 513: Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2016).





De igual manera, el Decreto Ejecutivo 255 refuerza la responsabilidad del empleador de garantizar condiciones de trabajo seguras, incluyendo la dotación de equipos adecuados y certificados para ambientes con deficiencia de oxígeno o presencia de gases tóxicos (Decreto 255, 2024) En el caso del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, estas disposiciones obligan a una gestión sistemática del riesgo respiratorio como parte integral de su sistema de seguridad y salud en el trabajo.

### **Interacción entre riesgo respiratorio y carga térmica**

Durante la atención de incendios, los bomberos no solo se enfrentan a contaminantes atmosféricos, sino también a condiciones extremas de temperatura que influyen directamente en la fisiología respiratoria. La carga térmica elevada incrementa la frecuencia respiratoria y el volumen minuto, lo que, en ausencia de protección respiratoria, aumenta la cantidad de contaminantes inhalados (Mujika, 2021). Esta interacción entre riesgo térmico y riesgo respiratorio genera un efecto sinérgico que acelera la aparición de síntomas de intoxicación y fatiga.

En ambientes calurosos, el organismo del bombero prioriza los mecanismos de termorregulación, lo que puede generar hiperventilación y un mayor consumo de oxígeno. En este contexto, la presencia de monóxido de carbono y otros gases asfixiantes resulta particularmente peligrosa, ya que reduce la capacidad del cuerpo para compensar el estrés térmico, incrementando el riesgo de colapso fisiológico (García & Romero, 2022).

### **Riesgo respiratorio en incendios forestales y rurales**

En zonas como el Cantón Sucúa, donde existen áreas rurales y forestales, los incendios de vegetación representan un riesgo respiratorio





diferenciado. Aunque suelen percibirse como menos peligrosos que los incendios estructurales, estos eventos generan grandes volúmenes de material particulado fino, monóxido de carbono y aldehídos irritantes que pueden afectar severamente las vías respiratorias (OIT, 2021).

La exposición prolongada al humo de incendios forestales ha sido asociada con disminución de la función pulmonar, exacerbación de enfermedades respiratorias preexistentes y aumento del riesgo cardiovascular. Estos efectos se intensifican cuando el personal no utiliza protección respiratoria adecuada durante labores de control, liquidación y vigilancia del perímetro (Cedeño M., 2021).

## **Equipos de Protección Respiratoria: fundamentos técnicos y operativos**

### **Concepto y función del equipo de respiración autónoma**

El equipo de respiración autónoma (ERA), también conocido como Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA), es un dispositivo de protección respiratoria diseñado para proporcionar aire respirable independiente del ambiente circundante. Su función principal es aislar completamente las vías respiratorias del usuario frente a atmósferas contaminadas, deficientes en oxígeno o potencialmente explosivas (NFPA, NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services, 2019).

En la actividad bomberil, el ERA constituye la principal barrera de protección frente a los riesgos respiratorios, permitiendo la ejecución segura de tareas de extinción, rescate y salvamento en entornos hostiles.





Su uso es obligatorio en atmósferas IDLH y se considera un elemento crítico para la supervivencia del personal operativo.

## **Componentes principales del equipo de respiración autónoma**

Desde el punto de vista técnico, el ERA está conformado por varios componentes esenciales: el cilindro de aire comprimido, el regulador de presión, la mascarilla facial hermética, el arnés o sistema de sujeción y los dispositivos de alarma. Cada uno de estos elementos cumple una función específica orientada a garantizar el suministro continuo y seguro de aire respirable (NFPA, NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services, 2019)

La mascarilla facial debe asegurar un sellado hermético que impida la entrada de contaminantes, mientras que el regulador de presión controla el flujo de aire según las necesidades respiratorias del usuario. Las alarmas de baja presión cumplen un rol fundamental al alertar al bombero cuando el suministro de aire se encuentra próximo a agotarse, permitiendo una evacuación segura.

## **Autonomía del aire y gestión operativa**

La autonomía del ERA depende de la capacidad del cilindro y del consumo de aire del usuario, el cual se ve influenciado por factores como el esfuerzo físico, el estrés térmico y las condiciones ambientales. Investigaciones fisiológicas indican que en escenarios de alta exigencia, el consumo de aire puede incrementarse significativamente, reduciendo la duración efectiva del equipo (Mujika, 2021).

Por esta razón, la gestión del aire respirable es considerada una competencia crítica en la formación bomberil. La correcta planificación de





la intervención, el monitoreo constante del manómetro y la aplicación de protocolos de seguridad permiten optimizar el uso del ERA y reducir el riesgo de agotamiento del suministro de aire durante la emergencia.

## **Aspectos ergonómicos y fisiológicos del uso del ERA**

El uso del equipo de respiración autónoma implica una carga adicional para el bombero, debido al peso del cilindro y a la distribución de la carga sobre el tronco. Estudios biomecánicos han demostrado que el SCBA puede alterar la postura, incrementar la fatiga muscular y aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en intervenciones prolongadas (Akbas, Dorman, & Toraman, 2024).

No obstante, estos efectos pueden mitigarse mediante entrenamiento físico adecuado, mejoras en el diseño ergonómico del equipo y una correcta adaptación del arnés al cuerpo del usuario. La evidencia científica coincide en que los beneficios del ERA superan ampliamente sus limitaciones ergonómicas, siempre que se utilice de manera correcta y sistemática (Kim, Park, & Lee, 2024).

## **Uso operativo y mantenimiento del equipo**

La efectividad del equipo de protección respiratoria depende no solo de su diseño técnico, sino también de su uso correcto y mantenimiento adecuado. La NFPA 1981 establece requisitos estrictos de inspección, pruebas de funcionamiento y mantenimiento preventivo para garantizar la confiabilidad del equipo en condiciones extremas (NFPA, NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services, 2019).





En el contexto institucional, el Decreto Ejecutivo 255 obliga a las entidades bomberiles a implementar programas de capacitación continua, mantenimiento y control del uso de los equipos de protección personal (Decreto 255, 2024). En el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, estas acciones son fundamentales para garantizar la seguridad del personal y la sostenibilidad operativa del servicio.

### **Clasificación de los equipos de protección respiratoria**

Los equipos de protección respiratoria se clasifican en función de su principio de funcionamiento y del tipo de atmósfera para la cual están diseñados. En el ámbito bomberil, los equipos más relevantes son los de suministro de aire independiente, dentro de los cuales el ERA es el estándar predominante para ambientes IDLH (NFPA, NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services, 2019).

A diferencia de los respiradores purificadores de aire, el ERA no depende de la calidad del ambiente, lo que lo hace indispensable en incendios donde la concentración de contaminantes supera los límites permisibles o existe deficiencia de oxígeno. Esta característica refuerza su carácter obligatorio en la actividad bomberil y explica su inclusión prioritaria en la normativa técnica y legal.

### **Limitaciones técnicas y riesgos asociados al uso incorrecto**

Si bien el ERA ofrece un alto nivel de protección, su eficacia puede verse comprometida por factores técnicos y humanos. Entre las principales limitaciones se encuentran las fugas en el sellado de la mascarilla, el





deterioro de los materiales por exposición térmica y la falta de mantenimiento adecuado (IAFC, 2024).

El uso incorrecto del equipo, como una colocación deficiente o la omisión de verificaciones previas, puede generar una falsa sensación de seguridad y aumentar el riesgo de exposición. Por ello, la literatura enfatiza que el ERA debe integrarse dentro de un sistema de gestión de riesgos que contemple procedimientos, capacitación y supervisión continua (Salazar & Peña, 2020).

## **Impacto del uso del equipo de respiración autónoma en la salud y el desempeño del bombero**

### **Prevención de enfermedades respiratorias ocupacionales**

El uso sistemático del equipo de respiración autónoma (ERA) constituye una de las principales medidas preventivas frente al desarrollo de enfermedades respiratorias ocupacionales en el personal bomberil. La evidencia científica ha demostrado que la exposición recurrente al humo de incendios, sin protección respiratoria adecuada, incrementa significativamente la probabilidad de desarrollar patologías como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma ocupacional, bronquitis crónica y cáncer de pulmón (García & Romero, 2022). En este contexto, el ERA actúa como una barrera efectiva que reduce la inhalación de contaminantes tóxicos y partículas finas responsables del daño pulmonar progresivo.

Diversos estudios epidemiológicos señalan que los bomberos que utilizan el SCBA de forma constante durante todas las fases de la intervención presentan menores indicadores de deterioro de la función pulmonar en





comparación con aquellos que lo utilizan de manera intermitente o lo retiran prematuramente (Teixeira, Silva, & Ferreira, 2025). Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar el uso del ERA no solo como una exigencia operativa inmediata, sino como una estrategia preventiva de largo plazo orientada a preservar la salud respiratoria del personal.

### **Reducción de intoxicaciones agudas y eventos fatales**

Uno de los impactos más relevantes del uso del ERA es la reducción de intoxicaciones agudas por inhalación de gases tóxicos, especialmente monóxido de carbono y cianuro de hidrógeno. Estas sustancias son responsables de un número significativo de lesiones graves y muertes en incendios, tanto en víctimas civiles como en personal de respuesta (Cedeño M., 2021). El ERA permite al bombero operar en ambientes con concentraciones elevadas de estos gases sin comprometer la oxigenación tisular ni la función neurológica.

La literatura señala que un porcentaje importante de accidentes fatales en bomberos está relacionado con la exposición respiratoria en situaciones donde el equipo de protección no fue utilizado correctamente o fue retirado de forma anticipada (IAFC, 2024). En este sentido, el uso disciplinado del ERA contribuye de manera directa a la reducción de eventos críticos, fortaleciendo la seguridad individual y colectiva durante las operaciones de emergencia.

### **Influencia del ERA en el desempeño operativo y la toma de decisiones**

El uso adecuado del equipo de respiración autónoma también influye positivamente en el desempeño operativo del bombero. Al contar con un suministro seguro de aire respirable, el personal puede concentrarse en la





ejecución de las tareas asignadas, sin la preocupación constante por los efectos inmediatos del humo o la falta de oxígeno. Esto favorece una mejor toma de decisiones, una mayor eficiencia en la ejecución de maniobras y una reducción del estrés operativo (Salazar & Peña, 2020).

Asimismo, el uso del ERA permite extender el tiempo de permanencia segura en la zona de riesgo, siempre que se gestione adecuadamente la autonomía del aire. Esto resulta particularmente relevante en operaciones de búsqueda y rescate, donde la continuidad de la intervención puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte de las víctimas. En el contexto del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, la disponibilidad y el uso adecuado del ERA fortalecen la capacidad de respuesta institucional frente a emergencias complejas.

### **Efectos fisiológicos asociados al uso del ERA**

A pesar de sus beneficios, el uso del equipo de respiración autónoma implica una serie de efectos fisiológicos que deben ser considerados en la planificación operativa y en los programas de entrenamiento. El peso del equipo, sumado a la resistencia respiratoria generada por el sistema, incrementa el gasto energético y la carga cardiometabólica del bombero durante la intervención (Mujika, 2021). Este esfuerzo adicional puede generar fatiga prematura, especialmente en escenarios de alta temperatura y esfuerzo físico intenso.

No obstante, estudios fisiológicos han demostrado que los efectos adversos del uso del ERA pueden mitigarse mediante una adecuada condición física, entrenamiento específico y pausas de recuperación planificadas (Akbas, Dorman, & Toraman, 2024). De esta manera, el impacto fisiológico del





equipo no debe interpretarse como una limitación, sino como un factor a gestionar dentro de un enfoque integral de seguridad y salud ocupacional.

### **Impacto ergonómico y riesgo musculoesquelético**

Desde el punto de vista ergonómico, el ERA representa una carga adicional que puede afectar la postura y la movilidad del bombero. Investigaciones biomecánicas han evidenciado que el peso del SCBA puede alterar la cinemática de la columna vertebral y aumentar la presión sobre la región lumbar, incrementando el riesgo de lesiones musculoesqueléticas durante intervenciones prolongadas (Akbas, Dorman, & Toraman, 2024). Estas alteraciones se acentúan en tareas que implican subir escaleras, arrastrar mangueras o transportar víctimas.

Sin embargo, estudios recientes también destacan que los avances en el diseño ergonómico del equipo, como la redistribución de la carga y la mejora de los sistemas de arnés, contribuyen a reducir estos riesgos (Kim, Park, & Lee, 2024). Además, la capacitación en técnicas de movimiento seguro y el fortalecimiento muscular específico permiten disminuir el impacto ergonómico del uso del ERA, optimizando el desempeño del personal operativo.

### **Importancia de la capacitación en el uso del ERA**

La efectividad del equipo de respiración autónoma está estrechamente vinculada al nivel de capacitación del usuario. La literatura especializada coincide en que el desconocimiento en el ajuste, la colocación, el monitoreo de la presión y los procedimientos de emergencia puede reducir significativamente la protección ofrecida por el equipo (Salazar & Peña, 2020). Por esta razón, las normas internacionales, como la NFPA 1404,





enfatan la necesidad de programas de entrenamiento continuo y evaluaciones periódicas de competencia.

En el marco normativo ecuatoriano, el Decreto Ejecutivo 255 y la Resolución 513 del IESS establecen la obligación de capacitar al personal en el uso correcto de los equipos de protección personal (IESS, Resolución C.D. 513:, 2016). En el caso del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, la implementación de programas de formación específicos en el uso del ERA contribuye a maximizar los beneficios del equipo, reducir errores operativos y fortalecer la cultura de seguridad institucional.

### **Relación entre el uso del ERA y la sostenibilidad operativa**

El impacto del uso del equipo de respiración autónoma trasciende la protección individual, influyendo directamente en la sostenibilidad operativa del cuerpo de bomberos. La reducción de enfermedades ocupacionales, lesiones y eventos fatales se traduce en una menor tasa de ausentismo laboral, menor rotación de personal y mayor continuidad en la prestación del servicio (García & Romero, 2022). Esto resulta especialmente relevante para cuerpos de bomberos de cantones como Sucúa, donde la disponibilidad de personal capacitado es un recurso estratégico.

En este sentido, el uso adecuado del ERA debe entenderse como una inversión institucional en salud, seguridad y eficiencia operativa. La evidencia científica y normativa coincide en que la protección respiratoria no solo preserva la vida del bombero, sino que fortalece la capacidad de respuesta del sistema de emergencia en su conjunto.





## **Relación entre uso del ERA y reducción del ausentismo laboral**

El uso sistemático del ERA tiene un impacto directo en la reducción del ausentismo laboral asociado a enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La literatura evidencia que los cuerpos de bomberos que implementan políticas estrictas de protección respiratoria presentan menores tasas de licencias médicas y mayor continuidad operativa (García & Romero, 2022).

En contextos institucionales como el del Cantón Sucúa, donde la disponibilidad de personal capacitado es limitada, la reducción del ausentismo representa un beneficio estratégico que fortalece la capacidad de respuesta ante emergencias.

## **Impacto psicosocial del uso del equipo de protección**

El uso del ERA también tiene implicaciones psicosociales relevantes. Contar con equipos confiables y capacitación adecuada incrementa la percepción de seguridad del personal, reduce la ansiedad asociada a la intervención en ambientes peligrosos y fortalece la cohesión del equipo de trabajo (Salazar & Peña, 2020).

Esta percepción positiva de seguridad influye en la motivación y el compromiso del bombero con la institución, contribuyendo a un clima organizacional más saludable y a una cultura preventiva sólida.

## **Relación entre el uso del ERA, la toma de decisiones y la seguridad operacional**

El uso adecuado del equipo de respiración autónoma (ERA) no solo influye en la protección fisiológica del bombero, sino que también tiene un





impacto directo en la toma de decisiones durante las operaciones de emergencia. La exposición al humo, gases tóxicos y ambientes con deficiencia de oxígeno afecta de manera inmediata las funciones cognitivas, disminuyendo la capacidad de concentración, el tiempo de reacción y el juicio crítico del personal operativo (Mujika, 2021). En este sentido, el ERA actúa como un elemento facilitador de la seguridad operacional al preservar la función neurológica del bombero en entornos hostiles.

Diversos estudios han demostrado que la hipoxia leve, incluso antes de manifestarse con síntomas evidentes, puede alterar la percepción del riesgo y aumentar la probabilidad de errores operativos. En escenarios de incendio estructural, estos errores pueden traducirse en decisiones inadecuadas relacionadas con la ventilación, la progresión del ataque al fuego o la evacuación del personal, incrementando el riesgo de accidentes graves (García & Romero, 2022). El suministro continuo de aire respirable mediante el ERA reduce significativamente estas alteraciones cognitivas, permitiendo al bombero mantener un nivel adecuado de alerta y control situacional.

Desde una perspectiva de gestión del riesgo, la toma de decisiones segura es un componente esencial de la prevención de accidentes laborales en la actividad bomberil. La literatura especializada señala que muchos incidentes críticos no se originan exclusivamente por fallas técnicas, sino por errores humanos asociados a condiciones fisiológicas adversas, como la fatiga, el estrés térmico y la hipoxia (Salazar & Peña, 2020). En este contexto, el uso del ERA contribuye indirectamente a la reducción de





eventos críticos al mitigar uno de los principales factores que afectan el desempeño humano en emergencias.

Asimismo, el ERA influye en la seguridad colectiva del equipo de trabajo. En operaciones donde se aplica el principio de “two-in, two-out”, la estabilidad física y cognitiva de cada bombero resulta determinante para la protección mutua y la ejecución coordinada de las tareas (NFPA, 2018). Un bombero que opera sin protección respiratoria adecuada no solo pone en riesgo su propia vida, sino que compromete la seguridad del grupo, ya que una posible intoxicación o pérdida de conciencia obliga a redirigir recursos para su rescate.

En el contexto del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, donde las emergencias pueden presentarse con recursos humanos limitados y alta exigencia operativa, la toma de decisiones acertadas cobra una relevancia aún mayor. El uso disciplinado del ERA permite que los bomberos mantengan la claridad mental necesaria para evaluar riesgos, seguir protocolos y adaptarse a condiciones cambiantes durante la emergencia. De esta manera, el equipo de respiración autónoma no solo cumple una función protectora individual, sino que se convierte en un elemento clave para la seguridad operacional y la gestión eficiente de las emergencias.

Finalmente, la integración del ERA dentro de los procesos de entrenamiento y simulación fortalece la capacidad del personal para tomar decisiones bajo condiciones controladas de estrés. La práctica recurrente con el equipo permite que su uso se automatice, reduciendo la carga cognitiva durante la intervención real y favoreciendo respuestas más rápidas y seguras (Salazar & Peña, 2020). En consecuencia, el ERA debe considerarse un componente esencial no solo de la protección respiratoria,





sino también del desempeño operativo seguro y eficaz del personal bomberil.

## **Aplicación normativa y realidad operativa del uso del equipo de respiración autónoma en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa**

### **Marco legal ecuatoriano aplicable a la protección respiratoria**

La aplicación del equipo de respiración autónoma (ERA) en los cuerpos de bomberos del Ecuador se encuentra respaldada por un sólido marco legal que reconoce la seguridad y salud en el trabajo como un derecho fundamental del trabajador y una obligación ineludible del empleador. El Código del Trabajo del Ecuador establece en su Título V que los empleadores deben adoptar todas las medidas necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores, incluyendo la provisión de equipos de protección personal adecuados a los riesgos inherentes a la actividad laboral (Codigo del Trabajo, 2021). En el caso de los bomberos, cuya labor se desarrolla en ambientes con alta concentración de contaminantes y deficiencia de oxígeno, esta obligación adquiere un carácter prioritario.

El Decreto Ejecutivo 255 de 2024 refuerza este principio al actualizar el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Este decreto establece que los equipos de protección personal deben ser seleccionados en función del riesgo real al que se expone el trabajador, garantizando su eficacia, resistencia y compatibilidad con las tareas a realizar (Decreto 255, 2024). En este sentido, el ERA se configura como un equipo obligatorio para la atención





de emergencias con riesgo respiratorio, y su ausencia o uso inadecuado podría constituir un incumplimiento legal por parte de la institución.

## **Obligaciones institucionales según la Resolución 513 del IESS**

La Resolución C.D. 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), que regula el Seguro General de Riesgos del Trabajo, establece lineamientos específicos para la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales. Esta normativa dispone que, cuando los trabajadores se expongan a contaminantes químicos por inhalación o a atmósferas deficientes en oxígeno, el empleador debe implementar medidas de control que incluyan la provisión de equipos de protección respiratoria certificados, así como la capacitación en su uso, mantenimiento y conservación (IESS, Resolución C.D. 513:, 2016).

En el contexto del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, esta resolución obliga a la institución a integrar el uso del ERA dentro de su sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Esto implica no solo la dotación del equipo, sino también la elaboración de procedimientos operativos, registros de inspección, planes de mantenimiento y programas de formación continua, orientados a garantizar la efectividad del equipo en condiciones reales de emergencia.

## **Alineación con estándares internacionales NFPA**

La normativa ecuatoriana encuentra respaldo técnico en los estándares internacionales desarrollados por la National Fire Protection Association (NFPA), los cuales constituyen una referencia obligatoria para la gestión de la seguridad en los cuerpos de bomberos. La NFPA 1981 establece los requisitos mínimos de desempeño, diseño y certificación de los equipos de





respiración autónoma utilizados en servicios de emergencia, garantizando su resistencia térmica, hermeticidad y confiabilidad operativa (NFPA, 2019).

De manera complementaria, la NFPA 1404 regula la capacitación en protección respiratoria, enfatizando que el uso del ERA debe estar acompañado de programas de entrenamiento sistemático que permitan al bombero dominar los procedimientos de colocación, verificación, uso y respuesta ante fallas del equipo (NFPA, 2018). Para el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, la adopción de estos estándares internacionales fortalece la calidad del servicio, reduce el riesgo de accidentes laborales y asegura el cumplimiento de buenas prácticas reconocidas a nivel global.

### **Realidad operativa del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa**

El Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa atiende una diversidad de emergencias que incluyen incendios estructurales urbanos, incendios forestales y accidentes de tránsito, entre otros eventos de alto riesgo. Cada uno de estos escenarios presenta peligros respiratorios específicos como la inhalación de humo, gases tóxicos y partículas en suspensión que justifican el uso obligatorio del equipo de respiración autónoma (SCBA). No obstante, la realidad operativa propia de un cuerpo de bomberos de carácter municipal y con recursos limitados evidencia importantes desafíos estructurales, tales como la insuficiencia presupuestaria, la disponibilidad restringida de equipos, la alta rotación del personal operativo, el desgaste progresivo del material y la necesidad constante de capacitación técnica especializada.

A ello se suma que, durante años anteriores, la institución no contaba con equipos de respiración autónoma, lo que obligaba al personal a emplear





prácticas empíricas y de alto riesgo, como la técnica de respirar cerca del chorro de la manguera para mitigar la inhalación de humo durante el combate de incendios. Si bien estas prácticas reflejan la vocación de servicio y el compromiso del personal bomberil, también evidencian condiciones históricas de vulnerabilidad operativa que incrementaban significativamente el riesgo para la salud respiratoria y la integridad física de los bomberos. Esta realidad refuerza la necesidad de fortalecer de manera sostenida la dotación de SCBA, la planificación presupuestaria y los procesos de formación continua, en concordancia con los estándares técnicos y de seguridad vigentes.

### **Capacitación, entrenamiento y cultura preventiva**

La capacitación del personal constituye uno de los pilares fundamentales para la aplicación efectiva del equipo de respiración autónoma. La normativa nacional e internacional coincide en que el desconocimiento o uso incorrecto del ERA puede reducir significativamente su nivel de protección, incrementando el riesgo de accidentes y lesiones (Salazar & Peña, 2020). Por ello, el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa debe implementar programas de formación continua que incluyan entrenamiento práctico, simulacros y evaluaciones periódicas de competencia.

El entrenamiento en el uso del ERA no solo fortalece las habilidades técnicas del bombero, sino que también contribuye a la consolidación de una cultura preventiva basada en la autoprotección y el trabajo seguro. Esta cultura resulta esencial para garantizar que el uso del equipo no sea percibido como una carga adicional, sino como una herramienta





indispensable para la preservación de la vida y la salud del personal operativo.

### **Gestión del mantenimiento y control del equipo**

El mantenimiento preventivo del equipo de respiración autónoma es un requisito indispensable para garantizar su funcionamiento adecuado en situaciones de emergencia. La NFPA 1981 establece la necesidad de realizar inspecciones periódicas, pruebas de funcionamiento y registros documentados que permitan verificar el estado del equipo antes y después de cada uso (NFPA, 2019). Estas acciones reducen la probabilidad de fallas técnicas durante la intervención y fortalecen la confianza del personal en el equipo.

En el marco del Decreto Ejecutivo 255, el empleador tiene la obligación de asegurar que los equipos de protección personal se encuentren en condiciones óptimas de (Decreto 255, 2024). Para el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, esto implica asignar responsabilidades claras para el control, mantenimiento y reposición del ERA, integrando estos procesos dentro de su sistema de gestión institucional.

### **Enfoque preventivo y sostenibilidad institucional**

La correcta aplicación del equipo de respiración autónoma contribuye de manera directa a la sostenibilidad institucional del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. La reducción de enfermedades ocupacionales, accidentes y eventos fatales se traduce en menor ausentismo laboral, mayor disponibilidad de personal capacitado y continuidad en la prestación del servicio de emergencia (García & Romero, 2022). Desde esta





perspectiva, la inversión en equipos, capacitación y mantenimiento del ERA debe considerarse una estrategia preventiva de alto impacto.

Finalmente, la integración del ERA dentro de un enfoque preventivo permite al Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa cumplir con su misión institucional de proteger la vida, el ambiente y los bienes de la comunidad, garantizando al mismo tiempo la seguridad y salud de su personal. La evidencia normativa y científica analizada demuestra que el uso del equipo de respiración autónoma no es únicamente una exigencia legal, sino un componente esencial de la gestión moderna de riesgos en la actividad bomberil.

## Discusión

El análisis bibliográfico desarrollado en el presente estudio confirma que el uso del equipo de respiración autónoma (ERA) constituye un componente esencial para la protección integral del personal bomberil frente a los riesgos respiratorios inherentes a su labor. La literatura revisada coincide en señalar que la exposición al humo, gases tóxicos y partículas finas durante la atención de incendios representa uno de los principales peligros ocupacionales de la profesión, con efectos que van desde intoxicaciones agudas hasta enfermedades crónicas de carácter irreversible (García & Romero, 2022; Teixeira et al., 2025). En este sentido, los hallazgos refuerzan la necesidad de considerar el ERA no únicamente como un recurso operativo, sino como una medida preventiva estratégica dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional.

Al contrastar la evidencia científica con el marco normativo ecuatoriano, se evidencia una clara coherencia entre ambos enfoques. Instrumentos legales como el Código del Trabajo, el Decreto Ejecutivo 255 y la Resolución





C.D. 513 del IESS establecen la obligación del empleador de identificar y controlar los riesgos laborales, incluyendo de manera explícita aquellos relacionados con la inhalación de contaminantes y la deficiencia de oxígeno (IESS, 2016; Presidencia de la República del Ecuador, 2024). Esta obligación se ve reforzada por estándares internacionales como la NFPA 1981 y el Convenio 155 de la OIT, los cuales reconocen la protección respiratoria como un derecho del trabajador y un deber institucional ineludible (NFPA, 2019; OIT, 1981).

Uno de los aspectos más relevantes identificados en la discusión es que el riesgo respiratorio no se limita a la fase activa de extinción del incendio. Diversos estudios señalan que, durante las etapas posteriores como la ventilación, la remoción de escombros y la investigación de causas, persisten concentraciones significativas de contaminantes que continúan representando un peligro para la salud del bombero (Teixeira, Silva, & Ferreira, 2025). Esta evidencia pone de manifiesto una brecha frecuente entre la normativa y la práctica operativa, ya que en muchos contextos se observa la retirada prematura del ERA una vez controlado el fuego visible. Tal comportamiento incrementa la exposición innecesaria del personal a sustancias tóxicas y contradice los principios de prevención establecidos por la NFPA y la OIT.

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, los resultados del análisis permiten afirmar que el uso sistemático del ERA tiene un impacto positivo directo en la reducción de enfermedades respiratorias y cardiovasculares asociadas a la actividad bomberil. Investigaciones epidemiológicas han demostrado que los bomberos que utilizan protección respiratoria de forma constante presentan menores tasas de deterioro de la función





pulmonar, menor incidencia de enfermedades cr6nicas y menor ausentismo laboral (García & Romero, 2022). Estos hallazgos resultan especialmente relevantes para instituciones como el Cuerpo de Bomberos del Cant6n Suc6a, donde la continuidad operativa depende en gran medida de la disponibilidad de personal capacitado y en condiciones 6ptimas de salud.

No obstante, la discusi6n tambi6n evidencia que el uso del ERA implica desafíos operativos y fisiol6gicos que deben ser gestionados de manera integral. Estudios biomec6nicos y fisiol6gicos han señalado que el peso del equipo, sumado al esfuerzo f6sico intenso y a la carga t6rmica, incrementa el gasto energ6tico y la fatiga del bombero, pudiendo afectar el desempeñ durante intervenciones prolongadas (Akbas et al., 2024; Mujika, 2021). Sin embargo, la literatura coincide en que estos efectos no superan los beneficios del uso del ERA, sino que resaltan la necesidad de complementarlo con entrenamiento f6sico adecuado, mejoras ergon6micas del equipo y una planificaci6n operativa que contemple pausas y rotaci6n del personal.

Un elemento clave que emerge de la discusi6n es la relaci6n entre el uso del ERA y la toma de decisiones seguras durante la emergencia. La exposici6n a ambientes con deficiencia de ox6geno o alta concentraci6n de contaminantes afecta las funciones cognitivas, reduciendo la capacidad de concentraci6n, el tiempo de reacci6n y el juicio cr6tico del personal operativo (Salazar & Peñ, 2020). En este contexto, el ERA contribuye no solo a la protecci6n f6sica del bombero, sino tambi6n a la preservaci6n de su capacidad cognitiva, lo que resulta fundamental para la seguridad operacional y la coordinaci6n del trabajo en equipo.





Asimismo, la discusión pone de relieve la importancia del factor humano y de la capacitación continua en la efectividad del equipo de respiración autónoma. La evidencia indica que la simple disponibilidad del equipo no garantiza su correcta utilización, ya que errores en la colocación, el sellado o la gestión del aire pueden reducir significativamente su nivel de protección (Salazar & Peña, 2020). Por ello, las normas internacionales como la NFPA 1404 enfatizan la necesidad de programas de entrenamiento sistemático y evaluaciones periódicas de competencia, aspecto que debe fortalecerse en el ámbito institucional del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa.

En relación con la realidad operativa local, la discusión permite identificar desafíos asociados a la gestión de recursos, el mantenimiento del equipo y la sostenibilidad de los programas de capacitación. En contextos con limitaciones presupuestarias, como los cuerpos de bomberos de cantones intermedios, la inversión en equipos de protección respiratoria puede percibirse como un gasto elevado. Sin embargo, la literatura analizada demuestra que dicha inversión resulta costo-efectiva a mediano y largo plazo, al reducir gastos asociados a enfermedades ocupacionales, indemnizaciones, licencias médicas y pérdida de personal capacitado (García & Romero, 2022).

Finalmente, la discusión subraya la necesidad de fortalecer una cultura preventiva sólida dentro de los cuerpos de bomberos, en la cual el uso del ERA sea concebido como una práctica obligatoria y no negociable. El liderazgo operativo, el cumplimiento estricto de los protocolos y la supervisión constante son elementos clave para cerrar la brecha entre la normativa, la evidencia científica y la práctica diaria. En este sentido, el





equipo de respiración autónoma debe consolidarse como un eje central de la gestión de riesgos en la actividad bomberil, garantizando la protección del talento humano y la sostenibilidad del servicio de emergencia que el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa brinda a la comunidad.

## **Conclusiones**

El presente artículo de revisión permitió analizar la importancia del uso de los equipos de protección respiratoria en la labor del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, evidenciando que la exposición a humo, gases tóxicos y partículas contaminantes constituye uno de los principales riesgos ocupacionales de la actividad bomberil. Dichos riesgos representan una amenaza constante para la salud respiratoria, cardiovascular y neurológica del personal operativo, afectando tanto su bienestar individual como la capacidad operativa institucional.

Se concluye que el uso sistemático y correcto del equipo de respiración autónoma es una medida fundamental para la prevención de intoxicaciones agudas, enfermedades respiratorias ocupacionales y eventos fatales durante la atención de emergencias. Su implementación adecuada permite reducir la exposición a contaminantes peligrosos y garantiza condiciones mínimas de seguridad en entornos caracterizados por la deficiencia de oxígeno y la presencia de sustancias tóxicas.

Asimismo, se determinó que la eficacia del equipo de protección respiratoria no depende únicamente de su disponibilidad, sino también de factores como la capacitación del personal, el mantenimiento preventivo y la correcta gestión operativa. La ausencia de entrenamiento adecuado o el uso incorrecto del equipo puede disminuir significativamente su nivel de





protección y generar una falsa sensación de seguridad durante la intervención.

Desde una perspectiva institucional, el uso adecuado del equipo de respiración autónoma contribuye a la sostenibilidad del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, al reducir el ausentismo laboral, preservar la capacidad funcional del personal y fortalecer la continuidad del servicio de emergencia. En este sentido, la protección respiratoria debe considerarse un eje central de la gestión de seguridad y salud ocupacional, alineado con la misión institucional de proteger la vida, los bienes y el ambiente.

Finalmente, se concluye que la adopción de una cultura preventiva sólida, basada en el cumplimiento estricto de los protocolos y en el liderazgo operativo, resulta indispensable para garantizar intervenciones seguras y eficientes. El equipo de protección respiratoria no debe ser concebido como un elemento opcional, sino como un recurso esencial para la protección integral del personal bomberil.

### **Recomendaciones**

Se recomienda que el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa garantice la dotación suficiente, oportuna y equitativa de equipos de protección respiratoria para todo el personal operativo que interviene en emergencias con riesgo de inhalación de contaminantes. Es fundamental que dichos equipos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y sean asignados considerando las características de cada tipo de intervención, de manera que se asegure una protección efectiva frente a atmósferas peligrosas.





Resulta imprescindible fortalecer los programas de capacitación continua en el uso del equipo de respiración autónoma, incorporando entrenamientos teórico-prácticos, simulacros operativos y evaluaciones periódicas de competencia. Estos procesos deben orientarse a que el personal domine los procedimientos de colocación, ajuste, gestión del aire y retiro seguro del equipo, reduciendo errores operativos y mejorando el desempeño durante situaciones de alta exigencia física y emocional.

Se recomienda integrar de forma sistemática el uso del equipo de protección respiratoria dentro del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de la institución. Esto implica incorporarlo en la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos, en los procedimientos operativos estándar y en los planes de emergencia, asegurando su uso obligatorio en todas las fases de la intervención, incluidas las labores posteriores a la extinción del incendio.

Asimismo, se sugiere implementar programas de mantenimiento preventivo y control periódico del equipo de respiración autónoma, con registros documentados que permitan verificar su estado antes y después de cada uso. Estas acciones contribuyen a prolongar la vida útil del equipo y a garantizar su confiabilidad durante las emergencias, fortaleciendo la seguridad del personal operativo.

Finalmente, se recomienda promover una cultura preventiva sólida basada en el liderazgo operativo, la supervisión constante y el cumplimiento estricto de los protocolos de seguridad. La concienciación del personal sobre la importancia del uso permanente del equipo de protección respiratoria debe ser un eje transversal de la gestión institucional, evitando la normalización de prácticas inseguras. La inversión sostenida en equipos,





capacitación y mantenimiento debe asumirse como una prioridad estratégica para proteger la salud del talento humano y fortalecer la capacidad de respuesta del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa en beneficio de la comunidad.

## Referencias

Akbas, A., Dorman, M., & Toraman, C. (2024). The effects of self-contained breathing apparatus weight on firefighters' spinal kinematics during simulated tasks. *Journal of Biomechanics*. Newark,.

Association., N. F. (2019). *Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services*. Quincy, MA: NFPA. NFPA 1981.

Cedeño, M. (2021). Riesgos toxicológicos en incendios estructurales: implicaciones para bomberos. *Revista Latinoamericana de Salud Ocupacional*, 12(1), 33-47.

Cedeño, M. (2021). Riesgos toxicológicos en incendios estructurales: implicaciones para bomberos. *Revista Latinoamericana de Salud Ocupacional*, 12(1), 33-47.

Ecuador, A. N. (2021). Registro Oficial Suplemento No. 167. Código del Trabajo del Ecuador .

Ecuador, P. d. (2024). Decreto Ejecutivo 255. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores. Quito: Registro Oficial.

García, L., & Romero, P. (2022). Riesgos respiratorios y enfermedades ocupacionales en bomberos latinoamericanos. *Revista de Salud y Trabajo*, 18(2), 45-58.





- IAFC. (2024). International Association of Fire Chiefs. Obtenido de International Association of Fire Chiefs: <https://www.iafc.org/topics-and-tools/resources/resource/exposures-of-firefighter-self-contained-breathing-apparatus-facepiece-lenses>
- IESS. (2016). Resolución C.D. 513:. Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Quito: IESS.
- IESS. (2016). Resolución C.D. 513: Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
- Kim, J., Park, S., & Lee, H. (2024). Ergonomic. Ergonomic redesign of firefighter SCBA harness to reduce musculoskeletal stress. *Ergonomics*, 67(9), , 1234-1245.
- Mujika, A. (2021). Efectos fisiológicos del uso del equipo de respiración autónoma en bomberos. En A. Mujika, Trabajo de Fin de Grado, Universidad del País Vasco.
- NFPA. (2018). NFPA 1404: Standard for Fire Service Respiratory Protection Training. NFPA. Association. National Fire Protection.
- NFPA. (2019). NFPA 1981: Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus (SCBA) for emergency services. National Fire Protection Association.
- OIT. (2021). Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (ILO-OSH 2001). Organización Internacional del Trabajo.





Organización Internacional del Trabajo. (2021). Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. (ILO-OSH 2001). OIT.

Salazar, F., & Peña, D. (2020). Capacitación en el uso de equipos de respiración autónoma en cuerpos de bomberos: un enfoque preventivo. . Revista de Seguridad y Emergencias, 9(3), , 15-29.

Teixeira, D., Silva, M., & Ferreira, P. (2 de mayo de 2025). Effectiveness of SCBA use. Fire, 8(5),. Assessment of firefighters' exposure to PAHs during structural fires, 182. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/fire8050182>

Trabajo, M. d. (2024). Reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Registro Oficial del Ecuador. Decreto Ejecutivo 255:.

Trabajo, O. I. (1981). Convenio 155. sobre seguridad y salud de los trabajadores. OIT.

